



Реферативный Бюллетень  
Научно-Технической и  
Патентной Информации по  
Углеродным Материалам

№ 4 - 2023 год



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ



ГИРЕДМЕТ  
РОСАТОМ



ВНИИХТ  
РОСАТОМ



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ

## Содержание № 4 – 2023

<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>6</b>
<b>1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Атомная и альтернативная энергетика .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Методы исследования. Сырье.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов .....</b>	<b>19</b>
<b>6. Обзор рынков и производства .....</b>	<b>23</b>
<b>7. Научно-популярные материалы, сообщения.....</b>	<b>23</b>
<b>8. Патенты.....</b>	<b>24</b>



	<b>Составитель и редактор, перевод</b> Шишкова Ирина Васильевна <a href="mailto:IVShishkova@rosatom.ru">IVShishkova@rosatom.ru</a>
<b>Раздел «Патенты»</b> Шульгина Людмила Николаевна <a href="mailto:LNShulgina@rosatom.ru">LNShulgina@rosatom.ru</a>	

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

Основан в 1966 г. Выходит 12 раз в год

## **1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ**

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

#### **1.1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА В АДСОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССАХ**

Меньшова И.И., Аверина Ю.М., Заболотная Е. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2023. – Т.66, №3. – С.52-58

Исследованы параметры пористой структуры углеродных волокнистых сорбентов на основе полиакрилонитрильного волокна различной активации. Проанализированы волокнистые углеродные сорбенты для адсорбции водорастворимых органических соединений. Построены изотермы сорбции в координатах уравнения Ленгмюра исследуемых веществ на неактивированном и активированном углеродных волокнах, а также изотермы Брунауэра - Эммета - Теллера, которые позволяют достоверно рассчитать удельную поверхность углеродного волокнистого сорбента. Изотермы сорбции удовлетворительно описываются уравнением Фрейндлиха. Рассмотрена избирательность адсорбции с описанием изотерм адсорбции из растворов органических веществ. Отмечено, что линейная форма зависимости изотерм Дубинина-Радушкевича позволяет определить предельную величину адсорбции. Рассчитаны параметры систем «углеволоконный сорбент-сорбат» по уравнениям Дубинина-Радушкевича и Брунауэра-Эммета-Теллера. Показано, что уравнения Дубинина-Радушкевича для анализа адсорбции в жидкой фазе позволяют описать более широкий интервал относительных концентраций, чем уравнения Ленгмюра, Френдлиха и Брунауэра - Эммета - Теллера.

#### **1.1.2. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОВОЛОКНАМИ**

Кряжев Ю. Г., Подъячева О. Ю., Тренихин М. В. // Химия твердого топлива. – 2023. - №1. – С.4-12

Показана возможность синтеза углерод-углеродных наноконкомпозитов со встроенными в углеродную матрицу нановолокнами путем двухступенчатого дегидрохлорирования (под действием щелочи с последующей карбонизацией) карбоцепного хлорполимера. В качестве исходного хлорполимера использовался хлорированный поливинилхлорид, в качестве наноразмерного компонента – азотсодержащие углеродные нановолокна (*N*-УНВ). Структура полученных наноконкомпозитов исследована методами электронной микроскопии, текстурные параметры – методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. Введение *N*-УНВ в углеродную матрицу и активация полученного углерод-углеродного наноконкомпозита в среде CO<sub>2</sub> способствовали формированию микро-, мезопористого материала с площадью удельной поверхности ~1100 м<sup>2</sup>/г. Показано, что полученные наноконкомпозиты характеризуются высокой энергетической емкостью и КПД по энергии при испытаниях в качестве электродов электрохимических суперконденсаторов.

#### **1.1.3. АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВОЛОКНА**

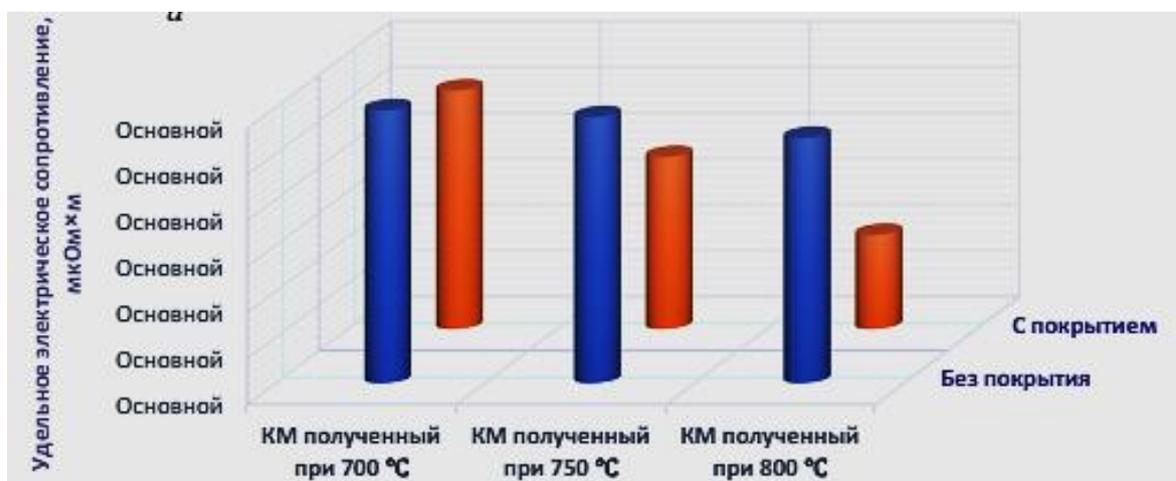
Антипина А.А. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2022. – Т.18, №6 (210). – С.243-245

Изучены основные методы модификации поверхностного слоя волокна. Описаны их преимущества и недостатки.

#### 1.1.4. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА НА СВОЙСТВА УГЛЕГРАФИТОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Мирошкин Н.Ю., Гулевский В.А., Цурихин С.Н. // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2022. - №7 (266). – С.83-90

Исследовано влияние состава алюминиевого сплава на степень заполнения открытых пор угля графита, механические и электротехнические свойства (удельное электрическое сопротивление) металлуглеродного композиционного материала. Установлено, что при пропитке угля графита сплавом Al-20%Mg-20%Zn-3%Cu заполнение открытых пор выше, чем при использовании сплава АК12, как при использовании предварительного омеднения угля графита, так и без него. Показано, что с повышением заполнения открытых пор угля графита металлом повышается прочность композиционного материала, его износостойкость и уменьшается удельное электрическое сопротивление. При этом у угля графита, пропитанного сплавом Al-20%Mg-20%Zn-3%Cu, эти характеристики выше, чем у угля графита, пропитанного сплавом АК12. Рис. *Удельное электрическое сопротивление полученных композиционных материалов*



#### 1.1.5. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБРАБОТАННЫХ В ОТВЕРЖДЕННОМ СОСТОЯНИИ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Семяк Д., Злобина И.В., Бекренев Н.В. // Сборник материалов IX международной конференции «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». – 2022. – С.137-141

Приведены результаты исследования кинетики нагрева, температуро- и теплопроводности конструкционных угле-, стекло- и органопластиков, подвергнутых воздействию в отвержденном состоянии СВЧ электромагнитного поля. Установлено увеличение скорости нагрева опытных образцов угле-, стекло- и органопластика соответственно на 27%, 4% и 13% относительно контрольных. Установлен факт повышения равномерности теплового поля: для углепластика различие значений температур в разных областях нагреваемой поверхности не превышает  $(3-5)^{\circ}\text{C}$ , стеклопластика -  $(8-10)^{\circ}\text{C}$ .

### 1.1.6. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МОДИФИКАЦИИ НА ПРОЦЕССЫ ПИРОЛИЗА ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОГО ВОЛОКНА

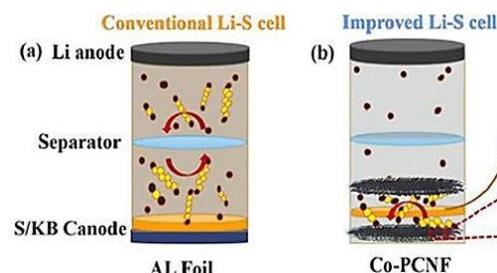
Бычкова Е.В., Щербина Н.А. // Сборник материалов IX международной конференции «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». – 2022. – С.12-16

Рассмотрена эффективность модификации полиакрилонитрильного волокна фосфор-, азотсодержащей огнезамедлительной системой. Исследовано влияние условий модификации на процессы сорбции добавок волокном и термолита модифицированных волокон. Осуществлено инициирование процессов циклизации с применением сверхвысокочастотной обработки, как готового волокна, так и некондиционного гель-волокна, взятого с промежуточной стадии технологического процесса производства волокон, приводящее к повышению термо- и огнестойкости модифицированных волокон.

### 1.1.7. КОБАЛЬТ, ВСТРОЕННЫЙ В МЕМБРАНЫ ИЗ ПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЛИТИЙ-СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

**Cobalt embedded in porous carbon fiber membranes for high-performance lithium-sulfur batteries** / Yiyang Chen, Peng Xu, Qibin Liu // Carbon. - 2022. - Vol.187. – P.187-195

Использование литий-серных (*Li-S*) батарей вызывает интерес благодаря их сверхвысокой удельной энергоёмкости. Тем не менее челночный эффект растворимых сернистых промежуточных соединений является основным препятствием, мешающим их практическому применению. В данном случае пористая мембрана из углеродного волокна с внедренными в нее наночастицами кобальта (*Co-PCNF*) была получена методом электростатического формования, таким образом, этот материал был прочно закреплен между двумя слоями *Co-PCNF* с образованием уникальной многослойной структуры. С помощью этого метода токосъемник из алюминиевой фольги можно заменить многослойной структурой *Co-PCNF*, которая помогает улучшить удельную энергоёмкость *Li-S* батареи, а также координировать изменение объема серы в процессе заряда и разряда, более того, эффект челнока значительно подавляется. Рис. *a)* обычная литий-серная батарея с алюминиевой фольгой, *b)* улучшенная литий-серная батарея с мембраной из углеродного волокна с частицами кобальта (Ш.) (Англ)



### 1.1.8. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНИСТОЙ МАТРИЦЫ СЛОЖНОГО СОСТАВА

Назаров В.Г., Лещенко Т.А., Черноусова Н.В. // Материаловедение. – 2022. - №8. – С.41-48

Исследованы формирование структуры и механические свойства композиционных материалов на основе нетканого полотна из смеси волокон с линейной плотностью 0,33 и 1,7 текс, пропитанного латексом СКН-40. Установлена усадка волокнистой матрицы в процессе сушки пропитанного полотна. Пропитка не влияет на прочностные характеристики композиционного материала, но при ее увеличении наблюдается возрастание сопротивления растяжению в поперечном направлении композиционного материала, в продольном направлении оно увеличивается при степени пропитки более 0,2.

### **1.1.9. ЛАЗЕРНЫЙ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НАРУШЕНИЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ СТРУКТУРЫ УГЛЕПЛАСТИКОВ**

Соколовская Ю.Г., Подымова Н.Б., Карабутов А.А. // Акустический журнал. – 2022. – Т.68, №4. – С.454-461

Продемонстрировано использование широкополосной акустической спектроскопии с лазерным источником зондирующих импульсов для обнаружения нарушения периодичности структуры углепластиков, вызванного зазорами между волокнами в слоях углеродной ткани. Получены частотные зависимости коэффициента затухания продольных акустических волн в диапазоне 1-11 МГц для участка углепластиковой стрингерной панели. Показано, что в областях с нарушением периодичности структуры наблюдается локальный минимум внутри резонансного максимума коэффициента затухания. Получены ультразвуковые изображения зазоров.

### **1.1.10. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Компан Т.А., Кулагин В.И., Власова В.В. //Измерительная техника. – 2022. - №7. – С.58-62

Представлены результаты измерений температурного коэффициента линейного расширения и удельной теплоёмкости вольфрама, меди, серебра, молибдена, бериллия, лейкосапфира, углерод-углеродного композитного материала марки ТЕРМАР ДФ КО. Исследования всех материалов проведены на государственных первичных эталонах ВНИИМ им. Д. И. Менделеева в последние годы. Проанализирована стабильность свойств материалов и установлена целесообразность применения данных материалов для изготовления средств воспроизведения и передачи теплофизических единиц в целях обеспечения достоверности измерений.

