



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

№**6**- 2023 год



НИИГРАФИТ
РОСАТОМ



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ



ВНИИХТ
РОСАТОМ



НИИГРАФИТ
РОСАТОМ

Содержание № 6 – 2023

1. Волокна и композиты	3
1.1. Углеродные волокна и ткани, углепластики.....	3
1.2. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....	7
1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....	8
2. Атомная и альтернативная энергетика	9
3. Наноматериалы, фуллерены, графен	11
4. Методы исследования. Сырье.....	15
5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов	19
6. Обзор рынков и производства	21
7. Научно-популярные материалы, сообщения.....	22
8. Патенты.....	23



*Составитель и редактор,
перевод*
Шишкова
Ирина Васильевна
IVShishkova@rosatom.ru

Раздел «Патенты»
Шульгина
Людмила Николаевна
LNShulgina@rosatom.ru



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 ВЛИЯНИЯ АНТИАДГЕЗИОННОГО СОСТАВА НА СВОБОДНУЮ ПОВЕРХНОСТНУЮ ЭНЕРГИЮ УГЛЕПЛАСТИКОВ

Савицкий Р.С., Судьин Ю.И. // Труды ВИАМ. – 2023. - №3 (121). – С.39-47

В настоящее время доля полимерных композиционных материалов (ПКМ) в авиационной промышленности растет год от года, в связи с этим возрастает интерес к композитным формообразующим оснасткам. Данный интерес может быть объяснен тем, что вследствие сродства материалов формуемая деталь и оснастка имеют схожие коэффициенты линейного теплового расширения, посредством чего устраняются проблемы коробления и возникновения остаточных напряжений. Рассмотрены некоторые факторы влияния на эксплуатационные свойства оснасток для изготовления ПКМ, предложена методика контроля технологических свойств оснасток, продемонстрировано влияние антиадгезионных жидкостей на свободную поверхностную энергию ПКМ.

1.1.2. МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ (ОБЗОР)

Бурковская Н.П., Севостьянов Н.В. // Труды ВИАМ. – 2023. - №3 (121). – С.84-94

Рассмотрены составы, свойства, способы изготовления металлокерамических материалов (МКМ) для подшипников скольжения транспортных машин и другой техники. Показано, что в качестве матричного материала металлокерамических подшипников в основном используют железо, медь, кобальт и никель или сплавы на их основе. Керамический наполнитель выбирают для улучшения прочностных свойств, повышения износостойкости и несущей способности. Повышение смазывающих характеристик обеспечивают введением в состав МКМ твердых смазок: графита, нитрида бора или сульфидов, а также полимеров.

1.1.3. СМАЧИВАНИЕ КАПЛЯМИ ЖИДКОСТИ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВОЛОКОН РАЗЛИЧНОГО РАДИУСА

Сяо Х.П., Чэнь Л., Ян Л. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63. - №4 (374). – С.82-94

Теоретически изучено поведение капель жидкости, находящихся между волокнами. С использованием предложенной модели показано, что капля жидкости, находящаяся между волокнами, может иметь три равновесные формы: бочкообразную, форму моста и форму столба. Установлено, что для капель малого объема переход от формы столба к форме моста и наоборот является обратимым. Для капель большого объема возможны переходы двух типов: переход от формы столба к форме моста в случае волокон, расположенных на достаточно большом расстоянии друг от друга, и переход от формы моста к бочкообразной форме, а затем к форме столба в случае близкорасположенных волокон. Для капель большого объема исследовано явление гистерезиса при различных расстояниях между волокнами. Показано, что полученные результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными.

1.1.4. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ УГЛЕПЛАСТИКОВ ЧАСТЬ 2. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Старцев В.О., Варданян А.М. // Труды ВИАМ. – 2023. - №3 (121). – С.132-144

Во втором разделе статьи представлены результаты исследований коэффициента линейного теплового расширения (КЛТР) углепластика на основе цианэфирного связующего ВСЦ-14, экспонированного 24 мес в условиях умеренно холодного климата и в лабораторных имитационных условиях. Изучены два варианта натуральных климатических испытаний: стандартное экспонирование на открытом атмосферном стенде и экспонирование с сочетанием термоциклов, имитирующих режим взлета и посадки самолета. Для выяснения причин изменения КЛТР анализируются результаты измерений пределов прочности при сжатии и растяжении, а также температуры стеклования связующего ВСЦ-14.

1.1.5. ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ АРМИРОВАНИЯ УГЛЕПЛАСТИКА НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Злобина И.В., Бекренев Н.В., Белоглазов А.П. // Конструкции из композиционных материалов. – 2023. - №2 (170). – С.37-42

Выполнены исследования влияния СВЧ электромагнитного поля на напряжения и деформации конструкционного углепластика с различными схемами армирования. При испытаниях опытных образцов со схемой армирования 0 установлено увеличение разрушающих напряжений в среднем на 17 % относительно контрольных. Отмечается статистически значимое снижение коэффициента вариации разрушающих напряжений и модуля для опытных образцов по сравнению с контрольными, существенно меньший эффект по изменению величины модуля.

1.1.6. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОВОЛОКНАМИ

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

Показана возможность синтеза углерод-углеродных нанокomпозитов со встроенными в углеродную матрицу нановолокнами путем двухступенчатого дегидрохлорирования (под действием щелочи с последующей карбонизацией) карбоцепного хлорполимера. В качестве исходного хлорполимера использовался хлорированный поливинилхлорид, в качестве наноразмерного компонента – азотсодержащие углеродные нановолокна (N-УНВ). Структура полученных нанокomпозитов исследована методами электронной микроскопии, текстурные параметры – методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. Введение N-УНВ в углеродную матрицу и активация полученного углерод-углеродного нанокomпозита в среде CO_2 способствовали формированию микро-, мезопористого материала с площадью удельной поверхности $\sim 1100 \text{ м}^2/\text{г}$. Показано, что полученные нанокomпозиты характеризуются высокой энергетической емкостью и КПД по энергии при испытаниях в качестве электродов электрохимических суперконденсаторов.

1.1.7. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИТНОГО ТЕЛА ГИБРИДНОЙ ЛОПАСТИ ТЯГОВОГО ВИНТА

Пузырецкий Е.А., Шабалин Л.П., Савинов Д.В. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2022. - №3. – С.141-147

Рассмотрены основные этапы изготовления композиционного изделия, разработаны расчетные модели анализа драпировки, пропитки, отверждения и коробления. При сопоставлении полученных результатов с результатами технологической обработки достигнута хорошая сходимость расчетных и экспериментальных данных.

1.1.8. АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОНА И УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА С ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ АППРЕТОМ

Александрова Д.С., Комарова М.В., Егоров А.С. // Вопросы материаловедения. – 2022. - №4 (112). – С. 62-76

Рассмотрено влияние введения нано- и микроразмерных добавок в аппретирующие композиции на основе полиаминокислот на прочность межфазного взаимодействия в композитных материалах на основе углеродного волокна. По методу Оуэнса Вендта (*Owens Wendt method*) была рассчитана удельная свободная поверхностная энергия предложенных аппретирующих композиций. Вычисленные значения использовали для расчета работы адгезии на границе раздела аппретированное волокно полиэфирэфиркетон. Адгезионная прочность в композитах на основе аппретированного волокна и полиэфирэфиркетона была определена экспериментально при помощи метода *pull-out* (вытягивание волокна из блока матрицы). Образцы волокна с наиболее перспективными аппретами были использованы для получения композитных материалов и определения их физико-механических свойств. Результаты испытаний показали, что экспериментальные образцы сопоставимы по прочности с композитами, которые получены на основе волокна, обработанного коммерчески доступными аппретирующими составами.

1.1.9. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО УГЛЕПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ ПОЛИИМИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Зеленина И.В., Валуева М.И., Начаркина А.В. // Труды ВИАМ. – 2023. - №3 (121). – С.13-28

Представлены результаты исследований влияния технологических параметров формообразования на структуру и свойства высокотемпературного углепластика на основе полиимидного связующего. Показано, что формирования монолитной структуры углепластика с низкой пористостью достигают реализацией условий технологического процесса формообразования полимерного композиционного материала, обеспечивающих полное протекание термохимических превращений и формирование заданной структуры высокотемпературного композита с максимальным сохранением показателей прочности при повышенных температурах.



Рис. *Высокотемпературное оборудование для формования полиимидного углепластика*

1.1.10. ВЛИЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО ВОЛОКНА SiC В МЕТАЛЛОМАТРИЧНОМ КОМПОЗИТЕ НА ЕГО СТОЙКОСТЬ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ НАГРУЖЕНИИ

Гольшев А.А., Долгова С.В. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63. - №6 (376). – С.145-149

Предложена методика изготовления металлического композиционного материала из титанового сплава $Ti64$, армированного керамическими волокнами SiC , с использованием технологии поверхностной лазерной наплавки. Изучено влияние параметров лазерного воздействия на форму единичного трека. Проведены исследования стойкости формируемого композитного материала при высокоскоростном соударении. Показано, что для образца, армированного керамическими волокнами, глубина кратера в подложке на 37 % меньше, чем для образца из сплава $Ti64$.

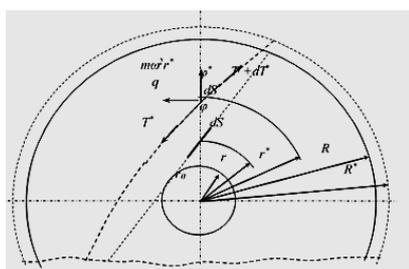
1.1.11. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДЫХ ТОПЛИВАХ

Лушпа Е.Ю., Костенко В.А., Кабаков В.В. // Конструкции из композиционных материалов. – 2023. - №2 (170). – С.21-23

Рассмотрены проблемные вопросы совершенствования углерод-углеродных композиционных материалов, применяемых при производстве ракетных двигателей на твердых топливах. Установлено, что основное внимание направлено на создание углерод-углеродных композиционных материалов с высокой эрозийной стойкостью и удельной прочностью, сохраняющейся при температуре до 4200 К.

