

# КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#3 (90)  
2020

+



# INTREY

## POLYMER SYSTEMS

## POLYMER SYSTEMS

+

[WWW.INTREY.COM](http://WWW.INTREY.COM)

#INTREY



## SYSTEMS

+ ○



# Материалы для производства КОМПОЗИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ:

## Смолы и отвердители

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

## Армирующие материалы

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

## Оборудование для RTM и инфузии

## Разделительные составы

- Грунты для форм
- Очистители для форм
- Полупостоянные разделители

## Материалы для производства оснастки

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

## Адгезивы и клеи

- Полиэфирные пасты
- MMA клеи
- Крепёжные элементы



COMPOSITES & POLYURETHANES  
BANG & BON SOMER



**BANG & BON SOMER**  
DELIVERING SMART MATERIAL TECHNOLOGIES

**ООО Банг и Бонсомер, Москва**

Отдел композиционных материалов

Телефон: +7 (495) 258 40 40 доб. 116

**e-mail: [rus-composites@bangbonsomer.com](mailto:rus-composites@bangbonsomer.com)**



## Дорогие друзья!

Мир постепенно привыкает к пандемии. Это не значит, что она исчезла, это значит, что люди устали её бояться. Пандемия становится частью ежедневной статистики; заболело, умерло, выздоровело. Вначале в маске и в перчатках, потом в маске и без перчаток, теперь маска только в помещении, да и то, если вокруг незнакомые люди. Чувство опасности притупляется, и пандемия постепенно превращается в инструмент манипуляции. Если надо она идёт на спад, а надо — является запретительной мерой.

Пандемия коронавируса в этом году стал причиной отмены огромного количества мероприятий, достаточно того, что выставка Jes World была перенесена на 2021 год, лишив людей возможности не только знакомства со всем лучшим и передовым, но и лишив возможности общения, диалога. Надеемся, что ожидаемая в сентябре выставка «Композит-Экспо» сможет заполнить этот вакуум. Что касается вакуума информационного, то мы в Редакции активно работаем, стараясь не оставлять своих читателей без интересной и полезной информации. Поэтому, пользуясь случаем, хотела бы пригласить всех разместить информацию о своей компании, продуктах и услугах в следующем номере журнала, который мы будем распространять 8–10 сентября в Москве на выставке «Композит-Экспо». Присылайте материалы в редакцию до 7 августа.

Будьте здоровы, берегите себя и своих близких.

## Читайте с пользой!

*С уважением,  
Ольга Gladunova*

Приглашаем профильные кафедры рассказать о своих разработках и достижениях со страниц журнала Композитный мир. На стр. 26–33 данного номера вы найдете информацию о кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса СПбГУТТД.



Научно-популярный журнал  
**Композитный мир**  
 #3 (90) 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](http://www.kompomir.ru)

**Директор:**

Сергей Глудунов  
[gladunov@kompomir.ru](mailto:gladunov@kompomir.ru)

**Главный редактор:**

Ольга Глудунова  
[o.gladunova@kompomir.ru](mailto:o.gladunova@kompomir.ru)

**Вёрстка и дизайн:**

Влад Филиппов

**По вопросам подписки:**

[podpiska@kompomir.ru](mailto:podpiska@kompomir.ru)

**По вопросам размещения рекламы:**

[o.gladunova@kompomir.ru](mailto:o.gladunova@kompomir.ru)

**Advertising:**

Maria Melanich  
[maria.melanich@kompomir.ru](mailto:maria.melanich@kompomir.ru)  
[marketing@kompomir.ru](mailto:marketing@kompomir.ru)

Номер подписан в печать 07.07.2020

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](mailto:info@kompomir.ru)

\* За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.

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



 [www.instagram.com/kompomir](https://www.instagram.com/kompomir)

 [www.vk.com/club10345019](https://www.vk.com/club10345019)

 [www.facebook.com/groups/1707063799531253](https://www.facebook.com/groups/1707063799531253)



## Новости

Российские новости ..... 6

Мировые новости ..... 16

## Интервью

Импортозамещение — на пути к успеху! ..... 22

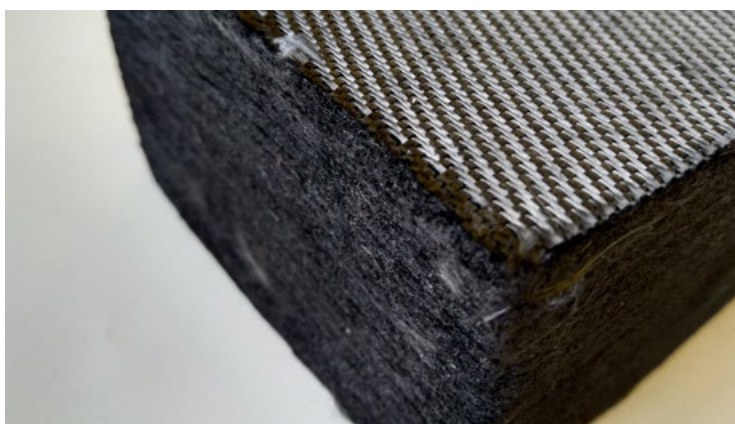
Связанные одной нитью ..... 26

## Отрасль

Некоторые нетривиальные разработки кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса СПбГУПТД ..... 30

Композит нужен за Полярным кругом ..... 34

Мы — не первые, мы — лучшие! ..... 36





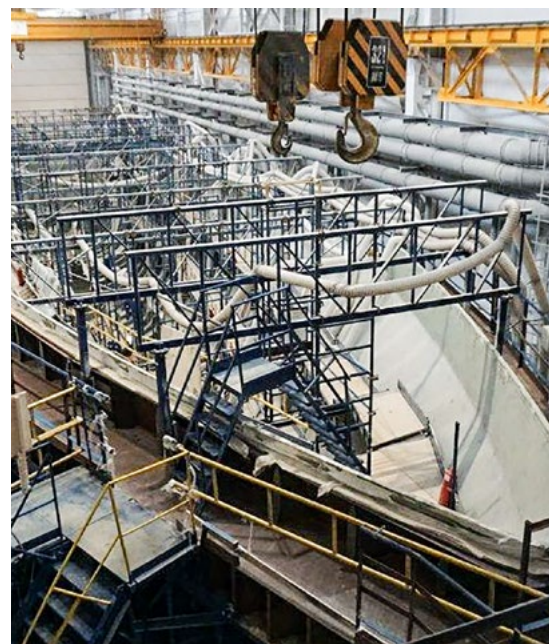


## Материалы

Клеи Crestabond® — вместо болтовых соединений.....	38
Сантехника из искусственного камня. Эстетика и гигиена .....	40
Герметизирующий жгут «Контур-150» в Судостроении.....	44

## Технологии

«Композиты России» разрабатывают облегчённую конструкцию подводного манипулятора.....	46
«Тучков Буян» — новый парк в Санкт-Петербурге. Идеи применения композитных материалов.....	48



## Применение

Применение композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом Часть 3. Швеция, Норвегия и Дания.....	50
--	----

## Наука

Климатические испытания лопасти винта легкого вертолета, совмещенные с механическим нагружением.....	62
--	----





## В Петербург прибыли первые троллейбусы из крупной закупки «Горэлектротраса»



Первая партия троллейбусов из поставки 2020 года прибыла в Петербург. Всего планируется увеличить парк на 182 машины.

Как сообщает комитет по транспорту Санкт-Петербурга, речь идет о троллейбусах «Адмирал» производства ПК «Транспортные системы» (г. Энгельс).

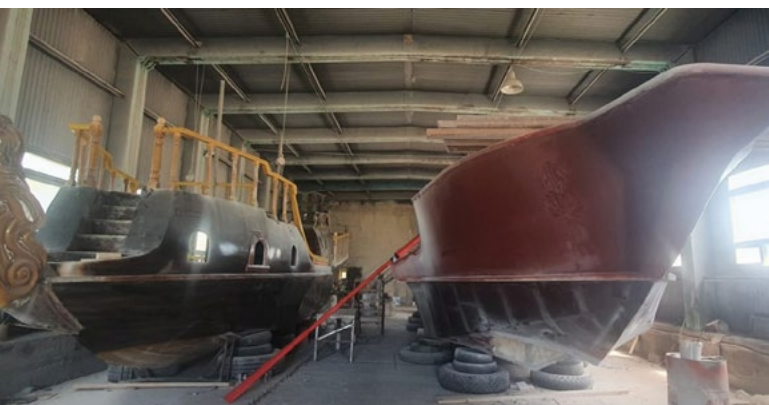
Всего планируют закупить 142 троллейбуса в лизинг по трем контрактам. Самый крупный — на 87 машин — выиграл «Сбербанк лизинг», который за 1,9 млрд. рублей привезет модель «Адмирал». 20 троллейбусов «Белкоммунмаша» за 613 млн. поставит «Промагролизинг центр»; а 35 троллейбусов с увеличенным автономным ходом «Транс-Альфа» из Вологды привезет «Сбербанк лизинг» за 691 млн.

Троллейбус «Адмирал» безопасен для пассажиров, в его конструкции использованы негорючие композитные материалы.

«Новые технологии требуют подготовки персонала, это мощный толчок для развития компании в целом. Эти троллейбусы готовились для транспортной реформы, для выхода на маршруты с большим пассажиропотоком», — отметил директор ГУП «Горэлектротранс» Денис Минкин.

[www.spbdnevnik.ru](http://www.spbdnevnik.ru)

## В Судаке достраивают аналог древнегреческой галеры «Таврида»



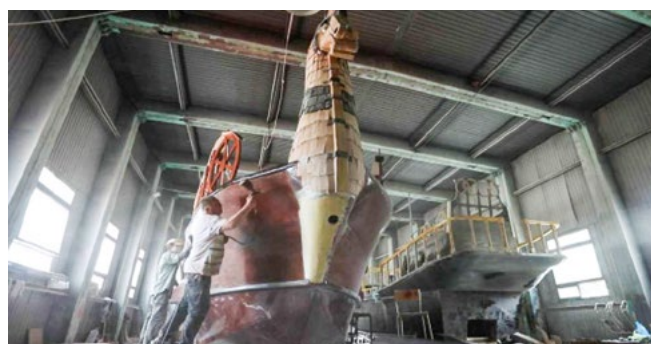
Аналог древнегреческого судна конструируют энтузиасты в частной мастерской в Крыму в Судаке. Галера «Таврида» будет управляться вёслами и специальными моторами. Спустить судно на воду планируют до конца июня.

Как рассказал создатель необычного проекта Сергей Троицкий: «Это будет веселое судно, украсим его нос троянским конем, борта — рядами колесниц, переход в виде дельфина». Житель Судака уже пару лет занимается постройкой катамаранов и лодок. Четыре месяца назад он вдохновился на необычный проект, который уже подходит к завершению.

Для постройки античного судна использовали современные материалы: стеклопластик, новые композитные материалы, фанеру. Отделку же завершат натуральными материалами, стилизованными под старину. Длина судна — более 18 метров, над его созданием трудятся 15 рабочих. Галера рассчитана на 90 пассажиров: по каждому борту будет располагаться по 15 вёсел, на них по три сменщика, которым придется грести по 10-15 минут. Галеру планируют

использовать как туристический аттракцион, ресторан на воде или для спортивной гребли. Как сообщил автор, проектом уже заинтересовались спортсмены, занимающиеся академической греблей.

[www.nnov.kp.ru](http://www.nnov.kp.ru)  
[crimea.ria.ru](http://crimea.ria.ru)



## В Мексику прибыл первый российский вертолет «Ансат», ряд деталей корпуса которого изготовлен из отечественных композитных материалов

Один из самых востребованных вертолетов в России завоевывает международный рынок. В феврале этого года управление авиации КНР валидировало сертификат «Ансата», разрешив тем самым его поставки в Китай для эксплуатации местными операторами. А весной машины получили разрешение на авиаработы в Мексике сроком на три года.

Отдельные элементы — двери кабины пилота и пассажирского отсека, обтекатель редуктора, вентиляционные решетки — у «Ансата» сделаны из материалов, которые производят на предприятиях Umatex, композитного дивизиона «Росатома».

Преимущества композитов — легкость, прочность, повышенная стойкость к эрозии, долговечность и возможность изготавливать смарт-изделия, то есть изделия с заданными характеристиками в определенных узлах. Композиты позволяют повысить технологичность процесса изготовления конечных изделий, а также уменьшить их вес в сравнении с металлическими аналогами. Что, в свою очередь, увеличивает топливную эффективность, снижает выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу и обеспечивает долговечность конструкции.

Корпусные детали вертолета «Ансат» изготавливают на основе препрегов (тканых структур, пропитанных связующим веществом) компании «Препрег-СКМ». Препреги — из технических тканей завода «Препрег-Дубна», а ткани — из углеродного волокна производства «Алабуги-волокна».

«Кооперация предприятий нашего дивизиона производит качественную конкурентоспособную продукцию, которая становится востребованной для



изделий различного назначения, таких как, например, вертолет «Ансат», причем не только на российском рынке, но и на зарубежном», — рассказал заместитель гендиректора Umatex Дмитрий Коган.

«Ансат» — легкий двухдвигательный многоцелевой вертолет. Конструкция позволяет оперативно трансформировать его в грузовой или пассажирский с возможностью перевозки семи человек. На базе модели также создан медицинский вертолет. «Ансат» сертифицирован для использования в температурном диапазоне от -45 до 50°С, а также для эксплуатации в условиях высокогорья.

Газета «Страна Росатом»  
umatex.com

## Сибирские ученые получили Государственную премию Российской Федерации в области науки и технологий

Лауреатами Государственной премии Российской Федерации 2019 года за выдающиеся достижения в области науки и технологий стали ученые Института теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) академики Дмитрий Маркович Маркович и Михаил Рудольфович Предтеченский, а также доктор технических наук Владимир Генриевич Меледин. Премия присуждена за создание основ мировой индустрии одностенных углеродных нанотрубок и научное обоснование новых методов диагностики неравновесных систем и управления ими.

Фундаментальные и прикладные исследования физических неравновесных систем молекулярных кластеров выполнялись в ИТ СО РАН много лет. Именно они позже легли в основу единственной в мире масштабируемой технологии промышленного синтеза одностенных углеродных нанотрубок или графеновых нанотрубок. Практическую реализацию эти идеи получили благодаря основанию компании OCSiAl.

«Самые передовые материалы сегодня — графен,

графеновые или одностенные углеродные нанотрубки. Можно ожидать, что так же, как это было с каменным и бронзовым веком, легкие и прочные карбоновые материалы с графеновыми нанотрубками позволят впоследствии называть наш сегодняшний технологический уклад карбоновым веком», — уверен Михаил Предтеченский. Сегодня OCSiAl является крупнейшим производителем графеновых нанотрубок, синтезируя более 90 % мирового объема этого уникального материала.

Государственная премия Российской Федерации 2019 года за выдающиеся достижения в области науки и технологий подтверждает высокую оценку руководством страны инновационных разработок российских ученых. Важно, что технология синтеза углеродных нанотрубок, созданная академиком Предтеченским, получила масштабное практическое воплощение.

Пресс-служба компании OCSiAl и  
www.itp.nsc.ru



## Новый метод получения керамической ткани для авиакосмической отрасли



Керамическое волокно из карбида кремния (Источник: Фролова М. Г., ИМЕТ РАН, журнал *Ceramics International*).

Коллективом ученых под руководством д.х.н. Каргина Ю.Ф. из Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН (ИМЕТ РАН) совместно с группой ученых под руководством к.х.н. Истоминой Е.И. из Института Химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН разработан новый метод получения карбидкремниевой ткани как нового армирующего компонента керамоматричного композита для работы в условиях высоких температур (выше 1500°С) и повышенного механического воздействия. Полученный компонент сочетается с полимерной, керамической и металлической матрицами. Подобные материалы перспективны для применения в авиационной и космической технике, например, в качестве элементов газотурбинного двигателя, и для производства изделий специального назначения. Результаты опубликованы в журнале *Ceramics International* работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-08-00558.

На сегодняшний день для упрочнения композитов используют различные волокнистые материалы. В том числе и углеродные. Однако основным недостатком данных материалов является ограничение по температуре эксплуатации (до 800°С) в неинертной среде.

Карбидкремниевые текстильные материалы являются наиболее перспективными для высокотемпературных применений. Они способны выдерживать нагрев выше 1500°С на воздухе. Однако, в виду технически сложного и энергозатратного процесса, в России отсутствует промышленное производство. Поэтому ученые ИМЕТ РАН совместно с ИХ Коми НЦ УрО РАН взялись за

решение задачи по синтезу и исследованию свойств керамической ткани на основе карбида кремния.

Предложен новый метод получения карбидкремниевой ткани методом силицирования углеродной ткани парами SiO. В ИМЕТ РАН провели анализ полученных тканей, подтвердили полный переход из углеродного в карбидкремниевое волокно. Прочность волокна SiC на разрыв составила 1500 МПа. Был исследован фазовый и элементный анализ волокон, проведено изучение наличия кислорода в волокнах.

Уникальные исследования по определению механических свойств волокна карбида кремния были проведены ИМЕТ РАН совместно с Технологическим институтом сверхтвердых и новых углеродных материалов — ТИСНУМ (г. Троицк). Каждое отдельное волокно толщиной в несколько микрон исследовали на микротвердость с помощью нанотвердомера «НаноСкан-4D». Тончайшую алмазную пирамидку вдавливали в исследуемый образец и определяли по оставшемуся отпечатку твердость волокна. Необходимое оборудование и опыт исследования в России есть только у ТИСНУМ. Показано, что волокна карбида кремния, полученные согласно предложенному методу, обладают высокой твердостью.

«В середине 1970-х гг. японским профессором S. Yajima и его сотрудниками впервые были опубликованы работы о разработках способа получения непрерывных волокон SiC. Позже компания Nippon Carbon Corporation Ltd (Япония), представила эти волокна на рынке под торговой маркой Nicalon. Предложенный ИМЕТ РАН и ИХ Коми НЦ УрО РАН альтернативный экономически выгодный и удобный способ получения волокнистых материалов SiC позволяет получать тканые и нетканые армирующие материалы для создания композитов как с послойной укладкой армирующего компонента, так и с хаотичным распределением его в виде волокон в объеме матрицы», — рассказывает первый автор работы Марианна Фролова, младший научный сотрудник ИМЕТ РАН.

[open science.news](https://open science.news)

## Ученые СевГУ нашли инновационный метод упрочнения стеклопластика

Ученые научно-образовательного центра «Перспективные технологии и материалы» Севастопольского государственного университета (СевГУ) разрабатывают новую концепцию упрочнения и удешевления полимерных материалов с помощью нанопорошков.

«С полимерами мы работаем по технологии ламинирования. В связующее (эпоксидную смолу) добавляем карбид вольфрама и наносим её на слои стеклоткани. Мы провели пробные эксперименты, чтобы определить прирост прочности. Материал становится прочнее более чем в два раза. При этом на пластину размером 18×12 см уходит меньше грамма нанопорошка», — рассказал сотрудник НОЦ Артем Олейник.

Обычно прочность материала наращивается за

счет увеличения количества слоев.

«Интерес в том, что потенциально при развитии технологии мы можем, не увеличивая количество слоев, получать большую прочность за счет нанопорошков, либо сохранять исходную прочность, используя меньше материалов, тем самым снижая стоимость и вес», — рассказал Артем Олейник.

Технология упрочнения полимеров достаточно проста и не требует дополнительного оборудования для получения детали с измененной прочностью.

Ученые уже протестировали пробную партию материалов и готовятся к широкому исследованию.

[www.sevsu.ru](http://www.sevsu.ru)

## В Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН создали композит для ЭКГ

Сотрудники Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН) создали композит для кардиографических электродов на основе графита и наночастиц серебра. Он позволит существенно снизить стоимость электродов и получать при ЭКГ более точные данные, сообщает издание «Наука в Сибири». Результат опубликован в *Materials Today Proceedings*.

«Когда нам делают электрокардиограмму, сокращения нашего сердца можно воспринимать как ток. Он сначала передается на кожу, и задача нательных датчиков, которые являются электрохимическим элементом, — снять его и с минимальным количеством помех перенести в прибор. Соответственно, чем меньше будет шумов, тем достоверней окажется диагностика», — рассказывает младший научный сотрудник лаборатории порошковых технологий ИХТТМ СО РАН Инна Александровна Мальбахова.

Сегодня чаще всего в датчиках для ЭКГ используется хлорсеребряный электрод. Он представляет собой серебряную пластинку, покрытую слоем хлорида серебра. Однако у такого электрода есть несколько существенных недостатков. Во-первых, на его изготовление тратится большое количество драгоценного металла: чтобы передать сигнал с минимальным количеством помех, слой серебра должен быть достаточно толстым. Во-вторых, материал имеет довольно высокое сопротивление, из-за чего возникает множество шумов.

Ученые ИХТТМ предложили использовать в качестве носителя для наночастиц серебра графит, поскольку он обладает электронной проводимостью и биоинертностью, то есть организм не воспринимает его негативно.

«Наша задача сделать так, чтобы адгезия (сцепление) серебра и графита была как можно лучше. Для

этого последний требуется обработать с помощью сильных кислот. Затем мы отдельно синтезируем наночастицы серебра, добавляем их в порошок графита, всё это перемешиваем и высушиваем, — говорит Инна Александровна. — Следующим этапом наносим подготовленную смесь на графитовую бумагу, а после необходимо создать на поверхности полученного устройства слой хлорида серебра. Для этого мы осуществляем анодирование, то есть слегка окисляем верхнее серебро».

Для испытания устройства ученые провели модельные измерения на системе, максимально приближенной по своим параметрам к коже человека. «Эксперименты показали, что наш композит соответствует всем требованиям ГОСТа для ЭКГ. Его преимуществом является дешевизна: графит стоит в разы меньше, чем серебро, а последнего для такой технологии необходимо совсем немного. Также при использовании нашего композита сигнал получается намного четче, шумы его не заглушают. Высокорастворимая (шершавая) поверхность материала способна захватывать больший объем кожи, что позволяет минимизировать помехи», — сообщает г-жа Мальбахова.

Работа сделана в сотрудничестве с лабораторией медицинского приборостроения Томского политехнического университета. По словам исследователей, говорить о внедрении разработки в медицину еще рано, полученный композит требует определенной эргономической доработки. В частности, необходимо выяснить, какое содержание серебра даст наилучшие результаты. Кроме того, продолжаются эксперименты по изучению других подложек, например на основе тройной системы: керамика — графит — серебро.

Наука в Сибири  
[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

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](mailto:office@composite.ru)





## РЖД устанавливает композитные плиты взамен шпал



Композитные плиты безбалластного мостового полотна производства ГК «Рускомполит» будут установлены на Южно-Уральской железной дороге — филиале «РЖД» (Челябинское отделение, г. Курган).

«Плита композитная безбалластного мостового полотна (КБМП) — альтернатива деревянного мостового бруса и железобетонных плит (шпал), которые используются в мостовых железнодорожных конструкциях, — рассказывает Дмитрий Сапронов, генеральный директор ГК «Рускомполит». — Более 240 железнодорожных мостовых переходов с деревянным перекрытием сегодня работают с перегрузкой и требуют ремонта и реконструкции. Совместно с ВНИИЖТ и Центральной дирекцией инфраструктуры «РЖД» мы разработали инновационный продукт, который решает все недостатки деревянного бруса: пожароопасность, гниение, износ и деформации металлических несущих конструкций моста».

Монтаж поставленных ГК «Рускомполит» плит запланирован на август.

Инновационный продукт проходил испытания в компании «РЖД» с 2015 года. Первая опытная укладка плит состоялась в октябре 2018 года в Калининградской области, где на 2-х металлических железнодорожных мостах была произведена замена деревянных шпал на плиты КБМП. В 2019 проведен

мониторинг состояния плит, который подтвердил высокое качество разработанного продукта. С 2020 года ГК «Рускомполит» начинает плановые поставки на другие объекты компании.

