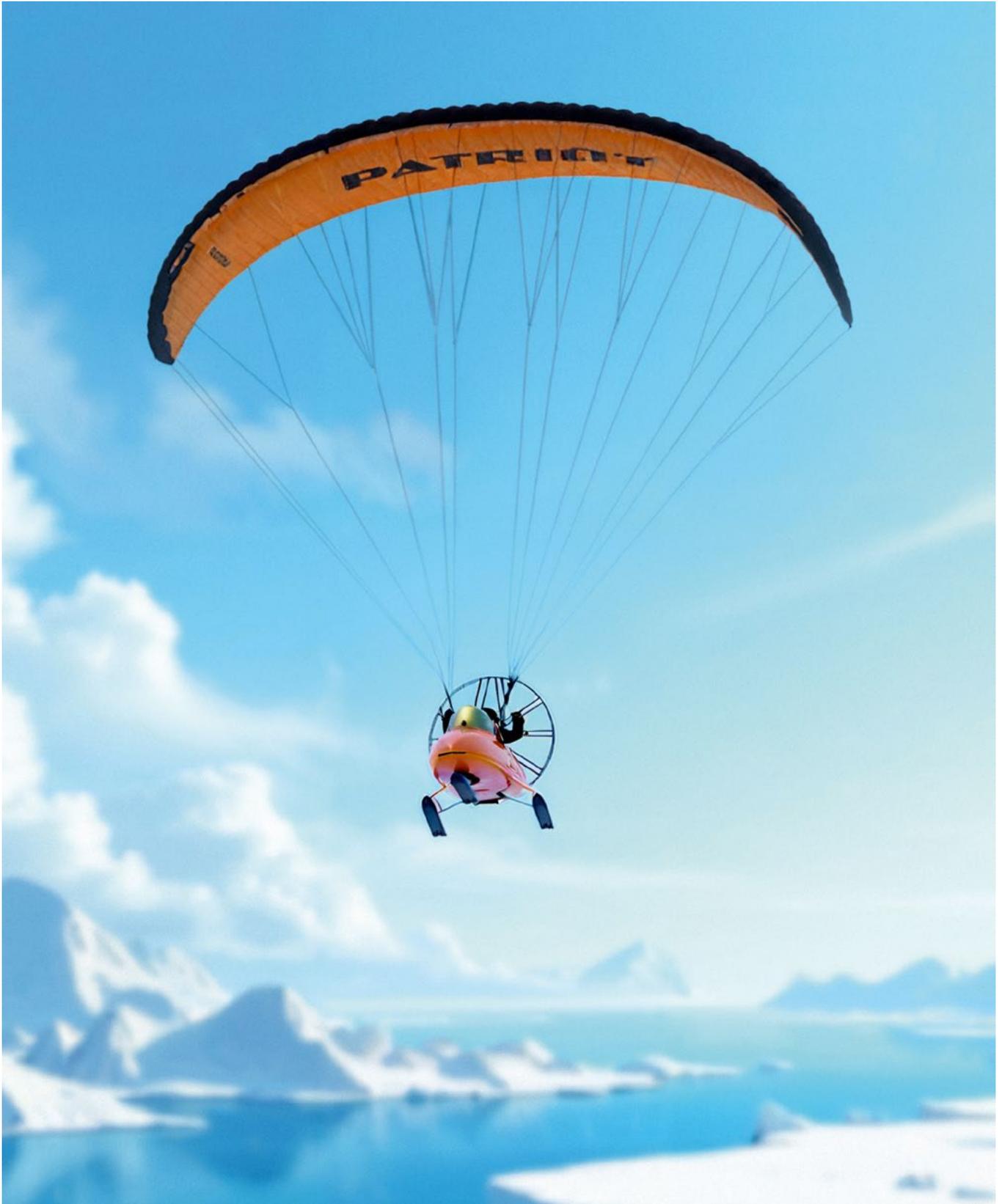


# КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#3 (108)  
2024





**CARBO CARBO**  
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

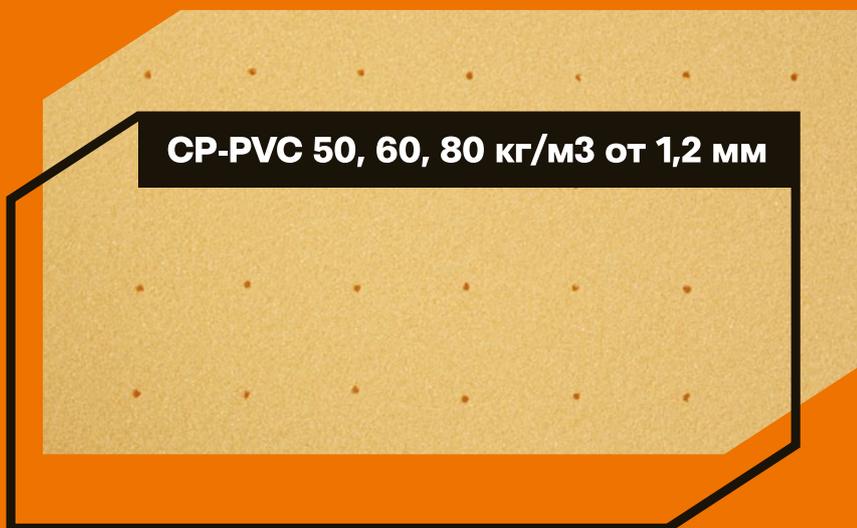


# КОНСТРУКЦИОННЫЕ ПЕНОПЛАСТЫ PVC PET PMI



**Airex C70.55, C70.75 2-10 мм**

Легкость,  
прочность,  
превосходство



**CP-PVC 50, 60, 80 кг/м3 от 1,2 мм**

Надежная  
легкость  
по доступной  
цене

## Колонка редактора



Осень традиционно является периодом высокой деловой активности, временем проведения многочисленных форумов, выставок и конференций.

В сентябре на выставках Technotextil и ИНТЕРТКАНЬ было представлено много новинок технического текстиля: трудногорючие ткани и нетканые материалы, ткани баллистического назначения, гибридные ткани, содержащие волокна разной природы и позволяющие достичь самых разнообразных свойств.

Выставка Полимеры и Композиты в Минске, которая состоялась в рамках Белорусского промышленно-инновационного форума, продемонстрировала новые виды сырья и оборудования для изготовления композитных материалов, а также услуги в области проектирования и испытаний композитных материалов (подробный отчет читайте в следующем номере).

Впереди еще несколько ярких отраслевых мероприятий, которые стоит посетить.

Форум новых материалов и технологий АМТЕХРО, который пройдет 19–21 ноября в Сколково, анонсировал насыщенную деловую программу. К форуму и выставке приурочен конкурс AWARDS — за достижения в области разработки и внедрения новых материалов. Подробнее на сайте [www.amtexpro.ru](http://www.amtexpro.ru)

Форум Российский промышленник (г. Санкт-Петербург) собрал обширную выставочную экспозицию и трёхдневную деловую программу, в рамках которой состоится круглый стол по базальтовым материалам и технологиям (по вопросам участия обращайтесь в редакцию журнала Композитный мир или в дирекцию выставки Композит-Экспо).

И не стоит пропускать ежегодную VIII Всероссийскую научно-техническую конференцию «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения» (НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ), в рамках которой будут затронуты вопросы разработки новых полимерных терморезистивных и термопластичных связующих и полимерных композиционных материалов на их основе; технологии переработки композитов; конструктивно-технологические решения, основанные на использовании ПКМ; области применения ПКМ.

### **Читайте с пользой!**

*С уважением, Ольга Gladunova,  
старший преподаватель кафедры НВКМ*



Научно-популярный журнал  
**Композитный мир**  
#3 (108) 2024

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»  
8 (921) 955-48-47  
www.compositeworld.ru

**Директор:** Сергей Глудунов  
gladunov@kompomir.ru

**Главный редактор:** Ольга Глудунова  
o.gladunova@kompomir.ru

**Вёрстка и дизайн:**  
design@compositeworld.ru

**По вопросам сотрудничества:**  
info@kompomir.ru

**По вопросам размещения рекламы:**  
o.gladunova@kompomir.ru

Номер подписан в печать 25.09.2024

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»  
Тираж 4000 экз. (печатная + электронная версия)  
Цена свободная

**Научные консультанты:**

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

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

\* За содержание рекламных объявлений  
редакция ответственности не несет.

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

Мнение редакции может не совпадать  
с мнением автора



**Новости** ..... 6

**Отрасль**

Химическая промышленность:  
актуальные оценки ..... 16

Перспективные материалы:  
древесно-полимерные композиты ..... 22

Лица отрасли ..... 26

**Событие**

Мастер-класс:  
Высокотемпературная композитная  
оснастка и трехслойные  
композитные конструкции ..... 28

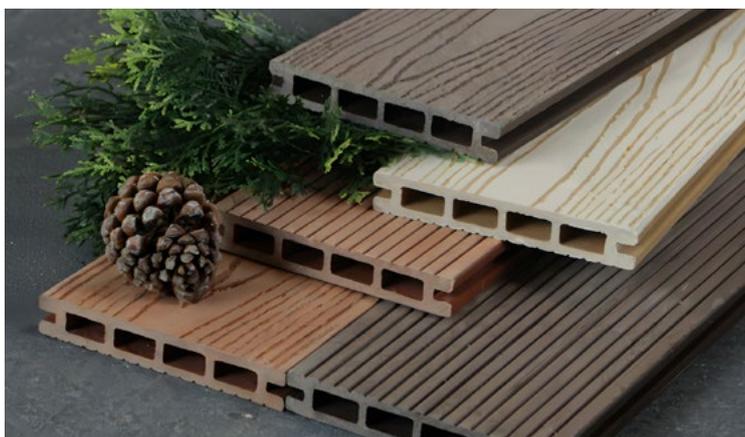
Ученые СПбГУПТД разработали  
модифицированные углеродными  
наночастицами композиты  
с участниками программы  
«Большие вызовы» ..... 32

Форум-выставка новых материалов  
и технологий AMTEXPO-2024 ..... 36

**Материалы**

Стекломат для скинкоута ..... 38





## Применение

Высокотехнологичные материалы композитного дивизиона «Росатом» для мировых рекордов .....	42
«Космическое» ноу-хау рыбинских композитчиков .....	46

## Наука

Композитные материалы с люминофорами могут использоваться как датчики .....	48
Новый тип эпоксидной смолы синтезировали в Пермском Политехе .....	49
Петербургские ученые придумали метод производства изделий из полимер-древесных композитов .....	50
Школьники «Сириуса» создали образцы «умных» полимерных материалов .....	51
Ученые Пермского Политеха решили проблему неточности расчета свойств деталей авиакосмического транспорта .....	52
Сибирские ученые упрочнили полиэтилен нанотрубками .....	53
Ближайшие отраслевые мероприятия .....	54





### Минпромторг намерен снизить долю импорта химпродукции в России до 30%

Долю импорта в РФ химической продукции планируется снизить к 2030 году до 30% благодаря новому нацпроекту «Новые материалы и химия», сообщил первый замминистра промышленности и торговли РФ Василий Осмаков на заседании совета Свердловского областного союза промышленников и предпринимателей.

«Мы ставим перед собой задачу по восстановлению базовых химических возможностей нашей страны, которые были в значительной степени утеряны в 90-е – 00-е под давлением, в том числе, европейских, американских бывших коллег. Сейчас Китай оказывает давление. В рамках проекта «Новые материалы и химия» мы говорим о 138 новых продуктах для фармацевтики, энергетики, электроники, сельского хозяйства и множества других секторов. И планируем снизить к 2030 году долю импорта по химической продукции до 30%», — сказал замминистра.

По его словам, речь идет о создании цепочек по максимально широкой номенклатуре — полиуретаны, спецполимеры, жирные кислотные спирты, эпоксидные и полиэфирные смолы, катализаторы, все, что касается углехимии, пребиотиков, аминокислоты, закваски.

Осмаков также отметил, что финансирование трех новых национальных проектов («Станки, автоматизация и роботизация», «Химия, новые материалы» и «Транспортная мобильность»), предусмотренное в проекте бюджета на 2025–2027 годы, запланировано на уровне 1 трлн рублей. До 2030-го на их реализацию запланировано более 2 трлн рублей.

Химическое направление стало федеральным проектом еще в октябре прошлого года. Общие контуры проекта представил первый вице-премьер Денис Мантуров. Нацпроект «Новые материалы и химия» будет иметь четыре направления. В химической промышленности нацпроект будет сосредоточен на развитии мало- и среднетоннажной химии. В отрасли композитных материалов приоритетом станет выпуск исходных компонентов для композитов.

rupec.ru



### В Башкирии заработал завод по переработке конопляного волокна

В Буздякском районе начал работу первый в Башкортостане и третий в России завод по переработке конопляного волокна. Он открылся в фермерском хозяйстве Шафоат Хабибрахмановой, это известный в республике сельхозпроизводитель.

В час новый завод перерабатывает 1 тонну сырья, из которой получается 250-300 кг готового волокна. Впоследствии из него делают утеплители, нетканые материалы, геотекстиль, канаты. Отходы чаще всего употребляются в строительстве. Кстати, такая продукция очень востребована в Китае – это открывает широкие возможности для экспорта.

Очень важно, что завод полностью разработали российские инженеры, он построен из отечественных комплектующих. Это исключает проблемы с ремонтом оборудования в будущем.

Хорошее начинание и отличные перспективы! Желаю удачи!», — написал на своей странице в социальных сетях глава Башкирии Радий Хабиров.

tass.ru

### «Русатом ветролопасти» наладит производство лопастей для ветрогенераторов

Новая площадка будет расположена на базе завода АО «АэроКомпозит» в Ульяновске. В настоящее время завод изготавливает консоли крыла для нового российского среднемагистрального самолета МС-21. В первый год планируется достичь уровня локали-



зации 85%, далее наращивать темпы и углублять локализацию до 100%. Стеклоткань для лопастей, к примеру, будет поставляться с завода в Гусь-Хрустальном. Однако один из основных компонентов — специальная эпоксидная смола — в России не производится, и пока завод «вынужден покупать смолы в дружественных странах».

Планы по созданию в Ульяновске современного предприятия по производству композитных ветролопастей получили продолжение. Госкорпорация «Росатом» и правительство Ульяновской области заключили соглашение о запуске площадки, в которую планируется вложить свыше 2 млрд рублей.

Планируется, что производительность завода после выхода на проектную мощность составит до 450 лопастей в год. Ключевым заказчиком продукции станет ветроэнергетический дивизион «Росатома».

Губернатор Ульяновской области Алексей Русских отметил, что запуск этого предприятия открывает новые возможности для экономического роста региона, создания рабочих мест и укрепления статуса Ульяновской области как центра инновационного производства.

«Создание нового предприятия по выпуску ветролопастей с надежным российским партнером — это важный шаг вперед. Мы приложим все усилия для успешной реализации проекта, который станет значимым вкладом в экономическое развитие региона и композитную индустрию страны», — заявил Алексей Русских.

ulpravda.ru

### Кыргызстан запускает государственную программу по базальтовым волокнам

Под руководством Акылбека Жапарова утверждена государственная программа «Базальтовые волокна и материалы», ориентированная на создание новой промышленной отрасли на основе месторождений высококачественного базальта.

Программа, охватывающая период с 2024-го по 2030 год, нацелена на внедрение современных международных технологий и оборудования, привлечение высококвалифицированных специалистов и развитие экспортного потенциала.

Основные направления программы включают запуск новых заводов по производству базальтовых непрерывных волокон, армирующих и композици-

онных материалов, а также базальтовых теплоизоляционных материалов. Продукция будет широко применяться в строительстве, включая сейсмостойкое, дорожное и гидротехническое строительство, а также в энергетике и промышленности.

Реализация государственной программы по базальтовым волокнам предполагает создание благоприятных условий для инвестиций и развития инфраструктуры, способствуя устойчивому экономическому росту и повышению конкурентоспособности на международных рынках.

akchabar.kg

### «Уралхимпласт» модернизирует производство фенольных смол

«Уралхимпласт» запускает проект «Централизация производства», согласно которому предприятие намерено провести реструктуризацию и локализацию в едином периметре производства фенольных смол, а также расширение продуктовой линейки. Инвестиции на такую модернизацию к началу 2025 года составят порядка 1 млрд рублей.

Совет директоров ПАО «Уралхимпласт» утвердил размер финансирования и график реализации проекта «Централизация производства». Инвестиции составят порядка миллиарда рублей, которые будут освоены до конца 2024 — в начале 2025 гг. Цель проекта — реструктуризация действующего смоляного производства. Идея — локализовать в едином периметре выпуск фенольных смол. Кстати, в результате реализации проекта и продуктовая линейка компании прирастет целым рядом новинок.

В настоящее время первая очередь проекта вышла на этап монтажных работ. Как сообщают в компании, помимо обновления оборудования на объекте создадут новые сети, а именно электрохозяйство, системы канализации, вытяжной вентиляции и другие. Испытания на предприятии планируют провести в январе-феврале следующего года.

Согласно сообщению компании, на сегодняшний день закуплено 90% оборудования: реакторы, емкости, современные станции разлива, позволяющие управлять процессом «с пульта».

Параллельно с настоящим проектом компания также намерена провести реконструкцию биологических очистных сооружений. Инвестиции в это обновление составят 500 млн рублей.



«Уралхимпласт» — крупнейший российский производитель фенолоформальдегидных, карбамидных и фурановых смол, а также формалина для различных отраслей промышленности.

lkr-expert.ru

### **В Елабуге строят трубный завод: продукцию будут применять в «нефтянке» и ЖКХ**

«Татнефть-Пресскомпозит» строит в Елабуге производство гибких композитных труб. Гибкие композитные трубы составят конкуренцию металлическим в тепловых сетях и сетях горячего водоснабжения, отмечают в компании.

В новый завод, который запускают на промышленной территории «Алабуга», инвестировали более 3 млрд рублей. Производственные мощности составят свыше 800 км труб в год, а первые изделия здесь планируют получить уже в конце 2024 года. — «Композитную продукцию собственного производства «Татнефть» использует в нефтедобыче и нефтепереработке уже более 10 лет. Высоконапорные композитные трубы пришли на замену стальным, в том числе, с защитным покрытием, которые были массово внедрены в нулевые годы. В целом, они предназначены для промышленных целей, в том числе для транспортировки различных агрессивных сред, включая нефть, газ, воду и многофазные жидкости. Но их эксплуатационные характеристики позволяют расширять применение — поэтому композитные трубы активно внедряются в системы городского жилищно-коммунального хозяйства», — объяснил руководитель компании Азат Губайдуллин.

В сетях отопления, горячего и холодного водоснабжения «Татнефть» внедряет композитные (стеклопластиковые) трубы с 2020 года, тем самым решая одну из самых острых проблем — износа коммуникаций. Кроме того, использование композитных трубопроводов позволяет сократить теплотери до 47%.

В прошлом году «Татнефть-Пресскомпозит» сертифицировало применение композитных труб для системы ЖКХ — они соответствуют единым требованиям

СанПиН и имеют свидетельство ЕЭС о пригодности для горячего и питьевого водоснабжения. В настоящее время стеклопластиковыми трубами реконструированы несколько участков сетей в Альметьевске и в поселке Актюбинский в Татарстане. Запущена программа опытного применения в Заинске.

«Срок службы композитных трубопроводов — более 50 лет, тогда как металлические приходится латать каждые 5 лет, а каждые 15–20 лет они подлежат замене. Композитные на их фоне имеют ряд преимуществ: коррозионная стойкость, легкий вес, диэлектричность, быстрый и легкий монтаж без привлечения тяжелой спецтехники, не требуют электрохимзащиты. Закупочная стоимость композитных труб сопоставима с металлическими, но за счет перечисленных преимуществ, а также длительного срока полезной службы, стоимость владения у эксплуатантов 30%. Кроме того, гладкая поверхность таких труб снижает гидравлические потери, уменьшает отложение солей, трубы биологически инертны. Эксплуатируемая температура достигает +130°С, продукция способна выдержать давление до 276 атмосфер», — рассказал Азат Губайдуллин.

Гибкие композитные трубы на новом строящемся заводе будут армированы не стальной проволокой, как у других российских производителей, а стекловолокном, в результате чего не будут подвергаться внутренней коррозии.

chelny-biz.ru

### **Во Владимирской области открыли первый химический образовательный кластер**

К началу нового учебного года в Гусевском стекольном колледже открыли первый во Владимирской области химический кластер — комплекс лабораторий и мастерских, где под руководством работников действующих предприятий будут готовить кадры для химической отрасли региона. Среди партнеров проекта предприятие Композитного дивизиона Росатома «Русатом Стекловолокно».

