

РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
научно-технической и
патентной информации по
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

№ 7 – 2018



Москва, АО «НИИграфит»

РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
научно-технической и патентной информации по
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ
№ 7 – 2018

Составитель и редактор –
Зам. начальника Управления продаж,
маркетинга и коммуникаций –

Шишкова
Ирина Васильевна
ishishkova@niigrafit.org

Перевод –

Шишков
Игорь Викторович

Раздел «Патенты»

Специалист Группы защиты активов

Шульгина
Людмила Николаевна
lshulgina@niigrafit.org

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

Основан в 1966 г. Выходит 12 раз в год



Содержание №7 – 2018

1. Волокна и композиты	4
1.1. Углеродные волокна и композиты	4
1.2. Целлюлоза, вискоза. УМ в медицине.....	8
1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....	10
2. Атомная и альтернативная энергетика	11
3. Наноматериалы, фуллерены, графен	12
4. Методы исследования. Сырье.....	15
5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов ...	18
6. Обзор рынков и производства	23
7. Научно-популярные материалы, сообщения.....	25
8. Патенты.....	26



1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1.1. ТЕМПЕРАТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ОБОЛОЧКИ СВЕРХЗВУКОВОЙ ЧАСТИ СОПЛА ПРЯМОТОЧНОГО ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Зарубин В.С., Зимин В.Н., Кувыркин Г.Н. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2017. – 32. – С.69-74

Применение современных и перспективных термостойких углерод-углеродных или углерод-керамических композиционных материалов дает возможность даже в случае более теплонапряженных жидкостных ракетных двигателей выполнить выходную часть сопла с большой степенью расширения в виде неохлаждаемого насадка, что упрощает конструкцию сопла и снижает его массу.

1.1.2. ГРАФИТИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА ПРИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКЕ УГЛЕПЛАСТИКА

Яббарова Д.Р., Салихов Р., Хабибуллина Л.В. // VII Международная конференция по фотонике и информационной оптике. – 472-473

Благодаря своим уникальным характеристикам таким, как легкость и прочность, углепластик широко используется в различных отраслях современной промышленности, в том числе и в ракетостроении, например, при изготовлении топливных баков или раскатных баллонов. И одной из новейших технологий раскроя углеродного композиционного материала является лазерная резка. В данной работе мы провели исследование изменения структуры углепластика после такой его обработки.

1.1.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБЧАТЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЛЕТЕННЫХ ЦЕЛЬНОТКАНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ КАРКАСОВ И ПОЛИМЕРНОЙ, УГЛЕРОДНОЙ И КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦ

Смердов А.А., Таирова Л.П., Тимофеев И.А. // Конструкции из композиционных материалов.– 2018. - №2. – С.52-59

Представлены методика и результаты экспериментального исследования характеристик жесткости и прочности образцов из композиционных материалов (КМ) на основе плетеных цельнотканых каркасов с различными матрицами: полимерной, углеродной и керамической. Исследование проводилось на трубчатых образцах с двух- и трехосевой схемами плетения и включало нагружение образцов осевым растяжением, сжатием и внутренним давлением. Исследован характер деформирования и разрушения КМ на основе различных плетеных структур.

1.1.4. МОДИФИЦИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ ВОДНЫХ СРЕД

Валинурова Э.Р., Кожанова А.А., Фокина Е.О. // XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.93-94

Для концентрирования и выделения из водных сред катионов тяжелых металлов перспективны модифицированные углеродные волокна. Химическое модифицирование концентрированными кислотами-окислителями приводит к изменению пористости адсорбента и увеличению ионообменных центров на его поверхности. Установлено, что ионы тяжелых металлов с высоким значением ионного радиуса проявляют высокую селективность к активированному углеродному волокну, окисленному азотной кислотой.

1.1.5. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ НА ПЕРИОД СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ УГЛЕПЛАСТИКОВ

Власов С.Н., Семочкин А.Ю., Гришко А.С. // Вестник Димитровградского инженерно-технологического института. – 2017. - №3 (14). – С.86-89

В статье рассматривается работоспособность режущего инструмента при обработке углепластиков. Проанализировано влияние режимов резания на период стойкости инструмента. Исследования влияния различных факторов на стойкость фрезерного инструмента показали, что наибольшее влияние на стойкость оказывает скорость резания, как фактор, определяющий физические и тепловые процессы, протекающие в зоне резания.

1.1.6. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Власов С.Н., Котылевский Е.А., Лагунова В.А. // Вестник Димитровградского инженерно-технологического института. – 2017. - №3 (14). – С.94-97

Установлено влияние подачи и глубины резания на период стойкости инструмента при резании углепластиков. Проведенные исследования показывают, что научно обоснованный подход к оценке явлений, протекающих при резании углепластиков, позволит в каждом конкретном случае механической обработки обеспечить необходимую точность и качество обработанной поверхности при заданной производительности и затратах.



Рисунок 1. Трехфазная модель строения композиционного углепластика

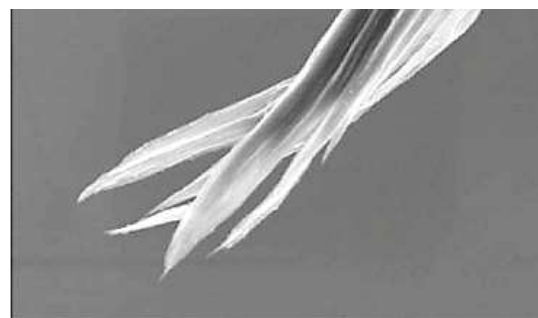


Рисунок 2. Разрыв углеродных волокон

1.1.7. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИЗДЕЛИЯ ИЗ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Светушков Н.Н. // Конструкции из композиционных материалов.– 2018. - №2. – С.15-21

Отмечена необходимость изучения теплофизических свойств и поведения в условиях высокоинтенсивного нагрева углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ), широко используемых в изделиях авиакосмической техники. Для расчета температурных полей предлагается новый подход, основанный на интегральных уравнениях теплопроводности, который позволяет оценивать точность проводимых расчетов и единообразно учитывать различные неоднородности материала (его микроструктуру и тип плетения углеродных волокон). Показано, что использование "эффективных" (усредненных) коэффициентов теплопроводности при моделировании высокоинтенсивного теплового воздействия не дает возможности в полной мере изучить распределение температур по толщине материала из УУКМ. Разработанное программное обеспечение позволяет не только провести модельные расчеты по определению поля температур по толщине несущего слоя (двумерная модель), но и выбрать необходимую конфигурацию плетения волокон и может рассматриваться как эффективный инструмент для получения требуемых технических характеристик конечного изделия.

1.1.8. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ И ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ВЫСОКОМОДУЛЬНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА

Вербец Д.Б., Самойлов В.М., Николаева А.В.// XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.97-100

Основными эксплуатационными свойствами УВ на основе ПАН являются их физико-механические свойства, (прочность при разрыве и модуль). Именно на сочетании этих свойств основывается классификация УВ, включающая разделение на низкомолекулярные, высокопрочные и высокомолекулярные УВ (ВПУВ и ВМУВ). Основной ассортимент продукции УВ приходится на УВ на основе ПАН, которые имеют разнообразные прочностные характеристики: прочность на разрыв от 3,0 до 7,5 ГПа и модуль Юнга от 200 до 588 ГПа, а УВ на основе мезофазного пека имеют прочностные характеристики: до 3,8 ГПа и 935 ГПа соответственно.

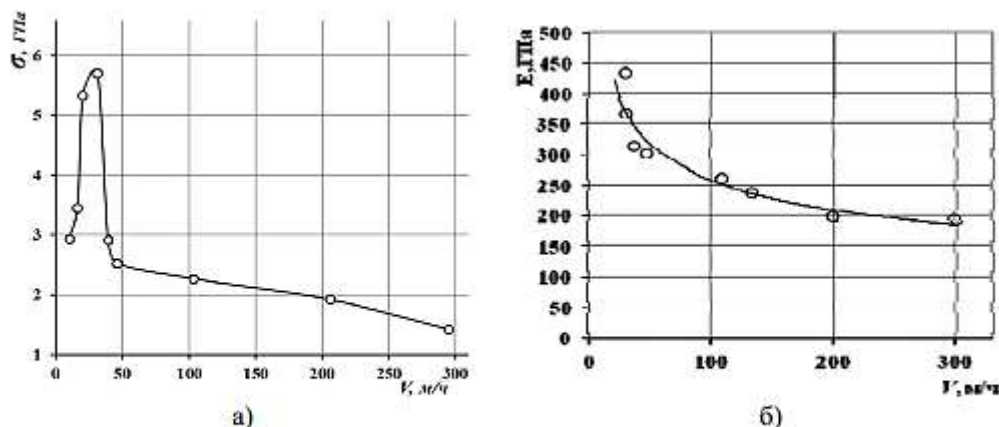


Рис. 3. Зависимости прочности при разрыве (а) и модуля упругости (б) УВ на основе ПАН от скорости протяжки при графитации (3000 °С)

1.1.9. РОСТ НАНОСЛОЕВ КАРБИДА КРЕМНИЯ ПРИ КОНТАКТЕ ПОРИСТОГО УГЛЕРОДА С РАСПЛАВЛЕННЫМ КРЕМНИЕМ

Гринчук П.С., Abuhimd Н.М., Фисенко С.П. // Инженерно-физический журнал. – 2017. – Т.90, №4. – С.1162-1166

Математическая модель роста слоя карбида кремния включает два уравнения диффузии для атомов кремния и углерода и уравнение для движения фронта химического превращения. Приведены аналитические оценки и результаты расчетов. Проведены параметрические расчеты для различных значений растворимости кремния в карбиде кремния. Показано, что эффективная плотность углерода влияет на длительность процесса силицирования и морфологию композита.