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

### **1.2.1.ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА АЭРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА НА ИХ НЕФТЕЕМКОСТЬ**

Д.А. Санджиева, А.Д. Гайзуллин, С. А. Баскаков // Материалы XV научно-практической конференции «актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Глубокая переработка углеводородных ресурсов. Низкоуглеродные энергоносители и продукты нефтегазохимии». – 2023. – С.253

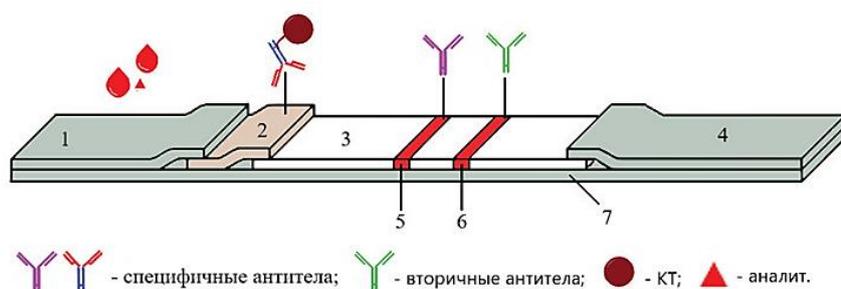
Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов (Н и НП) на поверхности водоемов наносят значительный ущерб окружающей среде. В настоящее время актуальна разработка новых материалов для ликвидации разливов Н и НП. Одним из перспективных материалов является аэрогели. Аэрогели обладают низкой плотностью среди твердых материалов и очень развитой поверхностью. Представляло интерес исследование возможности их использования в качестве эффективных сорбентов при ликвидации разливов Н и НП. В настоящей работе исследовано влияние состава аэрогелей на основе оксида графена (ОГ) и политетрафторэтилена (ПТФЭ) на сорбционные свойства. Выбор этого образца обусловлен его высокой гидрофобностью – краевой угол смачивания с водой составляет около 169°, удовлетворительной механической прочностью, устойчивостью к низким и высоким температурам.

### 1.2.2. ХАЛЬКОГЕНИДНЫЕ И УГЛЕРОДНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Насиров П.Д., Новикова С.А., Грибова Е.Д. // Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции». – 2022. – С.118-119

В настоящее время обретает актуальность вопрос проектирования и создания методов экспресс-диагностики острых заболеваний, предлагающих возможность проведения быстрого и точного анализа вне лабораторных условий. К числу таких методов можно отнести анализ на тест-полосках, основанный на высокоаффинных взаимодействиях иммунореагентов и визуализации данных взаимодействий посредством химически связанных с ними меток (рис.). На сегодняшний день в подобных системах в качестве меток используются коллоидные наночастицы золота имеющие ряд недостатков при проведении анализа, кроме того, себестоимость тест-полосок на основе коллоидного золота слишком высока. На почве данной проблемы ведутся научные исследования новых материалов, наиболее перспективными из которых являются коллоидные квантовые точки (КТ). В данной работе был проведен синтез халькогенидных КТ водным коллоидным методом, а также синтез углеродных КТ; были охарактеризованы физико-химические свойства полученных наночастиц и оценена возможность их использования в иммунохроматографических тест-системах. Рис.

*Схематическое изображение иммунохроматографической тест-полоски с использованием*

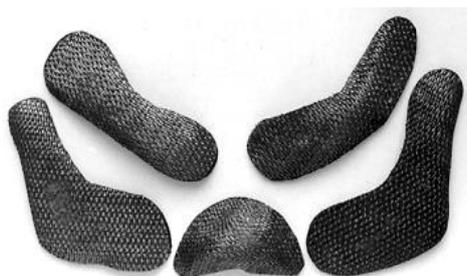


*КТ. 1- мембрана для нанесения образца, 2 – мембрана для меченых антител, 3 – нитроцеллюлозная мембрана, 4 – впитывающая мембрана, 5 – тестовая линия, 6 – контрольная линия, 7 – пластиковая подложка*

### 1.2.3. К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мурог И.А., Аверин Н.В., Нгуен О.Д. // Материалы XX Международной научно-технической конференции «Новые технологии в учебном процессе и производстве». – 2022. – С.88-90

В настоящее время все более широкое распространение в промышленности получают композиционные материалы, заменяя собой традиционные сплавы стали и других металлов. Это обусловлено наличием у композитов достаточных для ряда конструктивных применений механических свойств, малого удельного веса, значительно большего сопротивления старению и износу. При этом механическая обработка композиционных материалов осложняется рядом



факторов, что вызывает необходимость разработки специальных конструкций режущего инструмента или применения методов обработки концентрированными потоками энергии. Достоинством УУКМ является прорастание костной ткани в межволоконные пространства композита, что вызывает надежную биофиксацию импланта Рис. *Набор имплантатов из материала «Углекон-М-Т» для нижней зоны лица*

#### 1.2.4. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ГРАФИТОВЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ГРАФИТИЗАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Прусов А.Н., Прусова С.М., Радугин М.В. // Журнал неорганической химии. – 2022. – Т.67, №12. - С.1858-1865

Методом одностадийного пиролиза в среде азота синтезированы магнитные композиты из микрокристаллической целлюлозы костры льна, модифицированной лимонной кислотой и гомогенно пропитанной  $Fe(NO_3)_3$ . Механизм каталитической графитизации изучен методом термогравиметрического анализа. С помощью адсорбции–десорбции азота, рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопии выполнен анализ морфологической структуры, распределения пор по размерам и химии поверхности углеродных композитов. Определена адсорбционная емкость полученных материалов по отношению к анионному красителю метиловому оранжевому и катионному – метиленовому синему.

#### 1.2.5. ОБЗОР БИМЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТРИКСОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

Халимов Р.И., Омелько Н.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. - №12. – С.42-47

В этом обзоре рассматривается влияние функционализации структурными белками организма животных и человека, а именно кератина, эластина и ламинина, на свойства хитозановых биокомпозитных каркасов (скаффолдов, от англ. *scaffold*), применяемых в биомедицине. Описаны результаты экспериментов с применением вышеуказанных структурных белков в исследованиях *in vitro* и *in vivo*. Рассмотренные работы были посвящены применению биокомпозитов в качестве ранозаживляющих материалов, которые влияли на адгезию и пролиферацию фибробластов. Помимо этого, также рассмотрены исследования влияния подобных материалов на регенерацию нервной и хрящевой тканей, а также на ткань роговицы и культуры стволовых клеток. В тканевой инженерии активно применяются композитные материалы из углеродных (карбоновых) нанотрубок с хитозаном. В заключение дано описание перспектив применения биокомпозитных материалов на основе хитозана в регенеративной медицине.

#### 1.2.6. ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ФЕНОЛА НА РАЗЛИЧНЫХ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Жирнов Б.С., Сусликов А.В., Муртазин Ф.Р. // Кокс и химия. - 2023. - №1. – С.45-90

Получены адсорбенты на основе коксовой мелочи (частицы кокса <8 мм) процесса замедленного коксования тяжелых нефтяных остатков методом активации. Активация проведена с помощью водяного пара и гидроксида калия при различных условиях. Для всех образцов сорбентов, а также для промышленного активированного угля марки АГ-3 определено йодное число и проведены опыты по адсорбции фенола из водных растворов в широком диапазоне концентраций (0,1-500 мг/дм<sup>3</sup>). По результатам экспериментов построена унифицированная изотерма сорбции фенола на активированных углеродных материалах. Приведены параметры (предельная адсорбция, константа адсорбционного равновесия) уравнения Ленгмюра.

### **1.2.7. ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С РАЗЛИВОМ АХОВ**

Булкин С.А. // Сборник Трудов III всероссийской научно-практической конференции «Устойчивость материалов к внешним воздействиям». – 2022. – С.18-21

В статье приводится анализ возможности использования сорбентов на основе углерода, как нового материала для ликвидации аварий с разливом аварийно-химически опасных веществ в жидком агрегатном состоянии. Перспективное использование сорбентов на основе углерода позволит решать задачи, возникающие в ходе локализации и ликвидации аварий с выбросом или угрозой выброса химически опасных веществ в окружающую среду.

### **1.2.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Середина М.А. // Сборник материалов IX международной конференции «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». – 2022. – С.61-65

Описаны результаты исследований процессов термоокисления полимерных композиций из вторичного ацетата целлюлозы и перхлорвинила. Установлена взаимосвязь химической природы и структуры указанных полимеров со свойствами полученных сорбентов.

## **1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ**

### **1.3.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИМПРЕГНИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, УСИЛЕННОЙ ПОЛИМЕРНЫМ КОМПОЗИТОМ С НАПОЛНИТЕЛЕМ, НА СЖАТИЕ ВДОЛЬ ВОЛОКОН**

Чибрикин Д.А., Стрекалкин А.А., Рощина С.И. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2022. - №2. – С.7-16

Одним из видов деревянных и деревоклееных конструкций являются балки. Характер работы балочных элементов - это изгиб. Критерии работы древесины в этом случае можно свести к теории классического разрушения. Соответственно в подавляющем большинстве случаев потеря несущей способности или разрушение конструкции проходят в середине пролета под действием нормальных напряжений в растянутой и сжатой зоне балки. В связи с этим основная масса решений по усилению балок направлена на снижение влияния нормальных напряжений в середине пролета, а усилением опорной зоны ошибочно пренебрегают. В ходе испытаний было исследовано три технологических режима импрегнирования: 30 мин (в течение 30 минут образец подвергался нагнетанию полимерной композицией с использованием воздействия избыточного давления); 15-5-15 мин (в течение 15 минут образец подвергался нагнетанию полимерной композицией, затем образец «отдыхал» 5 минут, затем повторялось нагнетание полимерной композиции в течение 15 минут); 10-5-10-5-10 мин (в течение 10 минут образец подвергался нагнетанию полимерной композицией затем образец «отдыхал» 5 минут, затем повторялось нагнетание полимерной композиции в течение 10 минут с чередованием).

### **1.3.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВАЦИИ МЕТАЛЛ/УГЛЕРОДНОЙ ДИСПЕРСИИ**

Семёнова С.Н. // Уральский научный вестник. – 2023. - №3. – С.78-82

Приведены результаты экспериментальной работы по активации медь/углеродных нанокомпозитов ( $Cu/C$  НК) лигносульфонатным пластификатором (ПАВ) перед введением в цементную матрицу. В статье представлен сравнительный анализ значений оптической плотности дисперсий с разным соотношением нанокомпозита к ПАВ.

### **1.3.3. СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ МАТРИЦ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НИКЕЛЬ/УГЛЕРОДНЫМ НАНОКОМПОЗИТОМ**

Семёнова С.Н., Яковлев Г.И., Гордина А.Ф. // Строительные материалы. – 2022. - №5. – С.73-76

Исследованы модифицированные дисперсиями металлов, интеркалированных в углеродную структуру образцы силикатных композиций. Для создания образцов разработана технология функционализации металлсодержащей углеродной дисперсии и введения ее в силикатный композит. Для функционализации дисперсий использовался пластификатор С-3. Исследованы физико-механические и структурные свойства разработанного композита. Проведены механические испытания образцов при изгибе и сжатии и исследование структуры материала методами инфракрасной спектроскопии, дифференциально-термического и энергодисперсионного анализа. Установлено, что повышение физико-механических свойств модифицированного материала обусловлено взаимодействием металл-углеродных дисперсий с цементной матрицей в формирующейся структуре цементного камня.

### **1.3.4. СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНОВ ПРИ ИХ ДИСПЕРСНОМ АРМИРОВАНИИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫМИ И УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ**

Моргун В.Н., Моргун Л.В. // Строительные материалы. – 2022. - №9. – С.50-54

Отражена актуальность расширения номенклатуры изделий из газонаполненных бетонов. Показано, что различия в перечне видов изделий, изготавливаемых из автоклавного газосиликата и неавтоклавного пенобетона, опираются на их индивидуальные эксплуатационные свойства, которые в равноплотных бетонах существенно различаются по трещиностойкости и прочности на растяжение при изгибе. Перечислены причины роста потребности в энергоэффективных строительных материалах. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния полипропиленовых и углеродных волокон различной длины на предельную растяжимость и начальный модуль упругости на растяжение при изгибе пенобетонов неавтоклавного твердения марки D700. Установлено, что высокомодульные углеродные волокна позволяют совершенствовать конструкционные свойства пенобетонов и принципиально не изменяют характера разрушения материала под действием изгибающих и растягивающих нагрузок. Полипропиленовая дисперсная арматура способна эффективно управлять параметрами предельной растяжимости пенобетонов и способствует существенному повышению энергоемкости их разрушения. Достигнутые результаты позволяют прогнозировать рост долговечности эксплуатации пенобетонов, дисперсно-армированных полипропиленовыми волокнами, предназначенных для применения в качестве стеновых материалов.

