

РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
научно-технической и патентной
информации по
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

№ **8** – 2016



РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
научно-технической и патентной информации по
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ
№ 8 – 2016

Основан в 1966 г. Выходит 12 раз в год

Составитель и редактор -



Зам. начальника

Управления продаж, маркетинга
и коммуникаций **Шишкова И.В.**

Перевод

Дулелина М.А., Шишков И.В.

Раздел «Патенты»



Специалист Группы защиты активов
Отдела экономической безопасности

Шульгина Л.Н.

Адрес: 111524, Москва, ул. Электродная, д.2. НИИГрафит
Тел. (495) 665-70-03 доб.21-97, e-mail: ishishkova@niigrafit.org
lshulgina@niigrafit.org



Содержание №8 – 2016

1. Волокна и композиты	4
1.1. Углеродные волокна и композиты	4
1.2. Целлюлоза, вискоза. УМ в медицине	7
1.3. Композиты в строительстве. Базальт	9
2. Атомная и альтернативная энергетика	12
3. Наноматериалы, фуллерены, графен	14
4. Методы исследования. Сырьё	17
5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов	19
6. Обзор рынков и производства	22
7. Научно-популярные материалы, сообщения	23
8. Статьи наших читателей	24, 44
9. Патенты	31



1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1.1. СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ «МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫЙ НОСИТЕЛЬ»

Коботаева Н.С.1, Скороходова Т.С.1, Раздьяконова Г.И. // Успехи современного естествознания. – 2016. – №6-0. – С.25-30

Созданы композиционные материалы «металл-углерод» на основе различных видов углерода (многослойные углеродные нанотрубки, технический углерод, углерод-углеродный материал Сибунит) и металлов (*Ag*, *Ni*, *Co*). Методом РФА и ПЭМВР показано, что серебро находится на поверхности углеродных носителей в кристаллическом состоянии и имеет размеры 10–20 нм, никель в виде аморфизированной пластинчатой структуры. Использование активированных металлами углеродных наноматериалов в качестве катализаторов процесса окисления кумола позволяет существенно снизить температуру и повысить селективность. Окисление кумола проходит достаточно активно в присутствии всех исследованных катализаторов, но с более постоянной скоростью – при температуре 40°C на катализаторе ТУ – *Ag*. Таким образом, композиционные материалы на основе активированных металлами углеродных носителей, обладают высоким потенциалом для применения их в качестве гетерогенных катализаторов процесса окисления кумола.

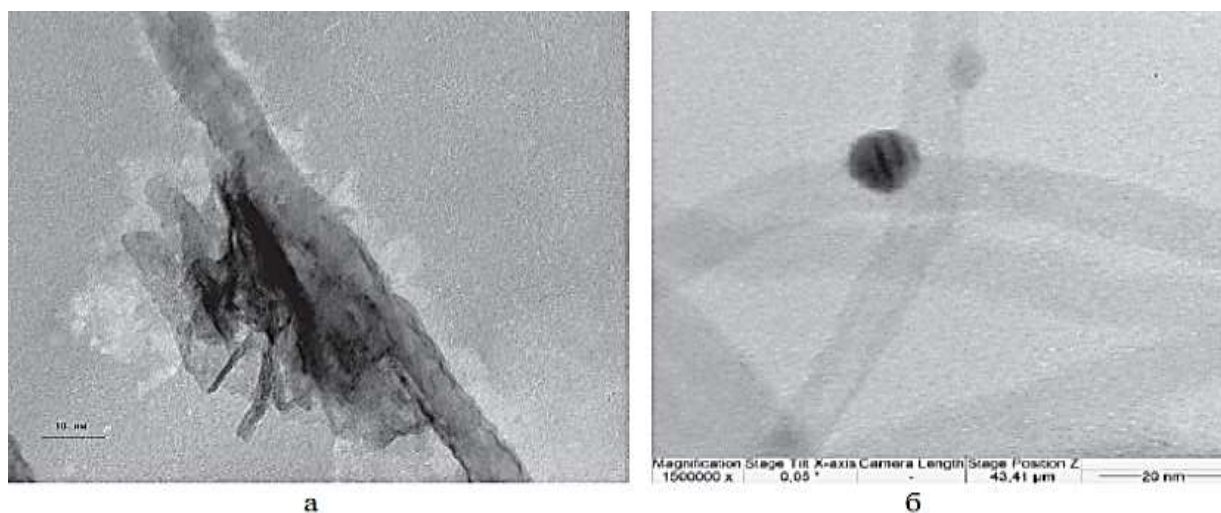


Рис. 3. Микрофотографии композиционных материалов: МУНТ-Ni-Co (а); МУНТ-Ag (б)

1.1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРИСТОСТИ УГЛЕПЛАСТИКОВ В АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

Мурашов В.В., Мишуров К.С. // Авиационные материалы технологии. – 2015. - №2. – С.88-92

Установлено, что нормированная энергия шумовой компоненты рассеянного назад акустического сигнала наилучшим образом коррелирует с пористостью материала. Предложено пористость углепластика определять по ранее установленной корреляционной связи объемного содержания пор с нормированной величиной энергии структурного шума.

1.1.3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОСРЕДНЕНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ ОДНОНАПРАВЛЕННОГО КОМПОЗИТА

Магнитский И.В., Сергеева Е.С. // Конструкции из композиционных материалов. – 2016. - №2 (142). – С.59-63

Отмечен большой разброс значений характеристик композитов - широко применяемых и перспективных материалов для изготовления изделий в различных областях техники вследствие их высоких эксплуатационных свойств. Получена математическая модель упругого деформирования композита, проведены качественный и количественный анализы полученных результатов. Результаты исследования позволили уточнить значения упругих характеристик композита, что в дальнейшем необходимо для повышения точности математического моделирования изделий из него.

1.1.4. ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шаклеина М.Ю. // Master's Journal. – 2016. - №1. – С.169-172

Рассмотрены свойства подшипников скольжения из углерод-углеродного композиционного материала. Проведен их сравнительный анализ с подшипниками из других металлических материалов. Описаны основные этапы работ по созданию изделия.

Физико-механические характеристики УУКМ

№ п/п	Плотность, кг/м ³	1650
1	Прочность, МПа, при:	
	– изгибе	110
	– сжатии	140
	– растяжении	90
2	Ударная вязкость, кгс · см/см ²	25–30
3	Коэффициент трения по стали	0,05–0,65
4	Интенсивность изнашивания	1·10 ⁻⁸

1.1.5. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА АЛЮМИНИЙ-УГЛЕРОДНЫЕ НАНОВОЛОКНА

Рудской А.И., Кольцова Т.С., Шахов Ф.М. // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2014. - №10 (172). – С.9-15

Изучена возможность получения образцов компактных материалов алюминий-углеродные нановолокна методом горячего прессования при давлении 5 ГПа и температурах 480-980°C. Установлено образование карбида алюминия при температурах горячего прессования выше 720°C. Твердость композиционного материала алюминий-углеродные нановолокна, полученного методом горячего прессования, на 80 % выше твердости чистого алюминия при удовлетворительной пластичности.

1.1.6. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ, УПРОЧНЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОВОЛОКНАМИ

Скворцова А.Н., Лычева К.А. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2015. - №3. – С.78-84

Рассмотрены различия структуры и свойств композиционных материалов на основе алюминия с содержанием 1 масс.% углеродных нановолокон в зависимости от метода компактирования, а также возможные механизмы упрочнения таких материалов. Показано, что углеродные нановолокна позволяют повысить прочность матрицы на 30 %, что соответствует значениям, полученным при холодном прессовании композита с последующим спеканием. Как для холодного, так и горячего прессования образцов при условии отсутствия карбидной фазы результаты хорошо описываются соотношением Холла-Петча, что позволяет сделать предположение о преимущественном влиянии размера зерна на твердость исследованных материалов. Компактирование при 980°C приводит к разрушению углеродных волокон и образованию карбидных связей. При образовании карбида на поверхности раздела фаз упрочнение происходит за счет образования новой фазы карбида алюминия.

