



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ

**№ 3 – 2022**

**РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И  
ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО  
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ**



## Содержание №3 – 2022

<b>1. Волокна и композиты .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Углеродные волокна и ткани, углепластики.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Атомная и альтернативная энергетика .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Методы исследования. Сырье.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов .....</b>	<b>20</b>
<b>6. Обзор рынков и производства .....</b>	<b>24</b>
<b>7. Научно-популярные материалы, сообщения.....</b>	<b>25</b>
<b>8. Патенты.....</b>	<b>26</b>



	<b>Составитель и редактор, перевод Шншкова Ирина Васильевна IVShishkova@rosatom.ru</b>
<b>Раздел «Патенты» Шульгина Людмила Николаевна LNShulgina@rosatom.ru</b>	

**Адрес:** 111524, Москва, ул. Электродная, д.2. НИИГрафит  
**Тел.** (495) 278-00-08, доб.21-97

## **1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ**

### **1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И ТКАНИ, УГЛЕПЛАСТИКИ**

#### **1.1.1. ПРИМЕНЕНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ И БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Попов А.В., Самуйлов А.О., Черепанов И.С. // Advanced Engineering Research. – 2021. – Т.21, №4. – С.328-336

В статье проведен анализ применения композиционных материалов, как основного определяющего способа уменьшения массы планера летательного аппарата и беспилотного летательного аппарата. Перспективные методы неразрушающего контроля позволяют оценить техническое состояние данных материалов, а также с высокой точностью определить концентраторы напряжений на планере летательного аппарата и беспилотного летательного аппарата с целью принятия решения о дальнейшей эксплуатации данного объекта контроля. Целью исследования являлось повышение точности и оперативности оценки трещиностойкости композиционных материалов путем применения акустико-эмиссионного контроля. Приведена номенклатура применяемых композиционных материалов при строительстве различных летательных аппаратов, в том числе беспилотных, представлены



Рис. 1. Классификация КМ

наиболее возможные вероятные дефекты данных материалов вследствие влияния эксплуатационных факторов. Произведено сравнение применяемых методов неразрушающего контроля композиционного материала и выборка наиболее подходящего согласно специфическим преимуществам.

#### **1.1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ**

Купряшов А.В., Шестаков И.Я. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2021. – т.17, №6 (198). – С.282-288

Представлен информационно-аналитический обзор современных многофункциональных материалов и покрытий для космической и авиационной техники с наполнителями из различных углеродных нано- и микроструктур. Проведен анализ состава современных аэрокосмических защитных покрытий многофункционального назначения, а также исследованы мировые эффективные технические решения внешней защиты летательных аппаратов. Результаты исследований будут полезны при разработке новых углеродных компаундов для внешней защиты самолетов от негативных факторов.

### 1.1.3. РАСЧЕТНЫЕ ОЦЕНКИ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ

Антанович А.А., Колесников С.А., Максимова Д.С. // Материалы международного симпозиума «Перспективные материалы и технологии». – 2021. – С.227-229

Как известно при температуре до 2200°C прочность УУКМ повышается в 1,3...1,4 раза. Изостатические технологии изготовления углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) предусматривают проведение высокотемпературных операций пропитки углеродного армирующего каркаса расплавленными углеводородами, карбонизации этих углеводородов при температурах ~ 750°C. Для расчетной оценки уровня внутренних напряжений в структурных элементах композита можно использовать линейную структурную модель.

### 1.1.4. СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ УГЛЕПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТОМ

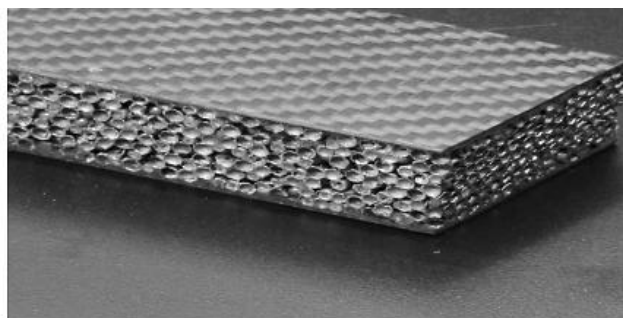
Малаховский С.С., Костромина Н.В., Олихова Ю.В. // Клеи. Герметики. Технологии. – 2021. – С.18-22

Разработано связующее на основе эпоксидных смол, модифицированное термопластом - полисульфоном и содержащее латентный отвердитель - бис-(*N,N*'-диметилкарбамид)дифенилметан. Показано, что использование разработанного связующего позволяет получить углепластики с повышенной стойкостью к ударным нагрузкам.

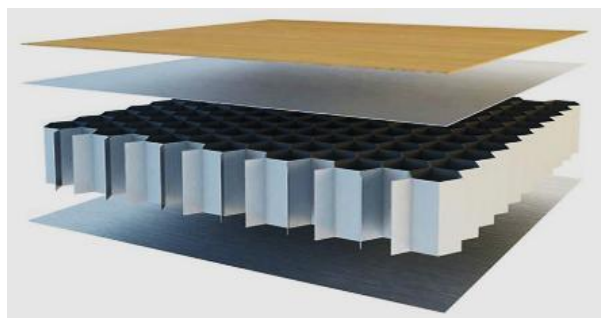
### 1.1.5. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИЯХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Глинчиков С.Н., Ищук И.Н., Тюрин В.Ю. // Инновации. Наука. Образование. – 2022. - №50. – С.2073-2082

В статье рассмотрены типы композиционных материалов (КМ), применяемых при конструкциях беспилотных летательных аппаратов. Приведены области применения композиционных материалов в зависимости от назначения. Дана сравнительная оценка с конструкциями металлов и их сплавов. В настоящее время на практике наиболее широкое применение в КМ получили стеклянные, углеродные, борные и синтетические волокна, реже применяются волокна карбида кремния и вольфрама, перспективными являются волокна из оксида алюминия для армирования жаропрочных КМ.



*Структура КМ с металлической матрицей*



*Структура КМ с неметаллической матрицей*

### **1.1.6. НИКЕЛИРОВАНИЕ УГЛЕ- И СТЕКЛОПЛАСТИКА В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПКМ**

Салахова Р.К., Тихообразов А.Б., Смирнова Т.Б. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2021. – Т.17, №5 (197). – С.221-227

Предложен способ повышения эрозионной стойкости угле- и стеклопластика путем электролитического осаждения износостойкого никелевого покрытия на полимерные композиционные материалы. Проведена оценка относительной эрозионной стойкости и рассчитана скорость эрозионного разрушения никелированных полимерных композиционных материалов при испытании на разработанной авторами лабораторной установке эрозионного износа ЭИ-01. Исследовано влияние плазменной обработки (плазма атмосферного давления) поверхности угле- и стеклопластика на прочность сцепления никелевого покрытия с основой, которая определялась методом отрыва с помощью адгезиметра *Elcometer* 106.

### **1.1.7. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОЗИТНОГО КРЫЛА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Лин Аунг, Татарников О.В., Вэй Аунг // Известия Высших учебных заведений. Машиностроение. – 2021. - №11 (740). – С.91-98

Приведены результаты многокритериальной оптимизации композитного крыла беспилотного летательного аппарата. За критерии оптимизации приняты минимальные прогиб, масса и нормальные напряжения, действующие вдоль направлений армирования. В качестве параметров оптимизации выбраны толщины элементов силового каркаса и обшивки крыла для трех видов слоистых композитных материалов: однонаправленного углепластика, углепластика из углеродной ткани и однонаправленного стеклопластика на основе *E-glass* стекловолокна. Выполнен проверочный расчет устойчивости оптимального композитного крыла с использованием геометрически нелинейной модели. Для расчета напряженно-деформированного состояния крыла применена анизотропная линейно-упругая модель материала.

### **1.1.8. УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Роцин М.Н., Кривошеев А.Ю. // Сборник докладов Российской научно-технической конференции с международным участием «Инновационные технологии в электронике и приборостроении». – 2021. – С.303-306

В статье рассматриваются вопросы фрикционного взаимодействия углерод-углеродных композиционных материалов со сталью в условиях высоких температур. Обосновывается утверждение о допустимости применения углеродного композита в узлах трения при высоких температурах. Исследуются антифрикционные свойства углеродных композитов при трении по стали при скорости 0,05 м/с и контактном давлении 1,0 МПа. Экспериментально показано, что материал «Хардкарб-Т» в диапазоне температур 300...700°C, скорости 0,05 м/с имеет лучшие антифрикционные свойства, чем материал «Аргалон-2D». Коэффициент трения материала «Хардкарб-Т» в диапазоне температур 300...700°C изменяется от 0,27 до 0,30. При температуре 700°C коэффициент трения у материала «Хардкарб-Т» ниже на 14 %, чем у материала «Аргалон-2D».

### 1.1.9. НЕЛИНЕЙНО-УПРУГИЙ ОТКЛИК УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА НА ОСНОВЕ ПАН НА РАСТЯГИВАЮЩУЮ НАГРУЗКУ И СВЯЗЬ С МИКРОСТРУКТУРОЙ

**Nonlinear elastic response of pan based carbon fiber to tensile loading and relations to microstructure** / N. Meek, D. Penumadu // Carbon. – 2021. – Vol.178, June. - P.133-143

В этом исследовании метод широко- и малоуглового рассеяния (WAXS, SAXS) применяется для анализа структуры углеродного волокна из полиакрилонитрила (ПАН). Результаты малоуглового рассеяния показывают ориентацию и распределение по размерам пор/аморфных областей. Несколько методов анализа были применены к получению результатов малоуглового рассеяния для обеспечения точности. Собранные данные метода рентгеновской дифракции (XRD) соотносят с механическими свойствами отдельного волокна, после чего разрабатывается модель волокна. Модуль волокна сильно связан с размерами и ориентацией кристаллитов, а также и со структурой пор. Предполагается, что нелинейная эластичность, наблюдаемая в направлении углеродных волокон, возникает из-за движения упругой плоскости внутри турбостратного углерода. По мере того, как кристаллические области растут и расширяются, структура решетки улучшается, снижая барьеры для (002) движения в квазиграфеновой плоскости. Это движение может привести к большой нелинейной реакции на растягивающую нагрузку, особенно для высококристаллических углеродных волокон, и основная механика деформации рассматривается с учетом поперечной изотропии кристаллов турбостратного графита. (Ш.) (Англ)

### 1.1.10. РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ БИНДЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВЫКЛАДКИ ПРЕФОРМ НА ОСНОВЕ АРМИРУЮЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Терехов И.В., Ткачук А.И., Донецкий К.И. // Сборник докладов V Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения». – 2021. – С.44-55

В настоящей работе рассмотрены основные принципы создания биндерных систем для стабилизации преформ на основе армирующих наполнителей, в том числе для обеспечения возможности их автоматической выкладки. Представлены свойства разработанного биндера и свойства композиционного материала, полученного из углеродных волокон с нанесённым биндером и связующим ВСЭ-33. Биндеры (*binders*), или клеивающие агенты (*tackifiers*), являются важной частью процесса формования преформы. Температура стеклования ( $T_g$ ) таких биндеров не должна быть слишком высокой, чтобы не перегреть преформы во время формования, а также во избежание преждевременного отверждения биндера.

### 1.1.11. АБЛЯЦИОННЫЙ ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ВИСКОЗНОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА И ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Гончарова Н.Н., Будник Д.А., Гареев А.Р. // Сборник докладов V Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения». – 2021. – С.77-88

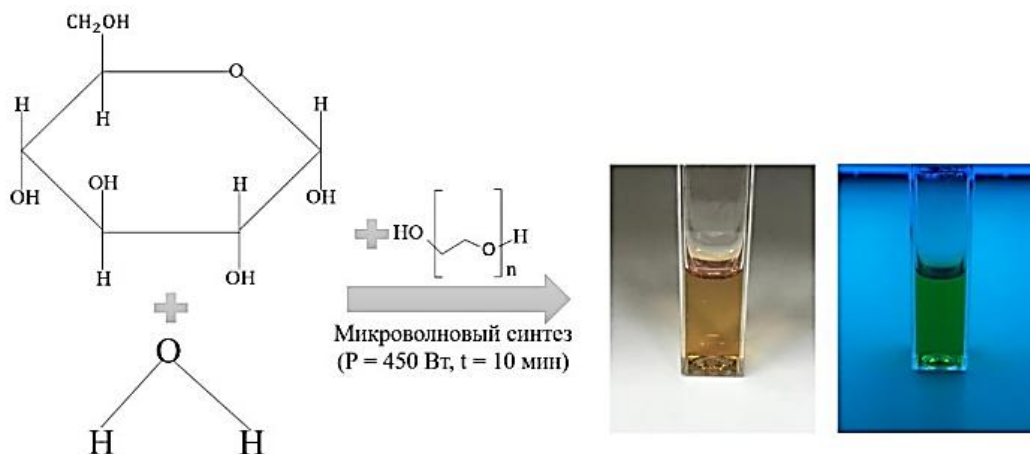
В работе проводилось исследование пресс-волокнита на основе вискозной углеродной ткани и фенолформальдегидной смолы, полученного методом экструзии. Исследованы теплофизические свойства и распределение волокон в полимерной матрице. Сделан вывод о возможности и перспективности его применения в качестве высокотемпературного абляционного теплозащитного материала.

