



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ

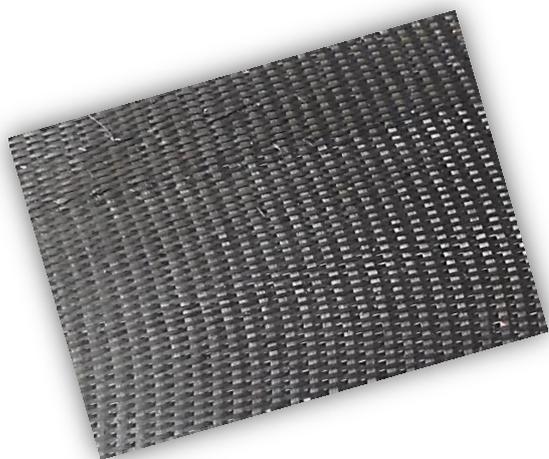
№ 1 - 2023

**Реферативный Бюллетень  
Научно-Технической и  
Патентной Информации По  
Углеродным Материалам**

МОСКВА, АО «НИИГРАФИТ»

## Содержание №1 – 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>7</b>
<b>1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Атомная и альтернативная энергетика .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Методы исследования. Сырье.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов .....</b>	<b>20</b>
<b>6. Обзор рынков и производства .....</b>	<b>23</b>
<b>7. Научно-популярные материалы, сообщения.....</b>	<b>24</b>
<b>8. Патенты.....</b>	<b>25</b>



**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**

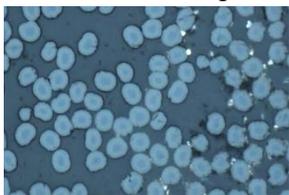
## **1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ**

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

#### **1.1.1. УСКОРЕННАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН**

Трофименко Е.А., Бухаркина Т.В., Вержичинская С.В. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. - №3 (399). – С.172-179

В статье представлена апробация методики ускоренного окисления полиакрилонитрильных волокон для получения углеродного волокна на опытно-промышленном оборудовании. Была поставлена задача получить из промышленно выпускаемого ПАН прекурсора с номиналом 12 тысяч монофиламентов (12k) высокопрочное (4,0...4,5 ГПа) углеродное волокно со стандартным модулем упругости (220...260 ГПа), при уменьшенном времени стабилизации. В качестве критических параметров при проведении работы также учитывалась линейная плотность получаемого углеродного волокна, которая должна быть на уровне мировых аналогов. Проведенная серия экспериментов подтвердила правильность выбранного и продемонстрированного ранее направления с ускорением процесса термостабилизации путем разделения реакций циклизации и дегидрирования. В процессе выполнения работы авторами были решены проблемы с образованием нестабильной гетерофазной структуры, приводящей к снижению физико-механических свойств волокна, а также оптимизирован температурно-деформационный режим получения углеродного волокна на стадии термостабилизации для получения наиболее высоких физико-механических



характеристик. Использование решений, предлагаемых авторами, позволит в будущем увеличить производительность имеющегося промышленного оборудования по производству углеродных волокон, что в конечном итоге должно привести к снижению их стоимости. Рис. *Пример структуры ядро-оболочка, полученной после 2-й итерации экспериментального режима*

#### **1.1.2. МОДИФИКАЦИЯ ПАН-ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЁМ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ИХ ПОВЕРХНОСТИ**

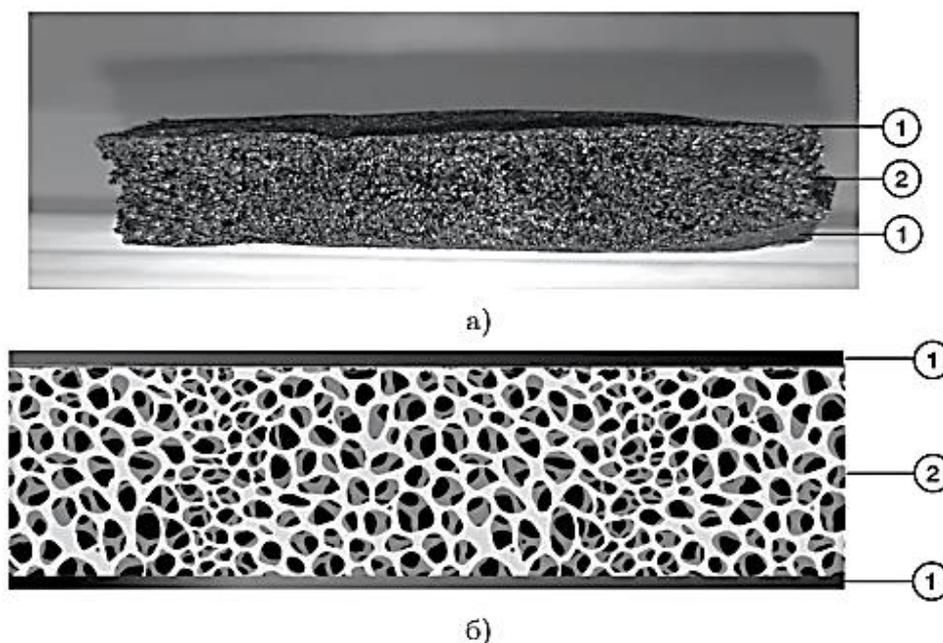
Коннова Н.А., Борисова Н.В., Устинова Т.П. // Промышленные процессы и технологии. – 2022. – Т.2, №4. – С.76-83

В работе установлены перспективы применения модификации поверхности волокнистых материалов на основе полиакрилонитрила путем их химической металлизации. В работе показаны режимы и составы растворов электролитов химической металлизации ПАН-ТЖ материалов, которые позволяют получать прочные покрытия, равномерные по всей длине волокнистого материала, имеющие характерный цвет покрываемого металла и хорошую адгезию. Результаты данного исследования подтверждают целесообразность проведения процесса обезжиривания ПАН-волокнистых материалов при температуре 60°C, так как при этой температуре наблюдается наименьшее снижение разрывной нагрузки медненных ПАН-волокнистых материалов при сохранении способности к деформации. Предлагаемая технология металлизации волокнистых материалов на основе ПАН в малокомпонентном электролите является перспективной, при этом снижается экологическая напряженность за счет отсутствия вредных компонентов электролита (кислот при травлении) и промывных вод. Металлизированная ткань по альтернативной технологии может применяться в качестве защитного экрана от излучения электромагнитных волн радиочастотного диапазона от 30 Гц до 3000 ГГц.

### 1.1.3. МНОГОСЛОЙНЫЕ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Лукичева Н. С., Лысенко А. А., Кузнецов А. Ю. // Промышленные процессы и технологии. – 2022. – Т.2, №4. – С.50-58

В статье приведено описание разработанного авторами метода получения углерод-углеродных композиционных материалов с внутренним вспененным слоем (УУКМ), а также представлены результаты исследований полученных композитных материалов. В рамках работы показано влияние технического углерода на пористую структуру. Сделаны выводы о влиянии содержания наполнителя (технического углерода) на теплофизические характеристики УУКМ. Приведена плотность (0.234-0.382 г/см<sup>3</sup>) полученных экспериментальных образцов, уточнены коэффициенты теплопроводности (0.063-0.083 Вт/(м·К)), значения которых соотносятся со значениями теплопроводности промышленно выпускаемых и используемых в настоящее время аналогов, что обуславливает пригодность разработанных многослойных углерод-углеродных композиционных материалов для использования в качестве теплоизоляции в оборудовании при проведении высокотемпературных процессов.



**Рисунок 2** — Изображения многослойного образца УУКМ с наполнителем из пеноуглерода  
 а — фотография среза УУКМ; б — схема-эскиз структуры УУКМ:  
 1 — покровные слои из углеродного нетканого материала 2 — наполнитель из пеноуглерода

### 1.1.4. СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АЛМАЗ - КАРБИД КРЕМНИЯ

Перевислов С.Н. // Труды XIV Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению». – 2022. – С.241-243

Получен композиционный материал алмаз-карбид кремния. Исследован реакционно-диффузионный механизм спекания Тьюринга. Изучены механические свойства композита алмаз-карбид кремния.

### 1.1.5. СВОЙСТВА ЭПОКСИДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АГМ-9 И ОКИСЛЕННОГО ПАН-ЖГУТИКА

Зубова Н.Г., Герасимова В.М., Устинова Т.П. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. - №4 (400). – С.219-223.

В работе исследовано влияние модифицированного органосилановым аппретом АГМ-9 технического полиакрилонитрильного жгутика, прошедшего окисление, на кинетику процесса отверждения эпоксидного связующего и свойства полученного композиционного материала. Применение модифицированного АГМ-9 и окисленного ПАН-жгутика активно влияет на изменение кинетических параметров процесса отверждения эпоксидного связующего и обеспечивает формирование реактопластичной матрицы в более мягких условиях, что подтверждается данными дифференциально-сканирующей калориметрии. Доказано улучшение деформационно-прочностных свойств и хемостойкости эпоксидных композитов, армированных модифицированным АГМ-9 и окисленным полиакрилонитрильным жгутиком.

### 1.1.6. ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ОТ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Петрова П.Н., Маркова М.А., Федоров А.Л. // Сборник трудов X Евразийского симпозиума конференции «EURASTRENCOLD». – 2022. – С.357-361

В данной работе приведены данные физико-механических и триботехнических исследований полимерных композитов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) и углеродных наполнителей марки УВИС-АК-П в зависимости от технологии получения. Рассмотрены влияние различных активационных технологий, таких как совместная механоактивация компонентов, активация пропусканием порошковой композиции через металлические валки, а также технология пластического деформирования полимерных заготовок на основе ПТФЭ с целью повышения механических и триботехнических показателей композитов.

### 1.1.7. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМООБРАБОТАННОГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА (ОБЗОР)

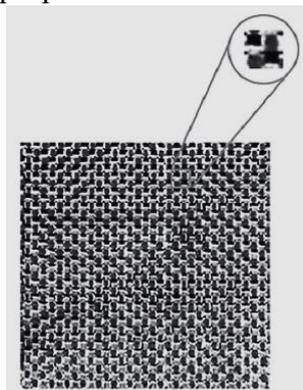
Козлов В.В., Костишин В.Г., Ситнов М.А. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2022. – Т.88, №8. – С.35-46

Органические полупроводники и новые углеродные формы (фуллерен, углеродная трубка, графен, углеродная пена) способствовали синтезу углеродных нанокompозитов с модифицированными свойствами на основе термообработанного полиакрилонитрила (ТПАН), содержащих искривленные углеродные плоскости (сферические, кольцо- и тубуленоподобные образования). В работе представлен обзор исследований свойств нанокompозитов на основе ТПАН. Проанализированы особенности метода ИК-облучения с синергетическим эффектом и механизм превращения полиакрилонитрила в углеродный нанокристаллический материал (УНМ). Метод ИК-облучения перспективен для синтеза биосовместимого УНМ с высокой чувствительностью к  $pH$  среды, металлополимерных нанокompозитов ( $Ag/ТПАН$ ,  $Cu/ТПАН$ ,  $Fe_3O_4/ТПАН$ ), которые можно использовать в электронике, катализе, очистке воды от тяжелых металлов и др., а также люминесцентных углеродных наноструктур. Полученные результаты могут быть использованы при синтезе новых нанокompозитов с модифицированными свойствами на основе ТПАН.

### 1.1.8. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ТКАНОЙ АРМИРУЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СВОЙСТВАМ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКИ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

Ершов С.В., Кузнецов В.Б., Никифорова Е.Н. // Пластические массы. – 2022. – №9-10. – С.31-34

Исследования параметров армирующей структуры в форме тканого полотна полимерного композитного материала проведены методами численных технологий с целью определения геометрических и упруго-вязких параметров элементарной периодической ячейки наполнителя, регулярно повторяющейся в его архитектуре. Полученные результаты использованы при разработке компьютерной системы для проектирования и вычисления функциональных параметров элементарной ячейки армирующей тканой структуры полимерного композита. Созданные численные образы поверхности текстильной армирующей структуры дали возможность внести корректировки результатов модельных решений, повышающие точность программного решения задачи по многофункциональному исследованию параметров наполнителя с целью выделения функциональных свойств элементарной периодической ячейки тканой структуры полимерного композита. В виде объекта исследования была принята наиболее распространённая в производстве углеродная ткань НР-Р195С полотняного переплетения. Рис. *Образец углеродной ткани НР-Р195С.*



Образец углеродной ткани НР-Р195С.

### 1.1.9. ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ ФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Буковский П.О., Морозов А.В., Кулаков В.В. // Трение и износ. – 2022. – Т.43, №5. – С.491-501

Представлены результаты трибологических испытаний новых углерод-углеродных композитов на основе пековой матрицы и материала на основе пироуглеродной матрицы, которые были разработаны для авиационных многодисковых тормозов. В представленной работе углеродные композиты отличаются своей внутренней структурой, на которую влияет как технология получения углеродного волокна и степень его температурной обработки, так и множество других факторов. Длина волокон, которыми армируется матрица композита, также варьируется. Трибологические свойства определялись на лабораторном трибометре по схеме контакта кольцо-кольцо в диапазоне нормальных нагрузок 0,5-1,1 МПа и скоростей скольжения 1-4 м/с. Экспериментальное исследование проводилось согласно методике двухфакторного планированного эксперимента. С целью устранения интенсивного окисления образцов, вызванного их фрикционным разогревом, испытания проводились в среде инертного газа. Изучение фрикционной плёнки приводилось методом Рамановской спектроскопией с использованием возбуждающего зеленого лазера с длиной волны 532 нм.

### 1.1.10. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ И СКЛЕРОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ УГЛЕПЛАСТИКОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ОТВЕРЖДЕНИЯ МАТРИЦЫ

Вешкин Е.А., Истягин С.Е., Кирилин С.Г. // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2022. – Т.21, №3. – С.85-95

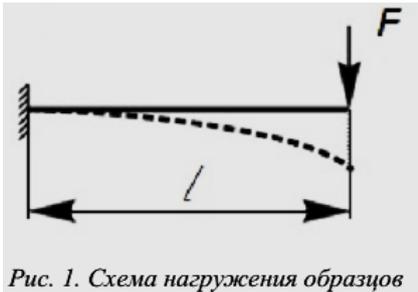


Рис. 1. Схема нагружения образцов

Образцы из листа углепластика толщиной 1,6 мм с различными режимами отверждения нагружались в упругой области по схеме консольного изгиба. Акустическая эмиссия регистрировалась с помощью осциллографа. В качестве критериев, оценивающих степень отверждения матрицы, использовалась характеристика микротвёрдости, оценка которой проводилась на лицевой поверхности образцов и в его поперечном сечении на фиксированных расстояниях от лицевой поверхности. Установлены зависимости частоты,

амплитуды акустических сигналов, температуры, величины прогиба и расстояния до поверхности образца от микротвёрдости матрицы. Исследования показали, что значимым критерием, оценивающим влияние режима формования углепластика, является величина микротвёрдости матрицы. Выбор схемы нагружения образцов в виде нагружения консольной балки произведён, исходя из того, что при данном виде нагружения максимальные значения изгибающего момента находятся в месте жёсткой заделки образца, рядом с которой удобно крепить и акустико-эмиссионную антенну. При такой схеме нагружающее устройство закрепляется к свободному концу образца (рис. 1).