1.1.7. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, АРМИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ ТКАНЯМИ. ЧАСТЬ 1. ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЛАСТИ КОНТАКТА УГЛЕРОДНЫХ НИТЕЙ В ТКАНОЙ СТРУКТУРЕ

Примаченко Б.М., Строкин К.О. / Вопросы материаловедения // 2015. - №4. – С.109-116

Проведены теоретические и экспериментальные исследования области контакта углеродных нитей в тканой структуре для построения ее механико-аналитической модели. Такая модель позволяет прогнозировать свойства тканого армирующего компонента композиционного материала. Исходя из условия, что основные напряжения в материале принимает на себя армирующий компонент, данная модель является основой для разработки модели деформации структуры и прогнозирования свойств всего композиционного материала. В ходе работы были получены аналитические зависимости между радиусом области контакта, сжатием нитей, максимальным давлением и силой взаимного давления. Результаты экспериментальных исследований использованы для определения модуля упругости и коэффициента Пуассона углеродных нитей в тканой структуре при сжатии.

1.1.8. ГИБРИДНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА УГЛЕРОДНОМ ВОЛОКНЕ

Hybrid solar cell on a carbon fiber / D. Grynko, A. Fedoryak, P. Smertenko //Nanoscale Research Letters. – 2016 – Vol.30

В данной работе впервые описан способ сборки наноразмерных гибридных солнечных элементов в форме кисти из радиально ориентированных нанопроволочных кристаллов *CdS* вокруг единичного углеродного волокна. Солнечные элементы были собраны на углеродном волокне диаметром ~5-10 мкм, которое служит центральным электродом; неорганические нанопроводниковые кристаллы и органические красители либо полимерные слои последовательно осаждали на углеродное волокно в качестве активных компонентов, что привело к появлению фотоэлектрической структуры ядро-оболочка. Получили полимер, сенсibilизированный красителем, и инвертированные солнечные элементы и сравнили с их аналогами, сделанными на плоском электроде из оксида индия и олова. (Д.) (Англ)

1.1.9. УПРУГО-ДИССИПАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЕПЛАСТИКА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ПО RTM-ТЕХНОЛОГИИ

Смердов А.А., Кулиш Г.Г., Гусев С.А. // Конструкции из композиционных материалов. – 2016. - №2 (142). – С.21-25

Отмечено, что несмотря на распространенность современных технологий инфузии и инъекции, отсутствуют данные об упруго-диссипативных характеристиках (УДХ) углепластиков, изготовленных по этим технологиям. Изложены методика и результаты экспериментов, проведенных на многослойных структурах, и приведен полный набор УДХ однонаправленного материала, идентифицированных по результатам экспериментального исследования. Оценена эффективность применения исследуемого углепластика, проведено сравнение его свойств со свойствами материалов, изготовленных по технологии автоклавного формования.

1.1.10. ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА Cu-SiC

Севостьянов Н.В., Ефимочкин И.Ю., Бурковская Н.П. // Конструкции из композиционных материалов. – 2016. - №2 (142). – С.37-41

Рассмотрены теплофизические свойства металломатричного композиционного материала (МКМ) *Cu-SiC*, изготовленного методами горячего прессования и гибридного электроплазменного спекания (SPS-процесс). Дана оценка зависимостям теплофизических свойств МКМ от метода спекания и объемного содержания *SiC*. Проведено сравнение экспериментальных и теоретических значений. Сделаны выводы о влиянии объемной доли *SiC* и диффузионных процессов во время спекания материала при высоких температурах на его теплофизические свойства. Рассмотрены перспективы использования МКМ *Cu-SiC*.

1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА. УМ В МЕДИЦИНЕ

1.2.1. АНАЛИЗ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ ИМПЛАНТАТОВ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

Борзунов Д.Ю., Шевцов В.И., Стогов М.В. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2016. - №2. – С.77-81

Проведен анализ безопасности и эффективности применения углеродных наноструктурных имплантатов (УНИ) для лечения костной патологии в различных клиниках Российской Федерации. Отмечена эффективность применения изделия при замещении дефектов межпозвонкового диска и тел позвонков, а также при пластике дефектов длинных костей различной этиологии. Частота отсутствия эффекта не превышала 6,1%. Серьезных нежелательных событий, связанных с использованием изделия, не зафиксировано. Анализ имеющихся данных дает основание сделать вывод, что УНИ обладает достаточным набором характеристик (остеоиндуктивность, биоинертность, безопасность), позволяющих использовать его в травматологии и ортопедии.

1.2.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОАЛМАЗНЫХ КОМПОЗИТОВ В КАЧЕСТВЕ МАТРИЦ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ФИБРОБЛАСТОВ КОЖИ ЧЕЛОВЕКА

Нащекина Ю.А., Маргулис Б.А., Гордеев С.К. // Гены и клетки. – 2015. – Т.10, №1. – С.55-60

Углеродные материалы в настоящее время исследуются в качестве матрицы для культивируемых клеток в рамках «регенеративной хирургии» костей скелета. В работе оценивали взаимодействие фибробластов кожи человека с углеродными матрицами, изготовленными из композиционного материала на основе алмаз-углерода. Диаметр пор матриц, которые получали из дисперсных порошков алмаза с размером частиц от 5 нм до 2 мкм, находился в диапазоне 10-100 нм. Показано, что все матрицы не оказывали токсического воздействия на культивируемые клетки. Наибольшее количество клеток адгезировались к поверхности матриц со средним размером пор 50 нм. Такие носители способствуют параллельному ориентированию фибробластов, культивируемых на их поверхности.

1.2.3. ВОЗМОЖНОСТЬ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ФИБРОБЛАСТОВ ДЕРМЫ ЧЕЛОВЕКА НА ИСКУССТВЕННОЙ ПОРИСТОЙ МЕМБРАНЕ ИЗ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ СКЛЕРОПЛАСТИКИ

Блинова М.И., Юдинцева Н.М., Вершевская Е.А. // Гены и клетки. – 2015. – Т.10, №1. – С.48-54

Методы клеточных технологий все более активно начинают применяться в экспериментальной офтальмологии. Целью данного исследования была оценка возможности культивирования фибробластов дермы человека на пористой мембране из политетрафторэтилена с дальнейшим использованием такой композиции для склеропластики. В результате выполненных экспериментов методом сканирующей электронной микроскопии установлено, что указанная пористая мембрана является приемлемым субстратом для культивирования фибробластов дермы. Также показано, что на такой мембране, заселенной культивируемыми фибробластами, в процессе имплантации её в глаз кролика гораздо раньше по сравнению с мембраной без клеток формируются тканевые структуры. Полученные результаты дают основания полагать, что фибробласты дермы, культивируемые на пористой мембране из политетрафторэтилена, могут быть использованы в офтальмологии для восстановления утраченных или поврежденных тканей. Об этом же свидетельствует и клинический случай, являющийся частью данного исследования.

1.2.4. БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИФИЧНЫМИ АПТАМЕРАМИ

Ахмадишина К.Ф., Бобринецкий И.И., Комаров И.А. // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2015. – т.20, №2. – С.137-144

Показана возможность создания быстродействующего биологического сенсора на основе композита однослойных углеродных нанотрубок и аптамеров для специфичного обнаружения белков. Изучено влияние на селективность и чувствительность сенсоров поверхностной модификации углеродных нанотрубок. Продемонстрировано, что карбоксилированные нанотрубки обладают большей селективностью к распознаванию специфичного аптамеру белка - тромбина.