На базе Гусевского стекольного колледжа открыт первый во Владимирской области химический кла-



стер, сообщают в правительстве региона. Его уровень оснащённости, как заявляют в Белом доме, позволяет готовить в том числе специалистов с высшим образованием. В сентябре в обновленные лаборатории и мастерские гусевского колледжа придут учиться 265 студентов.

Выпускники школ сейчас «охотно поступают в колледжи», заявляют чиновники. Так, по словам директора Гусевского колледжа Юрия Фильчакова, в 2024 году в учебное заведение поступили «65% девятиклассников». Их привлек сам образовательный процесс, в который кроме педагогов включены работники действующих предприятий Владимирской области, уверен Фильчаков.

В химическом кластере будут воспитывать будущих сотрудников базовых предприятий отрасли во Владимирской области, таких как «Дау Изолан», «Акрила», «Владипур», «Владимирский полиэфир», «РБ-Групп». Партнерами проекта выступили Гусевской стекольный завод, заводы «Красное Эхо» и «Экспо Гласс», Владимирский химический завод, «Русатом Стекловолокно» и ряд других.

zebra-tv.ru

### В НТИ назвали перспективные для дроностроения материалы

Композиционные полимерные материалы, алюминий и титановые сплавы можно отнести к наиболее перспективным материалам для дроностроения. За счёт своих характеристик они могут увеличить полезную нагрузку БПЛА, срок его службы и позволить ему работать в экстремальных условиях, например на Крайнем Севере. Об этом рассказали эксперты Центра компетенций НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

«К наиболее востребованным по характеристикам материалам в дроностроении относятся композиционные полимерные материалы, которые представляют собой систему, состоящую из полимерной матрицы и волокнистого наполнителя. Грамотная комбинация исходных компонентов позволяет менять эксплуатационные характеристики БПЛА. Например, используя композиционный полимер, полученный на основе углеродного наполнителя и эпоксидной матрицы, мы получим материал с широким спектром характеристик и большим запасом прочности. Таким образом, можно увеличить полезную нагрузку БПЛА, увеличить срок его службы», — сказал ведущий инженер Центра компетенций НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана Вадим Истомин.

Он также добавил, что при дополнительном введении термопластичных материалов в эпоксидную матрицу можно получить гибридный материал для БПЛА, который сможет использоваться в экстремальных условиях, например в условиях Крайнего Севера.

При этом основные характеристики, которыми должен обладать беспилотный летательный аппарат, — это лёгкий вес, прочность конструкции, стабильность



связи, безотказность работы и утилизация без вреда для окружающей среды, перечислил директор Центра компетенций НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана Александр Павлов.

russian.rt.com

### Воронежский ВАСО отправил заказчику очередные комплекты пилонов для МС-21 и мотогондол для двигателей ПД-14

Предприятие Объединенной авиастроительной корпорации (входит в Ростех) продолжает активную работу по программе МС-21 в рамках кооперации с компанией «Яковлев». В этом году авиазавод планирует поставить 11 комплектов агрегатов для этих машин.

О каких агрегатах идет речь: люки из полимерных композиционных материалов, обтекатели рельсов закрылков, пилоны, створки основной и передней опор шасси, обтекатель «крыло — фюзеляж», композитные детали носовой и хвостовой частей вертикального и горизонтального оперения, трубопроводы, элементы топливной системы.

А для двигателей ПД-14 воронежские авиастроители производят воздухозаборники и створки капота.

t.me/rostecnews





## «Татнефть» первой в стране начала восстанавливать стеклопластиковые трубы

Ремонт композитных насосно-компрессорных труб экономит 70% от стоимости нового изделия. Специалисты «Татнефть-Пресскомпозит» на собственных мощностях предприятия способны восстанавливать герметичность резьбового соединения труб НКТ.

Это сервис, на который пока не способен ни один другой производитель композитной продукции в стране. На других предприятиях поврежденные трубы, как правило, просто выводятся из оборота.

Кроме того, специалисты «Татнефть» подобрали ремонтные составы и могут восстанавливать линейные композитные трубопроводы, если они были повреждены в результате механического воздействия. Причем ремонт может проводиться в полевых условиях.

«Татнефть» готова предложить услуги ремонта композитных труб своим партнерам.

[t.me/tatneft\\_presscomposite](https://t.me/tatneft_presscomposite)

## Композитный дивизион «Росатома» получил право проводить испытания материалов для изделий авиационной отрасли

4 сентября Министерство транспорта Российской Федерации аккредитовало Научно-исследовательский центр (НИЦ) Композитного дивизиона «Росатома» в качестве компетентной испытательной лаборатории объектов гражданской авиации.

Данная аккредитация позволяет НИЦ проводить испытания полимеров, армирующих волокон, в част-



ности, стеклянных и углеродных, и композиционных материалов на их основе, выполняемые в рамках их разработки и квалификации для новых элементов конструкций и изделий авиационной техники. В центре, в том числе будут определять механические свойства неметаллических материалов при экстремальных температурах и оценивать их влагостойкость.

«Аккредитация испытательной лаборатории в Росавиации — свидетельство высокого уровня компетентности нашей лаборатории, в том числе надежности результатов проводимых испытаний и профессионализма сотрудников, выполняющих их, позволяет укрепить доверие наших партнеров к получаемым в нашей лаборатории результатам испытаний», — прокомментировал решение Дмитрий Кривцов, директор по исследованиям и разработкам Научно-исследовательского центра Композитного дивизиона «Росатома».

Продукция Композитного дивизиона находит применение в отечественной авиации. Например, из углеродного волокна производства «Росатома» изготавливаются крылья и элементы хвостового оперения МС-21, российского среднемагистрального узкофюзеляжного пассажирского самолета.

НИЦ Композитного дивизиона «Росатома» занимается исследованиями в области получения ПАН прекурсоров, углеродных волокон, полимерных связующих и композиционных материалов на их основе, является ключевым звеном в разработке перспективных технологий производства углеродных волокон и полимерных композиционных материалов на их основе. Материалы и полуфабрикаты его разработки применяются в авиации, космической отрасли, автомобилестроении и других высокотехнологичных сферах. Центр обладает уникальным опытным технологическим оборудованием для разработки и последующего внедрения инновационных продуктов для промышленности, а также современной приборно-методической базой для проведения испытаний различных материалов.

[atomic-energy.ru](https://atomic-energy.ru)

## В ЦАГИ проверили на прочность стабилизатор МС-21 из отечественных материалов

Импортозамещение в авиации идет быстрыми темпами — так, уже в этом году ожидается первый испытательный полет среднемагистрального пассажирского самолета нового поколения МС-21 с отечественными компонентами и системами. В настоящий момент очередной выполненный из российских материалов агрегат авиалайнера — стабилизатор — доказал свою прочность и надежность в ходе испытаний в Центральном аэрогидродинамическом институте имени профессора Н.Е. Жуковского (ЦАГИ, входит в НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»). Заказчиком работ выступило ПАО «Яковлев».

Переставной стабилизатор — часть оперения, обеспечивающая балансировку и устойчивость

воздушного судна на всех режимах полета. Целью исследований стало подтверждение статической прочности конструкции кессона стабилизатора из отечественных полимерных композиционных материалов при предельных нагрузках.

Эксперименты проводились на изолированном стенде, ранее применявшемся для изучения свойств аналогичного импортного агрегата. Программа испытаний была сложной: осуществлялись исследования не только на общую, но и на местную прочность, в частности, определялся уровень напряженного состояния узлов навески, руля высоты и механизма перестановки стабилизатора. Кроме того, на кессоне были реализованы нагрузки, которые соответствовали более чем 150 процентам от расчетного уровня, что превышало нагрузку, при которой разрушился агрегат из импортных композитов.

«Кессон стабилизатора из российских композиционных материалов выдержал предельные уровни нагрузки и ударные повреждения, имитирующие реальные условия эксплуатации самолета, показав высокую прочность и жесткость конструкции», — рассказал заместитель начальника отделения статической и тепловой прочности ФАУ «ЦАГИ» Михаил Лимонин.

Результаты экспериментов переданы ПАО «Яковлев» для подготовки сертификационного заключения о прочности стабилизатора МС-21. Кроме того, в настоящий момент в ЦАГИ проходят прочностные испытания импортозамещенных стекол иллюминаторов пассажирского салона. В ближайшее время стартуют исследования стекол кабины экипажа авиалайнера и элементов полов российского производства.

Пресс-служба ЦАГИ

### **Ученые из Уфимского университета получили многослойный графен из печной сажи**

Ученые Центра водородно-углеродных технологий Уфимского государственного нефтяного технического университета разработали установку по переработке печной сажи, являющейся отходом нефтехимии. Она позволяет на выходе получать многослойный графен, применяемый в производстве композиционных материалов.

Сейчас есть установки для получения однослойного графена на основе применения СВЧ-поля или CVD-метода.

«На основе реинжиниринга прототипа зарубежной установки мы создали свою версию – улучшенную и модернизированную. В ней мы производим графен плазмохимическим методом: при температуре 4000-4500 градусов и силе тока до 300 А в установке происходит атомизация молекул углеродного сырья, из возникающей электрической дуги получается плазма, из которой потом атомы собираются в красивую конструкцию графена», — рассказывает Михаил Доломатов, научный руководитель лаборатории центра водородно-углеродных технологий, доктор



химических наук, профессор кафедры «Технология нефти и газа» технологического факультета УГНТУ.

Метод позволяет получать многослойный графен, применяемый для создания композиционных материалов, таких как резина, пластмасса, прочные и износостойкие стройматериалы. Установка также позволяет перерабатывать отходы нефтехимии — печную сажу, которая остается после пиролиза.

В данный момент ученые работают над поиском оптимальных технологических режимов, чтобы получать больше графена высокого качества. В дальнейшем планируется сделать установку крупнее, чтобы увеличить производство ценного материала с нескольких граммов в сутки до одного килограмма в час.

Разработка ведется по стратегическому проекту УГНТУ «Химия новой экономики» программы Минобрнауки России «Приоритет-2030».

[tuvest.ru](http://tuvest.ru)

### **Путешественник Фёдор Конюхов посетил предприятие композитного дивизиона «Росатома»**

Фёдор Конюхов посетил предприятие композитного дивизиона «Росатома». Ему показали научно-исследовательский центр композитного дивизиона, рассказали, с чего начинается процесс создания углеродного волокна, продемонстрировали исследовательские лаборатории и новейшие разработки.

На предприятии композитного дивизиона в Москве изготовили однонаправленную мультиаксиальную ткань, из которой сделали обтекатель для паралёта Федора Конюхова. На нем путешественник вместе с напарником установил мировой рекорд. Команда добралась до Северного полюса. Отправной точкой стал архипелаг Земля Франца-Иосифа, куда пилотов доставил атомный ледокол.

«Два года назад делали попытку, но не смогли долететь, потому что у нас не было обтекателя, так сказать, гондолы или кабины. Те же баки у нас были алюминиевые, а сейчас из углепластика. Они прочнее, и по весу взяли больше, и таким образом мы смогли осуществить запланированное», — говорит путешественник.

[t.me/rosatomru](http://t.me/rosatomru)



## Разработана методика сокращения испытаний композитов для SSJ 100

Ученые Московского авиационного института (МАИ) разработали методологию ускоренных расчетов прочности агрегатов планера «Сухой суперджет 100» из полимерно-композиционных материалов (ПКМ).

На основе зарекомендовавшей себя в мировой практике зарубежной математической модели поведения композиционного материала в МАИ разработали комплексную методологию расчетов, которую применили к импортозамещенному SSJ 100. Методология включает в себя изучение поведения материала из ПКМ при различных видах нагрузки, изучение конструкции из ПКМ на предмет выявления критических зон, а также разработку фрагментов дополнительного программного обеспечения, необходимого для применения этой методологии инженерами.

«Очень часто натурные испытания затягиваются по причине ранних повреждений испытуемых агрегатов, требуется дополнительное время, пока будет разработан и выполнен их ремонт и испытания будут возобновлены. Затягивающееся проведение испытаний замедляет подтверждение проектного ресурса, а простой оплачивается. Для обоснования усталостной прочности агрегатов из ПКМ SSJ 100 проводятся ресурсные испытания, в ходе которых конструкции подвергают циклическим нагрузкам, подобным тем, которые самолет испытывает в ходе полета», - пояснил начальник лаборатории «Композиционные материалы и прочность конструкции» МАИ Егор Назаров, чьи слова приводятся в сообщении.

По его словам, разработанная в МАИ на основе зарубежной математической модели методика была адаптирована для применения к композитным агрегатам большого пассажирского самолета. Она позволяет заранее оценить, насколько конструкция будет соответствовать жестким требованиям в случае замены композита в конструкции или после клеевого ремонта.

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

## Кузбасский вуз, «Кокс» и Росатом хотят создать производство сырья для углеродных волокон на основе угля

Кузбасский государственный технический университет им Т.Ф.Горбачева (КузГТУ) в партнёрстве с

ПАО «Кокс» и АО «НИИГрафит» (структура «Росатома») разрабатывают технологию переработки угля с получением сырья для производства углеродных волокон и композиционных материалов на его основе, сообщил ректор КузГТУ Алексей Яковлев в ходе III научно-практической конференции «Территория энергетического диалога».

Он уточнил, что инициатором проекта был «Кокс», затем был привлечён имеющий опыт работы с композиционными материалами «НИИГрафит» для того, чтобы сделать задел для создания производственной площадки технологической линии.

Согласно продемонстрированной презентации, финансирование проекта составляет 468 млн рублей (в том числе 117 млн рублей субсидии, остальное - внебюджетные средства). Срок реализации проекта — 202–2024 годы.

В презентации сообщается, в том числе, что разработана технология получения пека, используемого как сырье для производства углеродных волокон, а также пека, используемого как связующее для электродной промышленности. Кроме того, создана лабораторная установка для получения пека, используемого как связующее для электродной промышленности, а также выполнен анализ угольной базы Кузбасса для выбора сырья для технологии получения такого пека.

[academia.interfax.ru](http://academia.interfax.ru)

## Состоялся первый полет летного демонстратора самолета Tango из композитов

В Московской области состоялся первый полет летного демонстратора учебно-тренировочного самолета Tango, планер которого (фюзеляж и крылья) полностью изготовлен из композитных материалов производства Композитного дивизиона «Росатома».

«Композитные материалы всегда играли ключевую роль в развитии авиации, и сегодня они снова доказывают свою значимость. Первый полет демонстратора Tango, выполненного из композитов производства Композитного дивизиона «Росатома», подтверждает наш вклад в укрепление позиций российской авиации. Мы гордимся тем, что наши разработки находят применение в таких значимых проектах, продолжая служить развитию отечественной промышленности», - сказал генеральный директор Композитного дивизиона госкорпорации «Росатом» Александр Тюнин.

[www.atomic-energy.ru](http://www.atomic-energy.ru)





### Конопля как замена стекловолкну в композитных материалах

Немецкие ученые доказали, что волокна конопли могут стать реальной альтернативой стекловолкну в композитных материалах.

Волокна конопли, которые являются побочным продуктом текстильного производства, могут заменить стекловолкну в композитных материалах, что значительно повысит их экологичность. Новый композитный материал был разработан учеными из Института Фраунгофера и Университета прикладных наук Циттау. Он используется для производства сложных деталей, таких как внутренние облицовки для поездов, методом экструзии.

Преимущества нового материала:

- На натуральные волокна приходится 15% веса нового материала, а в будущем доля биоразлагаемых смол увеличит натуральную составляющую до 38%
- Использование природных минералов, таких как кальцит и гидратированный алюминий, обеспечивает прочность и долговечность изделия
- Замена стекловолкна на конопляное значительно снижает выбросы CO<sub>2</sub>, а также уменьшает риск раздражения кожи и дыхательных путей.

Хотя новый материал еще не полностью перерабатываемый, его экологичность уже значительно выше, чем у традиционных композитов, усиленных стекловолкну. Разработки исследовательской группы, финансируемые Министерством образования и науки Германии, демонстрируют, что качественные альтернативы стекловолкну могут быть успешно внедрены в производство и выйти на рынок.

[t.me/kgbforum](https://t.me/kgbforum)

### В Китае выпустили первые вагоны из углеродного волокна

Китайская компания China Energy Railway Equipment Co., Ltd выпустила первые шесть полувагонов из инновационного углеродного волокна. Их корпус и рамы сделаны из композита, армированного углеродным волокном. Масса одного вагона составляет 18 тонн, то есть на 6 тонн меньше, чем у стального аналога. Благодаря этому грузоподъемность полувагона составляет 82 тонны. В нижней части полувагона



расположен люк, который позволяет выгружать уголь из состава на ходу.

Углеродное волокно повышает прочность конструкции, обеспечивает высокую коррозионную стойкость и заметно снижает эксплуатационные затраты. Новые вагоны могут эксплуатироваться 25 лет без технического обслуживания, отметили специалисты.

Еще одно новшество — углеродные вагоны оснащены автономными системами мониторинга. С помощью датчиков они передают в диспетчерский центр целый ряд данных, включая температуру подшипников колес и состояние тормозов. Это позволяет дистанционно следить за «самочувствием» инновационных вагонов, первую партию которых используют для перевозки угля.

[jeccomposites.ru](http://jeccomposites.ru)

### Hexcel переводит производство препрегов для зимних видов спорта на экологичную природную линейку HexPly®

Компания Hexcel объявляет об успешном переходе производства продукции для зимних видов спорта на новую линейку продуктов HexPly® Nature. Этот важный шаг включает в себя полную конверсию препрегов HexPly® M78.1-LT в более экологичную версию HexPly® Nature.

В 1970 году компания Hexcel изготовила первые композитные лыжи в промышленных масштабах. Сегодня Hexcel предоставляет широкий ассортимент продукции, включая препреги HexPly®, ламинаты Polyspeed® и полиуретаны Modipur®, таким лидерам отрасли, как Elan, Fischer, Kästle, Stöckli, Tecnica Group (бренды Blizzard и Nordica) и Völkl.

Препреги HexPly® Nature Range — это результат многолетней работы по разработке связующих природного происхождения, способных к вторичной переработке, и натуральных армирующих волокон.



При этом лыжи, изготовленные из данного препрега, соответствуют строгим квалификационным требованиям и производственным стандартам, сохраняя исключительные характеристики на склонах.

Версия препрега M78.1-LT HexPly® Nature Range отличается таким же высоким качеством и стабильностью, как и его предшественник, а также быстрым отверждением, надежностью в обращении и превосходной адгезией к алюминию, дереву и термопластам. На фото лыжи, изготовленные компанией Blizzard с использованием препрега HexPly® Nature Range, содержащего эпоксидную смолу природного происхождения и армирующие натуральные волокна.

[hexcel.com](http://hexcel.com)

### Среднетемпературный сотовый сердечник Flex-Core® HRH-302

Корпорация Hexcel объявила о выпуске своего нового продукта Flex-Core® HRH-302 Mid-Temperature Honeycomb. Этот инновационный материал представляет собой важное решение для создания композитных материалов на базе бисмалеинимидных связующих для растущих потребностей аэрокосмической отрасли.

«Этот новый среднетемпературный сотовый наполнитель предлагает уникальный баланс производительности и стоимости, что делает его революционным решением как для коммерческого, так и для военного применения», — сказал Бобби Роу, вице-президент Hexcel.

Flex-Core HRH-302 рассчитан на работу при температурах до 230°C, сокращая разрыв между традиционными материалами на основе фенола и дорогостоящими полиамидными решениями.

«Гибкость и тепловые характеристики HRH-302 делают его идеально подходящим для изделий со сложной кривизной и высокими тепловыми нагрузка-

ми, характерными для гондол самолетов следующего поколения», — добавил Роу.

Flex-Core HRH-302 в настоящее время проходит испытания и сертификацию у ведущих производителей комплектующих для аэрокосмической промышленности. Ожидается, что этот продукт станет ключевым для конструкций двигателей и других изделий.

[jcccomposites.com](http://jcccomposites.com)

### Альянс европейских производителей льна и конопли расширяет цветовую палитру

В сфере дизайна и стиля жизни структурные характеристики материала не обязательно являются самым важным фактором при его выборе. Визуальный внешний вид является ключевым фактором и, поскольку производители льна и конопли стремятся увеличить их использование в области дизайна, члены Альянса европейского льняного полотна и конопли расширяют цветовую палитру и предлагают больше, чем просто натуральные цвета льняного волокна.