### **1.1.11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПЛОТНОСТИ ПОРИСТОЙ УГЛЕРОДНОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА, АНАЛОГИЧНОГО СГ-П0,5**

Ерошенко Н.С., Ерошенко В.Д., Овчинников А.Н. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2022. - №1 (213). – С.54-59

Методом многократной пропитки углеродного войлока бакелитовым лаком ЛБС-1 с последующей термообработкой получен ряд волокнистых углеродных материалов с различной плотностью, которые в дальнейшем использованы в качестве углеродной основы для создания силицированного графита. Установлено минимальное значение плотности углеродной основы 0,7 г/см<sup>3</sup>, которое позволяет получать силицированный углеродный материал, удовлетворяющий требованиям ТУ 48-20-81-89. Использование углеродного войлока в качестве основы обеспечивает равномерное распределение канальных пор в силицированном материале, что позволяет избежать внутренних дефектов - пересилицированных или недосилицированных участков. Предложенная методика получения углеродной основы путем последовательных пропиток углеродного войлока может быть рекомендована к использованию в промышленности для создания бездефектных силицированных материалов с регулируемым фазовым составом.

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

### **1.2.1. ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО КЛАССА КОМПОЗИЦИОННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ**

Тюбаева П.М., Зыков А.К. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. - №4 (400). – С.223-233

Создание современных нанокомпозиционных волоконных материалов с ценными функциональными свойствами на основе биоразлагаемых полимеров и модифицирующих добавок позволяет не только решить экологические проблемы и снизить загрязнение окружающей среды, но и предложить новые подходы к созданию инновационных материалов

для регенеративной медицины. Целью настоящей научно-исследовательской работы является исследование характера биоразложения нового класса композиционных волокнистых материалов на основе биополимеров и модифицирующих добавок для регенеративной медицины. В работе предложен подход к модификации структуры и свойств композиционных материалов на основе ПГБ (Поли(-3гидроксibuтират)), полученных методом электроформования, за счет использования молекулярных комплексов гемина. Особый интерес представляют комбинации ПГБ с небольшими концентрациями модифицирующих добавок различной природы. Среди компонентов полимерного композита могут быть использованы наночастицы, углеродные нанотрубки, катализаторы и ферменты.

### **1.2.2. МЕСТНАЯ ТЕРАПИЯ ГНОЙНЫХ РАН РАНЕВЫМИ ПОКРЫТИЯМИ**

Григорьян А.Ю., Бежин А.И., Панкрушева Т.А. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2022. - №11. – С.42-48

В структуре причин госпитализации пациентов стационаров хирургического профиля частота гнойно-воспалительных заболеваний кожи и мягких тканей составляет 30-35%, в системе амбулаторного звена достигает 35-60%, кроме того, нагноение ран после плановых операций встречается в 2-5% случаев. Адекватно подобранные лекарственные препараты для местной терапии ран позволяют добиться локализации гнойного процесса и избежать распространения инфекции. В обзоре литературы обобщены сведения о разработке, экспериментальной и клинической апробации раневых покрытий за последние 10 лет, представлены варианты их классификации, проанализированы преимущества и недостатки. Отмечена большая эффективность гидрофильных покрытий, среди них предпочтение отдается покрытиям, матрицей которых являются хитозан, коллаген, метилцеллюлоза и ее производные. Внедрение в матрицу раневого покрытия компонента, стимулирующего регенерацию тканей, обладающего противомикробной, анестезирующей, гемостатической активностью, является предпочтительным. Приоритетно введение в состав раневого покрытия антисептических веществ с меньшими побочными эффектами по сравнению с антибиотиками. В условиях меняющегося пейзажа и развития антибиотикорезистентности возбудителей раневой инфекции дальнейшие исследования в области разработки современных раневых покрытий являются приоритетной задачей хирургии.

### **1.2.3. СКАФФОЛД-ТЕХНОЛОГИИ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ: ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**

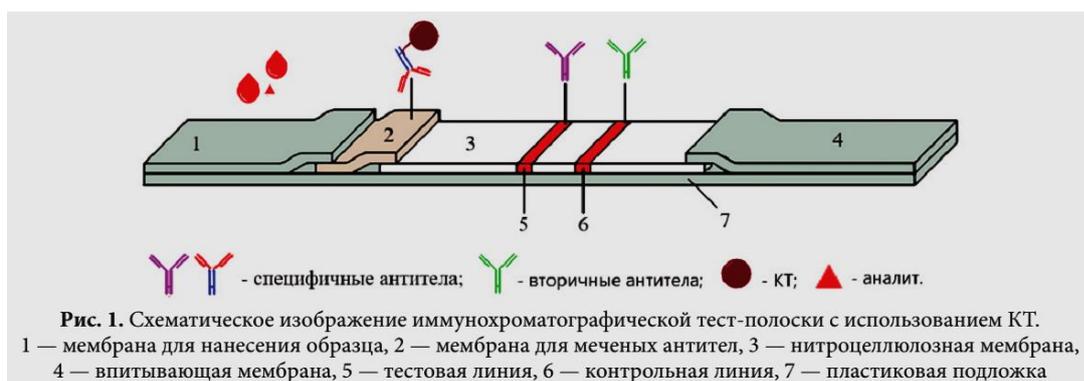
Никольский В.И., Сергацкий К.И., Шермет Д.П. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2022. - №11. – С.36-41

Развитие методов замещения дефектов тканей человека на основе применения скаффолд-технологии в регенеративной хирургии доказывает перспективность данной отрасли. Высокотехнологичные процессы современного производства скаффолд-матриц позволяют предположить полное замещение устаревших методов лечения новыми разработками в ближайшее время. Вместе с тем необходимы дополнительные исследования по возможности применения и оценке результатов внедрения используемых методов. Одной из перспективных целей развития культивирование клеток на трехмерных подложках-носителях является создание универсальных материалов, применяемых в различных отраслях регенеративной медицины.

#### 1.2.4. 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. 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 почве данной проблемы ведутся научные исследования новых материалов, наиболее перспективными из которых являются коллоидные квантовые точки (КТ). Существует множество видов КТ, различающихся по своим структуре и составу. 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.



#### 1.2.5. НАНОДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЦЕРИЙ-СОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТОЧЕК ДЛЯ ЦЕЛЕЙ БИОИМИДЖИНГА

Попов А.Л., Колманович Д.Д., Столяров А.Ф. // Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции». – 2022. – С.134

Нанотехнологический подход позволяет получать новые функциональные материалы, перспективные в терапии и диагностике социально-значимых заболеваний. Одним из наиболее перспективных агентов для биоимиджинга являются углеродные наноточки (*Qdots*), которые обладают высоким квантовым выходом и низкой токсичностью, в отличие от кадмий- или селен-содержащих квантовых точек. Комбинация различных элементов в составе нанокompозитов способна обеспечить мультифункциональность таких тераностических материалов, придавая им новые физико-химические свойства, а также определенную терапевтическую активность. В качестве такого компонента, обладающего выраженной терапевтической активностью, нами использован церий. В рамках представленной работы гидротермальным методом синтезированы церий-содержащие углеродные наноточки (*Ce-Qdots*) путем термоллиза раствора мочевины и лимонной кислоты в присутствии нитрата церия и полиэтиленполиамина (4 часа в автоклаве при температуре 240°C).

### **1.2.6. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА УГЛЕРОДНОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Похвалитова А.А., Гайдукова А.М., Стоянова А.Д. // Успехи в химии и химической технологии. – 2022. – Т.36, №4 (251). – С.110-112

В работе проведены исследования электрохимической обработки порошкового углеродного сорбента марки «ОУ-А» в растворе  $NaCl$  при различных значениях плотности тока с целью повышения сорбционной очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов на примере  $Fe^{3+}$ . Проанализированы ИК-спектры поверхности образцов угля после электрохимической модификации при соответствующих значениях силы тока. Показана зависимость степени извлечения исследуемого металла от плотности тока после сорбционной и фильтрационной очистки водного раствора.

### **1.2.7. ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ КАК АКТИВАТОРЫ КЛЕТОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ ПРИ КОНТАКТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ**

Гришук И.В., Свиридов Э.Е., Кузнецов С.И. // Трансляционная медицина. – 2022. – Т.9, №5. – С. 87-95

Использование достижений нанотехнологий в медицине открывает перспективы разработки и усовершенствования средств и методов профилактики и лечения заболеваний различного происхождения. Углеродные нанотрубки (УНТ) являются продуктом современных нанотехнологий и помимо уникальных физико-химических свойств имеют перспективы практического применения в медицине. УНТ представляют собой один из самых популярных (сравнимых только с наночастицами серебра и диоксида титана) объектов нанотоксикологических исследований. Данные о влиянии УНТ на клетки крови противоречивы, поэтому необходимы дополнительные исследования. Метод малообъемной гемоперфузии основан на активации клеточных элементов крови при контакте с твердофазным препаратом колонки-активатора. Цель - оценить активационные возможности иммобилизованных углеродных нанотрубок по скорости адгезии клеточных элементов крови к их поверхности *in vitro*.

### **1.2.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ ПРОВОДЯЩИХ ГИБРИДОВ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОСЕНСОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ**

Арляпов В.А., Кузнецова Л.С. // Актуальная биотехнология. – 2022. - №1. – С.326

Проводящие полимеры являются интересным и перспективным материалом для модификации поверхности электродов в составе биосенсоров. В сочетании с углеродными материалами они дают возможность получать гибридные материалы с улучшенным переносом электронов в биосенсорах.

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

#### **1.3.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЕВОЙ МАТРИЦЫ АРМИРОВАННЫЙ СТАЛЬЮ ИЛИ БАЗАЛЬТОМ**

Абрамов К.А., Шолом В.Ю., Поляков А.Б. // Труды XIV Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению». – 2022. – С.9-11

В статье исследуются композиционные материалы на основе алюминиевой матрицы, армированные сталью и базальтом. Материалы получены методом литья по выплавляемым моделям, в качестве матрицы выбран сплав АВ. Проведены испытания по определению противоизносных и противозадирных свойств, по результатам которых композиционные материалы показали себя значительно эффективнее в сравнении со сплавом без армирования.

#### **1.3.2. ИССЛЕДОВАНИЕ БАЗАЛЬТО- И СТЕКЛОПЛАСТИКОВ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ**

Копырин М.М., Кычкин А.К., Петров М.Г. // Сборник трудов X Евразийского симпозиума конференции «EURASTRENCOLD». – 2022. – С.229-233

Полимерные композиционные материалы все чаще применяют в качестве материалов в авиа-, авто- и судостроении, в строительстве зданий и сооружений, что связано с их легким весом, высокой прочностью и долговечностью. На замену углеволокна, в качестве армирующих наполнителей, все чаще используют базальто- и стекловолокна. В работе исследованы образцы базальто- и стеклопластика на основе эпоксидиановой смолы, полученные методом вакуумной инфузии, на циклическое нагружение при одноосной нарастающей нагрузке «растяжение-сжатие». По результатам проведенных испытаний были получены средние значения прочности: у образцов базальтопластиков данное значение составило 182,56 МПа, у стеклопластиков - 179,26 МПа. Проведенные испытания показали эффективность данного метода и обоснованность для определения ресурсных характеристик материалов.

#### **1.3.3. ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛАСТИКОВ**

Копырин М.М., Марков А.Е., Иванов А.Н. // Сборник трудов X Евразийского симпозиума конференции «EURASTRENCOLD». – 2022. – С.233-237

Актуальной задачей в получении полимерных композитных материалов является повышение упруго-прочностных свойств за счет добавления различных модификаторов, применение различных полимерных матриц и рецептур, изменения армирующих наполнителей и их совмещения. Последний способ вызывает наибольший интерес. Как показал литературный анализ современных научных работ, при данном способе наблюдается синергетический эффект повышения прочности материала и надежности при различных типах нагрузки. В данной работе представлены сравнительные результаты испытаний на растяжение и изгиб исходных гибридных, чистых и модифицированных базальто-, стекло- и углепластиков. Совмещение базальтовых и стекловолокон с углеволокном, обладающий высокой жесткостью, позволило повысить предел прочности на растяжение до 9,5% и 9,3% соответственно, на изгиб - 39,5% и 2,6% соответственно.

### **1.3.4. СРАВНЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОРОЗОСТОЙКИХ ЭЛАСТМЕРОВ АРМИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНЬЮ**

Марков А.Е., Копырин М.М., Дьяконов А.А. // Сборник трудов X Евразийского симпозиума конференции «EURASTRENCOLD». – 2022. – С.305-309

Актуальной задачей в материаловедении при получении композитных эластомеров является применение высокомодульных волокон, обладающих повышенными технологическими и эксплуатационными свойствами. Наиболее широко известным армирующим наполнителем является базальтоволокно. Наряду с применением такого наполнителя встает вопрос о повышении сцепления его с резиновой матрицей. В работе приводится способ по повышению адгезии между адгезивом и субстратом за счет поверхностной обработки армирующих тканей резиновой смесью, предварительно растворенной в фенилметане (толуол). Полученный материал исследовали на упруго-прочностные свойства, где износостойкость уменьшилась на 12%, твердость увеличилась на 5%. Также было проведено исследование микроструктуры низкотемпературных сколов и испытанных образцов. По результатам проведенных испытаний на растяжение наблюдается общая тенденция по повышению значений пределов прочности в 1,3 раза и снижению показателей относительного удлинения до 2 раз. В ходе испытания на расслоение, данный материал показал повышение на 16,4%.

### **1.3.5. СОЗДАНИЕ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ "СОСТАВ-СТРУКТУРА-ТЕХНОЛОГИЯ" ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Кычкин А.А., Кычкин А.К., Туисов А.Г. // Сборник трудов X Евразийского симпозиума конференции «EURASTRENCOLD». – 2022. – С.250-257

Композиционные полимерные материалы представляют собой материалы с проектируемыми и заданными свойствами для применения в различных эксплуатационных условиях и сред работы материала. Для получения определённых свойств КМ используют различные методы его изготовления и составы компонентов. Одним из современных направлений развития КМ является изготовление с комбинированием различными многослойными волокнистыми материалами для оптимальной анизотропной структуры получаемого материала. Для получения повышенных физико-механических и технологических свойств, получаемого КМ, были определены компоненты композита, технология изготовления и способы модификации связующего. В данной статье обосновано получение гибридного КМ методом инфузии для дальнейшего проведения климатических испытаний и исследования влияния различных эксплуатационных сред на характеристики КМ и пополнения банка данных для создания материалов, используемых в условиях Севера и Арктики.