1.1.10. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ НАВЕСНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Прохоров В.Ю., Быков В.В. // Техника и оборудование для села. – 2017. - №8. – С.36-39

Рассмотрены способы повышения долговечности и износостойкости подшипников скольжения, приведены требования к эксплуатационным свойствам конструкционных и смазочных материалов, которые применяются в узлах трения. Приведены расчеты и даны предложения по применению антифрикционного самосмазывающегося углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) в нагруженных узлах трения технологического оборудования.

1.1.11. КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ МЕЗОФАЗНЫХ ЛЕНТООБРАЗНЫХ ВОЛОКОН БОЛЬШОГО СЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЕКА КИСЛОРОДОМ

A comprehensive study on the oxidative stabilization of mesophase pitch-based tape-shaped thick fibers with oxygen // Guanming Yuan, Xuanke Li, Xiaoqing Xiong // Carbon. – 2017. – Vol.115. – P.59-76

В качестве модели для обработки в кислороде с использованием различных температур и длительности были использованы лентообразные пековые волокна с шириной поперечного сечения 400 мкм и толщиной ~30 мкм, spun из расплава мезофазного пека для исследования их поведения в процессе окисления. Для систематического анализа видов функциональных групп, содержания и распределения кислорода, местного состава, режима теплового пиролиза и микроструктурных изменений в различных окисленных лентах использовались несколько методов определения свойств. После процесса окисления лентообразное волокно проявляло равномерную усадку во время последующей термообработки, тем самым сохраняя форму ленты и структурную целостность. Пленки толщиной ~30 мкм могут быть полностью окислены путем обработки в кислороде при 220°C в течение ~10 ч, что указывает на высокую эффективность окисления, которая, возможно, неожиданно выше, чем у соответствующих волокон округлой формы диаметром ~30 мкм. (Ш.) (Англ.)

1.1.13. ЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОЭЛЕКТРОННОГО КАТОДА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Зай Я.Л., Шешин Е.П., Ньен Ч.Ч. // XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.178

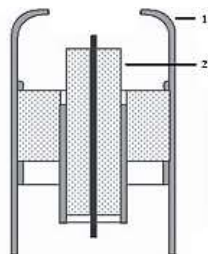


Рис. Катодно-модуляторный узел: (1) модулятор; (2) катод

Были изготовлены автоэмиссионные катоды на основе углеродных материалов. В работе получились хорошие результаты по автоэмиссионным свойствам автокатодов. Для получения автокатада из углеродных материалов требуется операция формовки катода. Такая операция способна давать ступенчатое увеличение отбираемого с катода эмиссионного тока. Потому что формовка автокатада из углеродных материалов влияет на автоэмиссионные свойства автокатада, и она представляет собой создание на

поверхности автокатада максимального количества равномерно распределенных по его поверхности эмиссионных центров. Формирование является одним из основных механизмов подготовки устойчивых полевых эмиссионных углеродных катодаов.

1.1.14. ДЕФЕКТОСКОПИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВИХРЕВЫХ ТОКОВ

Михеев П.В., Дидин Г.А., Шкатов П.Н. // Решетневские чтения. – 2017. – Т.1, №21. – С.346-347

Описан экспериментальный опыт применения вихретокового контроля для поиска расслоений в углепластиках, применяемых в аэрокосмической отрасли. Предположения проверены на модельных образцах материалов с искусственными дефектами. Задача исследования состояла в экспериментальной оценке возможностей вихретокового метода неразрушающего контроля для выявления дефектов сплошности в углепластиковых материалах.

1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА. УМ В МЕДИЦИНЕ

1.2.1. УГЛЕРОДНЫЕ ЭНТЕРОСОРБЕНТЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Пьянова Л.Г., Лихолобов В.А., Герунова Л.К. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2017. – Т.25, №1. – С.57-65

С целью повышения биоспецифических свойств углеродных энтеросорбентов для их использования в ветеринарной медицине предложены способы химического модифицирования их поверхности. Первый предполагает модифицирование углеродной поверхности методом поликонденсации биологически активных веществ (аргинина) и образования полимеров *in situ* (непосредственно на поверхности углеродных сорбентов). Другой способ - импрегнирование модификатора в водорастворимой форме

(нанодиспергированного бетулина) в пористую матрицу углеродного носителя. Физико-химические характеристики синтезированных ветеринарных препаратов исследованы рядом методов: 1) метод РЭМ (рельеф и морфология); 2) рентгенофазовый анализ (фазовый состав); 3) метод низкотемпературной адсорбции-десорбции азота (исследование текстуры); 4) рентгеновский микроанализ и элементный CHNOS-анализ (элементный состав); 5) ИК-спектроскопический анализ; 6) метод Кьельдаля; 7) метод Н. Р. Воеhm; 8) метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (состав функциональных групп на поверхности образцов). Приведены результаты исследований физико-химических свойств углеродного сорбента до и после модифицирования. Установлено, что в составе полученных образцов присутствуют полиаргинин и бетулин.

1.2.2. ВЛИЯНИЕ ИОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОСОВМЕСТИМЫЕ СВОЙСТВА МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНА

Перинская И.В., Родионов И.В., Куц Л.Е. // Физика и химия обработки материалов. – 2017. - №6. – С.26-33

Исследованы механические свойства и морфология медицинских имплантатов из титана BT1-0, поверхность которых модифицирована последовательной ионно-лучевой обработкой ионами He^+ и Ar^+ . Установлено, что ионно-лучевая обработка ионами гелия (100-200 кВ, $6 \cdot 10^{17}$ - $6 \cdot 10^{18}$ см $^{-2}$) приводит к формированию квазипористой поверхности титана за счет явления радиационного блистеринга. Последующая обработка ионами аргона (40-130 кВ, $(1,25-3,1) \cdot 10^{16}$ см $^{-2}$) в среде углекислого газа приводит к образованию на поверхности титана тонкой пленки углеродного алмазоподобного покрытия с высокими механическими свойствами. Показано, что рассмотренный способ модифицирования поверхности титана может применяться для обработки изделий медицинской техники, в частности, внутрикостных имплантатов.

1.2.3. АДСОРБЦИЯ КЛОЗАПИНА НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОМ АКТИВИРОВАННОМ УГЛЕ ФАС

Горончаровская И.В., Поцхверия М.М., Евсеев А.К. // XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.126-128

В последнее время в большинстве стран мира острые отравления лекарственными средствами занимают ведущее место (более 60 %) среди отравлений химической этиологии. Особенно заметно увеличение доли острых отравлений нейролептиком клозапином, что обусловлено широким применением данного препарата для лечения психических заболеваний. Одним из предпочтительных методов экстракорпоральной детоксикации при острых отравлениях клозапином является метод гемосорбции. Чаще в клинической практике в качестве гемосорбентов применяют активированные угли вследствие их высокой адсорбционной активности. Однако активированные угли имеют и значительный недостаток – они могут разрушать клетки крови, проявлять излишнюю адсорбционную активность и удалять из организма не только токсиканты, но и жизненно важные вещества, находящиеся в крови. Таким образом, поиск методов увеличения селективности сорбентов по отношению к заданным токсическим веществам при сохранении их гемосовместимости является весьма актуальной.

1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ

1.3.1. ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ ВОЛОКОН НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИБРОБЕТОНОВ

Курбатов В.Л., Дроков А.В. // Университетская наука. – 2017. - №2. – С.7-9

Первопричиной для инноваций в области производства строительных материалов и изделий является увеличение прочностных характеристик и долговечности этих материалов в комплексе со снижением их массы и трудозатрат на производство. Всеми вышеперечисленными свойствами обладает фибробетон, в котором роль дисперсно-армирующего материала выполняют полиакрилонитриловые и карбонизированные (углеродные) волокна.

1.3.2. УСИЛЕНИЕ СЖАТЫХ И СЖАТО-ИЗГИБАЕМЫХ КАМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТКАМИ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Орлович Р.Б., Чакалиди В.Х., Беспалов В.В. // Строительство и реконструкция. – 2017. - №5 (73). – С.45-49

В статье анализируется эффективность методов усиления центрально-сжатых и сжато-изгибаемых каменных элементов. Приводятся, как традиционные, так и новые методы усиления с применением композитных сеток (ФАП) из стекловолокон и углеволокон. Анализируются результаты экспериментальных исследований армированных и неармированных каменных образцов при воздействии сжимающих сил и обсуждаются механизмы их разрушения. Также рассматриваются результаты численных исследований армированных каменных элементов при воздействии внецентренно приложенных сжимающих сил. Используется система усиления композитными материалами Fibre Reinforced Polymers (FRP), в рамках которой, в виде адгезива, используются эпоксидные клеи. Проводится анализ распределения главных сжимающих напряжений действующих в армированных сетками образцах различного сечения (квадратного, прямоугольного и круглого) и определяются зоны концентрации этих напряжений.