Компания CultureiN недавно выпустила обновленную палитру из 24 оттенков своего материала Varian®. Varian® представляет собой гибридную ткань, состоящую из льняных нитей и термопластичных нитей из биополимера, которая изначально была задумана как функциональный, декоративный материал для архитектуры интерьера, дизайна, освещения, автомобилестроения, авиации и предметов роскоши. Новые оттенки в цветовой гамме с натуральными, перламутровыми и черными оттенками позволяют дизайнерам создавать удивительные новые сочетания.

Terre de Lin предлагает окрашенный ровинг из льняного волокна от 200 до 2400 текс. Новые цветные ровинги оптимизированы для пропитки термореактивными или термопластичными связующими и могут использоваться во многих традиционных процессах производства композитных материалов.



«Благодаря своим исключительным техническим свойствам, таким как легкость, прочность и акустические характеристики, льняные волокна в настоящее время становятся новым композитным материалом для дизайна», — сказала Жюли Паризе, директор по инновациям и корпоративной социальной ответственности Альянса.

### **NREL совершенствует метод переработки лопастей ветряных турбин**

Исследователи из Национальной лаборатории возобновляемых источников энергии (NREL) Министерства энергетики США видят реалистичный путь к производству биопроизводных ветровых лопастей, которые могут быть химически переработаны, а компоненты использованы повторно, положив конец практике захоронения старых лопастей на свалках в конце их срока службы.

Новая смола, изготовленная из компонентов, произведенных с использованием биопроизводных ресурсов, работает наравне с традиционными терморезистивными смолами и превосходит некоторые термопластичные смолы, предназначенные для вторичной переработки.

Исследователи изготовили прототип 9-метровой лопасти, чтобы продемонстрировать технологичность разработанной смолы PECAN. Аббревиатура расширяется как PolyEster Covalently Adaptable



Network. Согласно существующим технологиям, ветровые лопасти служат около 20 лет, после чего они могут быть механически переработаны, например, измельчены для использования в качестве наполнителя бетона. PECAN знаменует собой скачок вперед благодаря возможности перерабатывать лопасти с использованием щадящих химических процессов.

Процесс химической переработки позволяет извлекать и повторно использовать все компоненты лопасти, что по словам Райана Кларка, исследователя постдокторанта NREL: «Это действительно безграничный подход, если он сделан правильно».

Химический процесс переработки смог полностью разрушить прототип лопасти за шесть часов.

«Метод PECAN для перерабатываемых лопастей ветряных турбин является критически важным шагом в наших усилиях по содействию экономике замкнутого цикла», — сказал Джони Грин, заместитель директора лаборатории NREL по механическим и теплотехническим наукам.

На фото кубики смолы PolyEster Covalently Adaptable Network (PECAN), используемые для изучения кинетики их деполимеризации.

### **Университет Тунцзи разрабатывает напечатанный на 3D-принтере дрон из композитов из непрерывного углеродного волокна**

Школа авиации, астронавтики и механики Университета Тунцзи в Китае объединилась с Шанхайским институтом авиационного проектирования и исследований COMAC для применения технологии 3D-печати композитных материалов, армированных углеродным волокном, для производства беспилотника «Tongfei n°1». По данным пресс-службы Университета Тунцзи, во время летных испытаний дрон, напечатанный на 3D-принтере из композитного углеродного волокна, показал хорошие результаты с точки зрения маневренности, долговечности, скорости реагирования, безопасности полета и устойчивости полета, в полной мере продемонстрировав преимущества и потенциал этой технологии в области производства дронов.

«Tongfei n°1» использует стреловидную компоновку крыла типа «утка» с размахом крыльев 2,1 метра и взлетной массой всего 1,4 кг. Это не только демонстрирует потенциал применения технологии 3D-печати из композитных материалов с непрерывным волокном в области беспилотных летательных аппаратов, но и знаменует собой существенный прогресс в исследовании Университетом Тунцзи быстрого производства легких композитных дронов. Использование технологии непрерывной 3D-печати композитных материалов, армированных углеродным волокном, для производства деталей дронов обеспечивает быстрое прототипирование сложных топологических структур для легких дронов.

[en.tongji.edu.cn](http://en.tongji.edu.cn)

# Химическая промышленность: актуальные оценки

Материал подготовили:

И. С. Лола  
А. Д. Дубкова  
Н. А. Усов

issek.hse.ru

Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ представляет обзор основных тенденций деятельности предприятий химической промышленности, включая оценки текущего состояния отрасли и динамики ее производственных показателей, в частности уровня технологического развития, занятости, импортозамещения, выпуска отдельных видов критически важной продукции.

## Производственная и технологическая повестка

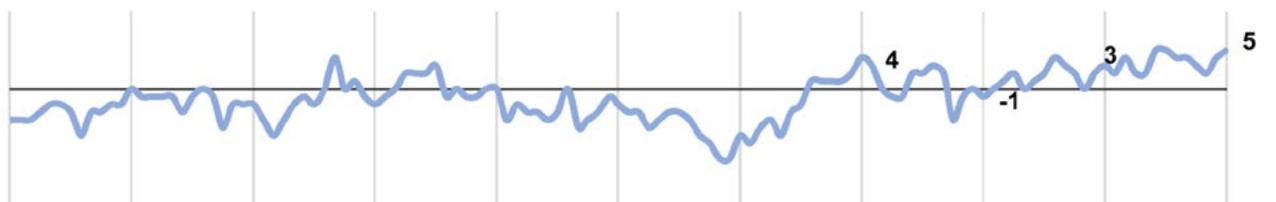
Химическая промышленность — одна из ключевых отраслей, формирующих контур национальных проектов технологического лидерства на горизонт до 2030 г. В настоящее время ее развитие находится в активной фазе и направлено на создание комплекса взаимосвязанных технологических переделов (от сырья до готовой продукции) для решения приоритетных задач импортозамещения критической продукции, укрепления кадрового потенциала и развития мало- и среднетоннажной химии.

По итогам первого полугодия 2024 г. Индекс пред-

принимательской уверенности (ИПУ) руководителей крупных и средних химических предприятий находится на максимально высоком уровне не только с момента деформации деловой конъюнктуры в 2022 г., но и в сравнении с более отдаленным допандемийным периодом: в июне 2024 г. он составил +5% (к июню 2022 и 2023 гг.: +2 и +6 п. п. соответственно) (рис. 1).

Создание экосистемы технологического развития отрасли проходит в условиях санкционного давления, которое, по мнению 38% респондентов, по сравнению с 2022–2023 гг. снизилось и стало менее значимым. Влияние негативных эффектов санкций остается веским лимитирующим фактором для 40% предприятий в части инвестиционной активности

Рисунок 1. Индекс предпринимательской уверенности\* на предприятиях по производству химических веществ и продуктов, %



Июнь 2014 Июнь 2015 Июнь 2016 Июнь 2017 Июнь 2018 Июнь 2019 Июнь 2020 Июнь 2021 Июнь 2022 Июнь 2023 Июнь 2024

\*ИПУ представлен со снятой сезонностью.

Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ по данным Росстата.

## Импортозамещение

и реализации производственной повестки в целом.

Более 45% предприятий в 2024 г. обновили стратегии развития в части производственной и инвестиционной политики, импортозамещения, цифровой и технологической активности. Свыше трети (37%) внедряют технологии, направленные на создание импортозамещающей продукции. Каждое пятое предприятие химической промышленности проводит модернизацию своих производственных мощностей для выпуска соответствующей продукции.

По мнению 55% опрошенных руководителей предприятий, инвестиции в технологическое развитие станут важнейшим источником восстановления производственной активности и наращивания объема выпускаемой продукции, в том числе по перечню критических позиций, утвержденных Минпромторгом России на 2024 г. и плановый период 2025–2026 гг. Практически 50% предприятий имеют «высокий» и «средний» уровень готовности к внедрению новых технологий. В текущем году по сравнению с 2023 г. более чем на 35% производств продолжится рост востребованности использования цифровых технологий.

Предприятиям химической промышленности по итогам 2023 г. удалось выйти на новые инвестиционные проекты взамен остановленных ранее для их реализации в текущем году. Максимально плотные деловые связи установлены с Турцией (89% респондентов), государствами Средней Азии (81%) и другими странами СНГ (64%). С отечественными инвесторами перезапустить проекты удалось почти четверти предприятий (23%).

Важное направление технологической повестки в химической отрасли — экологизация производства. В рейтинге отраслей обрабатывающей промышленности за 2023 г. по Индексу экологически ориентированных инвестиций химические предприятия вошли в десятку лидеров, заняв шестое место (рост до 63 с 48 баллов в 2022 г.). С точки зрения обеспечения эко-устойчивости предприятий с опорой на цифровые технологии, основные технологические приоритеты нацелены на повышение эффективности использования воды и сырья (23%), повышение энергоэффективности (25%), утилизацию отходов (25%). Четверть химических производств располагают сертификатами в области экологизации и ресурсной эффективности. За период 2021–2023 гг. с 17 до 30% выросло число предприятий, получивших сертификаты по международному стандарту ИСО 14001.

Химическая промышленность входит в топ-10 отраслей-лидеров среди обрабатывающих производств по темпам роста импортозамещения: наращивание его динамики по итогам 2023 г. по сравнению с 2022 г. произошло на 38% предприятиях. Более четверти (27%) химических производств испытывают острую необходимость в импортозамещении, столько же предприятий располагают для этого очень высоким потенциалом. В течение текущего года на 35% предприятий ожидается увеличение востребованности в импортозамещении, на 30% — его ускорение.

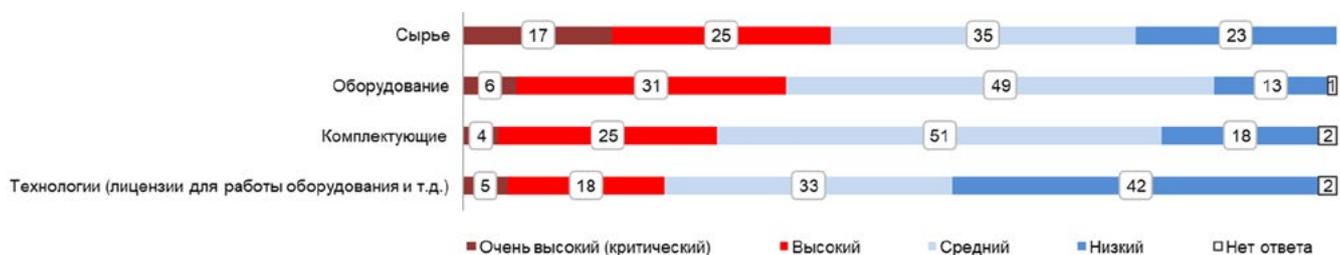
Уровень технологического суверенитета отрасли, сложившийся на конец 2023 — начало 2024 гг., считают «высоким» руководители 15% предприятий, «средним» — 63%, «низким» — 18%, только 4% констатировали его отсутствие.

«Очень высокий» и «высокий» уровень необходимости в реализации научных исследований и разработок для создания импортозамещающей продукции отметили свыше трети (34%) респондентов; «средний» — 40%; «низкий» — 11% (15% занимают позицию «не требуется»). 70% опрошенных руководителей назвали НИОКР драйвером развития их производств и отрасли в целом. Для 35% производств соответствующие вложения стали одним из первоочередных направлений инвестиций за последние три года, свыше 80% отметили необходимость инвестиций в исследования для выпуска высокотехнологичной продукции.

Треть производств химической отрасли еще зависимы от используемых импортных материально-технических ресурсов: из них 8% отмечают «очень высокую (критическую) зависимость», 25% — «высокую», 42% — «среднюю». Частичный отказ от импортных составляющих считают возможным чуть более 50% руководителей, полный отказ пока возможен только для 5% предприятий.

Сырье и оборудование для производственного процесса оказались одними из самых уязвимых импортных составляющих: «критический» и «высокий» уровень зависимости зафиксирован на 42 и 37% предприятий соответственно. С небольшим отрывом от них идут зарубежные комплектующие и технологии. В целом доля предприятий, где уровень зависимости от импортного сырья считается «критическим», максимальна среди других рассматриваемых категорий — 17% (по оборудованию — 6%; комплектующим — 4%; технологиям — 5%) (рис. 2).

Рисунок 2. Оценка зависимости химических производств от используемых импортных материально-технических ресурсов (доля общего числа исследованных организаций, %)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Таблица 1. Динамика индекса производства и объема отгруженных товаров по химическому комплексу, %

Код ОКВЭД2	Наименование вида деятельности	Индекс производства, %		Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, млрд руб.		
		II кв. 2024*	II кв. 2024 к II кв. 2022	I-II кв. 2023	I-II кв. 2024	I-II кв. 2024 к I-II кв. 2023
<b>20</b>	<b>Производство химических веществ и химических продуктов</b>	<b>103.7</b>	<b>+8.7</b>	<b>2 635.5</b>	<b>3 033.9</b>	<b>+398.4</b>
20.1	Производство основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пластмасс и синтетического каучука в первичных формах	101.3	+7.3	1 902.1	2 210.1	+308.0
20.2	Производство пестицидов и прочих агрохимических продуктов	104.6	+8.3	86.6	90.7	+4.1
20.3	Производство красок, лаков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик	99.8	+9.8	135.2	168.1	+32.9
20.4	Производство мыла и моющих, чистящих и полирующих средств; парфюмерных и косметических средств	109.4	+28.8	259.9	279.2	+19.3
20.5	Производство прочих химических продуктов	116.4	-4.1	233.9	264.8	+31.0
20.6	Производство химических волокон	94.2	+11.0	17.9	21.1	+3.2
<b>22</b>	<b>Производство резиновых и пластмассовых изделий</b>	<b>102.5</b>	<b>+4.8</b>	<b>942.4</b>	<b>1 119.5</b>	<b>+177.1</b>
22.1	Производство резиновых изделий	104.3	+14.6	163.1	188.3	+25.2
22.2	Производство изделий из пластмасс	102.2	+2.8	779.3	931.2	+152.0

\* Индекс рассчитан к соответствующему кварталу предыдущего года.

Источник: Росстат, расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

В рамках параллельного импортозамещения 55% предприятий осуществляли закупки критически важных составляющих производственного процесса в 2023 г. (в 2022 г. — 17%): почти половина опрошенных руководителей (47%) сочли данную процедуру сложной, для четверти респондентов она стала легче и более доступной по сравнению с ситуацией 2022 г. В частности, остается высокой зависимость от импорта твердых полезных ископаемых (хрома, титана и марганца). За I-II кв. 2024 г. было произведено: ферросиликомарганца — 257 тыс. т, ферромарганца — 135 тыс. т, феррохрома — 118,5 тыс. т, ферросиликохрома — 24,4 тыс. т, оксидов титана — 15,8 тыс. т, оксидов и гидроксидов хрома — 5,6 тыс. т, ферротитана — 3,2 тыс. т.

Замена изношенной техники на новое отечественное оборудование в качестве приоритетных векторов структурной трансформации происходит на 58% производств. Закупка ИКТ-оборудования является ключевой статьей расходов для 47% производств. Треть химических производств уже оснащены отечественным оборудованием, которое не уступает импортному. Еще около 60% предприятий химической промышленности испытывают в нем высокую необходимость. За последние пять лет на четверти производств введены в действие основные средства, сопоставимые с зарубежными. На 22% были закуплены импортные аналоги. Более 10% предприятий приобретали оборудование на вторичном рынке.

В 2023 г. средний возраст машин и оборудования в химической промышленности составил чуть более 12 лет и с небольшими колебаниями держится на этой отметке последние четыре года. За десятилетие этот показатель характеризовался слабовыраженной тенденцией снижения (в 2013 г. — 14,8 лет). В то же время

средний возраст ИКТ-оборудования на предприятиях сокращается три года подряд и относительно допандемийного 2019 г. снизился с 7,3 до 6,5 лет.

Оценки руководителей предприятий относительно срока, в течение которого на их производствах возможно снижение критической зависимости от импортных материально-технических ресурсов при наличии соответствующих инвестиционных капиталовложений, разделились следующим образом: период от года до полутора лет (с 2024 г. до середины 2025 г.) указали 10%; 15 и 18% отметили 2025 и 2026 гг.; до 2028 г. — 38% руководителей; 19% сочли, что для их предприятий эта цель не может быть достигнута ни в одном из предложенных к оценке периодов.

## Занятость

Среднесписочная численность работников по полному кругу организаций в отрасли по производству химических веществ и химических продуктов по итогам 2023 г. составила 392,4 тыс. чел. (+20,3 тыс. чел. к уровню 2021 г.). Аналогичный прирост среди подотраслей химической промышленности был зафиксирован в производстве основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пластмасс и синтетического каучука в первичных формах, где в 2023 г. среднесписочная численность по полному кругу организаций увеличилась на 3,9 тыс. чел. относительно 2021 г. — с 245,9 до 249,8 тыс. чел.

Численность требуемых работников списочного состава в отрасли по производству химических веществ и химических продуктов с I кв. 2021 г. возросла в 1,9 раза и составила 20,3 тыс. чел. по итогам I кв. 2024 г. В том числе за указанный период удвоилась (с 5,7 тыс. до 11,9 тыс. чел.) численность требуемых работников

на предприятиях по производству основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пластмасс и синтетического каучука в первичных формах. Аналогичная тенденция прослеживается на предприятиях по производству мыла и моющих, чистящих и полирующих средств, где численность требуемых работников за тот же период увеличилась на 2,4 тыс. чел.

Численность принятых работников списочного состава на предприятиях по производству химических веществ и химических продуктов по итогам 2023 г. возросла до 79,8 тыс. чел., увеличившись на 40,6% относительно численности принятых работников списочного состава в 2021 г. В том числе в отрасли по производству основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пластмасс и синтетического каучука в первичных формах эта численность выросла на 34,8% (с 35,4 тыс. до 47,8 тыс. чел.).

Индекс реализуемости планов занятости измеряет совпадение фактических изменений в динамике численности работников с планами работодателей. С января по июнь 2024 г. в отрасли наблюдается нереализуемость таких планов, свидетельствуя о недостатке требуемых специалистов на рынке труда. В июне 27% руководителей обозначили готовность увеличивать численность занятых в течение ближайших трех-четырех месяцев. А, например, готовность расширять штат ИКТ-специалистов на предприятиях стала максимальной за период с 2018 г.

Динамика кадровой уязвимости, которая отражает масштаб недостатка квалифицированных кадров, в химической промышленности нарастала с 2023 г. и в течение I–II кв. 2024 г. перешла в критическую фазу, указывая на серьезную проблему дефицита работников.

## Производственная активность

Общей тенденцией динамики Индекса промышленного производства (ИПП) в двух подотраслях — производстве химических веществ и продуктов, а также производстве резиновых и пластмассовых изделий — по итогам II кв. 2024 г. стал рост ИПП к аналогичному периоду 2023 г. на 3,7 и 2,5% соответственно. Аналогичные позитивные тенденции наблюдаются и в отношении объема отгруженных

товаров в стоимостном выражении: в I–II кв. 2024 г. к аналогичному периоду 2023 г. прирост объема производства химических веществ и продуктов составил 398,4 млрд руб. (+15,1%); резиновых и пластмассовых изделий — 177,1 млрд руб. (+18,8%). В целом, оперативно принятый комплекс регуляторных мер, направленных на нейтрализацию санкционных шоков, обусловил стабилизацию делового климата в химической отрасли: ИПП в вышеназванных видах деятельности увеличился на 8,7 и 4,8% против уровня II кв. 2022 г. (табл. 1). Среди подотраслей химической промышленности максимальное значение ИПП в II кв. 2024 г. зафиксировано в производстве прочих химических продуктов — 116,4%: объем отгруженных товаров собственного производства в январе–июне 2024 г. составил 264,8 млрд руб., что на 13,2% превышает уровень аналогичного периода 2023 г. (прирост на 31 млрд руб.).

В производстве основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пластмасс и синтетического каучука в первичных формах объем отгруженных товаров в I полугодии 2024 г. достиг 2,2 трлн руб. (+308 млрд руб. относительно соответствующего периода 2023 г.).

В производстве изделий из пластмасс этот показатель составил 931,2 млрд руб. в I полугодии 2024 г. (+152 млрд руб. относительно аналогичного периода 2023 г.). В II кв. 2024 г. ИПП в подотрасли оценивался в 102,2%.

