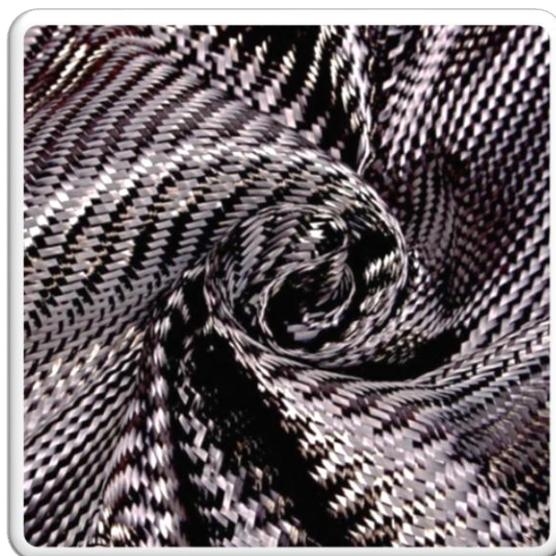




НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ

**РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**  
**научно-технической и**  
**патентной информации по**  
**УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ**

**№ 7 – 2021**



*Москва, АО «НИИграфит»*

**РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ****научно-технической и патентной информации по****УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ****№ 7 – 2021**

*Составитель и редактор*  
Шишкова  
Ирина Васильевна  
[ishishkova@niigrafit.org](mailto:ishishkova@niigrafit.org)

*Раздел «Патенты»*  
Шульгина  
Людмила Николаевна  
[lshulgina@niigrafit.org](mailto:lshulgina@niigrafit.org)



*Перевод –*  
Шишков  
Игорь Викторович

*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*



## Содержание №7 – 2021

<b>1. Волокна и композиты .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Углеродные волокна и ткани, углепластики.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Атомная и альтернативная энергетика .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Методы исследования. Сырье.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов .....</b>	<b>19</b>
<b>6. Обзор рынков и производства .....</b>	<b>22</b>
<b>7. Научно-популярные материалы, сообщения.....</b>	<b>23</b>
<b>8. Патенты.....</b>	<b>24</b>



## 1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

### 1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И ТКАНИ, УГЛЕПЛАСТИКИ

#### **1.1.1. СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ «ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ» И «НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ» ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Лукичева Н.С. // Тезисы докладов Международной научной конференции «Инновационные направления развития науки о полимерных волокнистых и композиционных материалах». – 2020. – С.35-36

#### **1.1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПИРОУГЛЕРОДНОЙ МАТРИЦЫ В УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Папкина М.В., Магнитский И.В., Ташилов С.В. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2021. – Т.64, №5. – С.44-49

Пиролитическое уплотнение пористых подложек является одним из методов получения углерод-углеродных композиционных материалов. Формируемая при этом пироуглеродная матрица обладает рядом характеристик, исследование которых основано на понятии оптической анизотропии и угла экстинкции  $A_e$ , а также межплоскостном расстоянии  $d_{002}$ , размере кристаллитов в направлении укладки графитовых слоев  $L_c$  и среднем размере графитовых плоскостей параллельно слою в кристаллитах  $L_a$ . В данной работе были исследованы оптическим и рентгенофазовым методами три образца углерод-углеродных композиционных материалов, ранее полученных при различных параметрах термоградиентным методом. Так, исследуемые образцы отличались типом текстуры и структурными характеристиками пироуглеродной матрицы. Для образца 1 угол экстинкции составил  $5^\circ$ , для образца 2 и образца 3 -  $19^\circ$  и  $41^\circ$  соответственно. Диапазон угла экстинкции для пироуглеродной матрицы в исследуемых образцах углерод-углеродных композиционных материалов шире, чем представленный в литературных источниках.

#### **1.1.3. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА НА УДЕЛЬНУЮ ЁМКОСТЬ УСТРОЙСТВ С УГЛЕРОДНОЙ ТКАНЬЮ БУСОФИТ Т-040**

Бережная А.Г., Чернявина В.В., Гаврикова С.О. // Электрохимическая энергетика. – 2020. – Т.20, №1. – С.33-44

Исследованы энергетические характеристики макетов суперконденсаторов с электродами из углеродной ткани Бусофит Т-040 в зависимости от концентрации водных растворов сульфата, иодида натрия и их смесей без и при наличии ингибитора коррозии никелевого токоотвода - бензотриазола. Установлено, что удельная ёмкость устройств на основе иодида натрия практически в два раза выше, чем при использовании сульфатных сред. Близкие значения удельной ёмкости получены в устройствах на основе смесевых электролитов. При токе заряда-разряда 100 мА и рабочем окне напряжения 1.2 В в 1М растворах иодида, сульфата и смеси сульфат/иодид 1:3 и 1:1 удельная разрядная ёмкость устройства равна 40, 22, 44 и 37 Ф/г (160, 88, 172 и 148 Ф/г для электрода) соответственно. Бензотриазол либо не меняет или незначительно уменьшает удельную ёмкость устройства.

#### **1.1.4. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Максименко Е.Г., Титаренко Д.А., Черенков О.А. // XVII Международная научно-практическая конференция «Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации». – 2021. – С.106-108

В статье рассмотрены основные аспекты использования современных высокоэнергетических материалов в космической отрасли. Выделена сущность композиционных материалов и представлены их основные виды. Описаны свойственные характеристики и способ изготовления углеродного композиционного материала, поликристаллического материала и нанокompозитов. Выявлены их недостатки, а также изучены перспективы развития данных материалов. Среди основных композиционных материалов, применяемых в системах разделения космических аппаратов, выделяют следующие виды: углеродные композиционные материалы; поликристаллические материалы на основе керамики; нанокompозиты. Каждый из перечисленных видов материалов отличается специфическими особенностями, которые обосновывают необходимость их применения в космической отрасли.

#### **1.1.5. АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ УГЛЕПЛАСТИКА ПРИ ВЫТАЛКИВАНИИ МУЛЬТИФИЛАМЕНТНОГО ЦИЛИНДРА**

Гуляев А.И., Ерасов В.С. // Клеи. Герметики. Технологии. – 2021. - №1. – С.28-35

Предложено определение адгезионной прочности соединения волокно-матрица методом выталкивания цилиндрическим индентором с плоским основанием миниатюрного цилиндра, включающего несколько тысяч единичных волокон, из утоненного образца углепластика. Представлены результаты фрактографического анализа. Показано, что разрушение экспериментальных образцов углепластика при выталкивании мультифиламентного цилиндра носит преимущественно адгезионный характер с признаками побочных процессов деформирования и разрушения.

#### **1.1.6. ЛОКАЦИЯ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ В ОБРАЗЦАХ ИЗ ДЮРАЛЮМИНИЯ И УГЛЕПЛАСТИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНТЕННЫ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ И ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

Серьезнов А.Н., Степанова Л.Н., Кабанов С.И. // Контроль. Диагностика. – 2021. – Т.24, №2. – С.18-29

Рассматриваются вопросы локации сигналов акустической эмиссии (АЭ) при работе с различными имитаторами (Су-Нильсена, электронным имитатором, металлическими шариками диаметром от 0,5 до 1,5 мм, сбрасываемых с различной высоты). Анализируется локация сигналов при работе с встроенным электронным имитатором, который генерировал сигналы с частотой 1 Гц и антенной, состоящей из двух волоконно-оптических датчиков (ВОД) Фабри-Перо и двух пьезопреобразователей, установленной на образцы из дюралюминия и углепластика Т 800. Проведены испытания образца из углепластика с указанной антенной при его установке в вибростенде ВЭДС-10. Сигналы АЭ регистрировали антенной при частоте вибрации 20...50 Гц в диапазоне ускорений 0,3...0,8 g . Определено влияние временного дрейфа, зарегистрированного пьезопреобразователями, на результаты измерения. Установлено, что волоконно-оптическими датчиками ВОД временной дрейф не зарегистрирован, однако их чувствительность меньше чувствительности пьезопреобразователей более чем в 14 раз.

### **1.1.7. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ**

Нелюб В.А., Федоров С.Ю., Малышева Г.В. // Материаловедение. – 2021. - №1. – С.7-11

По технологии магнетронного распыления на поверхность однонаправленной углеродной ленты нанесены четыре вида металлических покрытий из нержавеющей стали, серебра, титана и меди. Приведены результаты экспериментальной оценки прочности элементарных углеродных волокон с металлическими покрытиями и прочности углепластиков на их основе при межслоевом сдвиге. При изготовлении углепластиков использовано эпоксидное связующее и технология вакуумной инфузии. Приведены результаты структурного анализа элементарных углеродных волокон с металлическими покрытиями и определены их толщины. Установлено, что все использованные металлические покрытия приводят к повышению прочности углепластиков при межслоевом сдвиге. В наибольшей степени прочность повышается при использовании углеродной ленты с покрытием из нержавеющей стали (на 50%), однако при длительном хранении металлизированных углеродных лент их эффективность снижается.

### **1.1.8. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ ФРИКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ, НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНЫХ ВОЛОКОН**

Кулаков В.В., Шмелев Д.С., Иванова А.Н. // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2021. – Т.27, №2. – С.261-271

Проектирование углерод-углеродных композитов (УУКМ) фрикционного назначения является важной задачей, поскольку существующие подходы применимы только к технологиям получения материалов с использованием непрерывного волокна в виде лент и тканей и не подходят для изделий с хаотичным армированием короткими волокнами, использование которых улучшает механические характеристики УУКМ как при статических, так и при динамических воздействиях. Также такая технология имеет экономические преимущества за счет использования более дешевого сырья и значительного сокращения времени стадии формования при наличии сопоставимых физико-механических и фрикционных свойств с УУКМ на основе иглопробивания. Для обеспечения прочности дискретно армированных фрикционных изделий необходимо обеспечивать требуемую эффективную длину углеродного волокна в жгутах, распределенных в объеме материала, за счет их оценки по степени разделения филаментов. В данной статье приведена зависимость критической длины жгута от количества его волокон, из которой выяснено, что критическая длина жгута устанавливает минимальное пороговое значение, при котором материал способен реализовать высокие прочностные характеристики.

### **1.1.9. АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ НАНОВОЛОКНАМИ, В СЛУЧАЕ ЧИСТОГО СДВИГА ВДОЛЬ ВОЛОКНА**

Кривень Г.И., Лыкосова Е.Д. // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2021. – Т.27, №1. – С.125-142

В работе рассматривается волокнистый композит, волокна которого на поверхности содержат специальные слои, образованные вискерсами. Наличие вискерсов приводит к увеличению прочности композитного материала при продольном сдвиге. Традиционно такой

композит состоит из трех фаз - волокна, межфазного вискеризованного слоя и матрицы. Исследуются модифицированные композиты, состоящие из двух фаз - волокна и межфазного вискеризованного слоя, выступающего в роли связующего. Рассматривается два типа волокнистых композитов с эпоксидным связующим, в первом базовым волокном является углеродное волокно IM7 с вискеризованным слоем из окиси цинка, а во втором - углеродное волокно T650 с вискеризованным слоем из УНТ. В обоих случаях длина и диаметр вискерсов подобраны таким образом, чтобы обеспечить максимальное объемное содержание вискерсов в вискеризованном слое. Для модифицированного композита, нагруженного продольным сдвигом, проводятся расчеты напряженно-деформированного состояния в каждой из фаз и расчеты эффективных свойств.