## 1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА, СОРБЕНТЫ. УМ В МЕДИЦИНЕ

### 1.2.1. МИКРОВОЛНОВЫЙ СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В МАТРИЦЫ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Шеметюк А.Л., Истомина М.С. // Наука настоящего и будущего. – 2021. – Т.1. – С.209-212

В работе представлен микроволновый синтез углеродных квантовых точек и исследование их свойств (размеры частиц и концентрация). Предложена модель синтеза УКТ в присутствии подложек пористого кремния для биомедицинского применения. Углеродные квантовые точки – это класс углеродных наноматериалов, которым уделяется много внимания из-за их уникальных свойств. Синтез углеродных квантовых точек в матрице пористого кремния является перспективным для применения такой гибридной структуры в направленной доставке лекарств, так как пористый кремний за счет своих свойств может выполнять функцию транспортного контейнера для адресной доставки лекарства в живом организме. Рис. *Микроволновой синтез УКТ.*



### 1.2.2. ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОВ С ПОМОЩЬЮ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИММУНОСЕНСОРА

Шинко Е.И., Фарафонова О.В., Ермолаева Т.Н. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2021. – Т.87, №12. – С.11-16

Описаны условия подготовки углеродных наноматериалов для включения в распознающий слой пьезоэлектрического иммуносенсора. Показано влияние способа окисления, температуры и продолжительности обработки наноматериалов окислителем на поверхностную концентрацию активных функциональных групп. Установлено, что при применении карбоксилированных УНТ повышается эффективность связывания их с биомолекулами и увеличивается устойчивость распознающего слоя пьезоэлектрического сенсора при проведении измерений в жидких средах. Изучены условия определения антибиотиков с помощью пьезоэлектрических иммуносенсоров, модифицированных углеродными наноматериалами: выбраны концентрации иммунореагентов и оценена селективность определения антибиотиков. Для определения антибиотиков предложены пьезоэлектрические иммуносенсоры на основе УНТ, позволяющие осуществлять экспрессное, высокочувствительное и селективное определение аналитов в пищевых продуктах и биологических жидкостях.

### 1.2.3. ПАССИВНЫЕ СОРБЕРЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СРАВНЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПОРОД

Пирогов А.В., Маркова Е.С., Ананьев В.Ю. // Журнал аналитической химии. – 2021. – Т.76, №10. – С.876-889

Рассмотрены сорбенты, применяемые для анализа воздуха на содержание в нем различных органических соединений с последующим их определением методом термодесорбционной газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС). *Tenax-ТА* является самым распространенным материалом для решения подобных задач, но он не лишен недостатков. Приведены характеристики сорбентов семейств *Tenax*, *Carbosieve*, *Carboxen*, *Carbotrap*, *Сapbopack*, *Porapak*, *Chromosorb*, полимерных смол *XAD*, а также активированных углей и некоторых монолитных углеродных материалов. Обсуждены их достоинства и недостатки для сорбции/термодесорбции углеводородов. Обоснованы преимущества монолитных углеродных материалов и необходимость разработки нового отечественного материала для аналитической ГХ-МС с термодесорбцией при решении нефтепоисковых задач.

### 1.2.4. ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Алибеков С.Я., Кутанова Е.В. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2021. - №3. – С.7-15

Очистка воды от загрязнений является сегодня одной из актуальных задач. Огромную пользу мировой промышленности приносят нефть и нефтепродукты, вместе с тем они оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Добыча, переработка и транспортировка нефти и продуктов её переработки - это основное сырье энергетического комплекса. В то же время нефтепродукты являются источниками загрязнений водных акваторий и прилегающих территорий. Чтобы ликвидировать нефтяные разливы, используют разные методы: механические, физико-химические, биологические. Выбор того или иного способа зависит от количества, масштабов, природных условий и прочих факторов. Для полной очистки воды от нефти и нефтепродуктов все больше набирает популярность сорбционный метод, который в настоящее время является одним из самых недорогих и результативных способов. При этом используются сорбенты различного происхождения, которые подразделяются на несколько типов: органические и неорганические, природные и искусственные.

### 1.2.5. СПОСОБЫ РЕГИСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ СЕРДЦА В СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

Лемешко Е. В., Васюкевич С. Н. // Материалы II Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии спортивной медицины и реабилитологии». – 2021. - С. 170-173

Длительная регистрация электрокардиограммы является стандартной процедурой в современной кардиологии и спортивной медицине, но мониторинг чаще всего ограничивается 24 часами. Происходит это из-за ограниченной производительности электродов, доступных в настоящее время. Свойства границы кожа/электрод определяют качество работы медицинского оборудования. Следовательно, условия поверхности, структура и состав электродов должны



соответствовать требованиям устройства. В случае разработки медицинского оборудования важно реализовать быструю передачу полезного сигнала с малыми потерями и артефактами. Сегодня наиболее распространены кнопочные электроды с применением  $Ag/AgCl$ . Однако они имеют ограниченный срок службы, так как их обезвоживание приводит к образованию различных артефактов. Альтернативой для электродов с применением  $Ag/AgCl$  являются сухие электроды, которые позволяют проводить измерения без подготовки кожи и использования медицинского геля. Основой сухих электродов могут послужить углеродные материалы (восстановленный оксид графена либо алмазоподобное покрытие). Сухие электроды с превосходными характеристиками и более удобным управлением будут играть все более и более важную роль в ежедневном мониторинге биоэлектрических сигналов сердца в различных направлениях здравоохранения, в том числе, в спортивной медицине.

### 1.2.6. ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ УГЛЕВОЛОКНИСТЫХ АДСОРБЕНТОВ ПУТЕМ ИНТЕРКАЛИРОВАНИЯ $VN$ И $P_2O_5$

Самонин В.В., Федоров Ю.С., Спиридонова Е.А. // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (Технического университета). – 2021. - №59. – С.51-56

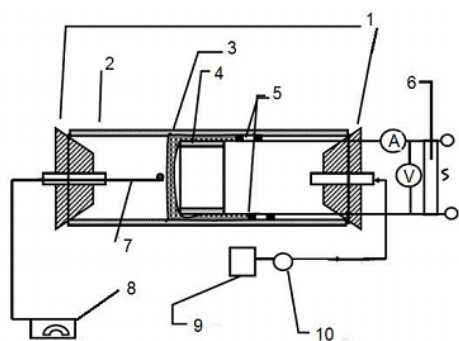


Рис. 2. Установка для определения электрических характеристик материалов: 1 - пробки; 2 - динамическая трубка; 3 - углеродная ткань; 4 - пальцы; 5 - клеммы; 6 - ЛАТР; 7 - термомопа; 8 - потенциометр; 9 - воздушная подушка; 10 - расходомер

Исследована возможность повышения термической устойчивости углеволоконистых адсорбентов методом интеркалирования  $VN$  и  $P_2O_5$ . Изучены основные сорбционные и электрофизические характеристики углеродных волоконистых материалов и интеркалированных углеволоконистых адсорбентов на их основе. Показана возможность повышения термоустойчивости углеродного волоконистого адсорбента с нанесенными на активную поверхность оксидами хрома и меди, путем интеркалирования углеродной основы  $VN$  и  $P_2O_5$ .

## 1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ

### 1.3.1. КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ УСИЛЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Терентьева В.С. // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2021. - №2. – С.114-117

В статье рассматриваются современные способы усиления конструкций композитными материалами. Описаны основные материалы, применяемые при производстве работ по усилению. Описывается последовательность монтажа композитных материалов, приводятся преимущества внешнего армирования.

### 1.3.2. РАЗРАБОТКА ФТОРОПЛАСТОВЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНАМИ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТА

Ушканов А.А., Слепцова С.А., Горохова С.В. // Ползуновский вестник. – 2021. - №4. – С.110-114

В современном столетии экологически безопасные волокна оказались в центре внимания ученых со всего мира как конкурентоспособное по характеристикам и по стоимости. Основным недостатком таких волокон является то, что их структура позволяет поглощать влагу, что, в свою очередь, приводит к слабым связям между матрицей и наполнителем. В работе представлены результаты исследований по разработке полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) и механически активированных базальтовых волокон. Установлено, что при введении волокон природного происхождения в полимерную матрицу свойства деформационной прочности композитов при сжатии увеличивается до 38 %, а предел прочности при растяжении композитов, напротив, уменьшается до 20 % по сравнению с исходным полимером. Возможно, технология свободного спекания при изготовлении композитов и малое время механической активации волокон в планетарной мельнице приводит к повышенной пористости и снижению прочности. Наблюдается увеличение износостойкости композитов до 1700 раз по сравнению с ненаполненным ПТФЭ. Предварительно активированные базальтовые волокна по мере увеличения концентрации до 5 масс. % благоприятно влияют на формирование устойчивой к

№	Состав, % масс.	$\sigma_{сж}$ , МПа		
		2,5 %	10 %	25 %
1	ПТФЭ	2	13	21
2	+ 1 % БВ	2	15	24
3	+ 3 % БВ	2	15	23
4	+ 5 % БВ	3	18	22

$\sigma_{сж}$ , МПа – прочность при сжатии

трению структуры ПТФЭ. Было выявлено, что полимерный композит, армированный базальтовыми волокнами, является хорошей альтернативой для получения легких, экономически выгодных и более экологически чистых материалов. Табл. *Исследование прочности при сжатии ПТФЭ и ПКМ на его основе*

### 1.3.3. ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ ПРИ ОЦЕНКЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ГИБРИДНОЙ МАТРИЦЕЙ

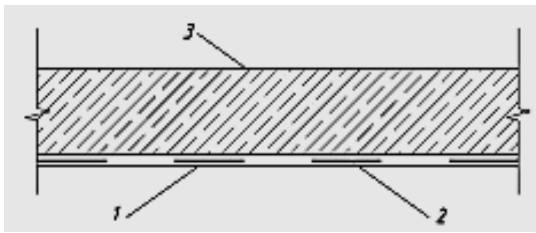
Косенко Е.А., Баурова Н.И. // Сборник докладов V Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения». – 2021. – С.196-208

Представлено описание технологии изготовления полимерных композиционных материалов (ПКМ) с гибридной матрицей, один из компонентов которой после формования полностью отверждается, а второй сохраняет свое условно жидкое состояние (технический воск, анаэробный и кремнийорганический полимерный материал) и формирует самостоятельную фазу в структуре композита. Наличие границы раздела пониженной прочности, образованной компонентами «жидкой» фазы матрицы позволяет реализовать механизм торможения трещины по Куку-Гордону. На основании результатов дифференциальной сканирующей калориметрии выполнен анализ изменения температуры стеклования и удельной теплоемкости базальтопластиков при добавлении в структуру их матрицы различных компонентов «жидкой» составляющей. Представлены результаты динамического механического анализа базальтопластиков с различными типами гибридных матриц. По результатам проведенных испытаний наилучшими характеристиками обладают образцы с кремнийорганическим полимерным материалом в составе матрицы.

### 1.3.4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Пономаренко А.А. // Сборник трудов конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова». – 2021. – С.1615-1621

Усиление железобетонных конструкций методом внешнего армирования композитными материалами - это установка путем приклеивания на железобетонную конструкцию изделий заводского изготовления из композитных материалов (ламинатов) или послойное наклеивание терморезистивными адгезивами изделий из непрерывного углеродного или стеклянного волокна (холстов, сеток и других тканых материалов) с последующим отверждением и формированием однослойного или многослойного композитного материала. Композитные материалы на основе углеродных волокон лучше всего подходят для усиления железобетонных конструкций. Они



обладают высокой прочностью на растяжение и сжатие, а модуль упругости близок к модулю упругости стали. Рис. *Схема расположения элементов усиления железобетонной плиты перекрытия. 1 - продольные накладки. 2 - поперечные накладки, 3 - усиливаемая плита*

### 1.3.5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕЛАКСАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАБОТАЮЩИХ В СОСТАВЕ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НАГРУЗОК

Смердов Д.Н. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2020. – Т.24, №1. – С.150-163



Рис. 2. Испытания основных образцов на одновременное воздействие температуры и внешней длительной статической нагрузки на примере серии «ЖБ-ПП» в интервале температур:  
а – от –60 до +40 °С; б – от +60 до +110 °С

Представлены результаты экспериментальных исследований влияния перепада температур на работу изгибаемых железобетонных конструкций, внешне армированных полимерными композиционными материалами, на основе углеродных волокон, длительно находящихся под воздействием

статических нагрузок. Построены кривые релаксации и напряжений полимерных композиционных материалов для испытанных серий образцов. На основе полученных экспериментальных данных сделан вывод о влиянии перепада температур на работу длительно нагруженных изгибаемых железобетонных конструкций с внешним армированием полимерными композиционными материалами на основе углеродных волокон.

## **2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

### **2.1. НАНОГЛОБУЛЯРНЫЙ УГЛЕРОД И ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ЕГО ОСНОВЕ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Миرونенко Р.М., Лихолобов В.А., Бельская О.Б. // Успехи химии. – 2022. – Т.91, №1. – С.RCR5017

Обобщены и критически проанализированы результаты исследований, связанных с разработкой методов синтеза, изучением закономерностей формирования и выяснением особенностей механизма функционирования палладий-углеродных катализаторов. Основное внимание уделено композициям *Pd*/НГУ (НГУ *&mdash* наноглобулярный углерод). Рассмотрены способы получения НГУ с акцентом на наиболее распространенную его форму - технический углерод. Обсуждены механизмы образования углеродных наноглобул и их агрегатов, методы варьирования размеров наноглобул, способы функционализации поверхности НГУ с целью придания ему свойств носителя для наночастиц палладия, представления о механизме формирования кластеров и наночастиц палладия на поверхности углеродных носителей, а также сведения о влиянии структуры и химии поверхности углеродных наноглобул на состояние палладиевых центров в композициях *Pd*/НГУ. Обобщены и систематизированы данные публикаций, в которых рассмотрены процессы селективного гидрирования органических соединений в присутствии каталитических композиций *Pd*/НГУ, отмечены особенности их каталитических свойств в сравнении со свойствами палладиевых катализаторов на основе других углеродных материалов (активированного угля, углеродных нанотрубок).

### **2.2. ОТОБРАЖЕНИЕ ГЕТЕРОАТОМОВ АЗОТА В УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНАХ МЕТОДАМИ АТОМНО-ЗОНДОВОЙ ТОМОГРАФИИ И ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ**

**Mapping nitrogen heteroatoms in carbon fibres using atom probe tomography and photoelectron spectroscopy** / Marcus Johansen, Christoph Schlueter, Pui Lam Tam // Carbon. – 2021. – Vol.179, Jule. - P.20-27

Углеродные волокна обладают большим потенциалом как многофункциональный отрицательный электрод для новых структурных аккумуляторных композитов — перезаряжаемых гальванических элементов со структурной функцией. Электрохимические характеристики углеродных материалов могут быть улучшены с помощью гетероатомов азота, которые обычно присутствуют в углеродных волокнах на основе полиакрилонитрила (ПАН). Однако не совсем понятно, как электрохимические характеристики зависят от микроструктуры и состава углеродных волокон, особенно от распределения и химического состояния гетероатомов азота. Здесь мы раскрываем поатомное 3D пространственное распределение и химические состояния азота в трех типах ПАН-углеродных волокон (M60J, T800 и IMS65) с использованием методов атомно-зондовой томографии (АЗТ) и синхротронной жесткой рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и сопоставить полученные результаты с электрохимическими характеристиками. Полученные данные открывают путь к будущей адаптации микроструктуры углеродного волокна для многофункциональных приложений. (Ш.) (Англ)

### **2.3. АНТИСТОКСОВА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Рехвиашвили С.Ш., Гаев Д.С., Маргушев З.Ч. // Оптика и спектроскопия. – 2021. – Т.129, №12. – С.1589-1593

Экспериментально исследовано ИК лазерно-индуцированное излучение углеродных материалов. Обнаружены широкополосные спектры излучения в видимой области, а также красное смещение спектров дисперсных углеродных материалов относительно спектров массивного поликристаллического графита. Все измеренные спектры типичны для некогерентного дипольного излучения. Широкополосное излучение качественно объясняется комбинационным рассеянием фотонов.

