



НИИГРАФИТ
РОСАТОМ

Статьи сотрудников ХТК за 2021-2022 гг, опубликованные в

**РЕФЕРАТИВНЫХ БЮЛЛЕТЕНЯХ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И
ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ**

за 2022 г



Москва, АО «НИИГрафит»

Содержание

1. Волокна и композиты	3
1.1. Углеродные волокна и ткани, углепластики.....	3
1.2. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....	7
2. Наноматериалы, фуллерены, графен	8
3. Методы исследования. Сырье.....	9
4. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов	14
5. Научно-популярные материалы, сообщения.....	15
6. Патенты.....	16



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

1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И ТКАНИ, УГЛЕПЛАСТИКИ

1.1.1. ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ ПЛОТНОСТИ УГЛЕВОЛОКНИТА ОТ ВРЕМЕНИ СМЕШИВАНИЯ КОМПОЗИЦИИ УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО–ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНАЯ СМОЛА

Шаталин А.А., Будник Д.А., Тарасов К.А. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.230-231

Большую перспективу в наше время имеют полимерные композиционные материалы, позволяющие достигать необходимых характеристик под конкретные условия эксплуатации. Одним из примеров таких материалов может служить углеволокнит марки ЭПАН, представляющий собой волокнистую массу, основными составляющими которой являются фенолформальдегидная смола (ФФС) и измельченное углеродное волокно. Углеволокнит ЭПАН стоек к воздействиям кислот и имеет высокие антифрикционные характеристики. В сочетании с достаточной механической прочностью перечисленные свойства материала позволяют применять его в изготовлении лопаток, уплотнительных колец компрессоров, подшипников скольжения и других элементов, эксплуатируемых в условиях запыленности.

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

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

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

1.1.3. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПРОПИТКИ ЧЕТЫРЕХМЕРНЫХ КАРКАСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Антанович А. А., Колесников С. А., Максимова Д. С. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2022. - №5. – С.33-36

Исследована пористая структура четырехмерного углеродного стержневого каркаса на основе углеродных волокон, собранного по схеме **4D-L** и используемого для получения углерод-углеродного композиционного материала. Определены или оценены размеры межстержневых и внутрестержневых пор различных типов. Изучены некоторые особенности последовательной многократной пропитки каменноугольным пеком и последующей карбонизации сначала углеродного каркаса, а затем получаемых в результате уплотнения заготовок композита как при атмосферном, так и при высоком давлении. Показано, что в отсутствие внешнего давления капиллярные силы могут обеспечить заполнение только внутрестержневых пор, тогда как для заполнения межстержневых пор необходимо использовать высокое давление до 10 МПа с достаточной длительностью его применения.

1.1.4. ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ОБРАЗЦОВ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ЭФФЕКТИВНУЮ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Антанович А.А., Колесников С.А. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.21-22

Современные углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) находят все большее применение в составе огнеупорных конструкций. УУКМ содержат в своем составе углеродные компоненты с различными кристаллическими структурами и схемами армирования. Их сочетание создаёт широкий спектр технических возможностей в изготовлении высокотемпературных огнеупорных конструкций. Армирующие углеродные волокна, пронизывающие весь объём деталей, являются основным фактором формирования упругих и термических свойств материала. Дисперсная углеродная матрица отличается снижением в несколько раз коэффициента теплопроводности в широком интервале температур. Поэтому можно ожидать заметного влияния толщины теплозащитной детали из УУКМ на эффективную теплопроводность на пути теплового потока от горячей поверхности.

1.1.5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ МЕДЬ-НИКЕЛЬ НА ПОВЕРХНОСТЬ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Карапетян В.К., Чекин Р.В., Данилов Е.А. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.91-92



Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) широко применяются при изготовлении разнообразных изделий авиакосмической техники благодаря высочайшему уровню тепло- и термостойкости, высокой теплопроводности и уровню физико-механических свойств. Одним из недостатков УУКМ является сложность их монтажа с металлическими конструкциями, для чего целесообразно применять методы пайки. В настоящей работе проведена предварительная экспериментальная проработка гальванического осаждения металлических покрытий на УУКМ, поскольку данный метод отличается наибольшими возможностями контроля параметров процесса, осуществлением его при околокомнатных температурах, возможностью получения покрытий чистого элементного состава. Особенно высокой эффективностью отличаются покрытия на основе никеля и меди. В качестве основного объекта исследований был использован трехмерноармированный УУКМ (3D-УУКМ) с ортогональной схемой армирования. Перед нанесением покрытия применялась обработка материала воздушной плазмой для активации поверхности УУКМ и снижения гидрофобности. Рис. *Гальваническое покрытие системы медь-никель на образце 2D-УУКМ*

1.1.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПРОГРЕВА ФИЛАМЕНТА ЖГУТА УВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ОТ 1000 ДО 2800°C

Вербец Д.Б., Находнова А.В., Маркова И.Ю. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.51-52

В технологии изготовления углеродных материалов часто возникает задача определения температурного профиля нагревателя, например, при необходимости проведения нескольких серий высокотемпературных термообработок с максимальной воспроизводимостью результатов. В нашем случае эксперименты проводили на модернизированной лабораторной печи Таммана, имеющий консольный нагреватель, предназначенный для термообработки транспортируемого через него длинномерного материала (волокон). Также возможно использование данной печи для высокотемпературных обработок (ВТО) одного или нескольких образцов экспериментального углеродного материала с конечной ВТО в интервале от 1000 до 2900°C, в инертной атмосфере, размещаемые в зоне максимальной температуры, для определения которой требуется знать кривую распределения температур внутри нагревателя.

1.1.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБОТКИ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

Маркова И.Ю., Вербец Д.Б., Бубненко И.А. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.115-116

Ранее были опубликованы данные об изменении физико-механических характеристик УВ на основе ПАН от степени вытяжки при использовании высокотемпературной обработки (ВТО при $T=3000$ °C). В работе был отмечен рост модуля Юнга в зависимости от содержания кремния в исходном высокопрочном (ВП) УВ (рис 1а), зависимость прочности на растяжение УВ от содержания кремния в исходном ВПУВ, а также предложен механизм формирования структуры УВ при ВТО 3000°C с учетом присутствия кремния в исходном ВПУВ. Прочностные характеристики УВ сильно зависят от степени вытяжки УВ на стадии формирования ПАН – волокна, содержания стабилизирующих добавок, входящих в состав ПАН-прекурсора, добавленных в ПАН-полимер на стадии его изготовления, которые способствуют линейной полимеризации ПАН-полимера, а также построению лестничной фибриллярной структуры окисленного ПАН-волокна.

1.1.8. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО СВЯЗУЮЩЕГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОЗАЩИТЫ

Панина К.С., Данилов Е.А., Курганова Ю.А. // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «МАШТЕХ 2022. Инновационные технологии, оборудование и материальные заготовки в машиностроении. – 2022. – С.244-246

Рассмотрено получение композиционных материалов на основе углеродной ткани и кремнийорганического связующего, модифицированного новолачной фенолформальдегидной смолой, а также рядом неорганических добавок в количестве менее 10 % масс. На экспериментальных образцах проведены исследования поведения материалов при воздействии пламени горелки, а также исследована температуропроводность, проведен термогравиметрический анализ.

1.1.9. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМЫ ZrB_2 - $MoSi_2$ - SiC НА УУКМ

Синицын Д.Ю., Бубненко И.А., Аникин В.Н. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.157-158

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач аэрокосмической отрасли (АКО) является создание защиты сильнонагруженных деталей летательных и космических аппаратов, работающих одновременно в условиях износа и воздействия коррозионно-активных сред. Поэтому на смену использовавшимся ранее жаростойким сплавам, оксидной керамике в чистом виде и материалам класса $C-SiC$, которые способны работать при температурах не выше $1650^\circ C$, приходят монокристаллическая ультравысокотемпературная керамика (УВТК) и различные углеродные композиционные материалы (УКМ). При всех своих достоинствах (высокие удельные характеристики, которые способны повышаться с ростом температуры) УКМ активно окисляются кислородом выше $400^\circ C$.