### **1.3.5. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ 3D-АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Славчева Г.С., Артамонова О.В. // Строительные материалы. – 2022. - №9. – С.52-58

Обсуждаются теоретические принципы создания нового класса строительных материалов – армированных цементных композитов, полученных по экструзионной технологии 3D-печати. Особенность армированных конструкционных композитов для строительной 3D-печати будет состоять в том, что жесткая алюмосиликатная (на основе цемента и наполнителей различного состава и дисперсности) матрица в процессе печати будет армироваться волокнами с высокой прочностью при растяжении. Определены теоретические подходы к формированию структуры и свойств армокомпозитов, основанные на регулировании состава, вязкопластических свойств смеси и физико-механических свойств матрицы после ее затвердевания; свойств армирующих волокон; параметров сцепления "алюмосиликатная (цементная) матрица - армирующее волокно" в элементарной ячейке композита. Обоснованы геометрические, физико-механические и физико-химические средства регулирования выделенных групп факторов и технологические условия их реализации. Формирование заданного комплекса физико-механических свойств планируется обеспечить за счет рационального сочетания в структуре композита вещественного состава и геометрии слоя матрицы; вида, диаметра, количества, расположения армирующих волокон в объеме композита; создания прочного адгезионного соединения матрица-волокно.

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

### **2.1. ВЛИЯНИЕ ИОННОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ С СЕРЕБРЯНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННОГО ОСАЖДЕНИЯ**

Завидовский И.А., Стрелецкий О.А., Нищак О.Ю. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2022. - №10. – С.52-58

Исследованы композитные покрытия на основе аморфного углерода с инкапсулированными серебряными наночастицами, синтезированные методом импульсно-плазменного распыления в атмосфере аргона. В процессе осаждения осуществляли стимуляцию ионами аргона энергией 100-300 эВ при помощи источника "КЛАН-53М", также для сравнения были подготовлены образцы без ионной стимуляции. Методами просвечивающей электронной микроскопии, электронной дифракции и спектроскопии характеристических потерь энергии электронов проанализировано влияние параметров ионной стимуляции на серебряные наночастицы и на свойства углеродной матрицы. Показано, что максимум доли  $sp^3$ -гибридизованных атомов в матрице аморфного углерода достигается при энергии стимуляции 100 эВ и плотности тока 22 мкА/см<sup>2</sup>, что обусловлено уплотнением материала и сшивкой графитовых слоев ионным пучком при указанных параметрах. Описано влияние ионно-индуцированных процессов на распределение серебряных наночастиц по размерам. Введение ионной стимуляции в процесс осаждения инициирует ряд процессов: дефектообразование, способствующее формированию центров зародышеобразования частиц размером 3-5 нм; поверхностную диффузию, усиливающую коалесценцию адатомов и зародышей; а также селективное распыление серебра. Совокупность этих эффектов приводит к формированию серебряных частиц двух характерных размеров 3-5 и 20-30 нм.

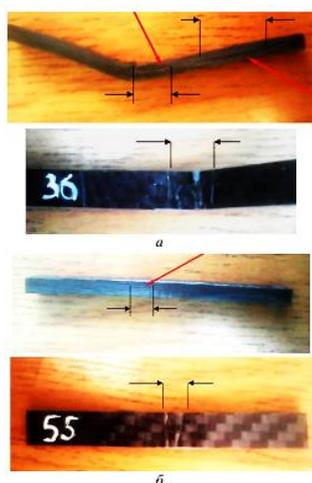
## 2.2. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО КОРОТКИХ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ В УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ С УЧЕТОМ МНОГОФОТОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

Белибихин С.В., Конобеева Н.Н., Белоненко М.Б. // Известия Вузов. Физика. – 2022. – Т.66, №1 (770). – С.92-96

Изучены особенности эволюции предельно коротких импульсов оптического диапазона при распространении в диэлектрической среде с полупроводниковыми углеродными нанотрубками с учетом процессов многофотонного поглощения. Выявлена зависимость интенсивности поля импульса от числа фотонов, которые поглощаются при взаимодействии с электромагнитным импульсом, а также от величины накачки импульса.

## 2.3. ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ НА ИЗГИБНУЮ ПРОЧНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР

Злобина И.В., Бекренев Н.В. // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2022. - №6 (265). – С.45-48



В статье изложены результаты исследований прочности и жесткости образцов из угле- и стеклопластика после воздействия СВЧ электромагнитного поля и последующих охлаждения до  $-20^{\circ}\text{C}$  с нагревом до  $+65^{\circ}\text{C}$  в сравнении с контрольными образцами. Целью исследований явилось выявление возможности расширения диапазона условий эксплуатации в результате модифицирования в СВЧ электромагнитном поле конструкционных элементов из ПКМ, армированных тканями на основе углеродных и стеклянных волокон, путем сравнительной оценки изменения их прочности при воздействии перепадов температур. Установлено увеличение напряжений трехточечного изгиба угле- и стеклопластика соответственно на 33 и 12 %, поперечного модуля упругости - на 36 и 15 %. Рис. *Области повреждения контрольных (а) и опытных (б) образцов углепластика*

## 2.4. МОДИФИКАЦИЯ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНОЙ ЛЕНТЫ ГМСС ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

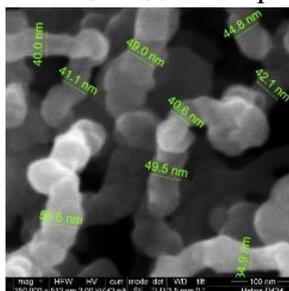
Горгола А.О., Астахов М.В. // Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции. – 2022. – С.39

Разработка новых систем хранения электрической энергии и модификация уже имеющихся имеет важное значение для возобновляемых источников энергии, а именно для увеличения их эффективности и срока службы. Среди различных систем хранения энергии суперконденсаторы (СК) привлекают исследователей сочетанием таких характеристик, как быстрый заряд и разряд, высокая удельная мощность и экологичность. Для увеличения размера пор и их количества в углеродных материалах обычно проводят процесс, называемый активацией. Цель данной работы заключалась в увеличении удельной ёмкости поверхности ленты ГМСС, используемой в качестве основы для электродов двойнослойных СК, электрохимическим методом.

## 2.5. ОРИЕНТИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ В КАЧЕСТВЕ НОСИТЕЛЯ РТ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ ГЕНЕРАТОРОВ ВОДОРОДА

А.А. Засыпкина, Д.Д. Спасов, Р.М. Меншарапов // Сборник тезисов 2-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Н.П. Сажина «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение». – 2022. – С.121-123

При эксплуатации электрохимических устройств, включая электролизные установки производства высокочистого водорода, происходит постепенная деградация входящего в состав электрода платинового катализатора. Для решения данной проблемы нами предложено использование вертикально ориентированных углеродных нанотрубок в качестве носителя Pt частиц. В данной работе создана и оптимизирована методика синтеза углеродных нанотрубок



путем химического осаждения из газовой фазы непосредственно на газодиффузионных слоях. В качестве каталитических частиц роста нанотрубок использовался никель, нанесенный на подложку (газодиффузионный слой) при помощи метода магнетронного распыления. В результате подобраны оптимальные условия синтеза, а также установлены корреляции характеристик выращенного массива углеродных нанотрубок и Ni катализатора. Рис. *СЭМ-изображения массива УНТ на поверхности углеродной ткани*

## 3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

### 3.1. СУБСТРУКТУРА И МОРФОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО УГЛЕРОДА, СОДЕРЖАЩЕГО ГРАФЕН

Белоногов Е.К., Кушев С.Б., Синельников А.А. // Материаловедение. – 2022. - №8. – С.3-11

Установлены структурно-морфологические параметры нанопорошков («Таунит-М»; терморасширенный графит (ТРГ)), выявлены углеродные нанотрубки и листы графена. Максимальные размеры нанокристаллов не превышают 5 и 10 нм в направлениях [0001] и Многостенные нанотрубки диаметром 10 нм в матрице рентгеноаморфного углерода образуют плоские ленты до 40 нм. Разворот листов графена в ТРГ от 3 до 4°. В пределах листов графена выявлены полные дислокации с вектором Бюргерса  $b = 1/2 [1010]$ .

### 3.2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ПОЛИМЕРА-БУТАДИЕН СТИРОЛЬНОГО ЛАТЕКСА

Бабаев А.А., Зобов М.Е., Саадуева А.О. // Материаловедение. – 2022. - №8. – С.43-47

Исследованы морфологии поверхности, электропроводности, поглощения и отражения сверхвысокого частотного (СВЧ) излучения полимерного композита с концентрацией до ≈90% многостенных углеродных нанотрубок (МСУНТ). Выявлена аномалия поведения электропроводности композита при концентрации МСУНТ 43-52% в полимере-бутадиен стирольном латексе, которая коррелирует с морфологией поверхности, поглощением и отражением СВЧ-излучения композитных слоев. Предложена модель объясняющая полученные результаты исследования.

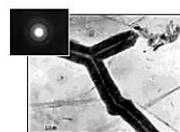
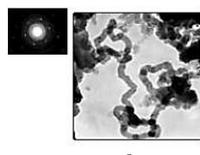
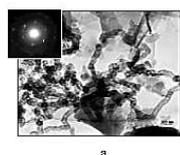
### 3.3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ СУПЕРКОНДЕНСАТОРА НА ОСНОВЕ ОКСИДНОЙ И ВОССТАНОВЛЕННОЙ ФОРМ ГРАФЕНА

Железнов Д.И., Цыганов А.Р., Викулова М.А. // Сборник материалов IX международной конференции «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». – 2022. – С.172-176

В работе представлены результаты синтеза таких углеродных модификаций как оксид графена и восстановленный оксид графена. На основе полученных материалов изготовлены электроды суперконденсатора, содержащие в составе смесь оксида графена и восстановленного оксида графена, электропроводящую сажу и полимерное связующее. Проведено электрохимическое тестирование и сравнение полученных характеристик. Продукты синтеза охарактеризованы методами рентгеновского фазового анализа, инфракрасной, комбинационного рассеяния и импедансной спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии.

### 3.4. ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ МИКРОВОЛНОВОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Заритовский А.Н., Котенко Е.Н., Глазунова В.А. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2022. - №3 (49). – С.89-97



Рассматриваются вопросы микроволнового каталитического синтеза углеродных наноструктур. Изучено влияние характера предшественника кобальтового катализатора и реакционной среды на процесс синтеза и на морфологические характеристики образующихся продуктов. Проведено исследование структурных характеристик продуктов синтеза методом рентгенофазового анализа. Микроструктура и морфология полученных наноуглеродных структур исследованы методом просвечивающей электронной микроскопии. Анализ картины электронной микродифракции также подтвердил фазу многослойных углеродных нанотрубок, которые благодаря упорядоченной периодической упаковке атомов углерода формируют на электронограмме размытое дебаевское кольцо, характерное для поликристаллических образцов. Рис. ПЭМ-микрофотографии продуктов МВ обработки смеси оксида графита и пирокатехина в присутствии: MB1 – ацетата кобальта (II), MB2 – ацетилацетоната кобальта (II), MB3 – оксалата кобальта (II)

### 3.5. ОДНО-, ДВУ- И МНОГОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ КАК ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ДОБАВКИ В КАТОДЫ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Бабкин А. В., Кубарьков А. В., Дрожжин О. А. // Доклады Российской Академии Наук. Химия, науки о материалах. – 2023. - 508. - №1. – С.26-34

В работе проведено сравнительное исследование характеристик положительных электродов на основе феррофосфата лития, содержащих добавки различных типов коммерчески доступных углеродных нанотрубок – одностенных (ОУНТ), двустенных (ДУНТ) и многостенных (МУНТ). Электрохимические характеристики катодных материалов были исследованы с помощью спектроскопии электрохимического импеданса и

гальваностатического заряда/разряда. Оценена циклическая устойчивость при различных плотностях тока. Наилучшими электрохимическими характеристиками обладают катодные материалы с ОУНТ (преимущество перед ДУНТ при высоких скоростях разряда от 10С) и ДУНТ (преимущество перед ОУНТ при длительном циклировании) в составе. При длительном циклировании при плотности тока 1С наибольшую потерю емкости демонстрирует электрод на основе МУНТ. При этом электроды с ОУНТ и ДУНТ демонстрируют удовлетворительное сохранение емкости после 50 циклов заряда/разряда: свыше 94 и свыше 98% соответственно.