1.2.5. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ РЕФРАКТЕРНЫХ ФОРМ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ ОДНОКОМПОНЕНТНЫМИ ДРЕНАЖНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ (ОБЗОР)

Науменко В.В., Балашевич Л.И., Кладко М.А. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. - №112. - С.155-159

На сегодняшний день остается нерешенной проблема хирургического лечения рефрактерных форм открытоугольной глаукомы. Отличительной особенностью этих форм глаукомы служит быстрое рубцевание создаваемых в ходе традиционных хирургических вмешательств путей оттока жидкости, что неминуемо приводит к рецидиву повышения внутриглазного давления. Наиболее перспективным направлением в решении данной проблемы является использование в ходе гипотензивных вмешательств различных дренирующих устройств. В настоящее время предложено большое число имплантатов и дренажей, различных по конструкции и материалам, используемым в их изготовлении. Целью представленной обзорной статьи является анализ данных зарубежной и отечественной литературы по результатам лечения рефрактерных форм открытоугольной глаукомы однокомпонентными дренажными устройствами, такими как Ex-PRESS шунт, Gold Micro-Shunt, IStent, микрошунт из гидрофобного акрила, лейкосапфировый эксплантодренаж. Остается актуальным дальнейший поиск и совершенствование оптимального однокомпонентного дренажного устройства, способного обеспечить безопасное и эффективное лечение пациентов с рефрактерными формами открытоугольной глаукомы.

1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ

1.3.1. СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ В ЦЕМЕНТНОЙ МАТРИЦЕ ДИСПЕРСИЯМИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И НАНОКРЕМНЕЗЕМОМ

Яковлев Г.И., Полянских И.С., Первушин Г.Н. // Строительные материалы. – 2016. - №1-2. – С.16-20

Комплексные нанодисперсные системы с использованием многослойных углеродных нанотрубок и нанодисперсного кремнезема оказывают существенное влияние на процессы гидратации, схватывания и твердения строительных композитов, в дальнейшем предопределяя их долговечность. Установлено, что основной эффект от модификации цементной матрицы в случае введения комплексных нанодисперсных систем обеспечивается за счет направленного воздействия на процессы гидратации и последующей кристаллизации новообразований. Отмечается, что при введении дисперсии углеродных нанотрубок совместно с нанодисперсным кремнеземом происходит структурирование вяжущей матрицы с образованием плотной бездефектной оболочки из кристаллогидратных новообразований по поверхности твердых фаз, обеспечивающей достижение прочной вяжущей матрицы в цементном бетоне.

1.3.2. ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА В ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНАХ

Сарайкина К.А., Голубев В.А., Яковлев Г.И. // Строительные материалы. – 2016. - №1-2. – С.27-31

Обеспечить защиту базальтового волокна от химической коррозии в цементах возможно используя ультрадисперсные активные модифицирующие компоненты, способные снизить щелочность среды. При этом можно повысить плотность цементной матрицы в зоне контакта с базальтовым волокном путем применения нанодисперсных добавок за счет структурной модификации системы. В работе оценивается совместное влияние метакаолина и дисперсии углеродных нанотрубок на структуру и свойства базальтофибробетона. Проведенные исследования доказывают эффективность применения метакаолина для защиты базальтового волокна от щелочной деструкции в цементных бетонах, а использование углеродных нанотрубок обеспечивает уплотнение граничных слоев системы базальтовое волокно - цементный камень, что способствует повышению долговечности и прочностных характеристик композита в целом.

1.3.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУЛЛЕРЕНСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТА И БЕТОНА

Урханова Л.А., Буянтуев С.Л., Лхасаранов С.А. // Строительные материалы. – 2016. - №1-2. – С.32-37

Представлены результаты исследований по модифицированию цементного камня и бетона фуллеренсодержащей добавкой, полученной в качестве сопутствующего продукта при плазменной газификации угля. Рассмотрены вопросы равномерного распределения фуллеренсодержащей добавки в объеме воды затворения путем функционализации поверхности в среде изопропилового спирта. Определены физико-механические и эксплуатационные свойства бетонов при введении фуллеренсодержащей добавки. Введение фуллеренсодержащей добавки повышает физико-механические и эксплуатационные свойства бетонов за счет изменения фазового состава портландцемента и улучшения микроструктуры цементного камня.

1.3.4. СОЗДАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ КАТИОНИТОВ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

Варюхин В.В., Розов Р.М., Устинова Т.П. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. - №1 (часть 1). - <http://www.science-education.ru/ru/article/>

Развитие производства полимеров и композитов в современных экономических условиях требует создания полимерных материалов с высоким комплексом эксплуатационных свойств на основе доступных и относительно недорогих сырьевых ресурсов, к числу которых относятся базальтовые волокнистые наполнители. В связи с этим целью работы являлось изучение возможности расширения ассортиментного ряда базальтовых волокон (БВ), выпускаемых отечественными производителями и применяемых для получения катионообменных волокнистых материалов (КОВМ). Для синтеза катионита на основе модифицированной 10%-ной фенольной смолы (ФС) фенолформальдегидной матрицы и термо- и СВЧ-обработанного базальтового волокна использовали БВ разных производителей.

1.3.5. СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ, ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫМ МИКРОВОЛОКНОМ

Гурьева В.А., Белова Т.К. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. - №112. - С.124-127

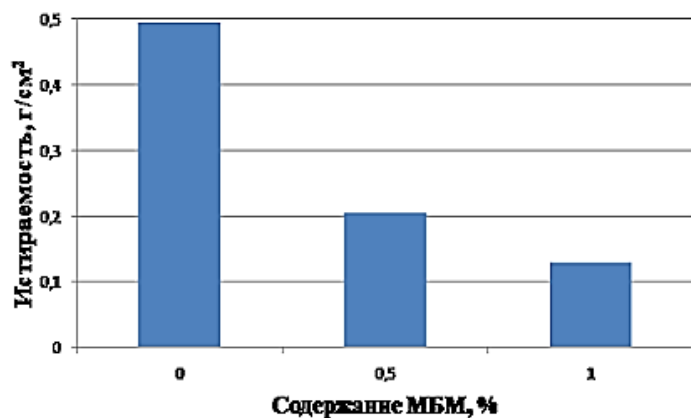


Рисунок 3. Истираемость цементных растворов в зависимости от содержания МБМ

Цементные растворы, дисперсно-армированные волокнами-фибрами, являются одним из перспективных конструктивных материалов в строительстве. Волокна, модифицированные углеродными наноматериалами, упрочняют структуру цементного камня на различных уровнях, в результате чего полученный композит обладает повышенными эксплуатационными свойствами. Однако на сегодняшний день широкого распространения модифицированные волокна не получили ввиду недостаточной изученности свойств цементных композиционных материалов на их

основе. Результатами исследования свойств цементных растворов, дисперсно-армированных базальтовой микрофиброй, модифицированной (МБМ) углеродным наномодификатором, являются повышение прочности растворов на изгиб, снижение истираемости и относительной деформации усадки. Введение 1 % МБМ от массы вяжущего приводит к повышению прочности на изгиб до 60 % и незначительному повышению прочности на сжатие - 4 %. Истираемость цементных растворов, дисперсно-армированных модифицированной базальтовой микрофиброй, по сравнению с образцами аналогичного состава, дисперсно-армированными обычным тонким базальтовым волокном, ниже на 50,2 %. При прочих равных условиях введение модифицированной микрофибры способствует снижению величины относительной деформации усадки на 51 %, при этом наиболее интенсивно усадка развивается в первые 7-10 суток твердения. По результатам испытаний можно сделать вывод о том, что дисперсное армирование цементных растворов микрофиброй, модифицированной углеродным наномодификатором, способствует улучшению структуры цементно-песчаного композита. В результате улучшаются такие эксплуатационные характеристики цементного раствора, как: прочность на изгиб, прочность на сжатие, истираемость, усадка в результате твердения.