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

### **1.2.1. ПЛЕНКИ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПРОДУЦИРОВАННОЙ *GLUCONACETOBACTER HANSENI*, КАК ИСТОЧНИК ОКИСЛЕННОЙ ФОРМЫ НАНОФИБРИЛЛЯРНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

М.С. Рубина, М.А. Пигалёва, А.В. Наумкин // Доклады Российской академии наук. Химия, науки о материалах. – 2020. – Т.492-493. - №1. – С.143-148

В настоящей работе согласно методике ТЕМРО-катализируемого процесса окисления была получена нанофибриллярная целлюлоза. В качестве исходного материала для окисления выступала бактериальная целлюлоза, выращенная продуцентом *Gluconacetobacter hansenii*. В результате окисления была получена устойчивая водная дисперсия новой формы наноцеллюлозы, которую использовали для формирования пленки. Установлено, что пленка из окисленной бактериальной целлюлозы образована фибриллами со средней шириной около 6 нм и длиной от 300 нм до нескольких микрон. Методами ИК- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии подтверждено наличие карбоксильных групп на поверхности пленки.

### **1.2.2. АДСОРБЦИЯ МЕТАНА НА МИКРОПОРИСТОМ УГЛЕРОДНОМ АДСОРБЕНТЕ ИЗ ТЕРМОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

Фомкин А.А., Дубовик Б.А., Лимонов Н.В. // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2021. – Т.57, №1. – С.19-24

Методом термохимического синтеза на основе древесины в присутствии  $H_3PO_4$  синтезирован микропористый углеродный адсорбент ЕС-103 и исследована адсорбция метана в диапазоне температур 303-333 К и давлений до 40 МПа. Общий объем сорбирующих пор 1.71 см<sup>3</sup>/г. Максимальные величины адсорбции метана ~14.5 ммоль/г (23.2 мас. %) получены при температуре 303 К и давлении 40 МПа. Дифференциальная мольная изостерическая теплота адсорбции метана в среднем составляет 12–14 кДж/моль. На основе теории объемного заполнения микропор М.М. Дубинина (ТОЗМ) проведены расчеты адсорбции метана на адсорбенте ЕС-103. Показано, что наилучшее описание экспериментальных данных, при условии использования только стандартных структурно-энергетических характеристик адсорбента, достигается при использовании уравнения Дубинина-Радушкевича и базовых закономерностей ТОЗМ.

### 1.2.3. АДСОРБЦИЯ ПРОПАНА НА СУПЕРМИКРОПОРИСТОМ УГЛЕРОДНОМ АДСОРБЕНТЕ С ШИРОКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОР ПО РАЗМЕРАМ В УСЛОВИЯХ ДОКРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР

Артамонова С.Д., Фомкин А.А., Прибылов А.А. // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2021. – Т.57, №2. – С.153-159

Исследована адсорбция пропана на супермикропористом адсорбенте ACW с широким распределением пор по размерам при давлениях до 1 МПа и температурах 303, 313, 323 и 333 К. Максимальная величина адсорбции пропана при температуре 303 К и давлении 1 МПа равна 21.6 ммоль/г. Рассчитаны зависимости дифференциальной мольной изостерической теплоты адсорбции пропана от величины адсорбции. В начальной области заполнения микропор, до ~6 ммоль/г, теплота адсорбции пропана на микропористом адсорбенте практически постоянна (~27 кДж/моль). Затем, по мере заполнения микропор, теплота адсорбции падает до 25 и 23 кДж/моль при температурах 303 и 333 К соответственно. Далее происходит более резкое падение теплоты до 20 кДж/моль при адсорбции 20 ммоль/г. В результате расчетов получается температурная зависимость теплоты от адсорбции пропана в виде веера кривых. Экспериментальные данные сопоставлены с результатами расчетов адсорбции пропана на основе теории объемного заполнения микропор Дубинина с использованием структурно-энергетических характеристик адсорбента.

### 1.2.4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОАКТИВНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Рерих В.В., Синявин В.Д. // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т.27, №1. – С.97-105

Цель исследования - определение свойств современных биоактивных композитных материалов, имеющих наибольшее преимущество для использования в травматологии и ортопедии, в том числе в хирургии позвоночника. Для поиска использованы ключевые слова:

#### Характеристика материалов, используемых для создания композитов

Свойства	Материал				
	Синтетические полимеры	Хитозан	Гидрогели	Металлы	Графен
Остеокондуктивность	-	+	+	-	-
Биоактивность	+	+	+	-	+
Атоксичность	+	+/-	+	+	+
Биодеградация	-/+	+	-	-	-
Остеоиндуктивность	-	-	-	-	+
Прочность	+	+	-	+	+

имплантаты, современные биоматериалы, композиты, тканевая инженерия, скаффолды, графен, гидрогели, 3D-биопечать, ортопедия. Нами был произведен поиск научных публикаций за период с 2010 по 2020 г. Оценивались следующие свойства: биотолерантность, биоактивность, остеокондуктивность, остеостимуляция, механическая прочность. Созданию композитов уделяется особое внимание. Композиты изготовлены путем объединения двух или более материалов для достижения биохимических и биомеханических свойств. В производстве композитов определенное место занимает технология 3D-биопечати, благодаря которой возможна разработка индивидуального имплантата согласно заданной ситуации.

### **1.2.5. БИОИМПЛАНТЫ - НОВАЯ ТЕНДЕНЦИЯ В РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ХИРУРГИИ**

Кульбакин Д.Е., Егорова Д.Ю., Азовский Д.И. // Вопросы онкологии. – 2020. – Т.66, №3. – С.228-232

В работе представлены современные данные о биоматериалах и технологиях, являющихся альтернативой собственным тканям пациента в реконструктивно-пластической хирургии, а также обладающих рядом положительных свойств: биосовместимость, антибактериальные, физические (плотность, жесткость) и механические (достаточный предел выносливости, остеокондуктивность, долговечность) свойства. Предлагается множество подходов по восполнению целостности кости, воздействуя на состав материала, повышения прочности материала, технологию изготовления (известны следующие способы изготовления пористых имплантатов: порошковое спекание, литье под давлением, из полимерных дисперсий), форму. Гибридные биоматериалы, образованные путем сочетания органических и неорганических соединений, представляют собой многофункциональные материалы с индивидуальными механическими, термическими и структурными свойствами стабильности. В состав гибридных биоматериалов включают полимеры природного, синтетические полимеры, биокерамику, силикаты, биоактивные стекла и углеродные нанотрубки.

### **1.2.6. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СОРБЕНТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ОЛИГОМЕРОМ ГЛИКОЛЕВОЙ КИСЛОТЫ**

Деягина М.С., Володькин А.П., Пьянова Л.Г. // Россия молодая: Передовые технологии – в промышленность. – 2021. - №1. – С.8-12

Проведен синтез углеродного сорбента, модифицированного олигомером гликолевой кислоты, с использованием вакуумного ротационного испарителя. Выбраны оптимальные условия процесса модифицирования углеродного сорбента: продолжительность синтеза, температура поликонденсации, расход модификатора. Изучены физико-химические свойства исследуемых углеродных сорбентов, в том числе антиоксидантные.

### **1.2.7. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВОЛОКНА НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ВИНИЛТРИЭТОКСИСИЛАНА КАК ПРЕКУРСОРЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Голова Л.К., Макаров И.С., Бондаренко Г.Н. // Высокомолекулярные Соединения. Серия Б. – 2020. – Т.62, №3. – С.230-240

Разработан новый способ получения композиционных волокон на основе целлюлозы и винилтриэтоксисилана, формуемых из растворов в *N*-метилморфолин-*N*-оксиде. Введение кремнийорганической добавки способствует активации процессов пиролиза целлюлозы, а ее выбор основывается на наличии двойной связи в винилтриэтоксисилане, способной раскрываться при повышении температуры. Смесевые растворы представляют собой эмульсии с лабильными каплями кремнийорганической жидкости, легко изменяющими форму при деформационных воздействиях. Исследование реологического поведения смесевых растворов целлюлозы с винилтриэтоксисиланом выявило необычный характер изменения вязкости с концентрацией винилтриэтоксисилана – с минимумом при 10-15%. Из совместных растворов сухо-мокрым способом в водную осадительную ванну со скоростью 50-70 м/мин были сформованы композитные волокна. Изучение их термических свойств показало, что добавки винилтриэтоксисилана при термолизе катализируют конденсационные процессы в целлюлозе и

приводят к повышению коксового остатка. Методом ИК-спектроскопии впервые проанализированы совокупные химические превращения целлюлозы и винилтриэтоксисилана на всех стадиях термической обработки композитного волокна до 1200°C. Установлено, что в процессе термоллиза происходит химическое взаимодействие винилтриэтоксисилана с целлюлозой и формируются углеродные волокна, “сшитые” карбидокремниевыми фрагментами.

### 1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ

#### **1.3.1. ПОЛУЧЕНИЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА И МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН**



Галицейский К.Б., Тиманцев Я.А., Докучаев Р.В. // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2020. – Т.62, №5. – С.370-379

Представлены композиционные материалы на основе вторичного полипропилена и коротко-рубленых базальтовых волокон. Композиты имеют в своем составе от 5 до 20% базальтовых волокон; каждый композит был прогрет при температуре 500, 650 и 750°C. Для всех образцов получены кривые растяжения и сжатия. Модуль упругости при растяжении достигает 2120 МПа при содержании базальтовых волокон 20%, причем для исходного вторичного полипропилена этот модуль равен 705 МПа. Прочность 44.5 МПа (для исходного вторичного полипропилена прочность 32.0 МПа), удельная ударная вязкость 18.3 кДж/м<sup>2</sup> (для исходного вторичного полипропилена эта величина составляет 14.4 кДж/м<sup>2</sup>).

#### **1.3.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ ПОТОКА ГАЗОВ ИЗ СОПЛА РАЗДУВА БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА**

Шельпяков А.Н., Шайхразиев Ф.Ф., Заматов А.Б. // Наука Удмуртии. – 2021. - №1 (93). – С.165-170

Представлены результаты исследований параметров потока раскаленных газов из сопла раздува базальтовых волокон. Основными параметрами при исследовании рассмотрены температура и скорость потока дымовых газов на выходе сопла. Представлены методика и средства измерения, а также результаты их измерения. Установлено, что в средних участках потока газов сопла раздува значения температуры достигают значений 1600°C, а скорости - 290 м/с. Отмечена неравномерность распределения измеряемых параметров по ширине сопла.

### **1.3.3. УСИЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО СЛОЯ МНОГОСЛОЙНОГО КОМПОЗИТА БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОМ В ВИДЕ СОТОВОЙ СТРУКТУРЫ**

Пономарева Г.П., Попова И.М., Сладков О.М. // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2021. – Т.27, №2. – С.205-216

Представлена многослойная конструкция, состоящая из наружных слоев двухслойного базальтопластика, состоящего из базальтовой ткани, пропитанной эпоксидным компаундом и внутреннего слоя из пенополиуретана, армированного базальтопластиком, того же состава, сформированного в виде сопряженных шестигранных призм, образующих сотовый каркас. В основной части описана последовательность технологии формирования базальтопластиковых облицовочных слоев, полученных импрегнированием эпоксидного олигомера в базальтовую ткань с последующим отверждением олигомера при повышенной температуре. Приведена технология формирования базальтопластикового шестигранного ячеистого каркаса и заполнение его жидкой реакционной массой жесткой пенополиуретановой системы. Описана последовательность формирования многослойного композита в единую конструкцию. Приведены результаты экспериментальных испытаний многослойного композита и его внутреннего слоя без облицовочных слоев на статический изгиб сосредоточенной нагрузкой, нарастающей с постоянной скоростью, и испытания на сжатие до 10% относительной деформации.