### **3.6. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТНОГО АЭРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА**

Кузнецова Т.С., Бураков А.Е., Пасько Т.В. // Известия высших учебных заведений. серия: Химия и химическая технология. – 2023. – Т.66, №3. – С.66-76

В статье представлена технология получения нанокompозитного аэрогеля на основе окисленных углеродных нанотрубок (о-УНТ) и восстановленного оксида графена (в-ОГ), модифицированных полианилином и фенолформальдегидной смолой. Получение аэрогеля осуществлялось в автоклаве высокого давления в среде сверхкритического флюида - изопропанола. Комплексная диагностика синтезированного нанокompозита осуществлялась методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии, рентгеновской дифрактометрии, спектроскопии комбинационного рассеяния. Параметры пористого пространства оценивали по адсорбции азота. Полученные электронные изображения свидетельствуют о том, что УНТ выступают в качестве структурообразователя, препятствуя агломерации графеновых листов. Также следует отметить, что в образцах обнаружены частицы полианилина сферической формы. Установлено, что нанокompозитный аэрогель является мезопористым материалом с удельной поверхностью 289 м<sup>2</sup>/г.

### **3.7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКИСЛЕННЫХ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С КОРОНЕНОМ НА ГРАФИТОВЫХ ЭЛЕКТРОДАХ: ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ**

Понамарева О.Н., Панковская В.И., Алферов С.В. // Материаловедение. – 2022. - №8. – С.3-9

Исследованы возможности активации углеродных электродов окисленными многостенными углеродными нанотрубками и гибридными наноматериалами на основе углеродных нанотрубок и коронена, который можно рассматривать как элементарный фрагмент графена. Электрохимические свойства модифицированных электродов на примере графитовых грифельных электродов и углеродных электродов, полученных графитной печатью, изучены методом циклической вольтамперометрии. Показано, что модификация поверхности электродов углеродными нанотрубками многократно увеличивает эффективность электрохимических процессов в обеих системах, что свидетельствует о перспективах использования графитовых грифелей в электроанализе и для создания биоэлектродов. Однако вопреки ожиданиям, адсорбция коронена на окисленных многостенных углеродных нанотрубках уменьшает наблюдаемый эффект. Приведена схема предполагаемого взаимодействия нанотрубок и коронена, объясняющая полученные результаты. Моделирование процессов электрокаталитического окисления-восстановления метиленового синего на модифицированных электродах подтверждает предложенную схему взаимодействия окисленных углеродных нанотрубок и коронена.

### **3.8. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ОДНОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ**

Кузнецов В. А., Федоров А. А., Холхоев Б. Ч. // Журнал неорганической химии. – 2023. – Т.68, №2. - С.271-276

Получены и охарактеризованы высокотемпературные композиционные материалы на основе одностенных углеродных нанотрубок в полимерной матрице полибензимидазола с массовым содержанием нанотрубок от 1 до 5%. Пленочные образцы композитов получены методом полива из раствора дисперсий нанотрубок в 2%-ном растворе полибензимидазола в *N*-метил-2-пирролидоне. Исследованы температурные зависимости электросопротивления композитов в диапазоне от комнатной температуры до 300°C в условиях высокого вакуума при давлении  $<1 \times 10^{-3}$  Па. Показано, что первый цикл нагрева до 300°C приводит к увеличению электросопротивления образцов при комнатной температуре, связанному с десорбцией кислорода с нанотрубок. Для композитов с 5 и 1 мас. % нанотрубок изменение составило около 1.4 и 500 раз соответственно. Такое увеличение является обратимым – при помещении образцов на воздух электросопротивление релаксирует к исходному значению. О термической стабильности композитов говорит повторяемость последующих циклов нагрева и данные термогравиметрического анализа.

## **4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ**

### **4.1. ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ ГРАФИТОВ МЕТОДОМ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ**

Федюшкина А.Г., Носарев Д.С., Пономарева Д.В. // Уральский научный вестник. – 2023. - №3. – С.83-86

Предложена методика измерения открытой пористости конструкционных графитов методом гидростатического взвешивания. Разработан способ подготовки образца к гидростатическому взвешиванию при температуре окружающей среды. Проведена оценка смачиваемости поверхности графита жидкостями, используемыми при гидростатическом взвешивании.

### **4.2. АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ МИКРОСТРУКТУРЫ КОКСОВ**

Пичугин М.Т., Бейлина Н.Ю. // Материалы XV научно-практической конференции «Актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Глубокая переработка углеводородных ресурсов. Низкоуглеродные энергоносители и продукты нефтегазохимии». – 2023. – С.149-151

Целью данной работы являлась разработка современной (автоматизированной) методики оценки балла микроструктуры коксов различной природы на базе государственного стандарта ГОСТ 26132-84 «Жоксы нефтяные и пековые. Метод оценки микроструктуры». Сущность стандартного метода заключается в оценке микроструктуры коксов, основанной на сравнении микроструктур испытуемых образцов коксов, наблюдаемых оператором в поле зрения металлорудного микроскопа, с приведенными эталонными фотографиями микроструктур, которые характеризуются оценкой в баллах от 1 до 10 и контрольной шкалой микроструктур, с учетом приведенных в ГОСТ 26132-84 характерных размеров структурных элементов (микроволокон) и их морфологии.

### 4.3. ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ НА ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА, ПОЛУЧАЕМОГО ПО ДВУХСТАДИЙНОЙ СХЕМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМООКИСЛЕНИЯ ВОЗДУХОМ

Андрейков Е.И., Красикова А.П. // Кокс и химия. – 2023. - №1. – С.38-44

Определены характеристики каменноугольных пеков, полученных дистилляцией (мягких пеков) и последующим окислением (окисленных пеков), с использованием в качестве исходного сырья четырех каменноугольных смол разных предприятий. Изучено влияние характеристик исходных смол на свойства получаемых пеков. Исследована реакционная способность мягких и окисленных каменноугольных пеков к реакциям с переносом водорода от пеков к акцептору водорода  $\alpha$ -метилстиролу.

### 4.4. АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ "ТАУНИТ" МЕТОДОМ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Толчков Ю.Н. // Материаловедение. – 2022. - №8. – С.38-47

В исследовании проанализированы особенности спектров комбинационного рассеяния света многослойных углеродных нанотрубок, которые были получены при различных временных параметрах синтеза. Углеродные наноматериалы были синтезированы способом газофазного химического осаждения (*CVD*) углеводородов ( $C_xH_y$ ) на катализаторах (*Ni/Mg*). Методом Рамановской спектроскопии установлено при длительности синтеза 90 мин формируются структуры, обладающие минимальным размером кристаллитов (в диапазоне от 3 до 11 нм) относительно других исследуемых объектов. Изменение интенсивностей  $2D$  ( $\approx 2700$  см<sup>-1</sup>) и  $D$  ( $\approx 1350$  см<sup>-1</sup>) в зависимости от растущего временного параметра синтеза обусловлено постепенным сокращением средней длины графеновых фрагментов, которые формируют общую структуру и итоговую протяженность наноматериала.

### 4.5. СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕРКАЛЯЦИИ ГРАФИТА КИСЛОТАМИ

Гриднев А.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. - №10. – С.81-85

Получено объяснение ранее обнаруженному факту, что при интеркаляции графита сильными кислотами образуются интеркаляты определенной стехиометрии  $C_n.Z$ , где  $Z$  - остаток сильной кислоты. Для выяснения возможной химической структуры интеркалированного графита для каждого значения « $n$ » в этой формуле проведено структурное моделирование формирования на базальной плоскости графита наиболее стабильных структур при окислительном протонировании. На основании предположения о формировании малых ароматических структур на базальной плоскости графита при глубоком интеркалировании было предложено несколько фрагментов, способных образовывать бесконечную бездефектную структуру интеркалированного графита. Определено, что наиболее устойчивые соединения получаются при  $n = 4, 8, 9, 10, 13, 15$ , что соответствует наблюдаемым экспериментальным значениям. Все эти структуры сильно интеркалированного графита состоят из бензольных колец с прослойками из  $sp^3$ -гибридизированных атомов углерода. Более глубокая интеркаляция приводит к необратимому окислению графита до окиси графита и его производных.

#### **4.6. МИКРОСТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ С АЛЮМИНИЕВОЙ МАТРИЦЕЙ, АРМИРОВАННОЙ ГРАФЕНОМ**

Рой Раджеш, Мондал Субрата // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2023. - №1 (811). – С.43-47

Методами электронной микроскопии и рентгеновской дифракции исследованы микроструктура и фазовый состав нанокomпозитов с алюминиевой матрицей, армированной 0,5; 1,0; 1,5 % (масс.) наноструктурированного графена. Нанокomпозиты изготовлены методом порошковой металлургии. Определены механические свойства при статическом сжатии, твердость и износостойкость нанокomпозитов с различной концентрацией упрочняющей фазы.

#### **4.7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЯ - РЕКСИЛА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ВЫПЛАВКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ**

Ульева У.А. // Кокс и химия. - 2023. - №1. – С.27-37

В статье рассмотрены варианты классификации пор и методы определения пористости, применяемые к углеродистым материалам - восстановителю рексилу, используемому в электротермических процессах получения технического кремния. Пористость спецкокса определяли методами ртутной порометрии, низкотемпературной адсорбции, ускоренным методом, весовым методом, методом электронной микроскопии. Приведен обоснованный выбор метода определения пористости для тонкопористых спецкоксos.

#### **4.8. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОРОШКА ГРАФИТА**

Салахова Р.К., Тихообразов А.Б., Ярошенко А.С. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2022. – Т.18, №8 (212). – С.370-378

Предложен электрохимический способ получения композиционного порошка графита путем осаждения никелевого, медного и *Cu-Ni*-покрытий на порошок графита марки ГЛ-1, обеспечивающий получение плакированного порошкового материала. Разработаны установка, технологическая схема и предложен циклический способ электрохимической металлизации графита, позволяющий получать композиционный порошок графита заданного химического состава. Проведена оптимизация процесса никелирования графитового порошка, получено уравнение регрессии и представлены результаты дисперсионного анализа коэффициентов регрессии, свидетельствующие об адекватности и статистической значимости полученной регрессионной модели. Методом оптической микроскопии определена толщина никелевых, медных и комбинированных *Cu-Ni*-покрытий. Показано, что электролитический способ металлизации графитового порошка позволяет осаждать сплошные покрытия с образованием оболочки (капсулы) для каждой частицы графита. Представлены результаты исследования физико-химических свойств никелированного порошка графита (насыпная плотность, текучесть, гранулометрический и химический составы).

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

### **5.1. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ ГРАФЕНОМ, МНОГОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ И ИХ СМЕСЯМИ**

Торкунов М.К., Шиянова К.А., Гудков М.В. // Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции». – 2022. – С.171-172

На данный момент в мире существует спрос на такие изделия как, гибкие датчики, метки радиочастотной идентификации, антистатические покрытия, а также на материалы, обладающие способностью к поглощению и отражению электромагнитного излучения. Требования, предъявляемые к вышеперечисленным изделиям в перспективе, могут быть удовлетворены электропроводящими полимерными композитами. Полимеры часто рассматриваются как типичные диэлектрики и обычно используются при создании различных изолирующих материалов, однако при добавлении электропроводящего материала в полимерную матрицу становится возможным создание композита, способного проводить электрический ток. В качестве электропроводящих наполнителей обычно используются порошки металлов, сажа и, открытые сравнительно не давно, углеродные наноразмерные материалы, такие как графен, углеродные нанотрубки, а также их химические производные. Создание полимерных композитов на основе используемых в промышленности полимеров с высокой электропроводностью и необходимым уровнем физико-механических свойств является актуальной задачей в настоящее время. Целью данной работы являлось получение и исследование электропроводящих и механических свойств полимерных композитов с сегрегированной сетчатой структурой на основе сополимера винилиденфторида и тетрафторэтилена (марка Ф-42В) в качестве матрицы и смеси многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) и восстановленного оксида графена (ВОГ) в качестве наполнителя. Использование смеси этих двух наполнителей приводит к формированию высокоразвитой электропроводящей сети за счет создания дополнительных каналов проводимости между МУНТ и графеновыми пластинами.

### **5.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Шиянова К.А., Торкунов М.К., Гудков М.В. // Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции». – 2022. – С.189

Разработка электропроводящих материалов стала одной из наиболее важных тем сосредоточения исследований в материаловедении и технологии в последние десятилетия. Материалы с высокой электропроводностью и антистатическими свойствами на основе промышленных полимеров в последние годы широко используются для решения огромного ряда технологических задач. Электропроводящие полимерные композитные материалы (ЭПКМ) используются в электронике, радиоаппаратуре, для снятия статического электричества, экранирование электромагнитных помех и ряда других применений.