1.3.6. СИНТЕЗИРОВАНИЕ ВОЛОКОН И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Вернета А.И. // Вестник Магистратуры. – 2015. - №12-1 (51). – С.58-60

В статье был рассмотрен реактор для синтеза углеродных нанотрубок и все его элементы. Так же достаточно подробно был рассмотрен сам процесс синтеза углеродных нанотрубок применительно к строительной индустрии. Так же был выбран перечень основного и вспомогательного оборудования для производства углеродных нанотрубок

1.3.7. ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫМ БАЗАЛЬТОВЫМ МИКРОВОЛОКНОМ НА ИСТИРАЕМОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОЛОВ

Гурьева В.А., Белова Т.К. // Строительные материалы. – 2016. - №1-2. – С.104-106

В современном строительстве при устройстве монолитных покрытий полов широко применяются растворы на основе портландцемента. Системным недостатком, предопределяющим снижение их эксплуатационных свойств, является низкая стойкость к истиранию цементно-песчаного композита. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния дисперсного армирования модифицированным базальтовым микроволокном (МБМ) на истираемость цементных растворов, применяемых для устройства монолитных полов. Показано, что увеличение содержания МБМ в композите на 0,5% от массы вяжущего приводит к снижению величины истираемости раствора в среднем на 46,9%. Увеличение содержания МБМ в составе растворной смеси приводит к снижению истираемости цементного раствора. Установленный результат позволяет прогнозировать применение дисперсно-армированного раствора для устройства малопылящих покрытий полов, к которым предъявляются повышенные требования к истираемости.

2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

2.1. АНОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ И УГЛЕРОДА: КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Зюбин А.С., Зюбина Т.С., Добровольский Ю.А. // Журнал неорганической химии. – 2016. – Т.61, №3. – С.51-58

С целью поиска перспективных анодных материалов для литий-ионных источников тока в рамках метода функционала плотности с учетом градиентной коррекции и периодических граничных условий выполнено квантово-химическое моделирование строения, стабильности и электронных свойств покрытых кремнием углеродных нанотрубок, кремниевых стержней и нитей карбида кремния. Найдено, что нанотрубки слабо удерживают кремний, тогда как к поверхности SiC кремний прилипает прочно. Стержни из кремния более выгодны, чем кластеры, и приближаются по стабильности к кристаллу, причем ширина запрещенной зоны у них близка к нулю. Карбид кремния можно сделать проводником с помощью допирования азотом.

2.2. РАЗРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Пайметов А.Н. // Автореферат диссертации. – 2015

Целью данной работы является разработка и исследование структур текстильных фильтровальных перегородок, а так же возможность их использования для очистки вод и отходящих газов, загрязненных радиоактивными отходами. Меняя виды волокон (нитей) и структуру намотки пористой перегородки, легко создать требуемую пористость и проницаемость, а, следовательно, и задавать степень очистки загрязненной воды или отходящих газов при достаточно высокоэффективном процессе фильтрации. Намотка текстильных

материалов создает возможности изготовления пористых перегородок фильтров компактных размеров, что имеет немаловажное значение при использовании их для очистки радиоактивных отходов в замкнутых пространствах реакторных объектов. Кроме того, повышается возможность утилизации таких фильтров с помощью термических методов (т.е. в виде твердофазовых отходов).

2.3. ВЗРЫВОЭМИССИОННЫЙ КАТОД НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА ПРИ РАБОТЕ В ДЛИТЕЛЬНОМ ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕНЕРАТОРЕ МОЩНЫХ СВЧ-ИМПУЛЬСОВ БЕЗ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Кутенков О.П., Пегель И.В., Тотьменинов Е.М. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т.57, №5. – С.3-9

Исследованы токовые характеристики и ресурс работы взрывоэмиссионного катода на основе углеродного микроволокна в импульсно-периодическом режиме при длительности импульса около 5 нс. Проведены длительные, до 3.6 млн имп., ресурсные испытания катода. Получена величина удельного уноса материала волокон $2.4 \cdot 10^{-4}$ г/Кл. Обнаружено изменение морфологии поверхности волокон при длительной работе, вызванное осаждением углерода из катодной плазмы. Оценена напряженность микроскопического электрического поля на поверхности волокна с учетом его микрорельефа. При применении катода в черенковском СВЧ-генераторе без внешнего магнитного поля дециметрового диапазона длин волн, реализованного на основе импульсно периодического сильноточного электронного ускорителя СИНУС-7 с длительностью импульса тока 50 нс, получена эффективность СВЧ-генерации, сопоставимая со случаем использования бархатного катода, в условиях низкой (200 кВ/см) средней напряженности электрического поля в промежутке вакуумного диода. Продемонстрирован ресурс катода на основе углеволокна в СВЧ-генераторе, работающем в режиме пакетов импульсов с длительностью в единицы секунд при частоте следования 20-50 Гц, не менее 10 5 имп.

2.4. КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА И ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИБРИДНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Баскаков С.А., Баскакова Ю.В., Золотаренко А.Д. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2014. - №2. – С.146-156

На основе восстановленного СВЧ-облучением оксида графена (RGO) и гидроксида никеля (Ni-RGO) были получены композиты переменного состава двумя способами: осаждением $\text{Ni}(\text{OH})_2$ на RGO *in situ*, и смешением суспензий RGO и $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Установлено, что композиты Ni-RGO обладают высокой удельной емкостью при испытании их в качестве электродов суперконденсаторов в 1М КОН (от 150 до 330 F/g). Показано, что RGO обладает высокой стабильностью при циклировании в режиме заряд-разряд, но низкими показателями емкости (~25 F/g). Чистый $\text{Ni}(\text{OH})_2$, наоборот, имеет высокую удельную емкость в пределах 450-500 Ф/г, но недостаточную устойчивость при циклировании. Емкостные показатели и стабильность композитов Ni-RGO при гальваностатических испытаниях занимают промежуточные значения по сравнению с составляющими их компонентами, в зависимости от процентного содержания $\text{Ni}(\text{OH})_2$. После первых 100 циклов заряда/разряда видно, что введение RGO усиливает устойчивость электродной массы при циклировании. Таким образом, RGO может служить стабилизирующей добавкой, которая позволит увеличить срок службы и расширить диапазон рабочего тока суперконденсаторов на основе $\text{Ni}(\text{OH})_2$.

3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

3.1. ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ: НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ. ЧАСТЬ 2

Карпов А.И. // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2016. – Т.8, №2. – С.82-108

С целью популяризации научных достижений в реферативной форме публикуются основные результаты исследований российских и зарубежных ученых. По направлению «Мелкозернистый базальтофибробетон с нанокремнеземом» проведены исследования, которые показали, что совместное введение добавок нанокремнезема и базальтового волокна в состав фибробетона способствует увеличению морозостойкости бетона с F150 до F200-250. Увеличение морозостойкости связано, помимо демпфирующего эффекта, с существенным снижением деструктирующего воздействия осмотического давления твердеющего бетона. В результате бетон имеет минимальное содержание микротрещин и сообщающихся пор. Изменение микроструктуры фибробетона при совместном введении добавок нанокремнезема и базальтового волокна приводит к снижению водопоглощения бетона. Состав базальтофибробетона с применением нанокремнезема «Таркосил-05» показал наилучшие показатели: улучшение прочности на сжатие на 35%, прочности при изгибе - 65% относительно контрольного бездобавочного состава. Бетоны с применением нанокремнезема характеризуются высокими эксплуатационными показателями, что является подтверждением создания плотной структуры материала при его введении и упрочняющего эффекта действия нанокремнезема. Для специалистов также представляют интерес результаты следующих исследований: «Фибропенобетон на основе наноструктурированного вяжущего», «Повышение прочности бетона углеродными нанотрубками с применением гидродинамической кавитации», «Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем», «Получение и исследование физико-химических свойств композитных сорбентов на основе полистирольных матриц с нанодисперсными оксидами железа», «Полистирольные суспензии, содержащие наночастицы оксидов металлов», «Эффективные цементные композиции, модифицированные углеродными материалами», «Исследование магнитной динамики ансамблей наночастиц в среде методом мессбауэровской спектроскопии», «Особенности образования новых квазидвумерных наноструктур и их физические свойства», «Исследование оптических и колебательных свойств углеродных наноструктур», «Жаростойкие и огнезащитные фиброармированные композиты с применением вулканических горных пород», «Разработка полимерных композиционных материалов на основе эпоксидного связующего и функционализированных углеродных нанотрубок», «Многофункциональные композиционные материалы на основе полипропилена и наноуглеродных наполнителей, полученные полимеризацией IN SITU» и др.