«Вес плиты КБМП в 3 раза меньше бетонных и составляет 50,8 т. А это колоссальная экономия времени, энергоресурсов и денег, — поясняет Дмитрий Сапронов. — Использование композитных плит позволит снизить затраты компании на 20% при эксплуатации мостов за период нормативного жизненного цикла 50 лет. Плиты обладают повышенной жесткостью. Величина прогиба плиты от нагрузки до 27 тс на ось составляет не более 0,180 мм. Благодаря тому, что композитный материал более чем в 10 раз прочнее, чем эксплуатационные напряжения, достигается высочайшая надёжность конструкции».

В конце 2018 года была пройдена сертификация новых изделий. Плита из композитных материалов получила сертификат огнестойкости RE 30 по ГОСТ 30247.0-94 и ГОСТ 30247.1-94, что означает, что она может простоять не менее 30 минут под воздействием нагрузки. То есть поезд за это время может при необходимости проехать по горящему мосту.

Комполит, по сравнению со строительными сталями, имеет меньшую жесткость, но большую прочность. В связи с этим требования по жесткости стали приоритетными. ГК «Рускомполит» заявляет, что удалось обеспечить жесткость на уровне железобетонной плиты. При расчётной нагрузке конструкция имеет более чем 10-кратный запас по прочности.

Еще одно преимущество композитных плит — возможность их применения для разных стандартов ширины путей без существенной переработки внутреннего конструктива. Это увеличивает их привлекательность в пограничных областях, где происходит смена тележек с одной ширины на другую.

plastinfo.ru

Фото: www.rd-center.ru



### Матричные системы

РЕШЕНИЯ ОТ АВТОТЮНИНГА ДО ЯХТ

### Бесстирольные смолы

ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

### Пожаростойкие системы

БЫСТРОЗАТУХАЮЩИЕ СМОЛЫ И ОГНЕСТОЙКИЕ ГЕЛЬКОУТЫ

IGC-MARKET.RU

### Продукция от мирового производителя

### Сырье

СТЕКЛОМАТ | ГЕЛЬКОУТ | СМОЛА | ОБОРУДОВАНИЕ

### Обучение

МАСТЕР-КЛАССЫ | СОПРОВОЖДЕНИЕ | ВНЕДРЕНИЕ





## «Росатом» и ФГУП «ВИАМ» заключили соглашение о сотрудничестве

В рамках реализации дорожной карты по развитию в Российской Федерации высокотехнологичной области «Технологии новых материалов и веществ», утвержденной Правительством РФ 27 апреля 2020 года, Госкорпорация «Росатом» и ФГУП «ВИАМ» в конце мая 2020 года подписали соглашение о сотрудничестве.

Подписи под документом поставили генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев и генеральный директор ФГУП «ВИАМ», академик РАН Евгений Каблов.

Стороны договорились об укреплении взаимовыгодного сотрудничества в сфере развития аддитивных технологий, полимерных композиционных материалов и продукции на их основе.

Соглашение предусматривает разработку базовых передовых технологий и формирование научно-технического задела для обеспечения технологического лидерства Российской Федерации на глобальных рынках с использованием научно-технического и производственного потенциалов организаций Госкорпорации «Росатом» и ФГУП «ВИАМ».

«Для «Росатома» направление разработки и производства инновационных материалов для собственных нужд и внешнего рынка является стратегическим.

Уверен, сотрудничество с ВИАМ, одним из лучших материаловедческих институтов нашей страны, позволит повысить эффективность реализации проектов внедрения новейших материалов и технологий как в атомной отрасли, так и в Российской Федерации в целом», — прокомментировал подписание документа генеральный директор Госкорпорации «Росатом» А.Е. Лихачев.

«Мы определили основные направления сотрудничества и по ним будем активно работать. В первую очередь, это аддитивные технологии. «Росатом» заинтересован в высококачественных порошковых композициях ВИАМ. Руководство Госкорпорации хорошо понимает, что без внедрения материалов нового поколения трудно говорить о конкурентоспособности. Кроме того, благодаря подписанному соглашению на новый уровень выйдет наше сотрудничество в рамках дорожной карты по технологии новых материалов и веществ, которую в конце 2019 года подписали «Росатом» и Правительство России», — отметил генеральный директор «ВИАМ», академик РАН Евгений Каблов.

viam.ru  
www.rosatom.ru

## Главнокомандующий ВМФ поблагодарил корабелов СНСЗ за успешную буксировку надстройки для корвета «Строгий»



В ходе рабочего совещания по надводному кораблестроению, прошедшем в Адмиралтействе, главнокомандующий ВМФ России адмирал Николай Евменов выразил благодарность руководству и сотрудникам Средне-Невского судостроительного завода (входит в состав Объединённой судостроительной корпорации) за успешное проведение операции по буксировке надстройки для строящегося корвета «Строгий» в акваторию «Северной верфи» в Санкт-Петербурге.

Ранее, 7 мая 2020 года, специалисты Средне-Невского судостроительного завода провели спуск надстройки на воду и подготовили её к отправке заказчику. 13 мая началась операция буксировки надстройки на Северную верфь.

Надстройка корвета выполнена из современных

композиционных материалов, которые, в сочетании с архитектурой конструкции, обеспечивают оптимальные свойства радиолокационной скрытности для кораблей данного класса и значительно снижают массу корпуса при увеличении полезного объёма помещений.

Созданием надстроек из композитных материалов для кораблей ВМФ АО «СНСЗ» занимается с 2003 года. На сегодняшний день Средне-Невский судостроительный завод передал заказчиком — Северной верфи и Амурскому судостроительному заводу — 11 надстроек из полимерных композиционных материалов для корветов проектов 20380 и 20385.

snsz.ru



## UMATEX создает систему рециклинга композитов



На заводе ООО «ЗУКМ» (входит в дивизион UMATEX, «Росатом») тестируется уникальное оборудование для создания новых продуктов посредством резки волокна. Цель проекта — создать систему рециклинга композитов.

Новая установка предназначена для переработки всех видов волокнистых отходов как в спутанном виде, так и на бобинах, кроме препрегов и композитных изделий для производства нетканых материалов. Производительность новой установки — более 150 тонн/год (в одну смену, 8 часов, 250 дней в год) с возможностью увеличения мощности.

В настоящий момент происходит обработка техно-

логии получения нетканых материалов. Заместитель генерального директора UMATEX Юрий Свистунов рассказал, что проект «Резка углеродного волокна» призван решить достаточно чувствительную для отрасли композитов на международном уровне проблему утилизации отходов производства углеродного волокна. Речь идет о создании системы рециклинга композитов, вторичной переработке углепластиков в новые продукты, которые востребованы в стратегических отраслях промышленности. Резка углеродного волокна является важной стадией создаваемой системы вторичной переработки.

Новые материалы сохраняют все уникальные средства композитов — легкий вес, высокая прочность, повышенная стойкость к коррозии, долговечность, возможность изготавливать, так называемые, smart-изделия (с помощью композитов можно задавать различные характеристики в определенных узлах, например, повышенную прочность там, где она нужна). Создание системы рециклинга и переработка отходов в новые продукты — часть процесса диверсификации завода ЗУКМ, который специализируется на производстве углерод-углеродных изделий, углекомпозитов, углеродных волокнистых материалов, теплоизоляционных композитных материалов и высокомодульных углеродных волокон.

umatex.com



## 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](http://www.prepreg.ru)





## «Кадет-М»: новый шаг в развитии морской робототехники

Команда изобретателей из Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого разработала многофункциональную надводную роботизированную беспилотную платформу «Кадет-М», «быструю и красивую как Lamborghini, беспилотную и электрическую, как Tesla, но на воде», как представляет ее директор Центра развития инновационной деятельности СПбПУ и руководитель проекта Алексей Майстро.

Платформа может выполнять огромный спектр задач благодаря интеллектуальной системе управления

Это большой шаг в развитии морской робототехники России, ведь платформа не только выглядит футуристично, но и может выполнять огромный спектр задач благодаря интеллектуальной системе управления.

Современные условия с загрязнением окружающей среды требуют особых решений для новой техники, так что команда сделала платформу максимально экологически чистой: корпус изготовлен из полимерных композиционных материалов, а на поверхности располагаются солнечные модули, обеспечивающие дополнительный источник энергии. Каркас же выполнен из высокопрочных алюминиевых сплавов.

Вся конструкция составная и легко разбирается для удобства транспортировки. Длина «Кадет-М» составляет два метра, при этом он может выдерживать полезную нагрузку 50 кг, с которой судно способно развить скорость до 12 узлов (22,2 км/ч).

Уникальность платформы в том, что на нее можно установить модули полезной нагрузки в разных сочетаниях, определяемых требованиями миссии судна. Один из модулей — механическая рука с шестью степенями свободы и сменными механическими захватами. С помощью такой роботизированной руки можно собирать образцы водорослей и породы, подбирать плавающий мусор, передавать предметы или проводить операции по обслуживанию надводных объектов. Другой модуль — устройство для взятия проб воды на заданной глубине (до 30 м) с экспресс-анализом состава и построением карты за-



грязнений. Здесь же установлен бортовой дозиметр. Третий модуль — эхолот, дистанционно передающий батиметрические данные оператору и строящий 3D-карты глубин. В этом модуле есть и подводная видеочка с возможностью погружения до 25 метров для обследования артефактов.

Последний и самый важный модуль — это бортовой компьютер с системами технического зрения и принятия решений, позволяющий двигаться при разных сценариях управления: полностью автономный, полуавтоматический, радиуправляемый.

В дальнейшем команда разработчиков планирует создать серию подобных судов с общей интеллектуальной системой для выполнения более масштабных задач.

Медиа-центр СПбПУ  
media.spbstu.ru

## Колеровка гелькоутов

Компания «Полимерпром» осуществляет колеровку гелькоутов по каталогу RAL. Вам помогут подобрать нужный оттенок по образцу и изготовить гелькоут соответствующего цвета на профессиональном оборудовании COROB (Италия).

«Полимерпром» производит колеровку гелькоутов на любой базе: ортофталевой, изофталевой, эпоксивинилэфирной, орто/NPG, изо/NPG. Компания гарантирует качество и стабильный оттенок на всех партиях гелькоута. Минимальный объем 5 кг.

Узнать более подробную информацию и заказать гелькоут можно на сайте.

polymerprom-nn.ru





## Инновационные композитные технологии рассмотрели на заседании совета директоров ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг»

25 мая 2020 года совет директоров ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг» рассмотрел ряд инновационных проектов. Заседание в Доме Правительства провел Президент Республики Татарстан Рустам Минниханов.

Так, в Татарстане могут создать аэрокосмический комплекс для испытания изделий из композитов. Идею выдвинул ректор Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ) Альберт Гильмутдинов. В Татарстане для этого проекта есть большой задел, считает он. Например, в регионе имеется достаточно авиатранспорта для тренировки. Ректор авиационного вуза привел в пример одну из разработок КАИ — композитные лопасти для турбин. Их испытывают для МС-21 — перспективного российского лайнера. «Нет сомнений, что они будут летать на этих турбинах, — заявил он. — Композитные лопасти легче металлических. Уникальное сопло реактивного двигателя мы изготовили с лопастями внутри. Оно выдерживает высокие температуры».

Гильмутдинов также попросил содействия властей республики в создании центра разработки и производства композитных лопастей для вертолетов и установок ветроэнергетики. Центр могут создать вместе с Казанским вертолетостроительным заводом (КВЗ). Для этого уже созданы образовательные и технологические компетенции.

Композиты позволят увеличить ресурс лопастей до 10000 часов работы, говорится в материалах к докладу ректора КАИ. Инновационные детали помогут увеличить скорость вертолетов на 20% и снизить вибрации при полете.

Вместе с тем, КАИ активизировал работу и с автомобилестроителями. Для них в казанском институте создают высоконагруженные композитные конструк-

ции. Так, Гильмутдинов представил легкую складчатую стойку для КАМАЗов, изначально созданную для авиаторов.

«Машиностроительный завод в Екатеринбурге начал делать машины и погрузчики по программе диверсификации промышленности, — сообщил ректор. — В КАИ разработаны детали для таких машин. По нашим разработкам они подготовили цех».

В КАИ создается технология и оборудование изготовления изделий из 3D тканых преформ. Использование трехмерных пространственно-армирующих наполнителей из угле- и стекловолокон позволяет повысить технологичность изделий из композитов. Новая технология позволяет заранее прогнозировать физико-механические свойства конечного изделия. Прочность готовой конструкции можеткратно повыситься в сравнении с деталью, произведенной традиционными методами из композитов.

В Казанском авиационном институте действует распределенный центр композитных технологий «КАИ-Композит», специализированный центр компетенций, лаборатория 3-D ткачества и уникальный центр испытаний. За 2017-2019 годы композитный центр КАИ выполнил свыше 50 договоров на общую сумму свыше 600 млн. руб.

«Мир создает новые материалы, это уже норма жизни. Поэтому не нужно ограничиваться авиацией, нужно и спускаться на землю», — добавил Рустам Минниханов. В качестве успешного примера он назвал эстакады из композитов на ТАНЕКО (НПЗ «Татнефти» в Нижнекамске). По его мнению, следует шире применять композиты при строительстве мостов и объектов ТЭК.

tatarstan.ru

## Новый гелькоут Enguard GE SVA от INEOS Composites



Группа компаний «Композит» представляет новинку — гелькоут Enguard GE SVA от INEOS Composites, разработанный специально для скандинавского рынка судостроения как более экономичная альтер-

натива гелькоутам на основе изо/неопентилгликоля, однако близкая к ним по своим свойствам. Специальные добавки позволяют тонкому слою гелькоута отверждаться намного лучше, что минимизирует возникновение эффекта «крокодиловой кожи» на поверхности. Особыми характеристиками гелькоута Enguard GE SVA являются низкое водопоглощение и высокая стойкость к воздействию ультрафиолета. Гелькоут Enguard GE SVA может применяться не только в судостроении, но также и на транспорте и в строительстве, когда требуется высокая стойкость к УФ. Кроме того, следует отметить, что гелькоут Enguard GE SVA доступен к колеровке в системе Instint, позволяющей получить практически любой цвет.

Для получения дополнительной информации Вы можете обратиться в любое представительство Группы компаний «Композит».

www.composite.ru

## «Северсталь» осуществила второй инвестиционный транш в производство композитных деталей для космоса

Компания «Северсталь», одна из крупнейших в мире вертикально-интегрированных металлургических и горнодобывающих компаний, объявила о том, что корпоративный венчурный фонд Severstal Ventures осуществил второй инвестиционный транш в голландскую компанию Airborne, мирового лидера в разработке цифровых роботизированных платформ для производства композитных деталей и изделий с интегрированными композитами. Совокупные инвестиции в Airborne уже составили несколько десятков миллионов долларов.

Несмотря на то, что в связи с кризисом, вызванным эпидемией коронавируса, многие венчурные проекты на мировом рынке были заморожены, «Северсталь» приняла решение поддержать портфельную компанию и выступила инициатором инвестиции. Другие акционеры Airborne, среди которых HPE Growth, поддержали эту идею и софинансировали сделку.

Кроме того, «Северсталь» и Airborne заключили эксклюзивное соглашение о технологическом партнерстве в России. Оно предусматривает, что «Северсталь» станет компанией первого выбора для реализации композитных проектов, в том числе в области роботизации производства композитных деталей на территории Российской Федерации.

Андрей Лаптев, директор по развитию бизнеса и корпоративным венчурным проектам компании «Северсталь» отметил: «Эпидемия коронавируса актуализировала тренд на роботизацию производств

в разных отраслях. Если раньше задачей цифровизации было повышение внутренней эффективности, то теперь к ней добавилось обеспечение эпидемиологической безопасности персонала, задействованного в процессах, и непрерывности производственных процессов. Производство композитов сложно роботизировать, но решения Airborne способны значительно изменить этот рынок. Даже в условиях жесткого кризиса и неопределенности, которые мы наблюдаем сегодня, необходимо поддерживать предпринимателей, занятых прорывными технологиями. Поэтому Severstal Ventures приняла решение о дополнительном финансировании Airborne. Кроме того, мы стремимся привести перспективные компании на российский рынок и помочь им развернуть свои технологии здесь. Уверен, что заключенное нами соглашение даст старт проектам Airborne в России для «Северстали» и наших клиентов».

Илья Павлов, руководитель проектов Severstal Ventures, добавил: «Сейчас весь мир под впечатлением от запуска к МКС космического корабля Crew Dragon от SpaceX. Отрасль коммерческой космонавтики набирает обороты, и прорывные решения Airborne, несомненно, ускорят эту гонку. «Северсталь» не первый год вносит вклад в развитие космонавтики, поставляя сталь с особыми свойствами для строительства и монтажа особо ответственных сооружений космодрома «Восточный».

[www.severstal.com](http://www.severstal.com)

## Томский политех разрабатывает ПО для диагностики композитов по заказу Минобороны Индии

Томский политехнический университет (ТПУ) по заказу Минобороны Индии разработает программное обеспечение для моделирования и распознавания дефектов в композитах, сообщает пресс-служба вуза.

Заказчиком выступает лаборатория передовых систем министерства обороны Индии. Соглашение рассчитано на два года.

Инженерам ТПУ предстоит разработать программу для моделирования и распознавания типичных дефектов композитов: трещин, расслоений, обрывов нитей, пористости и других. Специалисты проводят исследования и испытания образцов композитов с дефектами, присланные индийской стороной, чтобы отработать и оптимизировать работу ПО.

«Сейчас идет эра перехода от металла к композитам, особенно в передовых отраслях промышленности: авиации, космической технике и энергетике. Однако появление композитов породило новые виды дефектов. Методы их распознавания отличаются от диагностики металлов. Мы применяем тепловой, или инфракрасный, метод, который позволяет определить дефекты в композитах», — сообщил завлабораторией «Тепловой контроль» ТПУ Владимир Вавилов.



Ранее аналогичное программное обеспечение ТПУ поставил для NASA и Boeing, а также в университеты Японии, Финляндии, Великобритании, Польши, Малайзии и ряда других стран.

Томский политехнический университет основан в 1896 году, являясь первым в Сибири техническим вузом. В Национальном рейтинге университетов 2019 года, подготовленном Международной информационной группой «Интерфакс», ТПУ занимает восьмое место.

[www.interfax-russia.ru](http://www.interfax-russia.ru)

## Китай впервые протестировал 3D-принтер в космосе



Космический 3D-принтер, самостоятельно созданный Китаем, и два напечатанных им на орбите образца успешно были возвращены на Землю 8 мая. Об этом заявила Китайская академия космических технологий (China Academy of Space Technology — CAST).

На Землю их доставила возвращаемая капсула китайского пробного пилотируемого космического корабля нового поколения, которая была запущена в 5 мая с космодрома Вэньчан на южнокитайском острове Хайнань. Капсула приземлилась в заданное посадочное место в автономном районе Внутренняя Монголия на севере страны.

Это первый в своем роде тест для Китая и для всего мира, в котором была осуществлена орбитальная 3D-печать с использованием полимерных композитов,

армированных непрерывным углеродным волокном.

Система 3D-печати, разработанная исследовательским институтом при CAST, выполнила намеченные задачи. По снимкам, переданным из космического корабля, было видно, что два образца были напечатаны успешно.

Исследователи готовы провести дополнительные проверки эффективности работы вернувшегося из космоса принтера и после этого дать окончательную оценку характеристик этой новинки.

В указанном тесте оба образца были напечатаны из непрерывных углеродных волокнистых материалов, что заложило важный технологический фундамент для будущего развития 3D-печати с использованием композиционных материалов.

На орбите система 3D-печати реализовала весь процесс печать абсолютно автономно, без участия человека. До этого все эксперименты по 3D-печати в микрогравитационных условиях проходили в присутствии людей, которые должны были поправлять возникшие ошибки в ходе работы печатной системы, нагревать ее, устранять неполадки или корректировать точность печати. В этот раз система 3D-печати выполнила все заданные задачи самостоятельно, что предоставило важную технологическую референцию для будущих космических задач по 3D-печати.

Кроме того, предыдущие эксперименты были проведены в условиях невесомых полетов, а в невесомый полет получается от десятков параболических маневров, каждый из которых может создать лишь около 20 секунд микрогравитации.

В космосе система 3D-печати переживала относительно длительную микрогравитацию, в ходе чего были испытаны надежность и точность этой системы, а также качество ее составляющих материалов, сообщила CAST.

[russian.china.org.cn](http://russian.china.org.cn)  
[www.cast.cn](http://www.cast.cn)

## Самодезинфицирующаяся маска



Израильский технологический институт «Технион» создал прототип дешёвой медицинской маски, внутренний слой которой сделан из углеродного волокна. Эта маска подключается к USB-зарядке для дезинфекции. При подключении к источнику питания

5V 2A углеродное волокно нагревается до 65–70 °С.

Утверждается, что этого достаточно, для уничтожения патогенных микроорганизмов, которые могут накапливаться на поверхности маски, в том числе и коронавируса, который вызывает COVID-19.

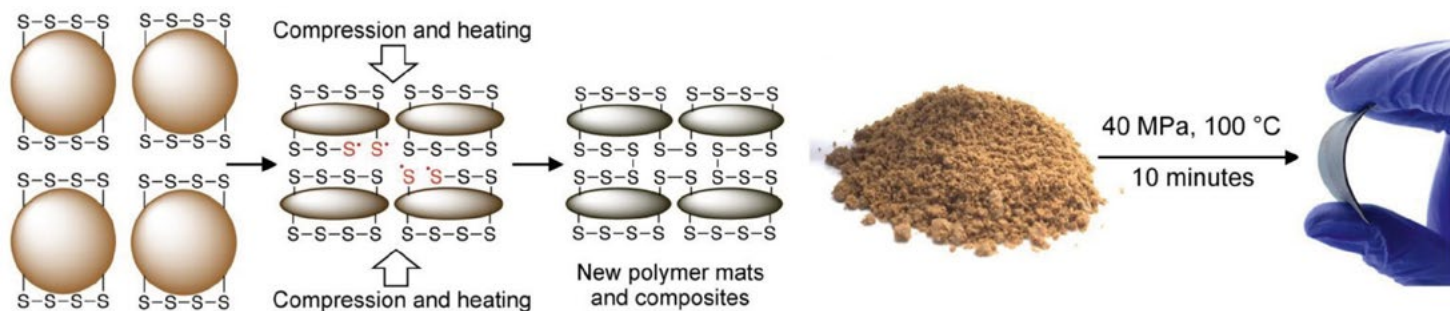
Таким образом одноразовая маска становится многоразовой.

Патент был подан в США ещё 31 марта и исследовательская группа под руководством декана факультета материаловедения и инженерии Профессора Яир Эйн-Эли (Yair Ein-Eli) обсуждает выпуск самодезинфицирующихся масок с производителями. Стоимость такой маски при массовом производстве составит около одного доллара.

[www.technion.ac.il/en](http://www.technion.ac.il/en)



## Новый композит с уникальной эластомерной матрицей



Австралийские ученые из Университета Флиндерса создали композит на основе уникального эластопласта. В качестве наполнителя в материале используют переработанный ПВХ, отходы производства волокон (например, углеродных) или песок, которые соединяют с помощью нового эластомера, синтезированного на основе серы и рапсового масла.

Из нового композита с помощью высокотемпературного прессования можно изготавливать различные изделия, например, строительного или изоляционного назначения. И, что немаловажно, новый материал пригоден для вторичной переработки.

«Композит может быть многократно измельчен и переработан», — отмечает ведущий автор исследования, профессор Джастин Чалкер (Justin Chalker).

Команда исследователей проанализировала не-

сколько разных составов формовочных смесей и обнаружила, что возможны некоторые весьма интересные варианты их применения.

«Мы сделали один композит, в котором 70% от общей массы составляла кокосовая койра, а 30% — эластомерное связующее, — рассказал г-н Чалкер. — Материал получился очень жестким и потенциально пригодным для строительства или изоляции. Если в этом композите используется больше полимера, то изделие становится более гибким. В другом эксперименте мы создали композит, который содержал 80% песка и 20% полимера по массе. Данный композит получился очень твердым и прочным. Мы предполагаем, что его также можно использовать для замены, например, бетона».