### **5.3. ВЛИЯНИЕ ДВУХ ТИПОВ МАЛОСЛОЙНЫХ ГРАФИТОВЫХ ФРАГМЕНТОВ НА ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Шилов М.А., Бурков А.А., Столбов Д.Н. // Материаловедение. – 2022. - №8. – С.10-21

Методом осцилляционных деформаций исследованы вязкоупругие свойства дисперсий малослойных графитовых фрагментов (МГФ) и их азот-допированных аналогов (N-МГФ) в трех промышленно выпускаемых пластичных смазочных материалах (ПСМ I-III) и в модельной базовой смазке - вазелине медицинском (VM). Диапазон концентраций добавок углеродных наноструктур варьировался от 0,1 до 1,5% (мас.). При концентрациях от 0,1 до 0,5% (мас.) дисперсии сохраняют вязкоупругие свойства базовых ПСМ. При концентрациях 1,0 и 1,5% (мас.) дисперсии переходят в область вязкого состояния. Преимущественный вклад в изменение вязкоупругих свойств дисперсий носит тип базовой основы. Тем не менее, влияние особенностей структуры присадок МГФ и N-МГФ можно отчетливо проследить на примере их дисперсий в VM, не содержащем загустителей и иных присадок. Использование модели Максвелла для вязкоупругого тела позволило рассчитать величину времени релаксации и корреляционной длины каркаса загустителя, а также объяснить изменение этих параметров для исследованных дисперсий при варьировании концентрации наноуглеродных структур.

### **5.4. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ИЗ ЛИГНИНА**

Сербиновский А.М., Сербиновский М.Ю., Попова О.В. // Журнал прикладной химии. – 2022. – Т.95, №9. – С.1212-1216

Представлены результаты получения мембранных электродов на основе терморасширенного графита путем термоллиза паст на основе бисульфата графита, различных связующих и растворителей. Изучена микроструктура и элементный состав электродов и доказана их химическая чистота. Методом термогравиметрического анализа определена высокая термостойкость электродов. Показана эффективность применения мембранных электродов в процессах электросинтеза органических соединений.

### **5.5. ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР**

Рощин М.Н. // Фундаментальные основы механики. – 2022. - №10. – С.21-23

Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащих материалов "Арголон-2D", "Хардкарб-ТП", "Хардкарб-ТПГ", "Углекон-Т" со сталью 40x13 при температуре 20...700°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,25 м/с. Лучшими антифрикционными свойствами в диапазоне температуры 400...500°C обладает материал "Хардкарб-ТПГ", чем "Арголон-2D", "Хардкарб-ТП" и "Углекон-Т". В этом диапазоне температуры коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,20-0,24. При температуре 400°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,27 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,57 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ".

## **5.6. ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Рощин М.Н., Кривошеев А.Ю. // Фундаментальные основы механики. – 2022. - №10. – С.11-13

Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащих материалов "Арголон-2D", "Хардкарб-ТП", "Хардкарб-ТП+(Se-ПТФЭ)" со сталью 40X13 при температур 400°С, нагрузке 1.0 МПа и скорости 0.05-0.25м/с. Модифицированная поверхность материала "Хардкарб-ТП" в парах селена и политетрафторэтилена в паре со сталью 40X13 улучшает антифрикционные свойства поверхности трения. Лучшими антифрикционными свойствами обладает материал "Хардкарб-ТП+(Se-ПТФЭ)", чем «Арголон-2D» и "Хардкарб-ТП". В рабочем диапазоне скоростей 0,05-0,25м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП+(Se-ПТФЭ)" изменяется в пределах 0,20-0,24. При скорости 0,16м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП+(Se-ПТФЭ)" на 38% меньше, чем материала "Хардкарб-ТП", и на 57% меньше, чем материала «Арголон-2D». При скорости 0,25м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП+(Se-ПТФЭ)" на 25% меньше, чем материала "Хардкарб-ТП", и на 47% меньше, чем материала «Арголон-2D».

## **5.7. КИНЕТИКА РАЗРУШЕНИЯ ПРИ МЕЖСЛОЕВОМ СДВИГЕ УГЛЕПЛАСТИКА ВКУ-30 ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Злобина И.В., Бекренев Н.В., Морозов Б.Б. // Конструкции из композиционных материалов. – 2023. - №1 (169). – С.28-34

Разработка новых надежных и экономичных конструкций в авиастроении определяет необходимость применения и совершенствования материалов с высокими физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами - полимерных композиционных материалов (ПКМ). Выявлено рациональное сочетание режимов, при которых обеспечивается увеличение значений напряжений на 17-18 % и времени до первичного расслоения более, чем на 65 %. Установлено увеличение периода времени до полного разрушения образца более, чем в 3 раза.

## **5.8. НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТА УГЛЕРОД-ФТОРОПЛАСТОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

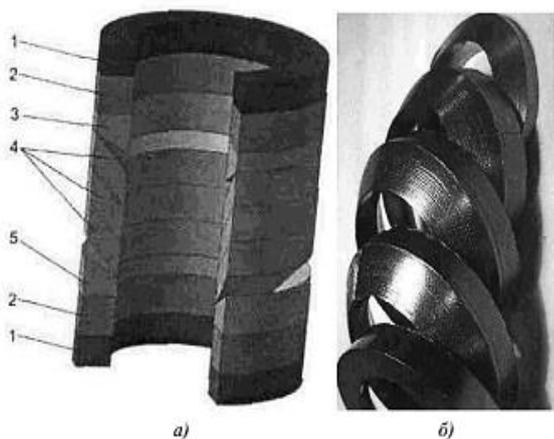
Марценюк В.В., Виладчева Ю.Ю., Грозова Н.А. // Сборник материалов IX международной конференции «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». – 2022. – С.182-186

Разработаны углерод-фторопластовые композиционные материалы волокнистой структуры. Показана возможность получения композитов с фторопластовыми связующими, основные характеристики которых сопоставимы с промышленно-выпускаемыми газодиффузионными подложками. Исследована морфология полученных углерод-фторопластовых композитов. Представлены зависимости влияния фторопластовых связующих на пористость, морфологию и удельное электрическое сопротивление композитов. Карты разнотолщинности демонстрируют равномерность распределения фторопластовой матрицы

## 5.9. ИССЛЕДОВАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ УПЛОТНЕНИЙ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Чулкин С.Г., Бреки А.Д., Кузьмин А.М. // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2022. - №68-69. 0 С.104-113

В статье показана область применения терморасширенного графита в качестве уплотнительного материала в различных отраслях промышленности, в том числе и судостроении, благодаря его потребительским качествам, которыми другие углеродные материалы не обладают, - упругости и пластичности. Актуальность и своевременность активного развития данного направления научно-технического прогресса диктуются требованиями экологической безопасности. Дано описание физико-механических и антифрикционных свойств уплотнений из терморасширенного графита и приведены примеры



конкретных изделий. Описаны основные технические преимущества новых уплотнительных материалов из терморасширенного графита. Приведена методика исследования, включая описание приспособления для исследования антифрикционных свойств уплотнений из терморасширенного графита и других материалов. Детально описаны основные элементы устройства и их функциональное назначение. Рис. а) *Общий вид уплотнительного устройства: 1 - антифрикционные кольца; 2 - противоэкструзионные кольца; 3, 5 - кольца ограничительные опорные; 4 - графитовые манжеты; б) внешний вид колец позиций 3 – 5*

## 5.10. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ВЛИЯНИЯ НАНОФАЗ $a-MoS_2$ И $a-MoS_3$ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ С АЛМАЗОПОДОБНЫМ УГЛЕРОДОМ

Фоминский Д.В., Демин М.В., Грицкевич М.Д. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2022. – Т.18, №9 (213). – С.426-432

С применением режимов реакционного и вакуумного импульсного лазерного осаждения созданы нанокompозитные покрытия, состоящие из чередующихся слоев аморфного сульфида молибдена ( $a-MoS_x$ ) и алмазоподобного углерода ( $a-C$ ). Для твердосмазочных слоев выбраны составы  $a-MoS_2$  и  $a-MoS_3$ . Исследования трибологических свойств проведены по методике скольжения шарика по диску в сильно различающихся условиях окружающей среды: влажный воздух, сухой воздух при +25 и -100°C. Установлено существенное влияние состава фазы  $a-MoS_x$  на трение и износ нанокompозитных покрытий во влажном воздухе и при низких температурах. Применение полимероподобной фазы  $a-MoS_3$  обеспечивало лучшие антифрикционные свойства и повышенную долговечность покрытий. В сухом воздухе покрытия с нанофазой  $a-MoS_2$  проявляли более низкий коэффициент трения, чем с  $a-MoS_3$  при примерно одинаковой износостойкости. Приведены результаты исследования трибоиндуцированных изменений в покрытиях методом рамановской спектроскопии.

## 6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

### **6. БАЗАЛЬТОВЫЕ ВОЛОКНА КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ПРОИЗВОДСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

Оснос С.П., Рожков И.А., Федотов А.А. // Деловой журнал Neftegaz.Ru. – 2023. - №1 (33). – С.92-100

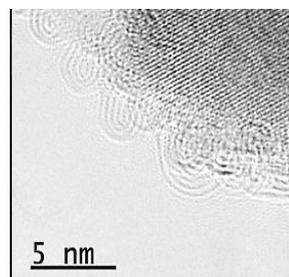
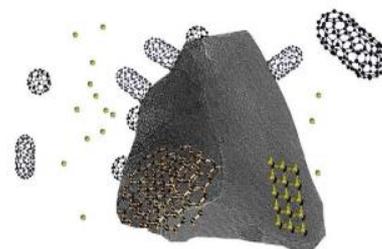
В статье представлены характеристики и преимущества базальтовых волокон и чешуи, направления их применения для нефтегазовой отрасли, дорожном строительстве, энергетике. Ставя перед собой задачу популяризации идеи создания производств по выпуску материалов на основе базальтов, авторы представляют информацию по созданию заводов базальтовых непрерывных волокон и материалов: требуемое сырье, характеристики технологического оборудования, особенности проектирования, этапы создания производства и сбыта продукции.

## 7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

### **7.1. ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ В КОСМОСЕ**

ПерсТ. - 2023. – Т.30, №3 // <http://perst.issp.ac.ru>

Фуллерены  $C_{60}$  и  $C_{70}$  впервые были обнаружены в нескольких туманностях в 2010 г. с помощью космического телескопа *Spitzer*. Позже, проанализировав полученные телескопом ИК-спектры, исследователи представили свидетельства существования в космосе фуллеренов в твердой фазе. Теперь уже нет сомнений, что фуллерены образуются в самых разных астрофизических условиях. Остается вопрос, как атомы углерода с  $sp^2$ -гибридизацией объединяются в стабильные наноструктуры в межзвездной среде, богатой водородом и другими элементами. Ученые предложили гипотезу, суть которой в том, что фуллерены и нанотрубки могут формироваться при нагреве досолнечных, или межзвездных, зёрен кубического  $SiC$ , которые образовались в оболочках умирающих звезд,



богатых углеродом. Такие “древние” зерна  $SiC$  были обнаружены и в метеоритах. Исследования с помощью просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения проводили *in situ*. На поверхности зерен появлялись полусферические структуры размером  $\sim 1$  нм (примерно как  $C_{60}$ ). Уже через несколько минут эти структуры преобразовались в многостенные углеродные нанотрубки (МСНТ) 3-4 нм в длину и 3-4 нм в ширину, т.е. крупнее, чем фуллерен  $C_{60}$ . Рис. *Изображение МСНТ на поверхности нанозерна SiC.*

### **7.2. РОЛЬ ЛИЧНОСТИ АКАДЕМИКА Н.П. САЖИНА В СТАНОВЛЕНИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

Федоров Е.В. // Сборник тезисов 2-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Н.П. Сажина «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение». – 2022. – С.393-395



Николай Петрович Сажин  
Nikolay P. Sazhin  
(1897-1969)

В докладе приводятся воспоминания о жизни и научно-образовательной деятельности академика АН СССР Николая Петровича Сажина - выдающегося советского металлурга, одного из крупнейших специалистов по металлургии редких металлов и чистых веществ в СССР, героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Сталинских премий показано, что личные научные открытия академика и, в большей степени, его система руководства коллективом исследователей, определили лицо научной школы в настоящее время.