### **1.3.4. ПРОЧНОСТЬ МАЛОАРМИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С МЕЖБЛОЧНЫМИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ШВАМИ, УСИЛЕННЫХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ БАЗАЛЬТОКОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРОЙ**

Рубин О.Д., Лисичкин С.Е., Зюзина О.В. // Природообустройство. – 2021. - №1. – С.53-62

Многие малоармированные железобетонные конструкции эксплуатируемых гидротехнических сооружений нуждаются в усилении. Традиционные методы усиления (железобетоном, металлоконструкциями и др.) имеют существенные недостатки. Начинает распространяться метод усиления системами внешнего армирования на основе углеродного волокна, который эффективен в тех случаях, когда имеется доступ к растянутой зоне усиливаемых конструкций. Авторами предлагается усиливать малоармированные железобетонные конструкции эксплуатируемых гидротехнических сооружений предварительно напряженной базальтокомпозитной арматурой, размещаемой в заранее пробуренных отверстиях в бетоне усиливаемых конструкций. Для обоснования предлагаемых технических решений был проведен комплекс экспериментальных исследований характерных малоармированных железобетонных конструкций гидротехнических сооружений (в том числе имеющих межблочные строительные швы), усиленных предварительно напряженной базальтокомпозитной арматурой. Результаты проведенных экспериментальных исследований показали эффективность усиления малоармированных железобетонных конструкций эксплуатируемых гидротехнических сооружений с межблочными строительными швами посредством предварительно напряженной: продольной базальтокомпозитной арматуры и поперечной арматуры.

### **1.3.5. К РАСЧЕТУ ШИРИНЫ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН ИЗГИБАЕМЫХ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ АРМАТУРОЙ**

Мирсаяпов И.Т., Антаков И.А., Антаков А.Б. // Вестник МГСУ. – 2020. – Т.15, №12. – С.1663-1672

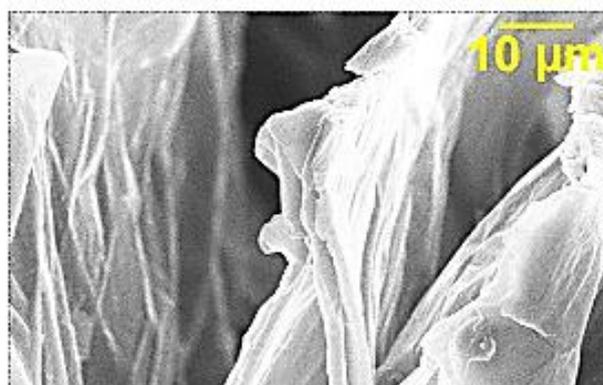
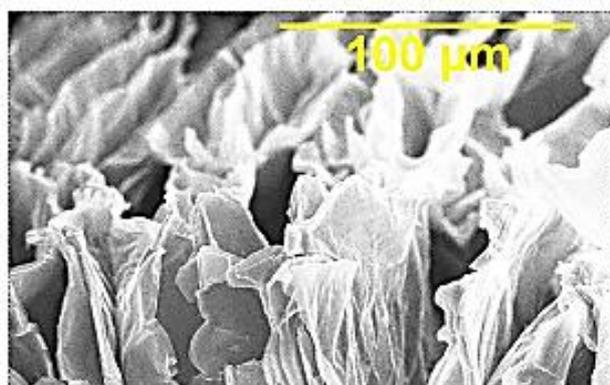
Наряду с известными достоинствами - высокая прочность на разрыв, малый удельный вес, высокая коррозионная стойкость и низкая теплопроводность, у арматуры композитной полимерной существует ряд особенностей, недостатков. Одним из главных является относительно низкий по сравнению со сталью модуль упругости, в результате чего элементы с композитной арматурой обладают более высокой деформативностью. В связи с этим требования второй группы предельных состояний, предъявляемые к конструкциям, могут стать основным препятствием для использования композитов в качестве армирования бетонных элементов. Предполагается, что характер трещинообразования у элементов с композитной арматурой может отличаться от традиционных железобетонных конструкций. Материалы и методы. Проведены экспериментальные исследования с учетом и соблюдением положений ГОСТ 8829-94. Опытные образцы - бетонные балки сечением 120 × 220 мм и длиной 1810 мм, армированные двумя стержнями в растянутой зоне. В качестве армирования использовались стержни стальной, стеклокомпозитной и базальтокомпозитной арматуры.

## 2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

### **2.1. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ГРАФИТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКАХ ТОКА**

Яковлева Е. В., Яковлев А. В., Краснов В. В. // Электрохимическая энергетика. – 2020. – Т.20, №1. – С.45-54

Приводятся результаты исследования электрохимического диспергирования чешуйчатого графита в серной кислоте. Показано, что наибольшая эффективность диспергирования достигается при использовании крупных фракций графита с размером частиц свыше 200 мкм. Установлено образование при анодном окислении графита структур многослойного оксида графена (ОГ) с толщиной 0.1-1.0 мкм и латеральными размерами до 100 мкм. Идентификация графеновых структур проводилась рентгенофазовым анализом и ИК-Фурье спектроскопией. Показана возможность получения свободных от основы пленок из частиц многослойного ОГ без участия связующего с перспективой применения их для создания гибких электродов суперконденсаторов и ХИТ. Рис. *Сканирующая электронная микроскопия электрохимически окисленного графита (а, б)*



## **2.2. К ВОПРОСУ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ В ЛИТИЙФТОРУГЛЕРОДНЫХ ХИТ**

Фатеев С.А., Пуцылов И.А., Смирнов С.Е. // Электрохимическая энергетика. – 2020. – Т.20, №1. – С.87-98

Элементы электрохимической системы литий-фторированный углерод часто не выдерживают форсированных разрядов из-за слишком большого тепловыделения за счет омических и поляризационных потерь, приводящего в лучшем случае к разогреву, а в худшем - к разрушению элемента и выходу из строя потребляющей аппаратуры. Тепловыделение из элементов системы литий-диоксид марганца при форсированных разрядах в 2-3 раза меньше, чем из аналогичных элементов системы литий-фторированный углерод. Поэтому добавкой в катодный материал на основе фтористого углерода некоторого количества диоксида марганца можно добиться необходимого снижения тепловыделения, не снижая существенно при этом реализуемую емкость. Некоторое снижение тепловыделения возможно также за счет рационального выбора электролита.

## **2.3. АТОМНО-ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

Пономарёв-Степной Н.Н. // Вестник Российской академии наук. – 2021. – Т.91, №5. – С.484-498

Статья, подготовленная по материалам доклада на Общем собрании членов РАН 8 декабря 2020 г., базируется на исследованиях, выполнявшихся в нашей стране с 1970-х годов по программе “Водородная энергетика”, которая координировалась Комиссией по водородной энергетике АН СССР. Работы шли в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова в тесной кооперации с исследовательскими, конструкторскими, технологическими и промышленными предприятиями Министерства среднего машиностроения, общего машиностроения, энергетики, химической промышленности, чёрной металлургии, авиационной промышленности и Академии наук СССР. Концепция водородной энергетика с атомным производством водорода получила название “атомно-водородная энергетика”. Актуальность этой проблемы сегодня и имеющийся задел исследований и технологических разработок открывают путь для реализации в нашей стране атомно-водородной энергетика, признанной приоритетным направлением научно-технологического развития Госкорпорации “Росатом”.

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

### **3.1. МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА, ДОПИРОВАННОГО АТОМАМИ АЗОТА, С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

Чесноков В.В., Чичкань А.С., Свинцицкий Д.А. // Доклады Российской академии наук. Химия, науки о материалах. – 2020. – Т.495. - №1. – С.46-53

Разработан метод получения графена, допированного атомами азота (*N*-графен), с высокой удельной поверхностью. Метод состоит в использовании в качестве темплата оксида магния, на котором происходит отложение углеродного слоя, модифицированного атомами азота. Синтезирована серия азот–углерод-минеральных композитов *N-C/MgO* с содержанием углерода, модифицированного азотом, от 5 до 27 мас. %. После вытравливания оксида магния

впервые был получен N-графен с удельной поверхностью 1300-1400 м<sup>2</sup> г<sup>-1</sup>. Получение N-графена подтверждено методами электронной микроскопии, рентгеновской дифракции и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

### 3.2. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ОБЪЕМЕ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «DG ANALYZER»

Коркина А.А., Петрук Е.В., Гулмадов И.И. // Ползуновский вестник. – 2021. - №2. – С.239-245

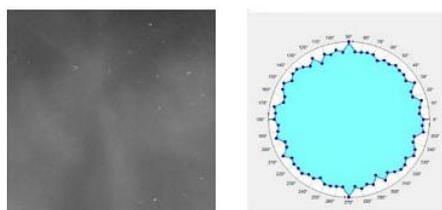


Рисунок 7 – «Идеальное» распределение и максимально возможное диспергирование

Углеродные нанотрубки (УНТ) обладают интересным набором свойств, которые позволяют использовать их для широкого спектра потенциальных применений в жидких суспензиях, растворах полимеров, расплавах полимеров и полимерных композитах. Их необычные свойства включают высокие модули упругости, высокие коэффициенты упругости, отличную тепловую и электрическую проводимость, а также магнитные свойства. Важными задачами для разработки приложений

для этих уникальных материалов являются: равномерная и воспроизводимая дисперсия; устойчивая ориентация этих твердых частиц в жидкой и расплавленной фазах. Процессы производства углеродных нанотрубок часто приводят к образованию смесей твердых морфологий, которые механически запутаны или которые самоассоциируются в агрегаты. Запутанные или агрегированные частицы часто необходимо диспергировать в жидкие суспензии, чтобы получить материалы, обладающие уникальными механическими характеристиками. В данной статье рассматривается влияние измельчения, ультразвука на характер распределения углеродных нанотрубок и их взаимодействия в жидкой фазе. Предложен экспресс-метод оценки степени диспергируемости и ориентацию УНТ в вязкой среде с применением программного обеспечения для анализа изображений «DG Analyzer».

### 3.3. НАНОСТРУКТУРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГРАФЕНОПОДОБНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Евдокимов И.А., Хайруллин Р.Р., Перфилов С.А. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2021. – Т.64, №5. – С.37-43

В рамках настоящей работы проведены всесторонние исследования наноструктурных композиционных материалов, модифицированных графеноподобными структурами, образующимися в условиях совместного механолегирования исходного матричного алюминиевого сплава и чешуйчатого графита. Для получения порошковых смесей с малым содержанием графита, в качестве размольного агента применялась стеариновая кислота, применение которой позволило снизить средний размер кристаллитов на 15-20% и уменьшить размеры агрегатов на 20-30% по сравнению с образцами без размольного агента. Механолегированные порошковые смеси подвергали прямой горячей экструзии при температуре 280-300°C, со степенью деформации 6,2. В результате исследований было установлено, что в процессе механолегирования графит измельчается до графеноподобных структур, состоящих из 5-12 графеновых слоев со средним размером менее 20 нм. Методами ПЭМ и СЭМ установлено, что в результате механолегирования и экструзии не происходит образование карбида алюминия  $Al_4C_3$ .

### **3.4. ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ**

Евдокимов И.А., Овсянников Д.А., Хайруллин Р.Р. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2021. – Т.64, №5. – С.44-49

Проведен анализ влияния типа и концентрации углеродных наноматериалов на тепло- и электропроводность наноструктурных композитов на основе алюминия, с учетом современных представлений о механизмах и особенностях транспортных свойств поликристаллических материалов. Эксперимент проводился на наноструктурированных объемных образцах, полученных путем спекания и экструзии порошкового материала после механоактивационной обработки в планетарной мельнице *Al* с различными углеродными добавками, средний размер зерен полученного порошкового материала составил 30-100 нм в зависимости от концентрации и типа модифицирующей добавки. Проведены испытания транспортных свойств (электропроводность, температуро- и теплопроводность) образцов алюмоматричного композита модифицированных углеродными наноструктурами при температурах от 300 до 800 К (измерение теплопроводности проводились методом лазерной вспышки, электропроводность измерялась 4-х точечным контактным методом). Установлено, что теплопроводность алюмоматричных композиционных материалов, модифицированных углеродными наноструктурами, оказалась в среднем в 2 раза ниже исходного алюминия.