[news.flinders.edu.au](http://news.flinders.edu.au)



**CARBO CARBO**  
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ



**Пока Растут Цены**

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



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

С действующими скидками и товарами не суммируется.

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

Скидка высчитывается в корзине.

## Европе предстоит утилизировать 14 тысяч лопастей ВЭУ



К 2023 году в Европе в выводе из эксплуатации будут нуждаться 14 тысяч лопастей ветроэнергетических установок (ВЭУ). Однако на сегодня операторы ветроэнергетического оборудования не имеют экономических стимулов к развитию рынка по их утилизации. К такому выводу пришли эксперты WindEurope.

Эксперты отмечают, что в отношении основной части комплектующих и составных элементов ВЭУ — фундамент, башня, детали гондолы — уже сложилась та или иная практика переработки, уровень которой достигает 85-90% от общей массы. В то же время нынешнего набора технологий утилизации лопастей явно недостаточно, и в промышленных масштабах они не являются конкурентоспособными.

Процесс утилизации лопастей затрудняется тем, что они изготовлены из сложных композитных материалов, призванных обеспечить меньший вес и большую долговечность конструкции.

Тем не менее, например, немецкие компании, работающие в сфере переработки лопастей, уверены, что смогут справиться с возросшим спросом на их услуги, и планируют расширение собственных предприятий. В Германии основной объем вывода оборудования из эксплуатации произойдет как раз в начале 2020-х гг.

Согласно результатам исследования, которое провели отраслевые организации WindEurope, Европейский совет химической промышленности (Cefic) и Европейская ассоциация производителей композитов (EuCIA), основной технологией, применяемой для утилизации лопастей, является совместная переработка в цементных печах, в ходе которой стеклопластик и минеральное сырье обретают вторую жизнь в цементе.

Эта технология высокоэффективна и легко адаптируется под различные объемы, но применяется пока не во всех европейских странах. Эксперты считают, что для решения проблемы утилизации растущего объема выходящих из эксплуатации лопастей ВЭУ, в

Европе необходимо увеличивать число подобных предприятий, которые к тому же дополнительно вырабатывают «энергию отходов».

Правда есть один нюанс — во время совместной обработки армирующие волокна бывших лопастей теряют свою первоначальную физическую форму. Поэтому готовую продукцию нельзя использовать в других областях, где применяются композитные материалы.

Авторы исследования обращают внимание на необходимость роста финансирования научных исследований и инноваций в области иных технологий переработки лопастей ВЭУ: механический рециклинг, сольволиз (расщепление ионами растворителя) и пиролиз (разделение сложных молекул на более простые звенья под действием тепла). Эти технологии на сегодня характеризуются внушительными эксплуатационными расходами и другими отдельно взятыми недостатками.

Механическое измельчение доступно только для небольшого объема отходов, сольволиз представляет собой довольно энергоемкий процесс, а волокна, подвергнутые пиролизу, теряют прочность, будучи подвергнутыми воздействию высокой температуры.

Кроме того, в WindEurope, Cefic и EuCIA считают, что технологии утилизации лопастей ВЭУ требуют комплексного анализа потенциального воздействия на окружающую среду.

В целом, эксперты убеждены, что переработка и вторичное использование композитов — межотраслевая проблема. В ее преодолении должны принимать участие не только бизнес, но и органы власти, чтобы совместными усилиями найти экономически эффективные решения и обеспечить устойчивость европейских производственно-сбытовых связей.

rawi.ru  
eucia.eu

Фото: Damon Hong



## Первая в мире электролодка на подводных крыльях Candela



История знает немало примеров, когда в самые темные и трудные времена дела и проекты людей не рушились и пропадали, а наоборот, развивались, получая новые возможности. Поэтому именно сейчас, во времена экономического кризиса, связанного с пандемией коронавируса, производитель уникальных электрических катеров на подводных крыльях Candela (Швеция) принял решение о продвижении своей продукции на российский рынок.

На первом, тестовом, этапе развития своих продаж в России шведский производитель будет продавать лодки напрямую из Стокгольма, параллельно подыскивая партнера на российском рынке. Руководство компании Candela верит в успех, ведь их продукция — это переломный момент в истории мирового малого судостроения, первый в мире полностью электрический катер на подводных крыльях.

Уникальность Candela заключается в сочетании передовых исследований в области гидродинамики и аккумуляторных технологий. Добавьте к этому компьютеризированные системы управления высокоскоростной авионавигацией и углепластиковый корпус лодки.

Судно на подводных крыльях легко проходит сквозь волны, не ударяясь о них, с максимальной скоростью 30 узлов, дальностью в 50 морских миль и почти бесшумной ездой.

Заставить лодки работать на электричестве по своей сути сложно. Глиссирующий прогулочный катер длиной 7,5 м расходует примерно в 15 раз больше топлива, чем семейный автомобиль.

В то же время в 1 кг того же топлива содержится в 15 раз больше полезной энергии, чем в 1 килограмме самой эффективной батареи.

Из-за этого электрические лодки до сих пор не представляли было жизнеспособную альтернативу традиционным моторным катерам. Существовавшие

модели работали медленно или имели очень ограниченную дальность хода. И тут появилась Candela. Новаторский подход производителя лодок Candela к эффективности, программному обеспечению и структурному дизайну в корне изменили образ и границы определения электрической лодки.

Candela создала новое определение «лодки», путем создания первой в мире электрической лодки со скоростью и дальностью, сравнимой с традиционным судном. В жестких морских условиях она ведет себя непревзойденно, и оставляет далеко позади глиссирующие лодки в понятиях комфорта и тишины. Это будущее малого судостроения.

Вес лодки всего 1300 кг, длина — 7,7 м, ширина — 2,4 м, круизная скорость — 22 узла (максимальная — 30 узлов), зарядка литий-ионного аккумулятора осуществляется от стандартной бытовой розетки (в течение 12 часов достигается полная зарядка).

[yachtsworld.ru](http://yachtsworld.ru)  
[candelaspeedboat.com](http://candelaspeedboat.com)



## Новый самовосстанавливающийся биокомпозит для лечения переломов



Группа учёных во главе с Франком Мюллером (Frank Müller) из Йенского университета имени Фридриха Шиллера усовершенствовали материал, который применяется для скрепления плохо сросшихся костей. Теперь он стал прочнее и, более того, теперь он может самостоятельно залечивать трещины.

Человеческие кости обладают способностью срастаться после переломов. Но при сложных травмах природной способности к восстановлению может оказаться недостаточно. В таких случаях врачи скрепляют части сломанной кости связующим веществом, словно кирпичи — строительным раствором.

Часто для этого используется кальциево-фосфатный цемент (calcium phosphate cement). Он обладает массой достоинств. Будучи по своему химическому составу похож на минеральный компонент скелета, этот материал стимулирует восстановление кости и вращение в неё кровеносных сосудов. Кроме того, его можно вводить в место перелома в виде пасты через небольшой прокол, не делая широкого разреза.

Но у кальциево-фосфатного цемента (КФЦ) есть существенный недостаток: хрупкость.

«Когда материал подвергается чрезмерной нагрузке, в нём образуются трещины. Эти трещины могут быстро расширяться, дестабилизировать имплантат и в конечном итоге разрушить его, как бетон в зданиях», — объясняет Мюллер.

Поэтому медики используют КФЦ только для костей,

которые не подвергаются значительной механической нагрузке. Например, этот материал может помочь при переломе челюсти, но его нельзя использовать, если пациент сломал ногу.

Профессор Мюллер (на фото) вместе с коллегами разработал материал, который поможет справиться со сложными переломами.

Теперь же группа Мюллера разработала улучшенную версию КФЦ. Во-первых, этот материал более прочен. Во-вторых, он самостоятельно залечивает небольшие трещины. Для этого авторы добавили армирующий материал — углеродные волокна, которые препятствуют расширению образовавшихся трещин.

Но это ещё не всё. Учёные химически активировали поверхность волокон, чтобы сделать материал самовосстанавливающимся.

При образовании трещины на углеродное волокно попадают жидкости организма, которых в норме внутри кости быть не должно. Это вызывает химическую реакцию, которая ведёт к образованию апатита — минерального компонента кости. Он заполняет собой трещину.

Если же повреждение так велико, что имплантат не справился «своими силами», ему можно помочь. Для этого нужно впрыснуть в район трещины ионы  $H_2PO_4$ , которые инициируют формирование апатитовой «заплатки».

Исследователи проверили работоспособность такого подхода в экспериментах, преднамеренно ломая образцы из нового материала. опыты проводились в среде, которая по химическому составу была похожа на естественные жидкости организма.

Предполагается, что новый материал достаточно надёжен, чтобы использовать его при переломах любых костей.

Конечно, новый подход нуждается в дальнейших проверках. Впереди опыты на животных, после которых можно будет приступить к клиническим испытаниям.

[www.vesti.ru](http://www.vesti.ru)

## Дом на воде из композитных материалов



В Риге (Латвия) местная компания «ComPor» (Стекло-Композит) прямо на реке Даугава на бетонном плоту построила двухэтажный дом (20×6×6 м) из композитных материалов собственного производства. Дом предназначен: с одной стороны для ремонта яхт и катмаранов, а с другой стороны для проведения встреч,

банкетов, свадеб и других мероприятий. На первом этаже дома оборудованы санузлы, сауна, душевые, а на втором — большой зал. Мастерская высотой 6 метров позволяет ремонтировать различные плавсредства. Этот дом обладает всеми положительными качествами, присущими композитным материалам, такими как малый вес, стойкость к коррозии и гниению. Кроме того, он более долговечен, чем традиционные материалы, такие как дерево и металл. Дом построен без применения подъёмно-транспортных средств и передан местному яхт-клубу на полуострове Кипсала в марте текущего года.

[www.compor.lv](http://www.compor.lv)



СТРУКТУРНАЯ ВСПЕНИВАЮЩАЯСЯ  
ЭПОКСИДНАЯ СИСТЕМА

**Resoltech 2080M17**



**Resoltech 2080M17**

СТРУКТУРНАЯ ВСПЕНИВАЮЩАЯСЯ ЭПОКСИДНАЯ СИСТЕМА,  
С КОЭФФИЦИЕНТОМ РАСШИРЕНИЯ 4 — 4,5.

БЛАГОДАРИ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ 170 КГ/М<sup>3</sup>, И ЗАКРЫТЫМ  
ПОРАМ, ОНА ПРИМЕНЯЕТСЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА  
КОНСТРУКЦИОННЫХ СЕРДЕЧНИКОВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПКМ.  
ПОСЛЕ ЦИКЛА ПОСТОТВЕРЖДЕНИЯ, РАБОЧАЯ  
ТЕМПЕРАТУРА СИСТЕМЫ ВОЗРАСТАЕТ ДО 114 °С



[WWW.INTREY.COM](http://WWW.INTREY.COM)

#INTREY

# Импортозамещение — на пути к успеху!



## Электромаш

АО «Электромаш»  
142105, Московская область,  
г. Подольск, 1-й Деловой пр-д, 5  
Тел./факс: +7 (499) 350-00-50  
info@elektro-m.com  
www.elektro-m.com

АО «Электромаш» много лет занимается поставками и производством композитных материалов электроизоляционного назначения. Высокое качество и широкий ассортимент как поставляемой, так и производимой продукции, а также слаженная работа коллектива единомышленников и профессионалов позволили компании охватить практически все отрасли промышленности, потеснив материалы зарубежного производства. О сложностях этой конкурентной борьбы и импортозамещении мы поговорим с генеральным директором предприятия Андреем Дубровским.

*Андрей Владимирович, расскажите немного об ассортименте выпускаемой продукции, что в него входит?*

Сейчас АО «Электромаш» производит и поставляет слоистые пластики (стеклотекстолиты, текстолиты и асботекстолиты); фольгированные стеклопластики на медной и алюминиевой фольге; пропитанные стекло- и лакоткани; профильные стеклопластики; композиционные материалы на основе слюды и слюдяной бумаги, а также кабельно-проводную продукцию (эмалированные, неизолированные и обмоточные провода).

*Предприятиям каких отраслей промышленности Вы в основном поставляете свою продукцию?*

В первую очередь это предприятия электротехнической, железнодорожной, энергомашиностроительной, авиационной, нефтегазовой, военной отраслей промышленности со всей России, а также организации из стран СНГ и Прибалтики.

АО «Электромаш» с самого начала своей деятельности выступал дилером ведущих отечественных производителей электроизоляционных материалов,

реализуя типовой ассортимент. Предприятие было аккредитовано как второй поставщик в системе Министерства обороны РФ. Основываясь на опыте совместной работы с организациями оборонно-промышленного комплекса, мы стали развивать нашу компанию таким образом, чтобы полностью удовлетворить потребности отечественных производителей в пользующейся высоким спросом электроизоляционной продукции, достигнув при этом оптимального сочетания цены и качества. Для чего запустили собственное производство и наладили партнерские отношения с компаниями отрасли. Эта стратегия принесла свои плоды. Мы заключили долгосрочные контракты с РЖД, «Трансмашхолдингом», «Роскосмосом», НПК «Уралвагонзавод», Концерном ВКО «Алмаз-Антей», предприятиями Госкорпорации «Ростех» и многими другими лидерами отечественной экономики.

*С какими проблемами на этом пути Вы столкнулись?*

Основной проблемой последних лет стало введение санкций, которые заметно урезали ассортимент доступных качественных товаров и открыли двери низкосортной продукции. Во многом из-за этого в 2014 году мы и пришли к решению развивать собственное производство импортозамещающей продукции: электроизоляционных материалов, слоистых пластиков, фольгированных стеклотекстолитов.

Также, конечно, это проблема присутствия на рынке продукции низкого качества и отсутствия эффективных средств контроля за этим. Например, остановлюсь на ситуации с материалами для печатных плат. С каждым годом требования к техническим характеристикам и технологическим параметрам производства фольгированных диэлектриков (ФД) повышаются. Это связано с усложнением технологии изготовления печатных плат (ПП), миниатюризацией функциональных элементов вычислительной техники, уменьшением габаритных размеров приборов для применения в том числе в космической, авиационной технике, сверхпроизводительных компьютерах, электронике (в т.ч. СВЧ-назначения).







## Электромаш

Комплексная поставка электроизоляционных материалов и кабельно-проводниковой продукции, производство фольгированных диэлектриков и другой импортозамещающей продукции электротехнического назначения

АО «Электромаш» производит:

- слоистые пластики — стеклотекстолиты, текстолиты и асботекстолиты;
- фольгированные стеклопластики на медной и алюминиевой фольге;
- пропитанные стекло- и лакоткани;
- профильные стеклопластики;
- композиционные материалы на основе слюды и слюдяной бумаги;
- эмалированные, неизолированные и обмоточные провода.

А до последнего времени на территории России не было предприятий, которые выпускали бы фольгированные диэлектрики класса FR-4/FR-5, отвечающие всем современным требованиям, а качество поставляемой в последние годы из-за рубежа продукции оставляет желать лучшего, ввиду отсутствия эффективного механизма контроля. Это закономерно привело к появлению на рынке большого количества контрафакта, использовать который при создании военной, да и гражданской техники просто опасно.

Также отмечается настораживающая тенденция перехода российских предприятий к импорту уже готовых ПП, что связано с отсутствием отечественного серийного производства базовых и комплектующих материалов, необходимых для их изготовления. При этом данные ПП используются в военной электронной аппаратуре, и им присваивается категория качества «ВП», что в корне не укладывается в логику импортозамещения и обеспечения промышленной безопасности и обороноспособности страны.

Кроме того, ни один завод в нашей стране сегодня не выпускает стеклоткани для фольгированных диэлектриков, компоненты для смол, медную фольгу для печатных плат. Что тоже негативно сказывается на экономических показателях производства и себестоимости продукции.

*Но, несмотря на это, Вы взяли на себя ответственность за удовлетворение спроса отечественных заказчиков на качественные материалы для печатных плат?*

Да, с 2017 года «Электромаш» реализует комплексный инвестиционный проект «Разработка базовых



материалов для печатных плат», в рамках которого в Солнечногорском районе Московской области уже создан оснащенный самым современным оборудованием лабораторно-исследовательский и производственный комплекс, где разрабатываются, проходят испытания и серийно выпускаются диэлектрические материалы, в частности уже упомянутые фольгированные стеклотекстолиты классов FR-4 и FR-4 High Tg (FR-5), получившие маркировку ЭМ-4 и ЭМ-5 соответственно. Они полностью соответствуют стандартам ГОСТ, NEMA и IPC4101. Материалы успешно прошли испытания на конечных изделиях печатных плат под контролем ВП (на базе ключевых предприятий — производителей печатных плат: ФНПЦ «НПО «Марс», ФНПЦ «НПП «Полет», АО «НПО «Электромашина» и др.) и приняты Государственной комиссией, в состав которой вошли представители Министерства Обороны, специалисты ведущих отраслевых компаний оборонно-промышленного комплекса, научно-исследовательских организаций (ФГУП «ВИАМ»).

Кроме того, у нас налажено производство фольгированных диэлектриков таких марок, как СФ (по ГОСТ 10316-78), СТФТ (по ТУ 2296-002-40230483-02), СОНФМ (по ТУ 2296-001-40230483-01), ФТС (по ТУ 2296-003-40230483-02) и СТАП (по ТУ 16-02-479.0102.001). Имеется возможность по согласованию с заказчиком выпускать материалы специфических размеров и конструкций. Мощности комплекса позволяют выпускать до 220 тысяч м<sup>2</sup> фольгированных стеклотекстолитов в год.

Основные потребители фольгированных диэлектриков — это производители печатных плат четвертого и выше класса точности для микроэлектроники военного и гражданского назначения. В России это компании, входящие в контур управления «Росэлектроники», КРЭТ, «Технодинамика» и другие.

*Реализация крупных проектов практически не возможна без кооперации и сотрудничества с предприятиями как композитной, так и смежных отраслей промышленности. Расскажите о партнёрах вашей организации.*



Конечно, усилия нескольких компаний имеют намного более мощный эффект, нежели чем работа каждой организации в отдельности. За годы деятельности АО «Электромаш» установил партнерские отношения со многими предприятиями.

Так, с ФГУП «ВИАМ» мы совместно разрабатываем и испытываем новые материалы, общими силами создаем импортозамещающие связующие и препреги для производства фольгированных диэлектриков, проводим исследования, направленные на разработку и выпуск фольгированных диэлектриков СВЧ-назначения, рассчитанных на рабочие температуры 200 и 270°C, которые в перспективе заменят импортные материалы производства Rogers (США), Isola (США) и других производителей.

Есть у нас и перспективный партнер — АО «Русская медная компания», который в 2020 году на базе одного из своих предприятий, АО «Кыштымский медеэлектролитный завод» (КМЭЗ), введет в эксплуатацию новый цех по производству медной электролитической фольги. Мы планируем использовать продукцию КМЭЗ для изготовления фольгированных диэлектриков.

Кроме того, мы занимаемся производством других композитных материалов. Совместно с АО «Аван-

гард» на его производственной площадке в городе Сафоново Смоленской области мы наладили выпуск продукции электротехнического и конструкционно-го назначения: стеклотекстолитов марок КАСТ, ПКС, ВФТ-С, СТЭФ.

В рамках частно-государственного партнерства под эгидой Минпромторга АО «Электромаш» реализует концепцию создания Центра научной и производственной компетенции фольгированных диэлектриков. Основная задача Центра — исключить поступление некачественных композиционных материалов на предприятия ОПК и объединить ведущие организации по разработке (производству) композитных материалов для печатных плат с целью создания различных видов ФД в интересах всех отраслей промышленности по следующим направлениям:

- научно-техническая разработка всей линейки отечественных ФД и комплектующих для замены их зарубежных аналогов, применяемых в различных отраслях промышленности;
- оценка соответствия применяемых зарубежных и отечественных базовых сырьевых материалов для ФД требованиям нормативной документации к производству продукции двойного назначения;
- мониторинг отечественного рынка с целью выработки предложений для Минэкономики, Минфина и Минпромторга по оптимизации использования бюджетных средств, выделяемых различными органами власти (как федеральными, так и региональными) на разработку, производство и закупку типовых базовых материалов для ФД и печатных плат;
- централизация, контроль и экспертная оценка разрабатываемой нормативно-технической документации, касающейся базовых материалов для ФД.

*Постепенно наша отрасль, да и вся промышленность, начинает возвращаться в привычный рабочий ритм, так внезапно нарушенный пандемией коронавируса. Изменятся ли в связи с событиями последних месяцев как-то Ваши планы на дальнейшее развитие?*

Нет, мы продолжим придерживаться принятой стратегии, будем по-прежнему, расширять круг своих партнеров и заказчиков. У нас большие планы по внедрению фольгированных стеклотекстолитов ЭМ-4 и ЭМ-5 на предприятиях оборонно-промышленного комплекса, а также в гражданском секторе, что не только обеспечит независимость от поставок зарубежных фольгированных диэлектриков, но и гарантирует высокое качество продукции, оперативность ее изготовления и поставок.

*Редакция журнала «Композитный мир» благодарит Андрея Владимировича Дубровского за интересную беседу. Желаем всему коллективу АО «Электромаш» успехов в реализации поставленных задач и достижения новых целей. КМ*





## Композиционные материалы и оборудование для производства композиционных изделий

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

**Mahr**



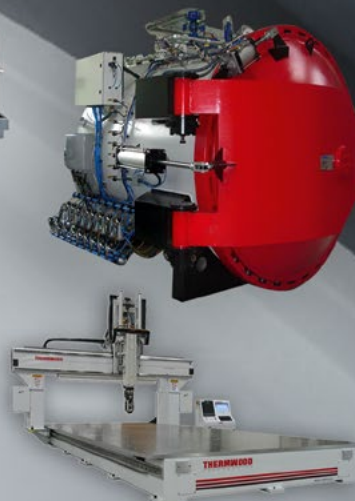
Лабораторные сушильные шкафы и промышленные печи France Etuves (Франция)

**FRANCE ETUVES**



Автоклавы для композитов и вулканизации резины OLMAR (Испания)

**OLMAR**  
GRUPO OLMAR



Оборудование для механической обработки пластиков Thermwood (США)

**THERMWOOD**  
First in CNC Routers

Гидравлические прессы для композитов Langzauner (Австрия)

**Langzauner**  
PERFECT

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

[www.apgroup-tech.ru](http://www.apgroup-tech.ru)  
E-mail: [info@apgroup.pro](mailto:info@apgroup.pro)

**carbonStudio**  
ВАШ ПАРТНЕР В ИННОВАЦИЯХ!

**carbonStudio**

По версии журнала Композитный мир

[www.carbonstudio.ru](http://www.carbonstudio.ru)

**Лучший интернет-магазин**

**полимерных композиционных материалов**

Оборудование для полимеризации  
КОМПОЗИТОВ

[www.apgroup-tech.ru](http://www.apgroup-tech.ru)

Узнавайте о наших акциях первыми

[vk.com/carbonstudio.original](https://vk.com/carbonstudio.original)

[www.instagram.ru/carbonstudio.ru](https://www.instagram.ru/carbonstudio.ru)

Техническая информация на

[www.tech.carbonstudio.ru](http://www.tech.carbonstudio.ru)





# Связанные одной нитью

Контакты кафедры:  
E-mail: thvikm@yandex.ru  
Телефон/ факс: +7 (812) 315-02-56  
Адрес: 191186, Санкт-Петербург,  
ул. Большая Морская, д. 18

Редакция журнала «Композитный мир» всегда открыта к сотрудничеству с профильными кафедрами высших учебных заведений и всегда готова дать возможность представителям учебного сообщества рассказать о своих разработках и выпускаемых специалистах.

В этом номере мы хотим подробнее представить кафедру Наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса Санкт-Петербургского университета промышленных технологий и дизайна, сотрудничающую и поддерживающую наше издание с самого его первого выпуска. Рассказать об истории создания, а также современном развитии кафедры мы попросили её заведующего, профессора, д.т.н, лауреата премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники Александра Александровича Лысенко.