3.2. НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ. ЧАСТЬ 1

Иванов Л.А., Мунинова С.Р. // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2016. – Т.8, №2. – С.52-81

Новые технические решения, в т.ч. и изобретения, в области нанотехнологий и наноматериалов позволяют в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, смежных отраслях экономики добиться значительного эффекта. Изобретение «Способ очистки поверхностных и подземных вод от титана и его соединений с помощью углеродных нанотрубок и ультразвука (RU 2575029)» относится к области сорбционной очистки поверхностных и подземных вод с высоким содержанием титана и его соединений и может быть использовано для очистки воды с получением безопасной для здоровья питьевой воды. Способ очистки поверхностных и подземных вод от титана и его соединений включает приведение загрязненных вод в контакт с адсорбентом, где в качестве адсорбента используют углеродные нанотрубки, которые помещают в ультразвуковую ванну и воздействуют на углеродные нанотрубки и очищаемую воду в режиме 1-15 мин, с частотой ультразвука 42 кГц и мощностью 50 Вт. Технический результат заключается в 100%-ной очистке воды от титана и его соединений за счет очень высоких адсорбционных показателей углеродных нанотрубок. Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий: способ получения массивов углеродных нанотрубок с управляемой поверхностной плотностью (RU 2569548), листовый слоистый полимерный износостойкий композиционный материал (RU 2576302), автоматизированная технологическая линия для поверхностной модификации металлооксидными наночастицами полимерного волокнистого материала (RU 2542303), способ получения наноразмерного порошка алюмоиттриевого граната (RU 2576271), способ получения пенополиуретанового нанокompозита (RU 2566149), способ получения кристаллических алмазных частиц (RU 2576055), способ получения нанопористых полимерных материалов (RU 2576049), нанопористая полимерная пена, имеющая высокую пористость (RU 2561267), способ получения керамического композитного материала на основе оксидов алюминия и циркония (RU 2549945), каталитическая композиция для синтеза углеродных нанотрубок (RU 2575935), способ получения функционализированного графена и функционализированный графен (RU 2576298) и др.

3.3. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ С УНТ (ОБЗОР)

Кондрашов С.В., Шашкеев К.А., Попков О.В. // Труды ВИАМ. – 2016. - №5 (41). – С.8

Представлен литературный обзор по исследованиям физико-механических свойств полимерных нанокompозитов с углеродными нанотрубками (УНТ). Описана модель системы полимер/УНТ с использованием метода Мори-Танака. Показано, что физико-механические характеристики нанокompозитов с УНТ в большей степени определяются распределением УНТ в полимерной матрице, нежели характеристиками самих нанотрубок. Подробно рассмотрены системы УНТ с полиамидом и поликарбонатом. Приведены данные по влиянию размеров включений на физико-механические свойства нанокompозитов, получаемых смешением в расплаве. Представлены данные по модификации эпоксидных связующих с помощью УНТ. Показано влияние нанотрубок на степень конверсии при отверждении эпоксидных композиций, температуру стеклования нанокompозита, изменение структуры матрицы в «пограничном» слое с УНТ. Рассмотрено влияние функционализированных различными группами УНТ и нефункционализированных нанотрубок на физико-механические свойства эпоксинанокompозитов

3.4. ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛЕНИЯ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Савилов С.В. Иванов А.С., Черняк С.А. // Журнал физической химии. – 2015. - №11. – С.1723-1730

Проанализированы особенности функционализации многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) с коническим (*Ni*-прекурсор) и цилиндрическим (*Fe*-прекурсор) расположением графеновых слоев различными окислительными агентами. Диаметр исходными трубок, полученных пиролизически, варьировался в первом случае от 20 до 80 нм с максимумом при 40-45 нм; во втором – от 10 до 30 с максимумом 18 нм. Для окислительной модификации поверхности МУНТ использованы HNO_3 и H_2O_2 с ультразвуковой активацией, озонирование в плазме тлеющего разряда кислорода и обработка жидким озоном. Методами термического и элементного анализа, ИК-спектроскопии установлено, что наибольшее содержание функциональных групп достигается в образцах, обработанных азотной кислотой, при этом конические МУНТ функционализируются по поверхности. Сделан вывод, что для достижения подобного результата цилиндрические трубки следует обрабатывать жидким озоном.

3.5. АВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЕ-ТЕМПЕРАТУРА В ВОЛОКНАХ ИЗ УНТ

Resistance–temperature dependence in carbon nanotube fibres / A. Lekawa-Rausa, K. Walczakb, G. Kozlowskic // Carbon. – 2015. – Vol.84. – April. – P.118-123

Электропроводность узлов углеродных нанотрубок определяется их морфологией и составом. Они меняются в зависимости от процессов производства узлов и последующих процессов пост-обработки. Здесь представлено исследование электро-структурной зависимости узлов УНТ, то есть УНТ волокон, получаемых в процессе химического осаждения из паровой фазы с плавающим катализатором. Предполагают, что анализ характеристик волокон сопротивление-температура обеспечивает получение информации для оценки качества волокон и, таким образом, эффективности процесса производства и пост-обработки волокна. Для облегчения качественного и количественного анализа результатов эксперимента предложена новая универсальная модель, которая позволяет получать экспериментальные данные в полном диапазоне температур и прямое сравнение определяемых свойств. (Ш.) (Англ)

3.6. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕКОМПОЗИТОВ ДО И ПОСЛЕ ТЕРМОВЛАЖНОСТНОГО СТАРЕНИЯ

Большаков В.А., Кондрашов С.В., Меркулова Ю.И. // Авиационные материалы технологии. – 2015. - №2. – С.61-66

(ПКМ) авиационного назначения изготавливаются автоклавным методом. За рубежом используются в основном безрастворные технологии на расплавных связующих. Безавтоклавные методы формования, например, такие как инфузионные (пропитка под давлением и вакуумная пропитка), позволяют существенно снизить себестоимость изделий из ПКМ. Вакуумная пропитка представляет особый интерес, так как в этом случае не требуется применение сложного технологического оборудования. Для обеспечения работоспособности материала модификация его функционализированными углеродными нанотрубками представляется особенно интересной.

3.7. КИНЕТИКА РЕАКЦИИ ЗАХВАТА СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ С МНОГОСЛОЙНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Radical scavenging reaction kinetics with multiwalled carbon nanotubes / S. Tsuruoka, H. Matsumoto, K. Koyama // Carbon. – 2015. – Vol.83. – March. – P.232-239

Прогресс в получении углеродных нанотрубок (УНТ) вызвал большой интерес среди отраслей промышленности, производящих новые устройства. В то же время, проводимая токсикологическая экспертиза наноматериалов приводит к предсказываемому допустимому пределу воздействия для УНТ, которая поможет в создании более безопасных УНТ. Для осуществления безопасности в последнее время изучается окислительно-восстановительный потенциал в реакциях с УНТ. Однако химическая реакционная способность УНТ не была исследована кинетически, поэтому нет схемы для представления окислительно-восстановительной реакции с УНТ, хотя она была исследована и описана. Кроме того, реакционная способность УНТ рассматривается в отношении примесей, которые состоят из переходных металлов в УНТ, искажающих влияние УНТ на реакцию. (Ш.) (Англ)

4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

4.1. СОЗДАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОНИТЕЙ ПИРОЛИЗОМ ВОДНОГО РАСТВОРА САХАРА ВНУТРИ АСБЕСТОВЫХ НАНОВОЛОКОН

Бутко В.Ю., Неведомский В.Н., Кумзеров Ю.А. // Письма в Журнал технической физики. - 2015, №9. – С.89

Созданы углеродные нанонити пиролизом водного раствора сахара в наноканалах асбестовых волокон. Электронная микроскопия демонстрирует, что диаметр этих наноканалов соответствует диаметру наиболее тонких из получаемых углеродных нанонитей. Часть этих нанонитей имеет графитовую кристаллическую решетку и внутренние поры. Углеродные нанонити после вытравливания асбеста могут сохранять первоначальную форму асбестовых волокон. Нагрев в инертной атмосфере снижает удельное электрическое сопротивление углеродных нанонитей до $\sim 0.035 \text{ } \Omega\text{-cm}$.