## Выпуск критической химической продукции

Из перечня критической химической продукции, относящейся к категории «Продукты в рамках реализуемых инвестиционных проектов», увеличение объема выпуска по итогам первого полугодия 2024 г. отмечалось по 42 позициям из 62 рассмотренных. Максимальный объем выпуска зафиксирован по 15 видам продукции, включая: полимеры пропилена в первичных формах (1 085,4 тыс. т); эфиры простые (882,5); материалы лакокрасочные на основе полимеров (825,2); плиты, листы, пленка и полосы (ленты) полимерные, неармированные или не комбинированные с другими материалами (782,7); сульфаты (725 тыс. т) и др. (рис. 3).

Рисунок 3. Критическая промышленная продукция, относящаяся к категории «Продукты в рамках реализуемых инвестиционных проектов», с объемом выпуска свыше 200 тыс. т. в январе-июне 2024 г, тыс. т.



Источник: Росстат, расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

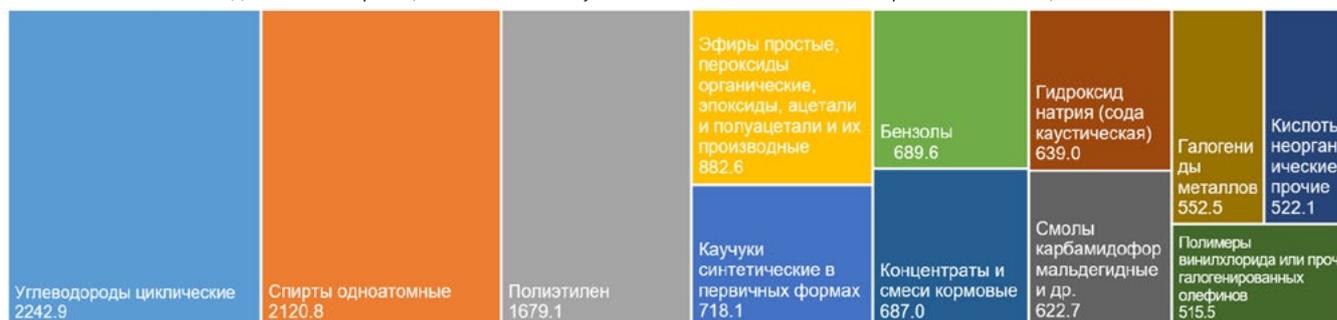
## Отрасль

Рисунок 4. Критическая промышленная продукция, относящаяся к категории «Продукты в рамках реализуемых инвестиционных проектов», с приростом объема выпуска свыше 10 тыс. т. в январе-июне 2024 г, тыс. т.



Источник: Росстат, расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Рисунок 5. Критическая промышленная продукция, относящаяся к категории «Позиции с потенциальными направлениями для инвесторов», с объемом выпуска свыше 500 тыс. т. в январе-июне 2024 г, тыс. т.



Источник: Росстат, расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Рисунок 6. Критическая промышленная продукция, относящаяся к категории «Позиции с потенциальными направлениями для инвесторов», с приростом объема выпуска свыше 10 тыс. т. в январе-июне 2024 г, тыс. т.



Источник: Росстат, расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

В течение II кв. 2024 г. наибольший прирост объема произведенной продукции (от 10 тыс. т) наблюдался в таких категориях, как: материалы лакокрасочные на основе полимеров (+107 тыс. т); материалы лакокрасочные на основе акриловых или виниловых полимеров в водной среде (+62,6 тыс. т); плиты, листы, пленка и полосы (ленты) полимерные, неармированные или не комбинированные с другими материалами (+40,1 тыс. т) и др. (рис. 4).

Среди веществ, относящихся к малотоннажной химии в составе категории «Продукты в рамках реализуемых инвестиционных проектов», в первом полугодии 2024 г. произведено: масла эфирные (463,3 т; +154,5 т против уровня аналогичного периода 2023 г.); йод (4,1 т; +1,5 т).

В составе критической химической продукции, относящейся к категории «Позиции с потенциальными направлениями для инвесторов», увеличение объема выпуска в II кв. 2024 г. зафиксировано по 46 из 93 рассмотренных позиций. Максимальный объем в первом полугодии произведен по 12 видам продук-

ции, в том числе по трем из них выпуск превысил 1 млн т: полиэтилену (1,7 млн т), спиртам одноатомным (2,1), углеводородам циклическим (2,2 млн т) (рис. 5).

В II кв. 2024 г. наибольший прирост объема произведенной продукции (от 10 тыс. т) среди рассматриваемого перечня критической промышленной продукции отмечен по следующим категориям: материалы лакокрасочные на основе сложных полиэфиров, акриловых или виниловых полимеров в неводной среде; растворы (44,3 тыс. т); краски на основе акриловых или виниловых полимеров в водной среде (42,9); антиобледенители (24,8); полиацетали, прочие полимеры простых эфиров и эпоксидные смолы в первичных формах (22,9); смазочные материалы (17 тыс. т) и др. (рис. 6).

Источники: расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ по данным Росстата; результаты проекта «Конъюнктурный мониторинг в наукастинге экономической активности» тематического плана научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием НИУ ВШЭ. **КМ**

# РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



Стойкость к тепловому удару



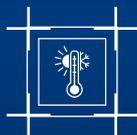
Низкая плотность



Стойкость к аэродинамическому  
нагреву в высокоскоростных  
газовых потоках



Высокая коррозионная стойкость  
в щелочных, кислотных  
и биологических средах



Высокая термочечность



ул. Новозвягинская, д. 57,  
г. Пермь, Россия, 614014  
[www.uniikm.ru](http://www.uniikm.ru)

**АО «УНИИКМ»** - один из лидеров в области  
разработки изделий из высокотемпературных  
композиционных материалов специального  
и гражданского назначения



# Перспективные материалы: древесно-полимерные композиты

Бюллетень Ассоциации «ЛЕСТЕХ» №17, 2024 г.

Статья основана на инвестиционно-аналитическом материале: «Исследования рынка древесно-полимерных композитов. Инвестиционный потенциал бизнеса», который создан в формате Методички Инвестора и содержит не только глубокий и полноценный анализ рынка, но и технологические и экономические параметры производства древесно-полимерного композита, включая состав некоторых рецептур по производству ДПК, операционную рентабельность производства, а также риски и преимущества бизнеса. Такой подход позволяет потенциальному инвестору сократить время на предпроектную проработку и получить информацию о древесно-полимерном композите как продукте, под широким углом.

## Древесно-полимерный композит как продукт

Под древесно-полимерными композитами понимают продукцию, полученную в результате полимеризации мономеров с древесными частицами. В качестве мономеров преимущественно используют термопласты — в основном полипропилен (ПП), полиэтилен (ПЭ), поливинилхлорид (ПВХ), полистирол (ПС), а в качестве наполнителя — древесную муку. Возможно использование других мономеров, а также вторичного пластика.

В англоязычной практике материал называется Wood Plastic Composites (сокращенно WPCs).

Общая группа продукции, полученной из древесных волокон и полимеров называется древесно-наполненными пластмассами (ДНП). На практике к древесно-наполненным композитам относят полимеры с содержанием древесных волокон до 50% (40%), а древесно-полимерными композитами являются продукты, полученные с использованием древесных волокон (древесной муки) от 50% до 70%, некоторые производители изготавливают продукты с содержанием древесины около 80%.

Древесно-полимерный композит (ДПК), совместно с минерально-полимерным композитом (МПК), явля-

*Большой потенциал производства древесно-полимерных композитов наблюдается в рамках лесопромышленного комплекса, в частности, в направлении использования древесных отходов лесопромышленных предприятий, которые не имеют иного направления утилизации, кроме сжигания, например такие как: древесная или шлифовальная пыль, древесные частицы с примесью смол и клеев, опилки при фрезеровании ламината и пр.*

*Развитие древесно-полимерных продуктов в мире обусловлено низкой себестоимостью изготовления, распространенностью компонентов для производства, включая пластик, поступающий на вторичную переработку; и высокими техническими характеристиками производимой продукции.*

ются продуктами, способными заменить классические материалы — древесину, композитную древесину, пластик, металлы и сплавы и прочие привычные материалы в существенной части ниш применения. Уникальность продукта на основе полимерной композиции заключается в том, что можно создать абсолютно любой продукт с любой формой и запрограммированными свойствами для большинства утилитарных областей применения.

Технология производства древесно-полимерных композитов позволяет выпускать любые виды изделий. Добавки в виде древесного или любого растительного или минерального наполнителя — не только дешевы, но и повышают физико-механические характеристики исходного мономера. Сравнительные таблицы физико-механических свойств изделий в зависимости от доли наполнителя представлены в качестве примера в табл. 1 и 2.

## Продукция из ДПК. масштабы производства и маржинальность

Особенность ДПК заключается в том, что из него можно сделать практически любой продукт или изделие, с заранее запрограммированными свойствами под конкретные рыночные ниши. Кроме того, производство продукции из ДПК имеет хорошую масштабируемость и тиражируемость бизнеса, что позволяет начинать бизнес с относительно небольших объемов.

Таблица 1. Влияние содержания наполнителей на прочность и модуль упругости при изгибе полипропилена

Наполнитель	Содержание наполнителя, %	Прочность при изгибе, МПа	Модуль упругости при изгибе, МПа
Нет	0	40,7	1198,9
Карбонат кальция	40	39,8	1798,3
Тальк	40	54,5	3300,3
Стекловолокно	20	58,5	3500,1
Древесная мука	20	43,7	1701,8
	40	44,7	3100,5

Таблица 2. Влияние содержания наполнителей на прочность и модуль упругости при растяжении полипропилена

Наполнитель	Содержание наполнителя, %	Прочность при растяжении, МПа	Модуль упругости при растяжении, МПа
Нет	0	30,9	1398,7
Карбонат кальция	40	21,8	2197,9
Тальк	40	32,3	4995,3
Стекловолокно	20	35,4	5098,6
Древесная мука	20	26,4	2301,3
	40	24,4	3699,9

Часто считают, что ДПК — это только террасные доски и сайдинг. Тем не менее, список существующих и потенциальных продуктов практически бесконечен. Сейчас развивается направление плетеной мебели из ДПК, дверей, окон, мебельных фасадов, столешниц, корпусов и элементов бытовой техники и т.д. В рамках одного и того же или схожего технологического процесса можно получать продукцию с абсолютно разной стоимостью, так как цена продукции зависит от позиционирования и конкурентной ситуации в конкретной сегментной нише.

Основное развитие, в настоящее время, имеют продукты из ДПК с высокой маржинальностью — пространственные в сегменте строительных материалов, но, по мере развития технологии, захватываются новые сегменты и ниши. Так, постепенно расширяется представление ДПК в более маргинальных сегментах, например, в части изготовления уличной плетеной мебели и производства малых архитектурных форм.

В то же время, производство автокомпонентов требует жесткой связи с автомобильными предпри-

ятиями и предполагает большой масштаб производства и низкую рентабельность единицы продукции.

### Текущее состояние рынка и прогнозная динамика развития ДПК в мире

На текущий момент, мировой рынок древесно-полимерных композитов оценивается в \$7,2 млрд, при текущем объеме производства 6,5 млн усл. тонн в год.

Древесно-полимерные композиты, как продукт, находятся на этапах внедрения и роста. Некоторые продукты из ДПК уже перешли на этап роста, а некоторые еще находятся на этапе внедрения и адаптируются на рынке. Предыдущие годы темпы роста всей группы изделий из ДПК составляли 13–17%.

Некоторые прогнозы обещают большие темпы роста в перспективе. Ожидается ускорение темпов объемов производства и потребления древесно-полимерных композитов, что обусловлено:

- широким освоением технологий бизнесом;
  - внедрением новых более производительных линий;
  - завоеванием новых продуктовых ниш;
  - повышением осведомленности населения о новом продукте;
  - перспективной разработкой новых продуктов из ДПК;
  - прочими объективными факторами.
- Древесно-полимерный композит можно считать наиболее успешным кроссплатформенным продуктом на пересечении лесоперерабатывающего комплекса и химической промышленности в ближайшее десятилетие. **КМ**

*По объективным данным материала «Исследование рынка древесно-полимерных композитов. Инвестиционный потенциал бизнеса», по некоторым продуктам из ДПК листовая рентабельность продаж составляет (КОЗ) — 35%, а рентабельность продукции (КОМ) — 73%. Это показатели труднодостижимы в рамках производства стандартного ассортимента продукции лесопромышленного комплекса.*

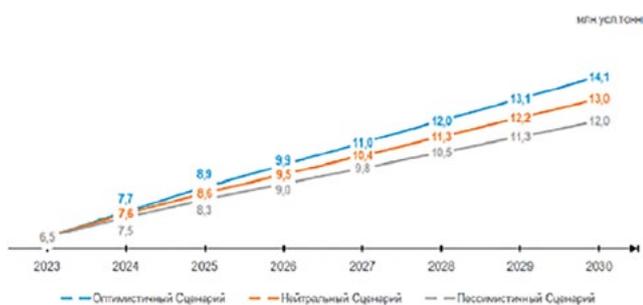


Рисунок 1. Прогноз развития мирового рынка ДПК



Рисунок 2. Сегменты мирового рынка ДПК

Оценочный прогнозный объем производства древесно-полимерных композитов в тоннах, предполагает мировое производство ДПК в 2030 г. на уровне 12,0–14,1 млн усл. тонн в год.

Любой прогноз мирового рынка ДПК предполагает высокий темп роста рынка. Ожидается, что с 2023 по 2030 гг. рынок ДПК удвоится, а средний темп роста рынка CAGR будет составлять 9,0% и более в год. Существуют более оптимистичные оценки роста рынка ДПК, которые основаны на высокой динамике предыдущих лет, что обусловлено, тем не менее, эффектом низкой базы.

Основные прогнозы мировых аналитиков предполагают общее сохранение будущей структуры производства и потребления древесно-полимерных композитов по сегментам на уровне 2023 г. Такой подход основан на том факте, что новые потенциальные области использования ДПК на текущий момент неизвестны, то есть прогноз является экстраполяцией текущей ситуации, что не совсем справедливо, однако



Рисунок 3. Текущее распределение мирового рынка ДПК по макрорегионам

иные прогнозы на текущий момент невозможны или носят характер предположения.

На текущий момент лидером мирового рынка по производству древесно-полимерных композитов являются США, на регион Северной Америки приходится около 53% всего производства и потребления.

Тем не менее, представленная на рис. 3 структура может не отражать реального положения дел. Из-за недостатка информации о китайской экономике, существуют заниженные представления об объемах производства ДПК в Китае. Китай является значимым производителем технологического оборудования для производства ДПК, крупным производителем изделий из ДПК, также эта страна обладает существенными компетенциями в этой сфере.

В связи с активным развитием автомобильной промышленности Китая, можно предположить, что существенный объем ДПК выпускается для целей автопромышленного сектора. Также, можно предположить, что существенные объемы древесно-полимерных композитов выпускаются в сегменте товаров промышленного и частного потребления.

### Производство ДПК на 1 человека по основным макрорынкам

При сравнении производства ДПК на одного жителя крупнейших макрорынков выделяется низкий объем производства ДПК на 1 человека в Восточной и Юго-Восточной Азии, что обусловлено большой численностью населения региона.

Даже если учитывать опережающий рост произ-

Таблица 3. Текущее и прогнозное производство ДПК на 1 человека по макрорынкам

Макрорегион	Численность населения, млн чел.		Объем производства, млн усл. тонн		Производство ДПК, кг на 1 человека	
	2023	2030	2023	2030	2023	2030
Северная Америка	378	393	3,45	4,42	9,1	11,2
Европа (кроме СНГ)	454	455	1,24	2,99	2,7	6,6
Восточная Азия и ЮВА	2349	2337	1,43	4,55	0,6	1,9
Россия	144	141	0,05	0,08	0,3	0,5

Однако, любой оптимистичный или сверхоптимистичный прогноз развития производства ДПК в России, в рамках адекватных значений, даже с СЛОЯ в 20–25%, не позволяет российскому производству ДПК догнать основные мировые макторынки по производству в расчете на 1 жителя к 2050 г. Россия уже надолго зафиксировала свое отстающее положение.

водства ДПК в Восточной и Юго-Восточной Азии, как было отмечено в прогнозе выше, производство на 1 человека в регионе остается небольшим.

Объем производства ДПК в России крайне мал по сравнению с основными макторынками. Это объясняется рядом факторов: отсутствием полноценного образования в области производства композитов, отсутствием технологической базы, отсутствием инвестиционных ресурсов и другими объективными причинами. Российский лесной бизнес не видит перспективных продуктов из-за низкого уровня аналитики лесопромышленных рынков в стране, низкого уровня подготовки корпоративных аналитиков и структурных особенностей бизнеса — не развита система продаж на внутреннем рынке.

Тем не менее, российский рынок имеет большой потенциал развития рынка ДПК, что обусловлено большим объемом неиспользуемых древесных отходов в лесном секторе и динамично растущей промышленностью по выпуску мономеров, прежде всего полиэтилена (ПЭ/РЕ), получаемого при переработке нефтегазового сырья.

### Текущее состояние рынка ДПК РФ

Тем не менее, на этом фоне, российский рынок ДПК показывает впечатляющий рост, несмотря на западные санкции и другие неблагоприятные факторы последних лет. Среднегодовой темп роста производства (CAGR) составил 11,2% за период с 2019 по 2023 гг. Высокая динамика производства сохраняется во всех сегментах.

Сегментная структура российского рынка ДПК примерно соответствует мировой структуре.

Основное производство ДПК в РФ сосредоточено в Центральном и Приволжском Федеральных округах. Анализ списка производителей древесно-полимерных композитов подтверждает отсутствие лесопромышленных интересантов в растущем рынке ДПК.

Российский рынок ДПК дефицитен, и дефицит

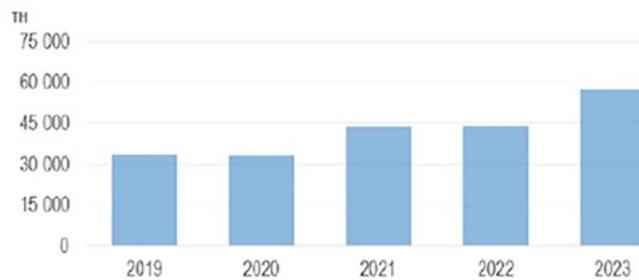


Рисунок 4. Динамика роста производства ДПК в РФ



Рисунок 5. География производства ДПК по федеральным округам

покрывается импортом из Китая. Существенная часть ДПК, продаваемого в наших строительных торговых сетях, имеет китайское происхождение.

Более того, в самом крупном сегменте — ДПК строительного назначения, спрос стабильно превышает предложение, а доля импорта за последние 5 лет колебалась в пределах 13,5–16,6% от объема рынка или 15,6–19,5% от объема производства.

Анализ финансового состояния предприятий по производству древесно-полимерных композитов показывает, что все экономические проблемы последних лет имели ограниченный негативный эффект на отрасль и подавляющая часть предприятий по производству ДПК сохранили позитивную рентабельность. Среднее финансовое состояние отрасли по производству ДПК существенно лучше, чем среднее финансовое состояние основных отраслей лесопромышленного комплекса.

Структура рынка древесно-полимерных композитов по ключевым игрокам, внутренним, экспортным и импортным ценам на продукцию, прогнозы развития рынка до 2030 г., а также технологические параметры, рецептуры и экономика производства представлены в «Исследовании рынка древесно-полимерных композитов. Инвестиционный потенциал бизнеса». **КМ**

Таблица 4. Доля импорта в потреблении ДПК строительного назначения в РФ

Показатель	При пересчете значений в тоннах				
	2019	2020	2021	2022	2023
Доля импорта к объему рынка, %	13,5	14,7	15,8	16,6	15,4
Доля экспорта к объему рынка, %	0,5	1,3	2,7	1,9	0,7

## Хохлова Валентина Александровна

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры наноструктурных,  
волоконистых и композиционных  
материалов (НВКМ) СПбГУПТД



Сотрудники кафедры НВКМ поздравляют Валентину Александровну с победой во Всероссийском конкурсе «Золотые имена высшей школы».

Конкурс направлен на выявление и поддержку талантливых педагогов и ученых, которые внесли значительный вклад в развитие российского высшего образования и науки. В этом году конкурс объединил 1224 участников из 75 регионов России.

1 сентября 2024 года были объявлены 259 победителей в 10 номинациях. В номинации «За преданность профессии и продолжении традиций высшей школы» в число победителей вошла кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой наноструктурных, волоконистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса СПбГУПТД по учебной работе Валентина Александровна Хохлова!