1.1.10. КИНЕТИКА ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ И УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СМЕСИ СЕРНОЙ И АЗОТНОЙ КИСЛОТ

Хачатурян А.А., Данилов Е.А., Самойлов В.М. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.186-187

В последние десятилетия углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) нашли широкое применение в электрохимии в качестве топливных элементов, электродов, носителей катализаторов. УУКМ представляют собой армированные углеродными волокнами (УВ) композиционные материалы с графитовой или пироуглеродной матрицей. Целью данной работы является изучение кинетики жидкофазного окисления углеродных и УУКМ для прогнозирования протекания электрохимических процессов. Для исследования окислительной способности были выбраны графиты марок МПГ-6 и ГМЗ, двумерно- (2D-) и трехмерноармированный (3D-) УУКМ, а также стеклоглерод марки СУ-2600.

1.1.11. ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННОГО УГЛЕПЛАСТИКА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Шаталин А.А., Будник Д.А., Гончарова Н.Н. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.197-198

Цель работы – выявление оптимальных технологических параметров изготовления тонкостенного углепластика сложной формы. В работе анализировались такие технологические параметры изготовления углепластиков, как время предварительной выдержки при температуре и удельное давление прессования. Образцы изготавливались из углеродной ткани полотняного плетения ЗК-1000-200 фенолформальдегидной смолы новолачного типа, соотношение ткани к смоле в отпрессованном композите – 70/30, в виде профилированных пластин длиной (210 ± 5) мм, шириной (130 ± 3) мм и толщиной $(1 \pm 0,1)$ мм методом компрессионного прессования в обогреваемой пресс-форме. Температура и время компрессионного прессования зависят от типа используемой полимерной системы. Предварительная выдержка осуществлялась в электрошкафу сушильном вакуумном СНВС. Компрессионное прессование осуществлялось на гидравлическом прессе для пластмасс усилием 630 кН, модель ДЕ 2428.

1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА, СОРБЕНТЫ. УМ В МЕДИЦИНЕ

1.2.2. СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАПРАВЛЕННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ

Меметова А.Е., Нескоромная Е.А., Бабкин А.В. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.117-118

В настоящее время мир сталкивается с огромными проблемами увеличения выбросов парниковых газов, что формирует неблагоприятные тенденции к интенсификации процессов глобального потепления. В связи с этим исследования адсорбции метана имеют большое значение для контроля и снижения выбросов парниковых газов. Одним из наиболее острых вопросов, связанных с адсорбцией метана и требующим углубленного исследования, является выбор адсорбента с соответствующей пористой структурой, гарантирующей наибольшую адсорбционную способность. В последние годы все большее внимание в этой области привлекают нанопористые углеродные материалы (НУМ) с иерархической структурой пор. В работе изучено влияние условий и параметров процесса получения на структуру НУМ.

1.2.2. КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА - ОКСИД ГРАФЕНА, ДЕКОРИРОВАННЫЙ НАНОЧАСТИЦАМИ ЖЕЛЕЗА ДЛЯ СОРБЦИОННОГО УДАЛЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДНЫХ СРЕД

Нескоромная Е.А., Мележик А.В., Мкртчян Э.С. // Перспективные материалы. – 2022. - №8. – С.48-60

Представлена простая в реализации и дешёвая технология синтеза эффективного сорбционного материала на основе оксида графена (ОГ), карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и наночастиц железа. Синтезированный нанокompозит представляет собой частично упорядоченную структуру восстановленного оксида графена, поверхностно модифицированного КМЦ. Структуры полученного композиционного материала и исходного сырья исследованы методами сканирующей (СЭМ) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), рентгеновской дифракции (XRD), ИК-Фурье спектроскопии. В структуре синтезированного материала идентифицированы частицы железа в различных формах (Fe_2O_3 , $FeOOH$, FeO). Изучены сорбционные свойства синтезированного нанокompозита. Исследовано влияние pH раствора и массы навески адсорбента на его сорбционную активность при извлечении ионов **Pb** и **Zn** из водных растворов. Наибольшую сорбционную активность синтезированный материал демонстрирует при pH = 6. Установлены высокие значения сорбционной активности синтезированного материала (по ионам **Pb** - 680 мг·г⁻¹, **Zn** - 387 мг·г⁻¹). Полученные кинетические кривые наилучшим образом описываются моделью псевдо-второго порядка. Синтезированный композиционный материал может быть успешно использован для адсорбции тяжёлых металлов из загрязнённых водных сред.

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

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

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

1.1.4. СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВОГО АЭРОГЕЛЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К МЕТАНУ

Меметова А.Е., Нескоромная Е.А., Зеленин А.Д. // Перспективные материалы. – 2022. - №4. – С.53-62

Синтезирован новый наноструктурный углеродный материал, представляющий собой аэрогель на основе восстановленного оксида графена с применением сверхкритических методов обработки гидрогеля в среде изопропилового спирта. Полученный материал обладает достаточно высокой удельной поверхностью по методу Брунауэра - Эммета - Теллера (БЭТ) - 657 м²/г с высоким удельным объемом пор по теории функционала плотности (density functional theory, DFT) - 0,766 см³/г, что создает хорошие перспективы его использования для адсорбции энергетически важных газов, в частности метана. Благоприятным фактором для увеличения скорости адсорбции - десорбции в таких системах является большой объем мезопор с диаметрами около 4,5-6,5 нм. На синтезированном графеновом аэрогеле исследована адсорбция метана при температурах 298,15, 303,15, 313,15 К и давлении до 10 МПа. Максимальное значение адсорбции метана при температуре 298,15 К и давлении 10 МПа достигает 7,31 ммоль/г. Характерные параметры процесса адсорбции были проанализированы с использованием эмпирических моделей изотерм Лэнгмюра и Фрейндлиха. Исследован процесс адсорбции на уровне оценки термодинамических параметров, которые свидетельствуют о его изменении от случайного состояния к упорядоченному, о его экзотермическом и физическом характере. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании систем хранения адсорбированного природного газа.

2. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

2.1. СВОЙСТВА СУСПЕНЗИЙ МАЛОСЛОЙНЫХ ГРАФЕНОВЫХ ЧАСТИЦ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЯМОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ПРИРОДНОГО ГРАФИТА В МНОГОАТОМНЫХ СПИРТАХ

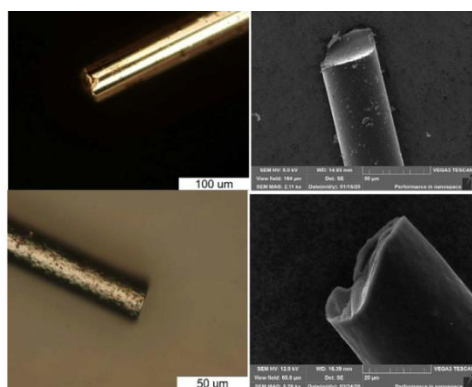
Данилов Е.А., Самойлов В.М., Находнова А.В. // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2022. - №4. – С.453-456

В работе приведены результаты исследования процесса жидкофазной эксфолиации природного графита под действием ультразвука в органических средах N-метил-2-пирролидон,

этиленгликоль, диэтиленгликоль) с целью получения коллоидных препаратов малослойных графенов. Оценивалось влияние времени обработки (в пределах до 7 часов) и концентрации частиц (от 0.2 до 20 мг/см³); проведено сравнение с ранее полученными данными для эксфолиации в водной среде (в т.ч. в присутствии ПАВ). Получены зависимости латеральных размеров частиц от времени обработки и показано, что использование этиленгликоля при наименьших энергозатратах приводит к минимальным размерам частиц с наиболее высокой скоростью их изменения. Оценены удельные энергозатраты процесса и проведено их сравнение с традиционными способами измельчения. Исследованы зависимости удельной электропроводности от концентрации графита в исходной суспензии, природы дисперсионной среды и времени обработки; полученные зависимости проанализированы с точки зрения современных теоретических представлений.