*Александр Александрович, в этом году 75 лет со дня основания кафедры в составе химико-технологического факультета Ленинградского текстильного института. Расскажите, кто стоял у истоков её создания, и с чего начиналась история кафедры, её научные разработки, кто были её первые выдающиеся выпускники?*

Действительно, в 1945 г. Главным управлением ВТУЗов Министерства текстильной промышленности в институте организована профилирующая кафедра «Технология искусственного волокна», организатором и первым заведующим кафедрой был назначен крупный ученый, инженер и педагог, один из основателей отечественной промышленности химических волокон, д.т.н, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР Александр Иванович Меос. Ранее он, выпускник Петроградского технологического института, после инженерной стажировки в Германии, принимал активное участие в проектировании, отработке технологии и вводе в строй первенца отечественного производства химических волокон — Ленинградской фабрики «Пятилетка». Довольно быстро кафедра стала одной из ведущих в институте, внося существенный вклад в отечественную науку и подготовку инженерных и научных кадров для динамично развивающейся отрасли. Сотрудники кафедры принимали активное участие в организации исследований в созданном в Ленинграде филиале Всесоюзного НИИ искусственного волокна, в частности в осуществлении работ по изучению процессов

формования вискозного штапельного волокна, вискозных текстильных и кордных нитей. В 1958 году на базе кафедры создается научная (проблемная) лаборатория по синтезу и исследованию новых волокнообразующих полимеров. Успешная научная работа нашей кафедры в содружестве с кафедрой сопротивления материалов (профессор Мелентьев П. В.) дала возможность организовать в институте отраслевую лабораторию механики полимеров.

В 1971 году после А. И. Меоса заведующим кафедрой стал д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РСФСР Леонард Абрамович Вольф, а сама кафедра стала носить имя своего основателя — кафедра технологии химических волокон им. А. И. Меоса (ТХВ). В научных разработках кафедры принимают участие преподаватели и сотрудники многих других кафедр института: физики, сопротивления материалов, механической технологии волокнистых материалов и др., а также отделы «ЛенНИИхимволокно», ИВСа, лаборатории и клиники научных учреждений медицинского профиля. Основные практические результаты научных исследований кафедры этого периода состоят в следующем: созданы новые типы волокон медицинского назначения — антибактериальные, антигрибковые, анестезирующие, противовоспалительные, антитромбогенные, гемостатические, ферментсодержащие, рентгеноконтрастные, рассасывающиеся в организме; разработаны способы получения волокон-сорбентов и ионообменных волокон; получены термостойкие и полупроводниковые волокна, волокна-катализаторы химических и биохимических процессов; разработаны способы получения полиеновых волокон и методы их модификации. Серьезное развитие получили исследования процессов получения, структуры, свойств и областей применения волокон из коллагена.

В 1991 г. заведующим кафедрой ТХВ стал выпускник кафедры 1960 г., ранее работавший заместителем директора по научной работе «ЛенНИИхимволокно», д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники России, академик Санкт-Петербургской инженерной академии, лауреат премии Совета министров СССР Олег Иванович Начинкин. Несмотря на огромные сложности, связанные с отсутствием в этот период



Лаборатория композиционных материалов им. О. И. Начинкина



времени финансирования, кафедра продолжала свою работу. Так, усилилась подготовка студентов по технологии получения новых видов волокон с экстремальными свойствами, теоретическим основам формования волокон и пленок. По инициативе О. И. Начинкина открыто новое направление подготовки студентов, связанное с технологией полимерных композиционных материалов, создана межвузовская лаборатория полимерных композитов. В связи с этим кафедра получила новое наименование — кафедра технологии химических волокон и композиционных материалов им. А. И. Меоса.

В 1999 г. после безвременной кончины О.И. Начинкина заведующим кафедрой по конкурсу был избран — выпускник кафедры 1975 г., тогда доцент, а ныне д.т.н., профессор Александр Александрович Лысенко. Сейчас кафедра, следуя велению времени, постепенно структурно перестраивая содержание читаемых курсов и внося коррективы в тематику проводимых исследований, получила новое название: «Кафедра наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса».

За эти 75 лет кафедра внесла достойный вклад в подготовку инженерных и научных кадров, в том числе и других стран: Болгарии, Венгрии, Польши, Румынии и т.д. Среди выдающихся выпускников кафедры тех лет я бы назвал много лет проработавшую главным инженером «ЛенНИИХимволокно», награжденную в 1983 году Орденом Трудового Красного Знамени за достигнутые успехи в научной и производственной деятельности по развитию отрасли химических волокон, Слинко Ларису Васильевну; д.т.н. профессора, Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Перепелкина Кирилла Евгеньевича; д.т.н. профессора Буринского Станислава Васильевича, под руководством которого с 1968 г. на кафедре была организована подготовка специалистов по физико-химической технологии нетканых клееных материалов; д.т.н. профессора Котецкого Валентина Владимировича, являвшегося проректором по научной работе нашего университета; одного из главных инженеров входящего в число крупнейших предприятий Советского Союза, сейчас ОАО «СветлогорскХимволокно» (Беларусь) Якобук Анатолия Алексеевича. И этот список я могу продолжать еще очень долго.

*Вы возглавили кафедру в непростое время, когда в результате реформ, проведенных в нашей стране в 90-е годы прошлого века, не только остановилось финансирование научных разработок, но и было сокращено или практически полностью остановлено производство химической продукции, в том числе полимеров и волокон из них. Как удалось в этот период продолжить начатые научные исследования, сохранить коллектив?*

Пришлось быстро ориентироваться в непростой экономической и социальной обстановке. Например, расширять специализацию разработок кафедры, выходя за границы вопросов производства только химических волокон. Эту тенденцию ввел еще Олег Иванович



Студенты кафедры

Начинкин, возглавивший кафедру в непростые перестроечные годы. Он не только продолжил подготовку специалистов в области производства химических волокон специального назначения, но и ввел новое направление подготовки в области технологии композиционных материалов, тем самым расширив специализацию кафедры. А Ваш покорный слуга, применив аналогичный подход, разработал систему подготовки в области наноматериалов и нанокомпозитов.

*Какие научные разработки ведутся в настоящее время. Расскажите о наиболее интересных из них.*

Совсем недавно на кафедре выполнили комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по заданию Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, касающихся разработки пористых теплозащитных материалов и материалов для водородной энергетики.

На мой взгляд, уникальной является работа по получению нанонаполненных полиоксиадиазольных волокон, когда нам удалось повысить кислородный индекс волокон, параллельно отработав технологию их окрашивания.

Перспективными являются разработки в области теплофизических свойств волокон и пленок, содержащих углеродные нанотрубки и другие нанодисперсии.

Нельзя не упомянуть работы в области биомедицинских материалов, выполняемые под руководством профессора кафедры, д.т.н. Жуковского Валерия Анатольевича.

Более подробно о некоторых интересных разработках кафедры читатели журнала «Композитный мир» смогут прочитать в предоставленном нами статейном материале.

*Очень многие разработки кафедры нашли свое промышленное применение. Можете привести примеры наиболее успешного трансфера научных идей в производство?*

Конечно. Если брать во внимание последние годы, то разработки кафедры в области тепло- и огнезащитных материалов, в области водородной энергетики, а также текстильные и волокнистые материалы медицинского назначения внедрены в производство и уже активно используются. Последние, например, на петербургском



Награждение победителей Всероссийской студенческой олимпиады и конференции «НАНОСТРУКТУРНЫЕ, ВОЛОКНИСТЫЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ», организуемой кафедрой

ООО «Линтекс», специализирующемся на производстве шовных нитей для хирургии, сетчатых эндопротезов для герниопластики и оперативной урогинекологии, а также противоспаечных материалов.

*А насколько охотно современные производители сотрудничают с профильными ВУЗами, как в плане внедрения новых технологий и исследования продуктов, так и в вопросах организации практик будущих специалистов отрасли? Проявляют ли они заинтересованность в данных вопросах?*

Не могу сказать, что предприятия отрасли не проявляют заинтересованность в вопросах подготовки кадров. Если разработка стоящая и действительно востребована предприятием, то такие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы поддерживаются производителями отрасли во всех планах. Конечно, хотелось бы, чтобы предприятия отрасли чаще выходили с инициативами и предложениями, связанными, например, и с актуализацией компетенций выпускаемых специалистов, и с разработкой материалов и технологий, и со стажировками студентов. Мы всегда открыты к сотрудничеству и регулярно презентуем свои возможности и представляем свои разработки на отраслевых мероприятиях и в СМИ.

*Специалистов в какой области химической технологии вы готовите в настоящее время и на каких предприятиях работают ваши выпускники?*

Сейчас подготовка осуществляется в области технологии полимерных, композитных и биоматериалов, в том числе наноматериалов. Студенты проводят исследования по таким направлениями, как: углеродные волокна и материалы на их основе; наноструктурные композиты с включением углеродных нанотрубок; пористые полимерные материалы, сорбенты специального назначения, нанокомпозиты, модификация волокон и полимерных материалов, биологически активные материалы и материалы медицинского назначения и другие.

Среди предприятий, на которых успешно трудятся и трудятся наши выпускники, например, АО «Средненевский судостроительный завод», ООО «Вириал», ООО «НПК «Комполит», ООО «СИЗОД-СПб», ООО «Линтекс», ООО «Нордпласт», ФГУП «СКТБ «Технолог», ЗАО «Петерпайп», ЗАО «АКВАФОР».

Очевидно, что в настоящий момент есть проблемы с трудоустройством наших выпускников на профильные предприятия, как впрочем, и выпускников ВУЗов всей страны. Однако лучшие из них легко находят работу по специальности. Не могу не упомянуть ужасы внедренной сейчас 2-х уровневой системы подготовки специалистов. Что делать с бакалаврами и куда их трудоустроить никто не знает. Но есть надежда, что разум восторжествует и система подготовки специалистов — инженеров будет восстановлена.

*В составе кафедры создана лаборатория полимерных волокнистых и композиционных материалов специального назначения, которая в том числе проводит научно-исследовательские работы под заказ. Расскажите немного о ней.*

Да, такая лаборатория успешно работает в рамках университета, как и кафедра, во многом благодаря финансовой и политической поддержке ректора университета Демидова Алексея Вячеславовича. Без такой поддержки мы не смогли бы обеспечить кафедру и лабораторию новым современным оборудованием. Сотрудники кафедры, а также студенты, аспиранты и докторанты проводят свои научные исследования, в том числе и на данной базе. В настоящее время, в лаборатории работают, например, над разработкой теоретических и технологических основ получения токопроводящих многослойных углерод-углеродных и углерод-полимерных электрохимических электродов.

Кафедра приглашает компании композитной отрасли к сотрудничеству как в сфере подготовки специалистов, так и проведения научно-исследовательских работ.

*Александр Александрович, спасибо за содержательную беседу. От своего лица, как выпускника данной кафедры, хочу добавить, что сплоченный преподавательский состав кафедры, состоящий из профессионалов-единомышленников, не только следит за новыми разработками и направлениями развития научной и производственной мысли в области волокнистых и композиционных материалов, но и вовлекает в этот процесс обучающихся, заинтересовывая, направляя и поддерживая их научные инициативы. Новых открытий и достижений Вам и всему коллективу кафедры! КМ*

*Беседу вела Ольга Гладунова*



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



**СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

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

**НОВИНКА**

**Линейка трудногорючих смол и гелькоутов**

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

**Группа горючести: Г1**

сертификат соответствия № ПС 004540 от 21.06.2019

**ДИСТРИБЬЮЦИЯ**

**Оборудование: MAGNUM VENUS PRODUCTS (США)**

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

**Стекломатериалы:** стекломаты, стеклоткани, ровинги, вуаль

**Lantor:** полиэфирные нетканые материалы

**ChemTrend:** разделительные смазки, очистители, порозаполнители и грунтовки

**ES Manufacturing:** приспособления и вспомогательное оборудование

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА И ОБУЧЕНИЕ**

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

Обучение техпроцессам изготовления изделий из стеклопластика и искусственного камня.



# Некоторые нетривиальные разработки

кафедры наноструктурных,  
волокнистых и композиционных  
материалов им. А. И. Меоса СПбГУПТД

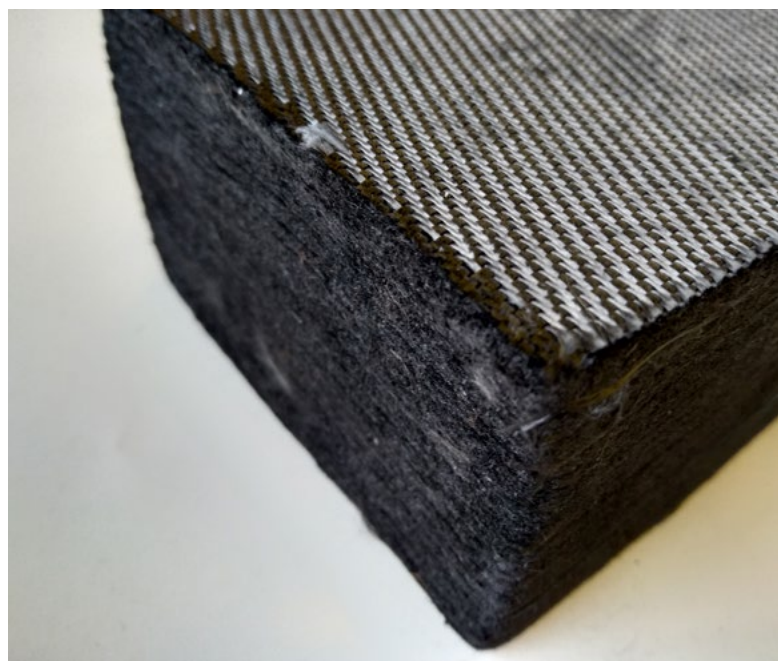


## Теплоизоляция, способная защитить от высоких и сверхвысоких температур

Помимо представленного в журнале «Композитный мир» № 2 (89) 2020 теплоизоляционного материала, предназначенного для работы в условиях низких температур, на кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна разработана теплоизоляция для защиты от высоких и сверхвысоких температур. Она представляет собой состоящий из нескольких функциональных слоев углерод-углеродный композиционный материал, способный противодействовать температурам до 3000°C в инертной среде или вакууме.

«Актуальность разработки обусловлена тем, что одним из важнейших путей экономии топливно-энергетических ресурсов является минимизация тепловых потерь через теплозащитные и теплоизолирующие конструкции зданий, сооружений, оборудования и теплопроводов. Однако множество технологических процессов связаны с использованием высоких температур, для защиты от которых необходимы специальные материалы, — комментирует один из авторов разработки, старший преподаватель кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов СПбГУПТД Андрей Кузнецов.

Разработка найдет применение в качестве теплоизоляции оборудования, высокотемпературных печей, предназначенных для плавки и спекания металлов, получения керамических и углеродных



Тепло-огнезащитный углерод-углеродный композиционный материал

материалов. Материал может иметь покровный слой из графитовой фольги, которая защищает его от огневой нагрузки и придает жесткость, а остальные теплоизоляционные слои обеспечивают низкую теплопроводность, убергая оборудование от потерь тепла. Такой композиционный материал имеет ряд преимуществ перед существующими аналогами, а именно тугоплавкими металлами и различными неорганическими соединениями, выдерживающими



Демонстрация свойств тепло-огнезащитного углерод-углеродного композиционного материала в пламени горелки при 1200°C



Антимикробные серебросодержащие нити. Серая область вокруг нитей — зона подавления роста клеток микроорганизмов

высокую температуру (боридами и нитридами): он дешевле, не горит и размеростабелен в широком диапазоне рабочих температур. Материал может сочетать в себе не только низкую плотность и способность выдерживать высокие температуры, а еще и иметь высокую прочность. Добиться этого можно за счет изменения технологических режимов при получении самого композита.

Кафедра наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса СПбГУПТД проводила разработку композитов для термозащиты в рамках гранта с Союзным государством Республики Беларусь. (работы велись под руководством профессора Лысенко А. А. и доцента Асташкиной О. В.). Итогом НИОКР стала организация производства на площадях ОАО «СветлогорскХимволокно»

### Хирургические нити нового поколения

Разработки в области медицинских и биоактивных материалов ведутся на кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна более 50 лет, результатом данных исследований стал, например, широкий ассортимент различных хирургических шовных материалов. А с учетом современного развития медицины, а также фармакологии, на кафедре на постоянной основе ведется актуализация

существующих и поиск новых решений для данной сферы применения.

Среди современных разработок можно выделить антимикробный хирургический шовный материал с пролонгированным воздействием на антибиотико-резистентные штаммы возбудителей хирургических инфекций. Результаты применения таких нитей в хирургической практике показали, что количество послеоперационных гнойных осложнений снижается в 3–5 раз по сравнению с обычными шовными материалами.

Данная нерассасывающаяся антимикробная нить, созданная учеными СПбГУПТД под руководством д.т.н. проф. Жуковского В. А., является оригинальным видом хирургического шовного материала, не имеющего отечественных и зарубежных аналогов по продолжительности и эффективности антимикробного действия.

«Антимикробная активность обусловлена пролонгированным выделением гентамицина, входящего в состав шовного материала, — комментирует один из авторов разработки доктор технических наук, профессор кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов СПбГУПТД, научный руководитель созданного на базе Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна предприятия по производству хирургических материалов «Линтекс» Валерий Жуковский. — Продолжительность антимикробного действия нити составляет не менее 15 суток, а начальная зона подавления микрофлоры — 25–40 мм и возрастает с увеличением толщины нити. Клинические испытания выявили высокую прочность и эластичность материала».

Изобретение уже внедрено в производство компании «Линтекс» и рекомендовано при хирургических вмешательствах на органах и тканях с повышенной микробной обсемененностью или в случае опасности вторичного инфицирования швов.

Особый интерес также представляют разработанные на кафедре НВКМ противоопухолевые хирургические нити, использование которых существенно снижает риск рецидива опухолей после их удаления. Материал также не имеет отечественных и зарубежных аналогов. Новизна разработки подтверждена патентами. На данный момент противоопухолевые нити проходят сложный этап клинических испытаний.

Принцип создания противоопухолевых нитей состоит в химическом закреплении различных противоопухолевых препаратов на поливинилспиртовых, полиамидных, полиэфирных или полипропиленовых волокнах. Учёные модифицируют волокна и сорбируют на них противоопухолевые препараты ионной связью, что обеспечивает нитям пролонгированное длительное и эффективное противоопухолевое действие.

Сами противоопухолевые препараты, закрепленные на волокнах, содержат такие лекарственные вещества, как сарколизин, 5-фторурацил, проспидин, циклофосфан, 6-меркаптопурин, метотрексат, что позволяет получать шовный материал широкого спектра противоопухолевого действия.



## Искусственные субстраты для выращивания растений

Ученые кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса СПб-ГУПТД также занимаются решением одной из важнейших проблем при культивировании растений в искусственных условиях — созданием полноценных корнеобитаемых сред. Данными работами на кафедре руководят доценты кафедры: к.т.н. Виноградова Людмила Егоровна, к.т.н. Свердлова Наталья Ивановна и к.т.н. Штягина Людмила Михайловна.

При текстильной переработке химических и натуральных волокон образуется значительное количество отходов, оказывающих весомую экологическую нагрузку на литосферу.

Одним из прогрессивных методов утилизации волокнистых отходов является включение их в качестве наполнителей в композиционные материалы, используемые в дальнейшем как питательные среды для выращивания растений. В случае использования в качестве наполнителей для изготовления искусственных питательных сред отходов химических волокон предполагается их предварительная модификация с целью придания полимерным материалам сорбционной активности по отношению к микро- и макроэлементам, необходимым для роста растений.

Вопросы получения и использования искусственной почвы особенно актуальны для площадок, где отсутствует естественная плодородная почва: например, для спортивных площадок и для декоративного озеленения объектов неприродного местообитания, например, медицинских учреждений, крыш, подземных гаражей и др.

Создание композиций, поддерживающих рост растений, вносит существенный вклад в совершенствование комфортных условий пребывания (влажности, кислородного баланса и т.д.) в ограниченном пространстве и поддержку благоприятного психологического и эмоционального состояния людей, выполняющих обслуживание сложной техники в труднодоступных районах Земли (например, Арктики и Антарктики), в космическом пространстве, в дальних морских походах, в замкнутом пространстве подводных лодок. Не менее важным остается и озеленение больших площадей в городах и загородных районах массового отдыха людей.

На кафедре разработан искусственный заменитель почвы (субстрат) в виде композиционного материала волокнистой структуры, предназначенный для выращивания растений, в частности, смеси трав для партерного или обыкновенного газона. Технология получения субстрата заключается в формировании материала нетканой структуры из заранее модифицированных волокон различной природы: целлюлозного (вискозного, льняного, хлопкового), полиэфирного, полиакрилонитрильного, полипропиленового, которые в смеси сочетают способность удерживать влагу и при поливе водой обменивать заранее химически присоединённые питательные элементы на продукты распада, выделяемые кор-



Декоративные растения в искусственном субстрате через 20 лет наблюдений (2020 год)

нями растений, аккумулируя их для продолжения вегетационного периода.

Субстрат имеет непрерывную структуру с высокими водно-воздушными свойствами и может быть произведен любого размера в зависимости от требований заказчиков. После пропитки питательным раствором на поверхность субстрата высеивают семена, закрепляя их аэрозольным напылением водорастворимого полимера. При поддержке равновесной влажности после прорастания семян субстрат становится корнеобитаемой средой для растений. В результате прорастания корней растений через волокнистые слои происходит фиксация последних друг относительно друга, при этом сохраняется возможность сворачивания живого коврового газона в рулон.

Волокна, используемые для получения субстратов, имеют высокоразвитую поверхность, хорошую способность к набуханию, высокие прочностные и эластические характеристики, что дает возможность создания разнообразных геометрических форм. Включение в состав данных композиционных материалов смеси натуральных и химических волокон позволяет использовать технические приемы получения нетканых материалов или блоков конденсационно-пористой структуры. Доказано, что используемые полимеры в виде волокон являются исключительно благоприятными материалами для взаимодействия с макромолекулярными природными соединениями и гуминовыми кислотами, причем установлено, что взаимодействие с волокнами в наибольшей, чем при использовании гранул и пленок, степени сохраняет их биологическую активность.

Данное решение существенно отличается от известных и является промышленно применимым.

Бакалавры, магистры и аспиранты под руководством сотрудников кафедры продолжают исследования по получению искусственных субстратов с применением в качестве наполнителей не только отходов текстильных предприятий, но и самих текстильных изделий, требующих вторичной переработки. **КМ**

**Леонид Андреевич Лагутин**

инженер-строитель,  
специальный корреспондент  
журнала «Композитный мир»



## Композит нужен за Полярным кругом



20 и 21 февраля 2020 года в Санкт-Петербурге состоялся международный саммит «АРКТИКА 2020 СПб», посвященный реализации шельфовых проектов, инновациям и развитию Североморского пути (СМП) и регионов Крайнего Севера (КС). В обсуждении приняли участие представители органов исполнительной власти регионов Арктической зоны Российской Федерации, администрации СМП, структур, ведущих активную экономическую деятельность: ПАО «Газпром», «Роснефть», «Атомфлот», «Лукойл». Также участвовали эксперты и представители научных и общественных организаций России, Дании, Финляндии и Франции.