### **3.5. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ГРАФИТА В 58% АЗОТНОЙ КИСЛОТЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ОКСИДА ГРАФЕНА**

Яковлева Е.В., Яковлев А.В., Мостовой А.С. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2021. – Т.64, №3. – С.59-65

Проведены исследования электрохимического окисления порошка графита в 58%  $\text{HNO}_3$ . Получены образцы окисленного графита с сообщением количества электричества 500, 700, 1500 мА ч г<sup>-1</sup>. Характер гальваностатической зависимости позволяет выделить область образования интеркалированного соединения графита до накопления количества электричества 500 мА ч г<sup>-1</sup>. Установлено, что при сообщении количества электричества свыше 700 мА ч г<sup>-1</sup> начинается процесс электрохимического переокисления интеркалированного графита с образованием многослойного оксида графена, что подтверждается комплексными исследованиями с использованием рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии, ИК-Фурье спектроскопии, лазерной дифракции. Синтезированный многослойный оксид графена характеризуется наличием спектра кислородсодержащих функциональных групп, преимущественно гидроксильных, а также карбоксильных, эпоксидных и алкоксильных. На рентгенограммах зафиксирован пик при  $2\theta = 11,45^\circ$ , интенсивность которого увеличивается для переокисленных соединений графита и также свидетельствует об образовании многослойного оксида графена с межслоевым расстоянием 7,8 Å.

### **3.6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ В СИСТЕМАХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Лихоманова П.А., Хромов К.Ю. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2020. - №10. – С.74-78

В работе предложен простой и эффективный метод расчета удельной проводимости систем углеродных нанотрубок, формирующих случайную резисторную цепь при достижении в системе порога перколяции. Метод использует рекурсивное удаление тупиковых ветвей кластера, что необходимо для определения элементов перколяционного кластера, участвующих в проводимости системы. Представленные в работе расчетные проводимости были получены с помощью Монте-Карло моделирования. В дальнейшем разработанный метод может быть применен для расчетов удельной проводимости полимер-углеродных нанокомпозитов.

### 3.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ НАНОСТРУКТУРНЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОМ $C_{60}$

Евдокимов И.А., Хайруллин Р.Р., Прокудин С.В. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2020. - №6. – С.82-87



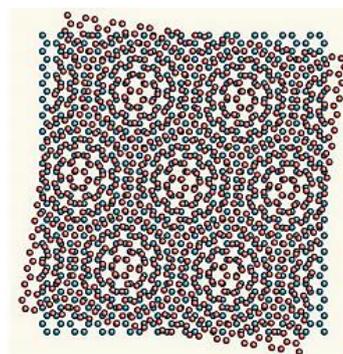
Исследовано влияние термической обработки на структуру, фазовый состав и механические свойства наноструктурных алюмоматричных композиционных материалов, модифицированных фуллереном  $C_{60}$ . Методом индентирования и одноосного сжатия в интервале температур от 25 до 350°C изучены прочность, твердость и модуль упругости исследуемых материалов. Установлена зона температурной стабильности структуры и фазового состава композитов и возможный температурный интервал эксплуатации изделий на их основе.

Рис. *Внешний вид экструдатов наноструктурного композиционного материала и приготовленных образцов для испытаний.*

### 3.8. ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В БИОМЕДИЦИНЕ

Кобзева К.А. // Сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Современные научные исследования: Актуальные вопросы, достижения и инновации». – 2020. – С.275-278

Использование графена в биомедицине - это одно из самых главных направлений исследований в области нанотехнологий. В этом обзоре обобщены результаты исследований, которые были получены в последние два года в данной области (2017-2019) и рассмотрено явление муарового узора двухслойного графена. По причине большого количества исследований в области углеродных наноматериалов, в данной статье внимание направлено на 2D структуры, т.е. графен, оксид графена и восстановленный оксид графена. Графеновые материалы, в т. ч. углеродные нанотрубки (УНТ) являются наиболее популярными среди всех наноматериалов, которые были разработаны для контролируемого роста стволовых клеток. Они уже были изучены в области инженерии хрящей, сердечной, нервной, костно-мышечной, костной и кожно-жировой тканей. Рис. *Муаровый узор двух гексагональных структур*



## **4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ**

### **4.1. ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ НА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО - ЭПОКСИДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ПО МЕТОДИКЕ *DROP-STING TEST***

Шапагин А.В., Черевинский А.П., Потеряев А.А. // VIII Международная конференция по физической химии краун-соединений, порфиринов и фталоцианинов. – 2020. - С.111

При разработке современных углеродных композиционных материалов важное влияние на физико-механические свойства углекомпозиции оказывают адгезионные характеристики на границе волокно-связующее. Истинную информацию о взаимодействиях на межфазной границе без учета масштабных и технологических факторов позволяют получить микромеханические методики, где в качестве объекта используется моноволокно в отвержденной матрице. В случае армирования систем углеродными волокнами (УВ) размеры филамента, а, следовательно, и абсолютная величина когезионной прочности предельно малы, что ограничивает использование разработанных ранее микромеханических методик (*microbond, pull-out test, fragmentation test*, методика трех волокон). Нами были разработаны и запатентованы микромеханическая методика *Drop-Sting test* и оборудование, позволяющее создавать объекты исследования с погружением моноволокна в связующее на заданную глубину с целью обеспечения адгезионного разрушения модели элементарной ячейки композиционного материала.

### **4.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТЛОЖЕНИЯ ПИРОУГЛЕРОДА В ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЕ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ**

Кугатов П.В., Жирнов Б.С. // Химия и технология топлив и масел. – 2020. - №2. – С.21-24

В данной работе был исследован процесс отложения пироуглерода из паровой фазы на поверхности различных активных углей: промышленных (СКТ и АГ-3) и специально приготовленных путем добавки гидроксида калия к композиции сажи с нефтяным пеком с последующей карбонизацией и промывкой. Процесс уплотнения проводили путем пропускания паров бензола в токе азота через нагретую навеску активного угля. Полученные модифицированные образцы исследовали методом молекулярных щупов, для чего измеряли изотермы адсорбции бензола и тетрахлорметана при 20°C на одних и тех же образцах. Результаты показали, что с увеличением времени уплотнения от 60 до 450 мин величина привеса увеличивается от 3 до 15% в зависимости от образца, а также увеличивается объем микропор шириной 0,4-0,6 нм до величины 0,07-0,15 см<sup>3</sup>/г. Полученные таким образом модифицированные активные угли могут быть использованы в дальнейшем для получения углеродных молекулярных сит с размерами пор от 0,3 до 0,4 нм.

### **4.3. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ ГРАФИТА В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ СРЕДАХ**

Никифоров А.А., Кондратенко М.С., Капитанова О.О. // Доклады Российской академии наук. Химия, науки о материалах. – 2020. – Т.492-493. - №1. – С.128-133

Впервые была показана возможность электрохимической интеркаляции аниона тетрафторбората в графит из сверхкритического электролита на основе диоксида углерода, ацетонитрила в качестве соразтворителя и соли тетрабутиламмония тетрафторбората.

#### **4.4. СОВРЕМЕННЫЙ ПРОГРЕСС В ОБЛАСТИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

Саденова А.А., Абдулова Э.Н. // XVII Международная научно-практическая конференция «Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации». – 2021. – С.23-27

#### **4.5. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ПКМ**

Гусева М.А., Петрова А.П. // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2021. – Т.27, №1. – С.47-64

Полимерное связующее (матрица) играет важную роль в составе полимерного композиционного материала (ПКМ), обеспечивая целостность и форму изделия, взаимное расположение армирующих волокон, распределение действующих напряжений по объему материала, распределяя равномерную нагрузку на армирующие волокна и одновременно препятствуя росту трещин в ПКМ. Уровень обеспечения повышенных механических свойств волокон зависит от таких свойств полимерной матрицы, как прочность, жесткость, пластичность, вязкость разрушения, ударная вязкость. Такие свойства как термостойкость, огнестойкость, теплостойкость, ударная прочность, водо- и атмосферостойкость, химическая стойкость готового изделия определяются характеристиками полимерного связующего и ПКМ на его основе. При разработке полимерных связующих в настоящее время привлекается большое количество методов исследований и испытаний, при этом осуществляется контроль основных свойств связующих как на стадии получения полимерной матрицы, так и в процессе переработки ее в изделия - на этапе получения композиционного материала связующее описывается параметрами, которые обеспечивают технологичность переработки композита и позволяют выбрать режим этого процесса.

#### **4.6. КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ И КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ**

Федотов М.Ю., Будадин О.Н., Козельская С.О. // Конструкции из композиционных материалов. – 2021. - №2 (162). – С.48-55

Представлены результаты экспериментальных исследований по применению комплексной системы неразрушающего контроля (НК) трехслойных композитных силовых элементов, состоящих из углепластиковых обшивок и алюминиевого сотового заполнителя. Метод компьютерной рентгеновской томографии (КРТ) применен для исследования структуры материала конструкции и выявления дефектов на этапе входного контроля и после ударного воздействия. Оптический контроль напряженно-деформированного состояния силовых элементов проведен интегрированными волоконно-оптическими датчиками (ВОД) как в процессе ударного воздействия, так и при стендовых испытаниях на статическое растяжение. Показано, что применение метода КРТ позволяет оценить как наличие производственных дефектов, так и появление повреждений, возникающих в результате ударного воздействия, а интегрированная волоконно-оптическая система контроля позволяет зафиксировать факт ударного воздействия и обеспечить непрерывный контроль в процессе испытаний вплоть до полной потери устойчивости и полного разрушения силового элемента. Установлено, что комплексное применение указанных систем диагностики способствует повышению качества и достоверности контроля таких элементов.

#### **4.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВА КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВСТРОЕННЫМИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК**

Федотов М.Ю., Будадин О.Н., Козельская С.О. // Конструкции из композиционных материалов. – 2021. - №2 (162). – С.41-47

Рассмотрены особенности реализации систем оптического встроенного контроля конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ) интегрированными волоконно-оптическими датчиками (ВОД) на основе волоконных брэгговских решеток (ВБР). Описана методология оптического контроля деформации и температуры углепластиков, а также показана возможность одновременного контроля этих параметров с учетом реальных условий эксплуатации. Экспериментально подтверждено, что интеграция ВОД в структуру материала конструкции на стадии изготовления позволяет реализовать возможность непрерывного контроля деформации и температуры в процессе стендовых испытаний на статические и динамические нагрузки, а в перспективе позволит осуществлять контроль в течение всего жизненного цикла работы изделия.

#### **4.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ**

Корниенко Н.В., Огурцова Д.Н., Леонтьева Н.Н. // Россия молодая: Передовые технологии – в промышленность. – 2021. - №1. – С.22-27

Получены образцы углеродных сорбентов, модифицированных 3-фенилпропановой кислотой и глутаминовой кислотой с глицином. Исследована возможность десорбция модификаторов в условиях, моделирующих различные биологические среды (физиологический раствор, растворы моделирующие среду желудка и кишечника). Методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии изучено изменение состояния поверхности углеродного сорбента в процессе модифицирования и после десорбции.