2.2. УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО ИЗ ИЗОТРОПНОГО НЕФТЯНОГО ПЕКА, ЛЕГИРОВАННОГО УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Абрамов О.Н., Жигалов Д.В., Вербец Д.Б. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.17-18



В качестве исходного материала, использованного для получения углеродного волокна, был выбран изотропный пек, полученный из тяжелой смолы пиролиза нефти вследствие удаления летучих низкоароматических (ряда бензола и нафталина) соединений и реакций поликонденсации с образованием более высокоароматических структур. Легирование пека углеродными нанотрубками проводилось путем смешения пека с толуольным раствором углеродных нанотрубок в инертной среде и вакууме при температуре до 300°C до полного удаления толуола и получения определенной концентрации углеродных нанотрубок в пеке. Рис.

Морфология внешней поверхности и внутренней структуры углеродного волокна

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

3.1. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, УСТОЙЧИВЫХ К СРЕДЕ ЖИДКОСОЛЕВЫХ РЕАКТОРОВ

Федюшкина А.Г., Бухаркина Т.В., Бейлина Н.Ю. // Химия твердого топлива. – 2022. - №5. – С.25-31

Рассмотрена возможность использования углеродных материалов в качестве конструкционных в жидкосолевых реакторах. Проанализировано влияние условий проведения основных стадий процесса получения углеродных материалов на их структурные и эксплуатационные характеристики. Предложены направления модифицирования конструкционных графитов с целью увеличения их устойчивости к воздействию внутренней среды жидкосолевых реакторных установок.

3.2. ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СФОРМИРОВАВШЕЙСЯ СТРУКТУРЫ КОКСА ИЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПЕКА

Родионова А.С., Максимова Д.С., Клеусов Б.С. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.175

Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) с высокими удельными физико-механическими характеристиками и жаропрочностью, сохраняющие упруго-прочностные свойства до температур 2000-2400°C активно применяются в авиационной и ракетно-космической технике. Необходимые свойства данных материалов во много достигаются за счёт многократного повторения высокотемпературных технологических операций формирования углеродной матрицы. Цель данного исследования: сравнение особенностей сформировавшейся структуры исходного кокса из высокотемпературного пека после проводимого в газостате процесса пропитки и карбонизации под давлением (ПКД) и кокса, прошедшего высокотемпературную обработку (ВТО) без давления. Объект исследования: исходный кокс из высокотемпературного пека после ПКД, отобранный из контейнера газостата с верхней и нижней его частей, и кокс, прошедший последовательно от 1 до 4 процессов ВТО.

3.3. АНАЛИЗ КАРТИН РАССЕЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ГРАФИТА

Логинов Д.В., Лешок А.В., Бейлина Н.Ю. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.126-127

Графит получил широкое распространение в различных областях техники, таких как приборостроение, машиностроение, металлургия. Используется при изготовлении смазочных материалов, тиглей, электрических компонентов, теплоизоляции. Графит активно используется в порошковой металлургии, выступая в роли графитизирующей, карбидообразующей добавки, а также добавки требуемого функционального назначения. Графиты выступают в роли основной добавки поликомпонентных фрикционных материалов, обеспечивающей требуемые триботехнические свойства. В работе представлены результаты исследования влияния термической обработки графитов на структурные изменения, определяющие свойства фрикционного материала.

3.4. ОСОБЕННОСТИ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

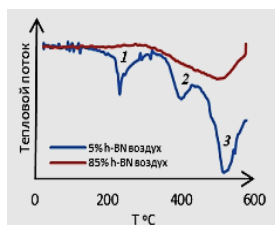
Горина В.А., Чеблакова Е.Г. // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2022. – Т.16, №1. – С.46-56

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

3.5. ДСК-АНАЛИЗ ТЕПЛОРАССЕИВАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ И ГЕКСАГОНАЛЬНОГО НИТРИДА БОРА

Капкан И.М., Самойлов В.М., Данилов Е.А. // Тезисы докладов. XXV Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием). – 2022. – С.277

Композиционные материалы на основе фенолформальдегидной смолы и гексагонального нитрида бора (h-BN), перспективны для изготовления диэлектрических термоинтерфейсов – изделий, предназначенных для отвода тепла от электронных компонентов. Поскольку рабочие



температуры электронных устройств непрерывно повышаются, теплостойкость этого класса материалов крайне важна. Пик в области 500-600°C характеризует начало процесса коксования, то есть протекания поликонденсации с образованием углеродистого остатка с выделением летучих веществ из основного углеродного скелета и усадок, сопровождающихся уплотнением материала. Рис. *ДСК кривая композиционных материалов h-BN/ФФС*

3.6. К ВОПРОСУ О СПЕКАНИИ КОКСОПЕКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бейлина Н.Ю. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.30-32

При получении искусственных углеродных материалов методом термической обработки аморфных композиций на основе пеков из каменноугольных и нефтяных смол решающую роль наряду с коксуемостью исходного сырья играет его спекаемость с наполнителем. В технологии получения искусственного электродного и конструкционного графитов, обожженных анодов для алюминиевой промышленности, получаемых спеканием и последующей высокотемпературной обработкой сырьевой коксопексовой композиции термохимическое спекание имеет решающее значение. Комплекс технологических стадий переработки смеси углеводородного сырья – кокса-наполнителя и пека-связующего позволяет из аморфной коксопексовой композиции определенного гранулометрического и компонентного состава при многостадийной термической обработке до 1300°C и 2600-3000°C получать углерод в аллотропной модификации графита.

3.7. СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЕКОВОГО КОКСА ДО И ПОСЛЕ СИЛИЦИРОВАНИЯ

Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Синицын Д.Ю. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.41-42

Известно, что углеродные материалы, используемые для получения силицированных графитов различных марок должны иметь определенную кристаллическую и пористую структуру. Неоднократная смена углеродного сырья для получения конструкционных графитов привела к значительному изменению характеристик пористых графитов, используемых для объемного силицирования. Цель работы состояла в исследовании структуры углерода до и после взаимодействия с кремнием в процессе силицирования. В качестве объекта исследования выбран новый среднезернистый графит на основе искусственного наполнителя из пекового кокса с регулируемой пористой структурой и реакционной способностью по отношению к взаимодействию с кремнием. Для получения функциональных зависимостей образцы после карбонизации были термообработаны в интервале температур 1000-2800°C. Рентгеноструктурный анализ проводили на рентгеновском аппарате ДРОН-4.