4.2. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОСАЖДЕНИЯ В СВЧ-ПЛАЗМЕ НА ПОЛЕВУЮ ЭМИССИЮ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ НАНОАЛМАЗОГРАФИТОВЫХ КОМПОЗИТОВ

Бушуев Н.А., Шалаев П.Д., Яфаров А.Р. // Письма в Журнал технической физики. - 2015, №10. – С.57

Экспериментально установлено и обосновано с использованием кластерной модели структуры аморфного углерода влияние режима осаждения алмазографитовых пленочных структур в неравновесной СВЧ-плазме паров этанола низкого давления на их автоэмиссионные характеристики. Показано, что выбором режима осаждения, обеспечивающего снижение содержания связанного водорода в углеродных структурах, возможно уменьшение порога электрического поля автоэлектронной эмиссии в 4-6 раз по сравнению с пленками a-C:H, полученными другими способами.

4.3. ИЗМЕРЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ В УГЛЕПЛАСТИКЕ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ В НЕГО ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК

Михайловский К.В., Базанов М.А. // Конструкции из композиционных материалов. – 2016. - №2 (142). – С.54-58

Рассмотрены вопросы оценки остаточных технологических деформаций, возникающих в углепластике в процессе отверждения связующего, с помощью внедренных в материал оптоволоконных датчиков с брэгговскими решетками. Описаны основные механизмы формирования остаточных технологических деформаций. Приведены результаты экспериментальных исследований по измерению остаточных технологических деформаций в продольном и поперечном направлениях в образцах из однонаправленного углепластика в процессе отверждения. Полученные результаты охарактеризованы с точки зрения процессов, происходящих в углепластике в процессе отверждения связующего.

4.4. ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТА УГЛЕРОДНЫЕ НАНОВОЛОКНА- SiO_2 И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

Чесноков В.В., Чичкань А.С., Лучихина В.С. // Журнал неорганической химии. – 2016. – Т.61, №3. – С.288-293

Разработан метод синтеза композита углеродные нановолокна- SiO_2 с использованием олигометилгидридсилоксана (ОМГС) в качестве предшественника SiO_2 . Наличие активного водорода в составе ОМГС позволило достичь химического взаимодействия между поверхностью углеродных нановолокон (УНВ) и нанесенным слоем оксида кремния. Установлено, что скорость окисления композита УНВ- SiO_2 уменьшается примерно на порядок по сравнению с исходными УНВ. Исследована термическая стабильность композита УНВ- SiO_2 . Установлено, что в инертной среде композит УНВ- SiO_2 обладает термической стабильностью до температуры 1300°C. При температурах выше 1350°C в результате карботермического восстановления оксида кремния происходит образование волокон карбида кремния SiC .

4.5. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЯНОГО КОКСА (ОБЗОР)

Капустин В.М., Глаголева О.Ф. // Нефтехимия. – 2016. – Т.56, №1. – С.3

Проанализировано состояние и развития процесса коксования нефтяных остатков в мире и в России, сделан акцент на увеличении роли этого процесса в решении задачи углубления переработки нефти. Приведены теоретические представления о термических превращениях тяжелого нефтяного сырья, о структуре основных коксогенов, асфальтенов, рассмотрены результаты исследований в области образования кокса как побочного и (в большей степени) как целевого продукта, дано понятие о моделях структуры кокса. Рассмотрены особенности процесса коксообразования в нефтяных остатках различного химического состава, способы регулирования термоустойчивости сырья, выхода и качества кокса путем различных внешних воздействий.

5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРКОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Фролов Н.В.// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. - №4-1. – С.154-157

В статье приведена современная классификация полимеркомпозитной арматуры в зависимости от различных параметров ее изготовления. Отмечается, что полимеркомпозитная арматура может хорошо воспринимать как силовые, так и агрессивнo-средовые воздействия. Исходя из типа задействованных волокон при изготовлении стержневой арматуры в России применяются следующие варианты ее исполнения: стеклопластиковая (СПА), базальтопластиковая (БПА), арамидопластиковая (АПА) и углепластиковая (УПА). Также имеет место гибридный (комбинированный) вариант, например, когда стержень выполнен из стекловолокна, а его периодическая намотка из базальта и т.п. Наиболее широкое практическое распространение получили арматуры на основе стеклянных и базальтовых волокон, а арматуры из арамидных и углеродных волокон, ввиду высокой стоимости сырья для их изготовления, имеют пока ограниченное применение

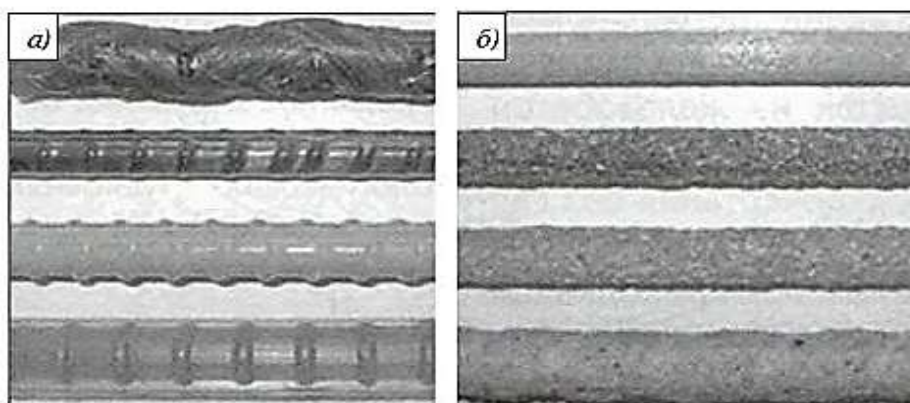


Рис. 2. Виды поверхностного слоя полимеркомпозитной арматуры: а – с искусственными неровностями и навивкой; б – с напылением

5.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕЕВЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дементьева Л.А., Куцевич К.Е., Лукина Н.Ф. // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2016. - №2 (20). – С.3

Приведены реологические свойства клеевых связующих и показана их связь с температурно-временными параметрами технологии получения клеевых препрегов. Показано назначение связующих и представлены свойства клеевых угле- и стеклопрепегов на их основе, а также свойства композиционных клеевых материалов. Работа выполнена в рамках реализации комплексного научного направления 15.1. «Многофункциональные клеящие системы» («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года»)

5.3. КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ЭПОКСИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЕГО ОСНОВЕ ЧАСТЬ 3. РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ И ТЕПЛООВОГО РЕСУРСА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЫ

Николаев Е.В., Барботько С.Л., Андреева Н.П. // Труды ВИАМ. – 2016. - №5 (41). – С.11

Проведена оценка сохраняемости прочностных характеристик полимерных композиционных материалов (ПКМ) - углепластика и стеклопластика на основе эпоксидного связующего - в процессе теплового старения. Выполнен расчет энергии активации процесса теплового старения для ПКМ. Показано влияние циклического воздействия температуры на механические характеристики материалов. Определен уровень сохраняемости прочностных характеристик в течение периода длительной эксплуатации.