1.1.12. НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ХОРДОВОГО МАХОВИКА НА ОСНОВЕ НИТЕВОЙ МОДЕЛИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Сидорин С.Г. // Вестник технологического университета. – 2023. – Т.26, №5. – С.82-86



Исследуется напряженно-деформированное состояние накопителя механической энергии изготовленного из армированного композиционного материала. Рассматривается хордовый маховик, конструкция которого представляет собой обод, обмотанный по хордам окружности высокопрочным армирующим материалом методом непрерывной намотки. Расчетная математическая модель композиционного материала строится из предположения, что армирующий материал обладает значительно более высокой прочностью и жесткостью по сравнению с материалом матрицы, армирующие нити считаются гибкими. Расчетные соотношения хордового диска получены для деформированного состояния армирующих нитей композита. Связь между исходным и деформированным состоянием нитей получена, принимая их деформации конечными. Выполнен расчет параметров напряженно-деформированного состояния хордового диска без кольца при различных граничных условиях в зоне его закрепления на валу. Получено, что вследствие искривления хорд их максимальные деформации и напряжения достигаются на радиусе, несколько большем радиуса полюсного отверстия в зависимости от способа закрепления и характеристик армирующих нитей. Рис. *Расчетная схема хордового маховика по нитевой модели композита.*

1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА, СОРБЕНТЫ. УМ В МЕДИЦИНЕ

1.2.1. НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ХИТОЗАН – СУКЦИНАМИД ХИТОЗАНА, С НАПОЛНИТЕЛЯМИ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

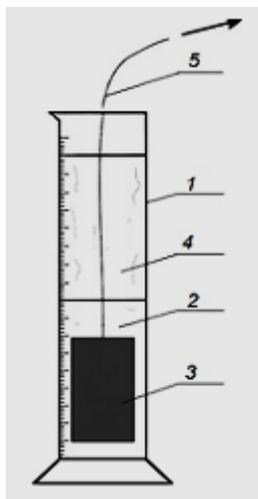
Михеев Д.А., Комаров И.А., Данилов Е.А. // Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии». – 2022. – С.135-137

В последние годы растет интерес к разработке многочисленных легких или складных электронных устройств, таких как электрохромные дисплеи, перезаряжаемые батареи, гибкие полимерные транзисторы и сенсоры, не теряющие электронных свойств при растяжении, которые в перспективе возможно применять в медицине, биосовместимых интерфейсах человек-компьютер и создании «электронной кожи». Перспективной основой для создания активного слоя таких устройств служат полимерные нанокompозитные структуры, образующиеся при смешивании проводящих полимеров с наноразмерными частицами. В настоящей работе был предложен тонкопленочный полимерный нанокompозит на основе полиэлектролитного комплекса хитозан-сукцинамида хитозана, где в качестве наполнителей были использованы наноразмерные углеродные частицы: одностенные углеродные нанотрубки, оксид графена, углеродсодержащие сорбенты с различной удельной поверхностью.

1.2.2. ПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕЕМКОСТИ МЕТОДОМ СОРБЦИИ НА ПРИМЕРЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кутонова Е.В., Кузина Н.А. // Национальная Ассоциация ученых. – 2022. - №77. – С.63-68

Работа посвящена определению нефтеемкости методом сорбции на примере углеродных волокнистых материалов. разных марок и структур. Как известно нефть и продукты ее переработки имеют широкое применение в мире и приносят большую пользу, но, однако, не обходится без аварий и экологических катастроф, которые оказывают непоправимый вред окружающей среде. Главной задачей является своевременное принятие мер по ликвидации и утилизации разлившихся нефти и нефтепродуктов. Нефтяные загрязнения образуются при добыче, транспортировке, переработке и хранении нефти. На сегодняшний день применяются различные методы очистки воды от нефтяных загрязнений такие как механические, биологические, электрохимические и физико-химические. Большинство из них являются дорогими, технически сложными в нанесение и в сборе после очистки или требуют редкие реагенты. Исходя из этого возникает потребность в недорогих и действенных технологиях по очистке воды. Одним из самых результативных методов является сорбция, она обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами. **Рис.** В цилиндр с объемно-измерительной шкалой (1) залили воду до 60 мл, в нее полностью погрузили образец углеродного волокнистого материала (3) предварительно взвешенный и закреплённый на медной проволоке (5). Далее в сосуд аккуратно залили определенный объем нефти. По окончании времени выдержки (15 минут) для водонасыщения до заданной степени углеродный волокнистый материал осторожно переместили в слой нефти. **Рис. Установка для определения нефтеемкости**



1.2.3. ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АДСОРБЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Меметова А.Е., Меметов Н.Р., Зеленин А.Д. // Вопросы материаловедения. – 2022. - №4 (112). – С.43-49

Углеродные адсорбенты, полученные на основе отработанной кофейной гущи, являются перспективными адсорбентами парниковых газов, в частности метана, ввиду возможности создания прецизионной пористой структуры. Получены микропористые и мезопористые образцы с узким (до 7 нм) распределением пор по размерам. Проведено исследование адсорбции метана в углеродных адсорбентах, полученных с помощью химической активации при различном соотношении гидроксида калия к кофейному прекурсор. Наивысшая адсорбция парникового газа метана, равная ~18 ммоль/г при 100 бар и температуре 298 К, достигается на образце с отношением активирующего агента к карбонизированному прекурсор 6:1

1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ

1.3.1. УГЛЕТКАНЬ КАК СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Добрышкин А.Ю., Волик О.Е. // Материалы Международной научно-практической конференции «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия». – 2022. – С.139-141

Данная работа посвящена исследованию применения углеткани и углеволокна как строительного материала. Данный материал обладает большой прочностью, небольшим весом. Сегодня углеродные соединения обладают самой большой прочностью на земле, как на сжатие так и на растяжение, такие как алмаз, углеткань, углеродные трубки, в силу атомного строения графена. Эти материалы обладают самой большой прочностью при низком весе. Так же энергозатраты на их производство, по сравнению с использованием металлических изделий, ниже.



1.3.2. ПРИМЕНЕНИЕ ТКАНИ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОЛОКНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Добрышкин А.Ю., Пушкарёв А.Ю.Д. // Материалы Международной научно-практической конференции «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия». – 2022. – С.137-139

Данная работа посвящена исследованию применения ткани на основе углеволокна при производстве зданий и сооружений. Стоит отметить о большой эффективности, то есть большой прочности при меньшем весе. Сфера расширения данного материала все больше, в силу незаменимости данного материала и эффективности его применения. На сегодня применимость имеет штучный характер: в качестве каркасов автомобилей, каркасов велосипедов, элементов воздушных летательных аппаратов, космических аппаратов. Применение этого материала в строительном производстве позволит эффективнее создавать здания и сооружения.

1.3.3. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С АРМИРОВАНИЕМ УГЛЕВОЛОКНОМ

Добрышкин А.Ю., Сысоев О.Е., Сысоев Е.О. // Материалы Международной научно-практической конференции «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия». – 2022. – С.130-132

Данная работа посвящена исследованию использования углеволокна в железобетонных конструкциях. Железобетонные конструкции сегодня являются самыми распространёнными в мире. Общеизвестны положительные качества железобетона, которые заключаются в низкой стоимости продукции, доступности изготовления железобетонных конструкций, жаростойкости, долговечности, надежности и т.д. Добавление углеткани в бетонное изделие мероприятие эффективное. Данная продукция может заменить общеизвестные железобетонные изделия, армированные стальной арматурой.

1.3.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ

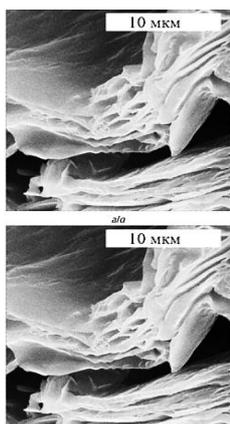
Корнев С.В., Абрамов М.А. // Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции, посвященной 190-летию Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (ЛИСИ - СПбГАСУ) «Технология строительного производства». – 2022. – С.158-160

В настоящей работе изучено влияние характера подготовки поверхности на адгезионное сцепление с композитной системой внешнего армирования. Подтверждается запрет СП 164.1325800.2014 по нанесению клеевого эпоксидного состава на замороженные и мокрые поверхности. Однако, уточняется, что некоторые из повреждений не сильно влияют на адгезионное сцепление композитной системы внешнего армирования с поверхностью.

2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

2.1. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МНОГОСЛОЙНОГО ОКСИДА ГРАФЕНА В ЩЕЛОЧНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ

Брудник С.В., Яковлев А.В., Яковлева Е.В. // Электрохимическая энергетика. – 2023. – Т.23, №1. – С.33-40



Изложены результаты исследования электрохимического восстановления многослойного оксида графена при потенциостатическом режиме, показана возможность использования щелочного электролита (KOH) с концентрацией ниже 0.1 М. Идентификация электрохимически восстановленного оксида графена проводилась методами рентгенофазового анализа, ИК-Фурье и ИК-КР спектроскопией. Методом ИК-КР установлено увеличение интенсивности G и 2D полосы, свидетельствующее об образовании малослойных форм восстановленного оксида графена. Морфология поверхности электрохимически восстановленного оксида графена изучена методом СЭМ. Рис. *Сканирующая электронная микроскопия электрохимически восстановленного оксида графена: а – x10000, б – x25000*

2.2. НИЗКОЭМИССИОННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ УПРАВЛЯЮЩИХ СЕТОК ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

Яфаров Р.К., Шабунин Н.О. // Письма в Журнал технической физики. – 2023. – Т.49, №4. – С.36-39

Исследовано влияние дипольной поляризации углеродных пленочных покрытий на их вторичную эмиссию электронов. Показано, что плазменное фторирование углеродных покрытий с низким удельным поверхностным сопротивлением, полученных в микроволновой плазме паров этанола низкого давления, увеличивает работу выхода электронов на 0.6 eV и уменьшает вторичную электронную эмиссию более чем в 2 раза. Результаты могут быть использованы для получения коллекторов и антиэмиссионных покрытий на сеточных электродах мощных электровакуумных устройств СВЧ- и субтерагерцевого диапазонов.

2.3. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ ЭТАНОЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Шавелкина М.Б., Иванов П.П., Амиров Р.Х. // Химия высоких энергий. – 2022. – Т.56, №2. – С.145-150

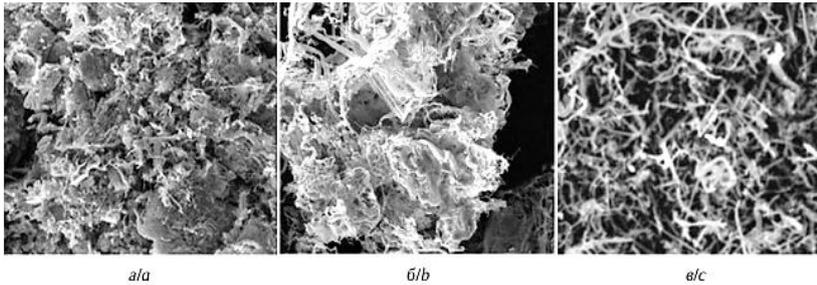
Проведено экспериментальное и численное исследование синтеза углеродных наноструктур при пиролизе спирта в плазменных струях гелия и азота, генерируемых плазмотроном постоянного тока в интервале давлений 150-740 Торр. Созданный пневматическим способом аэрозоль из капель этанола в струе инертного газа разлагался в разрядном промежутке с образованием паро-газового потока, при охлаждении которого наблюдается рост графена при давлении 350 Торр, если использовать азот в качестве среды, а в плазме гелия – углеродных нанотрубок (УНТ) при 150 Торр и графена в интервале давлений от 350 до 710 Торр. С помощью термодинамического анализа показано, что состав газовой фазы при разложении спирта зависит от свойств рабочего газа и определяет температуру начала конденсации твердого углерода. Найдено, что в среде гелия конденсированный углерод образуется при температуре выше 3000 К, а в струе плазмы азота – при 2550 К. Это различие в температурах обусловлено присутствием в составе плазмы азота в больших концентрациях цианополиинов, что препятствует нуклеации УНТ.