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

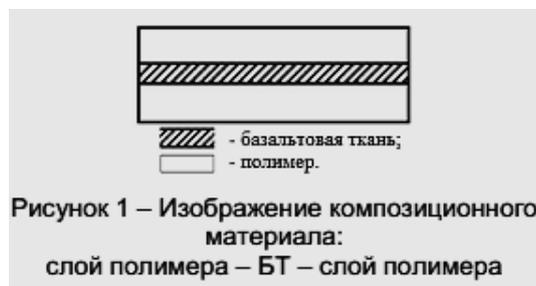
#### **5.1. ПРОИЗВОДСТВО ИННОВАЦИОННЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Паламарчук А.А. // Международная научно-практическая конференция «Перспективы науки и общества в условиях инновационного развития». – 2021. – С.40-42

На основе единственного полимера сотворить огромное количество разнообразных композитов. Их разнообразие складывается формой, количеством, химической природой и размерами дисперсной фазы, а ещё характером взаимодействия фаз на границе раздела. Дисперсная фаза в полимерных композитах может быть твердой (в виде порошка или волокон), жидкой или газообразной. К тому же, существуют композиты, представляющие собой смеси термодинамически несовместимых полимеров.

## 5.2. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ АРМИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНЬЮ

Дьяконов А.А., Аммосов С.С., Тарасова П.Н. // Ползуновский вестник. – 2021. - №2. – С.175-181



В настоящее время активно разрабатываются и изучаются гибридные композиционные материалы, усиленные базальтовой тканью, которые обладают высокой прочностью и легкостью. В работе приведены технологические процессы изготовления гибридных композиционных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, политетрафторэтилена и бутадиен-нитрильного эластомера со слоем базальтовой ткани. По

результатам исследования установлено, что введение армирующего слоя базальтовой ткани в сверхвысокомолекулярный полиэтилен и эластомер приводит к повышению прочностных свойств в ~2-2,5 раза, но также приводит к снижению упруго-деформационных свойств. Увеличение прочности композитов происходит за счет усиливающего эффекта базальтовой ткани. На микрофотографиях гибридных композитов, полученных методом сканирующей электронной микроскопии, наблюдается крепление макромолекул сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомера к поверхности базальтовых волокон на границе «полимер-волокно» в процессе горячего прессования.

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

Малаховский С.С., Костромина Н.В., Олихова Ю.В. // Клеи. Герметики. Технологии. – 2021. - №5. – С.18-22

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

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

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

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

### **5.5. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНОГО НАНОПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МАГНЕТРОННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ НА ПОВЕРХНОСТЬ ПОЛИУРЕТАНА**

Морозов И.А., Каменецких А.С., Щербань М.Г. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2020. - №10. – С.65-73

Нанесение углеродных покрытий используется для модификации свойств (механических, биомедицинских и др.) поверхностей. Интерес представляет обработка мягких материалов. В данной работе на поверхность двух упругих полимеров (полиуретанов), отличающихся фазовым составом и жесткостью, наносили углерод методом импульсного магнетронного напыления. В результате образуется неоднородное углеродсодержащее покрытие толщиной от 3 до 30 нм. На начальном этапе обработки происходит взаимодействие углерода с атомами полимера и образование гидрофобных покрытий с высокой энергией поверхности. С ростом толщины энергия поверхности покрытия снижается, а на поверхности формируется нанослой аморфного углерода. На определенном этапе нанесения покрытия на поверхности формируется хаотичная складчатая текстура, характеризующаяся спектром длин волн и амплитуд. Модуль упругости полученных покрытий не превышает нескольких ГПа. Все изученные свойства коррелируют как со свойствами исходной подложки, так и количеством импульсов углеродного напыления. Подобные покрытия благодаря их высокой активности и складчатой текстуре представляют потенциальный интерес при создании биомедицинских изделий.

### **5.6. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОДОВ-ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ МЕДЬ-ГРАФИТ/УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКИ ЛИСТОВ СТАЛИ**

Оглезнева С.А., Оглезнев Н.Д. // Конструкции из композиционных материалов. – 2021. - №2 (162). – С.9-13

Методами порошковой металлургии получены опытные образцы электродов-инструментов (ЭИ) из композиционных материалов (КМ) системы медь-графит/углеродные нанотрубки (УНТ). Методом рамановской спектроскопии исследовано структурообразование КМ. Показано, что предварительная обработка углеродных частиц раствором соли меди снижает удельное электросопротивление и относительный электроэрозионный износ КМ при прошивке листов стали и существенно повышает производительность ЭИ. Предложен вероятный механизм влияния обработки в соли меди на свойства электродов-инструментов.

### **5.7. НАГРЕВ ДВУХСЛОЙНОГО ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ГИПЕРЗВУКОВОМ ОБТЕКАНИИ СФЕРИЧЕСКОГО ЗАТУПЛЕНИЯ**

Зарубин В.С., Зимин В.Н., Леонов В.В. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2021. - №1. – С.81-89

Представлено решение нестационарной задачи теплопроводности в двухслойном теплозащитном покрытии (пирографит) на металлической полусферической оболочке при осесимметричном распределении плотности теплового потока по внешней поверхности покрытия.

## 5.8. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ РОСТ ГРАФИТОПОДОБНОЙ ОБОЛОЧКИ НА НАНОЧАСТИЦАХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С ОБРАЗОВАНИЕМ СТРУКТУРЫ ТИПА “ЯДРО-ОБОЛОЧКА”

Кряжев Ю.Г., Запевалова Е.С., Анисеева И.В. // Химия твердого топлива. – 2020. - №6. – С.62-66

Рассмотрены методы получения металл-углеродных наночастиц типа “ядро-оболочка”, основанные на образовании наночастиц переходного металла и формировании на их поверхности графитоподобной оболочки, содержащей до 50 графеновых слоев. Для синтеза металл-углеродных наночастиц из исходных металл- и углеродсодержащих компонентов использовали различные виды высокоэнергетических воздействий или термические превращения при выдерживании в области температур 600-850°C. Благодаря уникальным свойствам наночастицы подобного рода могут представлять интерес в качестве высокоэффективных катализаторов, адресных переносчиков лекарств, контрастов в МРТ-диагностике, элементной базы электронных и магнитных устройств.

## 6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

### 6.1. АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

Попова А.А. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2021. – Т.27 – С.318-327

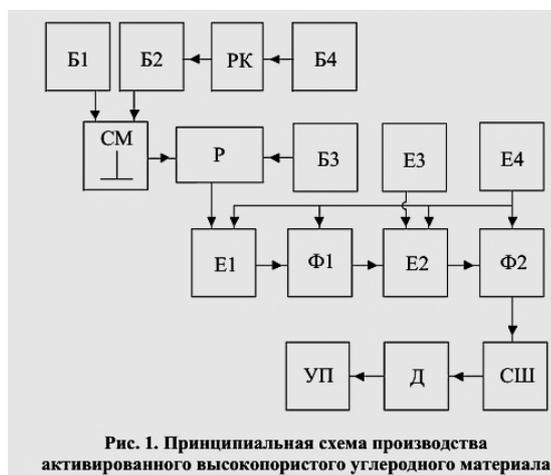


Рис. 1. Принципиальная схема производства активированного высокопористого углеродного материала

Показана возможность разработки активированных углеродных материалов с высокой удельной поверхностью. Рассмотрены их классификация, основные этапы исследований и полученные результаты. Представлена принципиальная схема производства материала с удельной поверхностью по БЭТ в диапазоне 2 400...2 700 м<sup>2</sup>/г. Определены основные стадии производства активированного углеродного материала, включающие предварительную карбонизацию углеродного сырья, его щелочную активацию и постобработку полученного материала (от подготовки компонентов и получения реакционной смеси до последующего выделения и

сушки готового продукта). Определен состав оборудования и возможность масштабного перехода от лабораторного к опытно-промышленному производству.

### 6.2. УГЛЕРОД - ВЕЧНЫЙ СПУТНИК ЧЕЛОВЕКА

Калимуллин И.Р., Нургалиева Ю.С. // Шаг в науку. – 2020. - №3. – С.14-18

Нехватка энергетической и сырьевой баз является основной проблемой человечества, что формирует актуальность данной работы. Целью статьи является рассмотрение одного из

наиболее эффективных источников энергии и сырья - углерода. Главным подходом данной работы является разностороннее рассмотрение углерода, как на атомном, так и на вещественном уровнях. Методы исследования включают в себя анализ реальных моделей химии и материалов. Основные полученные результаты исследования позволили удостовериться в том, что разработка новых веществ и соединений на основе углерода, продукты нефте- и газоперерабатывающей отраслей широко используются человечеством. Научная новизна работы раскрывается в комплексном рассмотрении углерода, как главного сырьевого и энергетического источника. Информация, представленная в работе, может быть использована для последующих исследований и корректировок ресурсной и энергетической обеспеченности для поддержания наиболее актуальных данных, а также при дальнейших исследованиях в энергетическом и сырьевом значениях углерода.

### **6.3. ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В МЕДИЦИНЕ**

Чарушин В.Н., Титова Ю.А., Милаева Е.Р. // Вестник Российской академии наук. – 2020. – Т.90, №4. – С.335-345

В докладе приведён краткий обзор химических элементов, соединения которых находят применение в медицине: от широко распространённых органогенных элементов (углерод, водород, азот, кислород, сера и фосфор), входящих в структуру белков и нуклеиновых кислот клеток живых организмов и определяющих передачу наследственной информации, до редко встречающихся в живой природе органических соединений фтора – их синтетические производные всё более прочно входят в арсенал современных лекарственных средств. Значительное внимание уделено металлопротеинам, играющим важную роль в биохимии жизненно важных процессов, а также соединениям металлов, широко используемым в медицине. Особое внимание заслуживают химические элементы и их изотопы, соединения которых применяются в ядерной медицине для диагностики и лечения широкого круга заболеваний, прежде всего онкологических и сердечно-сосудистых.

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

### **7.1. НАУЧНЫЙ ДИВИЗИОН РОСАТОМА И РКЦ «ПРОГРЕСС» ПРОВЕДУТ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЙСТВИЯ НЕВЕСОМОСТИ И ПОВЫШЕННЫХ УРОВНЕЙ КОСМИЧЕСКОЙ РАДИАЦИИ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ**

<https://niirosatom.ru/> // 2021. - июнь



Делегация АО «РКЦ «Прогресс» (входит в Госкорпорацию «Роскосмос») посетила с рабочим визитом предприятия входящие в контур управления АО «Наука и инновации» (Научный дивизион Госкорпорации «Росатом»): АО «НИИГрафит», АО «Гиредмет», АО «ВНИИХТ», ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ» и АО «НИИП» — в рамках заключенного соглашения о сотрудничестве. Представители РКЦ «Прогресс» ознакомились с возможностями научно-исследовательских лабораторий и производственных корпусов предприятий научного дивизиона

Госкорпорации «Росатом» на площадках в Москве, Подольске и Лыткарино. Участники встречи обсудили развитие сотрудничества по основным направлениям работ и договорились о взаимодействии по двенадцати направлениям, включая композиционные и керамические материалы, источники питания, оптические изделия, испытания на стойкость к специальным факторам и многое другое. В частности, компании запланировали проведение совместного комплексного исследования на космическом аппарате «Бион-М» № 2, запуск которого планируется в 2023 г. «Проведение исследований с использованием дозиметров АО «НИИП» позволит впервые изучить модифицирующее действие повышенных доз космической радиации на живые организмы в условиях реального полета», — отметил Заместитель генерального конструктора по научной работе РКЦ «Прогресс» Борисов Максим Владимирович. Ранее, в марте 2021 года, АО «РКЦ «Прогресс» и АО «Наука и инновации» заключили соглашение о сотрудничестве, в рамках которого планируется реализация инновационных проектов, связанных с внедрением наукоёмких технологий, обмен научно-технической информацией, проведение совместных научных исследований.

## **7.2. БУМАГА ИЗ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН**

Арзамасцев С.В., Асташкина О.В., Ширшова Е.П. // Тезисы докладов Международной научной конференции «Инновационные направления развития науки о полимерных волокнистых и композиционных материалах». – 2020. – С.24

В настоящее время существенный интерес вызывают бумаги, в которых в качестве наполнителей выступают углеродные нанотрубки. Свойства бумаг существенным образом зависят от свойств использованных графитированных волокон.