### **2.4. СИММЕТРИЙНО-ВОЗМОЖНЫЙ СРОСТОК ГРАФИТА И АЛМАЗА В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕ**

Талис А.Л., Крапошин В.С., Арестов В. // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - №11 (797). – С.44-50

Предложена модель сrostка графита и алмаза в металлической матрице, основанная на существовании порождающих кластеров тетракоординированных структур, которые представляют собой структурные реализации математических конструкций. Модель показывает перемещения атомов, в результате которых одна структура преобразуется в другую. Выбор таких «математически определенных молекул» однозначно определяется математическими конструкциями, но не физическими (межатомными) взаимодействиями, подобно тому, как пространственные группы определяются чисто аналитически без предположения о существовании атомов.

## **3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН**

### **3.1. ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ**

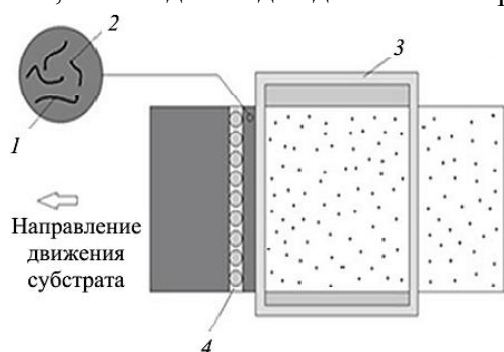
Аистова А.А., Гольнева П.А., Конькова Т.В. // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т.35, №6 (241). – С.8-10

Исследована адсорбционная способность углеродных наноматериалов, в процессах очистки сточных вод от органических красителей на примере азокрасителя кармуазина. Углеродные нанотрубки марки Сибунит выступают эффективными адсорбентами, достигаемая степень очистки составила 95 %. Активные угли и другие углеродные материалы обладают высокой эффективностью в очистке воды от красителей и других органических загрязнений. Данные материалы хорошо проявляют себя как адсорбенты, используются в процессах катализа. Применение углеродных наноматериалов в качестве адсорбентов и носителей для катализаторов связано с двумя важными их характеристиками: они обладают большой удельной поверхностью и химической инертностью.

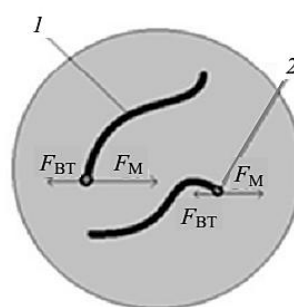
### 3.2. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРИЕНТАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В МАТРИЦЕ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ

Бахаа Э. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2021. – Т.27, №4. – С.664-670

Неспособность ориентировать углеродные нанотрубки перпендикулярно падающим на них лучам снижает количество световой энергии, которую трубки поглощают и преобразуют в тепло, что может привести к уменьшению количества энергии, поглощаемой светопоглощающим слоем. Изучен процесс ориентации углеродных нанотрубок в матрице покрытия, используемой в солнечных панелях, чтобы получить максимальное поглощение этого слоя. Представлены конструкция машины, которая использует магнитную силу для ориентации углеродных нанотрубок, и модель, позволяющая рассчитать силу электрического тока и время, необходимое для достижения требуемой ориентации углеродных нанотрубок.



**Рис 1. Последовательность процесса нанесения покрытия и ориентация УНТ:**  
1 – УНТ; 2 – каталитическая частица;  
3 – электромагнит; 4 – сопло для распыления покрытия



**Рис 2. Действующие силы на УНТ в процессе ориентации:**  
1 – УНТ; 2 – железная каталитическая частица

### 3.3. АДГЕЗИОННАЯ И КОГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С УГЛЕРОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ ДЛЯ ЗАДЕЛКИ ТРЕЩИН

Ильина В.Н., Гафарова В.А., Бугай Д.Е. // Нефтегазовое дело. – 2021. – Т.19, №6. – С.124-133

Около 47 % магистральных газопроводов на территории РФ эксплуатируются более 30 лет. Число дефектных участков труб, нуждающихся в ремонте, велико, однако их полная замена не представляется возможной в связи с большой протяженностью трубопроводных сетей и необходимостью существенных материальных затрат. Применяемые на сегодняшний день технологии ремонта: вырезка и замена поврежденных участков, установка стальных муфт на дефектные области, наплавка металла методом электродуговой сварки или приварка заплаток - являются дорогими и трудоемкими. В связи с этим предлагается использовать композиционные материалы на основе эпоксидной смолы с углеродными наполнителями для заполнения полости трещин, что позволит скрепить ее берега и продолжить эксплуатировать оборудование, увеличив его живучесть. В данной работе проводилось исследование влияния количества отвердителя, разбавителя и наполнителя в составе композиционного материала на его адгезионную и когезионную прочность. В качестве наполнителей были выбраны три аллотропные формы углерода: графен, представляющий собой двумерную структуру, углеродные нанотрубки, которые образуются путем сворачивания листов графена в полые молекулы цилиндрической формы, и фуллерен, являющийся «чистой» поверхностью с большой кривизной.

### 3.4. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА

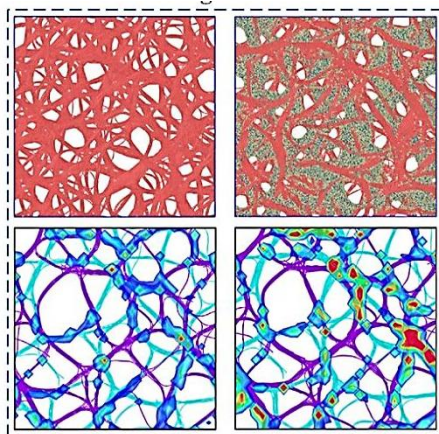
Рехвиашвили С.Ш., Strek W. // Оптика и спектроскопия. – 2021. – Т.129, №12. – С.1301-1305

Рассмотрена задача о тепловом излучении идеального графена. В качестве основы взяты теоретические представления о поверхностных электромагнитных волнах и поверхностном импедансе. Вычислена интенсивность теплового излучения графена как функция частоты внешнего излучения. Обсуждается роль размерного эффекта теплового излучения в формировании широкополосного ("белого") излучения графеновой пены.

### 3.5. МЕХАНИЗМ УВЕЛИЧЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ, ВЫЗВАННЫЙ ПЕРЕХОДОМ КОНТАКТОВ, В КОМПОЗИТАХ УНТ-СЕТЬ/ЭПОКСИДНАЯ СМОЛА

**Contacts transition induced stiffening mechanism in CNT-network/epoxy composites /** Ke Duan, Sihan Liu // Carbon. – 2021. – Vol.178, June. - P.767-774

Возникновение аномального повышения модуля упругости композитов УНТ-сеть/полимер является фундаментальной, но нерешенной проблемой. С помощью мезомасштабного моделирования молекулярной динамики обнаружено, что, вопреки общепринятым представлениям, это не улучшенная способность передачи нагрузки на поверхность раздела между пучками с хорошим контактом, а механизм повышения жесткости, вызванный контактным переходом среди пучков со слабым контактом, который вызывает такое аномальное усиление. Это связано с тем, что присутствие молекул эпоксидной смолы в порах сети приводит к заметному эффекту уплотнения



толщины композита, повышая прочность этих слабых контактных соединений между соседними слоями УНТ и превращая их в несущие контактные соединения. Такое явление перехода контактов значительно увеличивает количество контактных узлов и, следовательно, путей передачи нагрузки внутри УНТ-сети, что позволяет улучшить композитный модуль более чем на порядок. В частности, предлагаемый механизм придания жесткости коррелирует с содержанием введенной эпоксидной смолы, предлагая эффективный способ адаптации механических свойств производных композитов. (Ш.) (Англ)

### 3.6. КОМПОЗИЦИОННАЯ КОРУНДОВАЯ КЕРАМИКА С АРМИРУЮЩИМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ, МОДИФИЦИРОВАННАЯ ДОБАВКАМИ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СОСТАВА

Антонов Д.А., Тарасенко М.А., Павлов С.С. // Стекло и керамика. – 2021. - №6. - – С.16-21

Исследованы характеристики композиционных материалов системы  $Al_2O_3$  - углеродные нанотрубки - эвтектические добавки. Рассмотрено влияние содержания армирующего компонента, а также режима высокотемпературной термообработки в вакууме на прочностные свойства материала. Получены образцы с массовым содержанием углеродных трубок 0,4 %, обладающие следующими характеристиками: средний предел прочности при трехточечном изгибе 380 МПа, открытая пористость 0,9 %, средняя плотность 3,71 г/см<sup>3</sup>.

### **3.7. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ РЕЗИН, МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОНЦЕНТРАТАМИ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Карпунин Р.В., Коротков М.С., Скуратов А.Ю. // Перспективные материалы. – 2022. - №1. – С.74-84

Одностенные углеродные нанотрубки (ОУНТ) были введены в резины на основе бутадиен-нитрильного каучука, наполненные 60 масс. ч. технического углерода, с использованием концентратов предварительно диспергированных нанотрубок в растворе бутадиен-нитрильного каучука в дибутилфталате. Показано, что добавление 0,15 масс. % ОУНТ позволяет понизить удельное объёмное электрическое сопротивление на 4 порядка от  $2,3 \cdot 10^6$  и до  $7,9 \cdot 10^2$  Ом·см и увеличить условные напряжения при 50 и 100 % удлинении на 50 и 30 %, соответственно. Условные напряжения при заданном удлинении 50 или 100 % и сопротивление раздиру линейно зависят от содержания ОУНТ в нанокompозите в исследованном диапазоне концентраций до 0,5 масс. %, при этом относительное удлинение при разрыве и условная прочность резины остаются неизменными в пределах погрешности метода измерения. Удельное объёмное электрическое сопротивление зависит от концентрации ОУНТ в резине по степенному закону Киркпатрика с порогом перколяции 0,05 масс. % и при содержании ОУНТ 0,5 масс. % приближается к 10 Ом·см.

### **3.8. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КЛЕЯ ВК-25, МОДИФИЦИРОВАННОГО МНОГОСЛОЙНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ**

Богачев А.А., Авцынова И.В., Шогенов В.А. // Сборник докладов V Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения». – 2021. – С.89-96

В работе представлено исследование возможности увеличения физико-механических и технологических характеристик фенольно-каучукового клея ВК-25 путем его модифицирования углеродными нанотрубками. В многочисленных опубликованных работах по наномодификации угле- и стеклопластиков, и клеевых композиций показано увеличение упруго-прочностных показателей композиционных материалов.

### **3.9. УПРОЧНЕНИЕ СТЕКЛОКОМПОЗИТА МНОГОСЛОЙНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ, ВЫРОВНЕННЫМИ ПОСТОЯННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ**

Красновский А.Н., Казаков И.А., Кищук П.С. // Стекло и керамика. – 2021. – №2. - С.3-8

Проведено изучение влияния интенсивности электрического поля и процентного содержания многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) на прочность композита, состоящего из однонаправленных стеклянных волокон. Приведены результаты испытаний кольцевых образцов, изготовленных методом намотки, для различного содержания МУНТ в композите и при различных величинах интенсивности электрического поля. По результатам испытаний построены кривые прочности и получена формула зависимости прочности композита от интенсивности электрического поля и процентного содержания МУНТ.

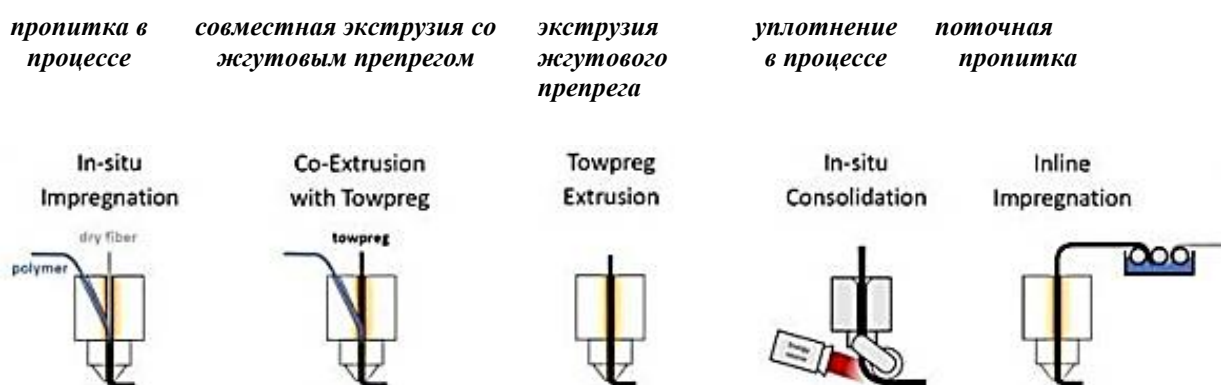


## 4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

### 4.1. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ С АРМИРОВАНИЕМ НЕПРЕРЫВНЫМ ВОЛОКНОМ

Торубаров И.С., Дроботов А.В., Плотников А.Л. // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2021. - №8 (255). – С.81-86

Исследованы методы армирования изделий в аддитивном производстве с помощью непрерывных волокон, и обозначены общие проблемы, свойственные технологиям 3D печати, в том числе печати с непрерывным армированием. Предложено направление развития метода упрочнения изделий непрерывным волокном на основе многокоординатной печати изделий с неплоскими слоями. По данным о прочности материалов предел прочности образцов из нейлона, армированного непрерывным углеродным волокном, составил 800 МПа при растяжении и 540 МПа при изгибе, что в обоих случаях примерно в 10 раз превышает показатели для пластиковых образцов.