Выступающие в основном говорили о перспективах, но каждый выделял свои. Государственные и общественные организации уповали на развитие инфраструктуры КС и СМП и даже на развитие арктического туризма. Представители добывающих компаний — на получение максимальной прибыли, причем с опорой на государственные меры поддержки, например, снижение или даже обнуление налогов при разведке шельфовых и прочих месторождений. Интерес частных предпринимателей (олигархов) не соответствует интересам государства. Сопоставьте прибыль данных крупных компаний от добычи нефти, газа, алмазов, золота и платиновой группы редких металлов с их затратами на улучшение инфраструктуры для местного коренного населения и охраня-



ющих там границу военных. Сколько за последние тридцать лет эти «частники» возвели там детских садов, школ, поликлиник, складов для продуктов и топлива? Как помогли местному населению (не своим вахтовикам) со строительством оранжерей для выращивания овощей и фруктов? Сколько уничтожено и не восстановлено (после прокладки коммуникаций) пастбищ ягеля для оленей, а сколько построено экодуков\* по разрушенным тропам их миграции за Полярным кругом? Ответы, к сожалению, нам всем понятны. Поэтому и сокращается там численность коренного населения: за последние тридцать лет на 7–10% (отмечу, как и в Канаде и США). Да и увеличение пенсионного возраста, введенное в России, явно не будет способствовать росту населения в данных регионах. А ведь где-то в Парламенте Российской Федерации давно лежит закон «Об арктической зоне РФ». Тогда как США, Канада и Дания уже приняли свои так называемые «Северные доктрины» и реализовывают их в части строительства ветряков (ВЭУ) и солнечных батарей в поселениях северных коренных народов. Береговой охране США выделены средства, и к 2024 году она получит первый тяжелый ледокол шириной 27 метров и водоизмещением 33 тыс. т. Согласно этим доктринам основные банки США отказались финансировать угольные разрезы на Аляске. В свою очередь президент США Д. Трамп призвал их отказаться от финансирования разработок и поиска новых месторождений нефти и газа на Аляске, а больше уделять внимание строительству там, в городе Ном глубоководного порта с военно-морской базой, а также развитию ветроэнергетики, как настоящей замене угольного и нефтегазового топлива. В соседней Канаде те же тенденции перехода на более экологичные виды энергии: солнечную и ветра. Общественный транспорт в Ванкувере полностью перешел на водородное топливо. Про композитные лопасти для ветроэнергетических установок (ВЭУ) (длиной 62 м и весом 12.5 т), произведенные в Ульяновске по заказу для Дании, писали в предыдущем номере журнала «Композитный мир». А о желании США купить у Дании остров Гренландия со всем коренным народом в этом году писали все газеты. Хотя там уже давно расположена их авиабаза Туле. После окончания строительства своей морской базы на Аляске, они могут запереть наш национальный Североморской коридор (СМП) с двух концов. Поэтому необходимо продолжать создание баз обеспечения продвижения судов по всему СМП на берегах и островах российского шельфа в целях национальной безопасности. Именно об этом выступил с докладом «Инновационные композитные материалы и изделия для использования в Арктике и обустройстве береговой инфраструктуры» исполнительный директор «Ассоциации Композитный Кластер Санкт-Петербурга» В. Н. Зазимко. Для этих целей он предложил использовать изготавливаемые у нас объекты и изделия из композитов: быстровозводимые жилые

\* Подробнее про экодуки можно прочитать в статье «Оленевод и газопровод», опубликованной в журнале «Композитный мир» № 4 (79) 2018 на стр. 72–73



помещения, очистные сооружения, склады-ангары для продовольствия и оранжереи-теплицы для свежих овощей, модули универсальные и медицинские для временного размещения, перильные и сетчатые ограждения площадок и пастбищ, железных и автодорог, мосты и экодуки, вертолетные площадки и мачты для сотовой связи. А для портовых сооружений — защитные накладки.

Все эти композитные объекты и изделия прослужат без окраски и ремонта около пятидесяти лет. Они легче дерева, металла и бетона в несколько раз, не корродируют и не гниют, немагнитны и диэлектричны. Экономичны, обойдутся заказчикам, с учетом стоимости перевозки и ремонта, дешевле таких же объектов и изделий из вышеназванных дерева, металла и бетона.

Композиты в Арктике очень нужны. Важно как можно быстрее принять законодательно свою национальную арктическую доктрину, хотя бы до 2036 года. **КМ**





# Мы — не первые, мы — лучшие!



ЗАО «Хиус» — производственное предприятие, работающее с 1990 года и являющееся одним из крупнейших производителей изделий из стеклопластика и термопластов как для нужд высокоответственных отраслей промышленности, таких как: военно-промышленный комплекс, вагоностроение, авиастроение, так и для спорта и отдыха.

Компания выпускает под заказ высококачественную продукцию для различных отраслей промышленности, цена которой при этом существенно ниже, чем у зарубежных аналогов.

В штате компании работают профессионалы, ежегодно повышающие свою квалификацию. А индивидуальный комплексный подход к каждому клиенту позволяет оперативно решить поставленные перед ними задачи.

Парк оборудования ЗАО «Хиус» располагает всем необходимым для производства изделий различной сложности и конфигурации, а также широкого спектра применения.

Квалифицированные кадры, новейшее оборудование, проверенное сырье для производства изделий из стеклопластика и термопластов — вот основа качества выпускаемой компанией продукции.

На предприятии большое внимание уделяют модернизации производства, поэтому каждый три года происходят обновления технологических процессов и парка оборудования. А также регулярно проводятся тренинги, переподготовка и повышение квалификации

сотрудников. Благодаря данным мерам удается оптимально использовать и даже экономить временные и трудовые ресурсы, что, в конечном итоге, позволяет предлагать заказчикам изделия по оптимальному соотношению цена/качество (с высоким качеством и более низкой ценой).

Тщательно следят в организации и за качеством исходного сырья и материалов, уделяя пристальное внимание вопросу выбора поставщиков. Поэтому все выпускаемые ЗАО «Хиус» изделия имеют длительный безремонтный срок службы, даже при эксплуатации в экстремальных условиях.

Накопленный многолетний опыт позволяет предлагать клиентам десятки проверенных решений по выпуску изделий.

Компания «Хиус» является участником и лауреатом многих промышленных выставок, конференций и круглых столов, проводимых в России и странах СНГ.

Вся продукция проходит приемку в соответствии со стандартами, принятыми в производстве изделий, а также в соответствии с полученным сертификатом ИСО.

ЗАО «Хиус» всегда открыто к сотрудничеству и готово к реализации новых проектов вне зависимости от их сложности. **КМ**

*По всем вопросам обращайтесь в офис компании:*

*170526, Тверская область,  
Калининский район,  
д. Славное, ул. Молодежная, д. 50  
телефон: +7 (4822) 75-44-45  
e-mail: info@hius.ru*





# СПРЕЙ С АНТИСЕПТИЧЕСКИМИ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

ТВОЯ НАСТОЯЩАЯ ЗАЩИТА

УБИВАЕТ 99%  
БАКТЕРИЙ

ШИРОКАЯ ЗОНА  
ОХВАТА ДЕЙСТВИЯ

ПОРТАТИВНЫЙ  
УДОБЕН В  
ОБРАЩЕНИИ



## RAMSOL SANITISER

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

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

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

БАЛЛОН - 22 Л  
СПРЕЙ - 500МЛ

НЕ ОКРАШИВАЕТ ПОВЕРХНОСТИ  
НЕ ВЫЗЫВАЕТ КОРРОЗИЮ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ

[WWW.INTREY.COM](http://WWW.INTREY.COM)

#INTREY



[www.igc-market.ru](http://www.igc-market.ru)  
[www.lookcomposites.com](http://www.lookcomposites.com)

# Клеи Crestabond® ВМЕСТО БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Испанская компания Look Composites (город Аликанте) специализируется на производстве ассортимента стеклопластиковых деталей и элементов строительного, так и иного назначения. Организация входит в Группу компаний Miraplas, имеющую более чем сорокалетний опыт успешной работы в строительстве.

Несколько лет назад архитектурное бюро VIVOOD реализует свой проект — строительство ландшафтного отеля VIVOOD Landscape в испанском городе Бенимантель, доверила изготовление стеклопластиковых элементов Look Composites.

При строительстве отеля были использованы лучшие технологии в сфере капитального строительства, в том числе и композитные.

Обрамление панорамных джакузи, а также палисадные ограждения, служащие укрытием от любопытных глаз и позволяющие сохранить спокойствие и уединение отдыхающих, были изготовлены из пултрузионного стеклопластика. Выбор в пользу стеклокомпозита был сделан благодаря его легкости, прочности, долговечности, высокому сроку безремонтной эксплуатации, так как отель строился в достаточно сложной по рельефу местности. Удобство и легкость транспортировки и монтажа стеклопластиковых ограждающих панелей, осуществляемые без использования тяжелой и громоздкой строитель-





ной техники, существенно облегчили реализацию проекта. Использование композитных элементов позволило избежать дополнительной нагрузки на поддерживающие конструкции гостевых вилл, а благодаря низкому коэффициенту термического расширения — сохранить формостабильность конструкций и избежать их естественного движения под воздействием высоких температур. Стеклопластик устойчив к воздействию погодных факторов, может эксплуатироваться в открытых условиях, стоек к коррозионному воздействию морского климата. Еще одним преимуществом стала и возможность производства изделий практически неограниченной цветовой гаммы. Данный материал смог воплотить в жизнь столь замысловатую дизайнерскую идею.

Всего было изготовлено более двухсот палисадных панелей двадцати различных конфигураций, которые были объединены в так называемый частокор, ограждающий индивидуальные зоны отдыха гостевых вилл по периметру. При сборке стеклопластиковых элементов между собой компания Look Composites

использовала конструкционные клеи Crestabond® M1-05 и M1-20 производства компании Scott Bader, позволяющие создавать качественные, надежные и высокопрочные соединения.

Материалы Crestabond® позволили полностью исключить необходимость использования резьбового крепежа, тем самым существенно сократив время сборки, повысив её точность и снизив трудозатраты. Ведь с помощью данных конструкционных адгезивов склеивание стеклопластика с металлом производили оперативно и непосредственно при монтаже.

Успешный опыт многолетней эксплуатации возведенных конструкций снова подтвердил правильность выбора стеклопластика в качестве основного материала для их изготовления и клеёв Crestabond® для их сборки и соединения.

Конструкционные адгезивы Crestabond® доступны и российским производителям стеклопластиковых изделий. **КМ**

Заказать материалы можно на сайте [igc-market.ru](http://igc-market.ru)

# Сантехника из искусственного камня. Эстетика и гигиена



ГРУППА КОМПАНИЙ  
**КОМПОЗИТ**

**Анна Амшаркина**

Технический специалист

Группа компаний «Композит»

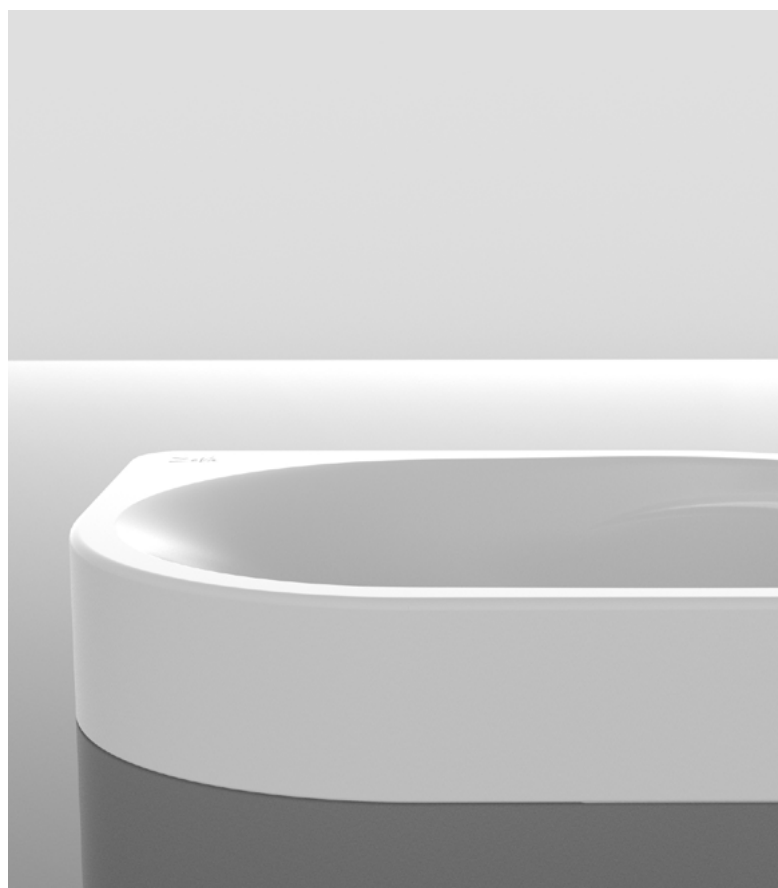
composite.ru



Много лет композиционные материалы успешно применяются для изготовления разного рода сантехнического оборудования: раковин, ванн, душевых поддонов и так далее. Их применение обусловлено уникальным набором характеристик: высокой прочностью, надежностью, а также свободой в выборе геометрических форм и цветов, разнообразие которых ограничено только фантазией дизайнера. Конечные изделия из них намного удобнее в использовании.

Ванне из композиционных материалов гораздо легче своих чугунных предшественников, благодаря чему их намного проще транспортировать и устанавливать. При этом также отпадает необходимость использования декоративных экранов, предназначенных для маскировки внешних частей ванны, которые зачастую не могут похвастаться достаточно эстетичным внешним видом.

В современном мире особое значение придается вопросу чистоты, гигиены и защиты людей от разного рода грибков, бактерий, вирусов и инфекций. Ванная комната традиционно считается самым чистым местом в доме. Ведь именно ритуал принятия душа или мытья рук обеспечивает нашему организму







Материал



защиту от вредных факторов внешней среды как с точки зрения биологии, так и психологии. И здесь композиционные материалы вновь демонстрируют превосходство. Они не подвержены коррозии или гниению в характерных для ванных комнат условиях тепла и влажности. На их поверхности не развивается плесень, споры которой могут весьма негативно влиять на здоровье дыхательных путей. Они выдерживают воздействие агрессивной химии, применяемой для очистки и дезинфекции ванных комнат, и превосходно противостоят воздействию горячей воды, пара, а также различных косметических средств.

Основными исходными материалами, способными обеспечить весь спектр требуемых свойств являются смолы и гелькоуты. Смолы отвечают за прочностные свойства изделия, гелькоуты — за внешние характеристики. Их совместная работа позволяет создать готовое изделие с уникальным набором свойств. Безусловно, немаловажную роль играет армирование, которое в большей степени несет на себе прочностные нагрузки.

Смолы, применяемые для производства сантехники, характеризуются относительно низкой вязкостью и



высокой наполняемостью, что позволяет эффективно использовать их в литьевых процессах. Группа компаний «Композит» представляет на рынке ряд смол компании INEOS Composites (ранее Ashland), которые успешно зарекомендовали себя в производстве высококачественных сантехнических изделий. Среди них следует выделить смолу Agropol S 280 E, обладающую малой усадкой и низким экзотермическим пиком, разработанную специально для полимербетона и искусственного камня. А также Agropol S 327 E, для которой характерна средняя реактивность и высокая наполняемость. Что позволяет использовать ее для изготовления литьевых продуктов и производства полимербетона в автоматизированных процессах, когда требуется высокая наполняемость и быстрое отверждение.

Прозрачная литьевая смола FS 1973 используется для производства искусственного оникса с применением минеральных наполнителей и цветных пигментов. Готовые изделия успешно имитируют природный камень, обладая при этом гораздо большей практичностью и долговечностью.

Акриловая модифицированная смола Polaris 7132-19B обеспечивает создание прочной поверхности готового изделия. Данная смола при правильном смешивании позволяет изготавливать в условиях применения вакуума отливки с лишенной пустот твердой поверхностью. При правильном смешивании, использовании катализатора и отверждения продукты, изготовленные из смолы Polaris 7132-19B, соответствуют всем стандартам испытаний ANSI 124.6, включая испытания на устойчивость к травлению и испытания с тепловым шоком.

В линейке гелькоутов для производства сантехники, предлагаемой Группой компаний «Композит», традиционно можно выделить стандартные и специальные продукты, о которых подробнее поговорим ниже.

К стандартным гелькоутам, применяемым при изготовлении сантехники, относят Maxguard GN и Maxguard NP. Гелькоут Maxguard GN активно используется при

производстве ванн и раковин из искусственного камня, обеспечивая создание твердой поверхности, сохраняющей блеск в течение всего периода эксплуатации изделия. Раковины, изготовленные с использованием этого гелькоута, соответствуют требованиям американского теста на термошок ANSI Z 124.3-86. Кроме того, ванны на основе гелькоута Maxguard GN подвергались ускоренным испытаниям в воде при +65°C в течение трех недель, в результате на поверхности изделия не образовалось ни одного пузыря. Что говорит о высокой надежности данного продукта.

Еще один стандартный продукт — это гелькоут Maxguard NP. Производится по уникальной запатентованной технологии, благодаря которой выбросы летучих органических соединений снижаются на 50% по сравнению с другими продуктами. Что создает более экологичные условия на рабочем месте и позволяет снизить расход гелькоута, тем самым сэкономив его. Использование гелькоута Maxguard NP для производства сантехники позволяет создать надежную поверхность, стойкую к пожелтению и образованию пузырей.

Специальные гелькоуты служат для достижения конкретных целей, которые по ряду причин невозможно реализовать с помощью стандартных продуктов.

Прозрачный гелькоут Maxguard GNC применяется в тех случаях, когда требуется создание прочной прозрачной блестящей поверхности с высокой стойкостью к ультрафиолету. Для создания матовой поверхности используется гелькоут Enguard MS, который напыляется на матовую матрицу с получением матовой поверхности готового изделия. Этот продукт был разработан специально для литьевого мрамора. Еще один специальный продукт — гелькоут Enguard GC, обеспечивающий создание очень прочной поверхности, стойкой к образованию царапин. Этот продукт применяется для создания сантехники премиум-класса и литьевого мрамора.

Важно понимать, что создание высококачественного сантехнического изделия, будь то небольшая мойка или достаточно крупная ванная, зависит не только от качества используемых материалов, но и от четкого соблюдения всех предписанных операций и процедур.

Специалисты Группы компаний «Композит» всегда рады оказать вам необходимую помощь. Выбрать и поставить материал, проконсультировать в вопросах выбора технологии, а также посетить ваше производство с целью выявления тех моментов, которые, возможно, не дают вам достичь желаемых результатов.

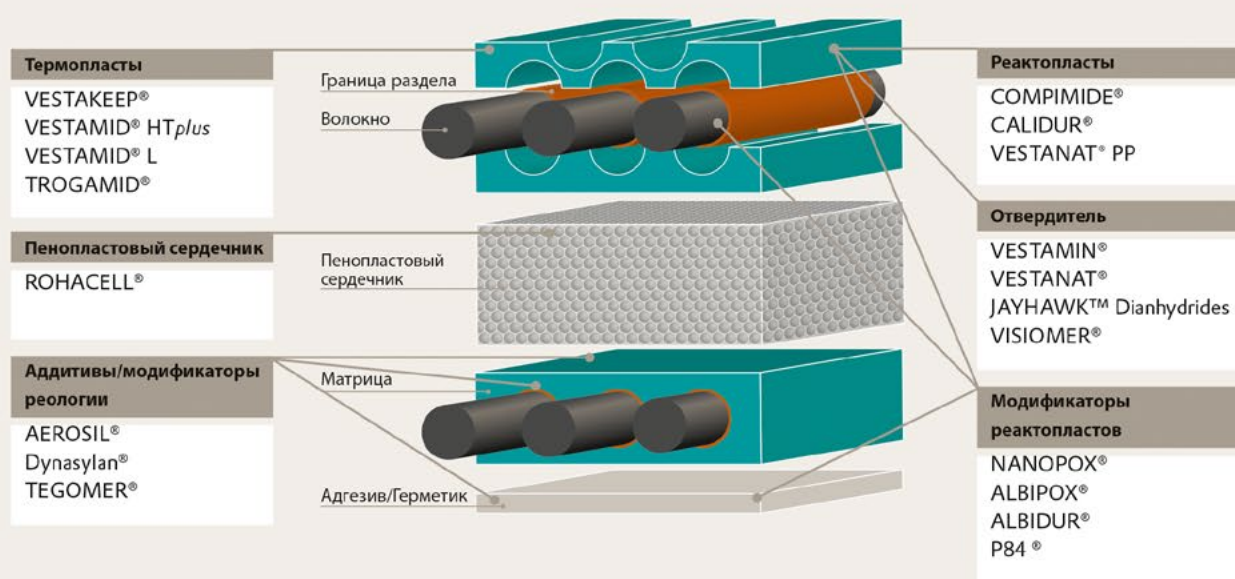
Мы открыты для сотрудничества и будем рады ответить на все вопросы! **КМ**





# Композитная сэндвич система

Понимание всех аспектов сложной системы –  
ключ к решению поставленных задач



.....

Подробная информация на [www.evonik.com/composites](http://www.evonik.com/composites)

# Герметизирующий жгут «Контур-150» в Судостроении



Жгут герметизирующий «КОНТУР-150», ТУ 2513-006-30189225-2015

ООО «Композит-Изделия» — одна из немногих компаний на российском рынке, занимающаяся производством и поставкой расходных материалов для изготовления полимерных композитов методами автоклавного формования и вакуумной инфузии. Технические специалисты компании постоянно ищут пути создания новых материалов и совершенствуют имеющиеся, ориентируясь на потребности заказчиков.

Среди клиентов компании помимо небольших

Общество с ограниченной ответственностью «Композит-Изделия» специализируется на производстве и поставке вакуумных расходных материалов для технологий пропитки под вакуумом и автоклавного формования изделий из полимерных композитов. Материалы компании производятся в России, по российским ТУ, имеют необходимые сертификаты, паспорта качества на каждую производственную партию и протоколы испытаний в независимых лабораториях. Вспомогательные материалы, выпускаемые компанией, не уступают зарубежным аналогам ни по основным характеристикам, ни по качеству. ООО «Композит-Изделия» производит отечественные вакуумные расходные материалы более пяти лет и является участником программы импортозамещения Минпромторга России по авиа- и судостроению.

производственных организаций, целый ряд крупных заводов, выпускающих продукцию для высокоответственных отраслей промышленности. Одним из таких потребителей вакуумных расходных материалов, выпускаемых ООО «Композит-Изделия», является ОА «Средне-Невский Судостроительный завод» (АО «СНСЗ»). Для производства крупногабаритных судовых конструкций методом вакуумной инфузии используются проверенные и утвержденные в технической документации вспомогательные материалы, к которым предъявляются не менее жесткие требования, чем к исходному сырью. Так, они должны обладать многократным запасом функциональных свойств. Под данные критерии в линейке предлагаемых ООО «Композит-Изделия» продуктов попадает, например, высокотемпературный жгут с рабочей температурой 200 °С. В рамках проведения работы по импортозамещению специалисты компании ООО «Композит-изделия» предоставили АО «СНСЗ» для проведения тестовых испытаний герметизирующий жгут «Контур-205». Испытания были проведены успешно, и материал был внесен в инструкции и допущен к закупкам. Сегодня обладающий высокими эксплуатационными характеристиками и более низкой, по сравнению с аналогами зарубежного производства, ценой жгут «Контур-205» успешно поставляется на АО «СНСЗ».