## 8. ПАТЕНТЫ

### УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### **1. АППРЕТИРОВАННОЕ УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО И ПОЛИЭФИРКЕТОННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ЕГО ОСНОВЕ**

Патент RU № 2793760 от 05.04.2023 года. З. № 2022116596, 20.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - C08J 5/06

Настоящее изобретение относится к области аппретированных углеродных волокон и полиэфирэфиркетонных композиционных материалов на их основе. Описано аппретированное углеродное волокно состава: углеволокно 99,4÷96,4 масс.%, 4,4'-диаминодифенилкетон (ДАДФК) 0,6÷3,6 масс.%, причем в качестве аппрета используется 4,4'-диаминодифенилкетон, нанесенный на углеволокно из растворов с массовыми концентрациями 0,15÷0,9 масс.% в изопропанол, отгонка растворителя по режиму: 20 °С – 7 мин, 45°С - 5 мин, 55°С - 6 мин, 65°С - 7 мин, 75°С - 10 мин, 83°С - 10 мин. Также описан полиэфирэфиркетонный композиционный материал, предназначенный в качестве конструкционного полимерного материала, используемого при производстве специальных изделий в аддитивных технологиях, содержащий полимерную матрицу на основе полиэфирэфиркетона и аппретированного углеродного волокна, причем используется аппретированное углеродное волокно, полученное указанным выше способом, количественное соотношение компонентов в полиэфирэфиркетонном композиционном материале соответствует: полиэфирэфиркетон 90 масс.%, аппретированное углеродное волокно 10 масс.%. Технический результат – улучшение физико-механических свойств полиэфирэфиркетонного композиционного материала, за счет введения 4,4'-диаминодифенилкетона, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфирэфиркетонной матрицей

#### **2. АППРЕТИРОВАННОЕ УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО И ПОЛИЭФИРКЕТОННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ЕГО ОСНОВЕ**

**Патент RU № 2793913 от 07.04.2023 года.** З. № 2022105294, 28.02.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - D01F 11/14

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий специального назначения в аддитивных технологиях. Предложены аппретированное углеродное волокно, где аппрет представляет собой смесь 0,5–1,0 масс.% бис(4-аминофенил)сульфона и 3,5–3,0 масс.% полиэфирэфиркетона на основе бис(4-гидроксифенил)пропана и бис(4-фторфенил)кетона, и полиэфирэфиркетонный композит, который содержит 80 масс.% полимерной матрицы на основе полиэфирэфиркетона и 20 масс.% заявленного аппретированного углеродного волокна. Технический результат – улучшение физико-механических свойств создаваемого полиэфирэфиркетонного композита за счёт введения аппретированного состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфирэфиркетонной матрицей.

### **3. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУЖЕСТКОГО ЖГУТА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА И СУПЕРКОНСТРУКЦИОННЫХ ПЛАСТИКОВ В ОДНУ СТАДИЮ ПРОПИТКИ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ**

**Патент RU № 2792100 от 16.03.2023 года.** З. № 2022107689, 23.03.2022 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" (RU)-B29B 15/14

Изобретение относится к области трехмерной печати, а именно к способу получения полужесткого жгута на основе углеродного волокна и суперконструкционных пластиков в одну стадию пропитки для 3D-печати методом послойного наплавления. Способ осуществляют путем образом: углеродное волокно помещают в пропиточную ванну для пропитки раствором полимерного связующего. Затем формуют при температурах 240-450°C в процессе сушки от растворителя при помощи металлических фильер диаметром не менее чем 20% от линейной ширины исходного углеродного волокна, установленных непосредственно в просушивающей печи. После чего выходящее из печи горячее волокно пропускают через по меньшей мере три направляющих ролика, при этом после каждого направляющего ролика направление горячего волокна меняют на 90°, после чего полученный жгут наматывают катушку

### **4. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА И ПОЛИЭФИРИМИДНЫЙ КОМПОЗИТ**

**Патент RU № 2793866 от 28.02.2023 года.** З. № 2022134088, 23.12.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) -C08J 5/06

Группа изобретений может быть использована в производстве изделий с помощью аддитивных технологий. Способ получения аппретированных углеродных волокон включает нанесение аппретированного состава из раствора с последующей сушкой. Аппретированный состав содержит 1-метил-2,5-диаминобензол и полиэфирэфиркетон на основе 4,4'-диоксифенилпропана и 4,4'-дифторбензофенона. Предложен также полиэфиримидный

углеволокнуемый композит. Группа изобретений позволяет увеличить упругость и прочность при изгибе полиэфиримидного углеволокнуемого композита.

## **5. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА М ПОЛИЭФИРИМИДНЫЙ КОМПОЗИТ**

**Патент RU № 2793762 от 05.04.2023 года.** З. № 2022103794, 15.02.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - C08J 5/241

Группа изобретений может быть использована в производстве изделий с помощью аддитивных технологий. Способ получения аппретированных углеродных волокон включает нанесение аппретирующего состава из раствора с последующей сушкой. Аппретирующий состав содержит п-толуилендиамин в изопропанолe. Предложен также полиэфиримидный композиционный материал. Группа изобретений позволяет улучшить реологические свойства полиэфиримидного композиционного материала, содержащего аппретированное углеродное волокно.

## **6. АППРЕТИРОВАННОЕ УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО И ПОЛИЭФИРКЕТОННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ЕГО ОСНОВЕ**

**Патент RU № 2793890 от 07.04.2023 года.** З. № 2022105284, 28.02.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - C08J 5/06

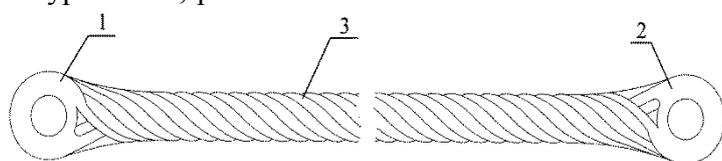
Группа изобретений может быть использована в производстве изделий с помощью аддитивных технологий. Способ получения аппретированных углеродных волокон включает нанесение аппретирующего состава из раствора с последующей сушкой. Аппретирующий состав содержит олигомерный эфирэфиркетон на основе дифенилолпропана и дифторбензофенона и изофталоиламид. Предложен также полиэфирэфиркетонный композит. Группа изобретений позволяет улучшить физико-механические и реологические свойства полиэфирэфиркетонного композитного материала, содержащего аппретированное углеродное волокно

## **7. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО СИЛОВОГО ЭЛЕМЕНТА**

**Патент RU № 2791242 от 14.03.2023 года.** З. № 2021138934, 23.12.2021 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН) (RU) - B29C 64/245

Изобретение относится к способу изготовления деталей из композиционных материалов, а именно силового элемента - стержня, имеющего на противоположных концах крепежные отверстия. Способ включает намотку пропитанных связующим жгутов из непрерывных армирующих волокон на две кольцевые оправки с помощью раскладчика, движущегося вокруг опорных пальцев по овальной траектории и совершающего возвратно-поступательные движения вдоль осей, формируя замкнутый пояс. Затем сведение двух прямолинейных

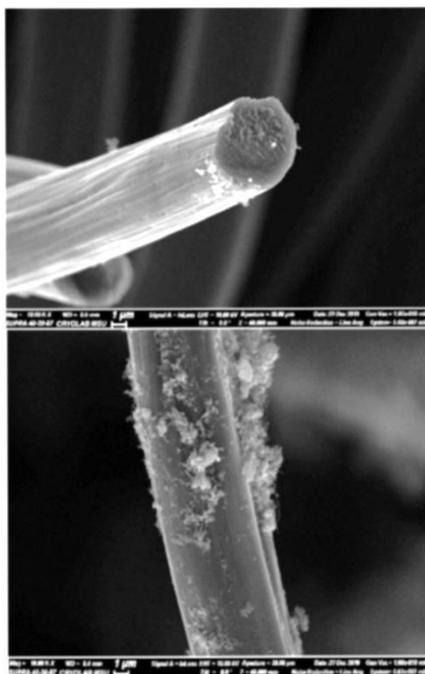
участков замкнутого пояса в сплошное сечение с формированием стержня, натяжение полученного элемента, полимеризацию, сброс натяжения и съем готового изделия с пальцев. Причем оконцеватели формируют за одно целое с изделием из того же волокнистого материала, что и сам стержень, с помощью намотки на извлекаемые кольцевые оправки поочередно первого, затем второго оконцевателей. После чего наматывается замкнутый пояс вокруг двух оконцевателей, последовательно могут быть намотаны две и более заготовки, после намотки по меньшей мере один из пальцев поворачивается вокруг оси изделия на угол, кратный 180 градусам, а на последнем обороте на угол от 0 до 180 градусов, с формированием плоскости первого и второго оконцевателей, повернутых относительно друг друга на угол от 0 до 180 градусов. При этом происходит свивание двух прямолинейных участков замкнутого пояса с формированием стержня и одновременно его натяжением, после полимеризации, сброса натяжения и съема готового изделия с пальцев выполняют распрессовку и удаление извлекаемых кольцевых оправок из оконцевателей, а армирующие жгуты могут быть выполнены из минеральных стеклянных, базальтовых, углеродных, органических, натуральных, растительных и синтетических полимерных волокон. Техническим результатом



изобретения является снижение трудоемкости, упрощение способа изготовления и повышение надежности по сравнению с аналогами

**8. Патент RU № 2791602 от 13.03.2023 года.** З. № 2021137843, 20.12.2021 года. Патентообладатель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Университет "Дубна" (государственный университет "Дубна") (RU)-B82Y 30/00

### **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ПРОТОЧНОЙ ВАНАДИЕВОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ**



Изобретение относится к области электротехники, а именно к способу изготовления наноструктурированных электродов из углеродного войлока со сформированными на поверхности нановолокнами, и может быть использовано при изготовлении электродов, в частности, для ванадиевых проточных аккумуляторных батарей. Повышение эффективности работы аккумуляторной батареи является техническим результатом, который достигается за счет того, что в качестве прекурсора для роста нановолокон на поверхности углеродного войлока используют газовую смесь пропан/бутана при температуре 750°C и наночастицы никеля, нанесенные на поверхность углеродного войлока методом электрохимического осаждения. Функционализация поверхности конечного электрода с содержанием нановолокон от 2 до 15 мас.% проводится прокалкой на воздухе, что упрощает технологию изготовления.

## ГРАФЕНЫ

### **9. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ГРАФЕНА**

**Патент RU № 2793553 от 04.04.2023 года.** З. № 2022116482, 17.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тульский государственный университет" (ТулГУ) (RU) - В22F2302/40

Изобретение относится к получению графеносодержащих суспензий, используемых при модифицировании графеном композитных материалов: масел, смазок, бетонов. Способ получения графеносодержащих суспензий эксфолиацией графита включает приготовление смеси кристаллического графита с жидкостью, получение исходной графитосодержащей суспензии, подачу исходной графитосодержащей суспензии в устройство эксфолиации, эксфолиацию графита, отвод графеносодержащей суспензии из устройства эксфолиации с помощью насоса. Приготовление смеси кристаллического графита осуществляют с добавлением природного щелока в качестве жидкости. Эксфолиацию графитосодержащей суспензии осуществляют многоциклично с использованием модуля механической эксфолиации графита, включающего буферный танк, одно роторно-коническое устройство эксфолиации с частотой вращения рабочих органов 6240 оборотов в минуту, механический фильтр и насос. Изобретение позволяет повысить эффективность эксфолиации графита, выход малослойного графена, уменьшить вредность и опасность его производства.

### **10. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Патент RU № 2792903 от 28.03.2023 года.** З. № 2022106956, 16.03.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (RU) - В22F 3/23

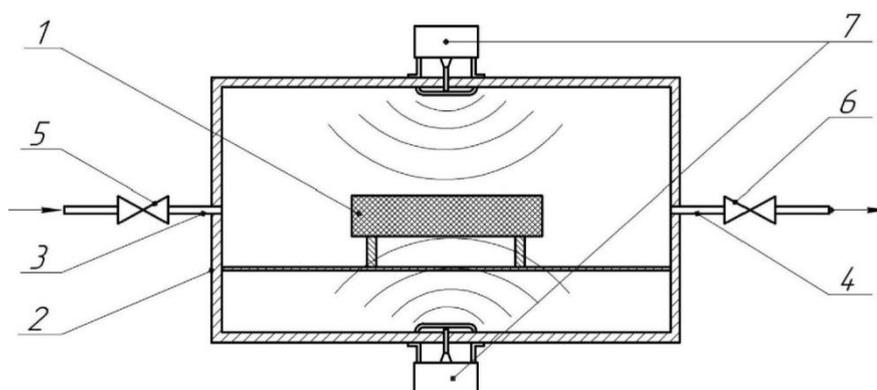
Изобретение относится к металлургии, а именно к способам получения композиционных материалов на основе алюминия или его сплавов с применением самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Способ получения содержащего карбид титана композиционного алюмоматричного материала методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза включает изготовление порошкообразной смеси, ее компактирование и инициирование синтеза. При изготовлении порошкообразной смеси сначала готовят реакционную смесь путем смешивания титансодержащего материала в виде порошков титана или ферротитана с содержанием титана не менее 60% и углеродсодержащего материала в виде графита, сажи, углерода, фуллеренов, нанотрубок, графенов или силицированного графита, затем приготовленную реакционную смесь смешивают с порошком алюминия или алюминиевого сплава, взятые в отношении массы алюминия или алюминиевого сплава к массе реакционной смеси от 1 до 100, при этом при приготовлении реакционной смеси отношение массы титансодержащего материала к массе углеродсодержащего материала составляет от 2 до 8. Также в реакционную смесь могут быть добавлены порошок меди, никеля или их сплавов или порошок хрома, ванадия или ферросплавов на их основе в количестве не менее 3% от массы титансодержащего и углеродсодержащего материалов в реакционной смеси. Полученные материалы характеризуются высокими физико-механическими характеристиками и могут быть подвергнуты переплаву.