*Принципиальные схемы укладки непрерывного волокна в процессе 3D печати*

### 4.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСНОГО СОСТАВА КРЕМНИЯ НА ДЕФЕКТНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ИЗ РЕАКЦИОННО-СПЕЧЕННОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ

Сорокин О.Ю., Чайникова А.С., Кузнецов Б.Ю. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2022. – Т.88, №1-1. – С.42-48

Сложнопрофильные крупногабаритные карбидокремниевые изделия получают методом жидкофазного силицирования, однако наличие в составе свободного кремния ограничивает область их применения. Снизить содержание кремния можно за счет формирования мелкозернистой пористой структуры материала, регулирования скорости роста карбидного слоя на стенках пор при жидкофазном силицировании. В работе представлены результаты исследования влияния примесного состава кремния марки КР00 на появление дефектов в структуре мелкозернистого реакционно-спеченного карбида кремния (РСКК). Показано, что наибольшее влияние оказывает такая примесь в техническом кремнии, как железо. При его содержании менее 0,94 % масс. удается получить бездефектные образцы из РСКК с плотностью не ниже  $3,00 \pm 0,05$  г/см<sup>3</sup>. При содержании Fe 1,49 % масс. в силицированных образцах наблюдаются дефекты в виде недопитанных областей, которые, вероятно, обусловлены повышенной растворимостью углерода в кремниевом расплаве при пропитке техническим кремнием с повышенным содержанием железа и, как следствие, более интенсивным ростом карбидокремниевых слоев на стенках пор с их последующим перекрытием.

### **4.3. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА**

Коленчуков О.А., Петровский Э.А., Смирнов Н.А. // Известия Высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2021. - №4. – С.95-108

Процессы добычи и подготовки нефти сопряжены с образованием смеси различных углеводородных газов, иначе называемых попутным нефтяным газом (ПНГ). Сегодня большая часть получаемого ПНГ сжигается, нанося ущерб окружающей природной среде, либо используется в качестве энергообеспечения технологического оборудования. В то же время ПНГ можно использовать в качестве ценного сырья с целью получения различных химических веществ. В статье рассмотрены существующие на сегодняшний день методы утилизации ПНГ, предложен относительно простой и экологичный пиролизный метод. Проведен сравнительный анализ способов перемешивания сырья, в результате которого выявлено, что наиболее рациональными считаются механический и вибрационный способы. Представлена экспериментальная установка переработки нефтяного попутного газа методом пиролиза. Приведены результаты экспериментальных исследований получения углеродных волокнистых наноматериалов и водорода. В качестве исходного сырья использовался газ ( $CH_4$ ), полученный путем утилизации углеводородсодержащих отходов (нефтешламов). Средний выход целевых продуктов составил 81 л/ч - для водорода и 325,5 г/ч - для нановолокнистого углерода.

### **4.4. ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНОГО КАРКАСА ОБРАЗЦОВ ИГОЛЬЧАТЫХ КОКСОВ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ**

Исмагилов З.Р., Никитин А.П., Михайлова Е.С. // Кокс и химия. – 2021. - №7. – С.36-40

В работе исследованы образцы игольчатых коксов методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (Раманспектроскопия). Получены числовые Рамановские характеристики: степень графитизации и мера разупорядоченности углеродного каркаса. Анализ спектров комбинационного рассеяния коксов позволяет рассматривать степень графитизации молекулярных фрагментов, входящих в состав углеродного каркаса игольчатого кокса, судить о полноте процесса коксования и оценивать качество готовой продукции.

### **4.5. ОЦЕНКА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ СЖАТОЙ КОМПОЗИТНОЙ ПЛАСТИНЫ С НАЧАЛЬНЫМ РАССЛОЕНИЕМ**

Покровский А.М., Чермошнцева А.С., Бохоева Л.А. // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2021. - №5. – С.81-91

Предложена методика расчета разрушающей силы для сжатой композитной пластины с начальным расслоением. В основу оценки трещиностойкости положен критерий разрушения  $J$ -интеграла. Для упрощения вычисления  $J$ -интеграла предложена оригинальная методика разложения исходной нагрузки на два состояния так, чтобы для первой системы нагрузок основной участок был не нагружен, а для второй системы кривизны участков были равны, и с точки зрения трещиностойкости эта система была неопасна. Для определения разрушающей силы получена система двух трансцендентных уравнений. Приведено сравнение результатов расчета разрушающей силы для слоистых пластин из углепластика и стеклопластика с различными начальными расслоениями, полученных по предлагаемой методике, с экспериментальными данными (погрешность вычисления разрушающей силы не превышает 10% по сравнению с экспериментальными данными).

#### **4.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕДНОГО НАНО- ПОКРЫТИЯ НА УГЛЕРОДНОЙ ЛЕНТЕ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ**

Нелюб В.А., Малышева Г.В., Чэнь Янян // Композиты и наноструктуры. – 2021. – Т.13, №1 (49). – С.23-28

Приведены результаты моделирования тепловых полей, возникающих в процессе отверждения углепластика, состоящего из эпоксидной матрицы и углеродной ленты, на поверхность которой нанесено медное покрытие. Расчёты выполнены в программном комплексе *Femap&NXNastran*. В работе учтено изменение теплофизических характеристик эпоксидного связующего в процессе отверждения при переходе связующего из жидкого состояния в гелеобразное и твёрдое. Установлено, что учёт агрегатного состояния связующего позволяет повысить точность расчётов. Приведены данные по влиянию медного покрытия на поверхности углеродной ленты на кинетику процесса нагрева и установлено, что величина теплопроводности отверждённого углепластика при использовании металлизированной углеродной ленты в два раза выше, чем для аналогичного углепластика, изготовленного из этой же углеродной ленты, но без медного покрытия.

#### **4.7. ОСОБЕННОСТИ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

Горина В.А., Чеблакова Е.Г. // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2022. – Т.16, №1. – С.46-56

Приведен общий обзор способов получения и областей применения углеродных материалов с большой удельной поверхностью. В качестве объектов для исследования были взяты следующие материалы: гранулированный активированный уголь марки СК-АГ-3 (производства ОАО «Сорбенты Кузбасса»); активированное целлюлозное волокно (Красноярский завод химических волокон), прошедшее карбонизацию и графитацию, подвергнутое газофазной активации при температуре 900°C в токе диоксида углерода; ткань углеродная марки «Бусофит-Т» (ОАО «СветлогорскХимволокно»); терморасширенный фторированный графит (ОАО «Сибирский химический комбинат»). Проведены исследования пористой структуры этих материалов волюмометрическим методом низкотемпературной адсорбции азота на приборе ASAP 2020.

#### **4.8. АНИЗОТРОПИЯ СВОЙСТВ МАТРИЦЫ КРУПНОГАБАРИТНЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ ПО ТОЛЩИНЕ ПОЛУФАБРИКАТА**

Вешкин Е.А., Семенычев В.В., Постнов В.И. // Композиты и наноструктуры. – 2021. – Т.13, №2 (50). – С.37-42

На образцах углепластиков переменного сечения толщиной до 16 мм проводили исследования по выявлению закономерностей изменения величин микротвёрдости в высотном сечении пластика. Измерения микротвёрдости матрицы углепластика проводили на поперечных шлифах в двух взаимно перпендикулярных плоскостях при нагрузке на индентор микротвердомера равной 10 грамм (0,1 Н). Проведёнными исследованиями установлено, что величина микротвёрдости матрицы углепластика по толщине от лицевой поверхности образца к его оборотной стороне изменяется по параболическому закону с максимальными значениями микротвёрдости в сердцевине сечения.

#### 4.9. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ПРОПИЛЕНА ИЗ ПРОПАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Маркова Е.Б., Чередниченко А.Г., Ахмедова Л.С. // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Естественные науки. – 2021. - №4 (97). – С.100-114

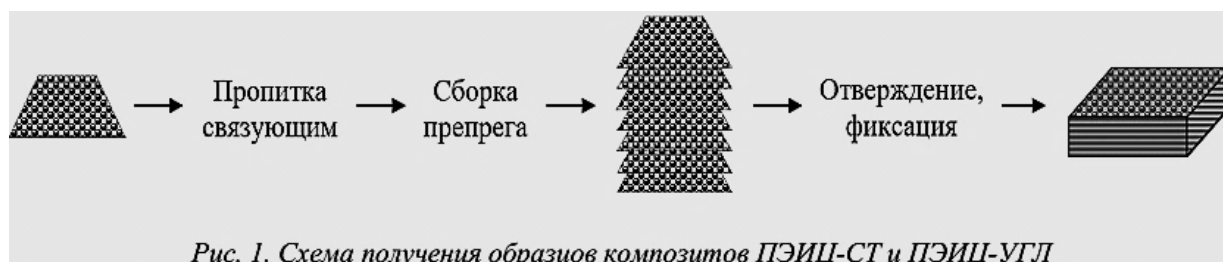
Разработка современных термокаталитических технологий переработки нефтегазового сырья является одним из перспективных направлений развития производства химической продукции. Существенную роль в решении этих вопросов играет применение новых высокоэффективных каталитических систем, обладающих необходимыми техническими показателями и большим ресурсом работы. Исследовано селективное дегидрирование пропана в целях получения пропилена. В процессе экспериментов синтезированы композиционные железосодержащие катализаторы, в которых активным компонентом является оксид железа в сочетании с инертной углеродной матрицей. В качестве последней используются активированный уголь марки ФАС (фурфурол-активный кокс) и углеродные нанотрубки. В результате синтеза на поверхности катализатора удалось получить каталитические центры, которые осуществляют перенос электронов за счет изменения степени окисления железа при трансформации исходных веществ в целевые продукты реакции. Показано, что полученные железосодержащие катализаторы существенно увеличивают эффективность процесса по сравнению с эффективностью термического крекинга пропана

### 5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭПОКСИИЗОЦИАНУРАТОВ, НАПОЛНЕННЫХ СТЕКЛО- И УГЛЕТАНЬЮ

Шишкинская В.А., Кеймах М.Д., Кравченко Т.П. // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т.35, №7 (241). – С.62-64

В работе представлены результаты исследований полиэпоксидизоциануратных полимеров, наполненных стекло- и углетанью. Изучены термические и механические свойства получаемых композитов. В качестве полимерного связующего использовали полиэпоксидизоцианурат (ПЭИЦ), полученный на основе эпоксидной смолы марки ЭД-20, полифурита М 2000, 2,4-толуилеидизоцианата и диметилбензиламина, используемого в качестве катализатора. В качестве наполнителей использованы углеродная и стеклянная ткани марок УВИС-Т-22Р и *Style 120 E-Glass*, соответственно. Оптимальное соотношение используемых наполнителей в композиционном материале подобрано экспериментальным путем.



## 5.2. ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЙЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОДОВ ВАНАДИЕВЫХ ПРОТОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Комаров В.А., Воропай А.Н., Ильина М.Н. // Электрохимия. – 2021. – Т.57, №8. – С.485-491

Проточные ванадиевые аккумуляторные батареи набирают большую популярность в мире и уже опережают свинцовые аккумуляторы по величине установленной мощности, но сильно отстают от литий-ионных батарей. Большое распространение данных систем сдерживает в том числе и низкая удельная мощность, ввиду того, что электрокаталитическая активность электродных материалов по отношению к ионам ванадия низкая, поэтому поляризационное сопротивление при высоких плотностях тока является значительным. В данной работе исследуется метод модификации войлочных электродов для снижения удельного сопротивления ячейки проточного аккумулятора. Модификация проводится методом термического каталитического разложения пропан/бутана на поверхности углеродного волокна. Показано, что нанесение нитевидных наноструктур снижает удельное поверхностное сопротивление ячейки проточного аккумулятора с 11 до 3.9 Ом см<sup>2</sup>.

## 5.3. НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН

Малаховский С.С., Костромина Н.В. // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т.35, №7 (241). – С.38-40

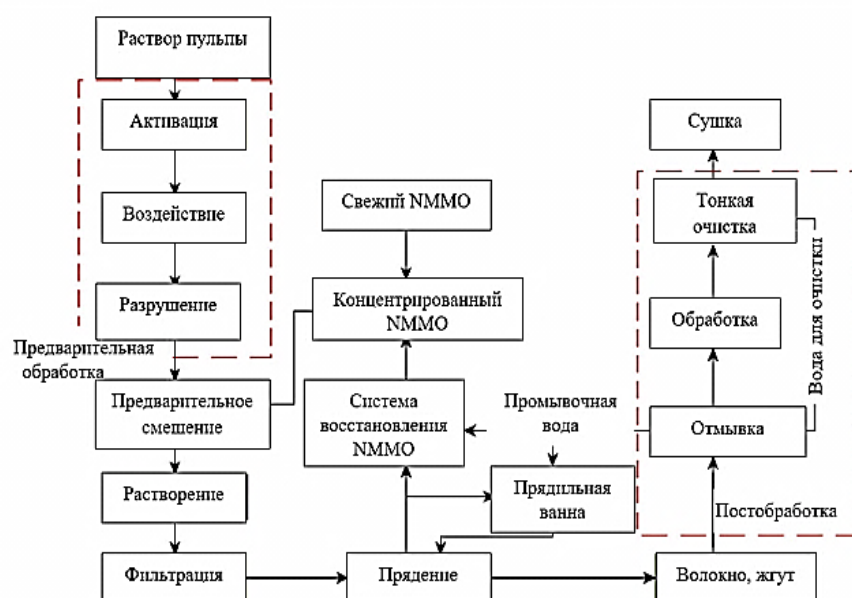


Рис. 1. Промышленный процесс производства лиоцеллового волокна в компании Swen Chemical Fiber Co. Ltd

Среди полимеров, нашедших широкое применение в различных областях, важное место занимает целлюлоза, как постоянно возобновляемый в природе полимер, обладающий комплексом ценных свойств, и ее производные. Целлюлоза имеет также и сравнительно низкую себестоимость. Вискозное волокно, являющееся одним из регенерированных целлюлозных волокон, имеет наибольшее распространение. Однако отходы, образующиеся в производственном процессе, трудно исключить, что ограничивает развитие производства вискозного волокна. Волокно лиоцелл - это «зеленое» и экологически чистое волокно с перспективами применения в качестве прекурсора для производства высокомодульных волокон. Подготовка волокна лиоцелл основана на использовании *N*-метилморфолин-*N*-оксида - он нетоксичен и пригоден для вторичной переработки. В статье рассмотрены особенности процесса производства волокна лиоцелл.