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

### **2.1. ЭНЕРГИЯ И АМПЛИТУДА КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ АТОМОВ УГЛЕРОДА В АЛМАЗЕ**

Неустроев С.А. // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2022. – Т.27, №4. – С.559-562

В гексагональной анаморфозе алмаз, как и кубический углерод *C-C*, можно представить в виде гексагональной призмы с базовыми плоскостями - шестиугольниками, в центрах и углах которых находятся атомы углерода. Исходя из факта сохранения межатомного расстояния связи *C-C* во многих химических соединениях, в частности в этане, можно допустить, что в алмазе межатомное расстояние связей атомов *C-C* и расположения лигандов также сохраняются. В алмазе при неизменном радиусе сферы атома углерода существенно изменился его заряд, но радиус распространения потенциала в пространстве сохранился. В работе рассмотрено строение ячейки алмаза в гексагональной анаморфозе. Выявлены энергетические параметры крутильных колебаний - энергии и амплитуды - кристалла алмаза с плотнейшей кубической упаковкой. При определении энергии крутильных колебаний атомов углерода в алмазе использована модель этана. Установлено, что избыток энергии крутильных колебаний служит активатором образующейся связи *C-C*.

## **2.2. МОДЕЛИРОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА НА НАНОЧАСТИЦАХ НИКЕЛЯ И ПЛАТИНЫ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ГРАФИТОВОЙ ПОДЛОЖКЕ С РАЗЛИЧНЫМИ ДЕФЕКТАМИ**

Дошликова Н.В., Озерин С.А., Доронин С.В. // Химическая физика. – 2022. – Т.41, №6. – С.72-79

С помощью моделирования в рамках теории функционала плотности адсорбции атомарных кислорода и водорода на поверхности наночастиц никеля и платины на подложках графита с различными дефектами были рассчитаны энергии связи адатомов и изменения плотности состояний атомов металла при взаимодействии с адатомами. Установлено, что при адсорбции кислорода на вершине кластера металла плотность состояний снижается больше, чем при его адсорбции на границе кластера металла и подложки графита. Для адсорбции водорода подобных зависимостей не выявлено. Продемонстрировано, что влияние одноатомных дефектов подложки незначительно при адсорбции обоих типов адатомов.

## **2.3. ИНТЕРКАЛИРОВАННЫЕ АТОМАМИ МЕТАЛЛОВ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ С ПРИМЕСНЫМИ АТОМАМИ БОРА, КАК БАЗИС ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОПРОВОДОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Борознин С.В., Запороцкова И.В., Запороцков П.А. // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. – 2022. – Т.25, №2. – С.137-145

Углеродные нанотрубки являются одним из востребованных в настоящее время материалов нанотехнологии. Но вопрос управления их физико-химическими свойствами, в частности, для создания нанопроводов путем интеркалирования в них металлических атомов, до сих пор окончательно не изучен. При этом существует эффективный способ контроля электронно-энергетических характеристик - введение примесных атомов. Наиболее эффективным среди данного класса замещающих элементов оказывается бор. Поэтому целью данной статьи является изучение возможности внутреннего заполнения углеродных нанотрубок с примесными атомами бора различными атомами металлов и определение роли его концентрации на происходящие при этом явления. С применением теории функционала плотности был проведен модельный эксперимент по внедрению в полость нанотрубки атомов алюминия, а также щелочных металлов - лития, натрия и калия. Модельный эксперимент показал, что во всех случаях имеет место образование стабильного адсорбционного комплекса, который может считаться моделью нанопровода при множественном заполнении атомами, между нанотрубкой и атомами металла.

## **2.4. ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ АКТИВАЦИОННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ОБЛУЧЕННОМ ГРАФИТЕ**

Павлюк А.О., Котляревский С.Г., Кан Р.И. // Известия Вузов. Физика. – 2022. – Т.65, №5 (774). – С.63-72

Представлены результаты анализа пространственного распределения ключевых для вывода из эксплуатации уран-графитовых реакторов (УГР) радионуклидов  $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$  и  $^{60}\text{Co}$  в графитовых кладках и отдельных графитовых блоках. Исследования проведены на остановленном ПУГР АДЭ-5 АО «ОДЦ УГР», на котором организован доступ к графитовой кладке с возможностью извлечения отдельных графитовых блоков. По результатам детального экспериментального исследования извлеченных в 2018 г. графитовых блоков были предложены новые интерпретации некоторых особенностей пространственного распределения радионуклидов в графите УГР.

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

### **3.1. АВТОЭМИССИОННЫЕ НАНОЭМИТТЕРЫ НА БАЗЕ Т-КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И КОВАЛЕНТНО СВЯЗАННЫХ С НИМИ ГРАФЕНОВЫХ ЗИГЗАГ-НАНОЛЕНТ**

Глухова О.Е., Слепченков М.М. // Радиотехника и электроника. – 2022. – Т.67, №10. – С. 1015-1022

С помощью квантово-механических подходов исследованы электронные и электрофизические свойства Т-контактных соединений на основе тонких хиральных одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) и графеновой зигзаг-наноленты с позиции их применения в качестве автоэмиссионных наноэмиттеров лезвийного типа с атомарной толщиной эмитирующего лезвия. Установлен факт резкого уменьшения контактного электрического сопротивления на 87% для исследуемого трехполюсника (Т-контакта) со стороны двух контактов, в качестве которых выступают полубесконечные ОУНТ. Сопротивление графеновой зигзаг-наноленты, подключаемой перпендикулярно контактам из ОУНТ в составе трехполюсника, сравнимо с сопротивлением самой наноленты и составляет ~3.3 кОм. Показано, что ковалентные связи графеновых лент с нанотрубками предопределяют большую прочность на разрыв в сильных электрических полях, что обеспечивает целостность атомной структуры даже в электрических полях напряженностью  $\sim 1.5 \times 10^8$  В/нм. Выявлено, что механическая сила электрического поля, составляющая 23...36 нН, вызывает периодические деформации атомного каркаса с частотой ~1.25 ТГц.

### **3.2. ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ СЕТИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ОКСИДА ГРАФЕНА, СФОРМИРОВАННЫЕ ЛАЗЕРОМ**

Куксин А.В., Герасименко А.Ю.// Наноиндустрия. – 2022. – Т.15, №S8-1 (113). – С.154-159

Разработана технология формирования электропроводящих сетей из одностенных (ОУНТ) и многостенных (МУНТ) углеродных нанотрубок и восстановленного оксида графена (ОГ) на кремниевой подложке. Сети формировались в результате наносварки частиц оксида графена и нанотрубок под воздействием лазерного излучения. Исследованы структурные характеристики, твердость и электропроводность полученных сетей.

### **3.3. ДЕКОРИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: ПЕРВОПРИНЦИПНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОРБЦИИ ВОДОРОДА**

Аникина Е.В., Бескачко В.П. // Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции». – 2022. – С.12

Углеродные нанотрубки (УНТ) уже давно исследуются как возможный материал для водородных хранилищ во многом благодаря своей высокой удельной поверхности и прочности. Ранее уже было показано, что на чистых бездефектных трубках возможно достижение интервала энергий связи водорода (200-600 мэВ/Н<sub>2</sub>), необходимого для осуществления энергетически выгодных сорбционных-десорбционных циклов, только в случае внутренней сорбции на узких трубках. Однако в этом случае из-за стерических ограничений невозможно достигнуть приемлемой водородной емкости, которая внутри УНТ(5,5) не составляет и 1 масс. % (при требуемых 6,5 масс. %).

### **3.4. ВЛИЯНИЕ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОЦЕСС ОСАДКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ**

Тохметова А.Б., Албагачиев А.Ю., Скрипник С.В. // Труды XIV Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению». – 2022. – С.271-274

Представлены экспериментальные исследования процесса осадки цилиндрической заготовки со смазочными композициями, содержащими углеродные наноматериалы. Проведенные испытания позволили определить влияние углеродных наноматериалов на коэффициент трения.

### **3.5. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛАСТОМЕРОВ**

Королев П.В., Шилов М.А. // Труды XIV Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению». – 2022. – С.166-169

В работе представлены результаты по определению влияния пространственной организации, концентрации и ориентации углеродных наноструктур (УНС) на триботехнические и физико-механические характеристики эластомеров на основе каучуков СКИ-3. Показано, что лучшими характеристиками обладают резины с многостенными углеродными нанотрубками (МУНТ) в концентрации 0,5 мас. % с ориентацией перпендикулярной воздействию.

### **3.6. ЗАВИСИМОСТЬ СТЕПЕНИ УСИЛЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ "ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТ - ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ" ОТ СТРУКТУРЫ НАНОПОЛНИТЕЛЯ**

Магомедов Гас.М., Долбин И.В., Давыдова В.В. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2022. – Т.18, №4 (208). – С.180-183

На примере нанокompозитов, образованных из полиметилметакрилата и углеродных нанотрубок, показано, что функционализация нанополнителя изменяет структуру углеродных нанотрубок и увеличивает радиус их кольцеобразных формирований. Приведены теоретические

и экспериментальные данные, подтверждающие, что при этом значительно повышаются уровень межфазной адгезии в нанокompозитах и эффективность переноса приложенного механического напряжения между полимерной матрицей и нанонаполнителем.

### 3.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАЛЫХ КОЛИЧЕСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТРИЭТАНОЛАМИНОМ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЕН

Власов Р.Р., Рябова Д.И., Краснов О.В. // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2022. - №5. – С.66-70

Исследовано влияние малых количеств модифицированных триэтаноламином многослойных углеродных нанотрубок (ТЭОА-МУНТ) (от 0,005 до 0,1 %) на физико-механические свойства полиуретановых композиционных пен. Оценено влияние данных добавок на структуру получаемого материала, изменение его прочности на сжатие и модуля Юнга. На основании полученных результатов, добавка малых количеств (до 0,05 %) функционализированных триэтаноламином многослойных углеродных нанотрубок эффективно уменьшает средний размер ячеек нанокompозиционных полиуретановых пен, что приводит к улучшению их физико-механических свойств.

### 3.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ/ПОЛИМЕР ДЛЯ ОБОГРЕВА ВОЗДУХА

Щегольков А.В., Тулупов К.И., Щегольков А.В. // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2022. – Т.9, №3-4. – С.47-52

Энергоэффективные технологии электронагрева связаны с применением новых материалов с эффектом саморегулирования температуры. Использование полимерных матриц и проводящих добавок является эффективным подходом для реализации элементной базы нагревательных материалов. Полимерные материалы обладают химической устойчивостью к изменению условий эксплуатации (антикоррозионная стойкость), высокой гибкостью, которая позволяет применять их для нагрева сложных объектов, а также наилучшим сочетанием массогабаритных характеристик, позволяющие создавать системы электронагрева, которые расширяют потенциальные возможности систем электронагрева. Эти и другие преимущества делают полимерные электронагреватели привлекательными по сравнению с металлическими и другими существующими аналогами. В работе получены нагревательные полимерные элементы с добавлением углеродных наноструктур (УНТ) для электронагревательных модулей. Для этого разработана конструкция электронагревательного модуля с тремя нагревательными элементами на основе полимера модифицированного УНТ. Исследована динамика нагрева полимерных элементов, экспериментально исследованы температурные поля.

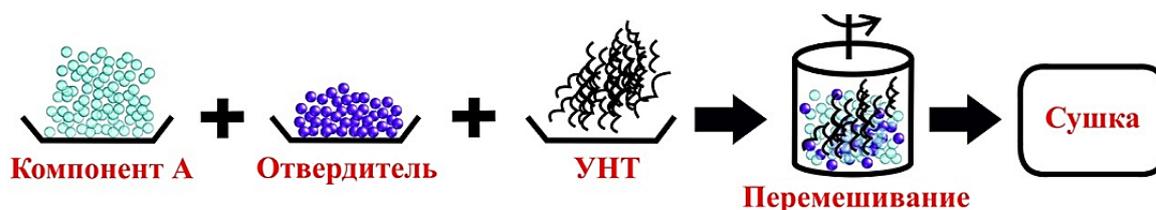


Рис. 1. Методика получения полимерных нагревательных элементов, модифицированных углеродными нанотрубками.

#### **4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ**

##### **4.1. СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕЗОПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ПРИРОДНОГО ШУНГИТА**

Сухина Н.С., Ходос И.И., Зверькова И.И. // Неорганические материалы. – 2022. – Т.58, №10. – С.1151-1159

Получен новый углеродный сорбент из природного шунгита путем удаления из него неуглеродных компонентов. Исследованы сорбционные свойства этого материала по отношению к ионам тяжелых металлов и катионного красителя – метиленового синего. Показано, что сорбент обладает высокой адсорбционной способностью по отношению к ионам тяжелых металлов (247 мг/г) и катионным красителям (120 мг/г) и может использоваться для очистки от них водных растворов.

##### **4.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФТОРСОДЕРЖАЩЕГО ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА НА ТРИБОХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАФИТА В УЗЛАХ ТРЕНИЯ**

Балькова Т.И., Пикина А.М., Лапсарь О.М. // Труды XIV Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению». – 2022. – С.29-31

В работе предложена технология изготовления гидрофобного пористого графита, путем пропитки фторсодержащим поверхностно - активным веществом. Приведены данные трибологических испытаний масла И-20А, а также смазочных композиций на основе масла И-20А с пропитанным и непропитанным графитом. Показано, что при испытаниях по схеме «колодка - ролик» наблюдается понижение скорости изнашивания, момента силы трения и коэффициента силы трения при использовании композиции с пропитанным графитом.

##### **4.3. ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИТОВ**

Леванцевич М.А., Максимченко Н.Н., Пилипчук Е.В. // Актуальные вопросы машиноведения. – 2022. – Т.11. – С.277-279

Проведены исследования по сравнительной оценке триботехнических свойств покрытий, сформированных методом деформационного плакирования гибким инструментом (ДПГИ) из композиционных материалов, полученных путем спекания смесей порошка меди М1, легированного порошками олова, свинца, графита, дисульфида молибдена, алмазнографитной шихты УДАГ. Установлено, что для формирования методом ДПГИ покрытий, работающих в условиях трения без смазки и при удельной нагрузке 35 МПа, предпочтительно использовать порошковые композиционные материалы-доноры на основе меди и свинца (до 10 масс.%) или меди и УДАГ (до 1 масс.%). Пары трения с образцами с покрытием из этих материалов-доноров обеспечивают стабильный установившийся режим трения, с коэффициентом трения 0,16-0,19, при этом весовой износ образца и индентора в указанных парах трения практически отсутствует.