## ГРАФИТЫ

### 11. СПОСОБ ОЧИСТКИ РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА ОТ ПРИМЕСЕЙ

Патент RU № 2792291 от 21.03.2023 года. З. № 2022120352, 26.07.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет" (RU) - G21F 9/34

Изобретение относится к технологии обработки графита, а именно к технологии очистки реакторного графита и может быть использовано при его изготовлении и/или переработке. Реакторный графит предварительно помещают в дистиллированную воду, где проводят его пропитку. Одновременно осуществляют выщелачивание различных примесей при температуре (20-30)°С. Затем пропитанный дистиллированной водой реакторный графит помещают в герметичную камеру, в которой создают разрежение до (10<sup>-5</sup>-10<sup>-3</sup>) мм рт. ст. Воздействуют на реакторный графит микроволновым излучением частотой (915-2450) МГц в течение (3-10) минут при непрерывной откачке газообразных продуктов из камеры. По истечению указанного времени откачку прекращают, напускают инертный газ до достижения атмосферного давления и прокачивают до достижения температуры (20-30)°С внутри камеры, после чего прокачку инертного газа прекращают, а реакторный графит извлекают из камеры. Способ очистки реакторного графита от примесей направлен на уменьшение времени очистки, а также сокращение массовых потерь реакторного графита при ведении процесса.



### 12. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНОГО ГРАФИТОВОГО ПОРОШКА

Патент RU № 2793823 от 06.04.2023 года. З. № 2022109819, 11.04.2022 года. Международная заявка WO № 2020132539 от 25.06.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева" (СибГУ им. М.Ф. Решетнева) (RU) - C01B 32/205

Изобретение относится к получению порошка на основе графита, который может быть использован в качестве основного компонента многофункциональных покрытий в ракетно-космической и авиационной технике, а также в ядерной энергетике, металлургии, машино- и приборостроении, солнечной энергетике, при производстве полупроводниковой техники. Предложен способ получения тонкодисперсного графитового порошка методом электрохимического расслоения в двухэлектродной ячейке на постоянном токе в растворе электролита. В качестве электролита используют водные растворы неорганических оснований

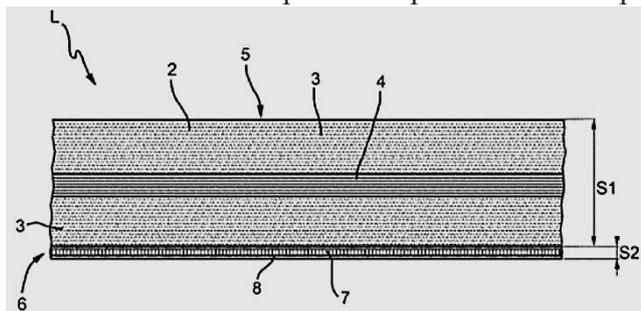
15÷25% массовой концентрации. В качестве анода применяют графит, а в качестве катода - нержавеющую сталь, к которым подводят электрический ток постоянной величины после однополупериодного выпрямления при напряженности однородного электрического поля 40÷60 В/м и плотности тока 43÷55 А/м<sup>2</sup>. Выпавший в осадок графитовый порошок фильтруют, промывают и высушивают. Изобретение позволяет получить частицы графитового порошка размером 0,001-0,05 мм с высокой однородностью без нарушений кристаллической структуры, снизить удельные энергозатраты.

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 13. КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

Патент RU № 2792624 от 22.03.2023 года. З. № 2021119810, 20.12.2019 года. Международная заявка WO № 2020129007 от 25.06.2020 года. Патентообладатель ЛЕОНАРДО С.п.А. (IT) - В29С 70/88

Изобретение относится к композитному материалу. Техническим результатом является оптимизация распределения температуры через толщину связи. Технический результат достигается композитным материалом, в частности для применения в авиации, который включает первый предварительно пропитанный слой (2), имеющий матрицу на основе термопластичной смолы (3), армированную однонаправленными волокнами (4) для придания первому слою (2) заданных механических свойств. Второй слой (6, 6') усиливающего магнитное поле материала, наложенный на грань (5) указанного первого слоя (2) и соединенный с первым слоем (2) вдоль указанной грани (5). Причем указанный второй слой (6, 6') содержит электропроводящие волокна (7), предпочтительно из углерода, рассеянные во втором слое (6, 6') в по меньшей мере двух направлениях с различными положениями, для облегчения локализованного нагревания электромагнитной индукцией; причем указанные первый и второй слои (2; 6, 6'), соединенные вместе, определяют пластинку (L, L') из очень легко нагреваемого композитного материала. При этом в направлении, ортогональном указанной грани (5),



указанный второй слой (6, 6') имеет толщину (S2), находящуюся между 1/10 и 1/100 толщины (S1) указанного первого слоя (2), для выполнения указанной пластинки (L, L') пригодной к уплотнению и связыванию на месте с другой указанной пластинкой (L, L') такого же типа электромагнитной индукцией.

### 14. УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕМОНТА ОТВЕРСТИЙ В КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ

Патент RU на полезную модель № 217498 от 04.04.2023 года. З. № 2022118785, 11.07.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Иркутский национальный исследовательский технический университет" (ФГБОУ ВО "ИРНИТУ") (RU) - C08K 3/04

Устройство для ремонта отверстий в композиционном материале относится к области обслуживания и ремонта деталей, изготовленных из полимерных композиционных

материалов, армированных различными материалами, например углеволокном, стекловолокном, органическим волокном и др. Настоящее устройство пригодно для ремонта дефектов в сквозных отверстиях, выполненных в полимерных композиционных материалах. Может быть использовано для устранения следующих типов дефектов: «расслоение», «отслоение», «сколы» и «трещины». Особенность геометрии заключается в том, что корпус устройства для ремонта имеет цилиндрическую часть, соответствующую диаметру отверстия и обеспечивающую надежное позиционирование устройства внутри отверстия. Цилиндрическая позиционирующая часть должна иметь достаточную протяженность для исключения смещения оси устройства от оси ремонтируемого отверстия, но при этом не занимать более 30% длины отверстия. Коническая часть представляет собой усеченный конус с конусностью от 1:20 до 1:2.

## **15. СВЯЗУЮЩИЕ НА ОСНОВЕ ДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ НАМОТКИ**

**Патент RU № 2794495 от 19.04.2023 года.** З. № 2022102092, 31.01.2022 года. Патентообладатель Публичное акционерное общество "Нефтяная компания "Роснефть" (ПАО "НК "Роснефть") (RU) - G01N 33/365

Группа изобретений может быть использована при изготовлении полимерных композиционных изделий, таких как обсадные трубы, цистерны и баллоны. Способ получения связующего на основе дициклопентадиена (ДЦПД) для производства композиционных изделий методом намотки включает приготовление компонентов А и Б и их смешение до достижения вязкости связующего 120-1000 сП. Компонент А получают из реакционной смеси, включающей ДЦПД, тиксотропный загуститель, выбранный из оксида кремния и/или этиленпропиленового каучука, гидроксифункционализованный олефиновый мономер и толуилендиизоцианат и/или метиленидифенилдиизоцианат. Компонент Б готовят смешением термоактивируемого рутениевого катализатора метатезисной полимеризации с метакриловым мономером и радикальным инициатором. Предложено также связующее на основе ДЦПД. Группа изобретений позволяет увеличить вязкость связующего, а также прочность, термостойкость и устойчивость к нефти и минеральным кислотам полимерных композиционных изделий, выполненных с использованием предложенного связующего.

## **16. ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

**Патент RU № 2793888 от 07.04.2023 года.** З. № 2022105273, 28.02.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М.Бербекова" (КБГУ) (RU) - C22C 49/06

Группа изобретений может быть использована в производстве изделий с помощью аддитивных технологий. Полимерный композиционный материал содержит наполнитель и полиэфирэфиркетон. Наполнитель представляет собой аппретированное смесью дигидроксibenзофенона и диаминодифенилпропана углеволокно. Предложен также способ получения полимерного композиционного материала. Группа изобретений позволяет улучшить физико-механические свойства полимерного композиционного материала.

## **17. ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

**Патент RU № 2792599 от 22.03.2023 года. З. № 2022125105, 25.02.2021 года.** Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова" (RU) - C08L 27/18

Изобретение относится к полимерным композиционным материалам, предназначенных для изготовления герметизирующих, уплотняющих и изолирующих изделий триботехнического назначения, которые могут быть использованы для изготовления антифрикционных покрытий, подшипников скольжения и других элементов узлов трения, эксплуатируемых в условиях повышенных нагрузок и высоких скоростей скольжения при контакте с углеводородными средами. Предложен полимерный композиционный материал конструкционного и триботехнического назначения, который содержит по массе 98% политетрафторэтилена и 2% диоксида кремния, предварительно обработанного выдержкой в 10<sup>-4</sup> моль/л растворе хлорида алюминия. Технический результат – повышение износостойкости композиционного материала на основе политетрафторэтилена и модифицированного диоксида кремния при сохранении деформационно-прочностных характеристик, которое достигается за счёт повышения химического сродства наполнителя к полимерной матрице без использования высоких температур и загрязняющих окружающую среду веществ.

## **18. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО**

**Патент RU № 2792488 от 22.03.2023 года. З. № 2022128476, 02.11.2022 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ" (RU) -C04B 35/80

Изобретение относится к способу получения композиционного материала на основе алюмосиликатного связующего. Композиционный материал устойчив при высоких температурах (до 1000°C) и может найти применение в производстве авиационной техники, строительной и других отраслях промышленности. Способ получения композиционного материала включает раскрой углеткани, пропитку алюмосиликатным связующим, укладку и отверждение при температуре 50-90°C в течение 20-120 мин с последующей термообработкой в вакууме при температуре 800-1300°C. Углеткань предварительно обрабатывают водным раствором силиката натрия или калия и после пропитки алюмосиликатным связующим и выкладки в форму уплотняют в вакуумном мешке. Композиционный материал содержит компоненты при следующем соотношении, мас.ч.: щелочной раствор силиката натрия или калия 20-30, углеткань 100, алюмосиликатное связующее 90-110. Изобретение позволяет получить композиционный материал на основе алюмосиликатного связующего с высокой теплостойкостью и прочностью на растяжение и изгиб.

## **19. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕФОРМЫ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАНЕЛИ, ИМЕЮЩЕЙ ФОРМУ ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ**

Патент RU № 2792352 от 21.03.2023 года. З. № 2021107032, 27.08.2019 года.  
Международная заявка WO № 2020043746 от 05.03.2020 года. Патентообладатель САФРАН  
НАСЕЛЬ (FR) - F41H 3/00

Группа изобретений относится к способу изготовления преформы, детали из композиционного материала, а также к гондоле. Способ содержит этапы, на которых: обеспечивают наличие по меньшей мере триаксиального нетканого материала, содержащего слой волокон, ориентированных в первом направлении, слой волокон, ориентированных во втором направлении, слой волокон, ориентированных в третьем направлении, и швы, проходящие параллельно друг другу и образующие оболочку для круговых волокон. Размещают материал на элементе с неразвертываемой формой, располагая швы параллельно круговому направлению указанного элемента. Обеспечивают скольжение круговых волокон в оболочке так, чтобы ткань находилась в непрерывном контакте с указанным элементом. Группа изобретений обеспечивает повышение механических свойств изделий.