#### **5.4. ЛЕГИРОВАНИЕ АЛМАЗОПОДОБНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ ТРУЩИХСЯ ТЕЛ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ СРЕД**

Буяновский И.А., Левченко В.А., Самусенко В.Д. // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2021. - №6. – С.52-60

Рассмотрены возможности повышения антифрикционных и противоизносных свойств смазочных материалов при трении в режиме граничной смазки легированием углеродных покрытий контактирующих деталей смазываемых узлов трения различными элементами Периодической системы. Результаты исследования трибологических характеристик таких покрытий показали эффективность их легирования вольфрамом, молибденом, титаном и кремнием в ряде модельных смазочных сред.

#### **5.5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ С ЭФФЕКТОМ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТЕПЛОВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ**

Земцова Н.В., Щегольков А.В., Кобелева В.А. // Сборник трудов II всероссийской научно-практической конференции «Энергетика будущего - цифровая трансформация». – 2021. – С.87-92

Разработка новых типов материалов является ключевым фактором улучшения характеристик тепловентиляционного оборудования. Важное значение приобрели полимерные материалы и в особенности эластомеры, которые превосходят по своим упругим, прочностным и прочим свойствам традиционные керамические и металлические композиты. Наиболее перспективными являются комбинированные композиты на основе двух или нескольких разнородных полимеров (например, фторопласт и каучук). Комбинирование полимеров позволяет добиваться эффекта двойной перколяции, что снижает концентрацию дисперсного проводящего вещества при приемлемом значении электрического сопротивления. Эффективным дисперсным материалом, который может улучшить проводимость полимеров, являются углеродные нанотрубки. Возможности данных материалов достаточно широки за счет многообразия полимеров и наполнителей, а также способов их модификации. Применение полимерных материалов в электрических нагревателях позволяет добиться хороших результатов: высокого КПД, экономичность системы, улучшение скорости работы, экологичность и многочисленные дополнительные преимущества.

#### **5.6. ОЦЕНКА СВОЙСТВ И СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНОСИЛАНАМИ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ**

Зубова Н.Г., Герасимова В.М., Левкина Н.Л. // Журнал прикладной химии. – 2021. – Т.94, №5. – С.655-665

Проведена оценка прочности и смачиваемости обработанных кремнийорганическими аппретами полиакрилонитрильного технического жгутика, гидратцеллюлозных и базальтовых технических нитей. Подтверждено повышение поверхностной активности модифицированных нитей. Изучены особенности кинетики отверждения эпоксидного связующего в присутствии модифицированных нитей. Показано улучшение эксплуатационных характеристик эпоксидных композитов, получаемых на основе исследуемых волокнистых наполнителей.

### 5.7. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЫ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД СКЛЕИВАНИЕ

Баранников А.А., Постнов В.И., Вешкин Е.А. // Сборник докладов V Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения». – 2021. – С.177-195

В статье отмечены результаты анализа и выбора способа подготовки поверхности для ПКМ на основе клеевых препрегов. Исследовано влияния ПАД на свойства поверхности стеклопластика марки ВПС-53К и углепластика марки ВКУ-30К.УМТ49 и прочность клеевого соединения на их основе. Определен допустимый интервал времени хранения между обработкой поверхности ПКМ ПАД и процессом склеивания. Отработан режим обработки ПАД. Разработана технология подготовки поверхности ПКМ под склеивание и выпущена НД. Проведено опробование ПКМ обработанного ПАД в производственных условия изготовителя лопастей несущего винта вертолета семейства «Ми».

### 5.8. РАЗРАБОТКА СВЯЗУЮЩЕГО С ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ОТВЕРЖДЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИЕ ГИБРИДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ЕГО ОСНОВЕ

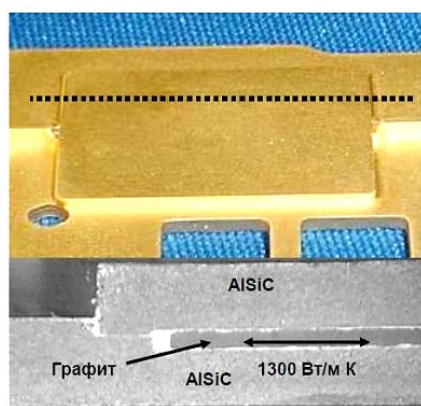
Колпачков Е.Д., Гуревич Я.М., Курносков А.О. // Сборник тезисов «XLV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства». – 2021. - С.199-202

В данной работе представлены результаты разработки инъекционного термореактивного связующего с пониженной температурой отверждения. Также представлены подбор углеродного армирующего наполнителя и результат его применения в составе разрабатываемого гибридного полимерного композиционного материала.

### 5.9. СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕПЛОвого КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Золотарев А.А. // Сборник докладов Российской научно-технической конференции с международным участием «Инновационные технологии в электронике и приборостроении». – 2021. – С.299-302

В статье представлен обзор современных материалов на основе углерода, которые применяются в конструкции новых изделий в микроэлектронике. Описаны основные типы углеродных материалов, их свойства, основные преимущества и недостатки. Приведены примеры применения материалов на основе углерода совместно с металломатричным композитом на основе алюминия и карбида кремния. На рисунке представлен корпус полупроводникового прибора из металломатричного композита  $AlSiC$ , инкапсулированный высокоориентированным пиролитическим графитом, в результате чего теплопроводность в плоскости повышается до 1300 Вт/м К. Рис. *Вставка из высокотеплопроводного графита в закрытый корпус из  $AlSiC$ .*



## 5.10. НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Кудрявцева А.А., Кондрашкин К.Б. // Интернаука. – 2021. - №33 (209). – С.46-48

В статье рассматриваются различные наноккомпозиты применяемые для полимерных матриц. Также рассматриваются наноразмерное диспергирование наполнителя. С момента открытия углеродных нанотрубок они широко изучаются как еще одна реализация замечательных электронных свойств графитового углерода.

## 6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

### 6.1. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПКМ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Адхамов А., Нумонов А. // ТЕСНИКА. – 2021. - №1 (5). – 8-13

Применение композиционных материалов осуществляется во все более широких масштабах. В автомобилестроении композиционные материалы используются уже много лет, и с каждым годом объем их применения растет. Если раньше ПКМ использовались в основном в качестве отделки салона и в деталях, не несущих значительных нагрузок, то в настоящее время полимеры стали применяться в крупногабаритных корпусных деталях, а зарубежные компании, такие как BMW, Ford, Mercedes, AUDI, и вовсе изготавливают автомобили, кузов которых полностью состоит из композитов.

### 6.2. АНАЛИЗ РЫНКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Попов Г.П. // Инженерные исследования. – 2021. - №3. – С.3-8

В связи со стремительным ростом цен на энергоносители особенно актуален вопрос повышения энергоэффективности жилых и промышленных зданий и сооружений. Потребительский рынок теплоизоляционных материалов в России представлен тремя основными направлениями их использования: строительный комплекс, ЖКХ и промышленность. Большинство теплоизоляционных материалов потребляется в строительной отрасли. В данной статье сделан анализ рынка теплоизоляционных материалов по регионам мира, России, а также отдельно приведена структура российского рынка по видам теплоизоляционных материалов. Рассмотрены основные виды существующих теплоизоляционных материалов, приведены производители, указана удельная стоимость теплоизоляционных материалов. Перспективы роста российского рынка теплоизоляции связаны, прежде всего, с улучшением инвестиционного климата, развитием производства и повышением качества продукции, увеличением объемов строительства. Что касается новых теплоизоляционных материалов, то все они требуют больших экспериментальных исследований на предмет изучения влажностного и теплового режима, экономической эффективности и, конечно же, теплотехнических расчетов.





### **6.3. О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Пекарский П. В. // Сборник трудов конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова». – 2021. – С.3394-3398

Быстрое и эффективное развитие nanoиндустрии показывает, что синтез углеродных наноматериалов - одна из перспективных областей нанотехнологий. Синтез углеродных наноматериалов - есть новая форма углерода, похожие на замкнутые, каркасные, макромолекулярные системы. Нанотрубки, или УНТ (углеродные нанотрубки), занимают одно из важнейших мест. Они, с диаметром от 1 до 50 нм и длиной до нескольких микрометров, создают новый класс nanoобъектов. УНТ являются прочным и легким материалом, который имеет устойчивость к давлению, износу, различным видам изучения необходимы для развития всех отраслей экономики: от машиностроения до медицины, от авиационной до атомных промышленности.

### **6.4. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОТОРЫЕ МЕНЯЮТ НАШУ ЖИЗНЬ**

Евдокименко Д.С., Чечет Б.Ф. // Вестник Ангарского государственного технического университета. – 2021. - №15. – С.86-88

В статье проанализированы композиционные материалы в сравнении с другими материалами, их применение в промышленности и в обычной жизни.

## **7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ**

### **7. НАНОМЕДИЦИНА И ЕЁ ВОЗМОЖНОСТИ В ОНКОЛОГИИ И ПОДАВЛЕНИИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ (COVID-19 И ДР.) БОЛЕЗНЕТВОРНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ**

Кричевский Г.Е. // НБИКС-Наука. Технологии. – 2022. - №15. – С.14 // <http://www.nanometer.ru/2022/02/13/nbiks>

Всё больше проблем настоящего, прошлого и будущего являются междисциплинарными и межотраслевыми. В связи с этим в последнее время появилось множество научно-практических направлений, объединяющих на первый взгляд очень разные дисциплины. Одним из таких гибридных направлений является наномедицина, которая включает в себя научные основы и практику использования в медицине передовых достижений нанотехнологий. В 21 -ом веке наномедицина достигла больших успехов в разных областях медицины и, прежде всего, в нанофармации, нанодиагностике и нанотерапии, в комплексном сочетании в одном препарате (лекарстве) и диагностических и терапевтических свойств (тераностика). Особенно велик вклад нанотехнологий в диагностику и терапию раковых заболеваний. В последние 10-15 лет ведутся активные исследования по применению нанотехнологий в профилактике, диагностике, терапии, вакцинации, разработке индивидуальных средств защиты в случае инфекционных заболеваний различными болезнетворными микроорганизмами, в том числе и вирусом covid-19. Значительный вклад в создание новых противовирусных препаратов вносят нанотехнологии и наночастицы металлов и другие виды наночастиц (графен, углеродные нанотрубки). Наночастицы могут выступать в роли нанотранспортеров или сами проявлять противовирусные свойства. Всем этим вопросам посвящён этот обзор.



## 8. ПАТЕНТЫ

### КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### **1. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИФЕНИЛСУЛЬФИДА, УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН И СПОСОБ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

Патент РФ № 2767549 от 17.03.2022 года, З.№ 2021108837 от 01.04.2021 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ) (RU) - C08K 7/04

Изобретение относится к композиционным материалам на основе полифениленсульфида и углеродных волокон, аппретированных органическим соединением - 1,4-бензолдикарбоновой кислотой, и способу их получения, предназначенным в качестве конструкционных полимерных материалов. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в улучшении физико-механических и реологических свойств создаваемых композиционных материалов за счет введения аппрета, повышающего смачиваемость наполнителя и увеличивающего межмолекулярные адгезионные взаимодействия между углеродным волокном и полифениленсульфидной матрицей

## **2. ОПОРНОЕ КОЛЬЦО ПОГЛОЩАЮЩЕГО АППАРАТА**

**Патент РФ № 2767386 от 17.03.2022 года, З.№ 2021101933 от 26.05.2020 года.**  
Патентообладатель Моторин Сергей Васильевич (RU) - В61G 9/20

Изобретение относится к области машиностроения. Опорное кольцо выполнено из композиционного полимерного антифрикционного материала на основе полиариленэфиркетона, выбранного из группы полиэфиркетон, или полиэфирэфиркетон, или полиэфиркетонкетон, или полиэфирэфиркетонкетон, или полиэфиркетонэфиркетонкетон. Материал содержит в качестве волокнистого наполнителя углеродное волокно или смесь углеродного волокна со стекловолокном. Материал содержит хаотично расположенные углеродные нанотрубки в виде однослойных, или многослойных или вложенных друг в друга свернутых в трубку графитовых плоскостей. Внешний диаметр углеродных нанотрубок выбран от 0,1 до 100 нм, а их длина от 1 до 70 мкм. Содержание стекловолокна в его смеси с углеродным волокном волокнистого наполнителя композиционного полимерного антифрикционного материала выбрано от 2,58 до 11,5 мас. %. Достигается повышение степени защиты конструкции вагонов от воздействия знакопеременных нагрузок, обеспечение повышенной работоспособности поглощающего аппарата и защиты вагонов с грузами от действия продольных сил и ускорений.

## **3. НАПОЛНЕННЫЕ АППРЕТИРОВАННЫМ УГЛЕВОЛОКНОМ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ ИЗ ПОЛИФЕНИЛСУЛЬФИДА И СПОСОБ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

**Патент РФ № 2767564 от 17.03.2022 года, З.№ 2021109590 от 07.04.2021 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ) (RU) -D06M 13/268

Изобретение относится к наполненным аппретированным углеволокном полимерным композитам из полифениленсульфида, и способу их получения, предназначенным в качестве конструкционных полимерных материалов, включающим в себя полифениленсульфид и углеродные волокна, аппретированные органическим аппретом - 4,4'-диоксифенилсульфоном. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в улучшении физико-механических свойств создаваемых полимерных композитов за счет введения аппрета, повышающего смачиваемость наполнителя и увеличивающего межмолекулярные адгезионные взаимодействия между углеродным волокном и полифениленсульфидной матрицей.