1.3.3. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ

Хольшемахер К., Булгаков А.Г. // Строительство и реконструкция. – 2018. - №1 (75). – С.124-128

В последнее время в промышленном производстве сборного бетона и железобетона наметилась тенденция использования инновационных материалов, таких, как самоуплотняющийся бетон, фибробетон, текстильно-армированный бетон, углеродная бетонная смесь и деформационно-упрочняющийся асбестоцементный материал. Применение углеродных сеток и прутков свело на нет риск коррозии арматуры, что позволило уменьшить защитный слой бетона и глубину структурных элементов. Однако использование углеродной арматуры требует разработки новых конструктивных решений и новой технологии строительства. В случае успешного решения этих вопросов промышленное производство сборного бетона имеет все шансы увеличить свою долю рынка.

1.3.4. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Шкрабовская А.Ю., Абакумов Р.Г. // Инновационная наука. – 2017. – Т.3, 34. – С.147-149

Внедрение современных технологий, инновационных разработок и модифицированного технического оснащения необходимо для реформирования производственных решений и технических решений в строительстве. Строительство является отраслью материального производства, продукцией которой являются строительно-монтажные работы. Инновация в строительстве – это не каждое новшество, а такое, которое существенно увеличивает результативность действующей системы осуществления строительно-монтажных работ. Инновационная строительная технология и материалы, применяемые в строительстве, должны соответствовать одному или нескольким из критериев: процесс строительства делать проще и быстрее; уменьшать стоимость строительства; увеличивать энергоэффективность объекта; повышать жизненный цикл здания/сооружения. Строительные материалы, считающиеся в России инновационными: углепластики, фибра, утепленные стеновые ЖБИ-панели, торфоблоки, эковата - целлюлозный утеплитель, нанобетон.

2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

2.1. ФОТОУПРУГИЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВ

Браже Р.А., Кочаев А.И., Мефтахутдинов Р.М. // // Физика твердого тела. – 2017. – Т.59, №2. – С.334-337

Вычислены компоненты тензора упругооптических коэффициентов в графенах с sp^2 -гибридизацией атомных орбиталей для видимой и ближней ИК-области спектра электромагнитных волн. Показано, что эти коэффициенты соизмеримы по величине с упругооптическими коэффициентами в ниобате лития.

2.2. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПЛАЗМЫ ПРИ ИНЖЕКЦИИ ДЕЙТЕРИЕВЫХ ПЕЛЛЕТ В ОМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ В ТОКАМАКЕ Т-10 С ГРАФИТОВЫМИ ЛИМИТЕРАМИ

Н.А. Кирнева, Ю.В. Готт, А.Р. Немец // ВАНТ. – 2017. – Т.40, №1. – С.36-44

В данной работе проведен анализ омического режима токамака Т-10 с последовательной инжекцией двух дейтериевых пеллет. Показано, что эволюция энергосодержания плазмы и энергетического времени жизни подобна наблюдаемой в аналогичных режимах с напуском газа. Однако характер изменения центральной ионной температуры позволяет ожидать формирования режима улучшенного удержания ионного компонента плазмы после инжекции второй пеллеты.

2.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕСНОГО СОСТАВА ПЛАЗМЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С УГЛЕРОДНЫМ, ВОЛЬФРАМОВЫМ И ЛИТИЕВЫМ ЛИМИТЕРАМИ НА Т-10

А.Р. Немец, В.А. Крупин, Л.А. Ключников // ВАНТ. – 2017. – Т.40, №2. – С.23-28

Работа посвящена исследованиям примесного состава плазмы Т-10 во время экспериментальных кампаний 2014—2016 гг., в течение которых углеродный лимитер установки был заменён на вольфрамовый и был установлен подвижный литиевый лимитер. В данных экспериментах величина эффективного заряда плазмы определялась из интенсивности тормозного континуума и CXRS-измерений. Суммарная концентрация ионов вольфрама в шнуре оценивалась из интенсивности излучения, регистрируемого с помощью AXUV. Поступление в плазму лёгких примесей (*C, N, O, Li*), а также атомов вольфрама оценивалось из абсолютных измерений профилей линейчатого излучения. Эксперимент показал, что применение лития в качестве материала лимитера позволяет значительно снизить поступление лёгких примесей в разряд, а также уменьшить распыление вольфрамовой диафрагмы. При этом концентрация ядер лития в шнуре не достигает величин, измеримых CXRS-диагностикой Т-10 (0,3-0,5% от плотности плазмы).

3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

3.1. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТА С ГРАФЕНОПОДОБНЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ВСТРОЕННЫМИ В ВЫСОКОПОРИСТУЮ УГЛЕРОДНУЮ МАТРИЦУ

Кряжев Ю.Г.1, Вольфкович Ю.М., Мельников В.П. // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2017. – Т.53, №3. – С.266-269

Синтез углерод-углеродного нанокompозита (УУНК) осуществлен путем введения дисперсии восстановленного оксида графита (ВОГ) в реакционную среду при синтезе полимера с системой сопряжения (поливинилена) щелочным дегидрохлорированием поливинилхлорида и последующей карбонизации полученного аддукта ВОГ-поливинилена. В результате активации УУНК в среде CO_2 (900°C) получен высокопористый материал (удельная поверхность по BET более 1700 м²/г) с развитым объемом как микро-, так и мезопор. Согласно результатам электрохимических исследований полученный материал благодаря высокой емкости (100-200 Ф/г) и большим КПД может быть рекомендован для использования в тяговых суперконденсаторах и для сглаживания пиковых нагрузок электрических сетей.

3.2. СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ И ГИДРОФОБНОСТЬ АЭРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Султанов Ф., Бакболат Б., Даулбаев Ч. // Инженерно-физический журнал. – 2017. – Т.90, №4. – С.871-875

Исследована возможность получения трехмерных пористых структур-аэрогелей на основе восстановленного оксида графена и углеродных нанотрубок. Рост углеродных нанотрубок в структуре готового аэрогеля на основе восстановленного оксида графена проводился путем термического разложения ферроцена на циклопентадиенил и ионы железа, которые служили в качестве источника углерода и катализа тора, соответственно. Полученные композитные аэрогели проявляют высокую сорбционную активность по отношению к органическим жидкостям различных плотностей.

3.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕШЕТКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДВУСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК: ТАНГЕНЦИАЛЬНЫЕ G-МОДЫ

Левшов Д.И., Tran H.N., Слабодян Ю.С. // Физика твердого тела. – 2017. – Т.59, №2. – С.328-333

Проведены исследования тангенциальных G-мод индивидуальных полупроводниковых двустенных углеродных нанотрубок методом резонансной спектроскопии комбинационного рассеяния света в широком диапазоне длин волн лазерного возбуждения. Индивидуальные подвешенные нанотрубки синтезированы методом химического осаждения из парогазовой фазы. Индексы хиральности (n,m) нанотрубок определялись методами электронной дифракции и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения. В спектрах комбинационного рассеяния двустенных нанотрубок наблюдается существенный сдвиг тангенциальных мод в сравнении с аналогичными модами одностенных нанотрубок. Показано, что величина сдвига зависит от межслойного расстояния и от величины ван-дер-ваальсова взаимодействия между слоями двустенной нанотрубки.

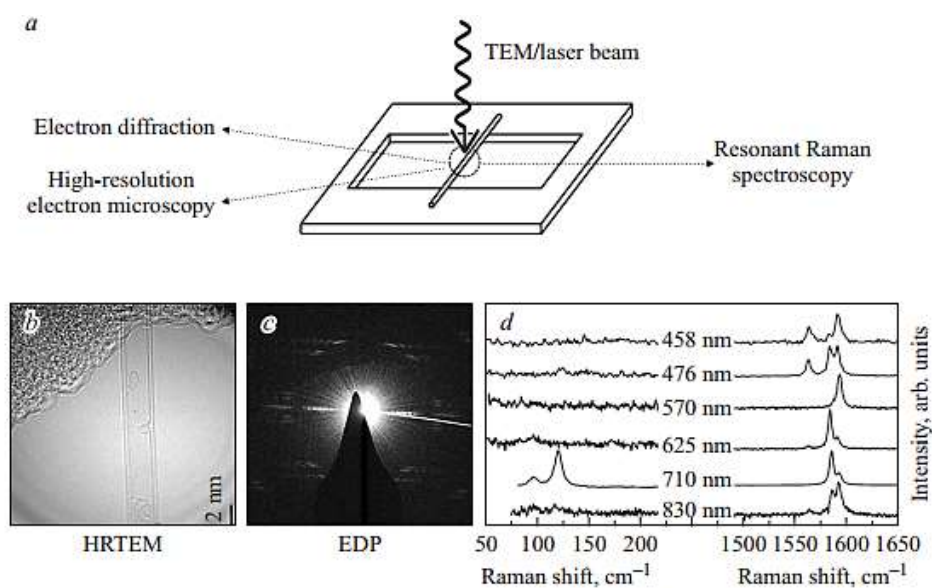


Рис. 1. а) Схематическое изображение экспериментальной методики, использованной для изучения индивидуальных двустенных УНТ; примеры получаемых экспериментальных данных, в частности: б) электронное изображение, в) электронная дифрактограмма и д) спектры КРС двустенной углеродной нанотрубки (22,11)@(27,17). Спектры нормализованы по интенсивности G-моды для иллюстративных целей.