2.4. АНОДЫ НА ОСНОВЕ C/SiC ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Леонова Н.М., Леонова А.М., Баширов О.А. // Электрохимическая энергетика. – 2023. – Т.23, №1. – С.41-50

Композиции ультрадисперсных частиц Si и C являются перспективными анодными материалами литий-ионных источников тока с улучшенными энергетическими характеристиками. В работе изучены энергетические характеристики образцов полуэлементов литий-ионных источников тока с анодом из ультрадисперсных волокон SiC , а также смесей волокон SiC с графитом (C/SiC) и электролитически осажденными субмикронными волокнами кремния ($C/Si/SiC$). Показана работоспособность полученных смесей при литировании/делитировании. После 100 циклов анод из SiC достиг разрядной емкости 180 и 138 мА·ч/г при токе заряда $C/20$ и C , а аноды из смесей (мас.%) 29.5C-70.5SiC и 50Si-14.5C-35.5SiC достигли разрядных емкостей 328 и 400 мА·ч/г соответственно при токе заряда $C/2$.

Кулоновская эффективность всех образцов составила выше 99%. Рис. *Микрофотографии*



образцов C/SiC (a), SiC (б), полученных в результате карботермического синтеза и обработки в растворе HF; образца Si, полученного при электролизе расплава (мас.%) 98KCl-2K₂SiF₆ при температуре 780°C и катодной плотности тока 25 мА/см² (в)

2.5. СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ЭРОЗИИ ПЕРВОЙ СТЕНКИ ТОКАМАКА (ОБЗОР)

Свечников Н.Ю., Станкевич В.Г., Колбасов Б.Н. // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез. – 2022. – Т.45, №4. – С.5-33

Проведён анализ результатов исследования продуктов эрозии вольфрамсодержащих элементов первой стенки термоядерного реактора спектроскопическими и другими методами в сочетании с кратким сопоставлением с исследованиями углеродных продуктов эрозии в виде углеродно-дейтериевых плёнок CD x ($x \sim 0,5$) из токамака Т-10 с графитовыми стенками и смешанных плёнок CH x-Me (примеси Me-W, Fe и т.д.) из сильноточного плазменного ускорителя КСПУ-Т с водородной плазмой, выполненными при использовании аналогичных методов. Также рассмотрены примеры других уникальных современных экспериментов с вольфрамом и углеродом в России и за рубежом, включая методы *in situ* диагностики продуктов эрозии, и дополнительно представлены три новых спектра плёнок CD x и CH x-Me. Актуальность и взаимосвязь исследований по теме «углеродные-металлические материалы первой стенки» обусловлены, в поддержку проектов ИТЭР и ДЕМО, сооружением термоядерного реактора JT-60SA, который будет работать в течение первых 10 лет с первой стенкой и дивертором из углеродных волокнистых композитов, с последующим переходом на металлические стенки.

3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

3.1. ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА СИЛИКОНОВОЙ РЕЗИНЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Кулик В.М. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63. - №5 (375). – С.178-184

Проведено исследование изменения динамических вязкоупругих свойств силиконовой резины при добавлении малой доли (0,05; 0,10 %) однослойных углеродных нанотрубок. В области линейной деформации выполнены измерения модуля упругости и коэффициента потерь. Установлено, что добавление нанотрубок и старение материалов приводят к увеличению модуля упругости, а коэффициент потерь может как увеличиваться, так и уменьшаться.

3.2. НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ПОЛИСАХАРИДНОЙ ПРИРОДЫ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОДНОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

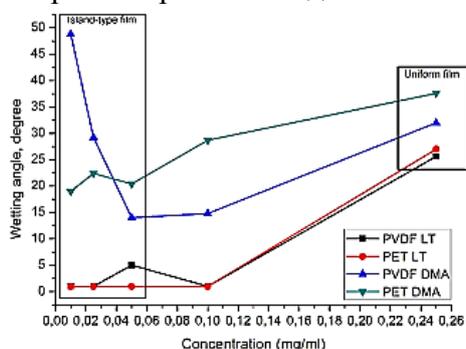
Е.О. Булышева, Ч.Р. Мухаметдинов, Р.А. Зильберг // Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии». – 2022. – С.382-383

В настоящее время значительное внимание к гибкой электронике уделяется за счет ее большого потенциала применения и преимуществ, по сравнению с электроникой на жестких подложках. Основными элементами, придающими гибкость различным полевым транзисторам, фотоприемникам, дисплеям, датчикам для определения влажности воздуха и другим устройствам, являются проводящие полимеры. Целью настоящей работы являлось электрохимическое исследование нанокompозита на основе ПЭК с различным соотношением одностенных углеродных нанотрубок.

3.3. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ДИСПЕРСИИ ОКСИДА ГРАФЕНА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СМАЧИВАЕМОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОДЛОЖЕК

И.А. Комаров, А.А. Хачатурян, Е.А. Данилов // Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии». – 2022. – С.220-223

Углеродные наноматериалы, в частности производные графена, такие как оксид графена (ОГ) и восстановленный ОГ, являются перспективными материалами широкого спектра применения, в частности, в гибкой электронике, сенсорной технике, адресной доставке лекарств. При этом одной из важнейших задач является разработка подходов к созданию



промышленной технологии нанесения однородных слоев графена или оксида графена большой площади. Следует отметить, что далеко не все методы, применяемые в лабораторной практике, в принципе позволяют формировать однородные макроразмерные пленки указанных материалов и тем более допускают масштабируемость даже до малой серии. Рис. *Зависимость углов смачивания от типа и концентрации наносимой дисперсии и типа подложки*

3.4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРЕДЕЛЬНО КОРОТКИХ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ В УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ СО СЛУЧАЙНЫМИ ПРИМЕСЯМИ ПРИ УЧЕТЕ МНОГОФОТОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

Белибихин С.В., Конобеева Н.Н., Белоненко М.Б. // Журнал технической физики. – 2023. – Т.93, №3. – С.387-391

Исследована эволюция предельно короткого импульса в диэлектрическом кристалле с углеродными нанотрубками, в которых содержится примесь со случайными параметрами (уровень энергии, энергия гибридизации электронов). Проанализирована зависимость пространственных характеристик импульса от параметров примеси и числа фотонов, учитываемых в модели.

3.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСА ОТДАЧИ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ИК-ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ ПОЛИСТИРОЛА И КОМПОЗИТА ПОЛИСТИРОЛА С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ, ПОЛУЧЕННЫХ РАДИАЦИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ СТИРОЛА

Фролов И.А., Аллаяров С.Р., Калинин Л.А. // Химия высоких энергий. – 2022. – Т.56, №2. – С.445-450

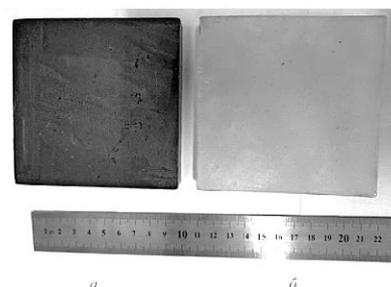
Исследован процесс формирования импульса отдачи продуктов лазерной абляции полистирола и его композита с углеродными нанотрубками (УНТ). Показана возможность использования малых доз предварительного γ -облучения (40-70 кГр) стирола для получения в нем устойчивых дисперсий УНТ. Вследствие повышения вязкости радиолитованного стирола в результате частичной олигомеризации время седиментации дисперсии УНТ в нем многократно увеличивается, что позволяет путем последующего дополнительного γ -облучения получать твердые гомогенные дисперсии для изготовления лазерных абляционных мишеней. Средняя скорость абляции индивидуального полимера при мощности лазерного излучения 40-45 Вт составляет 10.3 мг/с, и она линейно снижается пропорционально количеству введенного в матрицу полистирола УНТ. При этом наблюдается экстремальная зависимость удельного и максимального импульса отдачи от содержания УНТ в композите с минимумами, соответственно, при $S_{уд} = 4.01 \pm 0.05$ мкН с/Дж и $S_{м} = 38.66 \pm 0.10$ мкН с, наблюдаемыми при абляции композита, содержащего 0.04 ± 0.10 вес. % УНТ. Удельный импульс отдачи продуктов лазерной абляции мишеней из индивидуального полистирола (5.8 мкН/Дж) и его композита с УНТ (7.6 мкН/Дж) по-разному зависят от дозы их предварительной γ -обработки.

3.6. ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ФАЗОИЗМЕНЯЕМОГО МАТЕРИАЛА ГРАФЕНОВЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Низовцев М.И., Летушко В.Н., Стерлягов А.Н. // Доклады Академии Наук высшей школы Российской Федерации. – 2022. - №4 (57). – С.50-65

В работе приведены результаты экспериментальных исследований применения графеновых нанотрубок для повышения теплопроводности фазоизменяемого материала. Методом ультразвуковой обработки в расплавленном парафине диспергировали графеновые нанотрубки в количестве 0,1...0,5 мас. %. Полученные образцы парафина с графеновыми нанотрубками исследовали на сканирующем калориметре. Все образцы с различным содержанием нанотрубок при нагреве и охлаждении на ДСК-кривых имели два пика, соответствующих фазовым переходам основных углеводородов, входящих в состав парафина. Наличие нанотрубок в парафине существенно не влияло на форму ДСК-кривых. Эксперименты с нагревом образцов в термостате по времени задержки в изменении температуры образцов свидетельствовали о повышении коэффициента теплопроводности парафина в твердом состоянии при добавлении в него графеновых нанотрубок и снижении - в жидком. Данные эффекты усиливались с ростом массового содержания нанотрубок. Методом стационарного теплового потока определен коэффициент теплопроводности образцов фазоизменяемого материала с нанотрубками. По результатам измерений максимальное увеличение коэффициента теплопроводности парафина в твердом состоянии составило 22 % при концентрации нанотрубок 0,5 мас. %. Проведено сопоставление коэффициентов теплопроводности различных материалов с «контрастными» включениями по результатам расчетов и экспериментов.