## **4. ПОЛИФЕНИЛСУЛЬФИДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С АППРЕТИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ И СПОСОБ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

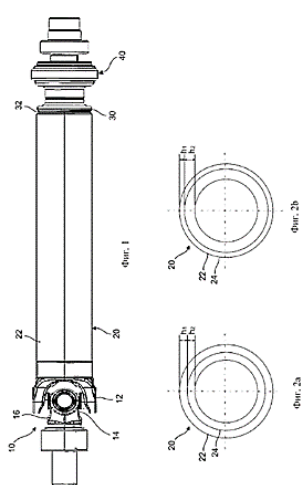
**Патент РФ № 2767562 от 17.03.2022 года, З.№ 2021109589 от 07.04.2021 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ) (RU) -D06M 13/268

Изобретение относится к полифениленсульфидным композиционным материалам и способу их получения, предназначенным в качестве конструкционных полимерных

материалов, включающих в себя полифениленсульфид и углеродные волокна, аппретированные органическим аппретом - 4,4'-бис-([(4-фенил) сульфонил] фенил)сульфидом. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в улучшении физико-механических и реологических свойств создаваемых композиционных материалов за счет введения аппрета, повышающего смачиваемость наполнителя и увеличивающего межмолекулярные адгезионные взаимодействия между углеродным волокном и полифениленсульфидной матрицей.

## 5. УЗЕЛ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИБРИДНОЙ КОМПОЗИТНОЙ ТРУБЫ КАРДАННОГО ВАЛА

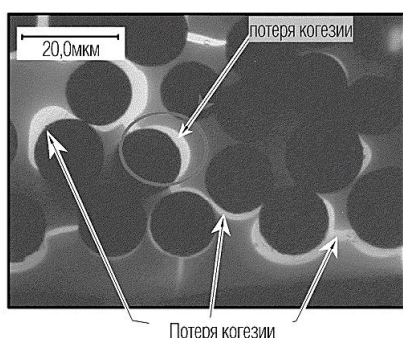
Патент РФ № 2766646 от 15.03.2022 года, З.№ 2021107129 от 22.06.2019 года.  
Патентообладатель ТИРСАН КАРДАН САН. ВЕ ТИДЖ. А.С. (TR) -F16L 9/12



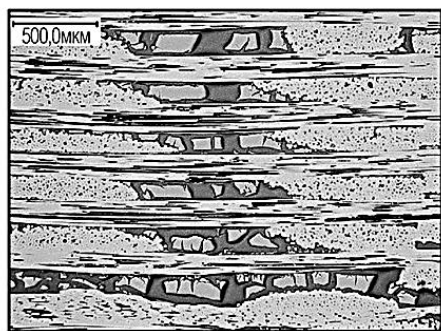
Изобретение относится к полимерной трубе карданного вала, армированной волокнами, и способу ее изготовления. Карданный вал содержит удлиненную монолитную композитную трубу (20) с передним шарниром (10), содержащим вилку (12) трубы, и задним шарниром (40) на расстоянии от переднего шарнира (10). Оба шарнира предусмотрены на ее соответствующих противоположных концах, при этом внутренний слой (24) содержит углеродные волокна или стекловолокна, которые коаксиально намотаны друг на друга, а наружный слой (22) намотан непосредственно на внутренний слой (24). Соотношение между толщиной намотки из углеродного волокна и толщиной намотки из стекловолокна составляет от 0,8 до 1,2. Технический результат: эффективная компенсация крутящих нагрузок на армированную волокном трубу карданного вала, изготовленную из композитного материала.

## 6. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛИ ИЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

Патент РФ № 2768291 от 23.03.2022 года, З.№ 2020100070 от 13.06.2018 года.  
Международная заявка WO № 2018/229428 от 20.12.2018 года. Патентообладатель САФРАН СЕРАМИКС (FR), АРЬЯНГРУП САС (FR) - C04B2235/5252



Изобретение относится к получению детали из композитного материала, которая может быть частью горячей секции газовой турбины авиационного или аэрокосмического двигателя, или промышленной турбины, или частью турбинного двигателя. Способ включает по меньшей мере следующие этапы. 1) Введение промотора адгезии в поры волокнистой преформы, образованной из огнеупорных волокон с нанесённым покрытием, имеющим на своей поверхности ОН-группы. Промотор адгезии содержит электроноакцепторную группу G1, которая является реакционноспособной в отношении реакции замещения или нуклеофильного присоединения к ОН-группам, и реакционноспособную группу G2, выбранную из: гидроксильной группы, эпоксида, атома галогена, аминогруппы, карбонильной группы, углерод-углеродной двойной связи или углерод-углеродной тройной связи. 2) Прививка промотора адгезии к поверхности



на уровне группы G2. Указанная полимеризация и указанное связывание осуществляются посредством второго нагревания волокнистой преформы, в которую была введена смола. 5) Формирование фазы керамической матрицы в порах волокнистой преформы посредством пиролиза полимеризованной смолы. Технический результат изобретения – повышение механической прочности детали за счёт улучшения адгезии между матричной фазой и волокнистой преформой.

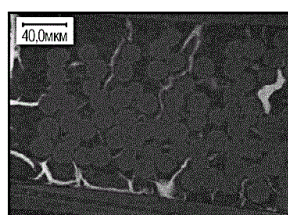
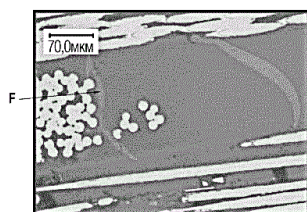
#### Формула изобретения

1. Способ получения детали из композитного материала, включающий по меньшей мере следующие этапы:

- введение промотора адгезии в поры волокнистой преформы, образованной из огнеупорных волокон, покрытых покрытием, имеющим на своей поверхности ОН-группы, причем промотор адгезии содержит электроноакцепторную группу G1, которая является реакционноспособной в отношении реакции замещения или нуклеофильного присоединения к группам -ОН, и реакционноспособную группу G2, выбранную из: гидроксильной группы, эпоксида, атома галогена, аминогруппы, карбонильной группы, углерод-углеродной двойной связи или углерод-углеродной тройной связи,

- прививка промотора адгезии к поверхности покрытия посредством реакции замещения или нуклеофильного присоединения группы G1 к ОН-группам, причем прививку осуществляют посредством первого нагревания волокнистой преформы, в которую введен промотор адгезии,

4/5



- введение смолы-предшественника керамики в поры волокнистой преформы после этапа прививки промотора адгезии,

- полимеризация введенной смолы и связывание привитого промотора адгезии со смолой посредством химической реакции между этими двумя соединениями на уровне группы G2, причем полимеризацию и связывание осуществляют посредством второго нагревания волокнистой преформы, в которую введена смола, и

- формирование фазы керамической матрицы в порах волокнистой преформы посредством пиролиза полимеризованной смолы.

2. Способ по п. 1, в котором перед введением промотора способ дополнительно включает стадию формирования покрытия на огнеупорных волокнах посредством химического осаждения из паровой фазы или инфильтрации из паровой фазы.

3. Способ по п. 1, в котором перед введением промотора способ дополнительно включает стадию формирования покрытия на огнеупорных волокнах посредством введения соединения-предшественника в поры преформы и пиролиза этого соединения-предшественника.

4. Способ по п. 1, в котором материал, образующий поверхность покрытия, выбран из углерода, углерода, легированного бором, карбида кремния, нитрида бора, нитрида

бора, легированного кремнием, или нитрида кремния.

5. Способ по п. 1, в котором группа G1 выбрана из эпоксидной, карбонильной группы, атома галогена, углерод-углеродной двойной связи или углерод-углеродной тройной связи.

6. Способ по п. 1, в котором группа G2 выбрана из гидроксильной группы, аминогруппы или углерод-углеродной двойной связи.

7. Способ по п. 1, в котором в состоянии мономера промотор адгезии имеет следующую общую формулу: G1-E-G2, где E означает углеродную цепь, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, или силановую, силоксановую, силизановую или карбосилановую цепь, содержащую от 1 до 10 атомов кремния.

8. Способ по п. 7, причем E означает углеродную цепь, содержащую от 1 до 5 атомов углерода, или E означает силановую, силоксановую, силизановую или карбосилановую цепь, содержащую от 1 до 5 атомов кремния.

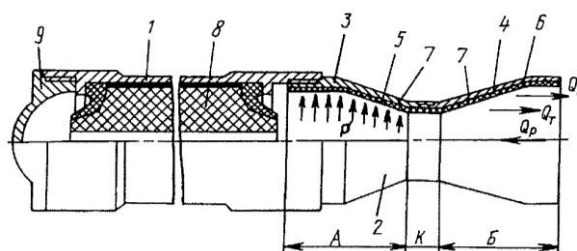
9. Способ по п. 7, причем промотор адгезии представляет собой галогенсилан.

10. Способ по п. 1, в котором смола выбрана из полисилоксановых смол, полисилизановых смол, поликарбосилоксановых смол, поликарбосилановых смол и смесей таких смол.

## 7. ВКЛАДЫШ СОПЛОВОГО БЛОКА РДТТ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКА С РЕГУЛИРУЕМОЙ ЭРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ

Патент РФ № 2767242 от 17.03.2022 года, З.№ 2020138915 от 25.11.2020 года. Патентообладатель Акционерное общество "Опытное конструкторское бюро "Новатор" (RU) -F02K 9/97

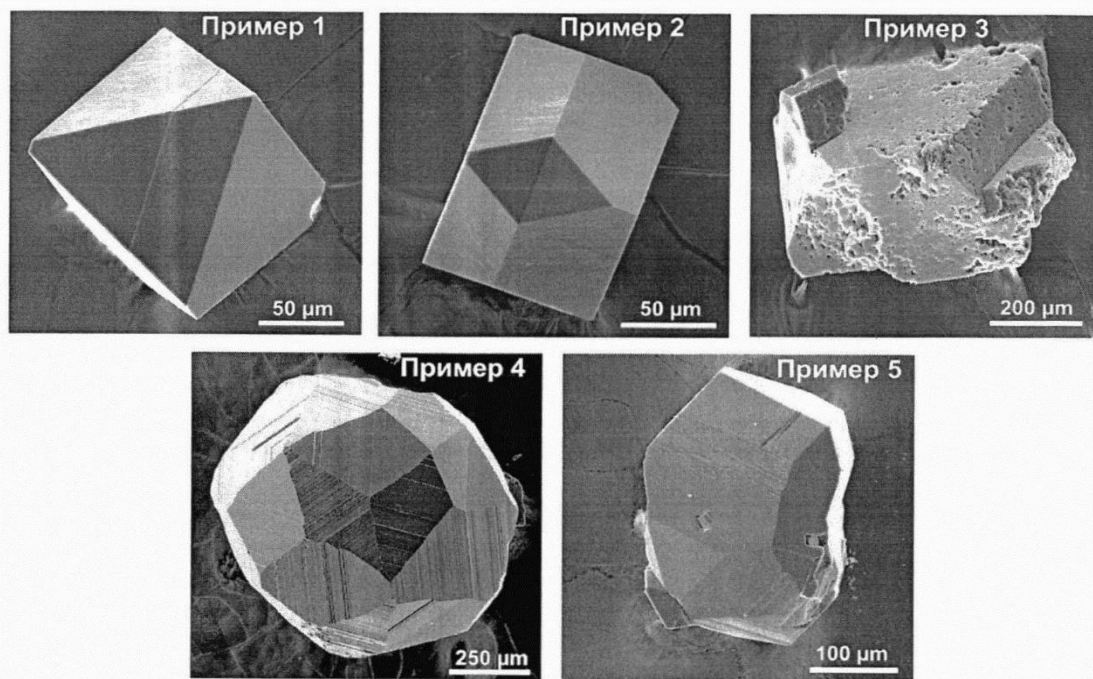
Вкладыш из углестеклопластика (УСП) с регулируемой планируемой эрозионной стойкостью может быть использован в сопловом блоке ракетного двигателя на твердом топливе. Композиция прессованной плиты вкладыша из УСП состоит из последовательно чередующихся долей слоев кремнеземных и углеродных тканей или слоев ткани, сплетенной из долей углеродных и кремнеземных нитей, пропитанных полимерным связующим ФН марки А, и изменением соотношения долей углеродных и кремнеземных тканей или долей углеродных и кремнеземных нитей в ткани, сплетенной из углеродных и кремнеземных нитей, позволяет регулировать и получать композиции различной эрозионной стойкости под воздействием потока продуктов сгорания ракетного топлива, перпендикулярного слоям тканей, в диапазоне от эрозионной стойкости вкладыша из



прессованных плит из кремнеземных тканей до эрозионной стойкости вкладыша из прессованных плит из углеродных тканей, так как увеличение доли углеродных нитей повышает эрозионную стойкость вкладыша в сопловом блоке ракетного двигателя и соответственно уменьшение их доли способствует понижению эрозионной стойкости.

## 8. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ БЕЗАЗОТНОГО АЛМАЗА

Патент РФ № 2766902 от 16.03.2022 года, З.№ 2021121408 от 19.07.2021 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (Институт геологии и минералогии СО РАН, ИГМ СО РАН) (RU) - C01B 32/26 F02K 9/97



Изобретение относится к области получения кристаллов безазотного алмаза, содержащих оптически активные центры SiV, GeV и SnV, для использования в фотонных и оптоэлектронных устройствах. Способ получения кристаллов безазотного алмаза включает воздействие на систему углерод - редкоземельный элемент высоких давления и температуры в области термодинамической стабильности алмаза с использованием редкоземельных металлов в качестве катализаторов, в качестве которых используют один из редкоземельных металлов La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y, при этом в систему дополнительно вводят один или более легирующих элементов IV группы, таких как Si, в виде примеси в графите в количестве порядка 120 млн-1 и/или Ge или Sn в количестве 5-10 вес. % от количества редкоземельного элемента, формирующих оптически активные центры в алмазе при воздействии давления не менее 7,8 ГПа и температуры 2000-2100°C в течение не менее 1 ч. Технический результат - получение бесцветных алмазов в виде монокристаллов в форме октаэдров, кубооктаэдров и сложных многогранных полиэдров размером от 100 мкм до 2 мм.