3.4. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ДОПИРОВАННЫХ АЗОТОМ

Субоч А.Н., Кибис Л.С., Стонкус О.А. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2017. – Т.25, №1. – С.85-91

Каталитическим разложением простой этилен-аммиачной смеси получены однородные по структуре бамбукоподобные углеродные нанотрубки, допированные азотом (*N-УНТ*), с содержанием азота до 7.3 ат. %. Методами рентгенофазового анализа, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния исследованы физико-химические свойства *N-УНТ*. Установлено влияние температуры синтеза, природы катализатора и состава реакционной смеси на количество азота, соотношение его форм, дефектность и морфологию *N-УНТ*.

3.5. УЛЬТРАЛЕГКИЙ, СВЕРХЭЛАСТИЧНЫЙ И СОХРАНЯЮЩИЙ ОБЪЕМ ГИБРИДНЫЙ АЭРОГЕЛЬ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ВОЛОКНА/ГРАФЕНА ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ

Ultralight, super-elastic and volume-preserving cellulose fiber/graphene aerogel for high-performance electromagnetic interference shielding // Yan-Jun Wan, Peng-Li Zhu, Shu-Hui Yu // Carbon. – 2017. – Vol.115. – P.629-639

Сверхлегкий гибридный аэрогель целлюлозное волокно/термически восстановленный оксид графена (ЦВ/ ВОГ) со сверхэластичностью и превосходной способностью к защите от электромагнитных помех (ЭМП) было получено в процессе лиофилизации и карбонизации. Аэрогель ЦВ/ВОГ толщиной 5мм демонстрирует высокую эффективность экранирования (ЭЭ) электромагнитных помех равную ~47,8 дБ после отжига при 1000°C с 5% смеси водорода и аргона в атмосфере. Высокая ЭЭ в основном зависит от клеточной структуры и хорошей электропроводности аэрогеля. Плотность аэрогеля ЦВ/ТВОГ составляет всего 2,83 мг/см³, что приводит к сверхвысокой удельной эффективности экранирования (до 33780 дБ см²/г). Объем/форма полученного монолитного углеродного материала сохраняется очень хорошо после термической обработки. Были исследованы влияния содержания ТВОГ и условий отжига на ЭМП экранирование и механические свойства. Кроме того, гибридный аэрогель обладает превосходной механической стойкостью даже при большой деформации (80% обратимой сжимаемости) и отличной циклической стабильностью. (Ш.) (Англ.)

3.6. ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКИХ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ

Данилов Е.А., Николаева А.В., Пономарева Д.В. // XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.134-136

В последнее время идет активный поиск альтернативных материалов на основе металлических микро- и наносеток, углеродных нанотрубок. Особый интерес представляют пленки на основе графена, полученные как методом CVD, так и с использованием пленочных методов. К преимуществам прозрачных электродов на основе графеноподобных материалов относят гибкость (возможность многоциклового изгиба без деградации свойств), хорошие оптические свойства, химическую инертность, потенциальную дешевизну.

3.7. ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОМ C_{60}

Целуйкин В.Н. // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2017. – Т.53, №3. – С.278-281

Получены композиционные электрохимические покрытия (КЭП) на основе никеля с фуллереном C_{60} в качестве дисперсной фазы. Исследован процесс электроосаждения данных покрытий. Методом вторично-ионной масс-спектрометрии определен состав КЭП никель-фуллерен C_{60} . Установлено, что коэффициенты трения скольжения полученных КЭП уменьшаются в 1.8-2.5 раза по сравнению с аналогичными никелевыми покрытиями без дисперсной фазы. Изучено коррозионное поведение КЭП никель-фуллерен C_{60} в 0.5 М растворе H_2SO_4 .

4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

4.1. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ МНОГОКРАТНОЙ ПРОПИТКИ–СУШКИ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ АВТОКЛАВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО СОСТАВА МАТЕРИАЛА ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ И МИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Нелюб В.А., Тарасов В.А., Романенков В.А. // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2017. - №12 (693). – С.94-102

Рассмотрены технологические вопросы обеспечения требований к содержанию и однородности распределения фенольно-формальдегидной смолы в тепловой защите спускаемых космических аппаратов. Обосновано требование к допустимому содержанию летучих компонентов перед автоклавным формованием, соблюдение которого обеспечивает достижение в готовом изделии определенного соотношения объемов волокнистого наполнителя и фенольно-формальдегидной смолы, необходимого для функционирования тепловой защиты. Исследована динамика содержания летучих компонентов в препреге при увеличении числа циклов пропитки наполнителя связующим и последующей вакуумной сушки. Показано, что для обеспечения необходимого содержания фенольно-формальдегидной смолы в готовом изделии и однородности структуры теплозащитного материала целесообразно применять трехкратную пропитку. Определены технологические режимы повторяющихся циклов пропитка-сушка, которые обеспечат минимальное время изготовления теплозащиты космических аппаратов.

4.2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ И САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЕЙ В СИНТЕТИЧЕСКИЕ ТОПЛИВА, СВЯЗУЮЩИЕ И УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Кузнецов Б.Н., Чесноков Н.В. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2017. – Т.25, №3. – С.231-244

Обобщены результаты исследований, выполненных в Институте химии и химической технологии СО РАН с 1998 по 2014 гг., в области термokatалитических превращений бурых и сапропелитовых углей с получением газообразных и жидких топлив, связующих и углеродных материалов. Разработаны фундаментальные основы автотермических процессов окислительной карбонизации бурого угля в псевдооживленном слое катализатора с получением полукокса и углеродных сорбентов, а также одновременного получения топливного газа и синтез-газа, основанных на синхронизации работы двух реакторов псевдооживленного слоя - пиролизера и газификатора. Благодаря применению псевдооживленного слоя частиц катализатора при окислительной карбонизации бурого угля удается совместить в одном аппарате процессы горения и термообработки угля. В качестве катализаторов используются шлаки металлургических производств, проявляющие при повышенных температурах каталитическую активность в реакциях окисления летучих веществ, выделяющихся из угля. Разработанный метод позволяет регулировать степень карбонизации угля и, соответственно, свойства получаемых углеродных продуктов за счет изменения расходных коэффициентов измельченного угля и воздуха, подаваемых в реактор. При этом изменяются глубина термообработки угля и такие характеристики получаемого углеродного продукта, как теплота сгорания, содержание летучих веществ, его химический состав и пористость. В режиме частичной газификации угля в псевдооживленном слое катализатора газифицируется только наиболее реакционноспособная часть топлива и образуется пористый углеродный продукт, который может использоваться в качестве сорбента. Получение синтез-газа предложено осуществлять путем интеграции пиролизера и газификатора. Сырьем для паровой газификации служит полукокс, образующийся при карбонизации бурого угля в пиролизере. Поскольку из полукокса уже удалена большая часть летучих веществ, то его газификация не сопровождается выделением смолистых продуктов. Благодаря этому получаемый газ не требует дорогостоящей очистки от примесей при дальнейшем его использовании в процессах синтеза. Предложены новые методы получения жидких топлив и связующих для дорожного строительства, основанные на процессах гидрогенизации бурого угля и его смесей с нефтяными остатками и синтетическими полимерами в присутствии механохимически активированных железорудных катализаторов в среде водорододонорных растворителей. Продукты совместной переработки бурых углей, нефтяных остатков и отходов синтетических полимеров использованы для получения дорожных связующих, а на основе маслостойких каучуков и жидких угольных продуктов предложено получать модификаторы дорожных битумов. Осуществлен подбор оптимальных условий термической переработки сапропелитовых углей в реакторе псевдооживленного слоя, обеспечивающих повышенный по сравнению с известными процессами полукоксования углей выход жидких продуктов. Последние в силу своего состава могут подвергаться переработке по стандартным технологиям нефтепереработки.

4.3. РОЛЬ АЗОТА В ФОРМИРОВАНИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сазанов Ю.Н. // Евразийское научное объединение. – 2017. – Т.1, №3. – С.88-92

Результаты этих исследований приведены выше и свидетельствуют об активной роли атомов азота в формировании углеродных структур не только при относительно низких температурах, но и при высокоэнергетическом воздействии, обеспечивающим максимальное сближение углеродных плоскостей для реализации графитовой структуры. Из-за достаточной сложности структуры углей и многочисленности различных конкурирующих реакций, сопровождающих высокотемпературные процессы многие работы в этом направлении ориентируются на изучение поведения модельных соединений и их производных и в частности на реакции карбонизации и графитации полимеров.