В результате совместной работы технических специалистов обеих компаний также было принято решение о тестовых испытаниях нового герметизирующего жгута «Контур-150» с термостойкостью 150 °С, поскольку максимальные рабочие температуры в процессе изготовления конечного изделия всё-таки ниже 200 °С. В результате этих испытаний,



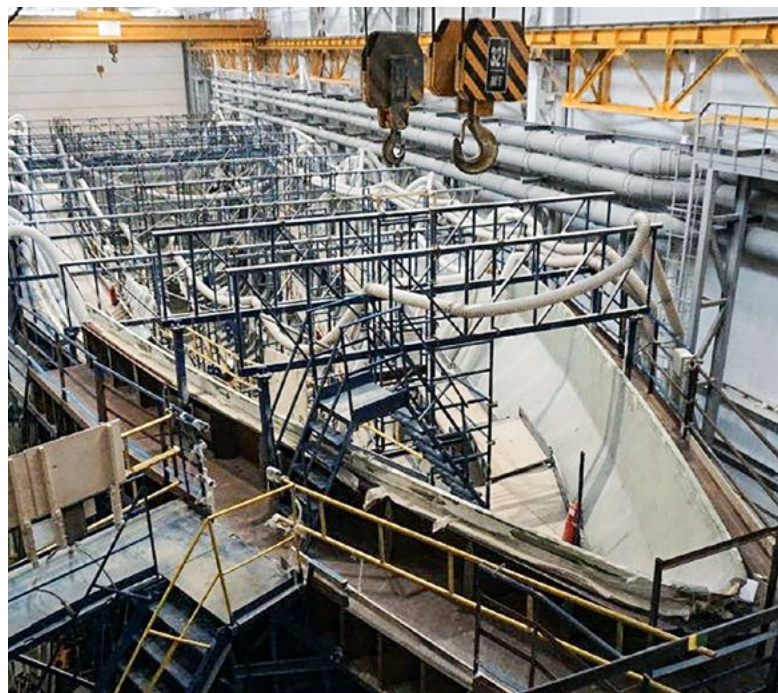


## Материалы

проводившихся как в лабораторных условиях, так и в производственных — непосредственно при изготовлении среднегабаритных конструкций, было подтверждено соответствие свойств «Контур-150» предъявляемым требованиям по термостойкости и технологичности. Среди преимуществ данного жгута особенно были выделены отличная липкость и оптимальная мягкость, что облегчает процесс сборки вакуумных пакетов для изготовления габаритных конструкций в труднодоступных местах. Прикатывание вакуумной пленки к герметизирующему жгуту осуществляется без необходимости использования дополнительных инструментов.

«Средне-Невский судостроительный завод» — одно из ведущих предприятий судостроительной отрасли России, лидер отечественного композитного судостроения. Основанный в Петербурге в 1912 году на берегу Невы за сто лет своей истории завод превратился в крупное, высокотехнологичное предприятие. За годы работы с его стапелей сошло более 500 кораблей и судов по 43 проектам для Флота России и на экспорт. «Средне-Невский судостроительный завод» всегда отличался внедрением инновационных идей, которые позволяли развиваться не только предприятию, но и всему российскому судостроению. «СНСЗ» был новатором в применении электросварки, первым в отечественном кораблестроении освоил строительство тральщиков из алюминиево-магниевых и маломагнитных сплавов, и, наконец, первым в стране и в мире стал выпускать корабли из стеклопластика. Внедрение заводом передовых технологий в сочетании с современными, инновационными материалами делают АО «СНСЗ» лидером в области отечественного композитного судостроения и одним из ведущих игроков на мировом рынке.

Благодаря применению герметизирующего жгута «Контур-150» удается экономить не только время, затрачиваемое на подготовку вакуумного пакета, да и на производство в целом, но и деньги, расходуемые как на обслуживание вспомогательных инструментов, так и на покупку герметизирующих расходных материалов, ведь стоимость «Контур-150» примерно на 30% ниже, чем у материалов-аналогов. **КМ**



**КОМПОЗИТ  
ИЗДЕЛИЯ**

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Отечественный производитель и поставщик вспомогательных материалов.**

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

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

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

**Мы предлагаем клиентам:**

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

Компания ООО «Композит-Изделия» располагается по адресу: г. Москва, Волгоградский проспект, 42к5. Телефон: +7 (495)787-88-28. Сайт: [www.cp-vm.ru](http://www.cp-vm.ru)



Участник программы по  
**Импортозамещению**  
при поддержке МинПромТорга



# «Композиты России» разрабатывают облегчённую конструкцию подводного манипулятора



Специалисты Межотраслевого инжинирингового центра «Композиты России» МГТУ имени Н.Э. Баумана разрабатывают облегченную конструкцию манипулятора для робота. Они используются для обследования объектов и локальных районов дна, его рельефа, для выполнения разнообразных рабочих действий под водой. Подобные аппараты оснащаются специальными «органами» — манипуляторами, выполняющими двигательные функции рук человека.

В проекте ученых Центра разрабатываемый и изготавливаемый манипулятор состоит из одной пары: «плечо» и «предплечье», с суммарными габаритами более 1000 мм. Они, в свою очередь, уже крепятся к исполнительным механизмам подводного робота и к рабочему инструменту: клешня, жало, бур или что-то другое. «Манипулятор — это пространственный механизм, звенья которого связаны вращательными кинематическими парами, и каждая такая пара обеспечивает одну степень подвижности. Соответственно, чем больше звеньев в манипуляторе, тем больше степеней подвижности», — поясняет директор Центра Владимир Нелюб.

Разработка МИЦ «Композиты России» позволит облегчить конструкцию более чем на 50%, с 50 кг до 22 кг, путем замены титановых элементов существующего манипулятора на композитные. При этом жесткостные характеристики будут сохранены. К тому же ожидается повышение прочностных характеристик на уровне 30%. Все это приведет к снижению нагрузок на сборочные узлы и сервоприводы, повысит надежность и работоспособность оборудования.

Так же, как отмечают разработчики, на поверхность манипулятора планируется нанесение инновационного нанопокртия, повышающего стойкость к истиранию и воздействию агрессивных сред. **КМ**



20 <sup>ноября</sup> 20



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



**Лагутин Леонид Андреевич**

инженер-строитель,  
+7 (952) 388-02-73  
l-lagutin@mail.ru

по материалам сайта [park-spb.ru](http://park-spb.ru)  
Фото: [strelkamag.com/ru](http://strelkamag.com/ru)

# «Тучков Буян» — новый парк в Санкт-Петербурге. Идеи применения композитных материалов

Более ста лет жители Санкт-Петербурга хотели видеть городской парк на территории Ватного острова. Сегодня у города существует уникальная возможность воплотить мечту нескольких поколений петербуржцев и создать на Петроградской стороне новую достопримечательность мирового масштаба. «Тучков буян» станет парком с прямым доступом к воде и с нового ракурса откроет панорамные виды на Петропавловскую крепость, ансамбль Биржи, стрелку Васильевского острова, здание Адмиралтейства, разводные мосты и саму Неву. Благодаря проекту станет доступен пешеходный маршрут, ведущий от зеленых зон Марсова поля и Летнего сада через Троицкую площадь и Александровский парк к островам. Преобразятся набережная между Тучковым и Биржевым мостами и площадь Лихачева.

Территория будущего парка находится в Петроградском районе Санкт-Петербурга. Входит в состав объекта «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним группы памятников», включенного в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО в 1990 году. В пешеходной доступности от участка располагаются ключевые достопримечательности города: Петропавловская крепость, Стрелка Васильевского острова,

Эрмитаж и Дворцовая площадь, здание Адмиралтейства, Спас на Крови, Русский музей, Исаакиевский собор и др.

Идеи применения композитных материалов для благоустройства парка возникли, исходя из технического задания и мнения экспертов, а также после изучения общественного мнения и просмотра идей восьми участников конкурса по проекту парка «Тучков Буян», в которых не наблюдается применение инновационных (в том числе и композитных) материалов, а также не раскрываются значимые обзорные виды Санкт-Петербурга, так как не будет включена в проекты видовая (панорамная) площадка, как в московском парке «Зарядье». Сейчас участникам конкурса больше нравятся железо и алюминий, одетые в бетон и стекло, и дорожие гранит и мрамор. И будет это не вольный «Тучков Буян», а закованный в железобетонные латы Илья Муромец.

Дабы избежать диссонанса, предлагаю рассмотреть для внесения в проект парка несколько своих идей. В них представлен вариант концепции, где основная идея состоит в использовании композитных материалов и изделий местного производства, например, завода ERSTE, легких и долговечных, которым нет





необходимости в частом обслуживании, ремонте и окраске.

Первая идея — «Петербургские зонтики». Для осмотра панорамы города видовую площадку надо запроектировать на крыше сейчас строящегося театра балета Б.Я. Эйфмана с отдельным входом из него, и как минимум двумя отдельными лифтами на кровлю с территории парка.

Длина и высота одной или нескольких видовых площадок зависит от выбора места расположения на кровле театра.

Из-за небольшой нагрузки от веса композитных конструкций длина всех видовых площадок может быть до 100 метров с пандусами для маломобильных групп населения, а высота от поверхности кровли до 1 метра. Конструктивными элементами площадки являются: балки нижние и верхние из швеллера и колонн из двутавра, установленным по нижним балкам. По верхним балкам укладываются в замок сплошной композитный настил или композитные решетки. Площадка ограничена лестничными сходами с перилами из стоек и отбойников тоже из композитных элементов, а снизу до поверхности кровли закрыта композитной решеткой. По центру площадки устанавливаются композитные опоры длиной 4 м в количестве 15–18 штук, на которые навешиваются полусферы-зонты из композитных материалов диаметром 1,1 м разных цветов (по каталогу RAL). И если подсветить каждый зонтик, то даже с другой стороны Большой Невы будет видно их разноцветное сияние.

Вторая идея. Установка вдоль всех дорожек парка, на набережной реки Малая Нева (променада) и на площади Академика Лихачева цветных композитных опор для уличного освещения, а также скамеек, урн, модулей-киосков местного производства, например, завода ERSTE, имея в виду, что композитные материалы стойки к воздействию атмосферных осадков.

Третья идея, хоть напрямую и не связанная с композитами, но, на мой взгляд, абсолютно не лишняя в данном проекте. Это — «тропа здоровья» длиной 1,5–2 км с малым уклоном и подъемом, с посадкой по обеим сторонам деревьев и кустов со специфическими запахами (сосна, липа, сирень, жасмин, черемуха, пихта, жимолость, калина и другие). Здесь же недалеко от тропы можно устроить «круг здоровья» диаметром 70–80 м из гальки, гравия, мульчи, шишек и дерева, по которым бегают босиком.

7 августа восемь конкурсантов, уже прошедшие первый этап отбора и получившие детальное техническое задание на разработку ландшафтно-архитектурной концепции, в котором есть и требование об использовании, в том числе и инновационных материалов, должны представить свои конкурсные предложения, из которых уже и отберут победителя. Возможно, мои идеи, озвученные и в ходе официальных обсуждений проектов конкурсантов, и представленные в данной заметке, будут полезны и пригодятся, если не в этом проекте, так при реализации аналогичных в других регионах. **КМ**

Францев М. Э., К.Т.Н.  
Тел: +7-903-717-31-25  
gepard629@yandex.ru

# Применение композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом

## Часть 3. Швеция, Норвегия и Дания

### Список литературы

1. [www.naval-technology.com/projects/landsort/](http://www.naval-technology.com/projects/landsort/)
2. [en.wikipedia.org/wiki/Landsort-class\\_mine\\_countermeasures\\_vessel](http://en.wikipedia.org/wiki/Landsort-class_mine_countermeasures_vessel)
3. [www.naval-technology.com/projects/styrso-classmine/attachment/styrso-classmine4/](http://www.naval-technology.com/projects/styrso-classmine/attachment/styrso-classmine4/)
4. [zonwar.ru/news2/news\\_373\\_Smyge.html](http://zonwar.ru/news2/news_373_Smyge.html)
5. [topwar.ru/85342-korvety-proekta-visby-shveciya.html](http://topwar.ru/85342-korvety-proekta-visby-shveciya.html)
6. [hazegray.org/features/nato/norway/oksoy/](http://hazegray.org/features/nato/norway/oksoy/)
7. [www.naval-technology.com/projects/skjold/](http://www.naval-technology.com/projects/skjold/)
8. [www.navalhistory.dk/English/TheShips/Classes/Holm\\_Class\(2006\).htm](http://www.navalhistory.dk/English/TheShips/Classes/Holm_Class(2006).htm)



Окончание обзора применения композитных материалов в мировом военном кораблестроении. Начало читайте в журналах «Композитный мир» № 1 (88) и № 2 (89) 2020 года.

## Швеция

Швеция включилась в процесс постройки противоминных кораблей из композиционных материалов несколько позже Великобритании, но примерно в те же сроки, что и другие континентальные европейские страны. Первая серия противоминных кораблей (HMS) класса Landsort в количестве семи единиц была построена верфью Karlskronavarvet AB (впоследствии Kockums AB) в 1984–1992 годах. В период с 1993 по 1995 годы этой верфью были построены четыре противоминных корабля (RSS) класса Bedok для ВМС Сингапура (рисунки 1 и 2).

Серия противоминных кораблей класса Landsort для ВМС Швеции включает: HMS Landsort (M71), HMS Arholma (M72), HMS Koster (M73), HMS Kullen (M74), HMS Vinga (M75), HMS Ven (M76), HMS Ulvön (M77).

Серия противоминных кораблей класса Bedok для ВМС Сингапура включает: RSS Bedok (M105), RSS Kallang (M106), RSS Katong (M107), RSS Punggol (M108).

Обе серии имеют достаточно близкие проектные характеристики и главные размерения (в скобках указаны значения для противоминных судов класса Bedok):

- водоизмещение полное — 360 т (380 т);
- водоизмещение стандартное — 270 т (360 т);
- длина — 47,5 м;
- ширина — 9,6 м;
- осадка — 2,3 м;
- скорость полного хода — 15 узлов;
- дальность действия — 2000 миль;
- экипаж 33 человека, в том числе 5 офицеров.

Судовая энергетическая установка представляет собой четыре дизельных двигателя марки Saab-Scania DSI 14 мощностью 1440 л.с. каждый и три дизель-генератора. Два имеют установленную мощность 225 кВт и один аварийный — 135 кВт. В качестве движительного комплекса применены два крыльчатых движителя Фойта — Шнайдера (Voith Schneider Propeller).

В качестве вооружения использована 40 мм артиллерийская установка Vofors (заменена на 25 мм автомат M242 Bushmaster Mk 38 Mod 2 со стабилизированной прицельной системой «Тайфун» после модернизации в 2009 году), а также четыре пулемета калибра 12,7 мм.

В качестве противоминного вооружения используются обычный механический трал, а также магнитный и акустический тралы. Корабль способен как обезвреживать мины, так и выставлять минное заграждение.

Архитектурно-компоновочная схема противоминных судов из композиционных материалов достаточно обычная для кораблей этого типа. Корабль имеет бак длиной чуть больше ¼ длины корпуса и развитую надстройку в его средней части. Ходовая рубка расположена практически за миделем. Не-



Рисунок 1. Противоминный корабль класса Landsort [1]



Рисунок 2. Четыре противоминных корабля (RSS) класса Bedok для ВМС Сингапура [2]

посредственно за ходовой рубкой на надстройке расположена башенноподобная мачта, объединенная с дымовыми трубами. Кормовая часть корпуса, огороженная фальшбортом, предназначена для размещения противоминного вооружения.

Корпус корабля изготовлен из композиционного материала на основе стеклянных волокон для снижения уровня физических полей и повышения ударной стойкости от подводных взрывов. В связующее добавлены противопожарные присадки. Композит корпуса имеет высокую трещиностойкость и ремонтпригодность. Защита от воздействия его окружающей среды обеспечивается его окрашиванием. При постройке корпусов кораблей использовался метод контактного формования.

Противоминные корабли Kullen (M74) и Ven (M76) были модернизированы компанией Kockums AB для участия в международных миротворческих миссиях. Модернизация включала новую боевую систему и СЭУ. Работы были завершены в 2003 году.

В декабре 2004 года ВМС Швеции заключили с Kockums AB контракт на модернизацию противоминных кораблей класса Landsort (за исключением HMS Landsort и HMS Arholma). Модернизация включала новую систему противоминной защиты, адаптированную для проведения международных операций, а также новые системы противовоздушной обороны. Модернизированным кораблям был присвоен новый класс Koster.



Рисунок 3. Противоминный корабль класса Styrso [3]

Противоминный корабль из композиционных материалов класса Styrso (рисунок 3) близок по своим размерам к отечественным рейдовым тральщикам. Корабли класса Styrso построены судостроительной верфью Kockums AB небольшой серией из четырех единиц в 1996-1998 годах. Корабли получили названия в честь различных островов архипелагов Швеции: HMS Styrso, HMS Spårö, HMS Skaftö, HMS Sturkö. Они предназначены для противоминных операций в прибрежных водах.

Эти противоминные корабли являются, по данным из открытых источников, одними из наиболее современных и совершенных кораблей своего назначения в мире. Возможно, поэтому в открытых источниках по этим кораблям мало данных. По своей архитектурно-компоновочной схеме они представляют собой

гладкопалубный корабль (без бака и юта) с развитой надстройкой в средней части корпуса. Ходовая рубка расположена на миделе. Дымовая труба отнесена к кормовой части надстройки. Мачта расположена на надстройке. Кормовая площадка предназначена для размещения противоминного вооружения, а также бортового плавсредства.

Противоминные корабли класса Styrso имеют следующие проектные характеристики и главные размерения:

- водоизмещение — 205 т;
- длина — 36,0 м;
- ширина — 7,9 м;
- осадка — 2,2 м;
- скорость полного хода — 13 узлов;
- экипаж — 18 человек, в том числе 10 офицеров.

Данных по судовой энергетической установке не приводится, кроме того, что в ней используются дизельные двигатели. По имеющейся информации в качестве движителей на корабле применены гребные винты. Движительно-рулевой комплекс обеспечивает кораблю высокую маневренность.

В качестве вооружения на корабле используются акустический, магнитный и механический тралы, а также подводные аппараты. Артиллерийской установки на борту нет, но имеется два пулемета калибра 12,7 мм.

Считаю важным отметить, что противоминные корабли класса Styrso построены исключительно с использованием гражданских технологий. Все материалы и комплектующие для этих кораблей (естественно, кроме собственно вооружения) были приобретены на гражданском рынке. Это обеспечило высокую рентабельность постройки кораблей, а также упростило обновление их систем и устройств.

Корпус, надстройка и другие конструкции кораблей класса Styrso изготовлены из композиционных материалов на основе стекловолокна методом вакуумной инфузии.

В 2004 году HMS Spårö и HMS Sturkö прошли модернизацию, в ходе которой было уменьшено их противоминное вооружение, но взамен этого на них расположено водолазное оборудование.

Говорят: «Мал золотник, да дорог!». Без упоминания об этом небольшом катере из композиционных материалов, построенного в Швеции, трудно понять логику дальнейшего развития военного кораблестроения из композитов скандинавских стран. Мы вступаем в область судов с динамическими принципами поддержания (СДПП).

Можно предположить, что на создание скегового ракетного катера на воздушной подушке Smyge (рисунки 4 и 5) шведов вдохновила информация, полученная вероятным противником в годы перестройки. Речь идет о советском малом ракетном корабле проекта 1239 «Сивуч», введенном в строй в 1987 году.

Как бы то ни было, как раз в 1987 году в Швеции была инициирована программа постройки экспериментального скегового катера на воздушной подушке



Рисунок 4. Опытный ракетный катер Smyge [4]



Рисунок 5. Опытный ракетный катер Smyge [4]



(КВП) Smuge для отработки инженерных решений и оценки возможности реализации концепции Stealth на небольших надводных кораблях. Опытный катер был спущен на воду со стапеля верфи Karlskronavarvet AB 14 марта 1991 года. Скеговый КВП Smuge был передан флоту в 1993 году. Его испытания продолжались до 1996 года.

Ракетный скеговый КВП имел следующие проектные характеристики и главные размерения:

- водоизмещение полное — 140 т;
- длина — 30,4 м;
- ширина — 11,4 м;
- осадка в водоизмещающем положении — 1,9 м;
- осадка при ходе на воздушной подушке — 0,7 м;
- экипаж (в зависимости от вооружения) — 6 человек;
- скорость — 50 узлов.

Судовая энергетическая установка представляла собой два дизеля марки MTU 16V396TB94 мощностью по 2130 кВт, работающих на два водометных движителя типа КаМеВа ZF BU 755D. Для создания воздушной подушки использовались два нагнетателя мощностью по 585 кВт.

Скеговый КВП Smuge был вооружён 40-мм пушкой, причем орудийная башня располагалась в кормовой части корабля. Остальные вооружения были съемно-модульными. В зависимости от решаемых задач на катере могли быть установлены либо контейнеры ПУ крылатых противокорабельных ракет, либо ЗРК, либо торпедные аппараты и бомбометы ПЛО, либо мины заграждения. Кроме того, предусмотрена установка минных рельсов, тралов и гидроакустической аппаратуры.

Все вооружения, кроме артиллерийского орудия, располагались внутри корпуса. Большая часть оборудования (включая палубные механизмы) и вооружение могли выдвигаться (контейнеры с ПКР, антенны РЛС и связи, мачта).

Шведские специалисты впервые применили технологию Stealth в кораблестроении в ходе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию экспериментального ракетного КВП Smuge скегового типа. С целью снижения отражающей радиолокационной поверхности КВП имеет низкий сглаженный силуэт, заваленные борта и стенки надстройки. В центре грузовой палубы находится шахта гидроакустической станции. Ходовая рубка расположена впереди нее, ближе к носовой части над жилыми помещениями.

Корпус катера имеет трехслойную конструкцию с легким наполнителем. Внешние слои обшивки выполнены из композита на основе армирующих стекломатериалов на полиэфирном и винилэфирном связующих с добавлением в элементы корпуса, работающих на растяжение, арамидных волокон (кевлар). Инфракрасное излучение катера уменьшается за счет трехслойной конструкции обшивки корпуса, обеспечивающей хорошую теплоизоляцию в слое наполнителя. Артиллерийская установка заключена в защитный колпак со скошенными стен-

ками. Поверхности корпуса и надстройки, а также все воздухозаборники покрыты радиопоглощающим материалом. На воздухозаборниках, кроме того, установлена противорадарная сетка.

Для снижения уровня физических полей в шпангоуты, двери, люки и системы трубопроводов включены гальванические прерыватели со специальными резиновыми соединениями. Выхлопные трубы изготовлены из нержавеющей стали. В качестве эксперимента один из двух гребных валов от двигателя до водомета выполнен композитным на основе стекловолокна. Он изготовлен методом намотки.

Несмотря на малые размеры опытного КВП, он послужил полноценным прототипом для боевых кораблей скандинавских стран. При его проектировании и строительстве был приобретён ценный опыт, а также отработан ряд важных конструкторских решений (оружие, скрытое в корпусе, использование водометов в качестве движителей, применение новых радиопоглощающих конструкционных материалов, принципиально новая корабельная архитектура). Были отработаны технологии изготовления основных узлов надводного корабля, обеспечивающих его наибольшую скрытность. Были проведены испытания нового оружия и радиоэлектронного оборудования.

Наш обзор подошел к рассмотрению самого известного военного корабля наступившего века — шведского корвета класса Visby (рисунок 6). Этот проект явился, с одной стороны, детищем компромисса, связанного с недостатком бюджетного финансирования перспективных разработок ВМС Швеции, а с другой стороны, результатом стремления применить все самые передовые решения военной (и не только военной) морской техники.

Разработка перспективных боевых кораблей в интересах ВМС Швеции началась в первой половине девяностых годов. Изначально командование флота заказало создание двух новых проектов боевых кораблей под условными обозначениями YSM (Ytstridsfartyg Mindre — «Малый боевой корабль») и YSS (Ytstridsfartyg Större — «Большой боевой корабль»). Однако бюджетные ограничения привели к объединению двух программ. В результате разработчики постарались объединить проектные решения, предназначенные для двух типоразмеров кораблей в одном корвете. И специалистами фирмы Kockums AB при содействии



Рисунок 6. Корвет из композиционных материалов класса Visby [5]



**Рисунок 7.**  
Корвет класса Visby.  
Вид сбоку [5]

военно-морского флота и Королевского технологического института был разработан проект YS2000 (Ytstridsfartyg 2000 — «Боевой корабль 2000 года»).

Главной особенностью спроектированного боевого корабля оказался чрезвычайно широкий спектр задач, который он должен решать. Корвет должен уничтожать надводные и береговые цели, искать и уничтожать подлодки, вести поиск морских мин,

сопровождать конвои и так далее. (рисунки 7–11).