## **8. ПАТЕНТЫ**

### **ИСКУССТВЕННЫЕ ГРАФИТЫ И МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ**

#### **1. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ САМОСМАЗЫВАЮЩЕГОСЯ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ИСКУССТВЕННОГО ГРАФИТА**

**Патент RU № 2748329 от 24.05.2021 года. З. № 2020127800 от 20.08.2020 года.** Патентообладатель Публичное акционерное общество "Авиационная корпорация "Рубин" (RU)– С04В 35/532

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в торцовых уплотнениях узлов трения авиационной и наземной техники, где требуется работоспособность материалов в условиях вакуума, избыточных давлений, сухого трения, повышенной влажности и отрицательных температур. Технический результат заявленного изобретения заключается в достижении более высоких значений герметичности и снижении газопроницаемости самосмазывающегося материала. Продукт механической обработки искусственного мелкозернистого графита (искусственный графит с температурой обработки не менее 2400°C) рассеивают для получения фракционного состава минус 90 мкм не менее 97%. Пек каменноугольный высокотемпературный измельчают до получения не менее 97% фракции с размером частиц минус 90 мкм. Отобранные фракции искусственного графита нужного размера и твердой смазки – нитрида бора перемешивают в подогреваемом смесителе до достижения температуры

массы 150–200°C, затем добавляют высокотемпературный пек, органическую добавку (кислота олеиновая) и догревают до температуры массы 160–200 °С. Полученную массу измельчают до пресс-порошка с гранулометрическим составом не менее 97 % фракции минус 90 мкм, осуществляют магнитную сепарацию, затем формируют заготовки, после проводят обжиг при температуре до 1000 °С. В диапазоне 400–600 °С скорость нагрева не более 5 °С в час. Обожженные заготовки, содержащие продукт механической обработки искусственного мелкозернистого графита в количестве 70–75 мас.%, нитрид бора в количестве 8–12 мас.%, связанные пековым коксом в количестве 16–22 мас.%, с открытой пористостью 10–20 % дополнительно уплотняют каменноугольным пексом с температурой размягчения 65–110°C и осуществляют высокотемпературную обработку при 1500-2050°C, далее заготовки пропитывают раствором фурфурилового спирта и полимеризуют при температурах 250-300°C до достижения требуемых показателей герметичности материала.

## **2. УСТРОЙСТВО ОТБОРА ПРОБ ГРАФИТА В РЕАКТОРАХ КАНАЛЬНОГО ТИПА**

**Патент RU № 2750374 от 28.06.2021 года. З. № 2020129716 от 09.09.2020 года.**  
Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "ПРОЛОГ" (RU)– G21C 17/02

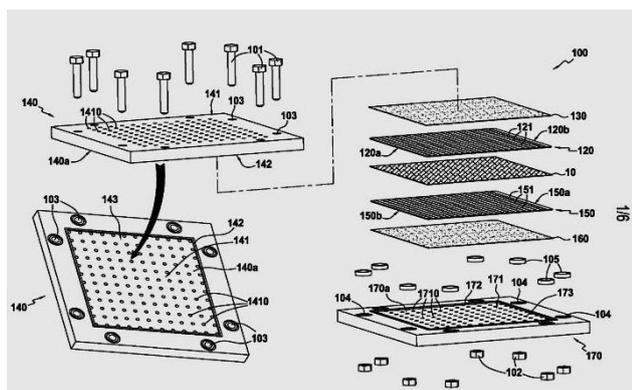
Изобретение относится к устройствам для выбуривания кернов из стенок скважин или каналов и может быть использовано в области атомной энергетики для получения проб графита реакторов канального типа, например РБМК. Технический результат изобретения заключается в качественно улучшенном, надежном и автоматизированном процессе отбора проб графита. Устройство содержит несущую штангу, трубчатую фрезу, механизм вращения и подачи трубчатой фрезы. При этом несущая штанга сборная и состоит из сегментов, устройство содержит пробоотборник, в корпусе которого размещены трубчатая фреза и механизм вращения и подачи трубчатой фрезы, корпус пробоотборника содержит не менее одного пневматического центратора, размещенного на его внешней стороне, механизм вращения и подачи трубчатой фрезы в части вращения трубчатой фрезы содержит пневмодвигатель с возможностью взаимодействия с редуктором, шестерней и шестерней на каретке, на которой размещена трубчатая фреза, в части подачи трубчатой фрезы содержит пневмоцилиндр двустороннего действия с возможностью взаимодействия с толкателем, механизм вращения и подачи трубчатой фрезы соединен с блоком управления пневмокабельным шлейфом, блок управления соединен с блоком подготовки воздуха

### **КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

## **3. ФОРМОВОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И УСТАНОВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ИНФИЛЬТРАЦИИ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ ВОЛОКНИСТЫХ ЗАГОТОВОК**

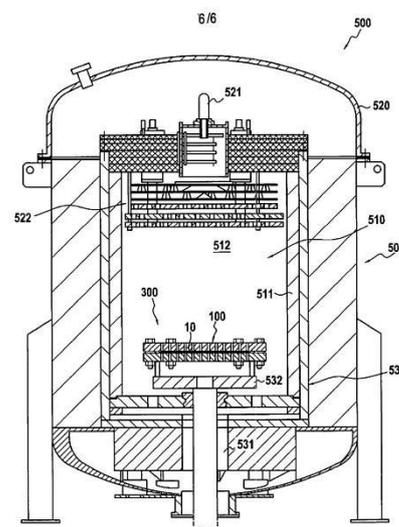
**Патент RU № 2751708 от 16.07.2021 года. З. № 2019120797 от 04.12.2017 года.**  
**Международная заявка WO № 2018104640 от 14.06.2018 года.** Патентообладатель САФРАН СЕРАМИКС (FR)– C04B 35/80

Изобретение относится к формовочному инструменту для получения деталей авиационного двигателя. Формовочный инструмент для химической инфильтрации в паровой фазе волокнистой заготовки содержит конструктивную камеру, образованную опорами, каждая из которых содержит перфорированную зону. Опоры содержат на своей



соответствующую форме выполняемой детали, и вторую сторону, удерживаемую напротив внутренней стороны опоры и на расстоянии от нее. Каждый функциональный элемент пресс-формы содержит множество перфорационных отверстий и имеет количество перфорационных отверстий, размер перфорационных отверстий или геометрию перфорационных отверстий, отличные от количества, размера или геометрии перфорационных отверстий, присутствующих на находящейся напротив опоре. Устройство содержит съемные функциональные элементы пресс-формы, размер, количество и/или геометрию перфорационных отверстий которых можно выбрать в зависимости от характеристик упрочняемой или уплотняемой волокнистой заготовки.

внутренней стороне пустотелую зону, включающую в себя перфорированную зону. Формовочный инструмент дополнительно содержит первый и второй функциональные элементы пресс-формы, каждый из которых присутствует соответственно в пустотелой зоне опор. Каждый функциональный элемент пресс-формы содержит первую сторону, имеющую определенную форму,



#### 4. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕГРАФИТОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Патент RU № 2751859 от 19.07.2021 года. З. № 2020142292 от 22.12.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолГТУ) (RU)–С04В 35/83

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к получению путем пропитки пористого каркаса композиционных материалов, имеющих высокую электропроводность, антифрикционные свойства, стойкость в агрессивных средах. Пористую углеграфитовую заготовку помещают в раствор медного электролита и осуществляют вакуумную дегазацию. После чего наносят на нее двухслойное гальваническое покрытие, содержащее внутренний медный слой и наружный слой, содержащий 99 мас.% олова и 1 мас.% висмута. Наружный слой гальванического покрытия наносят электролизом из электролита, содержащего 35 г/л сульфата олова, 1,5 г/л сульфата висмута, 170-180 г/л серной кислоты, 5-6 мл/л формалина, 50-60 мл/л блескообразующей добавки "ЭКОМЕТ-Л6". Заготовку с нанесенным покрытием размещают в пропиточной камере, на 2/3 заполненной расплавом сплава алюминия, заполняют камеру расплавом сплава алюминия и осуществляют пропитку пористой заготовки под воздействием избыточного давления за счет термического расширения расплава при нагреве выше температуры ликвидус сплава алюминия. Обеспечивается повышение качества композиционных материалов.

## **5. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КАРБИДОКРЕМНИЕВОЙ КЕРАМИКИ**

**Патент RU № 2740984 от 22.01.2021 года.** З. № 2019134104 от 23.10.2019 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ) (RU)–С04В 35/65

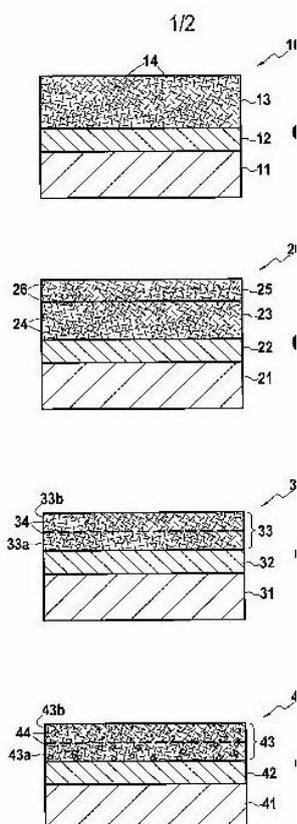
Способ изобретения относится к области получения карбидокремниевых керамических изделий, в том числе крупногабаритных, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками, в том числе при высоких температурах для применения в различных областях промышленности. Технический результат состоит в увеличении размера карбидокремниевых изделий с повышенной механической прочностью, термоударной стойкостью, плотностью 2,5-2,9 г/см<sup>3</sup>, повышении технологичности и рентабельности их изготовления, расширении областей применения карбидокремниевой керамики. Способ включает приготовление шихты из порошков карбида кремния со связующим веществом, вальцовку, пневмотрамбовку полученной массы, формование заготовок методом мундштучного прессования, нарезку на куски необходимой длины, последующий коксующий обжиг. После коксующего обжига изделия пропитывают коллоидно-графитовым спиртовым раствором и силицируют путём пропитки расплавом кремния или выдерживанием в парах кремния в высокотемпературной камере. По способу изобретения могут быть изготовлены крупногабаритные нагреватели, тигли, воронки, теплообменники, трубы для перекачки абразивосодержащих суспензий и агрессивных жидкостей и т.п.