4.4. ИССЛЕДОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ ОБЪЕКТОВ 3D ПЕЧАТИ, АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОМ С УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ

Злобина И.В., Бекренев Н.В., Павлов С.П. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2017. – Т.17, №4. – С.70-81

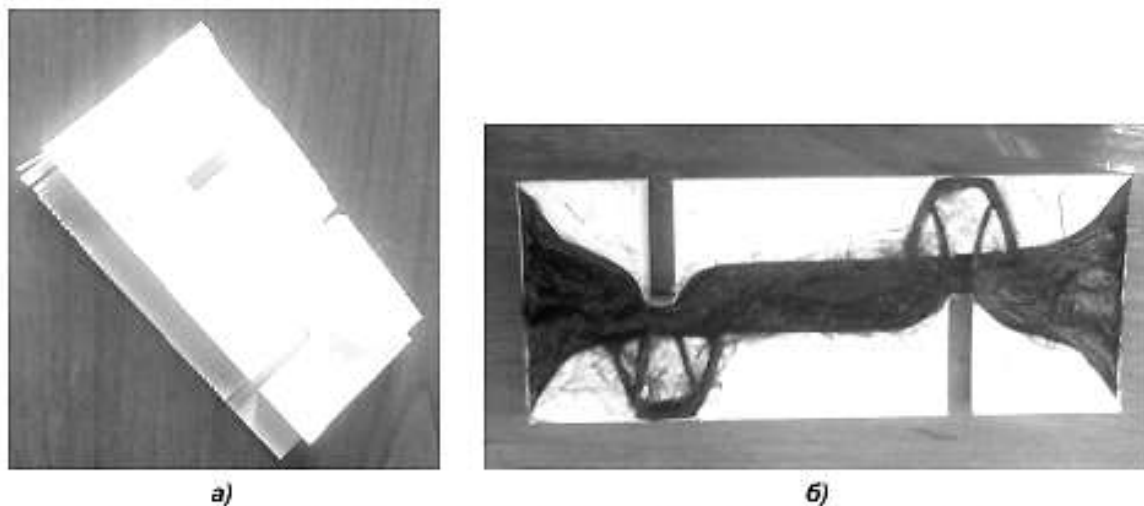


Рис. 2. Сформированный на 3D принтере образец с полостью, рассчитанной на основе моделирования (а) и образец со сформированной топологической композиционной структурой (б)

На основе анализа развития транспортных технических систем установлена устойчивая тенденция к применению в их конструкциях композиционных материалов. Также отмечена перспективность использования аддитивных технологий трехмерной печати для изготовления объектов сложной формы. При этом проанализирован метод избирательного локального упрочнения путем формирования топологических структур, конфигурация которых соответствует полям возникающих в процессе эксплуатации напряжений. Предметом исследований явилась прочность образцов из композиционного материала. Цель исследований - экспериментальное обоснование возможности повышения прочности объектов аддитивного производства из термопластичных материалов путем их армирования топологическими композиционными структурами и СВЧ модифицирования. Выполнены исследования на стойкость к растягивающим нагрузкам трехмерных объектов с ослабленными сечениями, сформированных при помощи аддитивной технологии FDM. Согласно принятой методике выполняли определение конфигурации полей напряжений в композиционном материале на компьютерной твердотельной модели, изготавливали образцы с полостью, полученной путем моделирования конфигурации методом трехмерной печати, заполняли полость композитом с углеродными волокнами. Часть полученных образцов подвергали воздействию СВЧ электромагнитного поля. Проводили испытания на растяжение. Выявлено, что армирование образца из термопластичного материала ABS композиционным материалом, содержащим углеродные волокна, существенно повышает величину разрывного усилия, при этом наибольший эффект (повышение разрывного усилия в 1,5 раза) достигается при распределении армирующего материала в соответствии с прогнозируемыми полями эксплуатационных напряжений. Дополнительная обработка армированного образца в СВЧ электромагнитном поле частотой 2450 МГц в течение 10 с приводит к увеличению разрывного усилия по сравнению с контрольным в 1,74 раза, а модуля упругости - в 3,5 раза. Результаты могут быть использованы при изготовлении деталей различных технологических и транспортных технических систем, в частности летательных аппаратов, к прочности и весовым характеристикам которых предъявляются повышенные требования.

4.5. СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОФОРЕЗОМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОКСИДОВ/ГИДРОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Юсин С.И., Баннов А.Г. // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2017. – Т.53, №3. – С.308-315

В работе исследованы свойства композиционных материалов на основе активированного углеродного волокнистого материала марки "УВИС АК-В-240" и кислородсодержащих соединений переходных металлов (MnO_2 , $Ni(OH)_2$, $Co(OH)_2$), полученных анафорезом из коллоидных растворов, содержащих соответствующие соединения. Установлено, что все композиционные материалы имели бблыную удельную емкость, чем исходные компоненты в отдельности. Максимальная удельная емкость получена на композите "УВИС-№ $(OH)_2$ " (~370-380 Ф/г). Для всех исследованных материалов удельная емкость увеличивается со снижением скорости развертки потенциала. Уставлено, что материалы, полученные золь-гель методом, смениванием и катафорезом уступают по величине удельной емкости материалам, полученным анафорезом, до ~4 раз в зависимости от метода получения. На основе микрофотографий композиционных материалов показано, что форма, структура и распределение осадка по волокну и объему материала зависят от состава и концентрации раствора.

5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

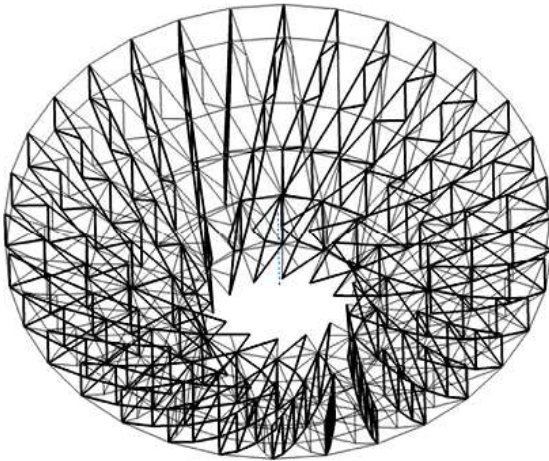
5.1. ИОНООБМЕННЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА С РАЗЛИЧНЫМИ КИСЛОТНЫМИ СОМОНОМЕРАМИ

Огородников В.А., Щербина Л.А., Чикунская В.М. // Полимерные материалы и технологии. – 2018. – Т.4, №1. – С.47-56

На кафедре химической технологии высокомолекулярных соединений Могилёвского государственного университета продовольствия проводятся исследования по созданию материалов на основе волокнообразующих сополимеров акрилонитрила (АН) с различными кислотными сомономерами и исследованию их свойств. Цель данной работы - сравнительное изучение сорбционной активности полимерных материалов на основе волокнообразующих сополимеров акрилонитрила, содержащих в качестве ионогенных компонентов 2-акриламид-2-метилпропансульфоокислоту (АМПС), акриловую (АК) и итаконовую (ИтК) кислоты. В ходе исследований работу ионообменного аппарата непрерывного действия моделировали методом последовательных погружений (ячеистая модель). Также сорбцию изучали в динамическом режиме, пропуская через колонку с ионообменным материалом 0,1 N раствор сульфата цинка с постоянной скоростью.

5.2. СТАТИЧЕСКИЙ И МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИЛОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРЕЦИЗИОННОГО КРУПНОГАБАРИТНОГО АНТЕННОГО РЕФЛЕКТОРА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Власов А.Ю., Амельченко Н.А., Пасечник К.А. // Сибирский журнал науки и технологий. – 2017. – Т.18, №4. – С.897-901



Представлена конструкция прецизионного крупногабаритного антенного рефлектора из полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе углеродных волокон. Применение углеродных волокон позволяет достичь оптимального коэффициента линейного теплового расширения и относительно высокой жесткости конструкции в целом. Совокупность механических и точностных характеристик позволяет использовать углепластиковые рефлекторы в наземных приемопередающих станциях спутниковой связи, работающих на высоких частотных диапазонах. Основной задачей данной статьи является получение оптимальной силовой

конструкции, обеспечивающей геометрическую стабильность рабочей поверхности рефлектора диаметром апертуры более 10 м и рабочим частотным диапазоном 42,5-45,5 ГГц из полимерных композиционных материалов, устойчивой к воздействию внешних деструктивных факторов. Разработанная модель рефлектора включает трубный силовой каркас, сегменты отражающей поверхности и ступицу. Силовой каркас рефлектора состоит из плоских ферм, дополненных стержнями таким образом, что при сборке образуется пространственная конструкция с осевой симметрией. Особенность конструкции заключается в применении сварных соединений элементов силовых труб с фитингами, что существенно уменьшает массу готового изделия и повышает собственную частоту колебаний изделия в целом. Сегменты - это трехслойные оболочки из полимерных композиционных материалов с наполнителем.