Решение о строительстве новых корветов проекта YS2000 было принято в 1995 году. В середине октября этого года компания Koskims AB получила заказ на первые два корабля серии. В соответствии с контрактом верфь должна была построить и передать флоту два корабля: головной Visby (K31) и второй Helsingborg (K32). В декабре 1996 года ВМС Швеции разместили на верфи заказ еще на два корабля: Härnösand (K33) и Nyköping (K34). В августе 1999 года был заключен контракт на постройку еще двух кораблей проекта YS2000, но из-за бюджетных ограничений он был сокращен в два раза. В результате по третьему контракту был заказан корвет Karlstad (K35). Необходимо отметить, что командование ВМС Швеции не сразу приняло решение об окончательном сокращении серии. В октябре 2001 года было принято лишь предварительное решение. Военные оставляли за собой право вновь заказать корвет до осени 2003 года, но так и не воспользовались этим правом. Общая стоимость программы строительства пяти боевых кораблей составила, по различным оценкам, сумму около 0,9 млрд. долларов США.

Головной корабль Visby был заложен на верфи Koskims AB в Карлсруне в феврале 1995 года. Его строительство затянулось на несколько лет. Попытка объединить в одном проекте функциональные задачи, присущие кораблям различных типов и размеров, его излишняя универсальность привели к существенным проблемам в постройке, а также в оснащении различным оборудованием и вооружением. Стремление использовать при постройке корвета массу новых технологий только усугубило ситуацию. В результате корабль был спущен на воду только в середине 2000 года. Дальнейшая достройка также сопровождалась серьезными трудностями. На испытания корабль вышел не полностью укомплектованным. В 2008 году в



**Рисунок 8.** Корвет из композиционных материалов класса Visby [5]



**Рисунок 9.** КДостройка корвета класса Visby на верфи [5]



**Рисунок 10.** Корветы из композиционных материалов класса Visby [5]



**Рисунок 11.** Водоводы водометов корвета класса Visby [5]



шведских СМИ сообщалось, что корвет Visby все еще не получил все необходимое вооружение и оснащен только артиллерийской установкой.

Второй корвет Helsingborg и третий корвет Härnösand этого проекта были заложены соответственно летом 1997 года и зимой 1997–1998 годов. В середине 1998 года началось строительство корвета Nyköping, а последний корвет Karlstad заложили в самом конце 1999 года. Закладка шестого корвета не производилась, хотя часть оборудования для него была заказана. Впоследствии оно было использовано для берегового тренажера, предназначенного для обучения экипажей.

Уточнения, вносимые в проект YS2000 по результатам испытаний головного корабля, привели к существенной разнице в комплектации остальных кораблей серии оборудованием и вооружением. Это обусловило существование внутри проекта проектных модификаций, по терминологии строителей корвета — версий. В середине декабря 2009 года компания подрядчик Kockums AB сдала флоту два первых корабля серии: Helsingborg и Härnösand. Из установленной комплектации кораблей испытания прошла только артиллерийская установка. Эти корабли были отнесены к версии 4.

Кроме того, длительные сроки строительства головного корабля серии и не менее длительных его испытаний привели к устареванию ряда первоначальных проектных решений. Поэтому головной корвет Visby непосредственно после окончания испытаний вернулся на верфь для модернизации до версии 5, включавшей обновленный состав оборудования и вооружений, в том числе противоминного и ракет класса корабль-корабль. Четвертый и пятый корабли серии были сданы флоту только 16 сентября 2015 года. Таким образом, строительство серии корветов класса Visby растянулось на целых двадцать лет.

Многоцелевые корветы класса Visby имеют следующие проектные характеристики и главные размерения:

- полное водоизмещение — 640 т;
- длина — 72,7 м;
- ширина — 10,4 м;
- осадка — 2,4 м;
- скорость полного хода — 35 узлов;
- скорость экономического хода — 15 узлов;
- дальность плавания экономическим ходом — 2500 миль.

СЭУ корабля включает два дизельных двигателя MTU Friedrichshafen 16V2000 N90 мощностью по 1,3 МВт каждый и четыре газовых турбины Honeywell TF50A мощностью по 4 МВт каждая. В состав СЭУ входят три дизель генератора мощностью 270 кВт каждый. Дизельные двигатели используются для экономического хода. Газовые турбины — для полного хода. В качестве движителей используются водометы KaMeWa. Манёвренность корабля на малых ходах (например, при швартовке к причалу) обеспечивается благодаря наличию в носовой части подруливающего устройства HRP 200-65 мощностью 125 кВт производства фирмы Holland Roer Propelle. Привод водометов осуществ-

ляется при помощи гребных валов, с которыми через редукторы соединены дизельные двигатели и газовые турбины. Такая схема СЭУ является для военных кораблей достаточно традиционной. Ток для бортовых потребителей вырабатывают три генератора общей производительностью 870 кВт. Один дизель-генератор расположен в носовой части корабля, два других находятся в машинном отделении и отделении водометов.

В качестве вооружения корвета применена 57-мм орудийная башенная установка Bofors и два опускаемых в подпалубное пространство 127-мм реактивных бомбомета. На первых четырёх кораблях класса Visby артиллерийская установка составляет основу противовоздушной и противоракетной обороны. За надстройкой находятся пусковые установки противокорабельных ракет Saab Bofors RBS-15 Mk 2. Боекомплект корвета включает восемь таких ракет. При помощи этого оружия корабль может уничтожать надводные цели на дальностях до 250 км.

Обводы корпуса корвета выполнены по типу «глубокое V». Обводы этого типа обеспечивают кораблю хорошую управляемость и более высокие мореходные качества, чем у круглоскулых кораблей. Для обеспечения оптимального ходового дифферента в кормовой оконечности применены управляемые транцевые плиты. Утверждается, что применение транцевых плит позволяет обеспечить экономию топлива на 4–6%. Все эти решения в течение многих лет применяются в скоростном судостроении. В отечественном военно-морском флоте вместо транцевых плит применяются интерцепторы.

Архитектурно-компоновочная схема корабля представляет собой моноблок с интегрированной надстройкой, расположенной в районе мидель-шпангоута. Необходимо отметить, что формы надводной части корвета класса Visby проектировались для использования технологий малой радио-заметности Stealth. В рамках этой концепции оборудование и вооружение располагаются внутри корпуса, сформированного множеством ровных панелей. Вся надводная часть корпуса выполнена в виде комбинации больших плоских поверхностей, расположенных под различными углами, что также способствует рассеиванию электромагнитной энергии. Также для уменьшения заметности сокращена надстройка, представляющая собой блок, состоящий из двух основных частей. В передней части надстройки, имеющей форму усеченной пирамиды, располагается мостик. Артиллерийская установка расположена перед надстройкой в композитной башне из радиопоглощающего материала. За надстройкой расположена открытая площадка, занимающая около 35% длины корпуса, с пусковыми установками ракет, которая может использоваться как вертолетная площадка.

Корпус корвета выполнен из трехслойного композиционного материала в виде сэндвича (sandwich construction) — поливинилхлоридного среднего слоя и наружных слоёв из углепластика на винилэфирном связующем. Применение в конструкции корпуса полимерного трехслойного композита позволило



**Рисунок 12.** Противоминный скеговый КВП из композитов класса Alta [6]



**Рисунок 13.** Противоминный скеговый КВП из композитов класса Oksoy поднимается на воздушную подушку [6]



**Рисунок 14.** Противоминный скеговый КВП из композитов класса Alta [6]

значительно снизить массу корпуса. По утверждениям проектантов корпус корвета Visby на 50% легче, чем корпус аналогичных размеров, выполненный из традиционных материалов. Технология изготовления судовых конструкций из полимерных композиционных материалов была разработана на верфи Kockums AB. Отработка технологии до уровня получения необходимого количества панелей стандартного качества заняла несколько лет.

К настоящему времени все пять корветов класса Visby переданы флоту и несут полноценную службу. За последние несколько лет все корабли были модернизированы до версии 5 и по результатам этого обновления официально приняты в состав военно-морских сил Швеции.

За несколько лет службы корветы класса Visby несколько раз принимали участие в различных учениях, в ходе которых решали задачи противолодочной обороны, искали мины и выполняли иные миссии. По понятным причинам такие корабли еще ни разу не участвовали в реальных боевых действиях. Из-за этого оценивать их эффективность можно только по результатам учебных мероприятий, но не эксплуатации в условиях реального конфликта.

Ранее появлялась информация о желании компании Kockums AB предложить корветы класса Visby зарубежным заказчикам. Для этого даже были разработаны несколько новых вариантов проекта, отличающихся от базовой версии размерами, составом оборудования и

другими характеристиками. Насколько известно, пока ни один зарубежный заказчик не проявил интереса к этим предложениям. Вряд ли следует ожидать, что список владельцев таких корветов пополнится в ближайшем будущем.

Несмотря на малое количество построенных кораблей, проект Visby представляет большой интерес. Шведским судостроителям удалось решить ряд важных проблем, касающихся расширения круга выполняемых задач, обеспечения минимальной заметности для средств обнаружения противника и так далее. Результатом этого стало появление кораблей с нестандартным внешним видом и многообещающими характеристиками.

## Норвегия

Мы плавно переместились из области водоизмещающих кораблей и судов, к которой, безусловно, относится большинство тральщиков и искателей мин, в область судов с динамическими принципами поддержания. Это связано с использованием кораблей на воздушной подушке в качестве противоминных судов.

В ноябре 1989 года норвежской компании Kværner Båtservice в коммуне Мандал (позднее Kværner Mandal) был дан заказ от ВМС Норвегии на проектирование и постройку серии противоминных кораблей на воздушной подушке (далее КВП) с корпусами из стеклопластика. А в 1990 году была начата постройка головного корабля. Норвежские противоминные КВП были скеговыми. Они имели корпуса катамаранной формы с двумя скегами, изготовленные из композиционных материалов, а также гибкое ограждение воздушной подушки в носу и в корме между скегами.

Норвежские противоминные КВП строились по двум похожим проектам. Они относятся к классам Oksoy и Alta. Противоминные КВП класса Oksoy являются искателями мин, а противоминные КВП класса Alta — тральщиками. Четыре корабля класса Oksoy вошли в состав флота в 1994–1995 годах, а пять кораблей класса Alta — в 1996–1997 годах (рисунки 12–14).

Норвежские противоминные КВП классов Oksoy и Alta различаются только составом противоминного вооружения и другого оборудования. При этом они имеют следующие проектные характеристики и главные размерения:



- водоизмещение полное — 375 т;
- длина — 55,2 м;
- ширина — 13,6 м;
- высота до несъемных частей — 21 м;
- осадка в водоизмещающем положении — 2,6 м;
- осадка при движении на ВП — 0,9 м;
- экипаж — 32 человека;
- скорость — 20 узлов;
- дальность действия — 1500 морских миль при скорости 20 узлов.

Корабль имеет две идентичных СЭУ по одной в каждом из скегов. СЭУ включает дизельный двигатель MTU мощностью 1950 л. с., один нагнетатель и один движитель — водомет «Эврика». Передача вращения на нагнетатель от двигателя — прямая.

В качестве вооружения используются две пусковые установки для зенитных управляемых ракет «Мистраль», одна 20-мм артиллерийская установка и два 12,7-мм пулемета. В состав противоминного вооружения входят тралы Oropesa (механический), Agate (акустический) и Elma (магнитный). Цена за один корабль составила 450 миллионов норвежских крон.

Корпусы КВП классов Oksoy и Alta изготовлены из стеклопластика. По имеющейся информации в качестве связующего применялись полиэфирные смолы, а в качестве технологии изготовления — контактное формование.

Получение заказа на девять противоминных КВП из композитов компании Kværner Båtservice, расположенной в коммуне Мандал с высоким уровнем безработицы, обещало создание сотен рабочих мест. Поэтому компания предложила цену за корабль существенно ниже, чем конкуренты.

Но старая верфь компании в Вестнесе имела определенные ограничения как по ширине, так и по глубине. Поэтому было начато строительство новой верфи в Гисмеройе сразу после подписания контракта на постройку кораблей. Компания параллельно вела инженерные проработки на старой верфи в Вестнесе и строительство новой верфи.

С самого начала стало очевидно, что инженерные задачи недооценены, а проектирование и постройка займут больше времени, чем ожидалось. В процессе проектирования и изготовления опытных образцов выявились существенные недостатки подъемного комплекса. Стремление минимизировать уровень физических полей корабля обусловило первоначальное изготовление его нагнетателей полностью композитными. Это привело к тому, что ресурс их использования оказался ограниченным, а поломки — частыми. Со временем проектировщикам удалось решить эту проблему.

Новая верфь была открыта в декабре 1990 года министром обороны Йоханом Йоргеном Холстом. В 1991 году компания после ряда слияний и поглощений стала называться Kværner Mandal. Сотни работающих сотрудников компании ожидали, когда окончательные чертежи поступят в производство, однако проектные решения задерживались. Это привело к тому, что уже в 1993 году реализация проекта отставала от графика

постройки на 18 месяцев. И ВМС Норвегии пригрозили приостановить платежи. Кроме того, образовалась существенная разница между контрактной ценой кораблей и фактическими затратами компании на их проектирование и постройку. Но было принято политическое решение, после чего государству и компании удалось договориться о разделении убытков. Был разработан измененный план финансирования и измененный график поставок. В течение последующих нескольких лет компания Kværner Mandal производила в среднем два корабля в год.

Головной корабль Oksoy был спущен 24 марта 1994 года. Крестной матерью этого корабля была сама королева Норвегии. Девятый и последний корабль был поставлен ВМС Норвегии 8 августа 1997 года. Качество постройки кораблей было признано очень хорошим.

Однако корабли оказались очень дорогими в эксплуатации. Кроме того, их преследовали поломки. В 2002 году сгорел один из противоминных кораблей класса Alta — Orkla. Головной корабль Oksoy и корабль класса Alta, имеющий название Glomma, имели по 10–12 дней эксплуатации до выведения их в резерв в 1999 году. В 2003 году было принято решение об исключении их из списков флота, которое произошло после 2007 года. Оборудование и запасные части с них были сняты для поддержания в строю оставшихся шести кораблей. Предполагалась продажа этих корпусов для гражданских целей в порты Стокгольма и Копенгагена, но контракты не состоялись. Корпус корабля Glomma в 2009 году был продан на слом.

Таким образом, в составе ВМС Норвегии находятся шесть противоминных КВП из композитов: три класса Oksoy и три класса Alta.

Один из тральщиков класса Alta должен быть переоборудован в учебный корабль для обучения минеров-водолазов. Ожидается, что оставшиеся корабли будут исключены из списков флота до 2027 года.

Располагая опытом экспериментальных испытаний ракетного катера Smuge и учитывая опыт создания противоминных кораблей класса Oksoy и Alta, компания Kværner Mandal 30 августа 1996 года получила от ВМС Норвегии заказ на создание проекта SMP 6081 ракетного катера (в Норвегии этим кораблям присвоили класс — корвет) из композиционных материалов Skjold (рисунок 15). Головной корабль



Рисунок 15. Корвет из композиционных материалов Skjold [7]



Рисунок 16. Корвет из композиционных материалов Skjold [7]

класса Skjold (P960) был спущен на воду 22 сентября 1998 года и был передан ВМС Норвегии 17 апреля 1999 года. Наученные горьким опытом заказа кораблей у компании Kværner Mandal (которая в 1996 году получила наименование Umoe Mandal после очередных преобразований) и опытом эксплуатации противоминных кораблей класса Oksøy и Alta, ВМС Норвегии провели всестороннюю опытную эксплуатацию головного корабля класса Skjold. Были определены дополнительные требования к проекту. Лишь в июне 2002 года норвежское правительство одобрило приобретение еще пяти кораблей класса Skjold. Переговоры по контракту продолжались около года и были завершены в июле 2003 года.

Можно предположить, что на заказ серии кораблей класса Skjold норвежское правительство, кроме прочего, подвигли союзники — США. Дело в том, что в течение тринадцати месяцев, с лета 2001 года до сентября 2002 года, головной корабль класса Skjold на условиях аренды находился в США. Там были проведены его всесторонние испытания, которые были необходимы ВМС США и Береговой охране для изучения этого корабля. Корабль участвовал в ряде морских учений и ряде тестов, а так же в программах научно-исследовательских учреждений NAVSEA и Управления военно-морских исследований. Это явилось результатом двустороннего соглашения, по которому ВМС США рассматривали корабль класса Skjold в качестве основы для строительства своих кораблей класса LCS.

В сентябре 2003 года головной корабль Skjold был временно выведен из эксплуатации и вернулся на верфь-строитель для модернизации СЭУ. После чего корабль начал новые ходовые испытания в ноябре 2006 года. В середине 2008 года головной корабль Skjold был переведен в разряд экспериментальных судов для проведения различных военно-морских исследований (рисунок 16).

Как бы то ни было, была построена серия из пяти кораблей, которые получили названия: Storm (P961), Skudd (P962), Steil (P963), Glimt (P964), Gnist (P965). Они были спущены на воду в ноябре 2006 года и начали ходовые испытания в январе 2008 года.

Проектные характеристики и главные размерения корветов класса Skjold:

- водоизмещение полное — 260 т;

- длина — 46,9 м;
- ширина — 13,5 м;
- осадка в водоизмещающем положении — 2,3 м;
- осадка при ходе на воздушной подушке — 0,8 м;
- скорость полного хода — 55 узлов;
- дальность плавания — 800 миль;
- экипаж — 15 человек.

СЭУ корабля состоит из двух газотурбинных двигателей Rolls-Royce Allison 571KF мощностью по 6000 кВт (8160 л. с.) каждый и двух вспомогательных двигателей MTU 6R 183 TE52 мощностью 275 кВт каждый. Подъемный комплекс состоит из двух нагнетателей. Можно предположить, что в этой части используются решения, отработанные при создании ракетного катера Smuge и противоминных кораблей класса Oksoy. В качестве движителей на корабле используются два водомета KaMeWa. Система управления кораблем включает управление давлением в воздушной подушке для стабилизации положения корабля при подъеме на подушку и на ходу. Все жизненно важные системы корабля продублированы.

В качестве вооружения на корабле установлен ударный противокорабельный комплекс в составе восьми противокорабельных ракет Kongsberg NSM. Ракеты NSM оснащены GPS навигаторами и имеют дальность стрельбы до 150 км. Серийное производство NSM началось в июне 2007 года. В качестве ракет ПВО ближнего радиуса действия используются ракеты с инфракрасным наведением MBDA Mistral. Ракеты размещаются в двух счетверенных пусковых установках в корпусе в кормовой части судна. В носовой части корабля расположена одна 76-мм автоматическая артиллерийская установка с дальностью стрельбы 12 км и 12,7 мм пулемет.

В качестве материала корпуса и надстройки используются композиционные материалы, сочетающие стеклянные и углеродные волокна. Из композиционных материалов, армированных углеродными волокнами, в основном изготовлены элементы корпуса, работающие на растяжение. При постройке корпуса широко применялась вакуумная инфузия. В связующее добавлены присадки, повышающие огнестойкость готовых конструкций.

Поверхности корпуса и надстройки спроектированы по технологии Stealth. На больших поверхностях корпуса установлены радиопоглощающие панели. Разработчики полагали важнейшим качеством корветов класса Skjold их скрытность в прибрежной зоне, особенно в условиях Норвегии с ее островами и фьордами, что позволит им осуществлять наблюдение и наносить удары с близкого расстояния, оставаясь при этом незамеченными.

Прибрежные корветы класса Skjold оснащены многофункциональными радарными, способными вести радиолокационный контроль воздушной и морской обстановки, средствами радиоэлектронной борьбы и подавления, а также электронно-оптическими сенсорами. На кораблях класса Skjold установлены системы связи стандарта Link 11 и Link 16, которые позволяют экипажу корабля обмениваться инфор-



мацией с другими военными подразделениями, находясь в составе ВМС НАТО.

## Дания

Датский противоминный корабль из композиционных материалов класса Holm близок по своим размерам к отечественным рейдовым тральщикам. Корабли класса Holm построены по проекту, разработанному совместно Hauschildt Marine в сотрудничестве с Danish Defence Acquisition and Logistics Organization/Naval Material Comman в Копенгагене, а также судостроительной верфью Danish Yacht в Скагене небольшой серией из шести единиц в 2005–2008 годах. Корабли получили названия: A 541 Birkholm, A542 Fyrholm, A543 Ertholm, A544 Alholm и MSD5 Hirsholm, MSD6 Saltholm. Два корабля (A541 и A542) используются в качестве геодезических судов. Корабли A543 и A544 являются учебными судами. Последние два (MSD5 и MSD6) введены в эксплуатацию в качестве дронов с дистанционным управлением для разминирования и в случае необходимости в качестве вспомогательных судов.

По своей архитектурно-компоновочной схеме корабли класса Holm имеют бак, простирающийся от носа почти до миделя. В кормовой части бака расположена надстройка, объединенная в один блок с ходовой рубкой. У кораблей A541–A544 и MSD5–MSD6 дымовые трубы расположены в кормовой части корпуса на палубе. Мачта расположена непосредственно за надстройкой.

Противоминные корабли класса Holm имеют следующие проектные характеристики и главные размеры:

- водоизмещение — 98 т;
- длина — 28,9 м;
- ширина — 6,3 м;
- осадка — 1,74 м;
- скорость полного хода — 13 узлов;
- дальность действия — 600 миль при скорости 10 узлов;
- экипаж — 3 человека, могут размещаться 10 кадет.

В качестве главных двигателей используются двигатели Scania DC16 мощностью 375 кВт каждый. В качестве движителей на корабле применены винто-рулевые колонки, обеспечивающие кораблю высокую маневренность. Кроме колонок на миделе расположено подруливающее устройство HRP411, обеспечивающее кораблю возможность движения лагом.

Пушечно-пулеметного вооружения корабли класса Holm не имеют. Архитектурно-компоновочные решения обеспечивают многофункциональность корабля, в том числе и реализацию противоминных функций. Данных о противоминном вооружении кораблей класса Holm в открытых источниках нет.

Важно отметить, что противоминные корабли класса Holm также построены исключительно с использованием гражданских технологий. Все материалы и



Рисунок 17. Противоминный корабль класса Holm [8]

комплектующие для этих кораблей были приобретены на гражданском рынке. Это обеспечило высокую рентабельность постройки кораблей, а также упростило обеспечение их многофункциональности.

Корпус, надстройка и другие конструкции кораблей класса Holm изготовлены из композиционных материалов на основе стекловолокна методом вакуумной инфузии. Обшивка корпуса выполнена в виде сэндвича.

## Заключение

В настоящем обзоре (опубликованном в журналах «Композитный мир» № 1 (88), № 2 (89) и № 3 (90) 2020 года), посвященном применению композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом, рассмотрены военные корабли, изготовленные из композиционных материалов в период с 1972 по 2015 год. Эти корабли созданы в таких высокоразвитых в судостроительном отношении странах как Великобритания, США, Франция, Италия, Бельгия, Нидерланды, Швеция, Норвегия, Австралия.

В результате анализа информации, изложенной в данном обзоре, необходимо отметить следующее. Композитное кораблестроение (то есть постройка военных кораблей из композиционных материалов) является высокотехнологичной, очень сложной в инженерном отношении отраслью судостроительной промышленности. В самых развитых судостроительных державах имеется ограниченное количество компаний, способных создавать военные корабли из композитов. К числу таких компаний можно отнести Vosper Thornycroft (теперь VT Group) Великобритания, Kværner Mandal (теперь Umoe Mandal) Норвегия, Kockums AB Швеция, Intermarine Италия и еще несколько подобных верфей. Радует, что среди этих центров компетенций вровень стоит отечественный Средне-Невский судостроительный завод совместно с ЦМКБ «Алмаз».

Известно, что проектирование крупной судовой корпусной конструкции из композитов представляет собой триединую задачу. Это проектирование собственно конструкции, проектирование технологии ее изготовления, а также проектирование композиционного материала для этой конструкции на базе определенных исходных материалов, выбор

## Применение

которых определяется технической и экономической целесообразностью.

Поэтому одной из целей обзора было рассмотрение изменения принципов проектирования военных кораблей одного и того же назначения на протяжении десятилетий. Рассматривая построенные корабли, необходимо сравнить их внешний вид, а также архитектурно-компоновочные решения, заложенные в проекты кораблей как находящихся в строю с 1980 годов, так и построенных в начале нового века.