5.4. МИКРОСТРУКТУРА И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ АМОРФНОГО УГЛЕРОДА

Андреев А.В., Коротаяев А.Д., Литовченко И.Ю. // Физическая мезомеханика. – 2015. – Т.18, №1. – С.73-83

Методом магнетронного осаждения получены нанокompозитные покрытия на основе аморфного углерода, легированного титаном, никелем и хромом. Методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии, рентгеноструктурного фазового анализа исследованы особенности микроструктуры и фазового состава указанных покрытий. Показано, что структура покрытий представлена наноразмерными частицами *TiC* и *NiCr*, находящимися в аморфной углеродной матрице. Рассматриваемые покрытия на подложке из титанового сплава повышают микротвердость в ~7 раз (до 14 ГПа) и снижают более чем в 2 раза (до $\mu < 0.2$) коэффициент трения. Обсуждаются физические причины повышения твердости и снижения коэффициента трения, а также перспективы модифицирования фазового состава нанокompозитных покрытий на основе аморфного углерода и возможности использования полученных покрытий на изделиях из титановых сплавов.

5.5. ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СТРУКТУРНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗИСТИВНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА

Потекаев А.И., Малиновская Т.Д., Мелентьев С.В. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2016. – Т.59, №6. – С.19-24

Исследовано влияние природы углеродных наполнителей на структурно-чувствительные характеристики резистивных композитов на основе полиуретанового связующего. Установлено влияние размера, формы, концентрации углеродных наполнителей (канальная сажа К-163, графит элементный ГЭ-3, коллоидно-графитовый препарат С-1) и способа введения их в связующее на формирование электропроводящей сетки в структуре композита. Экспериментально определено, что оптимальные параметры удельного объемного электрического сопротивления, твердости, адгезионной прочности, а также низкие значения порога перколяции резистивного композита достигаются при введении наполнителя С-1.

5.6. ВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА НАНЕСЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО ПОКРЫТИЯ НА РУЛОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Перевозникова Я.В., Перевозников А.В., Перешивайлов В.К. // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. – 2014. - №9. – С.157-160

Разработана вакуумная установка рулонного типа и магнетронная распылительная система, в которой несбалансированная конфигурация магнитного поля реализуется за счет использования замкнутого дополнительного контура из электромагнита.

5.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАПОЛНИТЕЛИ

Тарасевич В.А. // Доклады национальной академии наук Беларуси. – 2016. – Т.60, №2. – С.62-66

Предложены составы теплозащитных композиций на основе полиэфиримида и неорганических наполнителей и исследованы их термические характеристики. Установлено, что из исследованных неорганических наполнителей в составе теплозащитных композиций наиболее эффективным является карбид кремния при его содержании 4550 мас. %.

5.8. НЕЛИНЕЙНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИСТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С АГЛОМЕРИРОВАННЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Н.Н. Минакова, А.С. Силютин // Известия Алтайского государственного университета. – 2016. - №1(89). Физика, математика и механика

Показано, что области применения резистивных композиционных материалов зависят от реакции величины объемного электрического сопротивления на эксплуатационные воздействия. Для ряда применений необходима зависимость объемного электрического сопротивления от величины приложенного напряжения, увеличивающаяся в сильных электрических полях — нелинейная вольтамперная характеристика. Изучались эластомеры, содержащие агломерированный наполнитель — технический углерод. Величина объемного электрического сопротивления регулировалась за счет изменения концентрации электропроводящего наполнителя, материала связующего компонента, марки технического углерода, способа обработки его поверхности. Приведены результаты измерения параметров вольтамперной характеристики в электрических полях различной напряженности. Поведение вольтамперной характеристики оценивалось коэффициентом нелинейности. Представлены величины коэффициентов нелинейности для материалов различного состава. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что наполненные техническим углеродом эластомеры можно отнести к материалам со слабой нелинейностью вольтамперной характеристики. Показано, что выявленные закономерности могут быть связаны со специфической структурой агломерированного наполнителя (технического углерода). Представлены результаты, подтверждающие, что слабая нелинейность вольтамперной характеристики имеет место при реализации туннельного механизма электропроводности, характерного для высоконаполненных эластомеров.

5.9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ АВТОКЛАВНОГО ФОРМОВАНИЯ

Власенко Ф. С., Хлебников Н. В., Уткина Т. С. // Композитный мир. – 2016. - №3. – С.56-59

Несмотря на активное развитие безавтоклавных технологий изготовления изделий из полимерных композиционных материалов (далее ПКМ), вызванное стремлением к снижению затрат на приобретение и обслуживание дорогостоящего оборудования. Основными отраслями, применяющими автоклавное формование угле- и стеклопластиков, являются аэрокосмическая отрасль (как гражданский, так и военный сегменты) и машиностроение (в том числе транспортное машиностроение). Для изготовления углепластиков использовались препреги. Формование углепластика проводилось в автоклаве Autoclave 1330x3300, производства компании MAGNABOSCO. Технические характеристики: максимальное рабочее давление 10 бар; максимальная температура 300°C, общий объём автоклава - 6500 л.

6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

6.1. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КОМПОЗИТНОЙ ОТРАСЛИ

Сёмин А.А., Грузинова Е.Н., Малахов А.А. // Перспективные материалы. – 2015. - №2. – С.79-82

Исследованы основные тенденции развития и внедрения технологий получения новых композиционных материалов на кратко-, средне- и долгосрочную перспективу. Проанализированы проблемы в подготовке кадров высшего образования, устранение которых необходимо для качественно нового развития композитной отрасли. Предложено на основании современных требований к знаниям специалистов композитной отрасли, сформировать направление подготовки, обеспечивающее изучение материаловедческих, конструкционных, прочностных, медико-биологических, и прочих дисциплин, а также фундаментальных основ нанотехнологий. Материал статьи инициирует обсуждение проблем и специфики разработок и внедрения современных перспективных технологий получения новых композиционных материалов в разрезе подготовки кадров высшего образования, что интересно для специалистов и работодателей в указанных областях, а также для профессорско-преподавательского состава, аспирантов и магистров профильных вузов.

6.2. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ БАЗИСНЫХ ФАКТОРОВ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИХ ВНЕДРЕНИЮ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОССИИ (ОБЗОР)

Дасковский М.И., Дориомедов М.С., Скрипачев С.Ю. // Труды ВИАМ. – 2016. - №5 (41). – С.6

Представлена информация о базисных факторах, оказывающих влияние на широкое внедрение и применение полимерных композиционных материалов (композитов), конструкций и изделий из них в различных отраслях промышленности России. Поскольку отрасль по созданию и изготовлению композитов в России находится на начальной стадии развития, то выявление проблем внедрения полимерных композиционных материалов и их решение является актуальной задачей. Для повышения эффективности производства композиционных материалов и одновременного роста внутреннего спроса на них необходима систематизация сдерживающих факторов и разработка превентивных мер по их решению.

6.3. ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИИ

Черникова А.А., Лещинская А.Ф., Ломоносова Н.В. // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2015. - №2. – С.80-87

В современных условиях устойчивого роста наноиндустриальной экономики большое значение приобретают изучение инвестиционных процессов и различные методики коммерциализации проектов, связанных с наноразработками. Тесная взаимосвязь понятий “наноэкономика” и “инновационная экономика”, их особенности и основные отличительные черты современного этапа развития позволяют анализировать и прогнозировать инвестиционную политику предприятий, формирование которой предопределяет будущее как конкретных проектов, так и наноиндустрии в целом.

7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

7.1. СПОСОБ ОЧИСТКИ МАССИВОВ CNT ОТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОТРУБОК

<http://nanorf.ru/> 2016. – август // NanoNewsNet

Углеродные нанотрубки (CNT) могли бы революционизировать современную электронику, заменить собой более крупные кремниевые чипы и сделать возможными газетные с интерактивным содержанием. Препятствие на пути к этому, заключается в отсутствии технологии надёжного разделения CNT с разными свойствами. Нанотрубки могут обладать металлическими или полупроводниковыми свойствами. Оба этих типа интересны и перспективны для электронных приложений, но только в чистом, изолированном виде. В любом же из известных процессов синтеза CNT образуются кластеры, содержащие смесь металлических и полупроводниковых нанотрубок.