**6. Патент RU № 2747499 от 05.05.2021 года.** З. № 2020120888 от 23.06.2020 года. Патентообладатель Российская Федерация, от имени которой выступает ФОНД ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (RU)–С04В 35/65

## **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕАКЦИОННО-СПЕЧЕННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

Изобретение относится к области композиционных материалов на основе карбида кремния, применяемых для оборудования нефтегазодобывающей и нефтегазоперерабатывающей промышленности (подшипники и уплотнения насосов, погружных агрегатов) и химических установок, в авиационной промышленности (детали поршневого, роторно-поршневого и газотурбинного двигателя). Технический результат изобретения: снижение процента брака, повышение прочности и твердости. Способ изготовления изделий из реакционно-спеченного композиционного материала включает формование заготовки на основе композиции, состоящей из мелкодисперсного наполнителя, представляющего смесь инертного к кремнию при технологических параметрах процесса силицирования карбида кремния и активных к кремнию элементов и соединений: углерода, молибдена и карбида молибдена, образующих при взаимодействии с ним тугоплавкие карбиды, силициды или тройные соединения, и временного связующего, обжиг сформованной заготовки при конечной температуре, соответствующей температуре полного удаления летучих продуктов временного связующего, и ее силицирование при массопереносе кремния в поры материала заготовки путем его капиллярной конденсации за счет создания низкой степени их пресыщения. Порошки активного к кремнию элемента или соединения и карбида кремния берут в соотношении 1:10 по гранулометрическому составу. Силицирование проводят при температуре 1500-1550°C

## 7. ДЕТАЛЬ С НАНЕСЁННЫМ ТЕПЛОВЫМ БАРЬЕРОМ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ И СПОСОБ ЕЁ ПОЛУЧЕНИЯ



Патент RU № 2741491 от 26.01.2021 года. З. № 2019117737 от 31.10.2017 года. Международная заявка WO № 2018/087452 от 17.05.2018 года Патентообладатель САФРАН (FR), САФРАН ЭРКРАФТ ЭНДЖИНЗ (FR), ЮНИВЕРСИТЕ ПОЛЬ САБАТЬЕ ТУЛУЗ III (FR), САНТР НАСЬОНАЛЬ ДЕ ЛЯ РЕШЕРШ СЪЕНТИФИК (FR)– С04В 41/87

Группа изобретений относится к теплоизоляции деталей в высокотемпературных условиях. Деталь для газотурбинного двигателя, имеющая, по меньшей мере, один первый слой теплового барьера, содержащий керамический материал и первые керамические волокна, диспергированные в первом слое. Первый слой может иметь перепад химического состава между материалом теплового барьера и материалом для защиты от алюмосиликатов кальция и магния, содержание которых является более значительным в наружной зоне первого слоя, и/или первый слой может быть выполнен пористым и содержать перепад пористости, при котором наружная часть первого слоя имеет пониженную пористость. Обеспечивается защита от воздействий окружающей среды, повышается срок службы.

## 8. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ И ПОСЛОЙНОЙ УКЛАДКОЙ ТКАНИ ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ

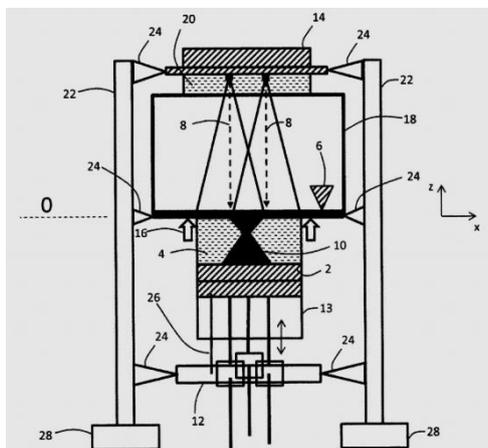
Патент RU № 2749387 от 09.06.2021 года. З. № 2020134050 от 16.10.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН) (RU)– С04В 35/577

Изобретение относится к способу получения композиционных материалов на основе карбида кремния, армированных текстильным материалом из карбида кремния, которые могут быть использованы для работы в агрессивных средах, в условиях высоких температур и истирающих воздействий, может использоваться для создания подшипников скольжения и качения, лопаток газотурбинного двигателя и изделий специального назначения. На армирующий компонент в виде ткани из карбида кремния, полученной силицированием углеродной ткани парами монооксида кремния, наносят с двух сторон резиновый клей. В графитовую форму укладывают послойно указанную карбидокремниевую ткань и порошок карбида кремния, содержащий спекающую добавку в виде алюмоиттриевого граната. Методом горячего прессования с удельным давлением 30 МПа и при температуре 1850°C получают композиционный материал с керамической матрицей. Изобретение позволяет повысить значение ударной вязкости керамических композиционных материалов на основе карбида кремния.

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 9. УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРЕХМЕРНОГО ИЗДЕЛИЯ

Патент RU № 2750307 от 25.06.2021 года. З. №2020119961 от 20.11.2017 года.  
Международная заявка WO № 2019096421 от 23.05.2019 года. Патентообладатель(и): СЛМ СОЛЮШЕНЗ ГРУП АГ (DE)– В22F 3/105

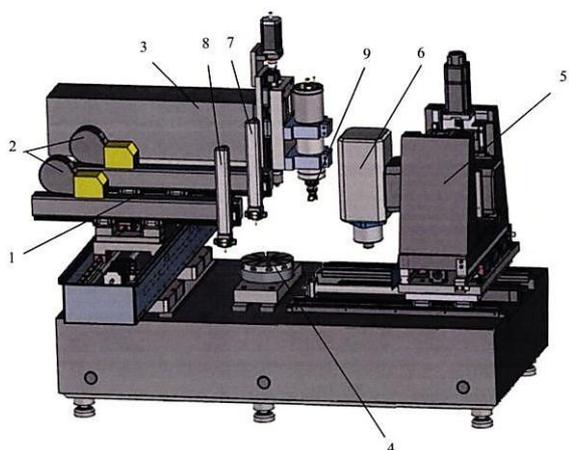


Изобретение относится к области аддитивных технологий, в частности, к устройству и способу для изготовления трехмерных изделий из порошка. Устройство для изготовления трехмерных изделий содержит носитель, выполненный с возможностью приема множества слоев порошка исходного материала, блок облучения, выполненный с возможностью направления луча излучения в заданные места верхнего слоя порошка для его отверждения в заданных местах, технологическую камеру и опорную конструкцию, расположенную вне технологической камеры и поддерживающую блок облучения. Опорная конструкция представляет собой опорную раму,

поддерживающую технологическую камеру и блок облучения, который механически отвязан от технологической камеры, при этом термическая деформация технологической камеры из-за технологического тепла внутри технологической камеры не приводит к существенному смещению блока облучения относительно опорной конструкции. Обеспечивается повышение качества получаемого изделия за счет исключения термической деформации и механического смещения частей устройства.

### 10. УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДЕТАЛЕЙ АДДИТИВНО-СУБСТРАКТИВНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ

Патент RU № 2750603 от 29.06.2021 года. З. № 2020129073 от 02.09.2020 года.  
Патентообладатель Российская Федерация, от имени которой выступает ФОНД ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (RU)– В33У 30/00



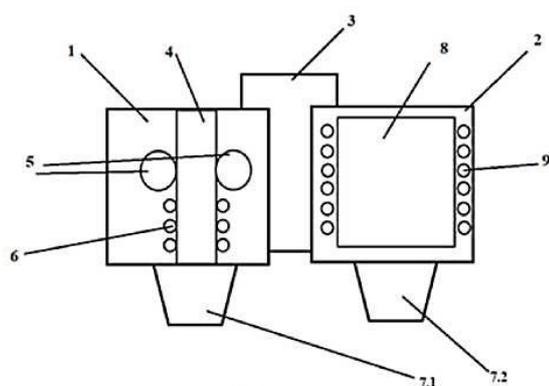
Изобретение относится к устройству для выращивания детали путем аддитивно-субтрактивно-упрочняющей технологии и может применяться в различных областях машино- и авиастроения, а также ракетно-космической отрасли. Технический результат состоит в расширении технологических возможностей аддитивно-субтрактивно-упрочняющей технологии, повышении производительности выращивания и повышении качества выращенного металла. Аддитивный модуль устройства, использующего субтрактивные переходы для механической обработки базовых присоединительных

поверхностей между переходами выращивания частей детали сложной формы, доступ к которым после синтеза всей детали затруднен или невозможен, имеет два или более узла для наплавки и, соответственно, два источника концентрированного потока энергии.

Каждый узел для наплавки подает в зону выращивания одинаковый или различный металлический материал. Для обеспечения устойчивости процесса выращивания применяется осциллятор, который позволяет зажигать электрическую дугу без контакта с поверхностью детали и поддерживать горение, необходимое для наплавки слоев металлического материала. Аддитивный модуль имеет автоматизированную систему управления подачей металлической проволоки по трем координатам для каждого узла для наплавки.

## 11. СПОСОБ СОЗДАНИЯ 3D-ОБЪЕКТА ИЗ МАТЕРИАЛОВ, ИМЕЮЩИХ НИЗКУЮ АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ МЕЖДУ СОБОЙ, И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Патент RU № 2751442 от 13.07.2021 года. З. № 2020142907 от 24.12.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" (ФГАОУ ВО КФУ) (RU)– В33У 30/00



Заявленное техническое решение относится к области изготовления 3D-объектов методом аддитивной технологии. Может применяться в медицине, строительстве, авиационной и машиностроительной промышленности и т.п., где требуется нанесение антиадгезионных покрытий на материалы, не обладающие адгезией к антифрикционным материалам, таким как тефлон, полиэтилен и т.д. Сущностью заявленного технического решения является способ создания 3D-объекта из материалов, имеющих низкую

адгезионную прочность между собой, заключающийся в том, что сначала разогревают до требуемой температуры основной полимерный материал посредством нагревательного элемента в первой печатной головке, наносят первый слой расплавленного основного полимерного материала из первой печатной головки на платформу; разогревают до требуемой температуры адгезивный материал посредством нагревательного элемента во второй печатной головке, наносят второй слой адгезивного материала из второй печатной головки, далее на нанесенный адгезионный материал воздействуют СВЧ-излучением; далее повторяют цикл нанесения слоя расплавленного основного полимерного материала из первой печатной головки и адгезивного материала из второй печатной головки с последующим воздействием СВЧ-излучением, при этом процессы нанесения слоев повторяют до достижения требуемой толщины слоев покрытия. Устройство для реализации способа состоит из первой печатной головки для нанесения основного полимерного материала, оснащенной нагревательным элементом, второй печатной головки для нанесения адгезивного материала, оснащенной нагревательным элементом, при этом первая печатная головка и вторая печатная головка установлены на кронштейне, при этом в первой печатной головке выполнен канал в виде нити с возможностью загрузки основного полимерного материала, при этом указанный канал оснащен валиками для принудительной подачи основного полимерного материала, при этом вторая печатная головка оснащена резервуаром с возможностью истекания адгезивного материала под действием гравитации, при этом в первой и второй печатных головках выполнены сопла с возможностью подачи основного полимерного материала и адгезивного материала соответственно.

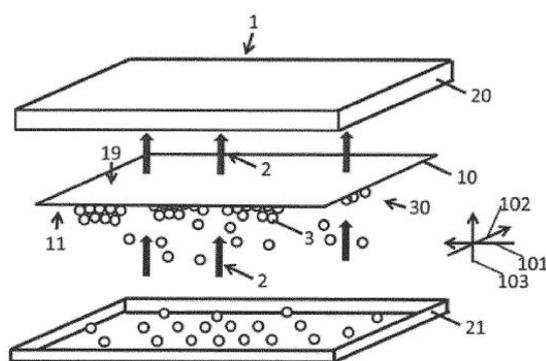
## 12. СПОСОБ УПРОЧНЕНИЙ 3D-ПЕЧАТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Патент RU № 2750426 от 28.06.2021 года. З. № 2020130237 от 14.09.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) (RU)– В33У 30/00

Изобретение относится к области постобработки при 3D-печати методом FDM (англ. *fused deposition modeling* - моделирование методом послойного наплавления) и позволяет повысить прочность напечатанных конструкций и понизить анизотропию механических свойств. Описан способ изготовления 3D-печатных конструкций с последующей вакуумной пропиткой, заключающийся в формировании изделия путем трехмерной послойной печати, при которой для изготовления каждого слоя детали термопластичный материал нагревают в печатающей головке до полужидкого состояния и выдавливают в виде нити через сопло с отверстием малого диаметра, осаждая на поверхности рабочего стола для первого слоя или на предыдущем слое для последующих слоев до тех пор, пока изделие не будет построено полностью, где после завершения формирования изделие помещают в вакуумную камеру в эпоксидный компаунд на основе смолы ЭД-20, откачивают воздух из камеры, выдерживают до полного завершения процесса выделения воздушных пузырей, далее возвращают воздух в камеру, в результате чего процесс пропитки детали компаундом завершен. Технический результат - повышение прочности 3D-печатных деталей