5.3. АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ПАТЕНТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ МОРОЗОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

П. Н. Петрова, О. В. Гоголева, А. Г. Аргунова // Diagnostics, Resource And Mechanics Of Materials And Structures. – 2017. - №2. – С.53-65

В статье проведен анализ научно-технической и патентной информации с целью выбора перспективных полимерных и композиционных материалов для изделий с повышенной надежностью и долговечностью, предназначенных для эксплуатации в зонах Арктики, а также технологий их изготовления, обеспечивающих высокий технический уровень эксплуатационных свойств и конкурентоспособность. Современные триботехнические полимерные композиты можно условно разделить на следующие группы: 1) наполненные полимеры; 2) смеси термопластичных полимеров; 3) смеси термопластичных и терморезистивных полимеров; 4) металлополимерные материалы; 5) органо-, угле- и стеклопластики; 6) древесно-полимерные композиты. В последнее время активно ведутся исследования в области разработки ПКМ на основе полиамидов, полиимидов, поликарбонатов, полиакрилатов, полиэпоксидов, политетрафторэтилена, сверхвысокомолекулярного полиэтилена и других полимеров.

5.4. НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ СВОЙСТВ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Крушенко Г.Г., Исева О.А. // Сибирский журнал науки и технологий. – 2017. – Т.18, №3. – С.651-657

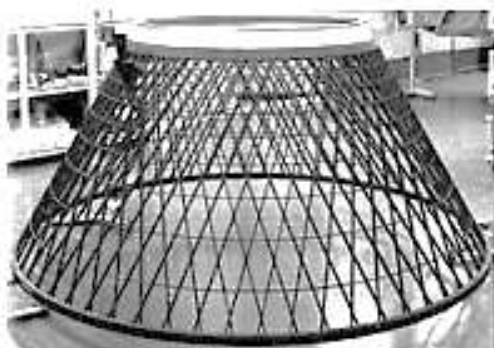


Рис. 1. Сетчатый адаптер [4]



Рис. 3. Фрагменты углепластиковой конструкции адаптера (а); в нижней части образца № 5 видны волокна (б)

Одной из проблем космического машиностроения является снижение массы деталей, узлов и механизмов как собственно космического аппарата, так и средств доставки его на орбиту, т. е. ракеты-носителя. Прогрессивным решением этой проблемы является применение так называемых сетчатых (анизотридных - anisogrid) конструкций. В настоящее время сетчатые конструкции, материалом для которых является углепластик, широко применяются в космической технике для изготовления различных пустотелых трубчатых и конических конструкций космических аппаратов. Наиболее распространенным способом изготовления углепластиковых сетчатых конструкций является их намотка из углеродных волокон. Однако при всех положительных качествах углепластиковых конструкций, в связи с однонаправленностью их структуры, их эффективное использование возможно только при одноосном нагружении, когда растягивающие и сжимающие напряжения совпадают с направлением волокон. В случае сложного сопротивления или изгиба, когда в материале возникает сложное напряженное состояние, могут произойти разрушения как от действия скальвающих касательных напряжений, так и от нормальных напряжений. Строгая ориентация волокон в одном направлении обуславливает анизотропию физико-механических свойств однонаправленных композитов. При нагрузке, приложенной нормально к направлению волокон, происходит разрушение углепластиковой конструкции практически без ее предварительной пластической деформации. Проблема повышения механических свойств углепластиковых материалов успешно решается в результате введения в полимерное связующее нанопорошков различных химических соединений. Этот процесс называется наномодифицированием. Причем в этом плане наиболее эффективным оказались углеродные нанопорошки, включая нанодиамазы.

5.5. СВЕРХЭЛАСТИЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ СПИРАЛЬНЫХ СТРУКТУР КОМПОЗИТА УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ/ПОЛИМЕРНЫЕ ВОЛОКНА: МОДЕЛИРОВАНИЕ КРУПНОЗЕРНИСТОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Superstretchability and stability of helical structures of carbon nanotube/polymer composite fibers: Coarse-grained molecular dynamics modeling and simulation / Xia Liu, Qing Sheng Yang, Kim Meow Liew // Carbon. – 2017. – Vol.115. – P.220-228

Сверхэластичные спиральные структуры из углеродных нанотрубок (УНТ) являются перспективными материалами для применения в растягивающихся и электронных устройствах. В данной работе представлена многомасштабная модель спиральных структур из композита УНТ/полимерное волокно для получения более полного представления об их деформационных свойствах и механизмах повреждения. При имитации изготовления получается подходящая модель для спиральных структур, которая отражает особенности как макромасштабной геометрической конструкции, так и микромасштабной структуры. Проводится интерпретация кривых напряжение-деформация, различных потенциальных энергий, вызванных микроструктурной эволюцией, и морфология разрушений. Эта работа способствует пониманию механизмов деформации и разрушения, стоящих за сверхэластичностью и большой устойчивостью спиральных структур из композита УНТ/полимерное волокно. (Ш.) (Англ.)

5.6. СТРУКТУРА МИКРОГРУППИРОВОК УГЛЕРОДА КОЛЛОИДНОГО РАЗМЕРА В РАСПЛАВАХ НИКЕЛЯ И КРЕМНИЯ

Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Степарева Н.Н. // XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.80-83

В процессе получения синтетических алмазов в качестве растворителя-катализатора могут быть использованы *Fe*, *Co*, *Ni*, а также их сплавы с другими металлами. Кремний широко используется при получении силицированных графитов, а также композиционных материалов *C-C/SiC* (углерод-углеродных карбидокремниевых материалов). Выбор никеля и кремния обусловлен не только областями их применения. При взаимодействии никеля с углеродом на межфазной границе отсутствует карбид никеля (*Ni₃C*), что значительно упрощает массоперенос углерода в расплав, в результате чего лимитирующей стадией процесса является только процесс взаимодействия (атомарное растворение и переход в расплав микрогруппировок углерода), при этом отсутствует диффузия углерода через слой карбида. При использовании кремния на границе раздела металл-углерод происходит не только переход углерода в расплав, но и процесс диффузии углерода через слой карбида кремния.

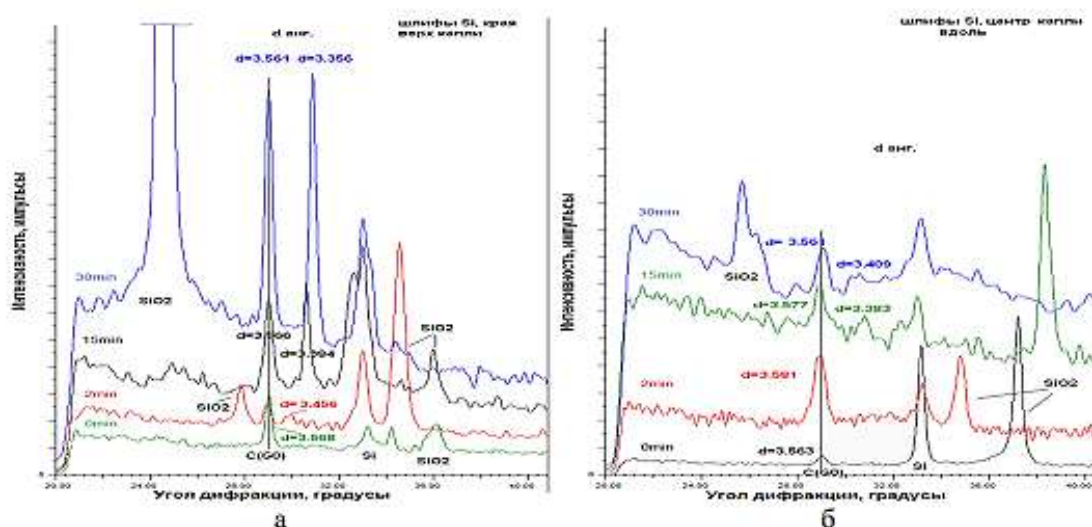


Рис. 1. Рентгеновские спектры линии (002) СУ 1300 на поверхности капли (а) и в середине капли (б) при различных временах выдержки от 0 до 30 мин

5.7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПУЛТРУЗИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПКМ

Дориомедов М.С., Хрульков А.В. // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2017. - №3-4. – С.7

В настоящее время за рубежом при изготовлении элементов конструкций авиационной техники находят применение полимерные композиционные материалы, изготовленные по пултрузионной технологии. Отличительная особенность данной технологии заключается в том, что в качестве исходного компонента вместо непрерывных нитей применяется препрег. Использование препрегов при изготовлении элементов конструкций авиационной техники позволяет снизить трудоемкость изготовления конструкции, в том числе повысить качество конечного изделия. Кроме того, пористость производимых изделий не превышает 1%, что с учетом существующих требований соответствует авиационным требованиям.

5.8. ПОЛУЧЕНИЕ СИНТАКТИЧЕСКИХ УГЛЕРОДНЫХ ПЕН С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ И ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ТЕМПЛАТНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ

Данилов Е.А., Самойлов В.М., Тимощук Е.И. // XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.131-135

В работе описано получение синтактических углеродных пен (СУП) с различной общей пористостью и размером ячеек, полученных пропиткой открытоячеистых полимерных пен с низким выходом углеродного остатка, служащих темплатами (жертвенными основами), связующими на основе фенолформальдегидных смол (ФФС) с последующей карбонизацией и при необходимости, пироуплотнением. В работе были оценены физико-механические, электро- и теплофизические свойства полученных материалов.