С 1959 года жизнь Валентины Александровны связана с Санкт-Петербургским государственным университетом промышленных технологий и дизайна (ранее Ленинградский институт текстильной и лёгкой промышленности имени С. М. Кирова), она прошла путь от студентки и аспирантки до начальника проблемной лаборатории, доцента и заместителя заведующего кафедрой по учебной работе.

В настоящее время является основным разработчиком и руководителем образовательных программ по направлению «Химическая технология» для бакалавров (профиль 18.03.01 — «Наноинженерия, композиты и биоматериалы») и магистров

(18.04.01 — «Технология получения полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов»); и автором более 180 научных публикаций, 15 авторских свидетельств и более 30 учебно-методологических разработок.

Продолжает научные исследования в области получения и исследования биологически активных волоконистых материалов медицинского назначения. Многие её разработки внедрены в производство.

Имеет более 20 наград, благодарностей и знаков отличия за многолетний добросовестный труд, большой вклад в подготовку и воспитание высококвалифицированных инженерных и научных кадров.

Валентина Александровна отзывчива, строга, но справедлива, готова прийти на помощь в любой ситуации. В жизни она заботливая мама и бабушка. И по-матерински опекает каждого своего студента. Её активность, заинтересованность в любимом деле — подготовке научных и профессиональных кадров — не смотря на годы, вызывают восхищение коллег и являются отличной мотивацией для молодых сотрудников.

Валентина Александровна по настоящему преданна профессии и продолжает традиции российской высшей школы.

Награждение победителей состоится 19 ноября 2024 в Москве в здании Минобрнауки России.





### Холодников Юрий Васильевич

Кандидат технических наук, генеральный директор ООО Специальное конструкторское бюро «Мысль»

Редакция журнала «Композитный мир» поздравляет с 70-летним юбилеем нашего постоянного автора, ведущего ученого, талантливого инженера, который способствует продвижению и внедрению композиционных материалов во многих отраслях промышленности, Юрия Васильевича Холодникова!

Юрий Васильевич награжден более 20 дипломами, и памятными грамотами, в перечне которых: «Инженер года 2010» номинация – «Машиностроение» (Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова), «Заслуженный работник науки и образования» (РАЕ).

Юрий Васильевич автор более 65 статей и 10 монографий и справочников, среди которых «Футеровка технологического оборудования и строительных конструкций композиционными материалами», «Прогрессивные технологии производства композитных изделий», «Промышленные композиты. Возможности и перспективы», «Защита технологического оборудования и строительных конструкций полимерными композиционными материалами», «Технологии композитостроения», «Композиционные материалы для стационарных машин и технологического оборудования», «Футеровка оборудования полимерными композитами».

Холодников Ю.В. имеет 76 авторских свидетельств СССР (1981-1991 гг) и 14 патентов РФ. Некоторые из них: П № 2365678. «Способ получения защитного футеровочного покрытия». Оpubл. 27.08.2009 г. БИ №24; П №2513405 «Способ изготовления кожухообразных изделий из композита». Оpubл. 20.04.2014 г. БИ №11; П №2473424 «Способ изготовления объемных изделий из композита». Оpubл. 27.01.2013 г. БИ №3; П № 2493008 «Способ изготовления труб из композиционного материала». Оpubл. 20.09.2013 г. БИ № 26; ПМ №178071 «Устройство для изготовления многослойных армированных изделий из композиционного материала». Оpubл. 22.03.2018 г. БИ №9; П. №2699877 «Способ изготовления пространственной модели лопасти осевого вентилятора». Оpubл. 11.09.2019 г. БИ №26.

25 лет назад Юрий Васильевич и другие ученые Уральского горного института создали ООО СКБ «Мысль». Компания профессионально занимается

антикоррозионной защитой технологического оборудования в различных областях производственной и хозяйственной деятельности в течение последних. Объем ежегодно выполняемых работ по химической защите различного оборудования достигает 150 000 м<sup>2</sup>. СКБ имеет производственную базу, необходимое технологическое оборудование и квалифицированные кадры, позволяющие выполнить весь комплекс работ вахтовым методом, в сжатые сроки и с высоким качеством.

В качестве защиты от коррозии, абразивного износа, химического разрушения, воздействия промышленной атмосферы и ультрафиолетового излучения, повышенных температур и т.п., компания предлагает: нанесение любого вида ЛКМ; полимерные, в том числе, эпоксидные, полиэфирные, полиуретановые, фторопластовые и другие виды покрытий; мастичные, шпатлевочные и наливные защитные покрытия; футеровочные покрытия композиционными материалами.

Заказчиками СКБ «Мысль» являются: ОАО «Татнефть», Тобольский нефтехимический комбинат, ОАО «Пермские моторы», ООО «ВИЗ-Сталь», ОАО «СвердНИИхиммаш», ОАО «Химпром», ОАО «Чепецкий механический завод», ОАО «Нытва», ООО «Гравотэк», ОАО «ММК», ОАО «Челябинский цинковый завод» и другие.



# Мастер-класс: Высокотемпературная композитная оснастка и трехслойные композитные конструкции



cp-vm.ru

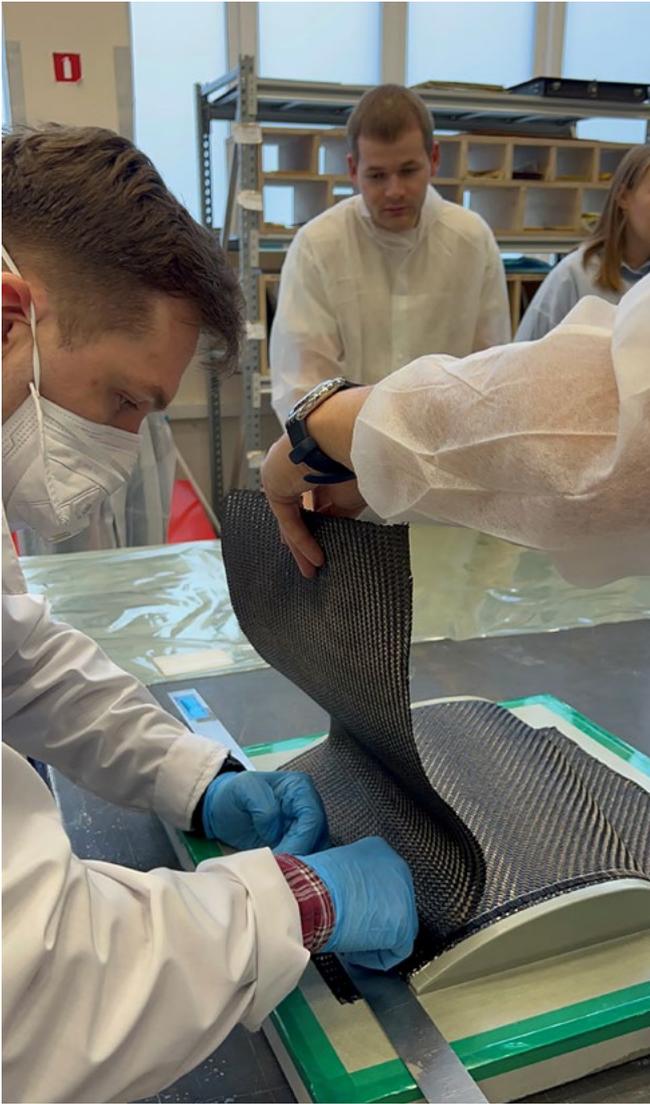
Для достижения высоких требований к качеству композитных изделий отечественные производственные предприятия совершенствуют технологические процессы, самостоятельно тестируют материалы, изучают доступный опыт российских и зарубежных коллег. Однако, незаменимым источником знаний являются научно-исследовательские центры, занятые прикладными вопросами развития композитной отрасли.

Одним из таких центров опережающего развития является Пермь, где на базе Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета (ПНИПУ) действует Научно-Образовательный Центр

Авиационных Композитных Технологий. В нескольких лабораториях этого центра занимаются разработкой новых конструкторско-технологических схем деталей и узлов из композиционных материалов для перспективных авиационных двигателей, моделированием технологических процессов изготовления деталей из композиционных материалов.

Компания «Композит-Изделия» давно сотрудничает с ПНИПУ по вопросам применения своих материалов в тех или иных технологических процессах, а также получения рекомендаций для их доработки. Более того, обе компании тесно взаимодействуют с местными производственными компаниями, видят их





потребности и технологические задачи, в результате чего выявилась потребность проведения совместного образовательного мероприятия.

4 июня 2024 года, под патронажем Артемьева Вячеслава Валерьевича, Старшего преподавателя, Главного специалиста НОЦ АКТ ПНИПУ и его коллег, в одной из лабораторий был успешно проведен мастер-класс по изготовлению высокотемпературной композитной оснастки с использованием материалов компании «Композит Изделия».

Мероприятие посетили руководители производства, инженеры-технологи и инженеры-конструкторы ряда крупных уральских предприятий, на деле занимающихся импортозамещением, повышением экономической и технологической устойчивости России.

После приветственного слова Артемьева Вячеслава Валерьевича, с вводной теоретической частью выступил Власенко Федор Сергеевич, к.т.н., технический директор ООО «Композит Изделия», поделившись планами компании по расширению ассортимента конструкционных материалов и сердечников для изготовления трехслойных конструкций.

Далее, в течение нескольких часов коллеги воочию знакомились с технологией изготовления высокотемпературной композитной оснастки. Для изготовления мастер-модели была взята обработанная на 5-координатном фрезерном станке модельная плита ПМ-А-08 плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ , на которую заранее был нанесен разделительный воск СПЛИТ-ВАКС.

В качестве конструкционного материала была представлена особая углеродная ткань  $200 \text{ г/м}^2$ , стабилизированная эпоксидным напылением (биндером), которое предотвращает расползание волокон в ходе нарезки и выкладки, что особенно важно в случае подготовки деталей сложной формы. Далее



## Событие



в ход пошли жгут КОНТУР-205, клей-спрей СР-FIX577, жертвенная ткань Р-ТЕКС-85ПА, распределительная сетка ПРО-СЕТ-200-2, трубки, переходники, и вакуумная пленка ВАКПЛЕН, давно зарекомендовавшие себя как надежные материалы для процесса вакуумной инфузии.

Следует выделить еще один интересный материал — «умную» разделительную ткань. Это ВИМ-115 — полупроницаемая мембрана для инфузионных процессов на рабочие температуры до 150°C. В данном случае она использовалась для контроля содержания смолы в готовом изделии (оснастке), при проведении процесса инфузии. Мембрана позволяет поддерживать необходимый уровень вакуума под пакетом, не позволяя при этом выкачивать связующее, обеспечивая, тем самым, насыщение армирующего материала точным расчетным количеством связующего. В качестве связующего использовалась смола МС-ЕТ-01 (ТУ 20.16.40-032-30189225-2023).

Оснастка, изготовленная с применением вышеперечисленных материалов, позволяет обеспечить высокие технические и технологические требования, предъявляемые к конечным изделиям из угле-/стеклопластиков, за счет размеростабильности, максимальной близости значений КЛТР в паре изделие/оснастка, температуростойкость, ремонтпригодность, существенно меньшая масса оснастки в сравнении с альтернативными вариантами исполнения.

По завершении практики участники поблагодарили друг друга, отметив значимость подобных событий для повышения профессионального роста и эффективности производства, а также вовлечения научного сообщества в текущую производственную повестку. **КМ**





**CARBO CARBO**  
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

# ЭПОКСИДНЫЕ ПРЕПРЕГИ ДЛЯ ШИРОКОГО СПЕКТРА ПРИМЕНЕНИЙ

Тип препрега	Универсальный	Быстроотверждаемый	Негорючий
Марка связующего	CP-M201	CP-L5100	CP-2201
Минимальное время отверждения	60 мин.	10 мин.	90 мин.
Температура формования	130°C	150°C	160°C
Температура стеклования Tg	140°C	120°C	154°C
Технологии переработки	безавтоклавная	безавтоклавная, прессование	прессование, автоклав
Области применения	БПЛА, машиностроение, спортивный инвентарь и экипировка	спортивный инвентарь и экипировка, массовое производство	авиация, транспортное машиностроение

НОВЫЕ ПРЕПРЕГИ В НАЛИЧИИ

На основе стеклоткани 100-280 г/м<sup>2</sup>

На основе углеткани 160-200 г/м<sup>2</sup>

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

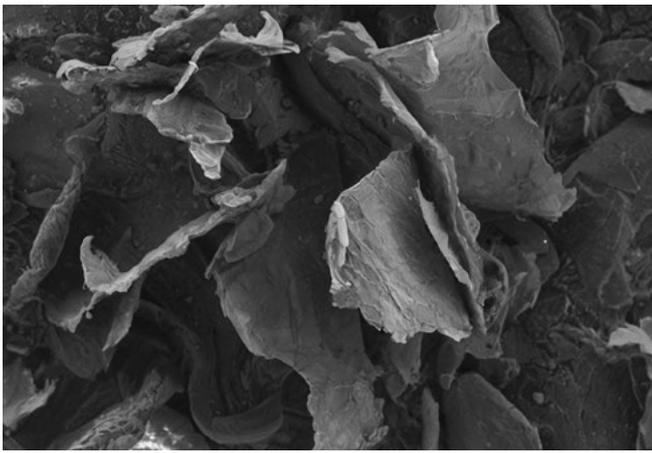




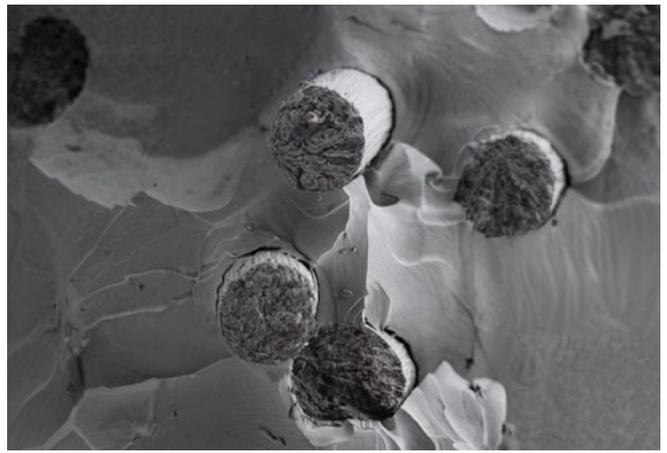
Руководители проекта:  
Ольга Gladунова  
Вадим Марценюк  
Наталья Лукичева  
СПбГУПТД, кафедра НВКМ

# Ученые СПбГУПТД разработали модифицированные углеродными наночастицами композиты с участниками программы «Большие вызовы»

Во время научно-технологической программы «Большие вызовы» в «Сириусе» участники направления «Новые материалы» под руководством ученых кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов имени А. И. Меоса СПбГУПТД Натальи Лукичевой, Ольги Gladуновой и Вадима Марценюка изучали, как повысить характеристики композиционных материалов с помощью добавления наночастиц с полезными свойствами. Школьники провели эксперимент по модификации материала, состоящего из углеволокна и эпоксидной смолы, наночастицами графена. Этот композит обладает высокой прочностью, твердостью и легкостью, благодаря чему его можно использовать во многих отраслях, особенно в судостроении и космической сфере.



Изучение структуры пластин многослойного графена, подготовленного различными методами



Изучение адгезионного взаимодействия в системе «волоконный наполнитель-модифицированное графенами эпоксидное связующее»

Существующие искусственные и синтетические материалы не всегда соответствуют потребностям, которые выдвигает современная промышленность. Именно поэтому перед учеными СПбГУПТД стоит цель — создавать новые и модифицировать уже существующие, комплексно улучшая их свойства. Решить эту задачу можно за счет введения в состав композита модифицирующих добавок.

Одна из команд программы вместе с наставниками из Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТД) работала над образцами углепластика, состоящего из углеродных волокон и эпоксидной смолы, которую модифицировали графеном. Он был получен учеными лишь в 2004 году. Проведенные испытания выявили его феноменальную прочность, что

и предопределило повышенный интерес к данному материалу со стороны исследователей в последние два десятилетия.

Участники проекта выдвинули гипотезу, что если непрерывноармированный углекомпозит модифицировать наночастицами графена, можно получить материал с более высокой прочностью. Улучшенные свойства позволят сократить количество армирующих слоев в композите при изготовлении изделия и снизить вес будущей конструкции без потери качества.

*«Композиционные материалы состоят из нескольких компонентов с различными физическими и химическими свойствами. В зависимости от их комбинаций мы можем получать разные нужные*





*нам характеристики в материале. В рамках этого проекта мы предложили школьникам поэкспериментировать с добавлением наночастиц графена. Основа нашего материала — углеволокно, которое само по себе прочное. Смола скрепляет компоненты композита, образуя его матрицу. Но как самостоятельная единица она довольно хрупкая. Ее свойства можно улучшить, если предварительно модифицировать прочным и легким графеном. Это даст нам возможность создавать прочные материалы без утяжеления всей конструкции», — рассказывает один из руководителей, старший преподаватель кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов имени А.И. Меоса СПбГУПТД Наталья Лукичева.*

Работа над проектом состояла из нескольких этапов. Вначале ребята исследовали методы химической и

физической подготовки графенов для их последующего введения в связующее — полимерную смолу. Подбирали режимы и технологии введения, изучали изменение свойств полимерной матрицы после наномодификации. После подбора оптимального варианта методом ручной выкладки было изготовлено несколько образцов однонаправленных композитов. Часть из них была подвергнута испытаниям для определения разрывной прочности. А часть исследована на хемо- и водостойкость, также изучена адгезия модифицированного полимерного связующего к углеродным волокнам, в том числе с помощью электронного микроскопа. Проведенные эксперименты показали, что модифицированная смола демонстрирует лучшую адгезию, и добавление графенов в количестве всего 1,0–1,5% повышает прочность на разрыв и твердость полимерной матрицы примерно на 20%.



Защита проекта в рамках программы «Большие вызовы» Образовательного центра «Сириус»

«За время работы над проектом мы изучили две наиболее распространенные технологии производства изделий из композитов — это ручное формование и технологию литья. Мы узнали, как определять хемостойкость матрицы к растворителям. Поняли, что добавление графенов не изменяет гидро- и лиофобность. Узнали, как определять адгезию и вязкость материала. В рамках этого проекта мы работали с различным оборудованием, познакомились с многочисленными лабораторными и аналитическими методами анализа. Это очень большая исследовательская и вместе с тем практико-ориентированная работа», — рассказывает один из участников проекта, школьник из Ростова-на-Дону Никита Нестеров.

На фестивале участники проекта представили изготовленные образцы наномодифицированных композиционных материалов, а также рассказали гостям о потенциальных сферах их применения. Кроме того, школьники подготовили технико-экономическую оценку проекта и оформили результаты исследования физико-механических и химических свойств изготовленных углекомпозитов. **КМ**



Особую благодарность ученые кафедры НВКМ выражают компаниям-партнерам, без которых реализовать данный проект было бы невозможно. Компании ХимСнаб Композит и Carbon Studio поддерживают кафедру НВКМ во всех начинаниях, предоставляя сырье и необходимые вспомогательные материалы для мастер-классов и образовательных проектов. Графены для проведения научно-исследовательских работ кафедры и научно-образовательных работ со школьниками предоставляет компания Графен Лайф.

Х И М С Н А Б  
**КОМПОЗИТ**

**ХимСнаб Композит** — крупнейший комплексный поставщик сырья, оборудования и материалов для производства стеклопластика и искусственного камня. В ассортименте компании продукция от ведущих производителей: смолы, гелькоуты, пластики, силиконы, полиуретаны, армирующие материалы, материалы для вакуумной инфузии, наполнители для искусственного камня. Компания предлагает подбор сырья под любые задачи, оказывает технологическую поддержку и внедрение на производство.

**carbonStudio**

**Carbon Studio** более 15 лет является эксклюзивным поставщиком инновационных композитных материалов и оборудования для производства композиционных изделий на российский рынок. Основное направление — углепластики, органопластики и высококачественные стеклопластики для различных областей применения. Ассортимент компании: различные армирующие материалы на основе углеродных, арамидных и стекло волокон, эпоксидные системы для всех методов формования и применения, сэндвич панели, композитные структуры, препреги. Долгосрочное партнёрство с ведущими зарубежными производителями позволяют внедрять передовые технологии в России практически одновременно с их выходом на рынки Европы и США.



**Графен Лайф** — молодая российская компания, которая запустила производства Графена в промышленных масштабах. В настоящее время компания занимается производством Графена по особой технологии без применения окислителей и ПАВ, с использованием только отечественного сырья. Графен Лайф предлагает продукцию в виде дисперсии Графена, порошка Графена, порошка Графена магнитного.