#### 4.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОЛОКНОАМИРОВАННЫХ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Панова М.О., Буяев Д.И., Шапошникова В.В. // Труды XIV Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению». – 2022. – С.234-236

В работе исследованы трибологические и физико-механические свойства композитов на основе резольных фенолформальдегидной и фенол-фталеинформальдегидной смол, армированных волокнами различной химической природы: углеродными и полиоксадиазольными. Показано, что наличие фталидного цикла в структуре смолы позволяет повысить удельную ударную вязкость композитов. Наблюдается снижение износа и стабилизация коэффициента трения композитов на основе модифицированного фенолформальдегидного полимера, при этом формируется более твердый поверхностный слой как при прессовании, так и при трении. Методом оптической микроскопии показана структура поверхности после трения для исследованных композитов.

#### 4.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ СТРУКТУРАМИ

Борисова В.А. // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. - №1. – С.161-173

Рассмотрены способы и методики модификации эпоксидных составов углеродными структурами, изучены способы создания модифицированных компаундов. Приведены результаты исследований эксплуатационных характеристик и термической стабильности полимерных композитов, матрицу которых представляют эпоксидные смолы, модифицированные различными по физико-механическим характеристикам углеродными структурами. Выполнен аналитический обзор литературных источников, посвященных снижению пожарной опасности материалов, применяемых в транспортной отрасли, изучены способы и методы получения огнестойких композитов. Проведено экспериментальное исследование влияния модификаторов на основе углеродных структур: углеродных нанотрубок, графита и астралена. По результатам экспериментального исследования получено, что модификация эпоксидной матрицы композита путем введения углеродных наполнителей при помощи ультразвуковой обработки способствует повышению термической стабильности. Были получены образцы трехфазного ПКМ – аппретированной эпоксидной смолой стеклоткани, а также образцы модифицированной эпоксидной матрицы (Рис.)

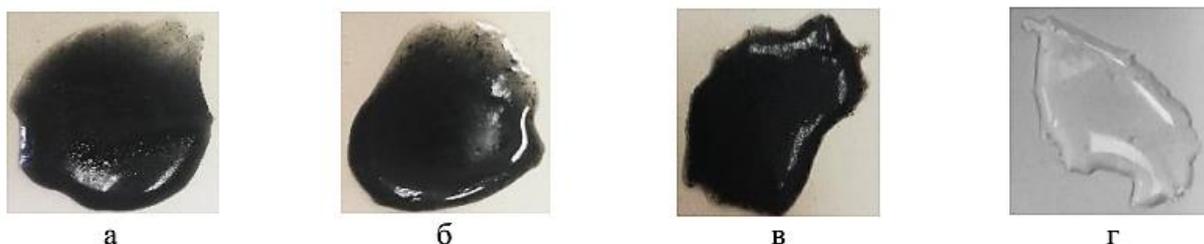


Рис. 3. Образцы модифицированной ЭС с добавлением: а – астралена; б – УНТ; в – графита; г – контрольный образец

#### 4.6. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ПЛЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ АЭРОЗОЛЬНОГО РАСПЫЛЕНИЯ РАСТВОРОВ КОЛЛОИДНОГО ГРАФИТА

Хамдохов З.М., Маргушев З.Ч., Калажоков З.Х. // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2022. – Т.27, №5. – С.581-590

Широкое применение углеродных наноструктур, имеющих низкую работу выхода электрона, для изготовления автоэмиссионных катодов ограничивает использование дорогостоящих материалов и оборудования. Научный и практический интерес представляет исследование структуры и состава автоэмиссионных сред, полученных аэрозольным распылением растворов коллоидного графита. В работе методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и комбинационного рассеяния света изучен состав пленок, полученных с помощью аэрозольного распыления растворов коллоидного графита марок *Graphite* 33 и КГР-1700. Показано, что в исследуемых пленках образуются слабосвязанные чешуйки многослойного графена и функциональные группы  $C=O$ ,  $C-H$  и  $C-OH$ . Установлено, что в пленках КГР-1700 образование этих групп проявляется в большей степени.

#### 4.7. ТВЕРДЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ПОКРЫТИЯ-ОРИЕНТАНТЫ КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СМАЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ ГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ

Большаков А.Н. // Труды XIV Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению». – 2022. – С.57-60

Исследовано влияние состава углеродных покрытий-ориентантов на способность повышения антифрикционных и противоизносных свойств смазочных материалов при трении в режиме граничной смазки. Показано, что антифрикционные свойства смазочных сред, содержащих серу, значительно повышаются при трении стали по покрытиям, легированным вольфрамом и молибденем.

#### 4.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТОРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРИСТЫХ КОМПОЗИТОВ С $SiC$ ЧАСТИЦАМИ КАК МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Пашкин Е.А., Кислинская А., Цыганков П.Ю. // Успехи в химии и химической технологии. – 2022. – Т.36, №2 (251). – С.96-98

В данной статье представлены результаты электрохимических исследований микрочастиц пористых углеродных аэрогелей с внедренными  $SiC$  частицами, графита и частиц кремнеграфита ( $SiC$ ) как материалов для анода литий-ионных аккумуляторов. Были проведены сравнения таких характеристик, как токовый КПД, ёмкость и напряжение данных материалов. Результаты исследований электрохимических характеристик показали, что микрочастицы углеродного аэрогеля с внедренными  $SiC$  частицами обладают значительно большей ёмкостью (556,60 мАч/г), чем графит (511,15 мАч/г), но меньшей, чем  $SiC$  частицы. Значение токового КПД для пористых углеродных аэрогелей с внедренными  $SiC$  частицами (97,52%) является наибольшим среди трёх материалов, для графита оно составляет 96,38 %, а для  $SiC$  частиц 80,55%. Таблица. *Поверхностное сопротивление электродов, изготовленных из различных анодных материалов*

Материал	Сопротивление, Ом/кв
Графит	1
Кремнеграфит	20
Графит + $SiC$ -аэрогель (50:50)	2,8

*Поверхностное сопротивление электродов, изготовленных из различных анодных материалов*

#### 4.9. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ АДГЕЗИВНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ ВАКУУМПЛОТНОЙ КЕРАМИКИ И МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ГРАФИТА

Цепкова А.Р., Сенина М.О. // Успехи в химии и химической технологии. – 2022. – Т.36, №2 (251). – С.142-143

В работе приведены результаты исследования, направленные на получение высокотемпературной адгезивной композиции из вакуумплотной керамики марки ВК94-2 с мелкозернистым графитом марки МПГ-7. Адгезивная композиция склеивается при температуре



1 – графитовый стержень; 2 – наконечник; 3 – керамическая трубка; 4 – опоры.

210<sup>0</sup>С. Адгезив состоит из мелкозернового наполнителя углерода в силикатной основе, содержащей пирогенный оксид кремния и вспомогательного вещества ОП-10, взятых в определенных соотношениях. Рис. *Схема нагружения при испытании на трехточечный изгиб*

#### 4.10. УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТЕПЛОАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ ЛАМП БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ И КЛИСТРОНОВ (ОБЗОР)

Шестеркин В.И., Крачковская Т.М., Шалаев П.Д. // Радиотехника и электроника. – 2022. – Т.67, №10. – С.946-954

Представлены результаты исследований, проведенных в АО “НПП “Алмаз” за последние 10 лет по применению и перспективам использования углеродных материалов в теплонагруженных узлах ламп бегущей волны и клистронов.

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

#### 5.1. МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

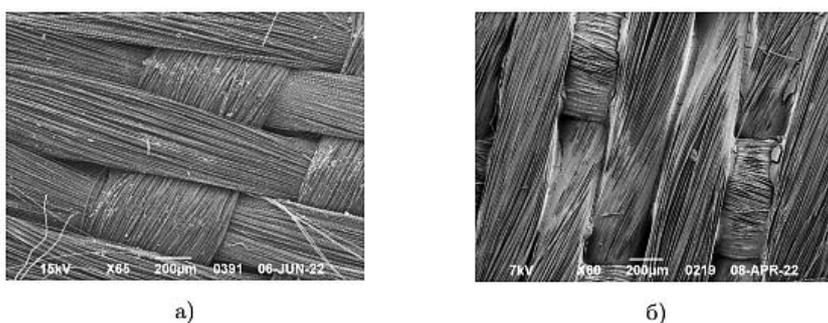
Земцова Н.В., Скоморохова А.И., Алексенцев Д.С. // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2022. – Т.9, №1-2. – С.77-82

Развитие всех отраслей машиностроения тесно связано с поиском новых методов проектирования и изготовления изделий, обладающих высокими функциональными показателями. В этой связи актуальны исследования и разработка в области получения новых композиционных материалов, которые зачастую обладают уникальными эксплуатационными характеристиками. Среди наиболее перспективных подходов к созданию композитов можно выделить аддитивные технологии, в настоящее время получившие широкое распространение ввиду удобства и гибкости производства. В статье рассматриваются различные подходы к созданию композиционных материалов. Предложено создавать электронагреватели на основе эластомеров, модифицированных углеродными нанотрубками, для внедрения в устройство 3D-принтера с целью повышения качества напечатанных изделий.

## 5.2. ВОЛОКНИСТЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ФТОРПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Марценюк В.В., Пименова А.В., Пяташева Д.В. // Промышленные процессы и технологии. – 2022. – Т.2, №4. – С.66-75

Разработаны углерод-фторопластовые композиты волокнистой структуры на основе углеродной ткани и фторполимерных матриц. Такие композиты могут быть использованы в качестве газодиффузионных подложек для водородных топливных элементов. Проведено сравнение свойств углерод-фторопластовых композитов с характеристиками аналогов, в том числе, углерод-углеродных композитов. Показано, что способ получения волокнистых композитов с фторполимерными матрицами является более технологичным за счет меньшего количества этапов и отсутствия стадий высокотемпературной термообработки. По комплексу характеристик, предъявляемых к газодиффузионным подложкам, разработанные углерод-фторопластовые композиты не уступают промышленно-выпускаемым аналогам. Методом сканирующей электронной микроскопии исследована морфология композитов. Показано, что выбранный метод нанесения и условия термообработки фторполимеров позволяют получить однородное распределение матрицы в композите и равномерную гидрофобную поверхность с краевым углом смачивания более  $130^\circ$ . Приведено описание эффекта повышения пористости композитов при введении фторопластовых матриц в количестве до 10 масс. %.



а) б)  
Рисунок 4 — Фотографии поверхности углеродных волокон в композитах на тканой основе с содержанием Ф-4Д 5 масс. % (а) и 30 масс. % (б)

## 5.3. САМОРЕГУЛИРУЮЩИЕСЯ И ТРУДНОГОРЮЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Гальченко А.Г., Хакулова Д.М., Терешенков А.В. // Каучук и резина. – 2022. – Т.81, №5. – С.252-256

Разработаны и исследованы полимерные композиционные материалы (ПКМ) для кабельных изделий с эффектом саморегуляции, которые состоят из токопроводящих металлических жил, нагревательной полимерной матрицы (ПМ), изоляционного материала (ИМ) и оболочки (ОБ). Для изготовления ПМ, ИМ и ОБ использовали полиэтилен (ПЭ) марки ПЭ2НТ22-12 (ПАО «КазаньОргСинтез»), а также сополимер винилидена и тетрафторэтилена марки Ф-2М (ПВДФ). Разработаны и исследованы полимерные композиционные материалы (ПКМ) для кабельных изделий с эффектом саморегуляции, которые состоят из токопроводящих металлических жил, нагревательной полимерной матрицы (ПМ), изоляционного материала (ИМ) и оболочки (ОБ). Для изготовления ПМ, ИМ и ОБ использовали полиэтилен (ПЭ) марки ПЭ2НТ22-12 (ПАО «КазаньОргСинтез»), а также сополимер винилидена и тетрафторэтилена марки Ф-2М (ПВДФ). Полупроводящие свойства ПКМ создавали применением в качестве наполнителя технического углерода (ТУ), а также добавлением углеродных нанотрубок (УНТ) «Таунит-М».

#### 5.4. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ

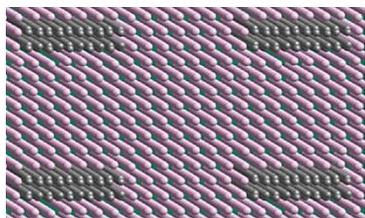
Кузнецов Д.Н., Липкин В.М., Москалев Ю.Г. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2022. - №2 (214). – С.85-92

Изучены возможности композиционных покрытий никель традиционный порошок никеля и графитовой фольги, содержащей высокопористые частицы терморасширенного и окисленного графита. Установлено, что композиционный электрод никелевое покрытие - порошок никеля-гидроксид никеля является перспективным как для электрохимических конденсаторов с удельной конденсаторной емкостью до 1300 Ф/г, так и для щелочных аккумуляторов с удельной емкостью 219 мАч/г. Высокие удельные характеристики достигаются при содержании дисперсной фазы в композиционном покрытии 0,3-5,0 %, при этом содержание гидроксида никеля составляет 0,005-0,070 г/см<sup>2</sup>. Основой для нанесения гидроксида никеля служит графитовая фольга, позволяющая получить удельную конденсаторную емкость более 2000 Ф/г и удельную фарадеевскую емкость 229 мАч/г. Высокие удельные характеристики материала получены благодаря оксиду графита, обеспечивающего частично химическое окисление гидроксида никеля. Электрод на основе графитовой фольги не подвержен саморазряду вследствие высокой адсорбционной способности по отношению к кислороду, поддерживающему химическое окисление гидроксида никеля при хранении.

#### 5.5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЯ, УСИЛЕННОГО СВЕРХТОНКИМИ АЛМАЗНЫМИ ПЛЕНКАМИ (ДИАМАНТОМ): АВ ИНИТИО ИССЛЕДОВАНИЕ

Степанова Х.С., Ларионов К.В., Сорокин П.Б. // Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции». – 2022. – С.161-162

Изучение стабильности и механических характеристик композиционных материалов на основе ряда лёгких металлов (напр. *Al*, *Mg*) и сверхтонких алмазных плёнок (алмазанов) актуально как в научном, так и в техническом плане. Высокие значения констант упругости алмазана делают его перспективным кандидатом для использования в качестве наполнителя в композиционных материалах на основе металлов. В настоящей работе исследовались



механические свойства нанокompозита, полученного путем армирования алюминиевой матрицы алмазными нанолентами. Рассмотрен случай равномерного распределения нанолент в матрице *Al* в предположении, что такая конфигурация приведет к максимальному повышению механических характеристик. Рис. *Атомная структура композита алюминий/алмазан. Атомы алюминия и углерода показаны розовым и серым цветами, соответственно*

#### 5.6. ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОЙ И ПЛАСТИЧНОЙ МАТРИЦ НА ПРЕДЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ И МЕХАНИЗМЫ РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УДАРЕ И В СТАТИКЕ

Крылов И.К., Корнеева Н.В., Кудинов В.В. // Перспективные материалы. – 2022. - №10. – С.64-82

Разработан универсальный метод “Разрыв при Ударе и в Статике” (РУС) для экспериментального определения предельных прочностных свойств полимерных композиционных материалов на основе многофиламентных нанокристаллических сверхвысокомолекулярных полиэтиленовых (СВМПЭ) волокон, отличающийся способом крепления образца в испытательной машине. Метод осуществляется с помощью единого РУС-образца с промежуточной матрицей на концах и оснастки для его крепления к платформам испытательных машин. Образец представляет собой круглый композитный стержень, скомпонованный из исследуемых волокон и матриц, который удерживается в оснастке дополнительной матрицей, неподвижно фиксирующей его при различных скоростях нагружения. Методом РУС исследованы свойства и механизмы разрушения при ударе и в статике анизотропных полимерных и гибридных композиционных материалов (ПКМ и ГКМ) на основе пластичных и жёстких матриц, упрочнённых гибридными волокнами из углеродных, арамидных и СВМПЭ-волокон, активированных неравновесной низкотемпературной плазмой.