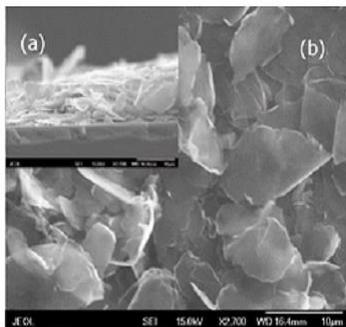
Рис. 8 – Образцы для испытаний 100×100×15 мм:
а – парафин с 0,5 % мас. нанотрубок; б – парафин П2



3.7. СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ГРАФЕНОМ И УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ НА КРЕМНИИ

Шульгина И.С. // Сборник статей IV Международной научно-практической конференции «Актуальные научные исследования». – 2022. – С.86-90

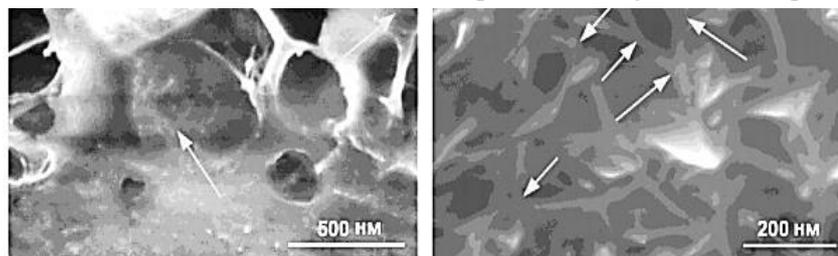
Графен и углеродные нанотрубки (УНТ) представляют собой привлекательные материалы для фотоэлектрических (фотоэлектрических) устройств благодаря их уникальным электронным и оптическим свойствам. УНТ могут быть модифицированы либо в проводник р-типа путем химического легирования (например, кислотной очистки), либо в проводник n-типа путем функционализации полимера. Солнечные элементы могут быть просто изготовлены из полупрозрачной тонкой пленки графена (или УНТ), нанесенной на соответствующий тип кремниевой подложки для создания высокоплотных переходов Шоттки (или *p-n*) на границе раздела. Высокие пропорции и большая площадь поверхности этих углеродных наноструктурированных материалов могут способствовать диссоциации экситонов и переносу носителей заряда, тем самым повышая эффективность преобразования энергии. Рис. *Поперечное сечение SEM (a) и вид сверху (б) изображения фотоэлектрического устройства из графена на кремнии*



3.8. ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ КАРКАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Куксин А.В., Глухова О.Е., Герасименко А.Ю. // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2022. – Т.27, №1. – С.19-27

Для создания биоинтерфейсов наиболее перспективными являются электропроводящие материалы на основе углерода и его модификаций. Такие материалы можно использовать для направленной стимуляции клеток и тканей с высоким пространственным разрешением. В работе для создания электропроводящих материалов предложено применение углеродных нанотрубок ввиду их уникальных электрических, механических и оптических характеристик. Показано, что под воздействием лазерного излучения можно достичь эффекта сваривания с образованием разветвленных сетей на кремниевой подложке и в объеме биополимерной матрицы. В результате экспериментальных исследований установлена плотность энергии излучения, равная $0,061 \text{ Дж/см}^2$, при которой появляется эффект связывания одностенных нанотрубок между собой. Определен механизм формирования пористых материалов на основе биополимеров альбумина, коллагена и хитозана, содержащих в своем составе одностенные углеродные нанотрубки. Изготовлены материалы из одностенных углеродных нанотрубок и биополимеров с контролируемым размером пор. Объем пор составил более 60 % от объема нанокомпозита. Созданные материалы могут иметь различную форму для производства



независимых имплантируемых структур или покрытий для имплантируемых устройств. Рис. *Сети из ОУНТ на основе нанокомпозитного слоя с биополимерами*

4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

4.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В 3D-ТКАНОМ КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ ОРТОГОНАЛЬНОГО ПЛЕТЕНИЯ

Яковлева С. И., Далин М. А., Крупнина О. А. // Вопросы материаловедения. – 2023. - №1 (113). – С.83-93

Рассмотрены особенности дефектов в 3D-тканых композиционных материалах. Предложен автоматизированный теневой ультразвуковой метод для проведения неразрушающего контроля. Для установления причин сильного затухания ультразвуковых волн в образце 3D-тканого композиционного материала ортогонального плетения применяли метод рентгеновской компьютерной томографии. Анализ обнаруженных дефектов показал, что на ослабление ультразвуковой волны может влиять величина проекции их суммарной площади на плоскость, перпендикулярную направлению ввода ультразвуковых колебаний.

4.2. ОСОБЕННОСТИ ЭМИССИИ БЕНЗ[А]ПИРЕНА ПРИ КАРБОНИЗАЦИИ ПЕКОВ И ПЕКОКОКСОВЫХ СМЕСЕЙ. ЧАСТЬ 4

Сидоров О.Ф., Дерюгин А.А. // Кокс и химия. – 2023. - №3. – С.35-41

Рассмотрено влияние природы и качества исходных сырьевых материалов нефтяного и к/у происхождения (пеков и коксов) в составе анодных масс на эмиссию БаП в процессе карбонизации. Экспериментально показано, что на скорость и полноту эмиссии БаП оказывают влияние не только температура и скорость нагрева анодных масс, но также природа и качество не только пеков-связующих, но и коксов-наполнителей анодных масс.

4.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ БОЛТА С ПОТАЙНОЙ ГОЛОВКОЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТРИЧНОГО КОМПОЗИТА И СВЕРХПРОЧНОГО СПЛАВА

Сунь Ц., Чжао Ш., Чжан Ю. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63. - №1 (371). – С.199-206

С использованием подпрограммы UMAT, встроенной в пакет *Abaqus*, выполнен двумерный анализ разрушения пластины из композита *C/SiC*, находящейся под действием растягивающей нагрузки, при наличии в пластине крепежного соединения в виде болта с потайной головкой. На основе разработанной модели проведено параметрическое исследование влияния параметров болта с потайной головкой на процесс разрушения комбинированного болтового соединения. Установлено, что жесткость болтового соединения практически не зависит от высоты потайной головки, которая для рассматриваемых ее диаметров изменяется в диапазоне от 1,5 до 2,5 мм. Показано, что нагрузка, при которой происходит разрушение керамического матричного композита и комбинированного болтового соединения, существенно зависит от параметров болта с потайной головкой. С увеличением высоты потайной головки болта увеличивается концентрация напряжений вблизи кромки отверстия в пластине из композитного материала. Соединение имеет максимальную несущую способность, если диаметр и высота головки болта составляют 9,4 и 1,5 мм соответственно.

4.4. ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ КОКСОВАНИЯ

Камаева Ю.В., Сидорова Е.В., Федюшкина А.Г. // XIV Всероссийская конференция молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности: газ, нефть, энергетика». Тезисы. – 2022. – С.275-276

Приведены теоретические представления о структуре коксов из различного нефтяного сырья. Проанализирована роль состава и природы исходного сырья на формирование микроструктуры кокса. Рассмотрено влияние смолисто-асфальтеновых веществ на агрегативную и кинетическую устойчивость сырья. Важнейшей проблемой в технологии переработки нефти и нефтяных остатков является стабильность, определяемая как агрегативная и кинетическая устойчивость, т.е. устойчивость к коагуляции и к расслоению на фазы. Для регулирования устойчивости применяют различные приемы, например, введение добавок, создание стабильных композиций исходного сырья путем смешения различных компонентов в определенном соотношении и другие.

4.5. ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И НАГРУЗКИ

Рощин М.Н. // Фундаментальные основы механики. – 2023. - №11. – С.11-13

Трибологические испытания показали, что в диапазоне нагрузки 0,3-1,0 МПа коэффициент изменяется не значительно. При нагрузке 1,0 МПа и температуре 400°C коэффициента трения больше в 4,8 раза, а при температуре 500°C коэффициента трения больше в 6 раз, чем при температуре 300°C. В рабочем диапазоне температур 400...500°C изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с находится в диапазоне 0,24-0,36. Для обеспечения работоспособности и эффективного использования УУКМ в окислительной среде при эксплуатации пар трения необходимо использование защитных покрытий или же модификация поверхности трения, предотвращающих взаимодействие углерода с кислородом окружающей среды.

4.6. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНОГО И ЭЛЕКТРОДНОГО КОКСА ИЗ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

Таушев В.В.1, Хайрудинов И.Р.1, Теляшев Э.Г. // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2022. - №2. – С.3-8

В предлагаемом процессе получение топливного и электродного кокса проводят на установке замедленного коксования в одном и том же реакторе последовательно, циклически с выполнением известных типовых стадий и операций, однако, с некоторыми особенностями. Так, например, стадию коксования в режиме получения топливного (дробьевидного) кокса проводят при 505-530°C в течение 6-8 ч под давлением не более 0,2 МПа, при этом из нижней части действующего реактора выделяют избыток (2-4% на сырьё) жидкой фазы, а выгрузку дробьевидного кокса из реактора проводят после пропаривания в подреакторный бункер при 390-420°C под давлением водяного пара. Подреакторный бункер выполнен с внутренней теплоизоляцией и установлен герметично по отношению к реактору. Охлаждение кокса водой проводят в подреакторном бункере. В свою очередь стадию коксования в режиме получения электродного кокса проводят при температуре 460-495°C, давлении 0,3 МПа в течение 18 ч, причем ввод сырья после печи проводят сразу же после выгрузки топливного кокса в «горячий» (360-420°C) реактор.

4.7. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ВЯЗКОУПРУГОГО ГРАФЕНОВОГО ЛИСТА, НАХОДЯЩЕГОСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВНЕШНИХ СИЛ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЛОКАЛЬНОЙ ГРАДИЕНТНОЙ ТЕОРИИ ДЕФОРМАЦИИ

Пан М., Фан Ю., Чзан Ю.Ц. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63. - №1 (371). – С175-185

С использованием нелокальной градиентной теории деформации исследуются поперечные колебания вязкоупругого листа при воздействии плоского магнитного поля и внешних сил. Получено уравнение поперечных колебаний графенового листа и построены решения, описывающие затухающие и незатухающие поперечные колебания. В рамках нелокальной градиентной теории деформаций исследовано влияние магнитного поля на коэффициент демпфирования и частоту свободных и вынужденных колебаний.