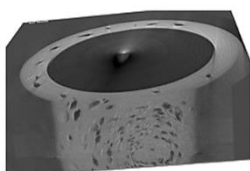
3.8. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Горина В.А., Малинина Ю.А., Чеблакова Е.Г. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.63-64

В нашей работе для исследования углеродных материалов (УМ) был использован метод рентгеновской компьютерной томографии (РКТ). Метод РКТ позволяет быстро провести исследование образцов материалов, не требует специальной пробоподготовки и дает подробную информацию об объемном строении исследуемых объектов. Главной целью использования томографии в материаловедении является качественная и количественная оценка элементов внутреннего строения материалов и изделий, включающих как структурные составляющие, так и дефекты микро- и макроструктуры. Для готовых изделий методом РКТ могут определяться наличие и расположение инородных включений, пустот, а также областей с пониженной плотностью. Метод РКТ особенно интересен для исследования структуры композиционных материалов, включающих в себя структурные элементы различных форм и ориентации. Рис. *3D реконструкция различных углеродных материалов*



Волокно ВМН



Втулка из углепластика



Композит КМСЛ-4

3.9. ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ГРАФИТА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Находнова А.В., Данилов Е.А., Гончарова Н.Н. // Известия Высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2022. – Т.65, №7. – С.115-121

В настоящей работе проведена оценка эффективной энергонапряженности, мощности и плотности потока механической энергии ультразвукового излучения, которая передается установками с различной мощностью с цилиндрическими излучателями с различной площадью поперечного сечения (от 0,2 до 1,76 см²), а также излучателем грибовидной формы (площадью 1,76 см²) при измельчении натурального графита в водных суспензиях. Измерения проводились калориметрическим методом по скорости нагрева жидкости. Было показано, что с уменьшением поперечного сечения ультразвукового излучателя, эффективная мощность передаваемых ультразвуковых механических колебаний увеличивается. С использованием метода лазерной дифракции, а также кондуктометрии и турбидиметрии суспензий, использованных в качестве интегральных методов исследования, получены зависимости средних размеров частиц, электропроводности и мутности водных суспензий натурального графита от эффективной мощности ультразвукового излучения для двух установок с различной акустической мощностью при времени обработки 1 и 6 ч.

3.10. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИЛИЦИРОВАННОГО ГРАФИТА

Клеусов Б.С., Чеблакова Е.Г. // Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Тезисы докладов. – 2022. – С.94-95

Силицированный графит это композиционный материал, состоящий из углерода различной степени совершенства кристаллической структуры, карбида кремния, различной модификации, оксида кремния, кремния свободного с различными примесями, чаще всего, железа, серы, азота. Материал широко известен, нашел применение во многих отраслях промышленности благодаря своим эксплуатационным свойствам, выпуск его год от года продолжает расти. Однако, сведений по влиянию химического и фазового состава компонентов на свойства конечного полученного материала еще недостаточно, а те которые известны, вызывают либо неоднозначные толкования среди технологов, либо недостаточно изучены. Параметры технологического процесса получения силицированного графита: температура, время, давление, исходная пористость и пр. в данной работе не рассматриваются.

Результат рентгенофлуоресцентного анализа

Название материала	Содержание S, % мас.	Содержание Fe, % мас.
Углеродная основа (графит)	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$
Кремний КР0 по ГОСТ 2169-69	Не обнаружена	0,19
Силицированный графит	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,31

3.11. ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЕЧЕННОГО ФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С КОЛЛОИДНЫМ ГРАФИТОМ

Ильющенко А.Ф., Лешок А.В., Бейлина Н.Ю. // Трение и износ. – 2021. – Т.42, №6. – С.629-638

Представлены результаты исследования влияния добавки порошка графита коллоидного в составе углеродсодержащей добавки на триботехнические свойства спеченного фрикционного материала на основе меди, работающего при наличии смазки. Установлено, что способ введения графита коллоидного в состав фрикционного материала оказывает влияние на триботехнические свойства. Так, при совместном смешивании компонентов шихты фрикционного материала коэффициент трения составил 0,052-0,068. В случае предварительного смешивания шихты без добавки графита ГЭ-1 значение коэффициента трения составило 0,045-0,068. Установлено, что содержания графита коллоидного более 15 об. % приводит к существенному снижению значения коэффициента трения, и росту износа. Предел прочности при сжатии материала с 30 об. % углеродсодержащей добавки в виде графита ГЭ-1 составляет 340 МПа. Введение 5 об. % добавки коллоидного графита к графиту ГЭ-1 практически не влияет на значение предела прочности, 10 об. % - приводит к снижению предела прочности на 20-30 МПа, а 15 об. % к снижению до 270 МПа. Полученные результаты исследований могут быть использованы при разработке новых составов фрикционных и антифрикционных материалов, получаемых методом порошковой металлургии, применяемых для узлов трения автотракторной техники и техники специального назначения.

4. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1. ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА ЛЕНТ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глова А.Ф., Ходнев А.Д., Юдаев В.В. // Сборник научных трудов Международной конференции. Том 32 «Лазеры в науке, технике, медицине». – 2022. – С.192-196

В работе приведены результаты исследований условий сварки лазерным излучением лент из полимерных композитных материалов на основе полифениленсульфида и полиамида с разным типом наполнителя.

4.2. ПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПЬЕЗОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗВУКОПРОЗРАЧНЫХ КОНФОРМНЫХ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ АНТЕНН

Михеев Д.А., Данилов Е.А., Савицкий О.А. // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2021. - №S2. – С.17-26

В работе описана технология получения и основные диэлектрические и электрофизические свойства нового полимерного композиционного пьезоматериала; показаны его преимущества по сравнению с традиционными пьезокерамическими материалами; разработана технология изготовления активных элементов протяженной конформной приемной и излучающей антенн. Полимерный композиционный пьезоматериал получен на основе поливинилиденфторида (ПВДФ) и пьезокерамики системы цирконата-титаната свинца (ЦТС). Для материала определены частотные зависимости диэлектрических (тангенс угла диэлектрических потерь, относительная диэлектрическая проницаемость, добротность) и электромеханических (пьезомодуль при растяжении, акустический импеданс) свойств. Для активного элемента построены диаграммы направленности при различных частотах, определены эффективный пьезомодуль и частотная зависимость пьезочувствительности. Показано: разработанный композиционный материал обладает аналогичными традиционно используемым пленкам ПВДФ диэлектрическими свойствами и податливостью при повышенных электромеханических характеристиках.

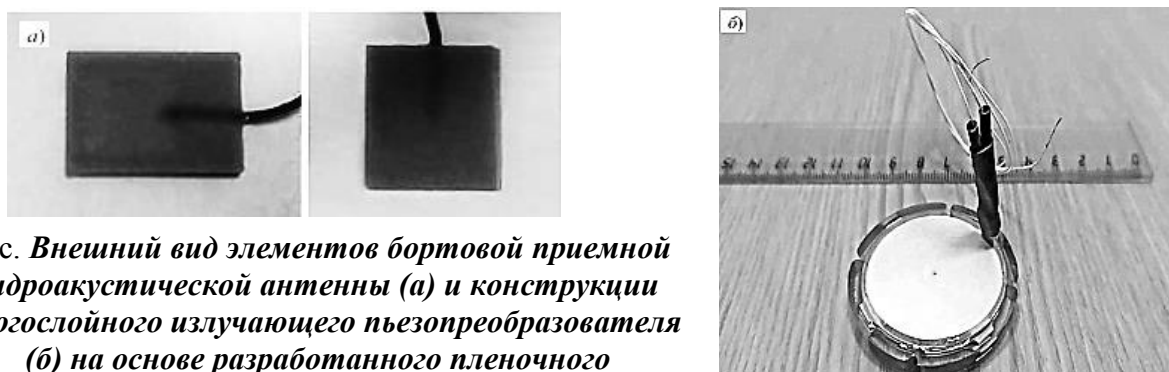


Рис. *Внешний вид элементов бортовой приемной гидроакустической антенны (а) и конструкции многослойного излучающего пьезопреобразователя (б) на основе разработанного пленочного композиционного пьезоматериала*

4.3. ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГРАФИТОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ТЕМПЕРАТУРОВОДНОСТЬ НАПОЛНЕННЫХ ТЕПЛОРАССЕИВАЮЩИХ ПЛЕНОК