### **5.7. ВАРИАНТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Егорова М.А., Вагнер В.И., Климова Н.С. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. - №3 (399). – С.185-191

В статье рассматривается вариант математического моделирования эксплуатационных процессов полимерных текстильных материалов, на основе которого можно проводить прогнозирование указанных процессов этих материалов любой степени сложности - от процессов простой релаксации и простой ползучести до сложных деформационно-восстановительных процессов и процессов обратной релаксации с чередованием нагрузки и разгрузений.

### **5.8. ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТОВЫХ ДЕФЕКТОВ В СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗАХ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОПО-ТОМОГРАФИИ**

Анисимов Н.П., Золотов Д.А., Бузмаков А.В. // Успехи в химии и химической технологии. – 2022. – Т.36, №7 (256). – С.19-20

В работе с применением лабораторного источника рентгеновского излучения исследовались синтетические монокристаллы алмаза кубооктаэдрического габитуса, выращенные методом НРНТ вблизи линии равновесия алмаз-графит. Получены двумерные и трехмерные дифракционные изображения в геометрии Лауэ пучков ростовых дислокаций. Проведен качественный анализ расположения таких линейных дефектов.

## **6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА**

### **6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ДИОКСИДА ТИТАНА И УГЛЕРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ**

Гостева Е.А., Агасиева С.В., Белик К.Д. // Нанотехнологии: Разработка, применение - XXI Век. – 2022. – Т.14, №3. – С.39-46

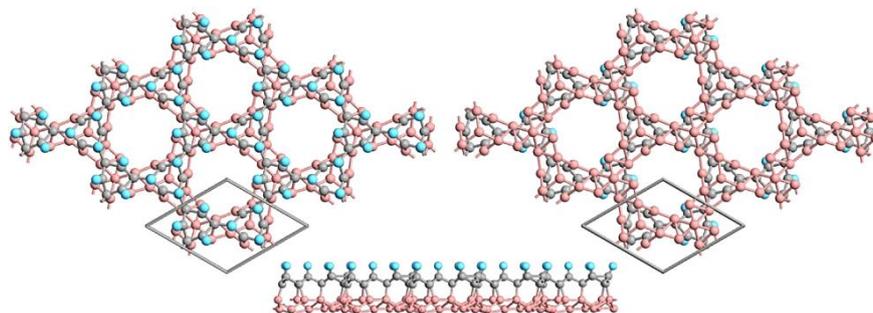
Неточности в определении острой токсичности различных наночастиц препятствуют анализу их опасности для живых организмов. Эти неточности проявляются в недостаточно широкой показательности значений среднелетальной концентрации (LD50) и полумаксимальной эффективности (EC50) частиц в отдельных случаях, а также в отсутствие нормативных документов, позволяющих определить класс опасности исследуемых веществ. Цель работы - составление собственной классификации острой токсичности, учитывающей большую выборку статей, по трем выбранным веществам: наночастицам серебра, диоксида титана и углерода, а также оценка полученных значений в рамках актуальности их использования. Найдено необходимое количество результатов исследований, в которых были приведены значения среднелетальной концентрации (LD50) и полумаксимальной эффективности (EC50) для наночастиц серебра, диоксида титана и углерода.

## 7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

### 7. СТАБИЛИЗИРУЯ ПОРЫ

М. Маслов / ПерсТ™ . – 2022. – Т.29, №12 // *A.Kochaev et al., Mater. Today Nano 20, 100247 (2022)*

В работе российские исследователи из Москвы и Ульяновска задались вопросом стабилизации пористой гетероструктуры, построенной из сращенных листов графена и борофена (см. рис.). Напомним, что борофен, как и графен относится к классу двумерных кристаллов, однако состоит исключительно из атомов бора. Если в бислое борофен-графен присутствуют отверстия-поры, то такой материал, по мнению, исследователей сможет найти применение в качестве анодов или катодов в батареях, а изготовленные из него мембраны с высокой селективностью и проницаемостью в отношении определенных частиц станут основой высокопроизводительных эффективных фильтров. Кроме того, в пользу скорого применения пористого бислоя свидетельствует недавний синтез самого композита борофен-графен, а создание в нем пор уже доступно возможностям современных нанотехнологий, например, при помощи ультразвука в комбинации с шаровыми мельницами. Однако несовершенство технологических процессов изготовления может привести к разрушению или существенной перестройке атомной конфигурации материала, что отрицательно скажется на его характеристиках. Решением, по мнению авторов, может стать пассивация атомарным водородом, что позволит стабилизировать подобные пористые двухслойные структуры без существенного изменения морфологии. Рис. *Схематическое представление пассивированного атомарным водородом пористого борофен-графена и элементарной ячейки этого бислоя. Предполагается, что осуществляется пассивация атомарным водородом “углеродной стороны”.* На рисунке изображена кристаллическая структура борофен-графена, которая представляет собой равновесную атомную конфигурацию, полученную в ходе процедуры геометрической оптимизации с использованием функционала PBE.

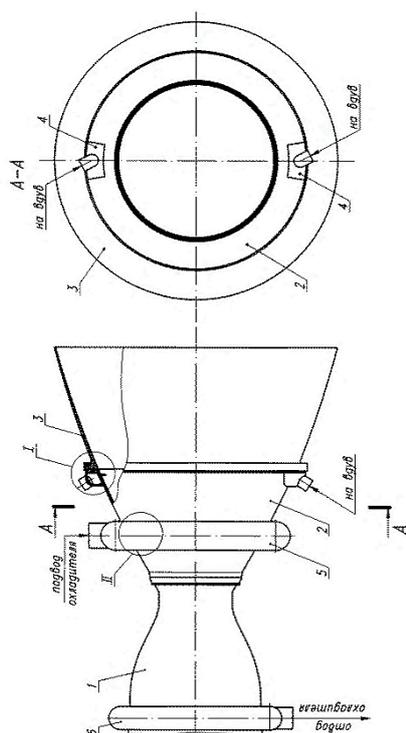


## 8. ПАТЕНТЫ

### КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### **1. КАМЕРА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ (ЖРД) С ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ УПРАВЛЕНИЯ ВЕКТОРОМ ТЯГИ И СОПЛОВЫМ НАСАДКОМ ИЗ УГЛЕРОД - УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА (УУКМ)**

Патент RU № 2786606 от 22.12.2022 года, З.№ 2022118494 от 06.07.2022 года.  
Патентообладатель Акционерное общество "Конструкторское бюро химавтоматики" (RU)-F02K 9/82, F02K 9/64



Фиг. 1

Изобретение относится к ракетным двигателям, в которых используется газодинамическое управление вектором тяги. Предложена камера ЖРД с газодинамическим способом управления вектором тяги и сопловым насадком, содержащая охлаждаемую сверхзвуковую часть с расположенными на ней секторами для подачи рабочего тела на вдув, неохлаждаемый насадок из углерод - углеродного композиционного материала (УУКМ), подводные и отводные коллекторы охладителя и секторы для подачи рабочего тела, в которой согласно изобретению секторы с отверстиями для подачи рабочего тела на вдув расположены в районе выходной части охлаждаемого сопла в месте соединения с насадком из УУКМ, а отверстия вдува выполнены в зоне утолщения ребер, периодически расположенных с ребрами без утолщения, и совместно с кольцевой канавкой обеспечивают обтекание охладителем выходной части сопла и места соединения с сопловым насадком, каналы охладителя сопловой части в районе расположения секторов вдува и между секторами вдува имеют общие подводной и отводной коллекторы.

Изобретение обеспечивает увеличение эффективности газодинамического управления вектором тяги, а также улучшение энергомассовых характеристик двигателя

#### **2. ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ С УСТРОЙСТВОМ БЕЗОПАСНОГО ЗАПУСКА РАКЕТ**

Патент RU № 2786885 от 26.12.2022 года, З.№ 2022126017 от 05.10.2022 года.  
Патентообладатель Публичное акционерное общество "Объединенная авиастроительная корпорация" (ПАО "ОАК") (RU)- B64C 30/00, F41F 3/06

Изобретение относится к авиационной технике, а именно к летательным аппаратам, применяющим в процессе выполнения боевой задачи ракеты с активным стартом. Летательный аппарат с устройством запуска ракет содержит корпус летательного аппарата с грузовым отсеком, в котором установлена по меньшей мере одна пусковая установка ракет. На пусковой установке установлено устройство отклонения струи газов факела ракетного двигателя, которое представляет собой ковшеобразную конструкцию и состоит

из металлического каркаса и трех вставок из углерод - углеродного композиционного материала, пропитанного кремнием, которые установлены наклонно по отношению к оси пусковой установки с образованием канала отклонения струи газов факела ракетного двигателя в сторону от грузового отсека летательного аппарата. Вставки закреплены на металлическом каркасе устройства отклонения струи газов факела ракетного двигателя при помощи болтов из углерод - углеродного композитного материала, пропитанного кремнием, болтов из нержавеющей стали и эпоксидного клея. В грузовом отсеке дополнительно установлены дюралевые зашивки, которые снижают объем грузового отсека и обеспечивают аэродинамическую профилировку, снижающую уровень виброакустических нагрузок на конструкцию самого летательного аппарата. Техническим результатом является обеспечение максимальной защиты от термодинамических, виброакустических и эрозионных воздействий факела ракетного двигателя элементов конструкции летательного аппарата.

### **3. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО РАЗРЯДА**

**Патент RU № 2786769 от 26.12.2022 года, З.№ 2022109462 от 08.04.2022 года.**  
Патентообладатель Крикотин Виктор Владимирович (RU), Свидунович Сергей Николаевич (RU)- В29В 13/08

Изобретение относится к области технологических процессов в химической промышленности, а именно к способам изготовления композитных материалов из волокон и матриц. Техническим результатом изобретения является повышение прочности адгезионного соединения армирующей составляющей и матрицы композитного материала, который достигается за счет того, что способ изготовления композитного материала с использованием плазменного разряда, включающий очистку и смачивание поверхности армирующей составляющей химическим раствором, затем размещают армирующую составляющую в камере плазменной установки, в которой предварительно откачивают воздух для создания низкого вакуума и вводят газовую составляющую, далее производят задание параметров плазмы на установке генерации плазмы, а затем непосредственно генерацию плазмы для обработки поверхности армирующей составляющей, после производят обработку плазмой армирующей составляющей внутри плазменной установки при обеспечении плазменного резонанса стоячей плазменной волны с целью очищения поверхности армирующей составляющей, раскрытия пор и создания свободных радикалов, при этом параллельно производят формирование матрицы, затем производят изготовление композитного материала путем нанесения подготовленной матрицы на обработанную плазмой поверхность армирующей составляющей и осуществляют обработку ультразвуковыми волнами, далее производят формовку полученного композитного материала и охлаждение изготовленного композитного материала

### **4. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРМИРОВАННОЙ ВОЛОКНОМ КОМПОЗИЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ**

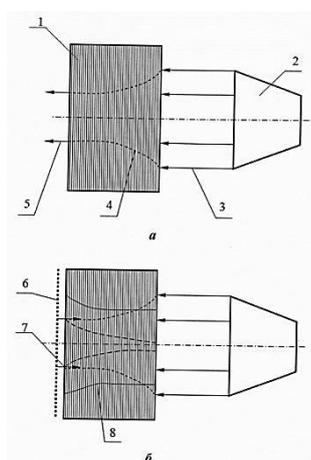
**Патент RU № 2787459 от 09.01.2023 года, З.№ 2021116418 от 07.06.2021 года.**  
Патентообладатель Акционерное общество "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология" им. А.Г. Ромашина" (RU) - В29С 70/44

Изобретение относится к способам изготовления высоконагруженных конструкций из полимерных композиционных материалов и может применяться в области авиастроения и

космической техники, а также в судостроении и др. Способ изготовления армированной волокнами композиционной структуры, включающий размещение сухой композиционной преформы на формующем элементе оснастки и упаковку их в вакуумный мешок с размещенными в нем входным каналом для поступления связующего и выходным каналом, соединенными вне вакуумного мешка переходным каналом, перекрытие переходного канала, подключение выходного канала к вакуум-насосу и подачу связующего в вакуумный мешок через входной канал, пропитку преформы связующим, открытие переходного канала после перекрытия входного канала, выравнивание давлений в преформе на участках входного и выходного каналов, отключение вакуум насоса, отверждение пропитанной связующим преформы и извлечение композиционной структуры из вакуумного мешка. Причем отключение вакуум-насоса проводят одновременно с перекрытием входного и выходного каналов. Техническим результатом заявленного изобретения является снижение материалоемкости способа изготовления деталей из композитного материала за счет сокращения расхода связующего, его энергозатратности вследствие отключения вакуум-насоса на стадии выравнивания давления по преформе.

## 5. СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ АРМИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент RU № 2787880 от 13.01.2023 года, З.№ 2021138179 от 21.12.2021 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А." (СГТУ имени Гагарина Ю.А.) (RU) -B29C 71/04



Изобретение относится к технологии изготовления армированных изделий, а именно к электрофизическому упрочнению окончательно сформированных изделий. Способ упрочнения армированных углеродным волокном полимерных материалов на основе эпоксидного связующего включает пропитку волокнистого наполнителя эпоксидным связующим, формообразование и отверждение заготовки при воздействии магнитного поля. Затем окончательное формообразование изделия и дополнительное воздействие на него после отверждения СВЧ-электромагнитным полем частотой 433-2450 МГц с подводимой мощностью излучения, исключающей нагрев изделия выше 35-40°C, в процессе которого сканируют пучностью электромагнитной волны по обрабатываемой поверхности, обеспечивая перекрытие пятна воздействия не менее чем на 50%, а суммарное время обработки в каждом пятне облучения поверхности составляет 1-2 мин. Перед началом СВЧ-воздействия на задней поверхности изделия размещают металлическую сетку. В процессе обработки излучающий рупор устанавливают в горизонтальной плоскости под таким углом к поверхности сетки, что отраженная электромагнитная волна, пройдя через обрабатываемый материал, проходит мимо плоскости его раскрытия.