4.8. ТЕСТОВЫЕ СТРУКТУРЫ НА БАЗЕ SiC С ТОНКИМИ СЛОЯМИ ГРАФЕНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АППАРАТНОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ КЕЛЬВИН-ЗОНД-МИКРОСКОПИИ

Дунаевский М.С., Гущина Е.В., Малых Д.А. // Письма в Журнал технической физики. – 2023. – Т.49, №4. – С.24-27

Предложен метод определения аппаратной функции при измерениях поверхностного потенциала в режиме Кельвин-зонд-микроскопии. Метод основан на применении в качестве тестовой структуры поверхности политипов SiC, содержащих области однослойного и двухслойного графена. Измерение профилей потенциала вдоль различных направлений на такой поверхности позволяет определить аппаратную функцию для зондовых измерений потенциала. Используя аппаратную функцию, можно выполнять процедуру деконволюции и восстанавливать точный потенциал поверхности.

4.9. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАДИЕНТНОГО АМОРФНОГО УГЛЕРОДА, ПОЛУЧЕННОГО ЗАКАЛКОЙ ЖИДКОГО УГЛЕРОДА

Дождиков В.С., Башарин А.Ю., Левашов П.Р. // Журнал технической физики. – 2023. – Т.93, №3. – С.339-349

Предложен новый метод получения градиентного аморфного углерода, использующий закалку расплава графита на алмазной подложке. С помощью молекулярно-динамического моделирования закалки жидкого углерода на холодной алмазной подложке показано, что полученный в эксперименте аморфный углерод является материалом с сильно градиентными структурой и свойствами по глубине образца. Это связано с уменьшением скорости закалки при удалении от подложки в диапазоне 10^{14} - 10^{12} К/с. При этом плотность аморфного углерода изменяется от 1.50 до 1.93 г/см³. Исследовано пространственное изменение структурных характеристик полученного аморфного углерода: распределение атомов углерода по степени гибридизации химической связи (sp^1 -, sp^2 -, sp^3 -), радиальная функция распределения, угловая функция распределения, и проведен статистический анализ углеродных колец. Показано, что при давлении в жидкости 1 GPa углеродная структура в пределах закаленной зоны изменяется от высокопористой структуры с большим количеством цепочек sp^1 -атомов углерода вблизи подложки до структуры аморфного графена на периферии.

4.10. О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В СОСТАВЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ГРАФИТ

Закирова Л.Ю. // Вестник технологического университета. – 2023. – Т.26, №5. – С.15-20

В работе исследована возможность использования графита марок ГЛ-1 и ГСК-2 в составе резиновых смесей для изготовления резинотехнических изделий. Была проведена замена наполнителя технического углерода марки П-803 в составе резиновых смесей на 30 и 50 % масс. графита. Исследовано влияние различных марок графита на упруго-прочностные свойства эластомерных материалов и стойкость к различным средам: масла «Новоил-Мотор», жирных кислот (СЖР), тосола А40М. Установлено, что при замене технического углерода в резиновых смесях на 30 % масс. графита марки ГСК-2, содержащей S=1,5 мас.%. на 10% уменьшаются условная прочность при разрыве и твердость, на 15% увеличиваются показатели сопротивления раздиру, стойкость к деформации и на 14% к действию рабочих сред. Для резин, содержащих графит марки ГЛ-1, наблюдается уменьшение относительного удлинения при разрыве и увеличение показателя относительной остаточной деформации сжатия (ООДС) на 14 %. Для резин, содержащих графит марки ГСК-2 эти показатели улучшаются по сравнению с контрольным образцом на 30 %.



Микрофотография резиновой смеси (увеличение x100)



Изображение образца графита ГЛ-1



Изображение образца технического углерода П-803

5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. СОРБЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНОГО СЫРЬЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К МЕТАНУ

Меметова А.Е., Зеленин А.Д., Меметов Н.Р. // Перспективные материалы. – 2023. - №3. – С.32-42

Синтезирован углеродный материал из полимерного сырья (МС-032), который был охарактеризован различными методами: адсорбции-десорбции N_2 при 77 К, рентгеноструктурного анализа, ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье и спектроскопии когерентного рассеяния (КР). Полученный адсорбент обладает хорошо развитой пористой структурой (удельная поверхность по азоту, рассчитанная по методу Брунауэра - Эммета - Теллера SBET = 2722 м²/г; удельный объем пор, рассчитанный с помощью теории функционала плотности VDFT = 1,08 см³/г). Исследована адсорбция метана в широком интервале давлений при температурах выше критической. Максимальное значение адсорбции составляет ~ 14 ммоль/г при 298,15 К и 10 МПа.

5.2. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛЕНОК

Д.А. Михеев, И.А. Комаров, М.И. Головченко, С.М. Терехова, Е.А. Данилов Е.А. // Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии». – 2022. – С.220-223

Сегнетоэлектрические полимерные материалы широко применяются в таких областях как гидроакустика, медицинская ультразвуковая техника и т.д. Перспективным направлением развития этого класса пленочных материалов является разработка композиционных материалов на основе пьезокерамик и электроактивных полимеров, что позволяет создавать устройства с контролируемым набором и уровнем характеристик. Исследование влияния основного размера (фракции) частиц наполнителя на частотные зависимости диэлектрических характеристик (диэлектрическая проницаемость (ϵ'), тангенс угла диэлектрических потерь ($tg\delta$), активное электрическое сопротивление (R) и электрический импеданс (Z)) неполяризованных композитных пленок на основе сополимера ПВДФ $p(VDF-TrFE)$, содержащих 25 масс.% пьезокерамики представляется актуальной задачей и является целью настоящей работы. Объектами исследования являлись полимерные композиционные сегнетоэлектрические материалы, представляющие собой пьезокерамический с размерами частиц в интервалах 80-100 мкм; 60-80 мкм; 40-60 мкм; 20-40 мкм < 20 мкм, равномерно распределённый в полимерной матрице.

5.3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ХРАНЕНИЯ ПРЕПРЕГА НА КОРОБЛЕНИЕ И СВОЙСТВА ПКМ НА ЕГО ОСНОВЕ

Савицкий Р.С., Галиуллин А.Р., Мантусова О.Ю. // Труды ВИАМ. – 2023. - №3 (121). – С.48-57

Исследовано влияние времени хранения выложенного и неотвержденного полимерного композиционного материала из углепластика на основе жгутового наполнителя, однонаправленной углеродной ткани и равнопрочной углеродной ткани перед автоклавным формованием на возникновение процесса коробления плоских монолитных элементов. Установлено, что длительное (более пяти дней) хранение препрега после выкладки перед формованием негативно сказывается на короблении панели. Разработка технологических рекомендаций в соответствии с полученными результатами обеспечит снижение доли брака готовых изделий.

5.4. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ДВУХСЛОЙНОГО ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ КАПСУЛЫ ПРИ ЕЕ ВОЗВРАЩЕНИИ НА ЗЕМЛЮ С ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ СКОРОСТЬЮ

Зарубин В.С., Зимин В.Н., Леонов В.В. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2022. - №3. – С.35-42

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

5.5. ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СТАДИЙ ИМПРЕГНАЦИИ НА МАКРОСТРУКТУРНЫЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕКЛОУГЛЕРОДНЫХ ПЕН

Пономарева Д.В., Тимощук Е.И., Широков Р.Е., Васильева Е.В., Ляпин И.И., Тахтин В.Ю. // Перспективные материалы. – 2023. - №3. – С.49-56

Исследовано влияние размера ячеек исходного темплата, концентрации раствора и количества стадий импрегнации на макроструктурные и прочностные характеристики стеклоуглеродных пен, получаемых темплатным синтезом. В качестве углеродного прекурсора использовали раствор новолачной смолы марки СФП-012А2, коксовый остаток которой составляет более 57 масс. %. Показано, что увеличение количества стадий импрегнации позволяет улучшить прочностные характеристики при сохранении открытой пористости на уровне 90 %. Наилучшим комплексом свойств обладает стеклоуглеродная пена на основе полиуретанового темплата с пористостью 60 пор/дюйм и 4-мя стадиями импрегнации раствором с концентрацией 30 масс. % за счет равномерного утолщения стенок в объеме материала. Значение предела прочности при сжатии составило 1,12 МПа, что в 2 раза превышает значение зарубежных аналогов, при этом открытая пористость составила 91 %. Установлено, что уменьшение размера ячеек исходного темплата может привести к охрупчиванию материала за счет образования скопления перекрытых ячеек. Повышение механической прочности стеклоуглеродных пен при сохранении открытоячеистой структуры расширяет области применения данного класса материалов.

5.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ТЕНЗОРЕЗИСТИВНОСТИ В ШИННЫХ РЕГЕНЕРАТАХ

Шадрин Н.В., Антоев К.П. // Перспективные материалы. – 2023. - №3. – С.50-59

Показана возможность разработки электропроводящей резины на основе промышленно выпускаемого шинного регенерата РШТ-4 и регенерата Рег-1, полученного в лабораторных условиях, и электропроводящих углеродных наполнителей. В качестве электропроводящих наполнителей использованы технический углерод (ТУ) марки OMCARB CH85 производства ООО «Омсктехуглерод» и углеродные волокна (УВ) Tenax-e HTS-45 производства Toho Tenax America. Исследованы вулканизационные и реометрические свойства регенератов с различным содержанием антискорчинга Сантогард РVI и электропроводящих наполнителей. Исследование физико-механических свойств регенератов показало, что введение и увеличение содержания электропроводящих ТУ и УВ в регенератах Рег-1 и РШТ-4, приводит к постепенному уменьшению относительного удлинения при разрыве, но при этом прочность при растяжении и твердость по Шору А повышаются, что свидетельствует об усиливающем эффекте наполнителей. Исследовано проявление эффекта тензорезистивности в полученных регенератах в зависимости от содержания электропроводящих наполнителей.

5.7. СВС ЛИТЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ Mo-Al-C

Горшков В.А., Милосердов П.А., Ковалев Д.Ю. // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2023. – Т.17, №1. – С.39-48

Материалы на основе соединений молибдена с алюминием и углеродом обладают большим потенциалом для использования в условиях интенсивного износа при повышенных температурах. В настоящей работе представлены экспериментальные результаты

самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) соединений в системе Mo-Al-C. При совмещении двух процессов - СВС из элементов и СВС-металлургии - получены литые материалы, содержащие фазы Mo_3Al_2C , Mo_2C , Mo_3Al и Mo_3Al_8 . В экспериментах использовали смеси с составами. Синтез проводили в лабораторном реакторе объемом 3 л при начальном давлении аргона 5 МПа. Масса исходных смесей во всех экспериментах составляла 20 г. Процесс горения инициировали спиралью из молибденовой проволоки диаметром 0,5 мм путем подачи на нее напряжения 28 В. Полученные конечные продукты исследованы методами рентгенофазового и локального микроструктурного анализов.