На протяжении этого периода произошла эволюция применения композиционных материалов от стеклопластиковых конструкций, воспроизводящих корпуса достаточно тихоходных кораблей, до легких высокопрочных комбинаций, сочетающих композиты на основе стеклянных, арамидных и углеродных волокон, лежащих в основе конструкций корпусов скоростных кораблей, спроектированных по технологии Stealth.

Еще одним революционным техническим решением при постройке военных кораблей из композиционных материалов стала замена классической технологии контактного формования, по которой было построено большинство корпусов рассматриваемых кораблей, технологией вакуумной инфузии. Это позволило существенно уменьшить количество сотрудников, занятых непосредственно формовкой корпуса на стапеле, и одновременно повысить качество и механические характеристики судовых корпусных конструкций из композитов. Переход к технологии

вакуумной инфузии также потребовал применения новых исходных материалов для композита корпуса. Радует, что наша страна в этой области находится на передовых рубежах в мире, продолжая серийную постройку корпусов противоминных кораблей проекта 12700 «Александрит» методом вакуумной инфузии.

Нельзя обойти вниманием те возможности, которые дает применение композиционных материалов для кораблей, использующих динамические принципы поддержания, а также других скоростных кораблей. Применение современных композитов для корпусных конструкций позволяет существенно повысить тактико-технические данные корабля в части скорости и маневренности. Кроме того, применение композитов позволяет существенно повысить полезную нагрузку, которую несет корабль. Применительно к рассмотренным военным кораблям это повышение полезной нагрузки обеспечило применение новых более современных видов вооружений, расширило функциональные возможности кораблей.

Несмотря на то, что в обзоре рассмотрена лишь небольшая часть направлений развития и совершенствования конструкции военных кораблей из композиционных материалов зарубежной постройки, хочется надеяться, что данный обзор будет интересен не только специалистам, занимающимся проектированием военных кораблей из композиционных материалов, но и всем, кто интересуется морской техникой. **КМ**

# ПОРТАЛ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ЗАКАЗЧИКОВ



ПРОИЗВОДСТВО  
СТЕКЛОПЛАСТИКА



ПРОИЗВОДСТВО  
ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ



ПРОЗРАЧНОЕ ЛИТЬЕ



ФОРМЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ  
СИЛИКОНА И ПУ

## БЕСПЛАТНАЯ РЕКЛАМНАЯ ПЛАТФОРМА | ПОИСК ЗАКАЗОВ И ИСПОЛНИТЕЛЕЙ



ДОБАВИТЬ ЗАКАЗ



ДОБАВИТЬ ПРОИЗВОДСТВО

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





Организатор



Партнеры



# II Международная конференция Композиты России: игроки и рынки

19-20 августа 2020, Санкт-Петербург, Россия  
отель Holiday Inn Moskovskye Vorota

В программе:

- Векторы развития и государственная поддержка
- Сырье и технологии: спрос и предложение
- Углеволокнистые композиты: потенциал роста продаж
- Композитные трубы: отрасли, игроки, объемы, тенденции

А также особенности потребления композитов в:  
дорожном строительстве  
гражданском и промышленном строительстве  
колесной технике  
альтернативной энергетике



+7 499 346 03 42

[conf@composites-conf.com](mailto:conf@composites-conf.com)  
[www.composites-conf.com](http://www.composites-conf.com)

Узнайте мнения  
ключевых экспертов

Медиапартнеры



КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ХимОнлайн



**Гладких Андрей Викторович**  
**Абрамова Мария Геннадьевна**, к.т.н.  
ФГУП «ВИАМ», Россия, Москва

**Малкин Валентин Алексеевич**, к.т.н.  
ООО «ВМ-Геликоптеры», Россия, Тольятти

# **Климатические испытания лопасти винта легкого вертолета, совмещенные с механическим нагрузением**

В современном авиастроении одной из важных задач является обеспечение надежности и безотказности работы конструктивных элементов планера. Именно этот факт обуславливает необходимость применения новых материалов, а также более глубокого изучения свойств уже используемых конструктивных материалов и конструкций в целом. В работе рассматривается совместное влияние механических нагрузок и климатического воздействия на свойства лопасти винта легкого вертолета, изготовленной из полимерного композиционного материала на основе стеклопластика.



Лопать несущего винта является основной частью, определяющей летные качества и безопасность вертолетов. В силу требований, предъявляемых к лопастям, и учитывая действующие нагрузки, хвостовые секции лопасти должны отвечать следующим требованиям: прочность конструкции, минимальная масса, жесткость конструкции, достаточный ресурс (не менее ресурса лонжерона лопастей), гладкость аэродинамической поверхности, возможность изготовления в серийном производстве, возможность ремонта в полевых условиях и так далее.

Наибольшее применение получили стеклопластиковые ПКМ на эпоксидной матрице. Это объясняется, в первую очередь, низкой стоимостью стеклопластика. Дальнейшее развитие конструкции лопасти из ПКМ связано с использованием гибридных композиций — сочетания углеволокна с органическим волокном и других подобных вариантов.

Агрессивное воздействие климатических факторов на элементы конструкций авиационной техники во многом обуславливает снижение их выносливости и срока службы. При этом дополнительное воздействие эксплуатационных нагрузок, в сочетании с воздействием климатических факторов, усиливает процессы деструкции материалов конструкции, что необходимо учитывать при проектировании.

Проведение исследований по оценке одновременного влияния нагрузок и воздействия атмосферных факторов на выносливость конструкций помогает решить задачу обеспечения надежности и безотказности работы конструктивных элементов летательных аппаратов при эксплуатации.

В статье представлены исследования по изменению свойств стеклопластиковой лопасти легкого вертолета при воздействии факторов внешней среды и механических напряжений.

Работа выполнена в рамках реализации комплексной научной проблемы 18.2. «Развитие методов климатических испытаний и инструментальных методов исследования» («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года»).

## Введение

Для вертолетов основной частью, определяющей его летные качества и безопасность, является лопать несущего винта [1]. Основная особенность условия работы лопасти несущего винта в том, что нагрузки, воздействующие на нее, будут изменяться во времени. В связи с этим при подборе материалов для изготовления лопастей в качестве главных выдвигаются такие требования:

- усталостная прочность: трещиностойкость (высокая сопротивляемость распространению усталостных трещин) и слабая чувствительность к концентраторам напряжений;
- сохраняемость механических свойств материалов, используемых при производстве лопасти с течением времени, а также при воздействии факторов окружающей среды;

- технологические требования: осуществимость изготовления при обеспечении необходимой формы элементов лопасти; увеличение жизни изделия упрочняющими технологиями; надзор за качеством продукции с проверкой правильности геометрии и соединений материалов в течение всех этапов производства; возможность серийного изготовления; ремонтпригодность лопасти в процессе ее эксплуатации, а также ремонта в тяжелых полевых условиях.

Также при изготовлении учитывают затраты на применяемые материалы, производство и стоимость эксплуатации. С учетом требований, приведенных выше, необходимо выбирать такой материал, который будет обладать высокими параметрами удельной прочности и удельного модуля упругости.

При производстве лонжерона лопасти из полимерных композиционных материалов (ПКМ) очень важно добиться его совместимости с материалом матрицы, например, по величине динамического удлинения, степени адгезии, коэффициента линейного и объемного расширения, влагонасыщения, времени старения и устойчивости ударным нагрузкам [2–5].

В начале становления вертолетостроения главную несущую часть лопасти — лонжерон изготавливали из древесины и металлических материалов (сталей, титановых и алюминиевых сплавов). Широкое применение древесины было зафиксировано в Ухтомском вертолетостроительном заводе им. Н.И. Камова во время его образования, а также на ранних этапах развития. Основополагающими моментами при подборе материалов послужили: низкая чувствительность дерева к концентраторам напряжений; легкость производства лопасти, так как не требовалась специализированная техника; низкая стоимость материалов и изготовления.

Изначально при производстве лонжерона его центральная часть была сделана из дельта-древесины (тонкие клееные листы дерева). Носовая часть профиля изготавливалась из набора клееных основных планок. Хвостовая часть представляла собой рамку из дельта-древесины, клееную с пенопластом. Поверхность лопасти была покрыта тканью и лаком, устойчивым к влаге. Во время эксплуатации были выявлены минусы применения древесины:

- применение лака не спасало лопасть, конструктивные элементы были пропитаны влагой, что приводило к изменению центра тяжести сечения (смещенному назад);
- применение антисептика не спасало от гнилостного разрушения примененных деревянных материалов во время эксплуатации, в связи с чем происходило снижение механических свойств лопасти.

Агрегаты каркаса лопасти, такие как обшивка, нервюры, хвостовые стрингеры, изначально производимые из древесины, тканей, металлических материалов, в новейших лопастях производят из ПКМ.



**Рисунок 1.** Вертолет «Беркут ВЛ»

В нынешнем вертолетостроении, как и в остальных передовых отраслях, композиты: в первую очередь, углепластики и органические пластики — имеют активное использование. В связи с тем, что они не проигрывают металлическим материалам по прочностным характеристикам, являются гибкими и теплостойкими, и в то же время значительно легче металлов. Помимо этого, полимерные композиционные материалы применяются там, где металлические материалы в принципе не подходят, например, при производстве радиопрозрачных элементов [6–7].

В отечественном вертолетостроении методы изготовления и применения композитных материалов существуют давно. Так, по некоторым показателям российские вертолетостроители порой обгоняли зарубежных коллег. В 1970–х годах на вертолетном заводе имени М.Л. Миля запустили производство лопастей из ПКМ по технологии намотки. Она отличалась от используемой тогда за рубежом технологии выкладки тем, что позволила автоматизировать производство.

В современном авиастроении одним из важных вопросов является вопрос обеспечения надежности и безотказности работы конструктивных элементов планера. На этапе проектирования, который вклю-

чает расчеты прочности конструкции, используются разработанные модели взаимодействия материала с внешними факторами: силовыми и температурными. Для выявления преждевременного разрушения элементов конструкции во время эксплуатации они подвергаются статическим испытаниям, которые выявляют ошибки проектирования и недостатки в методах расчета напряженно-деформированного состояния конструкции. Также они подвергаются циклическим испытаниям, необходимым для соблюдения принципов безопасного срока службы и безопасной повреждаемости [8–10].

С другой стороны есть проблема стойкости конструкций при взаимодействии с внешней средой, которая, как правило, приводит к коррозионным повреждениям. Борьбой с механическим износом и воздействием коррозии ученые занимаются с момента возникновения материаловедения. Поверхностные повреждения, вызванные коррозионным воздействием, сокращают выносливость всей конструкции, а дополнительное влияние силовой нагрузки повышает интенсивность коррозионного разрушения на поверхности элементов конструкции («коррозия под напряжением»). При эксплуатации прибавляется воздействие солнечного излучения, эрозийного износа, осадков и иных, иногда непрогнозируемых факторов, которые и определяют процессы старения и деградации материалов. Более сильное воздействие климатические факторы оказывают на ПКМ — под их воздействием могут существенно измениться прочностные свойства материала, что нужно принимать во внимание при проектировании изделий авиационной техники [11–13].

Исследования проведены в рамках реализации комплексной научной проблемы 18.2. «Развитие методов климатических испытаний и инструментальных методов исследования» («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года») [6].

### Объект исследования

В России создан двухместный легкий вертолет «Беркут-ВЛ» соосной схемы (рисунок 1). Винтокры-



**Рисунок 2.** Горизонтальный стенд для испытаний крупногабаритных конструкций



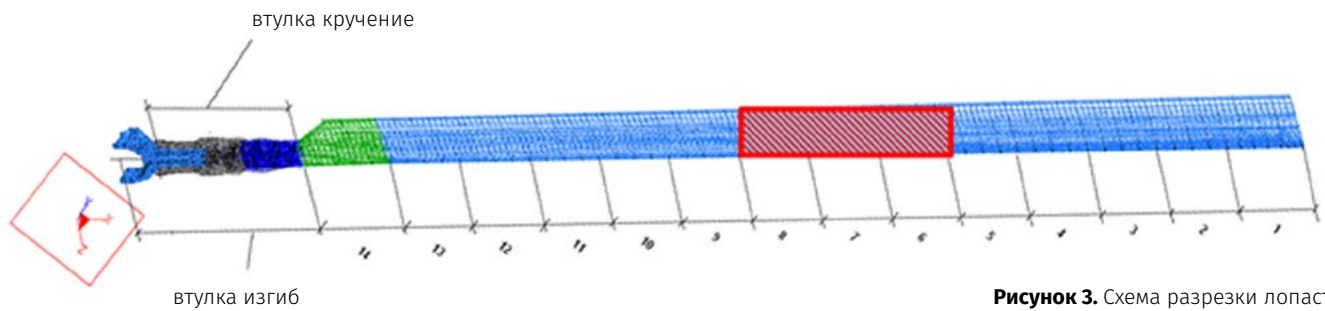


Рисунок 3. Схема разрезки лопасти

лая машина мощностью 147 л.с. была разработана в одноименном конструкторском бюро ООО «Беркут». Применение соосной схемы несущих винтов, вместо более распространенной классической, заметно улучшает удобство пилотирования. При отсутствии хвостового винта вертолет становится значительно безопасней, а при аналогичном сравнении с классической схемой — еще энерго- или тяговооруженней.

Лопasti винта вертолета «Беркут» изготавливались на производственно-технологической базе УНТЦ ВИАМ (Ульяновский научно-технологический центр ВИАМ). Лонжерон, образующий лобовую часть лопасти полый внутри, обшивка хвостовой части лопасти изготовлена из препрега на основе стеклянной ткани Т-10-14 и связующего ЭДТ-69Н. Заполнитель хвостовой части лопасти — пенопласт. Сборка склейка лонжерона, обшивок и заполнителя — на клее ВК-9. В носке лонжерона одновременно с его формованием вклеен с помощью эпоксидной смолы противофлаттерный груз из свинцовой дроби. Вес лопасти — 9 кг; длина — 3 м; ширина — 175 мм; геометрическая кривая лопасти — 10°.

## Методы испытаний

Испытания проводились для оценки совместного влияния воздействия факторов внешней среды и механических напряжений на свойства лопасти. Они проходили при экспозиции лопасти на открытой площадке при натурном воздействии климатических факторов в течение двух лет с периодическим механическим нагружением на горизонтальном стенде фирмы «Walter+Bai AG» LFM 1000-T4000 на силовом полу ГЦКИ ВИАМ им. Г.В. Акимова.

Исследовательская станция ГЦКИ ВИАМ, расположенная на Тонком мысе Геленджикской бухты Черного моря в 20 м от уреза воды, характеризуется умеренно-теплым климатом с мягкой зимой и высокой коррозионной активностью атмосферы (9 баллов по ГОСТ 9.039). Станция не имеет вблизи источников загрязнения воздуха промышленными отходами. Среднегодовая температура составляет 14°C, относительная влажность воздуха 73%, количество осадков ~800 мм/год [13–15].

Для возможности испытаний крупногабаритных образцов и элементов конструкций по техническому заданию ФГУП «ВИАМ» фирмой «Walter+Bai AG» был разработан и изготовлен стенд для испытаний большеразмерных конструктивно-подобных образцов и элементов конструкций в горизонтальном испол-

нении (рисунок 2). На стенде возможно проводить исследования в условиях параллельного воздействия климатических факторов и механических нагрузок как статических, так и циклических. Данное оборудование предназначено для испытаний крупногабаритных образцов, элементов соединений и конструкций из различных материалов на растяжение, сжатие, кручение, изгиб. Также для циклических и других испытаний образцов с размерами до 15000×1200×500 мм с одновременным воздействием параметров атмосферы приморской зоны, что значительно расширяет существующие традиционные методы механических и климатических испытаний [16].

Для проведения испытаний лопасти была разработана программа, предусматривающая проведение циклического нагружения в два этапа. Виды нагружения были выбраны исходя из реальных условий эксплуатации лопасти: кручение и растяжение. Циклическое нагружение проводилось длительно, с разделением общего числа циклов по 500 циклов 1 раз в 3 месяца для того, чтобы воздействие климата на конструкцию соответствовало реальному воздействию при эксплуатации конструкции в изделии. Циклические испытания являются успешными, если при их проведении не произошло разрушений испытываемых конструкций.

При проведении испытаний лопасть устанавливалась на горизонтальный стенд с использованием переходных приспособлений. Установка лопасти проводилась с расположением лонжерона на неподвижной части стенда при закреплении носка на нагружающем цилиндре стенда.

Первый этап испытаний по нагружению лопасти на кручение проводился по мягкому циклу: крутящий момент 166,7 Н/м при асимметрии цикла  $R = 0,05$ , с частотой  $f = 0,0083$  Гц по синусоидальной форме цикла. Каждый цикл проводилась запись диаграммы угол — крутящий момент. Это позволяло оценить возможность влияния совместного воздействия напряжений кручения и климатических факторов на свойства лопасти в части возникновения внутренних дефектов и их распространения. По первому этапу испытания проводились в течение одного года с ежеквартальным нагружением лопасти на 500 циклов. Общее количество циклов нагружения составило 2000 циклов.

После завершения первого этапа испытаний из центральной части был вырезан элемент длиной 70 см (30 см — испытательная зона, по 20 см — зоны захватов). Схема резки приведена на рисунке 3.

Второй этап испытаний элемента лопасти проводили при циклическом нагружении элемента лопасти на растяжение при нагрузке 39,91 кН, асимметрии цикла  $R = 0,05$ , с частотой  $f = 0,0083$  Гц по синусоидальной форме цикла. Испытания проводили в течение одного года с ежеквартальным нагружением лопасти на 500 циклов. Общее количество циклов нагружения — 2000.

После проведения испытаний по первому и второму этапу было выявлено отсутствие усталостных повреждений. Оценка жесткости конструкции показала, что влияющих на несущую способность повреждений, вызванных силовым или климатическим воздействием, не выявлено.

Проведенные испытания позволяют сделать вывод о высокой стойкости конструкции и материалов, примененных при ее изготовлении, в условиях воздействия климатических факторов и циклических нагружений.

## Заключение

Разработаны принципиальные подходы к проведению испытаний лопасти винта вертолета из полимерных материалов в условиях действия климатических факторов умеренно теплого климата приморской зоны в течение двух лет с периодическим воздействием механических напряжений эксплуатационного уровня при циклических нагружениях на кручение и растяжение.

По результатам проведенной оценки долговечности лопасти при совмещенных климатических и механических воздействиях было выявлено отсутствие усталостных дефектов. Это показало высокое качество изготовления лопасти из полимерного композиционного материала, а также обеспечение заданных при проектировании прочностных характеристик конструкции лопасти винта вертолета. **КМ**

## Список литературы

1. Слюсарь Б. Н., Флек М. Б., Гольдберг Е. С., Рождественская Н. В., Швецов С. Н. Технология вертолетостроения. Технология производства лопастей вертолетов и авиационных конструкций из полимерных композиционных материалов. — Ростов на дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2013. — 8 с.
2. Дьяченко Ю. В., Коллеров В. В., Мещеряков А.Н. Технология изготовления лопастей вертолетов: учеб. пос. — Харьков: Харьковский авиационный институт, 1992. — 54 с.
3. Далин В. Н., Михеев С. В. Конструкция вертолетов: учебник. — М.: МАИ, 2001. — 352 с.
4. Дементьева Л. А., Серезенков А. А., Лукина Н. Ф., Куцевич К. Е. Свойства и назначение композиционных материалов на основе клеевых препрегов // Труды ВИАМ. — 2014. — №8. — Ст. 06. — URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 05.07.2019). DOI: 10.18577/2307-6046-2017-0-8-6-6.
5. Куцевич К. Е., Дементьева Л. А., Лукина Н. Ф., Тюменова Т. Ю. Клеевые препреги — перспективные

материалы для деталей и агрегатов из ПКМ // Авиационные материалы и технологии. — 2017. — №5. — С. 379–387. — DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-5-379-387.

6. Каблов Е. Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // Авиационные материалы и технологии. — 2012. — №5. — С. 7–17.
7. Каблов Е. Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии. — 2015. — №1. — С. 3–33. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33.
8. Дорошенко Н. И., Чурсова Л. В. Эволюция материалов для лопастей вертолетов // Авиационные материалы и технологии. — 2012. — № 2. — С. 16–18.
9. Резниченко В. И. Изготовление лопастей вертолетов из неметаллических материалов: учеб. пос. — М.: МАИ, 1977. — 63 с.
10. Бохоева Л. А., Рогов В. Е., Курохтин В. Ю., Перевалов А. В., Чермошенцева А. С. Определение ресурсных характеристик изделий авиационной техники на основе стендовых испытаний с использованием компьютерных технологий на примере лопасти винта вертолета // Системы. Методы. Технологии. — 2015. — № 4 (28). — С. 36–42.
11. Каблов Е. Н., Старцев В. О. Системный анализ влияния климата на механические свойства полимерных композиционных материалов по данным отечественных и зарубежных источников (обзор) // Авиационные материалы и технологии. — 2018. — № 2. — С.47–58. — DOI: 10.18577/2071-9140-2018-0-2-47-58.
12. Беляков В. Т., Панов Н. Н., Филиппов В. В. Техническая эксплуатация вертолетов. — М.: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1961. — 312 с.
13. Каблов Е. Н., Ерасов В. С., Панин С. В., Курс М. Г., Гладких А. В., Автаев В. В., Сорокина Н. И., Лукьянычев Д. А. Исследование совместного влияния механических нагрузок и климатических факторов на свойства материалов в составе крупногабаритной конструкции экспериментального отсека крыла после 4 лет испытаний // Сб. докл. II-й междунар. науч.-технич. конф. «Коррозия, старение и биостойкость материалов в морском климате». — М.: ФГУП «ВИАМ», 2016. — С. 6.
14. Каблов Е. Н., Старцев О. В., Медведев И. М., Панин С. В. Коррозионная агрессивность приморской атмосферы. Ч.1. Факторы влияния (обзор) // Коррозия: материалы, защита. — 2013. — № 12. — С. 6–18.
15. Курс М. Г., Николаев Е. В., Абрамов Д. В. Натурно-ускоренные испытания металлических и неметаллических материалов: ключевые факторы и специализированные стенды // Авиационные материалы и технологии. — 2019. — № 1. — С. 66–73. — DOI: 10.18577/2071-9140-2019-0-1-66-73.
16. Луценко А. Н., Славин А. В., Ерасов В. С., Хвацкий К. К. Прочностные испытания и исследования авиационных материалов // Авиационные материалы и технологии. — 2017. — №5. — С. 527–546. — DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-5-527-546.





ПЕТЕРБУРГСКАЯ  
ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЯРМАРКА



17-19

СЕНТЯБРЯ  
2020

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»  
Петербургское шоссе, 64

ВЕДУЩЕЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ  
МЕРОПРИЯТИЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА

+7 812 320 6363 | [ptf@restec.ru](mailto:ptf@restec.ru) | [ptfair.ru](http://ptfair.ru)





# КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Тринадцатая международная специализированная выставка

## 8 - 10 сентября, 2020

Россия, Москва,  
ЦВК «Экспоцентр», павильон 3



### Основные разделы выставки:

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



выставка  
участник  
системы



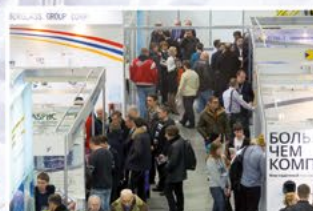
независимый  
выставочный  
аудит

Параллельно проводится выставка:



## ПОЛИУРЕТАНЭКС

Двенадцатая международная специализированная выставка  
[www.polyurethane.ru](http://www.polyurethane.ru)



Специальный  
раздел:  
**КЛЕИ И  
ГЕРМЕТИКИ**



### Информационная поддержка:



### Дирекция:

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

### Организаторы:



YouTube [youtube.com/user/compoexporusia](https://youtube.com/user/compoexporusia) @compoexporus @ocompo