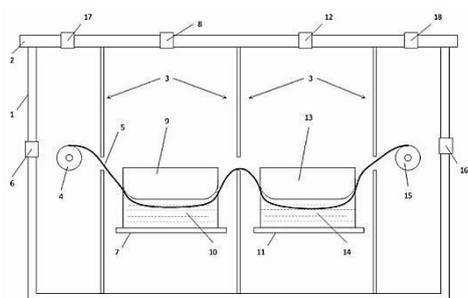
## 6. ПОЛИАМИДНАЯ КОМПОЗИЦИЯ

Патент RU № 2786104 от 16.12.2022 года, З.№ 2022121840 от 11.08.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва" (RU) -C08K 3/04

Изобретение относится к новым материалам, а именно к производству деталей машиностроительного назначения, например, подшипников скольжения, направляющих втулок, изделий для тормозной системы. Полиамидная композиция для производства изделий машиностроительного назначения, состоящая из компонентов, мас. %: молотое углеродное волокно 1-10, малеиновый ангидрид 0,5-1,0, стеклонаполненный полиамид 6.6 марки ZX-066 GF30G - остальное. Технический результат заключается в улучшении упруго-прочностных характеристик полиамидной композиции, а именно в увеличении прочности и модуля упругости при растяжении, а также в упрощении ее изготовления.

## 7. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент RU № 2786104 от 09.01.2023 года, З.№ 2022121048 от 02.08.2022 года. Патентообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Новосибирский национальный исследовательский государственный университет" (Новосибирский государственный университет, НГУ) (RU) -D01D 5/00



Изобретение относится к области углерод-карбидокремниевых материалов и может быть использовано для армирования композиционных материалов, используемых в авиакосмической технике. Способ включает непрерывные последовательные стадии в жидкой фазе путем протягивания углеродного нитевидного изделия, закрепленного на катушках, в двухзонном вакуумном реакторе, с получением карбидокремниевое волокна, содержащего нитевидный углеродный сердечник с нанесенным на него слоем аморфного карбида кремния и внешним слоем кристаллического кремния. Углеродное нитевидное изделие протягивают через первую зону нагрева реактора, содержащую эвтектический расплав кремния с теллуром, нагретый до температуры выше температуры ликвидуса расплава кремния с теллуром, предпочтительно до температуры 440°C, с формированием аморфного карбидокремниевое слоя на поверхности. Затем протягивают нитевидное углеродное изделие с нанесенным аморфным карбидокремниевым слоем через вторую зону нагрева реактора, содержащую расплав кремния с медью, при температуре ниже температуры ликвидуса расплава кремния с медью, предпочтительно при температуре 820°C, с формированием внешнего слоя кристаллического кремния. Изобретение позволяет при низкой энергоёмкости и низкой температуре синтеза получать карбидокремниевые волокна для армирования композиционных материалов, обладающие высокой прочностью и однородностью

## НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 8. КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА, СМЕСЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА, КОНСТРУКЦИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА И АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

Патент RU № 2787495 от 11.01.2023 года, З.№ 2021138411 от 30.06.2020 года. Международная заявка WO № 2021002369 от 07.01.2021 года. Патентообладатель ДАЙКИН ИНДАСТРИЗ, ЛТД. (JP), ЭмСиДи ТЕКНОЛОДЖИЗ С.А.Р.Л (LU) - H01M 4/13

Группа изобретений относится к композиции для электрохимического устройства, смеси положительного электрода, конструкции положительного электрода и аккумуляторной батарее. Композиция для электрохимического устройства включает одностенные углеродные нанотрубки, связующее и растворитель, при этом связующее содержит фторсодержащий сополимер, содержащий звено винилиденфторида и звено фторированного мономера, отличное от звена винилиденфторида, и содержание звена винилиденфторида во фторсодержащем сополимере составляет 50,0 мол.% или более относительно общего количества мономерных звеньев. Техническим результатом является устойчивость к увеличению вязкости электродной смеси даже спустя длительное время после приготовления, низкое сопротивление и превосходная адгезия к токоотводу, гибкость и отсутствие упругого возврата.

## **9. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ**

**Патент RU № 2786447 от 21.12.2022 года, З.№ 2021137081 от 15.12.2021 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ивановский государственный химико-технологический университет" (RU)- В01J 20/30

Изобретение относится к химической промышленности и может быть использовано для совершенствования мембранных и сорбционных технологий, в водоподготовке, при разработке технологий утилизации ионов тяжелых металлов из водных растворов и сточных вод различной природы. Представлен способ получения композиционного сорбента для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов, заключающийся в смешении раствора хитозана в 1 % уксусной кислоте с дисперсией армирующего материала в дистиллированной воде при массовом отношении армирующего материала и хитозана 1:10 – 1:2, интенсивном перемешивании, постепенном добавлении эпихлоргидрина в качестве сшивающего агента и перемешивании до его полного включения в реакционную смесь, последующем капельном введении приготовленной смеси в водный раствор триполифосфата натрия с концентрацией 0,05 М при перемешивании, выдерживании в нем образовавшихся микросфер с последующим их отделением от дисперсионной среды и тщательной промывке дистиллированной водой от непрореагировавшего триполифосфата натрия, характеризующийся тем, что выдерживание композитных микросфер в водном растворе триполифосфата натрия осуществляют при комнатной температуре в течение 20-50 мин, после промывки микросферы модифицируют в растворе окисленных и обработанных тионилхлоридом углеродных нанотрубок Таунит М в толуоле в количестве 10-20% от массы сорбента при модуле толуол/сорбент 1-2 при комнатной температуре в течение 1-2 ч, затем готовый сорбент отделяют от толуола фильтрованием, промывают дистиллированной водой и высушивают, при этом окисление указанных углеродных нанотрубок Таунит М проводят концентрированной серной кислотой при модуле 50-100 при комнатной температуре в течение 60-90 мин, затем углеродные нанотрубки отделяют, промывают дистиллированной водой, высушивают, обработку углеродных нанотрубок тионилхлоридом проводят при модуле тионилхлорид / углеродные нанотрубки 30-50 при нагревании с обратным холодильником при температуре 75-80°C в течение 15-20 мин с последующим отделением углеродных нанотрубок, промывкой и высушиванием, а в качестве армирующего материала используют шунгит. Изобретение обеспечивает повышение сорбционной емкости сорбента по отношению к ионам тяжелых металлов, упрощение процесса обработки композитных микросфер на основе хитозана в водном растворе триполифосфата натрия при получении сорбентов.

## **10. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СУСПЕНЗИИ НА ОСНОВЕ НАНОКОМПОЗИТА ДИОКСИДА ТИТАНА НА ГРАФЕНОВЫХ ХЛОПЬЯХ**

**Патент RU № 2787441 от 09.01.2023 года, З.№ 2021136979 от 15.12.2021 года.** Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Наноструктурные добавки" (RU)- C01G 23/047

Изобретение может быть использовано при получении добавок для лакокрасочных материалов. Способ получения суспензии на основе нанокompозита диоксида титана на графеновых хлопьях включает введение в базовую жидкость нанопорошка диоксида титана, который синтезирован распылением в плазме электрического дугового разряда постоянного тока в атмосфере инертного газа композитного электрода с последующим отжигом в кислородсодержащей среде, и воздействие ультразвуковыми колебаниями. Базовая жидкость представляет собой смесь воды и этилового спирта в соотношении 9:1. Композитный электрод представляет собой графитовый стержень, в просверленную полость которого запрессована смесь порошков графита, титана и кремния. Изобретение позволяет придать покрытиям на основе получаемой суспензии высокую антивирусную активность, бактерицидность и свойства самоочищения.

## **11. ВСПЕНЕННАЯ КОМПОЗИЦИЯ**

**Патент RU № 2786430 от 21.12.2022 года, З.№ 2018137260 от 07.07.2017 года.** **Международная заявка WO № 2018007602 от 11.01.2018 года.** Патентообладатель ВЕРСАЛИС С.П.А. (IT)-C08J 9/00

Настоящее изобретение относится к способу получения вспениваемых полимерных композиций и к вспениваемым полимерным композициям, содержащим винилароматические полимеры, которые обладают улучшенными огнезащитными характеристиками и улучшенной способностью к обработке. Предложен способ получения вспениваемой полимерной композиции, содержащей: а) полимерную матрицу, содержащую винилароматический полимер, б) от 1 мас. % до 7 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), непроницаемой для теплового излучения добавки, с) от 1,2 мас. % до 2,3 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), по меньшей мере одной неполимерной бромированной огнезащитной добавки, d) от 0,25 мас. % до 0,8 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), по меньшей мере одного бромированного полимера, содержащего по меньшей мере 50 мас. % брома, е) от 0,1 мас. % до 0,5 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), синергетической огнезащитной добавки, f) от 1 мас. % до 10 мас. % по меньшей мере одного вспенивателя, где непроницаемая для теплового излучения добавка представляет собой углеродсодержащее соединение, выбранное из кокса или графита, где графит находится в форме частиц, которые имеют размер  $D_{90}$ , измеренный с помощью лазерного влажного анализатора размеров частиц типа Malvern 2000 согласно методу ISO 13320, от 0,05 мкм до 100 мкм и площадь поверхности от 5 м<sup>2</sup>/г до 50 м<sup>2</sup>/г, где площадь поверхности измерена согласно ASTM D-3037-89 и указана как БЭТ, осуществляют в непрерывной массе, включающий следующие последовательные стадии: смешивание винилароматического полимера в форме гранул, или порошка, или уже в расплавленном состоянии с непроницаемой для теплового излучения добавкой, как таковой или в форме маточной смеси, и с любыми дополнительными добавками с образованием полимерной смеси, возможно, если она не находится в уже расплавленном состоянии, доведение полимерной смеси до температуры выше температуры плавления винилароматического полимера, добавление в расплавленную полимерную смесь по меньшей мере одного вспенивателя, огнезащитных добавок или их смесей и любых

дополнительных добавок с образованием винилароматической полимерной композиции, смешивание полученной таким образом полимерной композиции с помощью статических или динамических смесительных элементов, направление полимерной композиции после смешивания в режущее цепное устройство с системой распылительных форсунок или в цепное устройство, в котором резку полимера выполняют в грануляционной камере, в которой вспениваемые гранулы полностью погружены в воду и давление воды в камере для резки составляет более 300 кПа (3 бар). При этом вспениваемая полимерная композиция для изготовления вспененных изделий содержит: а) полимерную матрицу, содержащую винилароматический полимер, б) от 1 мас. % до 7 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), непроницаемой для теплового излучения добавки, включающей кокс, с) от 1,2 мас. % до 2,3 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), по меньшей мере одной неполимерной бромированной огнезащитной добавки, выбранной из производных бисфенола А и их смеси, d) от 0,25 мас. % до 0,8 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), по меньшей мере одного бромированного полимера, содержащего по меньшей мере 50 мас. % брома, выбранного из бромированного полистирола, сополимера тетрабромбисфенол А-2,2-бис-(4-(2,3-эпоксипропоксидибромфенил) пропана, бромированного полибутадиена и бромированных блок-сополимеров стирола и бутадиена и их смесей, е) от 0,1 мас. % до 0,5 мас. %, из расчета на полимерную матрицу (а), синергетической огнезащитной добавки, f) от 1 мас. % до 10 мас. % по меньшей мере одного вспенивателя. Технический результат - более низкая плотность композиций, содержащих различные сочетания огнезащитных добавок, и снижение концентрации, выделяющейся бромоводородной кислоты, так что исключаются коррозионные проблемы в промышленных установках.

## **12. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ РАССЛОЕННОГО ГРАФИТА И МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА**

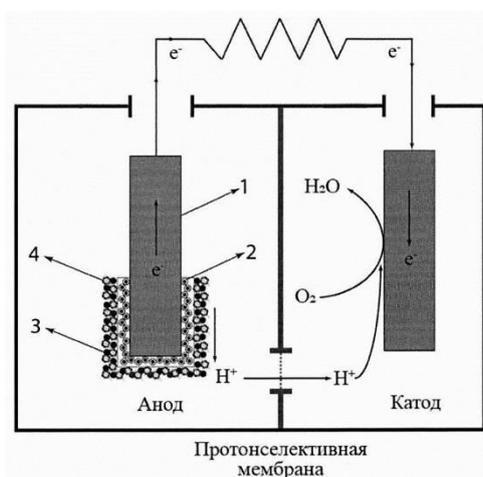
Патент RU № 2787431 от 09.01.2023 года, З.№ 2021131924 от 29.10.2021 года. Патентообладатель Ахмедов Валерий Юлдашевич (RU), Ахмедов Андрей Валерьевич (RU), Белоногов Евгений Константинович (RU), Ткачев Алексей Григорьевич (RU)- С01В 32/19

Изобретение может быть использовано в химической промышленности. Для получения расслоенного графита и многослойного графена в жидкой среде органического растворителя используют терморасширенные графиты, чешуйчатый графит в смеси с органическим растворителем – пенетрантом. Осуществляют диффузию растворителя в графит при повышенном давлении рабочего газа 0,5-0,8 МПа для получения графена эксфолиацией. В качестве рабочего газа используют газы и их смеси, не вступающие в химическое взаимодействие с растворителем. Время выдержки графита в растворителе с растворенным в нем газом или смесью газов под давлением составляет от 1 до 24 часов. Процесс эксфолиации графена начинается с момента резкого сброса давления до атмосферного, причем количество циклов повышение давления – сброс давления не ограничено. Изобретение позволяет получить расслоенный графит и многослойный графен простым способом с минимальными затратами, исключив использование ультразвука.