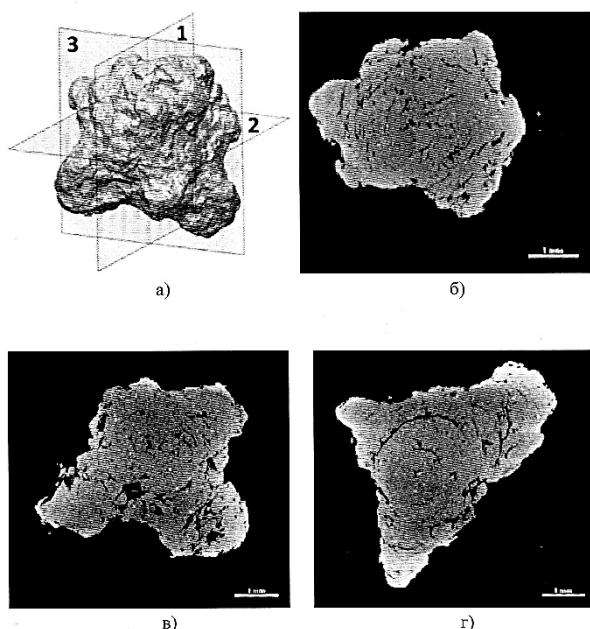
## 9. СПЕЧЕННЫЙ ФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ МЕДИ

Патент РФ № 2767936 от 22.03.2022 года, З.№ 2021125755 от 31.08.2021 года.  
Патентообладатель ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИНСТИТУТ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА О.В. РОМАНА (ВУ) -С22С 1/051

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности, к фрикционным материалам, предназначенным для работы в узлах трения машин и механизмов в условиях наличия смазки. Спеченный материал на основе меди содержащий олово, графит, порошок железа, дополнительно содержит порошок оксида кремния фракцией 5-10 мкм, при следующем соотношении компонентов, мас. доли в %: олово - 4-7, графит 9-12, порошок железа - 27-30, порошок оксида кремния - 2-4, медь - остальное. Обеспечивается увеличение коэффициента трения, повышение стабильности момента сил трения, снижение давления формирования маслоотводящих каналов и пазов в процессе пластической деформации материала, повышение прочность соединения фрикционного материала со стальной основой, а также эффективности обработки.

## 10. НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Патент РФ № 2768400 от 24.03.2022 года, З.№ 2017111922 от 07.04.2017 года. Патентообладатель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Владимирский Государственный Университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых" (ВлГУ) (RU) -B82B 1/00



Фиг. 1. Результаты рентгеновской томографии гранул, полученных при частоте вращения водила  $n_v = 815 \text{ мин}^{-1}$ : а – 3D-изображение гранулы; б – рентгеновское изображение гранулы в плоскости 1; в - рентгеновское изображение гранулы в плоскости 2; г - рентгеновское изображение гранулы в плоскости 3.

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к высокопрочным композиционным материалам на основе алюминия, используемым в различных технических областях, преимущественно в качестве конструктивных материалов в авиакосмической и транспортной промышленности.

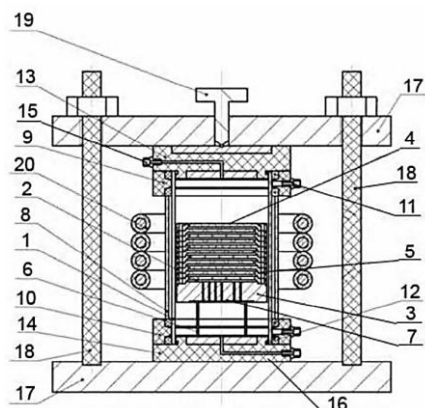
Наноструктурный композиционный материал получают механической активацией в шаровой планетарной мельнице исходной шихты, состоящей из сплава АМг2 и графита. В качестве упрочняющей добавки используют порошковый графит в количестве 1 мас.%, который подвергают механическому расщеплению до образования нанокристаллических частиц размером не более 5 нм. Зерна композиционного материала имеют размеры не более 62 нм, а размол исходной шихты проводят в течение 50 минут на частоте вращения водила  $n_v=815 \text{ мин}^{-1}$  с образованием наноструктурированных композиционных гранул размером 3-5 мм. Обеспечивается повышение

микротвердости гранул, снижение себестоимости композиционного материала и повышение производительности процесса механосинтеза.

## 11. CVD-РЕАКТОР СИНТЕЗА ГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК КАРБИДА КРЕМНИЯ НА КРЕМНИЕВЫХ ПОДЛОЖКАХ

Патент РФ № 2767098 от 16.03.2022 года, З.№ 2021122786 от 29.07.2021 года.

Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Открытый код" (RU) - С23С 16/32



подложкодержателями 4, нагревателем 20 индукционного типа и системой 16, 15

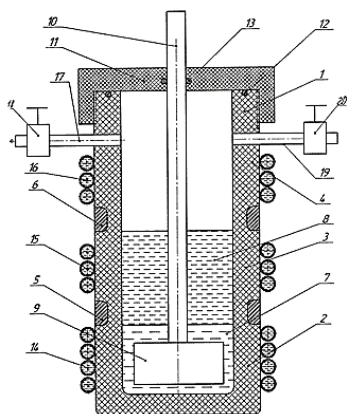
Изобретение относится к области оборудования полупроводникового производства и может быть использовано для формирования структур датчиков физических величин и преобразователей энергии бета-излучения в электрическую форму. CVD-реактор синтеза гетероэпитаксиальных пленок карбида кремния на кремниевых подложках путем химического осаждения из газовой фазы включает внутреннюю кварцевую трубу 1 с коаксиально установленной кварцевой наружной трубой 8, с размещенным внутри двухзонным, выполненным из графита, контейнером 2 с покрытием карбидом кремния, системой 16, 15



подвода/отвода водорода в качестве газа-носителя, при этом контейнер 2 установлен на полом пьедестале 6, направляющем поток водорода в первую зону, между контейнером 2 и пьедесталом 6 установлена разогреваемая ВЧ-полем индуктора металлическая пластина-диск 7 с отверстиями для прохода потока водорода, первая зона указанного контейнера 2 по ходу газа-носителя включает основание 3 в качестве источника углерода, выполнена без тепловых экранов и предназначена для предварительного подогрева водорода и протекания реакции углерода с водородом в сквозных каналах основания 3 с последующим транспортным переносом полученных газообразных углеводородов во вторую зону, включающую сборку подложкодержателей 4 с подложками и тепловыми экранами 5, причем обе зоны сообщаются между собой отверстиями для переноса углеводородов потоком водорода над кремниевыми подложками. Отверстия в подложкодержателях для перехода газового потока по высоте контейнера 2 над кремниевыми подложками расположены так, чтобы кремниевые подложки не перекрывали отверстия в подложкодержателях, причем отверстия следующего подложкодержателя повернуты на 180° относительно предыдущего. Наличие в реакторе основания в качестве источника углерода позволяет исключить подвод углеродсодержащих компонентов в реактор, что упрощает конструкцию реактора. Преимуществами реактора также являются подача единственного газа-носителя водорода, простое обслуживание за счет легкой разборки реактора для очистки от примесей, взаимозаменяемость деталей, что обеспечивает ремонтоспособность и надежность системы в целом.

## 12. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИФфуЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ В СРЕДЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Патент РФ № 2767108 от 16.03.2022 года, З.№ 2021114415 от 20.05.20212 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВО "КубГТУ") (RU) -B05C 3/02

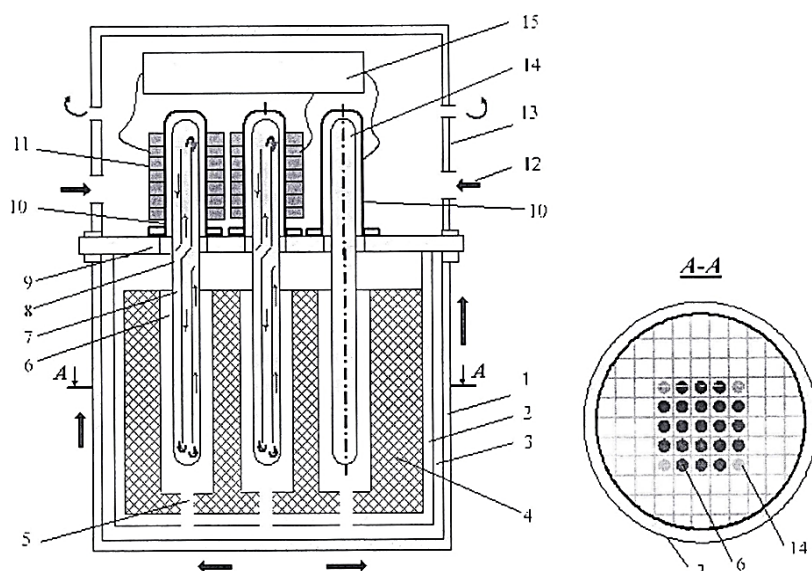


Изобретение относится к устройству для получения диффузионного покрытия на поверхности изделий в легкоплавком жидкометаллическом растворе, которое может быть использовано в различных отраслях машиностроения. Указанное устройство содержит камеру, разделенную на три зоны. В нижней зоне камеры размещен легкоплавкий жидкометаллический раствор. Над ней в средней зоне камеры расположен слой, состоящий из солевого расплава, образующий зону очистки изделий от следов легкоплавкого жидкометаллического раствора и имеющий температуру, заданную для термической обработки покрытых изделий. Верхняя зона камеры, образующая зону предварительного подогрева покрываемых изделий, выполнена полый. Сверху камера закрыта крышкой, в которой закреплен подвижный шток, выполненный с возможностью вертикального перемещения в крышке. Камера изготовлена из искусственного графита, и на ее наружной поверхности в местах разделения зон выполнены канавки, заполненные термоизолирующим веществом. Каждая зона камеры оснащена собственным индуктором для высокочастотного индукционного нагрева. Индуктор верхней зоны выполнен с возможностью циркуляции в нем воды и обеспечения охлаждения верхней зоны. В верхней зоне камеры зафиксирован патрубок с вентилем для подачи в нее инертного газа и патрубок для удаления инертного газа, выполненный с возможностью вакуумирования камеры. Обеспечивается повышение качества и стабильности свойств диффузионных покрытий и термической обработки материала изделия, снижение затрат электроэнергии и сокращение длительности проведения технологического процесса.

### 13. АВТОНОМНАЯ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

Патент РФ № 2766322 от 16.03.2022 года, З.№ 2021121950 от 23.07.2021 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" (RU)-G21C 5/00

Изобретение относится к жидкосолевому ядерному реактору и может использоваться для производства электрической энергии для труднодоступных территорий и островов Арктики. Установка состоит из внешнего и внутреннего корпусов, пространство между которыми заполнено теплоизолирующим материалом в виде инертного газа. Внутри внутреннего корпуса размещена активная зона, включающая графитовые блоки замедлителя с каналами для жидкосолевого топлива в виде жидкосолевых ТВЭЛов и блоки термоэлектрического генератора. Нижняя часть жидкосолевых ТВЭЛов находится в каналах графитовой кладки замедлителя активной зоны, имеющей в нижней части графитовой кладки замедлителя и отражателя каналы аварийного слива топливной соли из активной зоны в объем между внутренним и внешним корпусами. Верхняя часть жидкосолевых ТВЭЛов выходит из внутреннего корпуса в цилиндрические стальные гильзы, закрепленные снаружи на верхней крышке реактора, на внешней стенке которых закреплены блоки модулей термоэлектрического генератора. Причем избыток реактивности компенсируется стержнями-поглотителями нейтронов, образующих четыре канала СУЗ. Жидкосолевое топливо циркулирует в



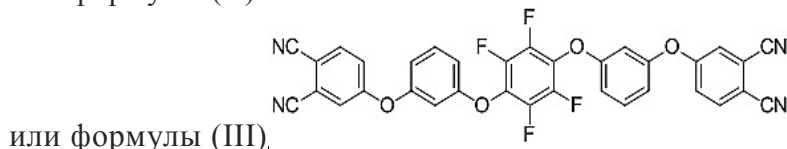
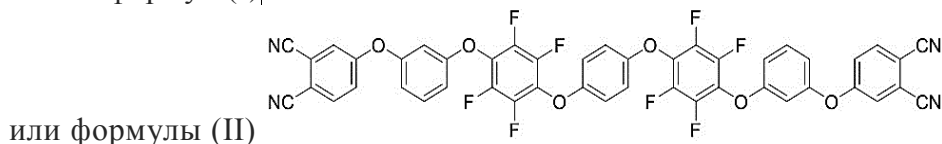
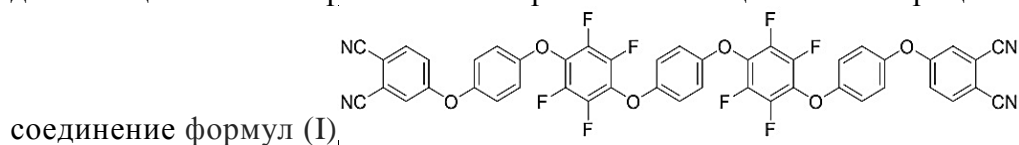
жидкосолевом ТВЭЛе, нагреваясь в нижней части активной зоны и передавая тепло в верхней части внутреннему, «горячему», спая термоэлектрических модулей термоэлектрического генератора, а «холодный», наружный, спай этих модулей охлаждается забортной водой в случае подводного размещения ядерной энергетической установки или дополнительным теплоносителем. Техническим результатом является повышение коэффициента полезного действия и уменьшение объемов расплавленных солей в установке.

### 14. ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ НА ОСНОВЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ФТАЛОНИТРИЛЬНЫХ ОЛИГОМЕРОВ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент РФ № 2767683 от 18.03.2022 года, З.№ 2020129690 от 09.09.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ) (RU) - C09D 5/00

Группа изобретений относится к полимерным композиционным материалам, полученным из олигомеров фталонитрила в качестве компонента полимеризуемой смолы для защитных покрытий полимерной композиционной матрицы. Материалы с фталонитрильными матрицами могут применяться в деталях двигателей в авиационно-

космической промышленности, для высокотемпературной защиты электроники, а также для применения в кораблестроении при изготовлении негорючих деталей интерьера подводных лодок. Олигомер фталонитрила в качестве компонента полимеризуемой смолы для защитных покрытий полимерной композиционной матрицы представляет собой



Описан способ получения олигомера фталонитрила, характеризующийся последовательным нуклеофильным замещением атомов фтора в гексафторбензоле и/или нитрогруппы в 4-нитрофталонитриле гидроксилсодержащими ароматическими соединениями. Описаны также композиция для приготовления термореактивной смолы, включающая по меньшей мере одно соединение (I) или (II) или их смесь с соединением формулы (III) и отвердитель, способ приготовления термореактивной смолы и способ приготовления термореактивного лака. Термореактивная смола может наноситься на поверхность композита в виде расплава или лака (раствора смолы в органическом растворителе) для создания защитных покрытий. Техническим результатом заявляемой группы изобретений является получение термореактивной смолы, полученной на основе фторсодержащих олигомеров, в отвержденном виде обладающей повышенной термоокислительной стабильностью, которая в качестве защитного покрытия позволяет сохранить (~90%) эксплуатационные характеристики ПКМ даже после 200 ч при 350°C; в отличие от известных покрытий на основе фталонитрильных смол, которые в тех же условиях позволяют сохранить лишь ~70% от начальных эксплуатационных характеристик композита, и характеризующейся простотой нанесения.