**АМТЕХРО**

# **Форум-выставка новых материалов и технологий АМТЕХРО-2024**

**19–21 ноября**

**Контактная информация по вопросам участия:**

**Директор Форума: Дмитрий Шабинский**  
**DDShabinskiy@atomexpo.com**

**Программный директор: Элина Билевская**  
**+ 7 916 237 93 25**  
**ESBilevskaya@atomexpo.com**

**Руководитель отдела продаж: Наталья Пустобаева**  
**+7 (967) 77-00-500**  
**PNV@atomexpo.com**

**Журнал «Композитный мир» выступает информационным партнером АМТЕХРО-2024. Мероприятие пройдет в Москве в Технопарке «Сколково»**

АМТЕХРО-2024 будет посвящено обсуждению достижения технологического суверенитета в области новых материалов и технологий, определению вектора развития рынка производства и потребления новых материалов и технологий в России.

В фокусе внимания деловой программы разрабатываемые Национальный проект «Новые материалы и химия», Федеральный проект «Развитие производства композиционных материалов», Федеральный проект по развитию редких и редкоземельных металлов, а также «дорожная карта» «Технологии новых материалов и веществ», которая включает развитие таких направлений, как композиты, полимеры, аддитивные технологии, редкие и редкоземельные металлы, цифровое материаловедение и их внедрение в промышленность: авиастроение, транспорт, строительство, медицину, энергетику и др. и «дорожная карта» «Технологии создания систем накопления электроэнергии, включая портативные».

**АМТЕХРО-2024 включает:**

- Обширную деловую программу, посвященную теме новых материалов и технологий.
- Выступления экспертов отрасли новых материалов и технологий.
- Современное выставочное пространство, где участники смогут ознакомиться с новейшими достижениями в области новых материалов и технологий.
- Проведение конкурсов для профессионалов отрасли и организация торжественных церемоний награждения.
- Межотраслевой нетворкинг.
- Торжественный прием делового клуба АМТЕХРО.

У участников есть возможность в рамках выставочной экспозиции АМТЕХРО-2024 продемонстрировать промышленным копаниям из традиционных и новых отраслей свои разработки и решения.

В рамках форума состоится конкурс АМТЕХРО AWARDS за достижения в области новых материалов и технологий.

Заявки принимаются до 10 октября 2024 года в трех номинациях:

- Научные разработки в области новых материалов и технологий,
- Импортозамещение в области новых материалов и технологий,
- Уникальные проекты в области новых материалов и технологий.

Участие в форуме в качестве посетителя бесплатное. Дополнительная информация и регистрация доступны на сайте: **[amtexpo.com](http://amtexpo.com)**

Алексей Горшков  
ВИТРУЛАН Текстильглас

# Стекломат для скинкоута



Человечество познакомилось со стеклопластиком довольно давно, чуть больше 100 лет назад. Примерно, в одно время с началом промышленной революции рубежа 19–20 века. За это время произошёл значительный технологический скачок, во всех сферах включая стеклопластик. Я умышленно не использую термин «композитные материалы» в данном контексте, поскольку в широком смысле кирпичи из Древнего Египта и Месопотамии, в виде глины армированной соломой, тоже являются примером «композитных материалов».

Первые патенты на стеломатериалы и смолы появились в конце 1800-х, а вот с проблемой агрессивной среды мы столкнулись несколько позже, спустя примерно 50 лет. Первая стеклопластиковая лодка была изготовлена в 1932 г Реем Грином. Будем считать это точкой отсчета развития стеклопластикового судостроения. С развитием морского судоходства на стеклопластиковых судах мы сталкиваемся с проблемой осмоса.

*Осмоз — это проникновение воды в структуру стеклопластика и разрушение смолы, вследствие чего оголяется стекломатериал и стеклопластик разрушается.*

В этом месте в стеклопластиковой промышленности появляется скинкоут — защитный слой предохраняющий ламинат от разрушающего воздействия воды.

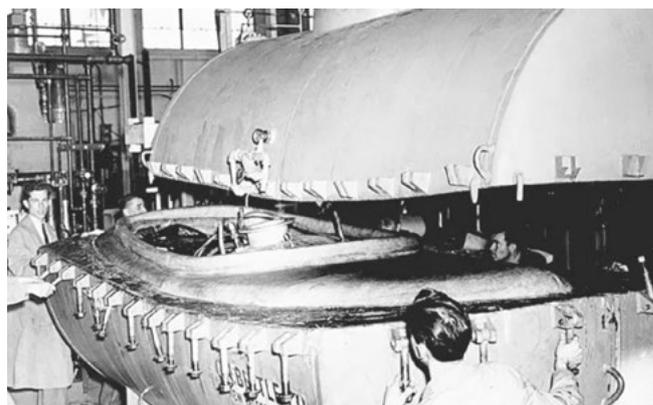
Не углубляясь в исторические подробности, нужно отметить, что проблема осмоса решается двумя путями. Первый — использование эпоксидного связующего. Как например, это было реализовано на яхтах класса Ассоль, разработанных в ЦКБ «Нептун» в 1970-х. Довольно долго стеклопластик держался на эпоксиде, но с развитием промышленности и в борьбе за цену и объём рынка вперед вырываются полиэфирные смолы в паре со скинкоутом на вилэфирной смоле. Это второй путь борьбы с осмосом.

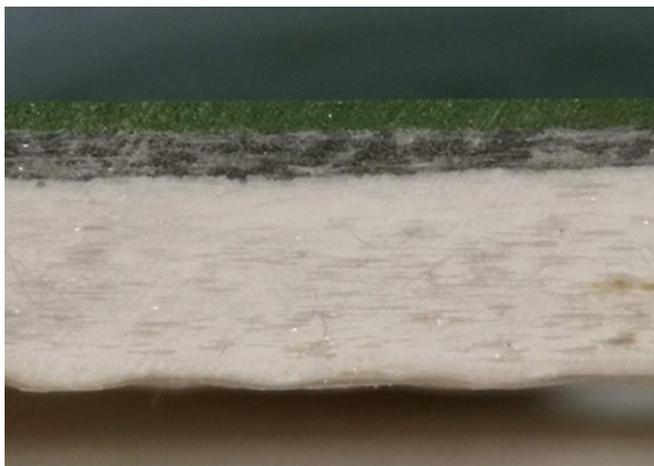
*В России мы часто путаем понятия «скинкоут» и «барьеркоут». Барьеркоут — это слой винилэфирной смолы без армирования стекломатериалами, наносится на гелькоут. Его задача выровнять поверхность гелькоута и снизить водопоглощение ламината. Скинкоут — это армированный стекломатом слой винилэфирной смолы. Основной защитный слой, защищающий от осмоса и воздействия агрессивных сред, например, морской воды. Идея использования барьеркоута заключается в том, чтобы нивелировать возможные ошибки при формовке скинкоута. Например, недостаточно пропитанные участки или плохо прикатанные углы. Поскольку в России, в силу ряда факторов, мы не используем барьеркоут, то следует уделять максимальное внимание скинкоуту.*

На сегодняшний день скинкоут используется в



«Ассоль» — первая советская частная яхта из стеклопластика





двух видах изделий. Первый это изделия, контактирующие с водой на постоянной основе. Например, катера, яхты, лодки, бассейны и оборудование для аквапарков. Второй вид изделий — это матрицы, изготавливаемые по системе «быстрой матрицы». Необходимость использования скинкоута для первого вида изделий, описана выше, а вот с матрицами совсем другая история.

Скинкоут в матрице выполняет две важные функции. Первая — это защита гелькоута от термоудара со стороны смолы для «быстрой матрицы», которая формируется мокрым по мокрому и, как следствие, разогревается довольно сильно, вплоть до 130–150°С. Вторая функция — это армирование гелькоута. На этом моменте хотел бы остановиться подробнее.

*Матрица — технологическая формообразующая оснастка, которая должна работать на длинной дистанции. Она всегда требует больших временных и финансовых вливаний. Матрица полностью подпадает под понятие «Основных средств» в бухучёте (ст 46 приказа Минфина №34н от 29.07.1998г).*

Матрица постоянно подвергается довольно серьезным механическим нагрузкам в процессе расформовки изделий. А срок службы матрицы напрямую зависит от того, насколько долго прослужит гелькоут в связке со скинкоутом. Основные проблемы, которые отправляет матрицу в ремонт раньше времени:

1. Трещины на гелькоуте, возникающие в результате деформации матрицы в процессе расформовки;
2. Отслоение (отрыв) гелькоута от ламината после расформовки;
3. Вскрытие воздушных полостей в углах;
4. Само собой, все обозначенные проблемы решаются путём соблюдения техпроцесса. Однако, зачастую решение кроется в использовании качественных материалов, которые позволяют сократить временные затраты и нивелировать риски, возникающие вследствие человеческого фактора.

Чтобы получить качественный скинкоут многие производители полиэфиров рекомендуют использовать для скинкоута порошковый стекломат с низкой плотностью — 300 или 150 гр/м. Это связано с тем,

что стекломат с эмульсионным связующим довольно жесткий и требует больше времени для растворения эмульсии в винилэфирной смоле. Порошковое связующее в стекломате растворяется быстрее. Порошковый стекломат более мягкий и легче драпируется. Аналогичная ситуация с плотностью, чем выше плотность, тем больше связующего в стекломате нужно растворить. Так же с ростом плотности стекломата снижается его драпируемость.

*Драпируемость — способность армирующего материала принимать нужные углы и повторять геометрию матрицы.*

Данные параметры критически важны, поскольку у винилэфирной смолы сравнительно небольшое время гелеобразования и формовщик должен успеть укатать стекломат за достаточно коротки промежуток времени. Спешка зачастую приводит к ошибкам, в результате которых появляются вышеописанные проблемы.

Помимо связующего, которое удерживает стеклян-



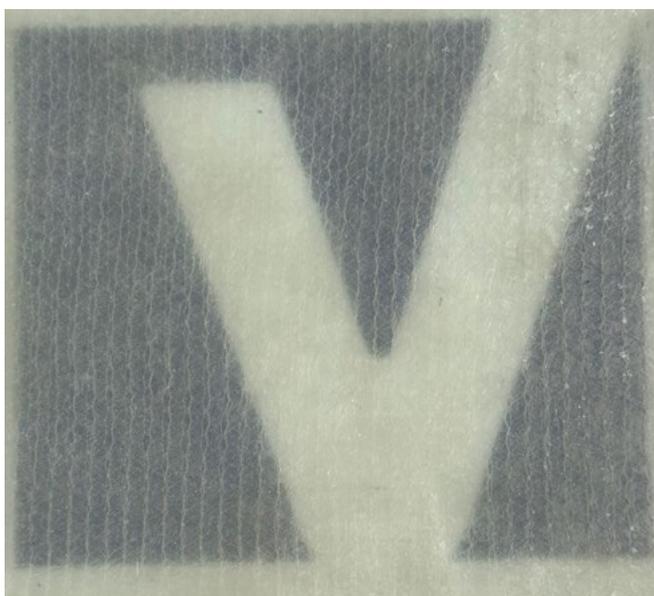
Вид ламината со стороны гелькоута. Состав ламината 2 слоя стекломата 600 гр/м<sup>2</sup>, смола Eskim



Китайский стекломат 600 гр/м<sup>2</sup>, 2 слоя. Смола Eskim 1069



Стеклomat Vitru lan 300 гр/м<sup>2</sup>, 2 слоя. Смола ILKESTER PV-300 TA



Стеклomat Vitru lan 600 гр/м<sup>2</sup>, 2 слоя. Смола Eskim 1069

ные волокна, так же важны силаны и замасливатели, которые были использованы при производстве стеклянных волокон. Дело в том, что зачастую стекломат не успевает «раствориться» до конца за время желирования смолы и некоторые волокна остаются сухими. Настолько что их можно извлечь из ламината пальцами. Данный эффект существенно снижает физико-механические свойства скинкоута и при расформовке изделия из матрицы гелькоут отрывается вместе с частью скинкоута и остаётся на изделии.

Что касается скинкоута в изделиях, контактирующих с водой, то тут неполностью «растворившийся» стекломат увеличивает водопоглощение ламината. Влага поступает в «сухие» волокна, а затем по ним перебирается через скинкоут в основной ламинат. Далее постепенно начинается процесс осмоса.

Таким образом, мы обозначили 2 важных фактора при выборе стекломата для скинкоута. Первый это связующее, которое должно раствориться в смоле. Второй это силаны и замасливатели, которые должны вступить в связь со смолой. Оба этих процесса должны произойти за очень короткое время, буквально 1–2 минуты.

Решение, которое предлагает компания Vitru lan Composites заключается в следующем:

1. Связующее, которое удерживает волокна стекломата. Поскольку речь идёт о минимизации времени на «растворение» стекломата, то мы предлагаем полностью отказаться от использования связующего. Волокна удерживаются при помощи прошивной нити.
2. Силаны и замасливатели. Отказаться от использования этих веществ невозможно, но мы можем использовать более подходящие материалы с высокой скоростью связки со смолой.

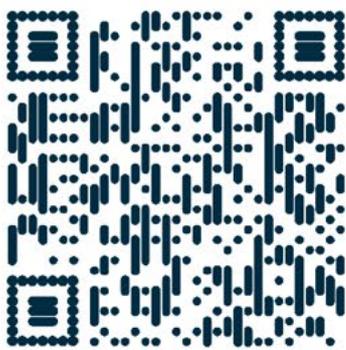
По сути, мы предлагаем использовать для скинкоута стичмат. Прошивной стекломат, который хорошо известен и широко применяется в пултрузии для внешнего слоя. Однако, благодаря использованию более качественных силанов и замасливателей, он «растворяется» в смоле существенно быстрее привычных материалов. Кроме того, обладает хорошей драпируемостью.

В сумме это приводит к следующим эффектам:

1. У формовщика существенно больше времени на прикатку скинкоута, что снижает риск ошибок.
2. Отсутствуют сухие волокна в скинкоуте, это снижает риск развития осмоса и риск отрыва гелькоута при расформовке матрицы.
3. Более качественное прилегание скинкоута к гелькоуту снижает риск растрескивания гелькоута при расформовке матрицы или при ударах в процессе эксплуатации катера/лодки.

Получить тестовые образцы стекломата для скинкоута Вы можете через наших дилеров или связавшись с нами напрямую.

Мы всегда открыты к диалогу и готовы оказать Вам технологическую поддержку. **КМ**



Полный ассортимент  
мультиаксиальных тканей



Где купить



## Мультиаксиальные стеклоткани

### VITRULAN

- ✓ **Скорость инфузии выше конкурентов на 15%**
- ✓ **Улучшенная драпируемость, укладывается в самые сложные матрицы**
- ✓ **Полная пропитка смолой и никаких сухих ниток**
- ✓ **Высокая прочность за счет полной пропитки**

Остались  
сухие нити

Снижен  
физ. мех.

Требуется  
больше  
слоёв

**КОНКУРЕНТ**



Все нити  
пропитаны  
смолой

Увеличен  
физ. мех

Требуется  
меньше  
слоёв

**VITRULAN**



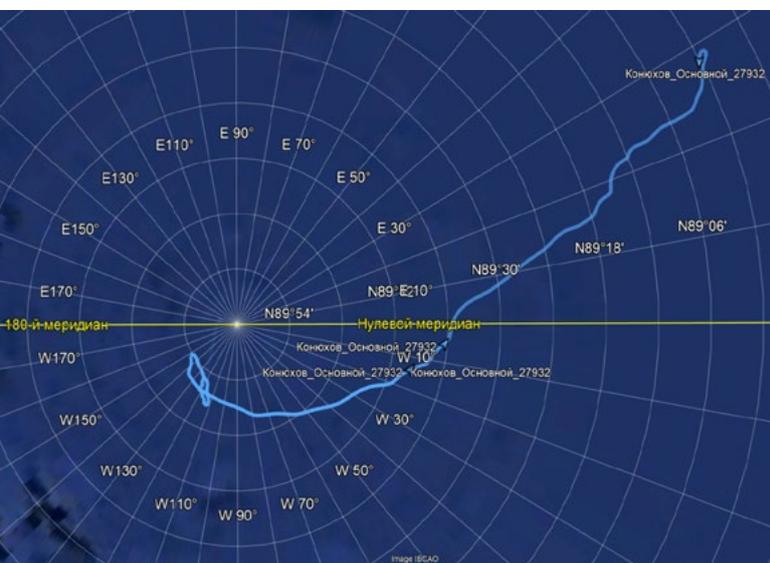
по материалам:  
t.me/kgforum  
konyukhov.ru

Старт перелета с архипелага Земля Франца-Иосифа, куда пилотов доставили на атомном ледоколе «50 лет Победы»



# Высокотехнологичные материалы композитного дивизиона «Росатом» для мировых рекордов

Российские пилоты совершили первый в мире успешный перелёт в условиях высокоширотной Арктики на двухместном паралёте (мотопараплане) с композитным обтекателем от 86 градуса северной широты до точки географического Северного полюса.



Маршрут перелета мотопараплана Федора Конюхова

В период 7-8 июля 2024 знаменитый российский путешественник, писатель, художник Фёдор Конюхов отправился к Северному полюсу, и, вместе с пилотом Игорем Потапкиным достигли Северного полюса на двухместном мотопараплане – паралёте, установив мировой рекорд.

Российские пилоты совершили первый в мире успешный перелёт в условиях высокоширотной Арктики на двухместном паралёте (мотопараплане) от 86 градуса северной широты до точки географического Северного полюса. Отправной точкой для рекорда стал архипелаг Земля Франца-Иосифа, куда пилотов доставила экспедиция Клуба полярных путешествий на атомном ледоколе «50 лет Победы». Полёт протяжённостью 440, 51 км продлился 10 часов и 13 минут с 16:29 7 июля до 02:42 8 июля (по МСК) и проходил в коридоре 57-60 градусов восточной долготы на высоте от 267 до 835 метров над поверхностью. Средняя скорость составила 47 км/ч.



Тренировочный полет в 2022 году

В 2022 году экипаж Конюхов-Потапкин уже совершил тренировочный полёт к вершине Земли. Взлёт паралёта осуществлялся с дрейфующей 100-метровой льдины, расположенной вдоль борта ледокола «50 лет Победы» на 85 градусе северной широты, после чего пилоты взяли курс на Северный полюс. Это был первый в истории полёт на мотопараплане в высоких арктических широтах. Спустя три часа и 172 км в пути, пилоты совершили посадку на льдину. Ледокол, двигаясь в сторону Северного полюса, подобрал экипаж и продолжил выполнять туристическую программу круиза.

На основе полученного опыта, в конструкцию паралёта были внесены некоторые изменения. Так, был разработан обтекатель, позволяющий минимизировать сопротивление набегающего потока воздуха и обеспечивающий безопасность экипажа, а также дополнительные места хранения средств спасения и другого полезного груза. В обтекатель встроены два топливных бака по 75 литров каждый, выполненные из композитных материалов.

Уникальный обтекатель со встроенными топливными баками для рекордного двухместного паралёта был создан из композитных материалов: однонаправленной и мультиаксиальной углеродной ткани и двунаправленной стеклоткани, произведенных на предприятии «Препрег-СКМ» Композитного дивизиона Госкорпорации «Росатом». Общий вес конструкции составил всего 23 кг.

---

«Композитные материалы являются основополагающими в конструкциях самолетов, космических аппаратов, а также широко применяются в спорте высоких достижений. Поэтому использование наших материалов — логичное, а главное эффективное решение, которое, я уверен, помогло не только создать прочную и легкую конструкцию паралёта, но и снизить расход топлива», — сказал генеральный директор Композитного дивизиона госкорпорации «Росатом» Александр Тюнин.

---



Обтекатель спроектирован специалистами Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» Санкт-Петербургского Политеха

Обтекатель был спроектирован специалистами Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Команде инженеров с опытом реализации высокотехнологичных авиационных проектов была поставлена задача создать прочную и легкую конструкцию обтекателя, позволяющего избавить пилотов в кокпите от переохлаждения из-за набегающего потока воздуха, а также снизить общий расход топлива, обеспечив его надёжное хранение на борту.