Романов Н.С., Данилов Е.А., Варламов С.А. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.176-177

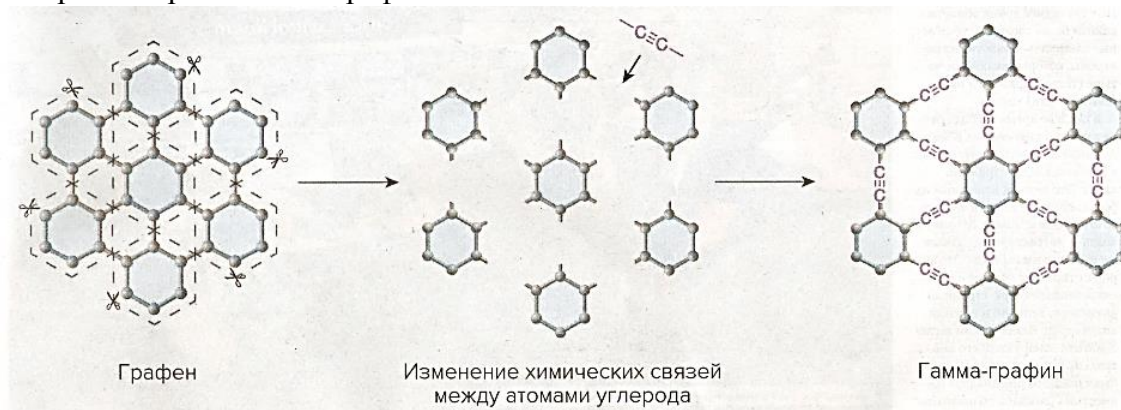
Одним из ключевых факторов для штатного и бесперебойного функционирования электронных устройств является быстрый и эффективный отвод тепла, что достигается использованием различных систем охлаждения. Однако при непосредственном контакте электронного устройства и системы охлаждения из-за шероховатостей поверхностей фактическая площадь теплопередачи составляет около 1-2% от общей геометрической площади. Термоинтерфейсы, помещаемые между системой охлаждения и электронным устройством, могут значительно увеличить поверхность теплопередачи, снизить рабочую температуру устройства и помочь устранить локальные перегревы. Одним из самых распространенных типов термоинтерфейсов являются термопрокладки, которые представляют собой наполненные полимеры и обладают преимуществами.

5. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

5.1. БУДУЩЕЕ В ГРАФИНЕ

Данилов Е.А. // Страна Росатом. – 2022. - №31. – Лаборатория. - №7-8. – С. 7

Углерод - один из лидеров по количеству аллотропов, он существует в форме нанотрубок и фуллеренов, алмаза, графита, графена, угля, карбина и т. д. Если взять графит и срезать с него одноатомный слой, то этот слой будет другой аллотропной модификацией - графеном. В этом веществе атомы образуют друг с другом по три химические связи: одну двойную и две одинарные. А если изменить структуру графена так, чтобы связей было две - тройная и одинарная, это будет графин. Что касается графина, то этот материал тоже довольно часто изучают, его свойства хорошо описаны. Физики начали заниматься графином еще в 1960-е годы, тогда же были получены первые многослойные структуры и цепочки карбина. В последние годы ученые активно занимаются синтезом однослойного материала с использованием реакций органической химии. Он может найти применение в новых электронных устройствах, которые будут иметь двухмерную и трехмерную архитектуру вместо традиционной - так можно будет добиться очень высокой плотности размещения элементов. Кроме того, вполне возможно, графин окажется более перспективным материалом транзисторов по сравнению с графеном.



5.2. КОМПЕТЕНЦИИ НАУЧНОГО БЛОКА ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ» В ОБЛАСТИ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

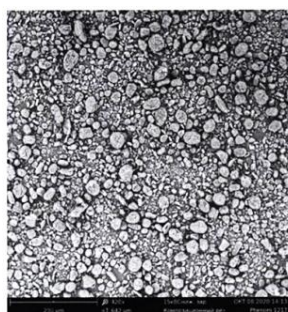
Солнцева Е.С., Боргулев М.В., Константинов В.Л., Данилов Е.А., Ананьев М.В. // Сборник тезисов. Конференция Центра компетенций НТИ «Водород как основа низкоуглеродной экономики». – 2022. – С.87-88 / <https://elibrary.ru/item.asp?id=49827546>

В новой геополитической ситуации компетенции Госкорпорации «Росатом» оказались ключевыми для импортозамещения основных компонентов электролизеров и топливных элементов. В частности, работы АО «НИИГрафит» по углеродным носителям для катализаторов, углеродным биполярным пластинам и материалам для газодиффузного слоя твердополимерных электролизеров и топливных элементов. Ведутся работы и по импортозамещению протонпроводящей мембраны «Нафийон» и разработке мембран нового поколения.

6. ПАТЕНТЫ

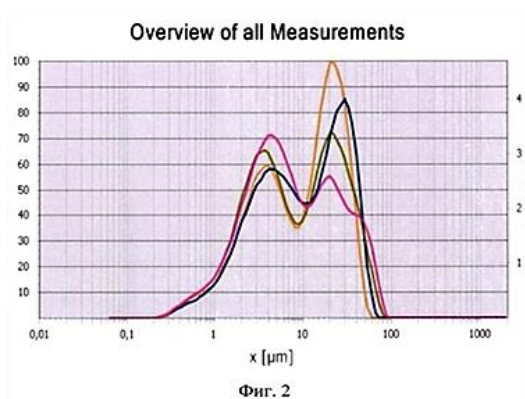
1. Патент RU № 2764440 от 17.01.2022 года, 3.№ 2021105380 от 02.03.2021 года. Патентообладатель Акционерное общество "Наука и инновации" (RU) Автор(ы): **Бейлина Н.Ю., Петров А.В., Швецов А.А. Стариченко Н.С. Сидорова Е.В.** - C01B 32/21

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ГРАФИТА НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО ГРАФИТА



Фиг. 1

Изобретение относится к получению частиц природного графита для анодов литий-ионных аккумуляторов. Способ получения сферического графита на основе природного графита включает разрушение, окатывание и истирание частиц графита. Исходный природный графит подвергается однократному помолу в турбо-вихревой мельнице в течение не менее 90 мин при частоте оборотов ротора мельницы не менее 3000 об/мин и давлении сжатого воздуха 0,2-0,6 МПа. Затем проводят высокотемпературную очистку в диапазоне температур 2200-2700°C при скорости подъема температуры в данном диапазоне 200°C/ч. Полученный сферический графит имеет зольность 0,01 мас.%. Изобретение позволяет снизить трудо- и энергозатраты, совместить процессы дробления и размол в одном устройстве, проводить процесс сфероидизации графита непрерывно.