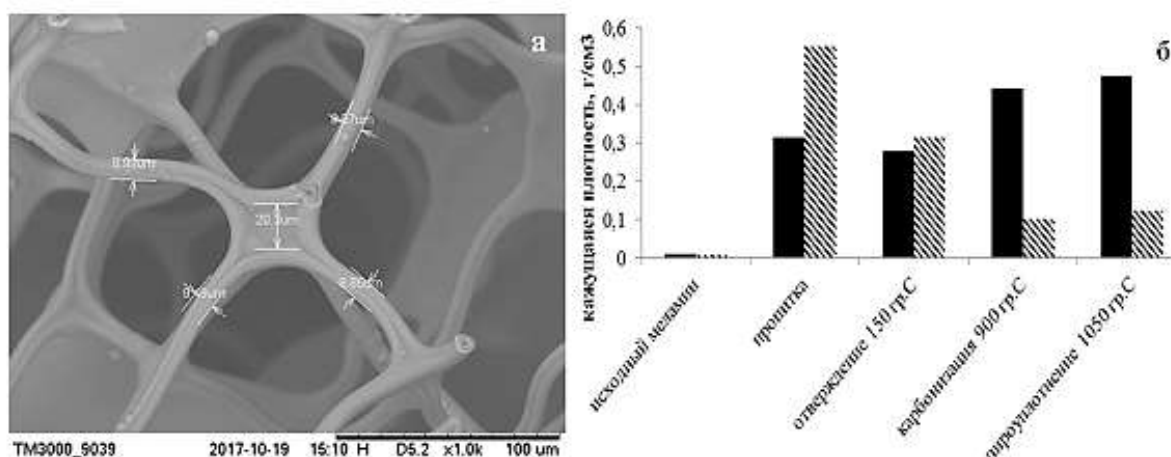


Рис. 1. Типичный снимок сканирующей электронной микроскопии (а) и диаграмма изменения плотности заготовок на различных стадиях технологического цикла (а)

5.9. УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КАЧЕСТВЕ КАТОДА АЛЮМИНИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

Илюхин А.С., Школьников Е.И., Новаев Е.М. // XI Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». Сборник тезисов докладов. – 2018. – С.192-193

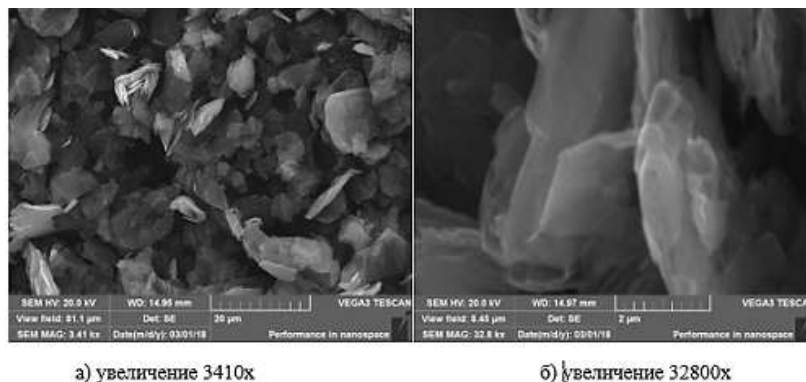


Рис. 3. Микрофотографии графита, произведённого в ИГХТУ (г. Иваново)

Алюминий-ионный аккумулятор (АИА) – химический источник тока, принцип работы которого основан на обратимом окислении-восстановлении алюминия, а в качестве электролита используется ионная жидкость. Разработке этого устройства в последнее время посвящено много исследований. Алюминий в качестве анода ХИТ привлекает

исследователей сравнительно высокой энергоёмкостью, низкой стоимостью и безопасностью по сравнению с литием. Одним из направлений в АИА является вариант, в котором в качестве катода используется графит, в качестве электролита – ионная жидкость 1-этил-3-метилимидазолий хлорид/ $AlCl_3$.

6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

6.1. ПРОГРАММА МАРКЕТИНГ-МИКС ДЛЯ НОВОГО ПРОДУКТА НА ПРИМЕРЕ АВИАЦИОННОЙ КОРПОРАЦИИ "РУБИН"

Бантюков С.М., Исабекова О.А. // Практический маркетинг. – 2018. - №4 (254). – С.28-31

Авиационная корпорация «Рубин» открыла линейку новой продукции авиационного направления - углеродных тормозных систем. После успешного выведения на рынок, был изучен спрос на продукцию гражданского назначения - тормозные системы из углерода для автомобилей и мотоциклов. Проведенное исследование показало, что продукция будет иметь спрос на рынке. Для вывода инновационной продукции на рынок автором статьи была предложена маркетинговая стратегия диверсификации и разработана программа маркетинг-микс, описаны пять организационных этапов продвижения продукта. Предложенная программа позволит достичь главной цели - добиться реализации товара в большом объеме.

6.2. СОСТОЯНИЕ БАЗЫ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ НА КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Казанцева Н.К., Ткачук Г.А., Алексеева Е.В. // Стандарты и качество. – 2017. - №10. – С.48-51

Н.К. Казанцева, Г.А. Ткачук, Е.В. Алексеева и Ю.О. Тарасова анализируют состояние национальной базы стандартов РФ на трубы из полимерных материалов, используемых в газовой отрасли и ЖКХ.

6.3. ПЕРСПЕКТИВЫ РЫНКА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Давлетшина И.Р., Шайдуллина А.А. // Вектор экономики. – 2018. - №4 (22). – С.21-29

В статье представлен обзор рынка углепластика и эпоксидных композиций. Авторы рассматривают тенденции российского рынка, характеризуют специфику рынка и его приоритетные направления. Приведены показатели темпов роста рынков и их объем. Таким образом, перспективной нишей потребления эпоксидных композиций выбрано применение их при изготовлении углепластика. Названы перспективные сферы потребления углепластика.

6.4. РАЗВИТИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Сапунова Т.А., Яровая Ю.С. // Вектор экономики. – 2018. - №4 (22). – С.41-49

В статье рассматриваются краткий обзор литературы в области определения и классификации направлений нанотехнологий, которые в настоящее время находятся в процессе формирования. Выделены семь основных направлений развития, так же рассмотрено количество инвестиций, вложенных в развитие нанотехнологий. Сегмент наноматериалов объединяет широкий спектр предприятий, выполняющих гражданские, военные контракты в авиастроении, судостроении, строительстве и ряде других отраслей. Легкий и прочный углепластик незаменим при создании космических кораблей. Позже его применили в авиации, а сегодня используют не только в «черном крыле» истребителя пятого поколения Т-50 ПАК ФА. В медицине инновационным направлением стала нанокерамика. Титан, применявшийся в протезах до сих пор, менее долговечен. Уже проведено более 2 тыс. операций с установкой российских нанокерамических протезов.

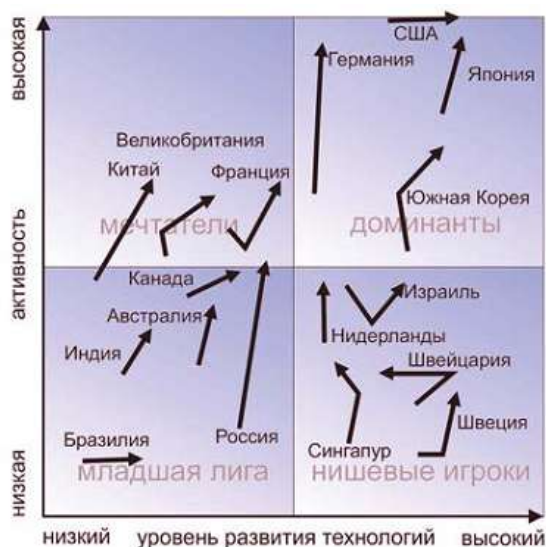


Рис.1 – Распределение стран в нанотехнологиях

7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

АТОМНАЯ БАТАРЕЙКА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА-14 СРОКОМ СЛУЖБЫ БОЛЕЕ 100 ЛЕТ

Инвестиционная научно-технологическая площадка // <http://xn--80aaaftebbc3auk2aepkhr3ewjpa.xn--p1ai/>



Разрабатываемая атомная батарейка на основе углерода-14 отличается рядом преимуществ по сравнению с атомными батарейками на основе других радиоактивных изотопов, а именно: экологичностью, дешевизной и длительным периодом эксплуатации. Эти преимущества обеспечиваются, во-первых, за счет применения в атомной батарейке углерода-14 в качестве радиоактивного источника. Период полураспада этого элемента

составляет 5700 лет и при этом, в отличие, например, от Ni-63, углерод-14 нетоксичен и отличается низкой стоимостью.

ОПИСАНИЕ:

Атомная батарейка — это [технология](#), которая базируется на идее преобразования энергии, которую излучает радиоактивный источник, в электрическую энергию. Простейшая атомная батарейка состоит из источника излучения и отделенного от нее диэлектрической [пленкой](#) коллектора. При распаде радиоактивный источник испускает бета-излучение, вследствие чего он заряжается положительно, а коллектор — отрицательно и между ними возникает разность потенциалов.

Над созданием источников питания, которые могли бы работать за счет [энергии](#) радиоизотопов, сейчас трудятся ученые по всему миру. Образцы ядерных батареек существуют и в России, и в США, и в других странах. При этом в качестве радиоактивных источников используется тритий, Ni-63 и углерод-14.