### **ГРАФИТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ**

## **13. БИООТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ С МОДИФИЦИРОВАННЫМ ГРАФИТОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ НА ОСНОВЕ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ МАТРИЦЫ И МЕМБРАННЫХ ФРАКЦИЙ БАКТЕРИЙ *GLUCONOBACTER OXYDANS***

**Патент RU на полезную модель № 215972 от 11.01.2023 года, З.№ 2022127104 от 18.10.2022 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тульский государственный университет" (ТулГУ) (RU)- Н01М 8/16



мембранная фракция бактерий *Gluconobacter oxydans* закреплена на поверхности графитового электрода с помощью геля хитозана в композиции с многостенными карбоксилированными углеродными нанотрубками

Полезная модель относится к области электротехники, а именно, к биотопливному элементу, который может быть использован для создания маломощных необслуживаемых источников постоянного тока для светодиодного освещения, различных датчиков и сенсоров. Улучшение генерируемого потенциала и мощности биотопливного элемента является техническим результатом, который достигается за счет того, что биотопливный элемент содержит модифицированный графитовый электрод на основе токопроводящей матрицы из геля хитозана, сшитого бифункциональным агентом глутаровым альдегидом, и мембранных фракций бактерий *Gluconobacter oxydans* ВКМ В-1280, причем

#### 14. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСКОГО

**Патент RU № 2785892 от 14.12.2022 года, З.№ 2021139506 от 29.12.2021 года.** Патентообладатель Акционерное общество "Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности АО "Гиредмет" (RU) - С30В 15/00

Изобретение относится к оборудованию для выращивания монокристаллов арсенида галлия, являющихся перспективными для использования в микроэлектронике, солнечной энергетике и ИК-оптике. Устройство для выращивания монокристаллов арсенида галлия методом Чохральского включает ростовую водоохлаждаемую камеру с установленным внутри камеры тиглем с расплавом, вокруг стенок которого установлен графитовый нагреватель штaketного типа с расположенным вокруг него индуктором, который выполнен из трех графитовых катушек А, В, С, соосно расположенных одна над другой, каждая из которых выполнена в виде 4 графитовых колец 14 прямоугольного сечения с прорезами, ступенчато соединенных в витки графитовыми вставками 16 и скрепленными шпильками 17 из композитного материала, соединяющими все 12 колец в единую конструкцию, при этом между графитовыми кольцами 14 катушек А, В, С установлены электроизоляционные керамические вставки 15, к началам катушек А, В, С присоединены композитные планки, подключенные к токовводам 19, концы катушек А, В, С электрически соединены с помощью композитных планок по схеме «звезда», индуктор и нагреватель имеют индивидуальные источники питания с возможностью независимого друг от друга функционирования и управления. За счет разделения нагревателя и индуктора и упрощения конструкции последнего обеспечивается более равномерное распределение температур в области фронта кристаллизации, а также более однородное распределение легирующей примеси по длине и сечению кристалла.

## **15. МУЛЬТИЧИПОВЫЙ МОДУЛЬ (МСМ) В СБОРЕ**

**Патент RU № 2787543 от 10.01.2023 года, З.№ 2021104783 от 15.07.2019 года. Международная заявка WO № 2020025302 от 06.02.2020 года. Патентообладатель СИКПА ХОЛДИНГ СА (СН) - В41J 2/33505**

Раскрыт мультичиповый модуль в сборе, содержащий графитовую подложку, имеющую переднюю поверхность и заднюю поверхность, а также содержащую множество кремниевых чипов, установленных на передней поверхности, печатную плату, прикрепленную к графитовой подложке и оснащенную отверстиями, окружающими внешние профили кремниевых чипов, при этом графитовая подложка содержит один или более каналов для краски на задней поверхности и один или более пазов для подачи краски, проходящих через графитовую подложку и находящихся в жидкостном сообщении с соответствующими одним или более каналами для краски, так что краски разных типов могут подаваться на каждый из кремниевых чипов, МСМ в сборе дополнительно содержит графитовую накладную пластину, выполненную с возможностью покрытия одного или более каналов для краски графитовой подложки. Технический результат заключается в создании более простого и надежного, безопасного и простого в производстве модуля благодаря исключению сложных операций и необходимости использования формованных деталей.

## **16. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УРАНГРАФИТОВОГО ТВЭЛА**

**Патент RU № 2787077 от 28.12.2022 года, З.№ 2022120622 от 27.07.2022 года. Патентообладатель Акционерное общество "Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях" (АО "Концерн Росэнергоатом") (RU), Акционерное общество "Научно-исследовательский институт Научно-производственное объединение "ЛУЧ" (АО "НИИ НПО "ЛУЧ") (RU)- G21C 21/02**

Изобретение относится к области технологии ядерного топлива и может быть использовано при получении уранграфитовых тепловыделяющих элементов для высокотемпературных газоохлаждаемых ядерных реакторов. Способ получения уранграфитового ТВЭЛА включает приготовление шихты смешиванием порошка графита, фенолформальдегидной смолы и микротвэлов, которые перед приготовлением шихты предварительно покрывают слоем порошка графита толщиной не менее 0,25 диаметра МТ. Заготовки формуют путем прессования и температурной обработки в пресс-форме под давлением 10-15 МПа, поднимая температуру до 250-300°C, по достижении которой давление снимают перед извлечением заготовок из пресс-форм. Затем осуществляют карбонизацию смолы и высокотемпературную термообработку. Изобретение позволяет снизить брак за счет предотвращения трещинообразования и искривлений при изготовлении цилиндрического уранграфитового ТВЭЛА с увеличенной объемной долей МТ (более 20% об.).

## **17. ИСТИРАЕМОЕ УПЛОТНИТЕЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ**

**Патент RU № 2787192 от 29.12.2022 года, З.№ 2022117239 от 27.06.2022 года. Патентообладатель Акционерное общество "Объединенная двигателестроительная корпорация" (АО "ОДК") (RU)- В22F 3/115**

Изобретение относится к металлургии, а именно к получению уплотнительных прирабатываемых покрытий. Истираемое уплотнительное покрытие для компрессора газотурбинного двигателя, полученное методом плазменного напыления порошковой

смеси, содержит порошок никеля и никелированного графита. Покрытие содержит от 78 до 88 мас.% частиц никеля и от 12 до 22 мас.% частиц гранулированного графита, соотношение длины к толщине которых находится в диапазоне от 4:1 до 1:1, причем порошок никелированного графита для получения покрытия имеет размер 30-200 мкм. Обеспечивается повышение прочности и эрозионной (газообразивной) стойкости покрытия при сохранении его истираемости, а также возможность нанесения покрытия толщиной до 5 мм.

### 3D - ПЕЧАТЬ

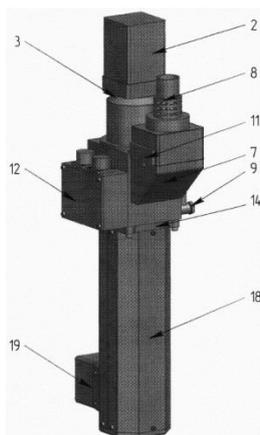
#### **18. СЫРЬЕВАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ЭКСТРУЗИИ НА 3D-ПРИНТЕРЕ**

**Патент RU № 2786198 от 19.12.2022 года, З.№ 2021140038 от 30.12.2021 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет" (КазГАСУ) (RU) -С04В 28/04

Изобретение относится к области промышленности строительных материалов и может быть использовано для изготовления строительных изделий и конструкций в технологии аддитивного производства методом послойного экструдирования (3D - печати) сырьевой смеси. Сырьевая смесь для экструзии на 3D -принтере включает, мас.%.: портландцемент, содержащий, мас.%.: трехкальциевый силикат 68,1, трехкальциевый алюминат 7,2, 20,0-23,0, кварцевый песок с модулем крупности 2,2-2,4 и влажностью 1-2% 62,44-65,84, суперпластификатор «MasterGlenium 430» на основе поликарбоксилатных эфиров 0,20-0,23, тонкомолотый пуццолановый компонент - биокремнезем с гидравлической активностью не менее 1400 мг/г, степень помола не менее 1100 м<sup>2</sup>/кг 2,0-2,3, метилсилантриол калиевую соль «ГКЖ-11К» 0,010-0,012, воду 11,950-12,018. Технический результат - снижение расхода портландцемента и суперпластификатора в сырьевой смеси, повышение формоустойчивости и обеспечение отсутствия дефектов в виде разрывов напечатанных слоев из сырьевой смеси с возможностью ее экструдирования на строительных 3D -принтерах, реализующих метод послойного экструдирования, снижение усадочных деформаций, водопоглощения и повышение предела прочности при изгибе затвердевших композитов, напечатанных на 3D -принтере.

#### **19. ЭКСТРУДЕР ГРАНУЛЬНЫЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ПЕЧАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Патент RU на полезную модель № 215588 от 19.12.2022 года, З.№ 2022114040 от 24.05.2022 года.** Патентообладатель Куракин Антон Дмитриевич (RU) - В64D 45/02



Полезная модель относится к технологии изготовления объемного изделия по цифровой 3D-модели методом послойного наплавления расплавленных полимерных гранул (FGF/FGM), в частности к экструдерам для 3D-принтеров. Экструдер предназначен для 3D-печати наполненными и ненаполненными термопластичными полимерами, восками в виде гранул или вторичного сырья с температурой плавления до 500°С. Экструдер выполнен модульным, состоящим из двух основных модулей, соединяемых при помощи винтов: верхний модуль включает в себя электродвигатель с редуктором, прикрепленный к нему охлаждаемый корпус со штуцером для подачи гранул с газоотводящими отверстиями и шнек, устанавливаемый через муфту, штуцер жидкостной системы охлаждения, датчик контроля наличия гранул. Дополнительно в охлаждаемом корпусе установлена

загрузочная воронка с продольными пазами прямоугольной формы переменной глубины, выполненными уменьшающимися в направлении перемещения материала, и распаячную коробку с электрическими соединителями. Нижний модуль включает в себя фланец, к которому присоединен цилиндр, с устанавливаемыми на него нагревателями, датчиками контроля температуры и соплом, дополнительно на фланце установлен защитный кожух и устройство обдува, коммутация проводов между модулями осуществляется при помощи электрического соединителя. Техническим результатом является обеспечение качества процесса экструзии.

## 20. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БЕССВИНЦОВОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ПЕЧАТИ

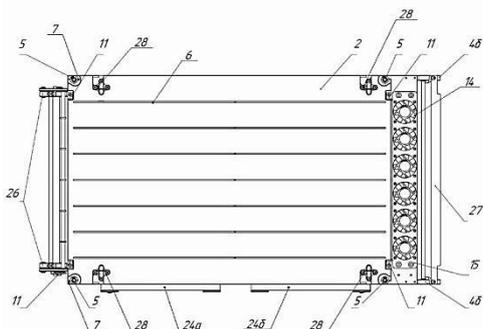
Патент RU № 2787452 от 09.01.2023 года, З.№ 2021100210 от 11.01.2021 года. Патентообладатель Российская Федерация, от имени которой выступает государственная корпорация по атомной энергии "Росатом" (RU) - В22F 3/1146

Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности к способам получения материалов методами трехмерной печати, а также к бессвинцовой пьезокерамике на основе титанатов. Предлагается способ, согласно которому порошки титаната бария, цирконата бария и титаната кальция смешиваются в пропорциях, эквивалентных конечному составу, соответствующему формуле  $(\text{Ba}_{0,825}\text{Ca}_{0,175})(\text{Zr}_{0,10}\text{Ti}_{0,90})\text{O}_3$ , вместе со связующим для формирования суспензии, так что доля порошка в суспензии составляет 45 об.%. Далее суспензию загружают в устройство для 3D-печати, где осуществляется послойное светоотверждаемое формование при мощности светодиодной лампы  $300 \text{ мДж/см}^2$  с длительностью засветки для базовых слоев 120 с, для последующих - 20 с, при этом скорость подъема платформы устанавливают на значении 2 мм/с, а скорость разравнивания слоя ракелем 0,8 мм/с с обеспечением толщины слоя 50 мкм. Затем полученные «green-модели» подвергают обработке УФ-излучением с мощностью  $200 \text{ мДж/см}^2$  в течение 10 мин. После чего помещают в печь, где производят выжигание связующего при температуре  $300^\circ\text{C}$  на воздухе, а время выдержки 24 ч, при этом реакционное спекание проводят при температуре  $1400^\circ\text{C}$  в воздушной атмосфере, а время выдержки в течение 5 ч. Техническим результатом заявленного изобретения является разработка способа получения объектов из бессвинцовых пьезокерамических материалов с повышенными функциональными характеристиками, более быстрым и эффективным методом изготовления.

## 21. УСТРОЙСТВО СТОЛА ДЛЯ 3D - ПЕЧАТИ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ СИСТЕМОЙ СЪЕМА ДЕТАЛЕЙ

Патент RU № 2786718 от 26.12.2022 года, З.№ 2022106417 от 11.03.2022 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "НПК Антей" (RU)- В33У 30/00

Изобретение относится к устройствам для аддитивного изготовления трехмерных (3D) деталей методом послойного наплавления (FDM/FFF) в автоматическом режиме. Технический

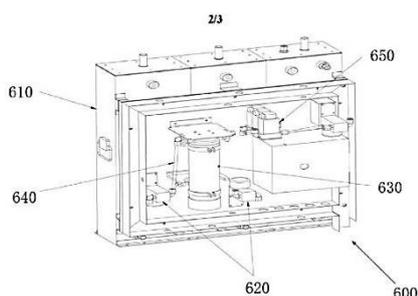


результат заключается в упрощении конструкции и повышении надежности работы в автоматическом режиме. Стол для 3D-печати с автоматической конвейерной системой съема деталей содержит раму, вакуумный стол с установленным на нем узлом нагрева, узел охлаждения, узел двигателей, кронштейны, нож съема деталей, концевые датчики и дополнительно содержит по паре валов-направляющих пленки на верхних кронштейнах с каждого торца стола, при этом нож съема

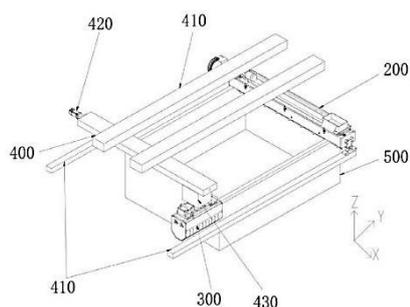
деталей установлен на одном из верхних кронштейнов между парой валов-направляющих пленки; системы крепления бобины, размещенные на нижних кронштейнах, расположенных под рамой на удалении от торца рамы, и выполненные с возможностью вращения бобины посредством ременной передачи, при этом концы вала системы крепления бобин выполнены с возможностью закрепления на него конусовидных бабок, обеспечивающих зажим бобины.