Фиг. 2



Фиг. 3

2. СКАФФОЛД ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ

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

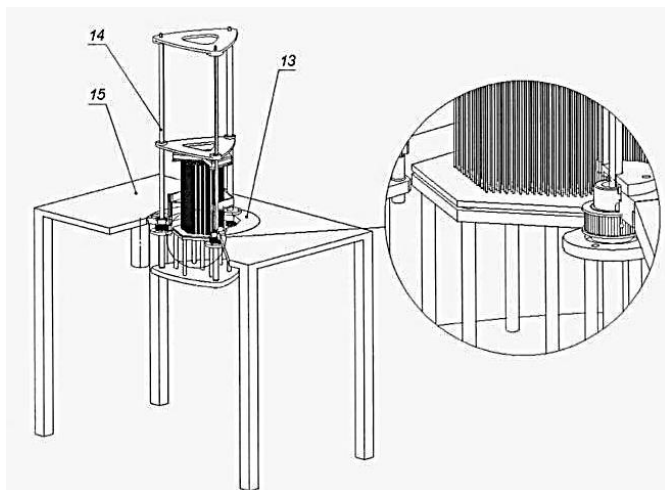
Автор(ы):
Тимощук Елена Игоревна
Пономарева Дарья Владимировна
Самойлов Владимир Маркович
Зейналова Сакира Зульфиевна
 Патентообладатель(и):
 Акционерное общество "Наука и инновации"
 (RU)

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

3. СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ 4D КАРКАСА МНОГОМЕРНО АРМИРОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Патент RU № 2770083 от 14.04.2022 года. З. № 2020135440 от 28.10.2020 года. Автор(ы): *Алтуфьев Александр Васильевич, Бухнаева Юлия Николаевна* (RU). (73) Патентообладатель(и): Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) -B29B 11/16

Изобретение относится к области углерод-углеродных композиционных материалов, работающих в условиях высокого теплового нагружения и окислительной среды, а также к области создания и производства углеродных материалов на основе объемно-армированных каркасов из углеродного волокна. Изобретение касается устройства для формирования 4D - каркаса многомерно армированного углеродного композиционного материала, состоящего из узла подачи горизонтальных стержней и узла формирования каркаса с функциями фиксации вертикальных стержней Z и поджатия горизонтальных стержней. Узел подачи горизонтальных стержней с направлениями X, Y, R каркаса состоит из трех кондукторов, двух горизонтальных кондукторов заготовок и кондуктора стержней, прижимов заготовок и стержней, толкателей заготовок и стержней, резака. В узле формирования каркаса с функциями поджатия горизонтальных стержней X, Y, R и фиксации вертикальных стержней Z с угловой ориентацией каркаса относительно оси Z,



все три плиты-кондукторы имеют отверстия в горизонтальной плоскости, расположенные с взаимным положением рядов под углом 60° . Изобретение также касается способа формирования 4D каркаса многомерно армированного углеродного композиционного материала. Технический результат - увеличение производительности за счет автоматизации процесса сборки, улучшение качества за счет гарантированной параллельности горизонтальных слоев каркаса и точности расположения в пространстве стержней каркаса.

4. ЭКСТРУЗИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСОПЕКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАФИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТОНКОЗЕРНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗОТРОПНОЙ СТРУКТУРЫ

Патент RU № 2771657 от 11.05.2022. З. № 2021105377 от 02.03.2021 года. Патентообладатель: Акционерное Общество "Наука и инновации" (RU) - C04B 35/52, C01B 32/00 - *Бейлина Н.Ю. Петров А.В., Швецов А.А., Липкина Н.В., Козлов Р.А.*

Изобретение относится к технологии получения композиционных материалов на основе графита по схеме «наполнитель-связующее», а именно к стадии смешивания тонкозернистого кокса-наполнителя и высокотемпературного пека-связующего с отработкой необходимого режима смешивания. Экструзионный способ получения коксопексовой композиции для изготовления графитовых материалов на основе тонкозернистого наполнителя изотропной структуры включает предварительное смешивание тонкодисперсного пекового кокса изотропной структуры с максимальным размером частиц не более 10 мкм и высокотемпературного каменноугольного пека фракции менее 2,5 мм в смесителе типа «пьяная бочка» с тремя стальными шарами в качестве активаторов перемешивания в течение 30 минут и экструзионное горячее смешение в двухшнековом экструдере при температуре 290°C . Техническим результатом заявленного изобретения является повышение поверхностного взаимодействия тонкодисперсного кокса-наполнителя и пека-связующего, что в свою очередь повысит плотность и прочность полученных графитовых материалов. 1 табл., 10 пр.

5. МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Патент RU № 2774467 от 21.06.2022 года, З.№ 2021135090 от 29.11.2021 года. Патентообладатель Российская Федерация от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом" (RU)

Автор(ы): *Пономарева Д.В., Тимощук Е.И., Ляпин И.И., Васильева Е.В., Зейналова С.З., Тахтин В.Ю., Широков Р.Е.* - В33У 70/10

Изобретение относится к отверждаемой под термическим воздействием композиции и может быть использовано для изготовления различных трехмерных изделий на основе карбида кремния путем экструзионной 3D-печати, а также для изготовления различных покрытий. Техническим результатом является сокращение технологического цикла



получения материала для 3D-печати, а также обеспечение стабильной подачкерамической пасты за счет оптимального распределения частиц в объеме материала и обеспечения необходимой вязкости. Предложен материал на основе карбида кремния для 3D-печати, содержащий раствор термопластичной фенолформальдегидной смолы, включающий 7-10 мас.% отвердителя уротропина в органическом растворителе при массовом соотношении 1:1, в качестве связующего и наполнителя, состоящий из функциональных составляющих на основе карбида кремния и углерода, в том числе волокнистых. При этом наполнитель содержит порошки карбида кремния и технического углерода, а также карбидокремниевое волокно в массовом соотношении 8:1:1. Материал содержит связующее и наполнитель в следующем соотношении, мас.-%: связующее 20-25; наполнитель 75-80.

6. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПОРИСТОГО ОТКРЫТОЯЧЕИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА / Method For Producing Highly Porous Open-Cell Carbon Material

Международная заявка WO № 2022050867 от 10.03.2022 года, 3.№ PCT/RU2020/000761 от 28.12.2020 года. Патентообладатель: Акционерное общество "Наука и инновации" Joint Stock Company "Science And Innovations" [ru].

Автор(ы): **Попова Мария Владимировна (RU), Тимошук Елена Игоревна (RU), Ляпин Игорь Ибрагимович (RU), Васильева Екатерина Владимировна (RU), Зейналова Сакина Зульфугаровна (RU), Тахтин Валерий Юрьевич (RU), Широков Руслан Евгеньевич (RU)** - C01B 32/00

Изобретение относится к способу получения высокопористого открытоячеистого углеродного материала. Заготовку из пенополиуретана, пропитанную синтетической термореактивной смолой, нагревают до 1000°C и выдерживают при этой температуре в инертной атмосфере, и насыщают карбонизованную заготовку пироуглеродом из газовой фазы. Пропитку синтетической термореактивной смолой ведут под воздействием ультразвука в течение не менее 30 минут с последующей конвективной сушкой при температуре не более 80°C в течение 5-30 минут. Термообработку проводят с постоянной скоростью нагрева 3-4°C/мин, с изотермической выдержкой течение не менее 30 минут. Насыщение пироуглеродом проводят при температуре не менее 950°C в атмосфере метана до достижения прироста массы не менее 150% от массы заготовки.

7. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОРАССЕИВАЮЩЕГО АНИЗОТРОПНОГО КОНСТРУКЦИОННОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И ТЕПЛОРАССЕИВАЮЩИЙ АНИЗОТРОПНЫЙ КОНСТРУКЦИОННЫЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Патент RU № 2765849 от 03.02.2022 года, 3.№ 2021109555 от 07.04.2021 года.
Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU)

Автор(ы): *Данилов Е.А., Самойлов В.М., Каплан И.М., Романов Н.С. (RU) - C09K 5/00*



Изобретение относится к теплоотсеивающим диэлектрическим полимерным композиционным материалам для различных отраслей электроники (микроэлектроника, вакуумные приборы, плазменные и лазерные технологии). Соответствующие теплоотсеивающие конструкционные материалы используются в том числе для изготовления радиаторов охлаждения и теплоотсеивающих корпусов. Предлагаемое решение относится к технологичным низкзатратным способам получения теплоотсеивающего анизотропного конструкционного диэлектрического композиционного материала, состоящего из гексагонального нитрида бора и термореактивной фенолформальдегидной смолы в качестве полимерной матрицы, полученного методом жидкофазного смешивания, в т.ч. с использованием высокоскоростного механического диспергирования, с последующим удалением растворителя и одноосным прессованием в

металлическую матрицу при температуре 120-180°C, в течение 60-90 мин, при давлении 40-80 МПа, с последующим охлаждением до комнатной температуры и механической обработкой. Теплоотсеивающий анизотропный конструкционный диэлектрический композиционный материал имеет максимальную теплопроводность Увеличенное изображение (открывается в отдельном окне) при измерении в направлении теплового потока, перпендикулярном оси приложения нагрузки при прессовании, 2,4-18,5 Вт/(м·К), минимальную теплопроводность Увеличенное изображение (открывается в отдельном окне) при измерении в направлении теплового потока, параллельном оси приложения нагрузки при прессовании, 1,5-10,0 Вт/(м·К), причем анизотропия теплопроводности (соотношение максимального и минимального значений теплопроводности во взаимно перпендикулярных направлениях) при любом способе реализации изобретения составляет 1,45 и более. Материал является диэлектрическим, причем его удельное электросопротивление при постоянном токе составляет не менее 109 Ом·см, а диэлектрическая проницаемость при частоте 1 кГц - не более 10, является конструкционным с пределом прочности при сжатии не менее 20 МПа и модулем упругости не менее 4,5 ГПа и может механически обрабатываться в изделия всеми традиционными способами, обладает высокими термическими свойствами. Теплоотсеивающий анизотропный конструкционный диэлектрический композиционный материал имеет при содержании наполнителя BN 50 об.% модуль упругости не менее 12,5 ГПа и предел прочности при сжатии не менее 60 МПа, тем самым он является пригодным для изготовления высоконагруженных теплоотсеивающих конструкций. При содержании наполнителя BN 85 об.% имеет массовые потери образца при нагревании до 250°C методом термогравиметрического анализа менее 0,2%, а долговременная температурная стабильность составляет 422°C, коэффициент термического расширения не более 25·10⁻⁶ К⁻¹, тем самым он является пригодным для охлаждения высокотеплонагруженных электронных узлов в условиях значительных локальных перегревов.

8. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГИБРИДНОГО ПЬЕЗОМАТЕРИАЛА / Method For Producing A Hybrid Piezomaterial

Международная заявка WO № 2022146158 от 07.07.2022 года, 3.№ PCT/RU2020/000760 от 28.12.2020 года. Патентообладатель: Акционерное общество "Наука и инновации" Joint Stock Company "Science And Innovations" [ru].

Автор(ы): *Данилов Е.А., Самойлов В.М., Веретенников М.Р., Дарханов Е.В., Михеев Д.А., Гареев А.Р., Парамонова Н.Д.* B82Y 40/00

Изобретение относится к электротехнике, нанотехнологии и может быть использовано при изготовлении широкой линейки электротехнической продукции. Технической задачей заявленного способа является создание гибкого пьезоматериала с использованием проводящих слоев графеновых частиц и серебряных наностержней в составе электродов. Технический результат заключается в получении пьезоматериала со сниженным электросопротивлением, в котором присутствуют углеродные наноструктуры. Технический результат является следствием применения технологии создания вышеуказанного пьезоматериала, состоящей в: получении гибридной графен-серебряной суспензий, которая наносится на поверхность пьезоматериала, поверхность которого предварительно обработана плазменной обработкой и имеет на поверхности структуру, сформированную фотолитографическим или иным методом. Нанесение суспензии осуществляется по технологии Ленгмюра-Блоджетт. Полученная структура подвергается процессу сушки, который осуществляется в сушильном шкафу при температуре 40-45°C в течении 30 минут.

9. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕССВОЛОКНИТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

(21)(22) Заявка: 2021131399, 27.10.2021 (24) Дата начала отсчета срока действия патента: 27.10.2021 Дата регистрации: 07.10.2022 Приоритет(ы): (22) Дата подачи заявки: 27.10.2021 (45) Опубликовано: 07.10.2022 Бюл. № 28 (56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1062022 A1, 23.12.1983. RU 2377223 C1, 27.12.2009. SU 1512995 A1, 07.10.1989. SU 1521745 A1, 15.11.1989. JP 1074211 A, 20.03.1989. Адрес для переписки: 111524, Москва, ул. Электродная, 2, АО "НИИГрафит"	(72) Автор(ы): <i>Гареев Артур Радикович Самойлов Владимир Маркович Гончарова Наталья Николаевна Находнова Анастасия Васильевна Тарасов Константин Александрович Будник Денис Андреевич Черненко Дмитрий Николаевич Данилов Егор Андреевич Фатеева Мария Алексеевна Ельчанинова Виктория Андреевна</i> (73) Патентообладатель(и): Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU)
---	--

Изобретение может быть использовано для изготовления высокотемпературного теплоизоляционного материала. Способ получения прессволокнита включает подготовку и смешение массы с ее последующей сушкой, дроблением и прессованием. Масса для изготовления прессволокнита включает связующее и наполнитель в соотношении 1,3:1 в пересчете на сухой остаток. В качестве связующего используют раствор порошкообразной фенолформальдегидной смолы новолачного типа с 1%-ным содержанием свободного фенола в этиловом, изопропиловом или пропиловом спирте. В качестве наполнителя используют вязкозный углеродный волокнистый нетканый материал войлок.

Смешение массы проводят при комнатной температуре в течение не менее 40 минут, сушку при 75°C в течение 3 часов в закрытом смесителе с циркуляцией воздуха и удалением летучих веществ из рабочей камеры. Технический результат заключается в снижении плотности и теплопроводности прессоволокнита при одновременном увеличении его прочности. 1 табл., 10 пр.

10. ДАТЧИК НИЗКОАМПЛИТУДНЫХ АПЕРИОДИЧЕСКИХ ВИБРАЦИЙ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОЧНОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

Патент RU № 2781805 от 18.10.2022 года. З. № 2022101092 от 18.01.2022 года. Патентообладатель Акционерное общество "Наука и инновации" (RU)- H01L 41/113

Авторы: *Данилов Е.А., Гонтарев С.В., Самойлов В.М.*

Изобретение относится к технике для измерения механических вибраций путем преобразования входящего возмущения в электрический сигнал. Датчик низкоамплитудных аperiодических вибраций на основе пленочного чувствительного элемента, содержащий внешний блок питания, усилитель сигнала и чувствительный элемент на основе электроактивной полимерной пленки, отличающийся тем, что усилитель сигнала и чувствительный элемент размещены в плотно закрывающемся экранирующем корпусе, при этом чувствительный элемент имеет с 2 сторон электроды, к которым присоединены выводющие провода, через изолирующий слой закреплен на жестко заземленной с одного конца гибкой консоли с грузом. Техническим результатом изобретения является значительное снижение потерь на отражение, удаление вторичных резонансов, гармоник и помех в области низких и высоких частот и повышение чувствительности на 1-2 порядка по сравнению с традиционными резонансными безусилительными схемами, кроме того, обеспечивается возможность изменения целевого диапазона рабочих частот без принципиального изменения конструкции датчика в целом. 8 з.п. ф-лы, 3 ил.