Обтекатель паралёта был изготовлен по технологии вакуумной инфузии с использованием таких материалов как однонаправленная и мультиаксиальная углеродная ткань и двунаправленная стеклоткань. Начальный этап производства предполагает создание



Генеральный директор Композитного дивизиона госкорпорации «Росатом» Александр Тюнин и путешественник Федор Конюхов



Федор Коныхов  
и Игорь Потапкин  
с новым композитным  
мотопарапланом



специальных матриц, выточенных из многослойных МДФ панелей на фрезеровочном станке по заданной компьютером программе. Затем поверхность получившихся ложементов шлифуется вручную и покрывается специальным воском, препятствующим спливание композитного материала с древесиной.

Далее на матрицы послойно и разнонаправленно укладывается углеволокно и стеклоткань для создания рёбер жёсткости на особо напряжённых участках корпуса обтекателя. Полученный «пирог» накрывается специальным мешком с одновременной откачкой воздуха и закачкой полимерной смолы, заполняющей все имеющиеся в материале пустоты. Материал отверждается в течении 24 часов, после чего полученные элементы корпуса обтекателя проходят заключительную ручную обработку перед покраской.

Конструктивно обтекатель состоит из нескольких отдельных элементов: нижняя часть имеет форму лодки, передняя напоминает капот, а боковые панели скрывают расположенные по бортам топливные баки объёмом 75 л. каждый. Баки весом всего 2 кг каждый оснащены внутренними перегородками для исключения резкого перетекания топлива в полёте. Изнутри и снаружи поверхность баков дополнительно покрыта специальными клеевыми составами для минимизации негативного воздействия топлива на стенки ёмкостей. Общий вес конструкции составил всего 23 кг, что вызвало немалый интерес в профессиональной среде авиаторов.

Серия лётных испытаний проводилась на аэродроме «Кречевицы» в Новгородской области и продолжилась на аэродроме базирования «Турово» в Истринском районе Московской области вплоть до момента отправки паралёта в г. Мурманск для погрузки на ледокол.

«Я летаю давно, более 30 лет на мотопарапланах и паралётах, но могу сказать точно, что полёт к Северному полюсу с Фёдором Филипповичем — один из сложнейших в моей жизни. Это особый полет, в особом измерении — Арктика — отдельная реальность. Те чувства, которые мы испытывали в этом длительном полете не сравнить ни с чем.

Полёт проходил более 10 часов в сложно ориентированной местности за облаками, было очень красиво! Сложность заключалось в том, что как только мы взлетели, мы покрылись льдом. История полётов в Арктику как раз говорит о том, что суровые условия и обледенения — причина многих аварий и катастроф. Мы об этом знали и помнили, но воочию увидели во время полета, что происходит с летательным аппаратом, который пропадает в условия арктической влажности.

У нас была первая попытка полёта без кабины и без фюзеляжа, мы находились в открытом воздухе, не защищены никакими элементами кабины, и, длительное нахождение в открытой атмосфере, холодный и влажный воздух — это переохлаждение. Когда мы начали дорабатывать летательный аппарат, мы поняли, что нам нужен защитный кожух, он должен быть легким и прочным. Также в первом полете у нас были металлические баки из алюминия, не очень аэродинамичной формы, поэтому тоже было решено сделать и фюзеляж обтекателя, и баки едином целым. Ребята из питерского Политеха помогли рассчитать и сделать конструкцию аэродинамичной, и как всё в авиации, прочной и легкой, и именно поэтому были выбраны композитные материалы. Потому что как углепластик обеспечивает конструкции необходимую прочность, но одновременно, не придаёт дополнительного веса конструкции», — делится впечатлениями от полета пилот Игорь Потапкин.

Госкорпорация «Росатом» ранее уже поставляла материалы команде путешественника для постройки корпуса инновационного исследовательского катамарана на солнечной энергии NOVA для пересечений океанов. **КМ**



Процесс изготовления обтекателя



# «Космическое» ноу-хау рыбинских композитчиков

Ольга Гржибовская  
gazeta-rybinsk.ru



В Рыбинске осваивают уникальную технологию создания габаритных изделий из композитного материала на основе стекловолокна и смолы. В середине июля этого года команда специалистов под руководством предпринимателя Андрея Савина взялась за решение нестандартной производственной задачи. За короткое время им предстояло создать с нуля композитный купол обсерватории.

«Современные композитные материалы по своей прочности и долговечности сравнимы с алюминием. При этом здесь не требуется ни сложной в исполнении сварки, ни полировки швов, ни прочих «металлических» операций. Изделие даже красить не придется. Гелькоут, который отвечает за дополнительные защитные функции и эстетичный внешний вид, входит в состав слоеного композитного «пирога», — рассказывает руководитель команды композитчиков Кирилл Рогов.

Заказ для школы в Южно-Сахалинске команда композитчиков из Рыбинска выполняла на территории бывшего завода гидромеханизации — на современной промплощадке холдинга «Севермаш».

«Уникальность работы заключается в том, что конструкцию нужно было создать с чистого листа. Не было ни мастер-моделей, ни матриц — ничего», — сообщает Кирилл Рогов

Как правило, матрицу для подобных композитных изделий делают на базе МДФ. Рыбинские специалисты пошли другим путем и фактически разработали новую, уникальную технологию. Чтобы ускорить и удешевить процесс, мастер-модель они сделали из полистирольного пенопласта, нарезали его «дольками», обклеили глянцевой пленкой и сняли матрицу.

«Чем точнее матрица, тем качественнее получается конечное изделие. Поверхность ее полируют

до зеркального состояния», — уточняет специалист.

В арсенале композитчика нет каких-то специфических приспособлений. Только обычные малярные инструменты, наждачные круги, машинки для полировки.

Создание матрицы — самая затратная статья в производстве конструкций из композитов. Однако с выходом в серию себестоимость изделий будет падать, чего не скажешь о том же алюминии, например.

Изделия с матрицы рыбинцы снимали методом вакуумной инфузии. В отличие от более распространенного в Ярославском регионе ручного формования (когда стеклоткань пропитывают смолой вручную, используя специальные кисти валики) эта технология позволяет избежать множества дефектов. Например, неравномерной пропитки стеклоткани и появления в структуре пузырьков воздуха.

«В технологии заинтересованы предприятия, создающие изделия в композитных корпусах. Одно из требований — они должны быть прозрачными для радиоволн. При ручном способе смола вспенивается — пузырьков не избежать. Такие дефекты будут отражать радиосигнал. Обеспечить радиопрозрачность может вакуумная инфузия», — рассказывает композитчик.

Над созданием корпуса для обсерватории рыбинцы трудились полтора месяца. Профессиональные компетенции позволили им уже к концу августа подготовить все композитные детали. Теперь белый блестящий купол отправится на Дальний Восток. В начале октября он будет установлен над обсерваторией на территории новой флагманской школы в Южно-Сахалинске. **КМ**



# МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОСНАСТКИ



- ▶ Полиуретановые модельные плиты, плотность 0,55-1,7 г/см<sup>3</sup>
- ▶ Клей для модельных плит с различным временем жизнеспособности
- ▶ Разделительные и порозаполнительные составы
- ▶ Гелькоут высокотемпературный
- ▶ Углеродные ткани 200, 400, 600 г/м<sup>2</sup>
- ▶ Высокотемпературное эпоксидное связующее
- ▶ Вакуумные вспомогательные материалы

Обеспечение проектов любого масштаба и сложности

Отлаженная система поставок клиентам от предпринимателей до госкорпораций

Одобренный поставщик ведущих производителей композитных деталей

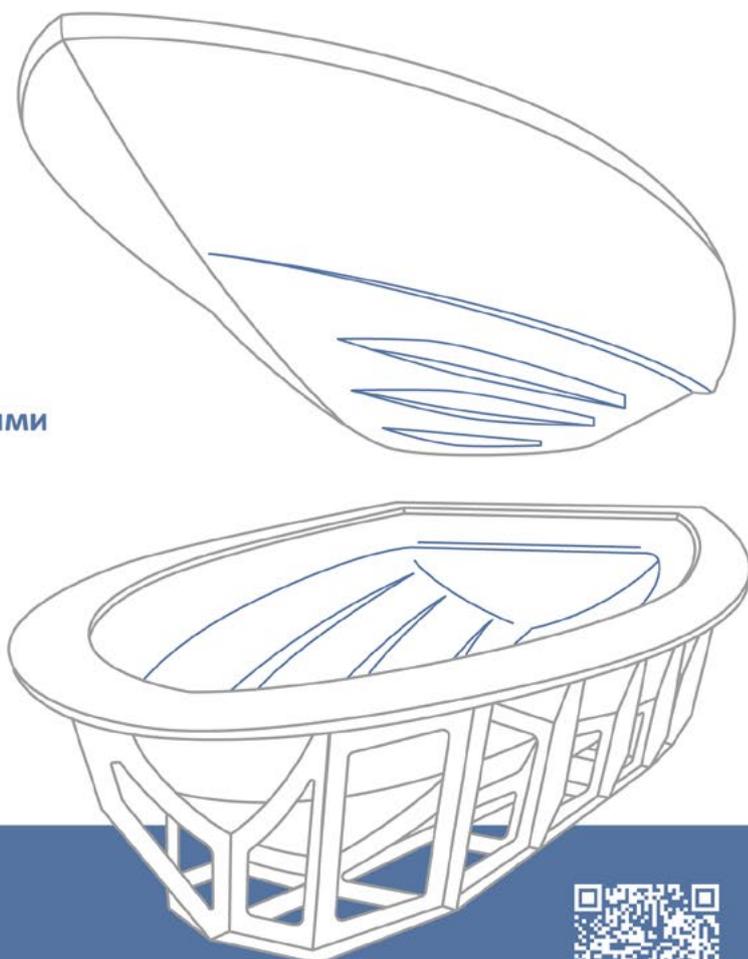
Локализация серийного производства на территории РФ

Долгосрочные контракты с производителями из дружественных стран

Разработка и поставка нестандартных продуктов

Сквозное техническое сопровождение проектов

Собственный тренинг центр



+7 499-281-66-37

[www.cp-vm.ru](http://www.cp-vm.ru) | [info@cp-vm.ru](mailto:info@cp-vm.ru)



## Композитные материалы с люминофорами могут использоваться как датчики

sbras.info

Ученые из Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН исследовали поведение и свойства композитных материалов с люминофорами и выяснили, что такие материалы можно эффективно применять при мониторинге состояния конструкций, а также в строительстве.

Специалисты создали образцы полимерных композитов, наполненных частицами люминофора, диспергируя частицы с помощью ультразвука в матрице из эпоксидной смолы. При подробном изучении таких материалов выяснилось, что они могут использоваться не только в качестве источника для освещения в городской инфраструктуре, но и применяться в строительной и промышленной сфере в качестве самостоятельных материалов, а также использоваться для диагностики деформации строительных конструкций.

Композитные материалы обладают рядом преимуществ. Например, они прочные и жесткие, легкие, стойкие к коррозиям и экологичные. Кроме того, они подлежат переработке, что дает им еще одно преимущество — экономичность. Для производства композитов не требуется много электроэнергии, к тому же они способны выдерживать значительные перепады температур.

По словам ученых ИТПМ СО РАН, созданные ими материалы в качестве датчиков смогут справляться с диагностикой структурного состояния (деформации, разрушения) конструкций, как на поверхности, так и внутри зданий, на мостах, балках или в местах сварки трубопроводов.

Такие датчики будут фиксировать зарождающиеся трещины, деформации на конструкции, подсвечивая их. Свечение будет видно, даже если датчик помещен внутрь конструкции, а не находится на ее поверхности. По оптоволокну, прикрепленному к датчику, станет передаваться информация о начале разрушения на приемное устройство в виде светового сигнала. Сами конструкции могут быть выполнены из полимерных композитов. Тогда обнаружить деформации будет еще проще, так как сами конструкции подсвечиваются.

«Итогом нашего исследования станет создание уникального композита, который будет обладать высокой конкурентоспособностью и перспективами для внедрения в промышленное производство в качестве энергоберегающего уличного освещения, а еще его можно использовать для диагностики повреждений композитных, железобетонных и других конструкций», — рассказала старший научный сотрудник ИТПМ СО РАН кандидат физико-математических наук Татьяна Александровна Брусенцева.

В дальнейшем планируется провести еще ряд экспериментов, которые покажут зависимость интенсивности свечения от приложенного напряжения. Полученные данные можно будет внести в специальную программу, которая находится еще на стадии разработки. В ней станут видны все разрушения конструкции. Помимо этого, ученые смогут спрогнозировать, как поведет себя полимерный композит под разными нагрузками. **КМ**

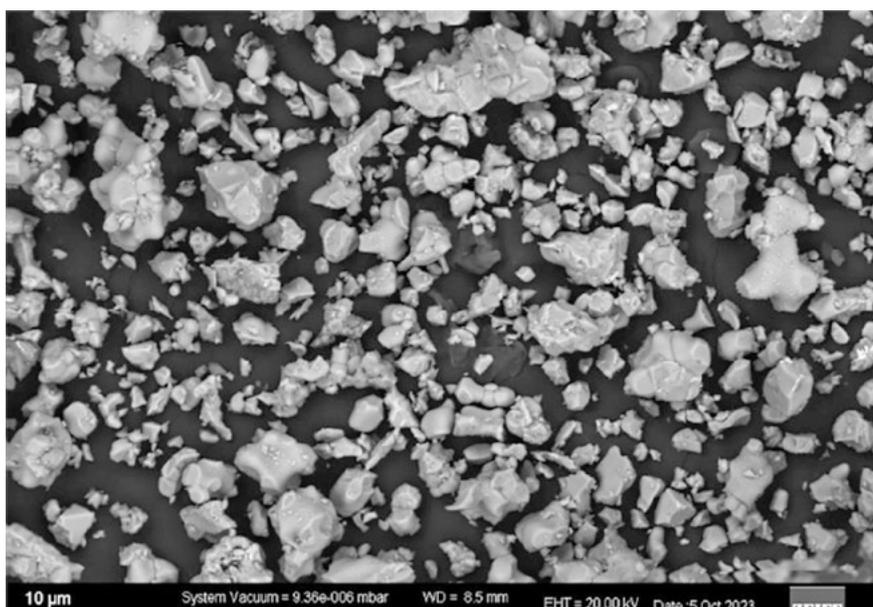


Рисунок 1. Изображение частиц люминофора, полученное с помощью растрового электронного микроскопа

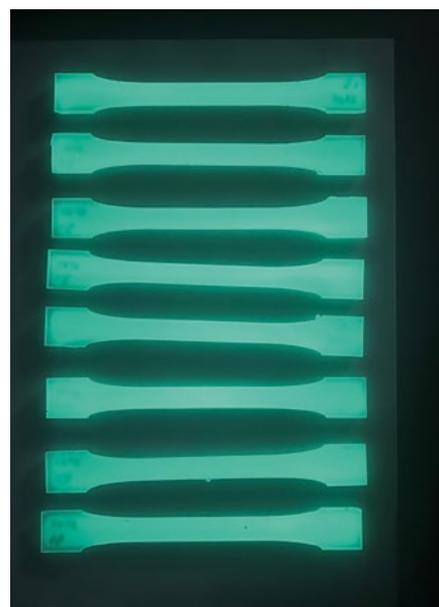


Рисунок 2. Образцы изготовленных из эпоксидной смолы с люминофором для проведения механических испытаний

## Новый тип эпоксидной смолы синтезировали в Пермском Политехе

пресс-служба  
ПНИПУ

Эпоксидные смолы известны своей прочностью, устойчивостью к химическим воздействиям и хорошими электрическими свойствами. Такие полимеры используют в качестве основы красок, покрытий, клеев и изоляционных материалов. Однако их применение ограничено высокой вязкостью. Ученые ПНИПУ синтезировали низковязкую, но прочную эпоксидную смолу. Разработка откроет новые горизонты ее использования, избавит от потребности применять разбавители и станет модификатором более высоковязких существующих смол без понижения механических характеристик. Например, клей и краска станут более устойчивыми.

Эпоксидные смолы — это группа терморезистивных полимеров, которые получают в результате реакции между эпоксидными соединениями и отверждающими агентами. Они представляют собой вязкие жидкости, которые после отверждения превращаются в жесткие и прочные материалы.

Такие полимеры применяются в различных отраслях народного хозяйства, что обусловлено сочетанием несложной технологии производства с высокими физико-механическими, диэлектрическими показателями, теплостойкостью и адгезией («прилипанием»), стойкостью ко многим агрессивным средам, а также способностью отвердевать при атмосферном давлении с малой усадкой. Эти полимеры предоставляют широкие возможности для создания долговечных материалов, что делает их незаменимыми в условиях современного производства и строительства.

Их используют для электроизоляции и герметизации в приборостроении и электротехнике, при изготовлении технологической оснастки и в качестве антифрикционных покрытий. Благодаря хорошей адгезии к стеклу, керамике, дереву, пластмассам и металлам такие полимеры применяют для изготовления клеев: клеевые швы устойчивы к действию воды, кислот, щелочей. Смолы необходимы для производства лакокрасочных покрытий, в качестве связующих для стеклопластиков и изолирующих материалов.

Для понижения вязкости эпоксидных смол используют пластификаторы и активные разбавители. При этом наряду с уменьшением вязкости снижается ряд других характеристик: прочность и теплостойкость.

Ученые Пермского Политеха впервые разработали

низковязкое эпоксидное связующее, которое обладает высокой температурой стеклования, превосходной условной прочностью — максимальное значение напряжения, которое смола может выдержать перед началом видимой деформации, а также адгезионной прочностью на отрыв — то, насколько она способна прилипнуть к другим материалам.

«У эпоксидных смол с низкой вязкостью есть несколько существенных преимуществ. Во-первых, повышение технологических свойств, например, более низкая температура переработки. А во-вторых, образование меньшего количества пузырей при смешивании с отвердителем. Это обеспечивает высокие физико-механические характеристики отвержденного связующего. Синтезированная нами смола может выступать в качестве модификатора более высоковязких эпоксидных смол, при этом, в отличие от классических модификаторов вязкости, ее использование не приводит к понижению качества», — поделилась студентка кафедры «Химические технологии» ПНИПУ Юлия Шутова.

Политехники синтезировали эпоксидную смолу двухстадийным способом. Первая стадия синтеза заключалась в добавлении к анилину в небольшом избытке эпихлоргидрина. В качестве растворителя использовался ацетон. Реакцию проводили при интенсивном перемешивании при температуре 70°C в течение пяти часов. На второй стадии происходило образование новых эпоксидных колец в щелочной среде. Образовался диглицидиловый эфир анилина с новыми концевыми эпоксигруппами.

«Полученная нами эпоксидная смола имеет вязкость более чем в 50 раз ниже той, которую сейчас активно используют в РФ. При этом проведенные испытания показали высокую прочность: условная — 22 МПа, а адгезионная прочность на отрыв — 9,8 МПа. Также мы определили температуру стеклования, при которой полимер переходит из твердого, стеклоподобного материала в нечто мягкое, похожее на резину, она составила 160°C. Для низковязких эпоксидных композиций это очень достойный показатель и означает, что композицию можно применять при температурах до 130 градусов без понижения прочностных характеристик», — дополнил кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИТХ УрО РАН, доцент кафедры «Химические технологии» ПНИПУ Алексей Слободинюк.

Ученые ПНИПУ впервые синтезировали эпоксидную смолу, которая обладает низкой вязкостью, но при этом имеет высокую прочность и хорошую теплостойкость. Ее создали на базе материалов, производимых на территории РФ, а также дружественных стран. Разработка поможет расширить области применения таких полимеров и улучшит свойства существующих продуктов. **КМ**



## Петербургские ученые придумали метод производства изделий из полимер-древесных композитов

sutd.ru

Ученые Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД разработали устройство для создания прочных изделий из смеси древесной муки и полимера с помощью аддитивных технологий. Устройство встраивается в 3D-принтер и может быть использовано на предприятиях деревообрабатывающей промышленности. Разработка ученых СПбГУПТД позволит использовать древесную муку для выпуска деталей, имитирующих древесину. Предложенная комбинированная технология позволяет изготавливать изделия сложной формы.

«На мебельном производстве после этапа обработки древесины образуются опилки. На данный момент предприятия их утилизируют, в том числе и от дорогостоящей древесины. Однако им можно найти применение, переработав в древесную муку», — рассказывает один из авторов разработки, старший преподаватель кафедры инженерной графики и автоматизированного проектирования СПбГУПТД Николай Евдокимов.

С помощью аддитивных технологий ученые СПбГУПТД из древесной муки создают элементы мебели, в том числе сложной формы, по своей структуре имитирующие древесину.

Науке уже известен метод использования 3D-печати для выпуска различных изделий из опилок. Однако распространенный сейчас метод FDM-печати имеет существенный недостаток — крупные частицы полученной смеси регулярно забивают сопла, что делает невозможной дальнейшую печать.