Формула изобретения

1. Способ изготовления преформы (26) для изготовления детали (10) из композиционного материала типа детали с неразвертываемой окончательной формой вращения или квазивращения, имеющей продольную ось (А), содержащий следующие этапы:

а) обеспечение наличия по меньшей мере триаксиального нетканого материала (13), содержащего:

- первый слой (14А), включающий, так называемые, круговые волокна (15), ориентированные в первом направлении,

- второй слой (14В), включающий волокна (16), ориентированные во втором направлении,

- третий слой (14С), включающий волокна (17), ориентированные в третьем направлении, и

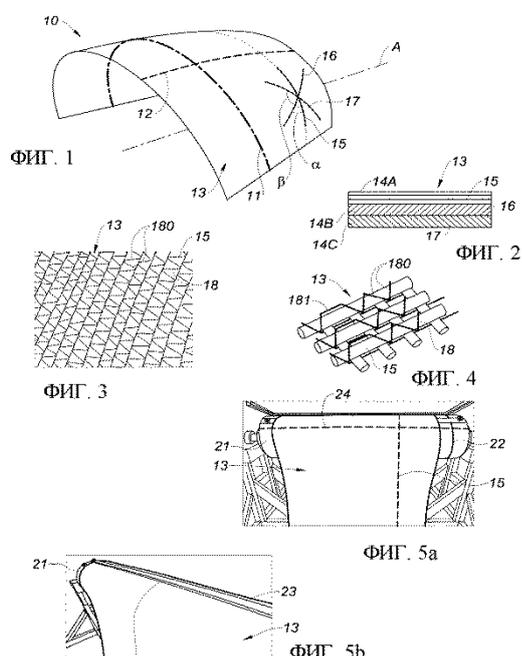
- швы (18), связывающие волокна (15, 16, 17) первого, второго и третьего слоев (14А, 14В, 14С), причем швы (18) проходят параллельно друг другу и образуют оболочку для круговых волокон (15),

б) размещение указанного материала (13) на или в элементе с неразвертываемой формой, который либо идентичен требуемой неразвертываемой окончательной форме, либо имеет уменьшенные размеры по сравнению с требуемой неразвертываемой окончательной формой, с расположением швов (18) параллельно круговому направлению (11, 28) указанного элемента,

с) скольжение круговых волокон (15) в оболочке, образованной швами (18) так, что материал (13) находится в непрерывном контакте с элементом с неразвертываемой формой и, таким образом, принимает форму элемента с неразвертываемой формой.

2. Способ по п. 1, в котором этап с) выполняют путем натяжения круговых волокон (15) так, чтобы получить скольжение круговых волокон (15) в оболочке, образуемой швами (18) и разворачивание волокон (16, 17) второго и третьего слоев (14В, 14С).

3. Способ по пп. 1 или 2, в котором на материал (13) оказывают давление в



направлении элемента с неразвертываемой формой с помощью средства (25) давления, такого как планка.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором в ходе этапа с) производят натяжение волокон (16, 17) второго и третьего слоев (14В, 14С).

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором элемент с неразвертываемой формой представляет собой элемент выпуклой формы, называемый элементом с охватываемой формой.

6. Способ по любому из пп. 1-4, в котором элемент с неразвертываемой формой представляет собой элемент вогнутой формы, называемый элементом с охватывающей формой.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором элемент с неразвертываемой формой имеет меньшую длину окружности по сравнению с деталью (10) требуемой неразвертываемой окончательной формы.

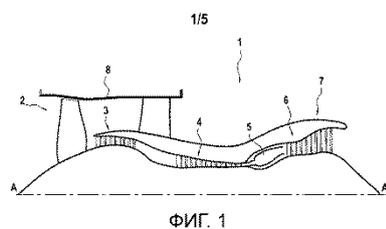
8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором элемент с неразвертываемой формой имеет длину окружности, идентичную детали (10) требуемой неразвертываемой окончательной формы.

9. Деталь (10) из композиционного материала, изготовленная с применением преформы (26), полученной способом изготовления по любому из предшествующих пунктов.

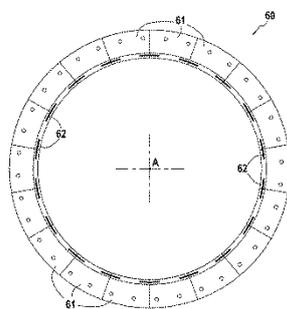
10. Гондола, содержащая деталь (10) по предшествующему пункту.

## 20. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ

Патент RU № 2793311 от 31.03.2023 года. З. № 2020112740, 13.09.2018 года.  
Международная заявка WO № 2019058046 от 28.03.2019 года. Патентообладатель САФРАН НАСЕЛЬ (FR) - C04B 35/80



ФИГ. 1



ФИГ. 2

Изобретение относится к способу изготовления детали из композиционного материала с керамической матрицей (СМС), имеющей по меньшей мере одну прорезь, а также к такой детали из СМС, способной выдерживать высокие температуры, которая может быть использована в области авиастроения, в частности в секторах цилиндрического элемента газотурбинного двигателя. Согласно изобретению, способ содержит следующие этапы, на которых получают волокнистое усиление, формируют полость в участке волокнистого усиления, нагнетают шликер, содержащий по меньшей мере один керамический порошок и растворитель, при этом шликер нагнетают так, чтобы пропитать волокнистое усиление и заполнить полость волокнистого усиления. Полученный комплекс сушат, производят уплотнение посредством пропитки жидким кремнием и за счет затвердевания указанного уплотнительного материала.

Посредством механической обработки выполняют по меньшей мере одну прорезь в полученной черновой детали внутри объема, соответствующего полости волокнистого усиления. Технический результат изобретения – возможность получить более ровное состояние поверхности во время механической обработки при разрезании конечной детали, что обеспечивает лучший контакт между элементом, вставленным в прорезь, и этой прорезью и позволяет добиться более высокого уровня герметичности.

## **21. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕГРАФИТОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

**Патент RU № 2793591 от 04.04.2023 года.** З. № 2022117378, 28.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолГТУ) (RU) -С04В 35/80

Изобретение относится к области металлургии, а именно к созданию композиционных материалов пропиткой пористого каркаса, имеющих высокую электропроводность, антифрикционные свойства, стойкость в агрессивных средах. Технический результат достигается в способе получения углеграфитового композиционного материала, включающем вакуумную дегазацию пористой заготовки в перенасыщенном водном растворе сульфата цинка концентрацией 650 г/л, при температуре солевого раствора 80 °С, сушку заготовки после вакуумной дегазации осуществляют при 150 °С до постоянной массы заготовки, последующее запечатывание пор углеграфита посредством окунания предварительно нагретой до 400-450 °С заготовки в сплав алюминия А97 с последующим остыванием заготовки на воздухе, пропитку заготовки расплавом матричного сплава алюминия того же состава под воздействием избыточного давления за счет термического расширения расплава сплава алюминия при нагреве на 300 °С выше температуры рекристаллизации сплава алюминия, и уплотнение заготовки сплавом свинца в пресс-форме при температуре 600 °С. Технический результат - упрощение способа при сохранении и повышении качества композиционного материала (КМ).

## **22. ПОЛИЭФИРКЕТОННЫЙ УГЛЕВОЛОКНИСТЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

**Патент RU № 2793886 от 07.04.2023 года.** З. № 2022117378, 28.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - С08J 5/06

Группа изобретений может быть использована в производстве изделий с помощью аддитивных технологий. Полиэфирэфиркетонный углеволокнистый композиционный материал содержит наполнитель и полиэфирэфиркетон. Наполнитель представляет собой аппретированное п-толуилендиамином углеволокно. Предложен также способ получения полиэфирэфиркетонного углеволокнистого композиционного материала. Группа изобретений позволяет улучшить физико-механические свойства полиэфирэфиркетонного углеволокнистого композиционного материала.

## **23. ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

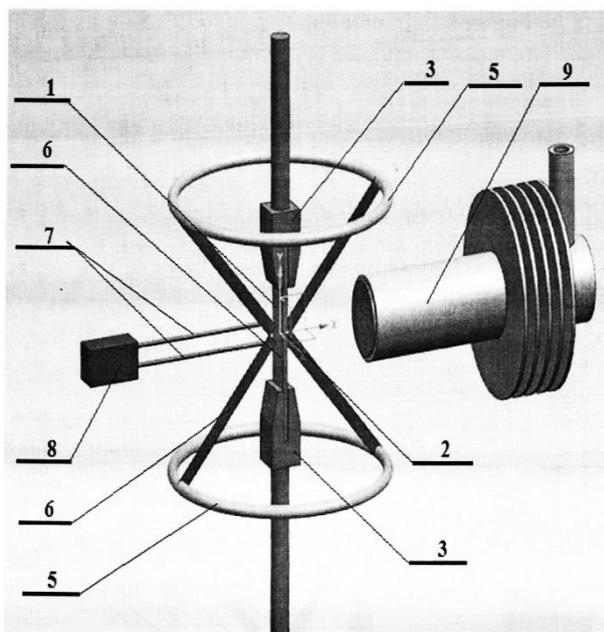
**Патент RU № 2792879 от 28.03.2023 года.** З. № 2022119685, 19.07.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Амосова" (RU), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр "Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук" (RU) - В32В 27/32

Изобретение относится к области полимерного материаловедения и может быть использовано для изготовления деталей в узлах трения, машин и других механизмов, которые эксплуатируют в условиях абразивного изнашивания в агрессивных средах. Предложен полимерный композиционный материал на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) 99,5 мас.% с добавлением 0,5 мас.% сульфенамид Ц, включающий базальтовую ткань в качестве армирующего элемента, которая уложена в полимерной матрице в два слоя, между которыми сформирован дополнительный слой СВМПЭ. Технический результат – повышение прочности, износостойкости и надежности узлов трения, а также уменьшение интенсивности массового изнашивания материала конструкционного назначения на основе СВМПЭ и базальтовой ткани.

### ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

#### **24. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ КЕРАМИЧЕСКИХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

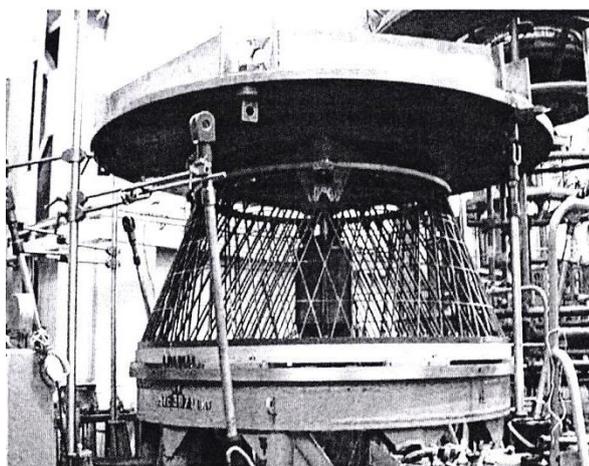
Патент RU № 2794108 от 11.04.2023 года. З. № 2022126231, 07.10.2022 года. Патентообладатель Федеральное автономное учреждение "Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова" (RU) - G01N 3/18



Изобретение относится к области технической физики, а именно к способам определения предела прочности при растяжении керамических и композиционных материалов, и может быть использовано при определении прочностных и упругих характеристик материалов. Сущность: осуществляют нагрев рабочей зоны образца до заданной температуры со скоростью 5-150°С/с при помощи инфракрасных тороидальных ламп, установленных со стороны захватных частей образца. В процессе нагрева фокусируют тепловые лучи тороидальных ламп под углом 15°-75° на рабочей зоне образца. Технический результат: приближение условий испытаний к эксплуатационным и тепловым нагрузкам, расширение диапазона скоростей нагрева, а также обеспечение возможности определения упругих характеристик материала образца.

#### **25. СПОСОБ ОПТИКО-ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННИХ ДЕФОРМАЦИЙ КОНСТРУЦИИ ИЗ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

Патент RU № 2793297 от 31.03.2023 года. З. № 2022111168, 22.04.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН) (RU) - B32B 27/32



Группа изобретений относится к области измерительной техники и может быть использована для оценки надежности изделий из полимерных композитных материалов (ПКМ), в том числе с металлическими слоями, на основе результатов контроля величины деформации при их нагружении статической или динамической нагрузкой. Способ включает определение исходного спектрального положения пиков брэгговских решеток, размещение оптического волокна с брэгговскими решетками вдоль всей конструкции между монослоями композиционного материала, восприимчивыми к механической деформации, в процессе ее изготовления, после изготовления повторное измерение спектрального положения пиков брэгговских решеток и определение величины суммарной, возникающей в результате механического и температурного воздействия, деформации конструкции путем измерения спектрального положения пиков брэгговских решеток. С использованием термографической аппаратуры отдельно измеряют температурное поле наружного участка поверхности контролируемой конструкции в области расположения оптического волокна с брэгговскими решетками. Рассчитывают температурное поле конструкции во внутренней области расположения упомянутого оптического волокна по измеренным результатам температурного поля наружного участка поверхности. С учетом рассчитанного температурного поля во внутренней области и температурного поля наружного участка поверхности конструкции из суммарной деформации выделяют составляющую деформации от силовой нагрузки и деформацию от внутренней температуры. Технический результат - повышение точности определения внутренней деформации изделий под нагрузкой, повышение достоверности обнаружения локальных участков пониженной прочности, повышение достоверности результатов оценки технического и эксплуатационного состояния сложных конструкций и их элементов из ПКМ