## 13. УСТРОЙСТВО И СПОСОБ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ЧАСТИЦАМИ

Патент RU № 2742939 от 11.02.2021 года. З. № 2019109654 от 21.08.2017 года. Международная заявка WO № 2018059833 от 05.04.2018 года. Патентообладатель АЭРОСИНТ СА (BE)– В33У 30/00



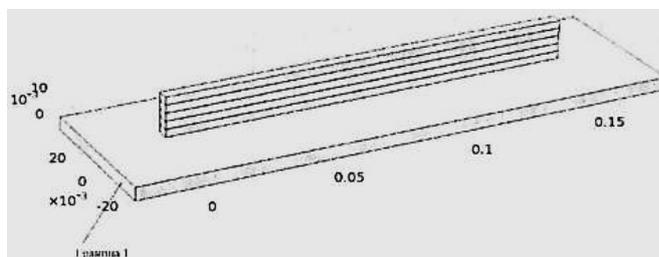
Настоящее изобретение относится к устройству для манипулирования частицами. Устройство (1) содержит генератор (20) потока, выполненный с возможностью генерирования потока (2) транспортной текучей среды, и экран (10). Экран (10) имеет первую наружную поверхность (11), с помощью которой может формироваться структура (30) из частиц (3). Экран (10) содержит сквозные отверстия (12), ведущие через проемы к упомянутой первой наружной поверхности (11), а поток (2) транспортной текучей среды обеспечивается для транспортировки частиц (3) к или от первой наружной поверхности (11). Устройство (1) выполнено таким образом, что поток (2) транспортной текучей среды проходит только через заранее определенные участки первой наружной поверхности (11) экрана (10). Устройство может быть включено в систему 3D печати. Технический результат: возможность создавать непрерывную структуру из частиц различных размеров и форм.

## 14. СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НАПЛАВКИ

Патент RU № 2750994 от 07.07.2021 года. З. № 2020119022 от 02.06.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет" Общество с ограниченной ответственностью "Центр электронно-лучевых и лазерных технологий" (RU)– В33У 30/00

Изобретение относится к сварочному производству и может быть использовано для управления процессом многослойной наплавки для получения изделия. Способ включает динамическое управление параметрами режима наплавки для поддержания размеров ванны расплавленного металла на заданном уровне и обеспечения постоянства размера наплавленных валиков, при этом в процессе наплавки используют метод оперативного управления в алгоритме численной реализации решения тепловой задачи, осуществляют численное моделирование требуемых значений мощности теплового источника в зависимости от времени, определяют тепловые поля в выращиваемом изделии в каждый момент времени моделируемой наплавки, сравнивают величину контролируемого параметра с величиной значения уставки, характеризующей ванну расплавленного металла, осуществляют корректировку значения мощности теплового источника с минимизацией величины рассогласования величины контролируемого параметра с величиной значения уставки, причем полученные значения мощности теплового источника используют при программном управлении процессом наплавки натурального изделия. Использование изобретения позволяет повысить качество изготовления наплавленных изделий.



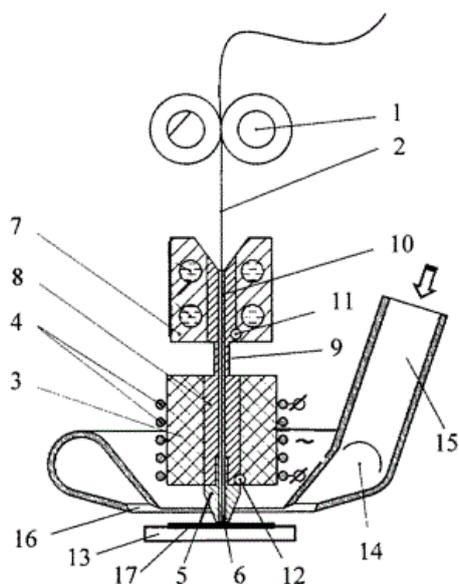
## 15. УСТРОЙСТВО ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ

**Патент RU № 2745247 от 22.03.2021 года. З. № 2019140946 от 11.12.2019 года. Конвенционный приоритет: 27.05.2019 года CN № 201910447966.2.** Патентообладатель ХУАЧЖУНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ (CN)– В33У 30/00

Аппарат селективного лазерного спекания SLS состоит из устройства для формирования лазерного излучения, опорной платформы и приводного механизма. Опорная платформа имеет конфигурацию, позволяющую размещение исходных материалов для аддитивного производства объекта, состоящего из множества секций. Устройство для формирования лазерного излучения расположено на опорной платформе и имеет конфигурацию, обеспечивающую нанесение слоев порошкового материала на поверхность каждой секции объекта и их спекание. Приводной механизм располагается под устройством для формирования лазерного излучения и состоит из вертикального движущего механизма и горизонтального движущего механизма. Вертикальный движущий механизм подсоединен к устройству для формирования лазерного излучения и имеет конфигурацию, позволяющую подъем устройства для формирования лазерного излучения по мере нанесения и спекания слоев. Горизонтальный движущий механизм имеет конфигурацию, позволяющую перемещать устройство для формирования лазерного излучения в горизонтальном направлении по отношению к опорной платформе, обеспечивая таким образом перемещение устройства формирования лазерного излучения над опорной платформой или независимо от опорной платформы. Технический результат изобретения – возможность получать крупногабаритные изделия сложной формы.

## 16. СПОСОБ АДДИТИВНОЙ ЭКСТРУЗИИ ОБЪЁМНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ЭКСТРУДЕР ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Патент RU № 2750995 от 07.07.2021 года. З. № 2020137633 от 16.11.2020 года. Патентообладатель Акционерное общество Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий (АО КНИАТ) (RU), Димич Вячеслав Викторович (RU)– В33У 10/00



Группа изобретений относится к области аддитивных технологий для выращивания объемных изделий сложной формы методом последовательной экструзии и фиксирования двумерных слоев из расплавленного полимерного материала с последующим отверждением и может быть использована при изготовлении форм оснастки для гальванопластики и малых серий изделий любой формы сложности в разных отраслях промышленности. Способ аддитивной экструзии объемных изделий включает проектирование 3D-модели объемного изделия с преобразованием ее в набор двумерных слоев с соответствующими контурами, подачу расходного полимерного материала в зону плавления с контролируемой температурой и нагревание его до расплавленного состояния, последовательную многократно повторяющуюся локализованную

экструзию расплавленного материала с перемещением сопла до получения двумерных слоев с наложением их на основу объемного изделия и друг на друга и последующим отверждением. Подачу расходного полимерного материала в зону плавления осуществляют с воздушным или водяным охлаждением до придания расходному полимерному материалу необходимой упругости с возможностью давления на расплавленный материал буфером, создаваемым пластичностью полимерного материала при переходе его в жидкую фазу, и локализованной экструзии двумерных слоев с нанесением их на основу изделия и друг на друга с последующим отверждением и фиксированием обдувкой каждого осаждаемого слоя воздухом, предварительно нагретым до определенной температуры, соответствующей свойствам осажденного полимерного материала. В качестве полимерного материала используют электропроводящий гибридный дисперсно-упрочненный композитный материал. Согласно одному из вариантов экструдер содержит устройство подачи филамента в экструдер, индукционный нагреватель, экструзивную головку с соплом для выдавливания расплавленного филамента. Индукционный нагреватель содержит тигель с нагревательным индуктором, расположенным снаружи тигля, а устройство подачи филамента - радиатор водяного охлаждения, расположенный от индукционного нагревателя на расстоянии, соединенные между собой стержнем с аксиальным каналом для подачи филамента в зону плавления, выполненным с наружной проточкой, уменьшающей теплообмен между зонами охлаждения и плавления филамента. На стержне внизу радиатора дополнительно установлен датчик контроля температуры охлаждения филамента, а на конце закреплена экструзивная головка, в которой установлен датчик температуры выдавливаемого расплавленного филамента. Технический результат - повышение качества и производительности аддитивной экструзии объемных изделий.

## АЛМАЗЫ

### **17. СПОСОБ И ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДЕТОНАЦИОННОГО СИНТЕЗА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА**

Патент RU № 2748800 от 31.05.2021 года. З. № 2020123225 от 13.07.2020 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «СКН» (RU)– C01B 32/26

Изобретение может быть использовано при получении синтетических поликристаллических алмазов. Способ детонационного синтеза поликристаллического алмаза включает получение исходного продукта из высокоэнергетического взрывчатого вещества - гексогена и/или октогена и углеродсодержащего компонента - коллоидного графита или сажи. Исходный продукт дополнительно содержит тротил при следующем соотношении компонентов, масс. %: тротил 40-50, гексоген и/или октоген 40-50, коллоидный графит или сажа 5-12. Детонационный синтез проводят во взрывной камере. Изобретение позволяет получить детонационный поликристаллический алмаз (ДПА), обладающий более плотной упаковкой агрегатов и повышенными средними размерами, большей жесткостью и долговечностью в процессе работы.

### **ПОЗДРАВЛЯЕМ**

**наших коллег с получением нового патента!**

### **АНТИФРИКЦИОННАЯ КОМПОЗИЦИЯ И СПОСОБ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ**

Патент RU № 2751337 от 13.07.2021 года. З. № 2020123225 от 13.07.2020 года. Автор(ы): **Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Черненко Николай Михайлович (RU), Щербакова Татьяна Сергеевна (RU), Грудина Иван Геннадьевич (RU), Назаров Александр Иванович (RU), Солдатов Михаил Михайлович (RU).**

Патентообладатель(и): **Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU)– C08J 5/16**

Предлагаемое изобретение относится к классу углеродных волокнистых армированных конструкционных полимерных композиционных материалов на основе углеродной графитированной ткани в качестве армирующего наполнителя и эпоксидной матрицы для изготовления изделий антифрикционного назначения. Композит может быть использован для изготовления торцевых уплотнений опорных подшипников и подшипников скольжения. Антифрикционная композиция включает углеродную ткань и полимерное связующее, согласно изобретению армирующим наполнителем является углеродная графитированная при температуре 2400°C ткань, полученная из гидратцеллюлозной ткани, структура волокон которой модифицирована перед карбонизацией интенсивным кратковременным нагреванием и тепловлажностным воздействием, а полимерное связующее дополнительно содержит алюмоорганосилоксановый лак, полиэтиленполиамин и хлорпарафин при следующем соотношении компонентов, мас. ч.: графитированная ткань - 50,0, эпоксидная смола - 49,0, алюмоорганосилоксановый лак - 9,0, полиэтиленполиамин - 2,0 и хлорпарафин - 0,9. Также описывается способ изготовления антифрикционной композиции, который включает изготовление углеродной ткани, приготовление тканевого полуфабриката на основе эпоксидной смолы и растворителя и отличается тем, что исходную гидратцеллюлозную ткань перед карбонизацией подвергает интенсивному кратковременному нагреванию и тепловлажностному воздействию для модификации структуры волокна и после карбонизации до температуры 320°C графитируют в инертной

атмосфере при температуре не ниже 2400°C, а в разогретую до температуры 90°C эпоксидную смолу вводят порошок хлорпарафина и перемешивают, затем заливают алюмоорганоцилосановый лак, полиэтиленполиамин и толуол в количестве 46 вес. ч. от массы эпоксидной смолы, дополнительно перемешивают, сливают пропиточный компаунд в отдельную емкость и после непродолжительной выдержки заливают в смеситель, перемешивают и пропитывают графитированную ткань окунанием в пропиточный компаунд с отжимом после пропитки до влажного привеса компаунда до 80%, приготовленный влажный полуфабрикат нарезают на заготовки, выкладывают пакеты из заготовок в пресс-форме и прессуют.