Атомная батарейка на основе углерода-14 отличается рядом преимуществ по сравнению с атомными батарейками на основе других радиоактивных изотопов, а именно: экологичностью, дешевизной и длительным периодом эксплуатации.

Эти преимущества обеспечиваются, во-первых, за счет применения в атомной батарейке углерода-14 в качестве радиоактивного источника. Период полураспада этого элемента составляет 5700 лет и при этом, в отличие, например, от Ni-63, углерод-14 нетоксичен и отличается низкой стоимостью.

Второе отличие атомной батарейки на основе углерода-14 состоит в том, что в качестве «подложки» под радиоактивный элемент используется принципиально новая структура — пористая карбидокремниевая гетероструктура. Технология производства карбидной пленки путем ее наращивания на готовой кремниевой подложке «методом эндотаксии» позволяет уменьшить стоимость «подложки» в 100 раз, что делает атомную батарейку дешевой.

Неоспоримым плюсом карбидокремниевой гетероструктуры также является ее устойчивость к [радиации](#). При излучении изотопа она остается практически неизменной, что и позволяет говорить о том, что такая атомная батарейка будет работать неограниченно долгое время.

Карбид [кремния](#) — это тоже полупроводниковый материал. Он химически более устойчив, способен работать при температуре до 350 градусов. Кремниевые датчики температур работают максимум до 200. [Карбид кремния](#) работает при температуре на 150 градусов выше. Он в 10 раз радиационно пассивнее и устойчивее, чем кремний.

ПРЕИМУЩЕСТВА АТОМНОЙ БАТАРЕЙКИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА-14:

- **углерод-14 нетоксичен,**
- низкая стоимость атомной батарейки по сравнению с другими атомными батарейками на основе других радиоактивных источников,
- **длительный период эксплуатации — срок службы более 100 лет,**
- безопасность. Бета-излучение обладает малой проникающей способностью и задерживается оболочкой атомной батарейки,
- **возможность работать в экстремальных условиях – при сверх низких и высоких температурах.**

8. ПАТЕНТЫ

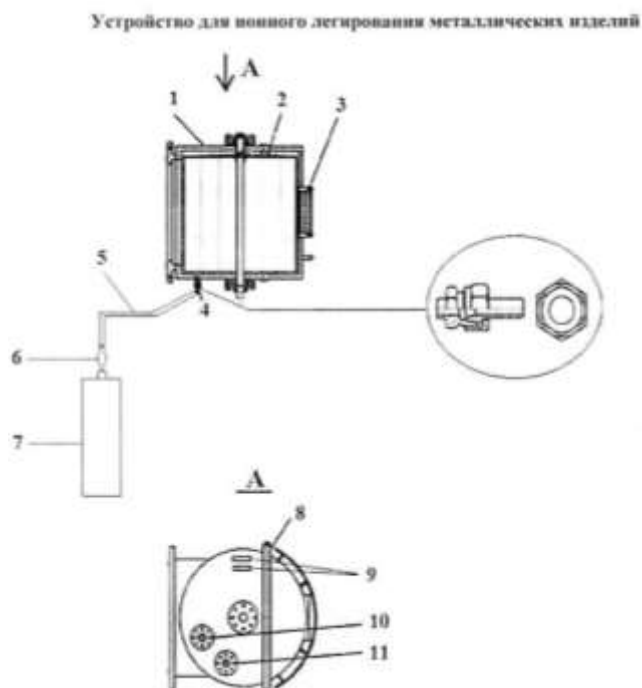
8.1. ТОНКОДИСПЕРСНАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ СУСПЕНЗИЯ МЕТАЛЛ/УГЛЕРОДНОГО НАНОКОМОПОЗИТА И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Патент № 2527218. - Опубликовано: 27.08.2014. – Патентообладатель: Открытое акционерное общество "Ижевский электромеханический завод "Купол" (RU)

Изобретение относится к получению тонкодисперсных органических суспензий, включающих металл/углеродный наноккомпозит, и может использоваться для создания функциональных полимерных материалов. Механически измельченный порошок металл/углеродного наноккомпозита, представляющий собой наночастицы 3d металла, такого как медь, или никель, или железо, стабилизированные в углеродных нанопленочных структурах, механически перетирают совместно с порционно вводимым органическим соединением в соотношении 3:1. Полученную смесь диспергируют с помощью ультразвука в течение времени, соответствующего максимальному соотношению пиковых интенсивностей на ИК-спектре при одинаковых волновых числах полученной суспензии и органического соединения. В качестве органических сред использованы этиловый спирт, толуол, ацетон, изометилтетрагидрофталевоый ангидрид, смеси органических веществ. Технический результат состоит в получении суспензии на основе органического соединения и металл/углеродного наноккомпозита с регулируемой активностью, контролируемой методом ИК-спектроскопии.

8.2. УСТАНОВКА ДЛЯ ИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Патентообладатели: Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А. // Номер патента: 176553. - Дата регистрации: 06.03.2017. Номер заявки: 2017107306. - 2018



Полезная модель относится к технике для ионно-имплантационной обработки и нанесения износостойких и коррозионностойких, защитных, биосовместимых ионно-плазменных покрытий на изделиях из конструктивных металлических материалов, применяемых в машино- и приборостроении, а также в медицинской технике. Технический результат полезной модели заключается в придании поверхности изделий машино- и приборостроения, а также в медицинской технике повышенной твердости и износостойкости за счет образования на ней беспористого углеродного алмазоподобного покрытия. Приемная камера установки ионного легирования типа «Везувий» оснащена датчиками контроля низкого и высокого вакуума и измерения дозы имплантации, системой вакуумной откачки, имеет

контейнер карусельного типа, предназначенный для размещения обрабатываемых изделий, дополнительно содержит узел для дозированной подачи углеродсодержащего газа, включающий штуцер, расположенный в нижней части корпуса приемной камеры и изготовленный из нержавеющей стали, к которому подсоединена магистраль подачи углеродсодержащего газа, представляющая собой трубку из нержавеющей стали, присоединенную одним концом к штуцеру, а другим к игольчатому клапану, присоединенному к баллону с углеродсодержащим газом. Контроль заданной величины давления подаваемого углеродсодержащего газа в приемную камеру установки осуществляется датчиками низкого и высокого вакуума оператором вручную.

8.3. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДМИНЕРАЛЬНОГО СОРБЕНТА

Патент № 2529535. - Публикация патента: 27.09.2014. – Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение "Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии" Сибирского отделения Российской академии медицинских наук (RU)

Изобретение относится к области получения углеродминеральных сорбционных материалов. Способ включает нанесение углеродсодержащих соединений на поверхность оксида алюминия с мезо-, макропористой структурой, сушку и пиролиз в токе инертного газа с образованием на поверхности оксида алюминия слоя пиролитического углерода. В качестве углеродсодержащих соединений наносят лимонную кислоту, сахарозу, лактозу. Технический результат заключается в упрощении технологии при сохранении качества сорбента.

8.4. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент на изобретение №: 2336169, заявка на изобретение: 26245, дата публикации 2008

Изобретение относится к области переработки пластмасс и может быть использовано для непрерывного изготовления профильных изделий из композиционных материалов, которые могут найти применение в качестве конструкционного материала в различных областях промышленности и в строительстве. Способ включает ориентирование непрерывных армирующих волокон, нагрев полученного жгута, пропитку жгута полимерным связующим, формование профиля изделия путем протяжки жгута через обогреваемую фильеру. Далее осуществляют продольно поперечную обмотку изделия, отверждение и отбор готового изделия. Нанесение связующего на жгут осуществляют в псевдооживленном состоянии. Связующее дополнительно содержит трифениловый эфир фосфорной кислоты в количестве 5-10 мас.ч. на 100 мас.ч. связующего. Пропитку жгута осуществляют в процессе формования профиля изделия при температуре плавления связующего. Изобретение позволяет сократить количество операций, упростить конструкцию устройства, а также повысить механическую прочность стержней.

8.5. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОМАГНИТНОГО УГЛЕРОДНОГО АДСОРБЕНТА

Патент РФ № 2445156. - Публикация патента: 20.03.2012. – Патентообладатель: Учреждение Российской академии наук Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН (ИХХТ СО РАН) (RU)

Изобретение относится к способам получения ферромагнитных углеродных адсорбентов и может быть использовано в сорбционных процессах очистки промышленных сточных вод, при ликвидации нефтяных загрязнений и для селективного извлечения благородных металлов из растворов. Древесные опилки обрабатывают 10% водным раствором хлорида железа (III) и 10% водным раствором хлорида цинка при массовом соотношении древесина: хлорид железа: хлорид цинка, равном 1:0,5:0,5 соответственно, смесь перемешивают, сушат и карбонизируют в токе инертного газа в интервале температур 400-800°C при линейном подъеме температуры со скоростью 10°C/мин с выдержкой при конечной температуре 30 минут, далее продукт отмывают водой, отфильтровывают, вновь промывают водой до нейтральной среды и сушат до постоянного веса. Технический результат изобретения заключается в повышении адсорбционных характеристик при сохранении магнитных свойств сорбента и в упрощении способа.