11. КЕРАМИЧЕСКАЯ СУСПЕНЗИЯ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ КАРБИДОКРЕМНИЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИОННО-СВЯЗАННОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ 3D-ПЕЧАТИ

Патент RU № 2781232 от 18.10.2022 года. З. № 2021135076 от 29.11.2021 года. Патентообладатель Российская Федерация от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом" (RU)- C04B 35/573

Авторы: *Пономарева Д.В., Тимошук Е.И., Ляпин И.И., Васильева Е.В., Зейналова С.З.*

Изобретение относится к области получения сложнопрофильных карбидокремниевых изделий, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками, с применением аддитивной печати. Технический результат заявляемого изобретения заключается в повышении механической прочности изделий, при этом плотность материала составляет не менее 2,95 г/см³, прочность при сжатии - не менее 1300 МПа, прочность при изгибе - не менее 200 МПа, модуль Юнга - не менее 380 ГПа. В частности, предложена керамическая суспензия для 3D-печати, содержащая карбидокремниевый наполнитель с углеродными составляющими и органическое связующее - раствор фенолформальдегидной смолы в фурфуроловом спирте. При этом наполнитель содержит 75-85 мас.% от общей массы наполнителя порошка карбида кремния со средним размером частиц 14-50 мкм и 15-25 мас.% от общей массы наполнителя углеродных составляющих. Причем общее содержание наполнителя в суспензии не менее 75%, связующее - остальное, представляющее собой раствор 35-45 мас.% новолачной фенолформальдегидной смолы в фурфуроловом спирте. В качестве углеродных составляющих наполнителя могут быть использованы технический углерод, естественный графит, фенольный кокс, сажа, по отдельности или в смеси. Предложен также способ получения сложнопрофильных изделий на основе реакционно-связанного карбида кремния с применением 3D-печати, включающий приготовление керамической суспензии для 3D-печати, формование керамических материалов методом 3D-печати, отверждение полученной заготовки, карбонизацию с последующим силицированием в жидкой или газовой фазе кремния. При этом формование керамических материалов проводят методом экструзионной 3D-печати. Отверждают полученную заготовку по определенному температурному режиму в течение не менее 9 часов: 2 часа при 70°C, 2 часа при 90°C, 1 час при 120°C, 2 часа при 150°C и 2 часа при 200°C. А карбонизацию проводят в инертной атмосфере со скоростью подъема температуры 3,5°C/мин до 950°C, с изотермической выдержкой при конечной температуре 30 минут. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 3 табл., 1 ил.

12. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОСТЕОИНДУКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ, СОДЕРЖАЩЕГО ГИДРОКСИАПАТИТ, НА ВЫСОКОПОРИСТОМ ОТКРЫТОЯЧЕИСТОМ УГЛЕРОДНОМ МАТЕРИАЛЕ

RU № 2781272 от 11.10.2022 года. З. № 2021126341 от 07.09.2021 года. Патентообладатель Российская Федерация от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом" (RU)- C25D 9/08

Авторы: *Пономарева Д.В., Тимошук Е.И., Ляпин И.И., Широков Р.Е., Зейналова С.З., Тахнин В.Ю.*

Изобретение относится к области гальванотехники и может быть использовано в медицине для получения остеопластического материала при замещении дефектов костной ткани, возникающих вследствие хирургического вмешательства и дегенеративно-дистрофических заболеваний кости, в составе имплантированного материала или в качестве скаффолда при создании тканево-инженерных конструкций. Способ включает



приготовление электролита с соотношением компонентов Ca:P - 1,67, проведение электроосаждения при температуре электролита от 25 до 35°C, при этом в качестве катода используют высокопористый открытоячеистый углеродный материал с пористостью 85-97%, который предварительно кипятят в этиловом спирте при температуре 80°C в течение 30 минут и отмывают дистиллированной водой до достижения нейтрального pH, затем сушат до постоянной массы при температуре от комнатной с плавным подъемом до 80°C, а электроосаждение проводят на постоянном токе от 100 до 200 мА в водно-спиртовом растворе с содержанием этилового спирта 50% в течение 20 минут с применением постоянного перемешивания от 200 до 400 оборотов в минуту и с добавлением перекиси водорода в концентрации от 1 до 10 мл/л, при этом по окончании проведения электроосаждения высокопористый открытоячеистый

углеродный материал с остеоиндуктивным покрытием промывают в дистиллированной воде до нейтрального pH и высушивают до постоянной массы при температуре 140°C. Технический результат - получение остеоиндуктивного покрытия, содержащего гидроксиапатит, на поверхности высокопористого открытоячеистого углеродного материала с помощью электрохимического осаждения. 1 з.п. ф-лы, 1 пр., 6 ил.

13. СБОРОЧНЫЙ КОНДУКТОР ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАРКАСОВ МНОГОМЕРНО АРМИРОВАННЫХ УГЛЕРОД - УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент RU № 2780176 от 20.09.2022 года. З. № 2021119401, 02.07.2021 года. Автор(ы): **Алтуфьев А.В., Бухнаева Ю.Н.**, Патентообладатель(и): Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) -B33Y 80/00

Изобретение относится к области производства углеродных материалов на основе объемно-армированных каркасов из углеродного волокна. Технология формирования каркаса многомерно армированного углерод - углеродного композиционного материала используется для изготовления изделий в химической, нефтяной и металлургической промышленности, а также в авиакосмической технике для создания изделий и элементов конструкций, стойких к эрозионному разрушению при воздействии высоких температур и давлений, а также агрессивных сред. Сборочный кондуктор для изготовления каркасов многомерно армированных углерод - углеродных композиционных материалов, имеющий форму перфорированной плиты с отверстиями для установки стержней вертикального направления армирования, выполнен 3D-печатью методом послойного наплавления из нити полилактида. Толщина плиты обеспечивает точное координирование стержней вертикального направления армирования, расположение рядов и шаг между отверстиями заданы в зависимости от структуры собираемого трёх- или четырёхнаправленного каркаса, а диаметр отверстий обеспечивает легкий съём каркаса со сборочного кондуктора. Технический результат изобретения - увеличение точности сборки каркасов и увеличение производительности устройства. 4 ил.

14. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДВУМЕРНО АРМИРОВАННОГО УГЛЕРОД-КАРБИДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ СО СМЕШАННОЙ УГЛЕРОД-КАРБИДНОЙ МАТРИЦЕЙ

Патент RU № 2780174 от 20.09.2022 года. З. № 2021119399, 02.07.2021 года. Автор(ы):

Меламед А.Л., Корчинский Н.А., Кулькова В.С. Патентообладатель(и):
Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) -C04B 35/80

Изобретение относится к области создания углерод-карбидных конструкционных и теплозащитных материалов, работающих в условиях высоких температур и окислительных сред, а также к области создания и производства углеродных материалов на основе углеродных тканей и может быть использовано в химической, нефтяной и металлургической промышленности, а также в авиакосмической технике и энергетике для создания изделий и элементов конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред. Способ изготовления двумерно армированного углерод-карбидного композиционного материала на основе углеродного волокнистого наполнителя со смешанной углерод-карбидной матрицей включает последовательные процессы выкладки каркаса заготовки, пропитки заготовки расплавленным пеком, карбонизации в герметизированном контейнере в аппарате высокого давления и графитации в вакууме с повторением этих операций до получения материала с плотностью $1,9 \text{ г/см}^3$. Перед выкладкой армирующего каркаса углеродный волокнистый материал предварительно промазывают шликерным раствором, содержащим суспензию порошка высокотемпературного пека и карбидообразующего компонента *Si*, *ZrB₂* фракции ≤ 300 мкм в водном 5% растворе поливинилового спирта (ПВС), с последующей сушкой собранного каркаса. Кроме этого после механической обработки в размер готового изделия на его рабочие поверхности наносят вышеуказанный шликер с последующей сушкой и отжигом при температуре выше температуры образования карбида или осаждается защитное карбидное покрытие требуемой толщины из паровой фазы использованного карбидообразующего элемента *Si*, *Zr*. Технический результат - полученный композит характеризуется наибольшей термопрочностью, при этом исключено отслоение покрытия от матрицы.