## 15. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОПОРИСТОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И ДИСКОВОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

Патент РФ № 2767027 от 16.03.2022 года, З.№ 2020130208 от 14.09.2020 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "КВАНТ Р" (RU) -B29B 7/82

Изобретение относится к технологии изготовления композиционных полимерных фильтрующих материалов и может быть использовано при очистке воды и воздуха, а также технологических сред от примесей. Способ изготовления микропористого композиционного материала включает стадию смешения порошка сверхвысокомолекулярного полиэтилена с диоксидом кремния, изготовленным из отходов риса. Затем смесь порошков помещают в среду этилового спирта, обрабатывают ультразвуком и сушат на воздухе. Изготовление микропористого композиционного материала проводят спеканием в пресс-форме полученной смеси порошков. При этом конструкция пресс-формы содержит рабочую камеру, выполненную в форме диска. Технологический процесс включает стадии нагрева пресс-формы с субстратом от 20 до

220°C со средней скоростью 5°C/мин, за которой следует предварительное уплотнение порошка, пластикация и спекание заготовки в течение от 2 до 3 часов при температуре от 200 до 240°C и давлении от 8 до 10 МПа. Изобретение обеспечивает улучшение технологических характеристик фильтрующего элемента, таких как производительность, пористость, перепад давления на фильтре, а также рабочее давление.

## **16. СЕТЧАТОЕ ПОЛОТНО ДЛЯ МОЛНИЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА**

**Патент РФ № 2769023 от 16.03.2022 года, З.№ 2021114890 от 26.05.2021 года.** Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственный центр "Углеродные волокна и композиты" (ООО "НПЦ "УВИКОМ") (RU) -B21F 27/10

Изобретение относится к самолетостроению и ветроэнергетике, где применяются полимерные композиционные материалы, которые при эксплуатации требуют защиты от прямых ударов молнии. Сетчатое полотно для молниезащитного покрытия полимерного композита выполнено трикотажным переплетением из одиночной медной проволоки, покрытой припоем, при этом используют легкоплавкий припой на основе олова, содержащий серебро 3,0 – 5,0 мас.% и медь 0,5 – 1,0 мас.%. Причем среднее удельное круговое поверхностное электросопротивление сетки составляет 2,0-3,3 мОм. Кроме того, угол смачивания меди припоем при 250°C составляет 22,5°, а диаметр одиночной медной проволоки составляет 0,08-0,12 мм. Технический результат при использовании изобретения заключается в предупреждении разрушения композита путем эффективного испарения легкоплавкого припоя и распайки проволок сетчатого полотна в молниезащитном покрытии после удара молнии.

## **17. ОБОЛОЧКА ОТСЕКА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Патент РФ на полезную модель № 209465 от 16.03.2022 года, З.№ 2021128322 от 28.09.2021 года.** Патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского" (ФГУП "ЦАГИ") (RU) - B64C 1/12

Полезная модель относится к области композитных конструкций и касается высоконагруженных конструкций оболочек отсеков транспортных средств из полимерных композиционных материалов, в частности оболочек отсеков фюзеляжей и крыльев летательных аппаратов. В конструкции оболочки для отсека транспортного средства из композиционных материалов можно выделить несколько основных частей: жесткий каркас, состоящий из гибридных металлокомпозитных силовых элементов; внешнюю обшивку; эластичную волнообразную внутреннюю обшивку, расположенную внутри жесткого каркаса; защитный наполнитель, расположенный между внутренней и внешней обшивками. Гибридный металлокомпозитный силовой элемент состоит из центральной композитной части и торцевых металлических частей и может быть выполнен осесимметричным. Техническим результатом является улучшение ремонтпригодности конструкции жесткого каркаса при сохранении его весовой эффективности в течение всего срока эксплуатации, вне зависимости от количества проведенных ремонтов. Технический результат достигается за счет реализации жесткого каркаса из отдельных гибридных металлокомпозитных силовых элементов, соединение которых осуществляется широко распространенными способами стыковки, разработанных для металлических конструкций.

## **18. АРМИРОВАННЫЕ СТЕКЛОВОЛОКНАМИ ПОЛИФЕНИЛСУЛЬФИДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СПОСОБ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

**Патент РФ № 2767546 от 17.03.2022 года, З.№ 2021108835 от 01.04.2021 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ) (RU) - D06M 13/152

Изобретение относится к полимерным композиционным материалам и способу их получения, предназначенным в качестве конструкционных полимерных материалов, включающее в себя полифениленсульфид и стекловолокна, аппретированные органическим аппретом олигофениленсульфоном фенолфталеина и 4,4'-дихлордифенилсульфона со степенью поликонденсации  $n=9\div 11$ . Технический результат предлагаемого изобретения заключается в улучшении физико-механических свойств создаваемых композиционных материалов за счет введения аппрета, повышающего смачиваемость наполнителя и увеличивающего межмолекулярные адгезионные взаимодействия между стеклянным волокном и полифениленсульфидной матрицей

## **19. ФРИКЦИОННОЕ ИЗДЕЛИЕ**

**Патент РФ на полезную модель № 209471 от 16.03.2022 года, З.№ 2021131141 от 25.10.2021 года.** Патентообладатель Акционерное общество "Термостойкие изделия и инженерные разработки" (АО "ТИИР") (RU) - F16D 69/02

Полезная модель относится к фрикционным изделиям, содержащим металлический стальной каркас с зафиксированным на нем фрикционным элементом и металлическую противозумную пластину. Задачей заявляемой полезной модели является повышение коррозионной стойкости металлической противозумной пластины, металлического каркаса и композиционного фрикционного элемента (в случае использования в его составе стального порошка) во влажных условиях эксплуатации.

Фрикционное изделие содержит стальной каркас и зафиксированный на нем композиционный фрикционный элемент. Поверхность стального каркаса снабжена полимерным покрытием и противозумной стальной пластиной, обе поверхности которой снабжены полимерным покрытием. Противозумная пластина размещена на поверхности металлического каркаса, противоположной поверхности, на которой зафиксирован композиционный фрикционный элемент. Обе поверхности противозумной стальной пластины дополнительно содержат цинковое покрытие, размещенное под полимерным покрытием. Полимерным покрытием снабжена поверхность каркаса вне противозумной пластины и фрикционного элемента.

При таком изготовлении фрикционного изделия обеспечивается непосредственный контакт с цинковым слоем как стали каркаса, так и стали противозумной пластины. В результате повышается коррозионная стойкость фрикционного изделия при его эксплуатации во влажных условиях и при применении противогололедных реагентов

## **20. ФРИКЦИОННОЕ ИЗДЕЛИЕ**

**Патент РФ на полезную модель № 210072 от 16.03.2022 года, З.№ 2021132463 от 08.11.2021 года.** Патентообладатель Публичное акционерное общество "Уральский завод авто-текстильных изделий" (ПАО "УралАТИ") (RU) - F16D 69/02

Полезная модель относится к машиностроению, а именно к фрикционным изделиям, содержащим полимерный композиционный фрикционный элемент и предназначенным для эксплуатации во фрикционных узлах автомобильной и автотракторной техники, различных машин и оборудования. Фрикционное изделие выполнено из полимерного композита, включающего полимерную матрицу и дисперсные наполнители, в состав которых входит древесная мука. С целью снижения возможности возгорания и горения полимерного композита фрикционного изделия в условиях высоких эксплуатационных температур в состав композита введено от 5 до 25 мас.% предварительно изготовленной смеси древесной муки и порошка двойного суперфосфата.

## **21. ФРИКЦИОННОЕ ИЗДЕЛИЕ**

**Патент РФ на полезную модель № 209472 от 16.03.2022 года, З.№ 2021131143 от 25.10.2021 года. Патентообладатель Акционерное общество "Термостойкие изделия и инженерные разработки" (АО "ТИИР") (RU) - F16D 69/02**

Полезная модель относится к фрикционным изделиям, содержащим металлический стальной каркас с зафиксированным на нем фрикционным элементом и металлическую противозумную пластину. Задачей заявляемой полезной модели является повышение коррозионной стойкости металлической противозумной пластины, металлического каркаса и композиционного фрикционного элемента (в случае использования в его составе стального порошка) во влажных условиях эксплуатации. Фрикционное изделие содержит стальной каркас и зафиксированный на нем композиционный фрикционный элемент. Поверхность стального каркаса снабжена полимерным покрытием и противозумной стальной пластиной, поверхность которой снабжена полимерным покрытием. Противозумная пластина размещена на поверхности металлического каркаса, противоположной поверхности, на которой зафиксирован композиционный фрикционный элемент. Полимерное покрытие содержит поверхность противозумной пластины, обращенную от поверхности металлического каркаса. Поверхность противозумной стальной пластины, обращенная к стальному каркасу, содержит цинковое покрытие. Поверхность стального каркаса, контактирующая с содержащей цинковое покрытие поверхностью пластины, выполнена без полимерного покрытия. Полимерным покрытием снабжена поверхность металлического каркаса вне противозумной пластины и фрикционного элемента. При таком изготовлении фрикционного изделия обеспечивается непосредственный контакт с цинковым слоем как стали каркаса, так и стали противозумной пластины. В результате повышается коррозионная стойкость фрикционного изделия при его эксплуатации во влажных условиях и при применении противогололедных реагентов.

## **22. КОЛОДКА ДИСКОВОГО ТОРМОЗА**

**Патент РФ на полезную модель № 209474 от 16.03.2022 года, З.№ 2021131158 от 25.10.2021 года. Патентообладатель Акционерное общество "Термостойкие изделия и инженерные разработки" (АО "ТИИР") (RU) - F16D 69/04**

Полезная модель относится к фрикционным изделиям, содержащим металлический каркас с зафиксированным на нем фрикционным элементом, в частности к колодкам дисковых тормозов автомобилей, различных дорожных машин и другого оборудования. Целью заявляемой полезной модели является повышение шумопоглощающей способности изделия. Фрикционное изделие включает металлический каркас и приформованный к нему полимерный композиционный фрикционный элемент. Поверхность металлического каркаса, противоположная поверхности, к которой приформован полимерный композиционный

фрикционный элемент, покрыта слоем отвержденной шпатлевки. Противоположная каркасу поверхность слоя шпатлевки выполнена в виде ориентированных продольно длине тыльной поверхности колодки чередующихся выступов и впадин с перепадом высот неровностей от 0,05 мм до 0,200 мм.

### **23. ПОЛИФЕНИЛСУЛЬФИДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С АППРЕТИРОВАННЫМ СТЕКЛОВОЛОКНОМ И СПОСОБ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

**Патент РФ № 2767551 от 17.03.2022 года, З.№ 2021108875 от 01.04.2021 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ) (RU) - D06M 13/252

Изобретение относится к полифениленсульфидным композиционным материалам и способу их получения, предназначенным в качестве конструкционных полимерных материалов, включающий в себя полифениленсульфид и стекловолокна, аппретированные органическим аппретом - 4,4'-бис-([(4-фенил)сульфонил]фенил)сульфидом. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в улучшении физико-механических свойств создаваемых композиционных материалов за счет введения аппрета, повышающего смачиваемость наполнителя и увеличивающего межмолекулярные адгезионные взаимодействия между стеклянным волокном и полифениленсульфидной матрицей



**2 768 571**

**Поздравляем коллег  
с получением нового патента!**

(21)(22) Заявка: [2020142197](#),  
**21.12.2020**  
(24) Дата начала отсчета срока  
действия патента: **21.12.2020**  
Дата регистрации: **24.03.2022**  
Приоритет(ы):  
22) Дата подачи заявки: **21.12.2020**  
(45) Опубликовано: [24.03.2022](#) Бюл. № [9](#)

Автор(ы):  
**Тимошук Елена Игоревна (RU),  
Пономарева Дарья Владимировна (RU),  
Самойлов Владимир Маркович (RU),  
Зейналова Сакира Зульфиевна (RU)**  
Патентообладатель(и):  
**Акционерное общество "Наука и инновации"  
(RU)**

### **24. Скаффолд для замещения костных дефектов**

Изобретение относится к медицине, а именно к хирургии, травматологии, имплантологии и ортопедии, и раскрывает скаффолд для замещения костных дефектов, выполненный из биосовместимого композиционного полимерного материала, покрытого слоем гидроксиапатита, при этом материал содержит углеродный матрикс высокопористого открытоячеистого углеродного материала, насыщенного пироуглеродом, с пористостью не менее 90% с биоактивным остеокондуктивным покрытием на основе кальция фосфатов толщиной не более 1 мкм. Повышение эффективности применения скаффолда для замещения костных дефектов обеспечивается благодаря наличию структуры близкой к структуре трабекулярной кости человека, высокой пористости (90%), достаточной прочности (не менее 4 МПа) и наличию биоактивного остеокондуктивного покрытия на основе кальция фосфатов. Скаффолд для замещения костных дефектов может быть использован при хирургическом лечении воспалительных и дегенеративно-дистрофических заболеваний кости, а также костных травм. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

## Поздравляем с юбилеем

### *Островского Владимира Сергеевича с 95-летием!*



Островский В.С. – выпускник Московского Государственного университета имени М.В. Ломоносова, доктор технических наук. Автор более 300 научных статей и изобретений, автор и соавтор многочисленных монографий по технологии искусственного графита и композиционных материалов на основе углерода. Работал в АО «НИИГрафит» со дня его основания до 2021 г.



### *Фирсову Татьяну Даниловну!*

ученого секретаря АО  
«НИИГрафит»,  
кандидата технических наук