## 22. АППАРАТ ДЛЯ 3D - ПЕЧАТИ И СПОСОБ 3D-ПЕЧАТИ

Патент RU № 2787950 от 13.01.2023 года, З.№ 2021128834 от 31.03.2020 года.  
Патентообладатель КОСЕЛ ИНТЕЛЛИДЖЕНТ МАШИНЕРИ ЛИМИТЕД (CN) - В22F 3/1146



Фиг. 3



Группа изобретений относится к области техники 3D-печати, в частности к аппарату для 3D - печати и способ 3D-печати. Аппарат содержит корпус и платформу построения, при этом в корпусе образована рабочая зона, при этом в рабочей зоне расположены устройство для распределения порошка, печатающее устройство и перемещающее устройство. При этом устройство для распределения порошка и печатающее устройство размещены в одной рабочей зоне и одновременно приводятся в движение перемещающим устройством для перемещения в шахматном порядке по разным траекториям движения, чтобы распределение порошка устройством для распределения порошка и печать печатающим устройством выполнялись одновременно. При этом устройство для распределения порошка выполнено с возможностью начинать работу первым и распределять равномерный слой порошка с устанавливаемой толщиной поверх платформы построения в положительном направлении относительно первого направления (Y) для получения первого слоя порошка. При этом, когда устройство для распределения порошка распределило порошок за один ход, равный ширине печатающего устройства, печатающее устройство выполнено с возможностью равномерного нанесения распылением первого прохода связующего вещества поверх первого слоя порошка в положительном направлении относительно второго направления (X). При этом устройство для распределения порошка также выполнено с возможностью нанесения порошка поверх платформы построения за один ход, равный ширине печатающего устройства, в отрицательном направлении относительно первого направления (Y). Причем, когда устройство для распределения порошка распределило порошок за второй ход, равный ширине печатающего устройства, печатающее устройство также выполнено с возможностью перемещения в положительном направлении относительно первого направления (Y) за один ход, равный ширине печатающего устройства, а затем нанесения распылением второго прохода связующего вещества в отрицательном направлении относительно второго направления (X). При этом во время нанесения распылением печатающим устройством (300) связующего вещества, устройство (200) для распределения порошка непрерывно выполняет нанесение порошка, и первое направление (Y) является перпендикулярным второму направлению (X). Техническим результатом заявленной группы изобретений является предоставление аппарата для 3D-печати и способа 3D-печати, обеспечивающие эффективность печати с продолжительным периодом времени.

## СЫРЬЕ

### **23. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА**

Патент RU № 2787447 от 09.01.2023 года, З.№ 2022126327 от 10.10.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)- С10В 55/00

Изобретение относится к нефтегазохимической промышленности, в частности к способу получения игольчатого кокса процессом замедленного коксования, для производства электродов, используемых в сталеплавильных печах. Способ включает нагрев высокоароматизированного сырья, подачу его в камеру коксования при температуре коксования от 495 до 505°C и коксование с получением кокса и дистиллятов коксования, которые подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование, с получением газа, фракции бензина, фракций легкого и тяжелого газойлей коксования, полученный сырой игольчатый кокс после выгрузки направляют на прокалку в инертной среде в течение от 1 до 2 ч, с получением прокаленного игольчатого кокса. При этом в качестве сырья используют тяжелую смолу пиролиза газобензинового сырья, которую предварительно деасфальтизируют осадителем, в качестве которого используют предельные углеводороды до содержания в ней асфальтенов не более 3 мас.%. При этом осадитель регенерируют из деасфальтизата путем фракционирования и отправляют на повторное использование, а очищенную от осадителя фракцию – деасфальтизированную тяжелую смолу пиролиза смешивают с полистиролом в количестве до 20 мас.%. Далее коксование проводят при давлении от 0,45 до 0,50 МПа, а прокаливание проводят при температуре от 1400 до 1450°C. Техническим результатом заявленного изобретения является получение игольчатого кокса из нефтехимического техногенного сырья с улучшенной организацией микроструктуры

### **24. УСТАНОВКА ПРОИЗВОДСТВА НЕФТЯНОГО ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА**

Патент RU № 2786225 от 19.12.2022 года, З.№ 2022127891 от 27.10.2022 года. Патентообладатель Публичное акционерное общество "Газпром нефть" (ПАО "Газпром нефть") (RU)- С10В 55/00

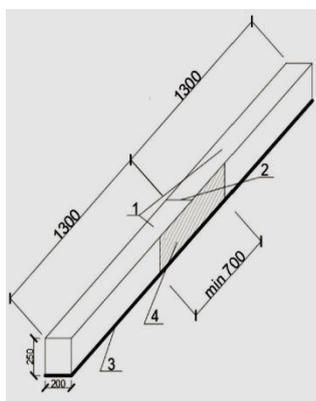
Изобретение относится к области нефтепереработки, в частности к установке производства нефтяного игольчатого кокса. Предлагаемая установка включает печь нагрева исходного сырья, испаритель легкого сырья, теплообменное оборудование, сепаратор легкого сырья, реактор термомоконденсации, ректификационную колонну, печь нагрева вторичного сырья и камеры коксования. В установке линия подачи исходного сырья направляется через печь нагрева исходного сырья в испаритель, где сырье разделяется на легкий и тяжелый потоки, при этом тяжелый поток направляется в ректификационную колонну через печь нагрева исходного сырья, а легкая составляющая, смешиваясь с рециркулирующими средними дистиллятами из ректификационной колонны после отведения газовой фракции в сепараторе легкого сырья через печь нагрева исходного сырья направляется в реактор термомоконденсации. В реакторе термомоконденсации она выдерживается при температуре 500-570°C и давлении от 0,9 до 2,5 МПа, после чего направляется в ректификационную колонну, из куба которой вторичное сырье направляется на коксование через печь нагрева вторичного сырья в коксовые камеры, работающие поочередно. При этом газойль коксования возвращается в ректификационную колонну, из которой отводятся пары бензиновой фракции и газообразные продукты, а средние дистилляты направляются на рецикл. Техническим результатом изобретения является создание упрощенной установки производства игольчатого кокса.

## УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### 25. СОСТАВНАЯ ЯЧЕИСТОБЕТОННАЯ ПЕРЕМЫЧКА

Патент RU на полезную модель № 215740 от 23.12.2022 года, З.№ 2022130742 от 25.11.2022 года. Патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова" (RU)-С10В 55/00

Полезная модель относится к области строительства и может быть использована для перекрытия оконных и дверных проемов при возведении стен зданий. Полезная модель направлена на повышение эффективности составной перемычки за счет обеспечения высоких теплозащитных свойств. Это достигается тем, что составная ячеистобетонная перемычка, включающая не менее двух брусковых ячеистобетонных элементов и швов, скрепляющих брусковые элементы по торцевым сторонам. В предложенном решении составная ячеистобетонная перемычка снабжена внешним полосовым армированием, выполненным в виде ленты из углеродных волокон, жестко прикрепленной эпоксидным клеем с нижней стороны составной ячеистобетонной перемычки по всей ширине и длине с направлением волокон параллельно продольной оси перемычки, и частей лент, жестко прикрепленных к ложковым сторонам брусковых элементов в местах вертикальных швов, выполненных на полиуретановом клее, по всей высоте брускового элемента симметрично относительно вертикального шва, имеющих длину не менее 1/4 длины брускового элемента, с направлением волокон перпендикулярно продольной оси перемычки.



### 26. ФИБРОЦЕМЕНТНОГРУНТОВАЯ СМЕСЬ

Патент RU № 2785742 от 19.12.2022 года, З.№ 2022105876 от 05.03.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уральский государственный лесотехнический университет" (RU)-E02D 3/12

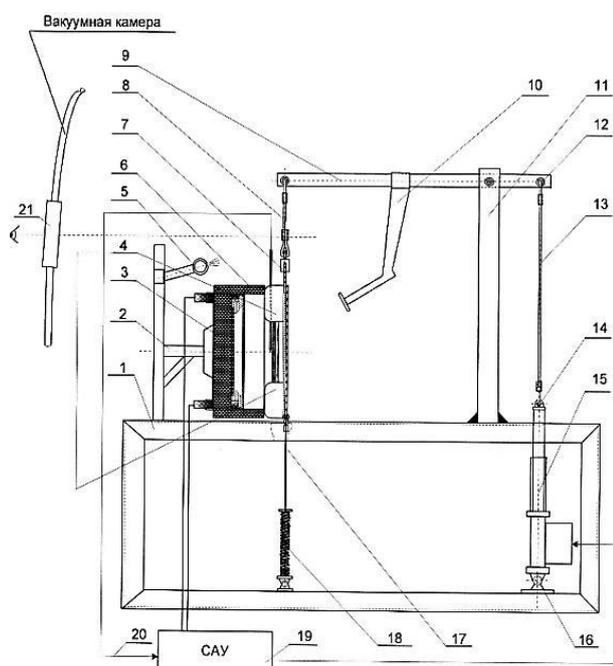
Изобретение относится к области дорожного строительства и может быть использовано для укрепления грунтов при устройстве слоев оснований и покрытий дорожных одежд. Фиброцементногрунтовая смесь содержит, мас. %: природный грунт 63,0-80,0, портландцемент 4,0-10,0, базальтовое волокно, являющееся отходом производства базальтовых теплоизоляционных плит, длиной от 0,01 до 3,00 мм, или стеклянное волокно длиной от 10,00 до 30,00 мм, или полипропиленовое волокно длиной от 10,00 до 30,00 мм, или углеродное волокно длиной от 10,00 до 30,00 мм, 0,5-3,5, вода - остальное. Изобретение развито в зависимых пунктах формулы. Технический результат – повышение предела прочности при сжатии, изгибе и раскалывании при условии высокой трещиностойкости укрепленных грунтов, повышение морозостойкости и уменьшение водонасыщения.

## ИСПЫТАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 27. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ 2000 К

Патент RU № 2705736 от 11.11.2019 года, З.№ 2019103669 от 11.02.2019 года.  
 Патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского" (ФГУП "ЦАГИ")  
 (RU) - G01N 25/72

Изобретение относится к теплофизике и может найти применение при разработке испытательного оборудования, обеспечивающего нагревание объекта до высокой температуры



(2000-2200 К) за сравнительно короткий промежуток времени ~20-30 с и последующее охлаждение объекта. Устройство для тепловых испытаний теплозащитных материалов до температур 2000 К содержит инфракрасный нагреватель с излучателями, систему управления нагревом, систему охлаждения, измеритель температуры, обойму для размещения образца испытываемого материала, электромеханическую систему перемещения обоймы из зоны нагрева в зону охлаждения и обратно. По периметру инфракрасного нагревателя расположены термостойкие экраны с возможностью плотного прижатия к ним теплозащитной обоймы с образцом испытываемого теплозащитного материала. При этом все элементы размещены в вакуумной камере со смотровым окном в зоне охлаждения. Излучатели выполнены из композитного материала, электромеханическая

система состоит из гибких тяг, шарниров, рычага на стойке и электромеханизма, связанного с одним концом рычага. При этом рычаг снабжен упором, электромеханическая система дополнительно снабжена возвратной пружиной большого удлинения с тягами или направляющими пластинами. Технический результат – повышение информативности получаемых результатов испытаний теплозащитного материала при его нагревании до высоких температур (2000-2200 К) и последующем его охлаждении и наблюдение за поведением его поверхности при охлаждении.

Формула изобретения

1. Устройство для тепловых испытаний теплозащитных материалов до температур 2000 К, содержащее инфракрасный нагреватель с излучателями, систему управления нагревом, систему охлаждения, измеритель температуры, отличающееся тем, что содержит теплозащитную обойму для размещения образца испытываемого теплозащитного материала, систему перемещения теплозащитной обоймы из зоны нагрева в зону охлаждения и обратно, по периметру инфракрасного нагревателя расположены термостойкие экраны с возможностью плотного прижатия к ним теплозащитной обоймы, при этом все элементы размещены в вакуумной камере как минимум с одним смотровым окном в зоне охлаждения.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что излучатели выполнены из композитного материала.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что система перемещения теплозащитной обоймы выполнена электромеханической и состоит из гибких тяг, шарниров, рычага на стойке и электромеханизма, связанного с одним концом рычага, при этом рычаг снабжен упором.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что электромеханическая система дополнительно снабжена возвратной пружиной большого удлинения с тягами или направляющими пластинами.

## Поздравляем наших коллег с получением новых патентов

### СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ АНОДА СТРУКТУРЫ «ЯДРО-ОБОЛОЧКА» ЛИТИЙ ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

Патент RU № 2786131 от 19.12.2022 года, З.№ 2022107024 от 17.03.2022 года. Патентообладатель Акционерное общество "Наука и инновации" (RU) Автор(ы): Петров Алексей Викторович (RU), Швецов Алексей Анатольевич (RU), Стариченко Наталия Сергеевна (RU), Сидорова Екатерина Владимировна (RU) Строгонов Дмитрий Александрович (RU) - H01M 4/139



Изобретение относится к способу получения активного материала по схеме «ядро-оболочка» для анода литий-ионного аккумулятора. Суспензия из графита природного в сферическом виде в водном растворе прекурсора углерода-полиакрилата натрия и стабилизатора седиментации - поливинилпирролидона подается в систему для распылительной сушки. Время перемешивания суспензии до образования однородной смеси для подачи в систему распылительной сушки не менее 30 мин. Массовое соотношение материалов графит /полиакрилат

натрия/поливинилпирролидон составляет 72,7:18,2:9,1 мас.% соответственно. Нанесение покрытия, прекурсора углеродного неграфитирующегося материала, на сферический непокрытый графит производится из газовой фазы в системе распылительной сушки при температуре  $160 \pm 5^\circ\text{C}$ , мощности аспиратора 60%, расходе подачи суспензии 10 мл/мин и расходе распыляемого воздуха 660 л/ч. Далее проводится процесс карбонизации при температуре не менее  $800^\circ\text{C}$  с выдержкой при конечной температуре не менее 30 мин. Техническим результатом является получение активного материала для вторичных источников тока, имеющего высокие показатели разрядной емкости и обладающего стабильностью при циклических изменениях ресурса, устранение трудо- и энергозатрат, многостадийности процесса, введение процесса получения в непрерывном режиме.



### СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА ТЕПЛОПРОВОДЯЩЕГО КОМПОЗИЦИОННОГО ЛИСТОВОГО АНИЗОТРОПНОГО И МАТЕРИАЛ

Патент RU № 2786676 от 22.12.2022 года, З.№ 2022101091 от 18.01.2022 года. Патентообладатель Акционерное общество "Наука и инновации" (RU) Автор(ы): Данилов Егор Андреевич (RU), Самойлов Владимир Маркович (RU), Романов Никита Сергеевич (RU)- C08K 3/04



Группа изобретений относится к полимерным композиционным материалам для создания эффективных границ теплообмена. Такие материалы могут использоваться в системах охлаждения между радиатором и электронным устройством как распределяющая тепло и заполняющая воздушные зазоры между элементами электронной сборки прокладка. Способ получения теплопроводящего композиционного листового анизотропного материала включает смешение частиц наполнителя графита в количестве 25-47,5 масс.% в растворе поливинилиденфторида в органическом растворителе с последующим литьем пленки в форму и сушкой до постоянной массы при конечной температуре 100-177°C и последующим охлаждением до комнатной температуры с извлечением пленки из формы. Полученный материал имеет высокую температурную стойкость, как длительную при 160°C, так и кратковременную при не менее

180°C, а также максимальную теплопроводность  $\lambda_{||}$  при измерении в направлении теплового потока, параллельном плоскости пленки, от 1,1 до 15 Вт/м·К, минимальную теплопроводность  $\lambda_{\perp}$  при измерении в направлении теплового потока, перпендикулярно плоскости пленки, от 0,3 до 2,6 Вт/м·К, причем анизотропия теплопроводности при любом способе реализации изобретения составляет до 12,2.