6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

6.1. ВЫСОКОМОДУЛЬНЫЕ УГЛЕПЛАСТИКИ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ (ОБЗОР)

Гуляев И.Н., Павловский К.А. // Труды ВИАМ. – 2023. - №3 (121). – С.95-106

Представлен обзор разработанных в НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ углепластиков на основе высококомодульных углеродных волоконных и тканых армирующих наполнителей. Показано отличие высококомодульных армирующих наполнителей от высокопрочных. Приведены основные отечественные и зарубежные марки волокон, а также информация по упруго-прочностным характеристикам разработанных высококомодульных углепластиков, в том числе при различных температурах. Проведено сравнение отечественных углепластиков с зарубежными материалами аналогичных состава и структуры.

**Сравнение свойств высококомодульных углепластиков
на основе высокотемпературных связующих**

Свойства	Значения свойств углепластика		
	ВКУ-38	ВКУ-14	Phthalonitrile/IM7 (12k)
Предел прочности, МПа: при растяжении	1170	1100	2000
при межслойном сдвиге	45	20	85
Модуль упругости при растяжении, ГПа	255	210	183
Рабочая температура, °С	До 400	400	350

6.2. ИЗОБРЕТЕНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ. ЧАСТЬ I

Иванов Л.А. Сүй Л.Д., Писаренко Ж.В. // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. – 2023. – Т.15, №1. – С.37-47

Высокие технологии поражают воображение людей, демонстрируя все новые и новые достижения (материалы, способы, системы, технологии, устройства и др.), кардинально меняющие окружающий мир. Это, прежде всего, можно отнести к изобретениям ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. В статье в реферативной форме проводится обзор изобретений ученых, инженеров и специалистов из разных стран: Германии, России, Китая, США и др. Результаты творческой деятельности ученых, инженеров и специалистов, в т.ч. и изобретения в области нанотехнологий и

наноматериалов позволяют при их внедрении добиться значительного эффекта в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, смежных отраслях экономики. Например, способ модифицирования углеродных наноматериалов в азотсодержащей плазме относится к технологии получения углеродных наноматериалов, которые могут использоваться в качестве носителей электрокаталитически активных металлических наночастиц для последующего применения в топливных элементах, электролизерах и других электрохимических устройствах.

6.3. ВЛИЯНИЕ ГЕНЕЗИСА СЫРЬЯ НА МОРФОЛОГИЮ ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА, ОЦЕНЁННУЮ МЕТОДАМИ ОПТИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ МИКРОСКОПИИ

Габдулхаков Р.Р., Насифуллина А.И., Чернобривец А.В. // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2022. - №3. – С.28-33

В статье кратко представлена текущая потребность углеграфитовых производств России в игольчатом коксе и перспективный ресурсный потенциал для организации его производства. Установлена взаимосвязь между морфологией игольчатого кокса и видом используемого сырья. Проведена оценка структур методами оптической и сканирующей электронной микроскопии. Установлено существование тенденции к формированию более качественной структуры игольчатого кокса из нефтяного сырья в сравнении с угольным сырьем. Проведено исследование морфологии шести промышленных прокаленных образцов игольчатого кокса и сравнение их с двумя образцами, полученными в лабораторных условиях. Показано соответствие полученного по технологии Санкт-Петербургского горного университета образца из нефтяного модифицированного сырья премиальным маркам промышленных игольчатых коксов.

7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

7. НАНОТРУБКИ-СКАЛЬПЕЛИ УНИЧТОЖАЮТ ОПУХОЛЬ ИЗНУТРИ

<https://www.nanonewsnet.ru/news/2023/>



Ученые представили достаточно простой способ борьбы с трудноизлечимыми опухолями — они создали нанороботов, которые обманным путем проникают внутрь раковой клетки, а затем дестабилизируют ее и разрезают на мелкие кусочки. Первые успешные результаты нового подхода продемонстрировали на глиобластоме — наиболее агрессивном раке головного мозга. В перспективе технологию можно будет адаптировать против различных типов рака.

В основе нового терапевтического подхода, разработанного канадскими учеными, лежат углеродные нанотрубки с особыми свойствами, пишет New Atlas.

Трубки покрыты антителами, которые позволяют им связываться с белками на поверхности клеток рака. После связывания трубки поглощаются раковыми клетками, и затем включается главный механизм — магнитное поле. Ученые предварительно поместили внутри трубок оксид железа, чтобы сделать их магнитными. Активируя магнитное поле, трубки внутри раковой клетки начинают быстро вращаться, что повреждает структуру клетки и ее компоненты, включая митохондрии. С одной стороны, трубки действуют как тысячи мини-

скальпелей, разрезая раковые клетки изнутри. С другой — полностью разрушают жизнедеятельность клеток.

В экспериментах на моделях мышей с глиобластомой размер опухоли удалось значительно уменьшить, а также увеличить продолжительность жизни с 22 до 27 дней. Пока это лишь первые результаты и процесс нуждается в тонкой дополнительной настройке, уточняют авторы. Важно подчеркнуть, что технологию легко адаптировать для других типов рака.

«Если изменить покрытие антител и перенаправить трубки к желаемому участку опухоли, то можно получить точное уничтожение очага», - считают авторы. Дальнейшие эксперименты должны подтвердить гипотезу и продемонстрировать универсальность подхода.

8. ПАТЕНТЫ

ГРАФИТЫ, СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. СПОСОБ КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ЛИСТОВ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Патент RU № 2764577 от 18.05.2023 года, З.№ 2021101933, 26.05.2020 года. Патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова" (RU) -G01N 9/24

Группа изобретений относится к бесконтактному контролю плотности листов терморасширенного графита. Способ заключается в том, что по ширине прокатываемого листа терморасширенного графита по разные стороны устанавливаются соосно несколько пар передающих и принимающих акустических датчиков, измеряют амплитуду прошедшего сквозь лист акустического импульса, определяют плотность материала в месте установки датчиков в соответствии с калибровочным графиком зависимости параметров сигнала от плотности, получаемым прямым весовым методом, по результатам определения текущей плотности корректируют режимные параметры изготовления, определяющие плотность производимого листа терморасширенного графита, при этом перед началом измерения проводят первый этап, предварительную нормировку чувствительности каналов на эталонном образце. Устройство контроля плотности материала листов терморасширенного графита содержит несколько передающих акустических датчиков, входы которых соединены с выходом генератора импульсов, несколько принимающих датчиков, выходы которых подключены ко входам усилителей, пик-детекторы, реализующие запоминание значения сигнала в виде уровня постоянного напряжения, поступающего через селектор каналов в блок обработки информации, содержащий АЦП и контроллер, обеспечивающий управление процессом контроля, включая режимы и схему сканирования объекта. Технический результат - повышение точности и достоверности контроля плотности листов терморасширенного графита, увеличение функциональных возможностей за счет расширения диапазона контролируемых плотностей и толщин листов терморасширенного графита.

2. АНОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ЛИТИЙ-ИОННОГО ИСТОЧНИКА ТОКА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Патент RU № 2797909 от 13.06.2023 года, З.№ 2022130247 от 22.11.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU) - • Н01М 4/139

Изобретение относится к области электротехники, а именно к анодному материалу литий-ионного источника тока и способу его изготовления. Повышение удельной емкости и стабильности работы литий-ионного источника тока является техническим результатом изобретения, который достигается за счет снижения объемного расширения анодного материала, который изготовлен из смеси порошков графита и карбида кремния. При этом в качестве анодного материала используют смесь карботермически синтезированных волокон карбида кремния диаметром от 50 до 300 нм и непрореагировавших при карботермическом синтезе частиц графита крупностью не более 50 мкм, для чего проводят операцию карботермического восстановления порошка кварца с крупностью частиц не более 100 мкм при температуре 1550-1650°C в течение 200-400 мин в атмосфере СО, в которой восстановителем выступает порошок графита с крупностью частиц не более 50 мкм.

3. НЕФТЯНОЙ КОКС И СПОСОБ ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Патент RU № 2796982 от 30.05.2023 года, З.№ 2022106584 от 15.03.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения (RU)-G9/00

Изобретение относится к области нефтепереработки, в частности к процессу получения нефтяного кокса, для применения в производстве анодных масс, изготовления электродов для электрических печей, применяемых для производства стали, как источник углерода при производстве элементарного фосфора, двуокиси титана, карбидов кальция кремния и графита. Нефтяной кокс, характеризующийся тем, что он содержит от 4,8 до менее 10 мас.% и от более 10 до 20 мас.% углеродных нанотрубок. Способ приготовления указанного нефтяного кокса осуществляют нагреванием гудрона с углеродными нанотрубками в количестве от 1,2 до менее 2,5 мас.% и от более 2,5 до 5,0 мас.% в автоклаве до температуры 450-550°C, с последующим выдерживанием при давлении 10 атм при этой же температуре в течение 3 ч, затем полученный продукт охлаждают в автоклаве до комнатной температуры. Техническим результатом заявленной группы изобретений является получение нефтяного кокса, имеющего меньшее содержание серы и пониженное электрическое сопротивление.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4. БОЕПРИПАС ГЛАДКОСТВОЛЬНОГО ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ

Патент RU № 2797572 от 07.06.2023 года З.№ 2022122560 от 22.08.2022 года. Патентообладатель Васильев Андрей Евгеньевич (RU - F42B 7/02

Изобретение относится к унитарным боеприпасам гладкоствольного огнестрельного оружия, имеющим телескопическую конструкцию и снаряженным подкалиберными поражающими элементами. Боеприпас гладкоствольного огнестрельного оружия состоит из цилиндрической гильзы из алюминия или алюминиевого сплава, наполненного дисперсным корундовым волокном, имеющей защитное покрытие поверхности и капсюльное гнездо, выполненное в дне. Боеприпас также состоит из подкалиберного

конического поражающего элемента с торцевой полостью и сегментного оболочкового поддона, закрепленного в гильзе и содержащего головной обтюратор, боковые выступы и хвостовую часть, заходящую в торцевую полость поражающего элемента. Боеприпас дополнительно состоит из метательного заряда, расположенного в пространстве между поддоном и гильзой, и капсюля-воспламенителя, форма которого соответствует форме капсюльного гнезда. Стенки и дно гильзы наполнены соответственно аксиально и радиально ориентированным волокном. Внешняя поверхность гильзы покрыта полиимидным лаком, наполненным коллоидным графитом. Внутренняя поверхность гильзы покрыта пленкой из триалкоксисилана, поверх которой нанесено эластичное силиконовое покрытие. Технический результат направлен на повышение прочностных характеристик гильзы, устранение опасности возгорания гильзы в нестандартных условиях производства выстрела.

5. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ ТРЁХСЛОЙНОЙ ПАНЕЛИ

Патент RU № 2797465 от 06.06.2023 года, З.№ 2022113082 от 16.05.2022 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт космических и авиационных материалов" (RU) - В32В 3/12

Изобретение относится к области композитных материалов, а именно к способу изготовления сотовой панели из углеволоконного препрега, и может быть использовано в ракето-, самолетостроении, при изготовлении трехслойных конструкций повышенной устойчивости к нагрузкам при высоких температурах. При изготовлении трехслойной панели на оправку в виде металлической трубочки геометрического сечения заданного диаметра и длины наматывают однонаправленный углеродный препрег, а углеродный препрег из саржевой ткани подготавливают к отверждению в плоском виде, затем облицовочные пластины и оправки с намотанным на них препрегом отверждают, после чего оправки извлекают из отвержденных трубочек, а трубочки нарезают на равные части требуемого размера, подготавливают к склеиванию, затем каждую трубочку оборачивают цианатэфирной клеевой пленкой, укладывают в обжимающую оправку для формирования сотового листа и отверждают, после чего сотовый блок извлекают из обжимающей оправки и нарезают на заполнитель требуемой толщины, обрабатывают их и обкладывают ранее отвержденными облицовочными пластинами с двух сторон, прокладывая между пластинами и заполнителем цианатэфирную клеевую пленку, после чего трехслойную панель помещают в вакуумный мешок и отверждают. Изобретение обеспечивает повышение эксплуатационных характеристик и равномерной прочности структуры трехслойной панели при высоких температурах.

6. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ УГЛЕВОЛОКОН И НАПОЛНЕННЫЙ ИМИ ПОЛИЭФИРИМИДНЫЙ КОМПОЗИТ

Патент RU № 2796405 от 23.05.2023 года, З.№ 2022116602 от 20.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - D01F 11/14

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий в аддитивных технологиях. Предложены способ получения аппретированного углеродного волокна путём нанесения аппрета, представляющего собой смесь п-фенилендиамина 1-4 мас.% и олигофениленсульфона на основе бис(4-гидроксифенил)сульфона и бис(4-

хлорфенил)сульфона 4-1 мас.%, на углеволокно из раствора с массовой концентрацией 0,57% в смеси ацетона и хлороформа с последующим ступенчатым подъемом температуры до 75°C и одновременной отгонкой растворителей при воздействии ультразвука с рабочей мощностью 46 кГц, аппретированное углеродное волокно, полученное по предложенному способу, и полиэфиримидный углеродно-волоконный композит, который содержит 80 мас.% полимерной матрицы на основе полиэфиримида и 20 мас.% предложенного аппретированного углеродного волокна. Технический результат – улучшение температуры стеклования создаваемого полиэфиримидного углеродно-волоконного композита за счёт введения аппретизирующего состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфиримидной матрицей.

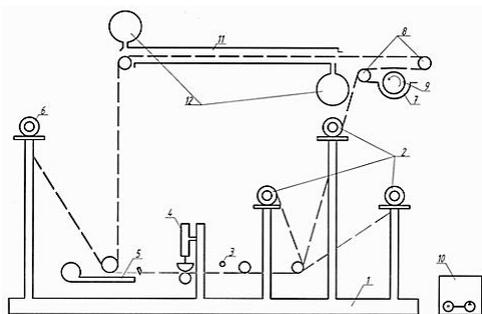
7. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН И ПОЛИЭФИРИМИДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Патент RU № 2798032 от 14.06.2023 года, З.№ 2022119231 от 13.07.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - С08К 7/02

Изобретение относится к способу получения аппретированных углеродных волокон и содержащим их полимерным композиционным материалам. Описан способ получения аппретированных углеродных волокон, предназначенных для конструкционных полимерных материалов, основанных на аппретировании углеродного волокна путем нанесения аппретизирующего компонента из раствора с последующей сушкой в сушильном шкафу под вакуумом при 79-80°C, отличающийся тем, что аппрет наносят из раствора с массовой концентрацией 0,41% в органическом растворителе хлороформе и проводят ступенчатый подъем температуры и отгонку растворителя по режиму: 20°C - 7 мин; 33°C - 22 мин; 43°C - 17 мин; 53°C - 17 мин; 63°C - 20 мин, причем количественное соотношение компонентов соответствует в мас.%.: углеродное волокно 96; 1,4-диаминобензол 3,5±0,5; олигомерный эфирсульфон на основе 4,4'-диоксифталофенона и 4,4'-дихлордифенилсульфона со степенью поликонденсации $n=5\div 7$ 0,5±3,5. Также описан полиэфиримидный композиционный материал, используемый при производстве изделий в аддитивных технологиях, содержащий полимерную матрицу на основе полиэфиримида и аппретированного углеродного волокна, отличающийся тем, что используется углеродное волокно, полученное способом по п. 1, причем количественное соотношение компонентов в композиционном материале соответствует в мас.%.: полиэфиримид 80, аппретированное углеродное волокно 20. Технический результат - улучшение реологических свойств создаваемых композиционных материалов за счет введения аппретизирующего состава - 1,4-диаминобензола и олигомерного эфирсульфона со степенью поликонденсации $n=5\div 7$, который повышает смачиваемость углеродного волокна и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфиримидной матрицей. 2 н.п. ф-лы, 1 табл., 6

8. МАШИНА ДЛЯ ПРОДОЛЬНОГО СПАИВАНИЯ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН С ПРОПИТОЧНО-СУШИЛЬНЫМ УЗЛОМ

Патент RU № 2796153 от 17.05.2023 года, З.№ 2022111832 от 28.04.2022 года. Патентообладатель Калимуллин Ильмир Сагидуллович (RU) - D04H 1/54



Заявлена машина для продольного спаивания нетканых полотен с пропиточно-сушильным узлом. Выполнена с возможностью выполнять два автономных не зависящих друг от друга технологических процесса, продольного спаивания нетканых полотен и пропитку нетканого полотна с последующей его сушкой, которая позволяет производить нетканые полотна большой ширины до 12.4 м и придавать им различные физико-механических свойств.

9. СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ СЛОИСТЫХ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КРУПНОГАБАРИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Патент RU № 2793800 от 06.04.2023 года, З.№ 2022117827 от 29.06.2022 года. Патентообладатель Акционерное общество "Опытное конструкторское бюро "Новатор". (RU)-B29C 43/305

Изобретение относится к области ракетной техники, авиа- и двигателестроения и может быть использовано для нанесения слоистых полимерных композиционных материалов (ПКМ) на крупногабаритные замкнутые конструкции. Способ нанесения слоистых теплозащитных материалов на крупногабаритные конструкции включает укладку чехлов на поверхность корпуса, обработанную эпоксидным клеевым составом, и их послойную пропитку эпоксидным клеевым составом, после чего формируются дополнительные конструктивные элементы. Затем монтируется оснастка с эластичной мембраной и в печи с одновременным термическим отверждением клеевого состава проводится формование путем создания избыточного давления в полости между эластичной мембраной и оснасткой рабочей жидкостью с температурой кипения выше температуры формования. Охлаждение сборки корпуса с нанесенным композиционным материалом после отверждения проводится, не снимая давления, внутри печи понижением температуры печи со скоростью не более 0,5°/мин. Способ по изобретению обеспечивает требуемое качество нанесения композиционного материала, в частности высокую гладкость и низкую пористость поверхности, термоэрозионную стойкость, эксплуатационную надежность клеевого соединения. 1 ил.

10. АДАПТЕР КОНИЧЕСКИЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Патент RU № 218366 от 23.05.2023 года, З.№ 2022122221 от 16.08.2022 года. Патентообладатель Акционерное общество « Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва (RU) - B64G 1/22

Полезная модель относится к сетчатым конструкциям из композиционных материалов и может быть использована в изделиях ракетно-космической техники. Адаптер конический космического аппарата в виде сетчатой оболочки вращения конической формы из композиционных материалов, содержащий верхнюю и нижнюю полки с множеством пересекающихся спиральных, обоих направлений, и кольцевых ребер из однонаправленных полимерных волокон, отличающийся тем, что верхняя полка представляет собой верхний металлический шпангоут, нижняя полка представляет собой нижний композитный шпангоут, при этом шпангоуты выполнены с верхним и нижним интерфейсами; верхний интерфейс представляет собой переходное металлическое кольцо, в котором выполнены посадочные отверстия в местах крепления с космическим аппаратом и с адаптером коническим, а также места и отверстия для установки оборудования устройства отделения; нижний интерфейс

представляет собой металлические хомуты и накладки, установленные с определенным шагом по окружности нижнего шпангоута в местах крепления с разгонным блоком, с выполненными посадочными отверстиями.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

11. КОМПОЗИЦИЯ, СОДЕРЖАЩАЯ ПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ КАРБОДИИМИДОВ, ЭПОКСИДОВ И СЛОЖНЫХ ПОЛИЭФИРОВ

Патент RU № 2798167 от 16.06.2023 года, З.№ 2018126055 от 16.07.2018 года. Патентообладатель ЛЭН (RU) –С08К 5/151

Группа изобретений относится к композиции, содержащей полимеры на основе карбодиимидов, эпоксидов и сложных полиэфиров, их получения и применения для ингибирования гидролиза. Описана композиция для получения формованных изделий, содержащая: (а) 0,2-2 мас.% по меньшей мере одного ароматического карбодиимида; (б) 0,05-4 мас.% по меньшей мере одного эпоксиды и (с) 94-99,75 мас.% по меньшей мере одного термопластичного полимера на основе сложного полиэфира. При этом, по меньшей мере один ароматический карбодиимид представляет собой карбодиимид формулы, в котором R1 представляет собой NHCOOR5, R5 представляет собой C1-C22-алкильный, C6-C12-циклоалкильный, C6-C18-арильный или C7-C18-аралкильный радикал, и ненасыщенный алкильный радикал, имеющий 2-22 атома углерода, предпочтительно 12-20, особо предпочтительно 16-18 атомов углерода, или алкоксиполиоксиалкиленовый радикал, и R6, R7 и R8 каждый независимо представляет собой метил или этил, где каждое бензольное кольцо несет только одну метильную группу и n имеет значение от 1 до 10. Эпоксид представляет собой соединение, где a равно от 0 до 10, где a представляет собой среднее число или где R9, R10 представляют собой H, C1-C8-алкил, R11 представляет собой C1-C8-алкил, x, y имеют значения 1-20 и z имеет значение 2-20, и R* представляет собой H, C1-C8-алкил. Описан также способ получения композиции, готовое изделие и применение композиции для получения готовых изделий экструзией. Технический результат – обеспечение композиций для формованных изделий, которые устойчивы к гидролизу, демонстрируют пониженную эмиссию газов, и производство их экономически эффективно.

12. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН И ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Патент RU № 2798036 от 14.06.2023 года, З.№ 2022119249 от 14.07.2022 года. Патентообладатель Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования "Сколковский институт науки и технологий" (RU) - D01F 11/14

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий в аддитивных технологиях. Предложены способ получения аппретированного углеродного волокна путём нанесения аппрета, представляющего собой 1-метил-3,4-диаминобензол 1,0-3,5 мас.%, на углеволокно из раствора с массовой концентрацией 0,18-0,63% в ацетоне с последующим ступенчатым подъёмом температуры до 60°C и отгонкой растворителя, аппретированное углеродное волокно, полученное по предложенному способу, и полимерный композиционный материал, который содержит 80 мас.% полимерной матрицы на основе полиэфиримида и 20 мас.% предложенного аппретированного углеродного волокна. Технический результат – улучшение прочности при сжатии создаваемого полимерного композиционного материала за

счёт введения аппретирующего состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфиримидной матрицей. 3 н.п. ф-лы, 1 табл., 6 пр.

13. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ УГЛЕВОЛОКОН И ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ИХ ОСНОВЕ

Патент RU № 2796404 от 23.05.2023 года, З.№ 2022115132 от 03.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ). (RU) - D01F 11/14

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий в аддитивных технологиях. Предложены способ получения аппретированного углеродного волокна путём нанесения аппрета, представляющего собой смесь аморфного эфирэфиркетона 1,0-3,5 мас. % и 1,3-бис(аминоформил)бензола 3,5-1,0 мас. %, на углеволокно из раствора с массовой концентрацией 0,6 % в дихлоруксусной кислоте с последующим ступенчатым подъёмом температуры до 80 °С и одновременной отгонкой растворителя, аппретированное углеродное волокно, полученное по предложенному способу, и полимерная полиэфирэфиркетонная композиция, которая содержит 80 мас. % полимерной матрицы на основе полиэфирэфиркетона и 20 мас. % предложенного аппретированного углеродного волокна. Технический результат – улучшение физико-механических свойств создаваемой полимерной полиэфирэфиркетонной композиции за счёт введения аппретирующего состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфирэфиркетонной матрицей. 3 н.п. ф-лы, 1 табл., 6 пр.

14. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ УГЛЕВОЛОКОН И ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОННЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ИХ ОСНОВЕ

Патент RU № 2798166 от 16.06.2023 года, З.№ 2022116605 от 20.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ). (RU) - D01F 11/14

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий в аддитивных технологиях. Предложены способ получения аппретированного углеродного волокна путём нанесения аппрета, представляющего собой смесь бис(4-хлорфенил)метанона 0,4-3,6 мас.% и бис(4-аминофенил)метанона 3,6-0,4 мас.%, на углеволокно из раствора с массовой концентрацией 0,54% в смеси этилового спирта 75 об.% и метилхлорида 25 об.% с последующим нагреванием до 85°С и одновременной отгонкой растворителей, аппретированное углеродное волокно, полученное по предложенному способу, и полиэфирэфиркетонная композиция, которая содержит 80 мас.% полимерной матрицы на основе полиэфирэфиркетона и 20 мас.% предложенного аппретированного углеродного волокна. Технический результат – улучшение физико-механических и реологических свойств создаваемой полиэфирэфиркетонной композиции за счёт введения аппретирующего состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфирэфиркетонной матрицей. 3 н.п. ф-лы, 1 табл

15. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ УГЛЕВОЛОКОН И ПОЛИЭФИРИМИДНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

Патент RU № 2796835 от 29.05.2023 года, З.№ 2022103809 от 15.02.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ). (RU) - С03С 25/007

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий в аддитивных технологиях. Предложены способ получения аппретированного углеродного волокна путём нанесения аппрета, представляющего собой смесь полиэфиримида 2,46-2,08 масс.% и ди(4-аминофенил)метана 0,04-0,42 масс.%, на углеволокно из раствора с массовой концентрацией 0,32% в хлороформе с последующим ступенчатым подъёмом температуры до 60 °С и одновременной отгонкой растворителя при воздействии ультразвука с рабочей мощностью 46 кГц, аппретированное углеродное волокно, полученное по предложенному способу, и полиэфиримидная композиция, которая содержит 80 масс.% полимерной матрицы на основе полиэфиримида и 20 масс.% предложенного аппретированного углеродного волокна. Технический результат – улучшение показателей текучести расплава и ударной прочности создаваемой полиэфиримидной композиции за счёт введения аппретирующего состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфиримидной матрицей. 3 н.п. ф-лы, 1 табл., 6 пр.

16. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН И ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Патент RU № 2796406 от 23.05.2023 года, З.№ 2022103367 от 10.02.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ). (RU) - С03С 25/007

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий специального назначения в аддитивных технологиях. Предложены способ получения аппретированного стекловолокна путём нанесения аппрета, представляющего собой 3,4-толуилендиамин 1,0-3,5 мас.%, на стекловолокно из раствора с массовой концентрацией 0,21-0,73% в ацетоне с последующим ступенчатым подъёмом температуры до 60°С и одновременной отгонкой растворителя, аппретированное стеклянное волокно, полученное по предложенному способу, и полимерный композиционный материал, который содержит 80 мас.% полимерной матрицы на основе полиэфиримида и 20 мас.% предложенного аппретированного стеклянного волокна. Технический результат – улучшение прочности при сжатии создаваемого полимерного стекловолоконного композиционного материала, за счет введения аппретирующего компонента, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает межмолекулярные взаимодействия между стеклянным волокном и полиэфиримидной матрицей. 3 н.п. ф-лы, 1 табл., 6 пр.

17. СПОСОБ РЕЦИКЛИНГА НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭПОКСИВИНИЛЭФИРНОЙ МАТРИЦЕЙ

Патент RU № 2797543 от 07.06.2022 года, З.№ 2022131958 от 06.12.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования "Комсомольский-на-Амуре государственный университет" (ФГБОУ ВО "КНАГУ") (RU) - F23G 5/30

Изобретение относится к области утилизации отходов полимерных композиционных материалов, позволяющее в результате получить сольволизную жидкость и армирующий наполнитель, который впоследствии можно использовать для создания новых полимерных композиционных материалов. Утилизацию проводят путем термической обработки полимерных композиционных материалов в среде метилдиэтанолamina в присутствии едкого натра при температуре 180°C. Изобретение позволяет снизить энергозатраты на осуществление процесса, а также снизить температуру сольволиза, что позволяет в большей мере сохранить прочностные свойства стекловолокна. 1 табл., 3 пр.

18. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН И ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Патент RU № 2798234 от 19.06.2023 года, З.№ 2022119316 от 14.07.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ). (RU) - C03C 25/323

Изобретение относится к способу получения аппретированных стеклянных волокон и полимерным композиционным материалам, предназначенным в качестве конструктивных полимерных материалов в аддитивных технологиях, включающим в себя полиэфиримид 80 мас.% и стекловолокно 20 мас.%, аппретированное п-фенилендиамином и олигомерным эфирсульфоном на основе 4,4'-диоксифталофенона и 4,4'-дихлордифенилсульфона со степенью поликонденсации $n = 19-23$. Аппретирование стекловолокна проводят путем нанесения аппретизирующих компонентов из 0,48%-ного раствора хлороформа с последующей отгонкой растворителя при подъеме температуры по ступенчатому режиму и сушкой в сушильном шкафу под вакуумом при 73-74°C. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в улучшении реологических свойств создаваемого стекловолокно-полимерного композиционного материала за счет введения аппретизирующего состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает межмолекулярные взаимодействия между стеклянным волокном и полиэфиримидной матрицей. 2 н.п. ф-лы, 1 табл., 7 пр.

Поздравляем наших коллег с получением нового патента!

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО НЕТКАНОГО ВОЛОКНИСТОГО ПОЛОТНА ИЗ ГИДРАТЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

Патент RU № 2797209 от 31.05.2023 года, З.№ 2022119231 от 14.07.2022 года. Автор(ы):

Черненко Д.Н. (RU), **Черненко Н.М.** (RU), **Щербакова Т.С.** (RU), **Грудина И. Г.** (RU), **Поплавская А.С.** (RU), **Радченко В.А.** (RU) Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструктивных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) - D01F 9/16

Изобретение относится к области технологии производства углеродных волокнистых материалов из исходного целлюлозного волокнистого сырья. Способ получения углеродного волокнистого нетканого полотна из гидратцеллюлозных волокон включает обработку в смесевом растворе компонентов катализатора, обработку микроволновым сверхвысокочастотным облучением и многостадийную карбонизацию с увеличивающимся нагревом в каждой последующей стадии. Также осуществляют многостадийное охлаждение материала между этапами нагрева на воздухе и графитацию при нагревании в инертной среде. При этом исходное нетканое полотно обрабатывают в водном растворе соединений к гидратцеллюлозного полотна к термохимическому превращению в углеродистое нетканое волокно на стадии карбонизации; стабильное протекание процесса карбонизации и получение качественного углеродистого прекурсора графитированного нетканого полотна; интенсификацию процесса карбонизации гидратцеллюлозного волокна; разделение пиролиза полотна при карбонизации на отдельные реакции термодеструкции, протекающие при конкретных температурах постадийного нагрева, и уменьшение одновременно протекающих реакций на конкретной стадии нагрева; стабильность процесса карбонизации и повышение

свойств карбонизованного нетканого полотна в качестве прекурсора получаемого из него графитированного нетканого полотна с высокими эксплуатационными характеристиками; уменьшение негативного влияния присутствия летучих продуктов на формирующееся нетканое полотно; возможность получения нетканого волокнистого углеродного полотна без брака по наличию прогаров. На выходе из раствора его обезвоживают до влажного привеса 130-170% масс. Многостадийное охлаждение при многостадийной карбонизации проводят, начиная с третьей стадии, а удаляемые из камеры графитации в направлении, противоположном направлению транспортирования графитируемого полотна, летучие продукты сжигают в открытом пламени непосредственно на выходе из отверстия удаления их из камеры графитации, при этом частично-карбонизованное полотно вводят в камеру графитации через пламя сжигания летучих продуктов камеры графитации. 1 з.п. ф-лы, 4 пр