Ученым Университета промышленных технологий и дизайна удалось решить эту проблему с помощью объединения технологии FDM-печати с LDM-печатью. Последняя — не так широко распространена, однако имеет важное преимущество. Технология LDM-печати не позволяет получать такую качественную поверхность, как FDM-печать, однако в LDM-технологиях используются сопла с большим диаметром, благодаря чему они не забиваются древесной мукой. В связи с этим было разработано устройство, которое совмещает в себе обе технологии

«Наше устройство работает следующим образом. С

помощью FDM-технологии мы печатаем саму форму изделия, используя для этого обычный водорастворимый пластик. Затем заполняем эту форму смесью из модифицированной эпоксидной смолы, которая выполняет роль связующего, и древесной муки с помощью LDM-печати. За счет того, что мы не накладываем нашу смесь слоями, а заливаем ее в уже отпечатанную форму, поверхность конечного изделия становится гладкой. После затвердевания мы ставим изделие в ультразвуковую ванну с водой, где растворяется пластик ранее напечатанной формы. В итоге у нас остается цельнолитая композиционная деталь с древесной мукой. Причем прочностные свойства у такой детали гораздо лучше, чем свойства детали, полученные при печати на FDM-принтере, так как все напряжения распределяются по всей детали равномерно. Такое объединение двух технологий позволяет печатать даже изделия сложной формы со сложными внутренними полостями», — объясняет Николай Евдокимов.

Постепенно добавляя в модифицированную эпоксидную смолу древесную муку, ученые определили тот максимум объема древесины, который допустимо смешать с полимером, чтобы поверхность конечного изделия получилась гладкой, не пористой. В результате испытаний им удалось добиться в составе итогового изделия наличия от 30% до 40% древесной муки. За счет высокого содержания древесной муки изделия имитируют древесину.

Разработка внедрена на одном из заводов в Петербурге, где импортные лопатки для передвижения готовой упаковки на конвейере были заменены более прочными лопатками, смоделированными и напечатанными из смеси древесной муки и полимера учеными Университета промышленных технологий и дизайна. На заводе также был проведен эксперимент: наряду с лопатками, созданными по новой технологии, были установлены лопатки, созданные по FDM-технологии. Последние оказались менее прочными и во время проведения эксперимента были сильно повреждены или сломаны. Лопатки, напечатанные по совмещенной технологии, выдержали испытание. **КМ**



# Школьники «Сириуса» создали образцы «умных» полимерных материалов

bigchallenges.ru

В «Сириусе» на научно-технологической программе «Большие вызовы» участники одной из команд изучали свойства «умных» материалов с перестраиваемой полимерной матрицей. Такие материалы могут изменять свойства в зависимости от различных внешних воздействий – температуры, света, магнитного поля и так далее. Сегодня такие «умные» материалы могут совершить настоящий прорыв в различных областях промышленности.

На программе одна из команд создавала образцы композитного материала на основе эпоксидных витримеров. Это новая разновидность пластика – твердого и прочного при низкой температуре, но способного к переформированию при высоких температурах. Использование различных механизмов изменения топологии витримера позволяет материалам обретать и другие преимущества, такие как биоразлагаемость или возможность химической переработки. Потенциальные сферы применения витримеров – защитные покрытия, а также основы для бионических протезов и печатных плат.

Наставниками проекта выступили эксперты Томского политехнического университета. Они предложили участникам программы синтезировать эпоксидные витримеры с использованием различных отвердителей и проверить уникальность полученных материалов.

«Витримеры – это новый класс полимерных материалов. Они одновременно сочетают в себе свойства других известных нам видов пластмасс – термопластов и реактопластов. Термопласты очень распространены в разных сферах производства, но у них есть недостаток – им не хватает термической устойчивости и механической прочности. Реактопласты обладают высокой механической прочностью и термоустойчивостью, но абсолютно не пригодны для повторной переработки из-за своей сетчатой молекулярной структуры. Витримеры демонстрируют уникальное сочетание высоких прочностных свойств и возможности их повторной переработки», – объясняет особенности исследуемых материалов один из руководителей проекта, доцент отделения химической инженерии Томского политехнического университета Людмила Сорока.



В рамках проекта участники команды самостоятельно синтезировали биосовместимый отвердитель и рассмотрели безотходную технологию его получения. Кроме того, экспериментировали с разными соотношениями эпоксидной смолы, отвердителей и катализатора, чтобы понять, как те или иные компоненты или их соотношение, меняют свойства витримеров. Например, команда определила, что введение такого отвердителя, как себациновая кислота, улучшает пластичность, а использование синтезированного ими отвердителя повышает такой показатель, как прочность на разрыв.

«Таким образом, по итогам экспериментов удалось получить целый ряд витримеров, обладающих различными свойствами. Мы сравнивали структуру полученных витримеров с помощью сканирующего электронного микроскопа и выяснили, что они обладают более упорядоченной структурой по сравнению с отвержденными эпоксидными смолами. Или, например, опыт, проведенный на универсальной испытательной машине, показал, что использование себациновой кислоты и увеличение количества катализатора может значительно улучшить пластичность материала. Еще мы научились проводить и анализировать результаты термогравиметрического анализа. Полученные материалы начинали разрушаться только при температурах свыше 450 градусов Цельсия», – рассказывает одна из участниц программы, школьница из Томска Анастасия Коновалова.

Итоги работы над проектом уже обобщены. Участники успели проверить материалы на водо- и химическую стойкость, а также получить образцы гибкого токопроводящего композиционного материала, что еще больше расширяет область использования эпоксидных витримеров. Часть команды настолько увлеклась исследованиями, что планирует продолжать изучать и внедрять эти уникальные материалы самостоятельно. **КМ**



# Ученые Пермского Политеха решили проблему неточности расчета свойств деталей авиакосмического транспорта

pstu.ru

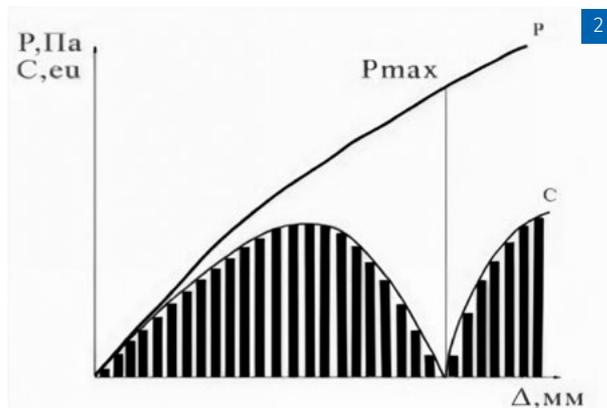
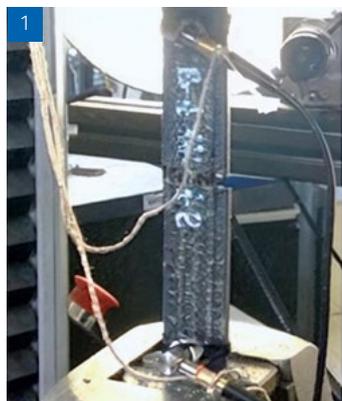


Рисунок 1. Образец с установленными пьезоэлектрическими датчиками акустической эмиссии

Рисунок 2. Принцип выявления объективных значений прочности при нагружении 3D-углепластиков

В последние годы в строительстве авиакосмического транспорта активно используют композиты, в том числе полимерные материалы с объемным армированием. Такие структуры повышают сопротивление сдвигу и расслоению. Однако их внедрение повышает риск снижения прочности материалов. Стандартные методики определения механических характеристик для композитов могут быть непригодны из-за их существенного отличия от традиционных материалов, на которые ориентированы стандарты. Ученые Пермского Политеха разработали алгоритм определения свойств объемноармированных структур, чтобы снизить риск неточностей в расчетах при проектировании авиакосмических деталей.

Объемно-армированные композиты обладают серьезными преимуществами перед традиционными. Но при этом существуют риски снижения прочности, которые необходимо отслеживать и учитывать при расчетах. Это позволит инженерам принимать правильные конструкторские и технологические решения и обеспечивать безопасность и надежность ответственных изделий. Из-за отличий от обычных материалов, существующие алгоритмы определения механических характеристик не эффективны. Для перспективных материалов нужны новые алгоритмы.

Ученые Пермского Политеха провели экспериментальное исследование и разработали такой алгоритм для объемноармированных полимерных

композиционных материалов авиационного назначения с учетом их реальных физических изменений при нагрузке.

«Эксперименты проводились на образцах 3D-углепластиков, — композитов, особенно актуальных для производства ответственных конструкций аэрокосмической техники. Для исследования мы взяли шесть образцов углепластика с разными способами переплетения и изучили изменение деформаций в процессе их нагружения. Анализ включал метод корреляции цифровых изображений, акустической эмиссии (техническая диагностика, основанная на возникновении упругих колебаний) и тепловизионного сканирования», — пояснил Андрей Бабушкин, кандидат технических наук, доцент кафедры «Экспериментальная механика и конструкторское материаловедение» ПНИПУ.

Результаты эксперимента показали, что свойства объемноармированных полимерных материалов при воздействии нагрузки принципиально отличаются от свойств обычных и должны быть учтены по специально созданным для них методикам в рамках стандартных испытаний. На основе результатов ученые Пермского Политеха разработали алгоритм определения механических характеристик композитов. Это снизит риски неверного проектирования ответственных авиационных изделий, в составе которых присутствуют такие структуры. **КМ**

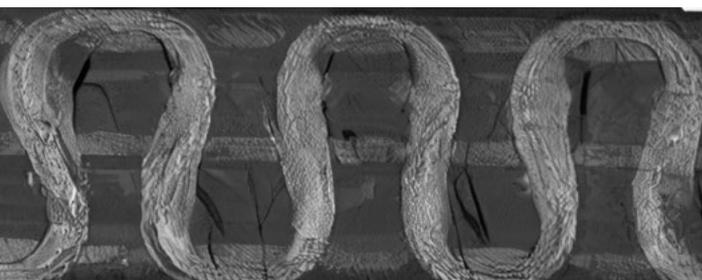


Рисунок 3. Структура углепластика, продольный шлиф

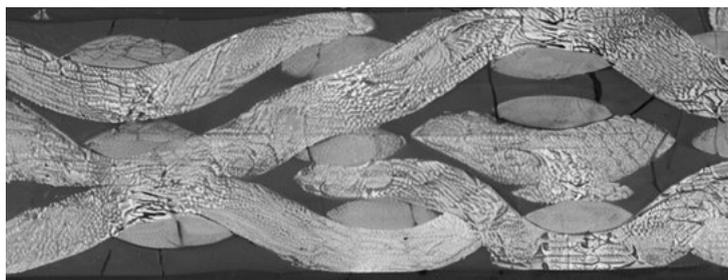


Рисунок 4. Структура углепластика, поперечный шлиф

## Сибирские ученые упрочнили полиэтилен нанотрубками

Ученые из Института катализа Сибирского отделения РАН совместно с коллегами из Института проблем нефти и газа СО РАН (Якутия) запатентовали композиционный материал на основе трубного полиэтилена с добавлением углеродных нанотрубок, очень малое количество которых делает полиэтиленовую трубу в 1,5 раза более устойчивой к износу.

Полимеры как материал для производства труб показывают более высокие качественные характеристики, чем сталь — она сильнее уязвима перед абразивными средами. Чтобы повысить прочность полимеров, используют углеродные наноматериалы.

«Трубы, изготовленные из стали, изнашиваются в процессе транспортировки через них абразивной среды достаточно быстро. Использование полимерных композитных труб более целесообразно. Основной вид износа для систем водоотведения и канализации — гидроабразивный, когда твердые частицы постепенно разрушают материал. Однако, если ввести дополнительные наноструктурированный агент, можно продлить срок эксплуатации труб», — рассказывает старший научный сотрудник лаборатории материаловедения ИПНГ СО РАН к.т.н. Евгения Петухова.

Нановолокна получают разными способами, но в промышленных масштабах перспективен метод пиролиза метана — с его помощью производят так называемый бирюзовый водород, а нановолокна становятся вторым крупнотоннажным продуктом. Получение бирюзового водорода дает низкий уровень выброса углерода — его можно либо захоранивать,

либо использовать в промышленности, например, сталелитейной. Специалисты Центра компетенций Национальной технологической инициативы «Водород как основа низкоуглеродной экономики» на базе ИК СО РАН разработали катализаторы на основе никеля и меди для пиролиза легких углеводородов, входящих в состав природного и попутного нефтяного газа.

«Основные продукты каталитического разложения метана и других легких углеводородов — водородсодержащий газ и углеродные нановолокна. В случае реализации промышленной технологии получения водорода методом пиролиза, ожидаемый объем производства УНВ будет достаточно велик, в связи с чем остро встает вопрос поиска наиболее перспективных областей применения углеродного материала», — поясняет старший научный сотрудник Центра компетенций НТИ и отдела материаловедения и функциональных материалов ИК СО РАН к.х.н. Юрий Бауман.

Преимущества полученных нановолокон в том, что для усиления стойкости полиэтилена к износу необходимо меньше 1% от массы продукта.

«Для достижения необходимого эффекта в состав композита вводится менее 1 масс. % УНВ. В итоге удается добиться снижения абразивного износа полиэтилена в 1.5 раза», — отмечает младший научный сотрудник Института катализа СО РАН Софья Афонникова.

Ученые планируют исследовать возможность применения углеродных материалов в составе других полимерных матриц. **КМ**

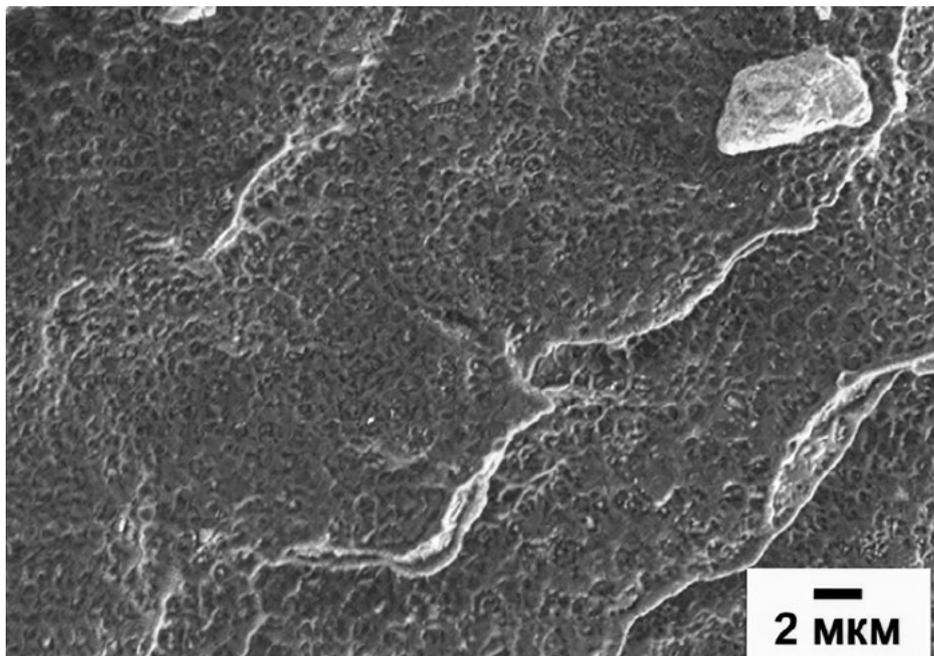


Рисунок 1. Сканирующая электронная микроскопия композиционного материала на основе трубного полиэтилена с добавлением УНВ

## Ближайшие отраслевые мероприятия

**21–24 октября**

**«Химия-2024»** — 27-я международная выставка  
Москва | [www.chemistry-expo.ru](http://www.chemistry-expo.ru)

**15 ноября**

**Конференция «Вторичная переработка полимеров»**  
Москва | [creon-conferences.com](http://creon-conferences.com)

**15 ноября**

VIII Всероссийская научно-техническая конференция  
**«Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения»**  
Москва | [conf.viam.ru](http://conf.viam.ru)

**19–21 ноября**

**АМТЕХРО-2024** — II Форум-выставка новых материалов и технологий  
Москва | [amtexpro.ru](http://amtexpro.ru)

**26–28 ноября**

**«Российский промышленник»** — международный форум-выставка  
Санкт-Петербург | [promexpo.expoforum.ru](http://promexpo.expoforum.ru)

**ноябрь**

**VIII Петербургский Международный Научно-промышленный Композитный Форум**  
Санкт-Петербург | [www.cclspb.ru](http://www.cclspb.ru)

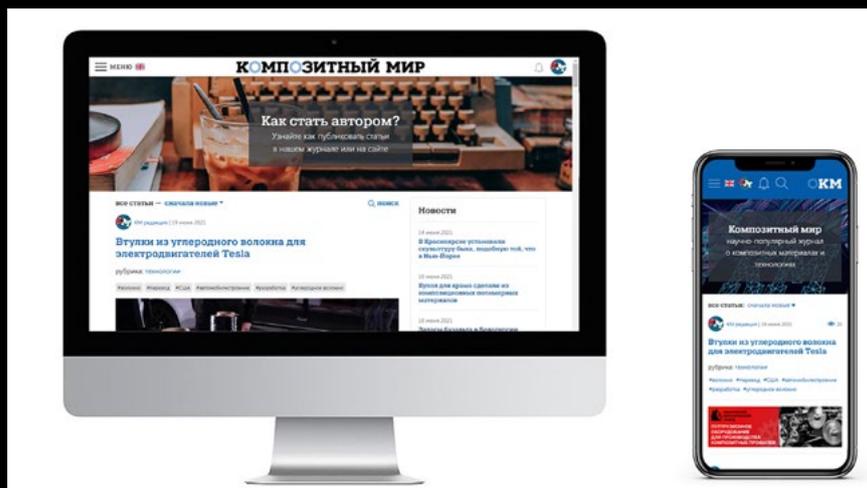
**6 декабря**

Форум **«Полимеры России»**  
Москва | [creon-conferences.com](http://creon-conferences.com)

**25–27 марта 2025**

**«Композит-Экспо»** — 17-я международная выставка: композитные материалы, технологии производства, оборудование, изделия из композиционных материалов,  
Москва | [www.composite-expo.ru](http://www.composite-expo.ru)

**«Полиуретанэкс»** — международная выставка: полиуретаны, полиуретановые материалы, технологии производства, сферы использования  
Москва | [www.polyurethanex.ru](http://www.polyurethanex.ru)



Не забудьте  
посетить наш сайт  
[compositeworld.ru](http://compositeworld.ru)





# КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Семнадцатая международная специализированная выставка

## 25 - 27 марта 2025

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»,  
павильоны 1 (1, 2 этажи) и 5



### 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

Специальный раздел:  
**КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ**



выставка  
участник  
системы



независимый  
выставочный  
аудит

Параллельно проводится выставка:



## ПОЛИУРЕТАНЭКС

Шестнадцатая международная специализированная выставка  
[www.polyurethanexs.ru](http://www.polyurethanexs.ru)



### Информационная поддержка:



### Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»  
Россия, Москва, Варшавское шоссе, дом 118, корпус 11, офис 38 (8 этаж)  
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)

### Организатор:



[youtube.com/user/compoexporus](https://youtube.com/user/compoexporus)



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



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

# ИТЕКМА



## НАШИ МАТЕРИАЛЫ ИСПОЛЬЗУЮТ ВЕДУЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ

### МЫ ДЕЛАЕМ СТАВКУ НА БЕЗУПРЕЧНОЕ КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И НАДЕЖНОСТЬ ПОСТАВОК

ООО «ИТЕКМА» – российский разработчик и производитель полного комплекса материалов и компонентов для высококачественных изделий из углепластиков в авиакосмической, оборонной, строительной, автомобильной, судо- и машиностроительной, спортивной и многих других отраслях промышленности

### АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ

#### ТКАНИ И ЛЕНТЫ

- Из углеродного волокна российских и зарубежных производителей
- С поверхностной плотностью от 60 до 600 г/м<sup>2</sup>
- С эпоксидным биндером и пленкой для автоматизированного и ручного раскроя

#### СВЯЗУЮЩИЕ

Эпоксидные, бисмалеимидные, фталонитрильные с температурой эксплуатации от -100 до +400 °С

#### КЛЕИ

Пленочные, вспенивающиеся, тиксотропные, конструкционные и напыляемые для временной фиксации

#### ПАСТЫ

#### МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ ОСНАСТКИ

#### МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕМОНТА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### ИНТЕРЬЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