Результатом исследований в лабораториях всего мира стал полимер, растворяющий полупроводниковые CNT, которые вымываются, оставляя только металлические нанотрубки. Однако до сих пор не было известно способа изолировать полупроводниковые углеродные наноструктуры.

Ключевое открытие сделали исследователи из канадского Университета Макмастера. Группа под руководством профессора химии, Алекса Адриана, смогла поменять на противоположные электронные характеристики полимера, удаляющего полупроводниковые CNT. Благодаря этому канадским химикам удалось обратить этот процесс вспять, используя его для очистки кластеров нанотрубок от металлической составляющей. Статья, посвященная этой работе, была анонсирована на обложке издания *Chemistry - A European Journal*. Авторы намерены развить достигнутый успех и найти способ синтеза ещё более эффективных полимеров, а также масштабировать процесс для промышленного применения.

7.2. В ДВИГАТЕЛЯХ LAMBORGHINI ПОЯВЯТСЯ УГЛЕКОМПОЗИТНЫЕ ШАТУНЫ

Композитный мир. – 2016. - №3. – С.15

Использование композитных материалов для изготовления кузовных панелей и даже силовой структуры кузова автомобилей уже никого не удивляет. Но итальянский производитель автомобилей разрабатывает новую технологию изготовления углекомпонитных компонентов, которая позволит расширить их применение. Чтобы получить возможность использовать компоненты из композитов в конструкции силовых агрегатов, Lamborghini хочет усовершенствовать технологию, в которой при изготовлении деталей используются огромное давление и очень высокая температура. Этот процесс позволяет не только существенно ускорить производство (на создание одной детали в пресс-форме уходит около 3 минут против нынешних 12 часов), но и получать заметно более прочные и жесткие элементы. В Lamborghini рассчитывают, что смогут поточно изготавливать из углекомпонита, к примеру, шатуны и другие компоненты поршневой группы для своих моторов. Будучи существенно легче металлических, они позволят двигателю более оперативно реагировать на педаль газа и быстрее раскручиваться до нужных оборотов. Кроме того, итальянцы рассчитывают при помощи углекомпонита еще и увеличить рабочий диапазон двигателя. Образцы двигателей с углекомпонитными деталями в конструкции уже проходят стендовые испытания.

8. СТАТЬИ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

РАЗРАБОТКА ЛЕГКОВЕСНЫХ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (УУКМ)

Умноое производство. – 2016. - №34 // Материал предоставлен журналом «Новые промышленные технологии», www.cnilot.ru

Разработка легковесных углерод-углеродных композиционных конструкционных материалов (УУКМ) инициировалась необходимостью получения высокотемпературных (до 600°C) фильтров для улавливания аэрозолей, включая радиоактивные частицы. Срок службы таких фильтров ~ 20 лет.

Жесткая углеродная теплоизоляция в тот же период нашла широкое применение в электровакуумных печах до 2700°C [2]. Конструкционная теплоизоляция, облицованная с рабочей стороны карбонизованной бумагой или терморасширенной графитовой фольгой, имеет высокое сопротивление воздействию металлов и проникновению вызывающих коррозию паров.

Электровакуумные технологии в последние годы являются неотъемлемой частью современного машиностроения [3,4]. Основные технологии разработаны, например, для:

- термовакуумной обработки и закалки газотурбинных лопаток газотурбинных авиационных и газоперекачивающих двигателей;
- ионной цементации рабочих поверхностей зубчатых колес;
- получения жаростойких сплавов методом направленной кристаллизации;
- получения твердосплавного инструмента.

Процесс ионной цементации в 2-4 раза интенсифицирует диффузионное насыщение металлической поверхности, снижает время процесса закалки поверхности до 2-4 ч и в 2 раза повышает износостойкость и контактную выносливость зубьев передач, снижает расход электроэнергии и технологических газов [5]. В температурном интервале 850-1100°C реализуется комбинация ионной цементации (нитроцементация) непосредственно с закалкой. Закалочные камеры входят в состав установки – одна для закалки в масле, вторая – для закалки в потоке азота при давлении до 6 атм. В температурном интервале от 1500 до 1600°C осуществляются процессы спекания твердосплавной металлокерамики. При такой рабочей температуре молибденовая экранно-вакуумная теплоизоляция имеет очень ограниченное время надежной эксплуатации из-за коробления экранов вплоть до их взаимного касания и разрушения.

Экранно-вакуумные печи с углеродными материалами применяются [6] и в других технологических процессах: термообработка и спекание сталей, титана и титановых сплавов при 1000-1300°C; спекание твердых сплавов и карбидосталей при 1350-1550°C; синтез порошков и спекание изделий из карбидов Si, Ti, Zr, W, B; нитридов Si, Al, боридов Ti, Zr; керметов различного состава при 1700-2200°C. В организациях авиационной промышленности освоена вакуумно-плазменная технология высоких энергий, которая позволяет алитировать, силицировать, хромировать рабочие поверхности лопаток современных ГТД [7], что повышает в несколько раз их работоспособность.

Уровень тепловых потерь (Q , кВт) в ЭВП при температуре процесса 1600°C в зависимости от объема печей (V , дм³) типа СНВ [6] в диапазоне объемов рабочих камер печей до 250 дм³ с высоким коэффициентом детерминации аппроксимируется выражениями:

$$Q_{\text{металлическая экранно-вакуумная теплоизоляция}} = 2,8 V, R^2 = 0,89;$$

$$Q_{\text{углерод-углеродная легковесная теплоизоляция}} = 0,8 V, R^2 = 0,95.$$

Как видно, печи с углеродной теплоизоляцией из легковесных КМ значительно более

экономичны по сравнению с ЭВП с металлическими высокотемпературными узлами с экранно-вакуумной теплоизоляцией из жаростойких металлов.

Корпуса камер электровакуумных печей (ЭВП) выполняются из водоохлаждаемых царг, отделяемых от рабочего пространства графитовым экраном и углеродной легковесной теплоизоляцией. Основными типами углеродных теплоизоляционных материалов являются:

- углеродные ткани и войлоки, получаемые высокотемпературной обработкой (карбонизация, графитация) синтетических полимерных материалов с первоначально заданной структурой ткани или войлока, в ряде случаев прошитые углеродной нитью [8];
- углеродные пересыпки, в том числе сажевые, полученные механическим диспергированием углеродных материалов и применяемые в конструкциях упакованными в мешки из графитовой ткани [9];
- углеродные легковесные материалы, полученные на основе порошкообразных наполнителей с использованием при карбонизации веществ-порообразователей [10];
- углерод-углеродные конструкционные легковесные КМ, получаемые связыванием в композицию углеродной матрицей из фенольных смол, каменноугольного пека или пироуглерода диспергированных углеродных волокон [11,12].

Только последняя группа материалов имеет наилучшую технологичность в сборке, разборке печей и при ремонте теплоизоляции.

Расчетный анализ [13] показывает высокую потенциальную работоспособность экранно-вакуумной теплоизоляции в случае последовательной сборки в ЭВП всего двух коаксиальных цилиндров с теплопроводностью углеродных легковесных конструкционных материалов – от 1 до 3 Вт/(м.К) при температуре «горячей» стенки в $\sim 1600^{\circ}\text{C}$. В конструкции электровакуумных печей применяются углеродные нагревательные элементы (терморезисторы), а также различная вспомогательная графитовая оснастка. Выбор углеродных материалов для таких процессов определяется их жаростойкостью, экологической чистотой, энергетической экономичностью по сравнению с металлическими системами терморезисторов и экранно-вакуумной теплоизоляцией.

Среди углеродных материалов в электровакуумных печах в настоящее время в России и за рубежом широкое применение находят и двухмерные углерод-углеродные КМ [14]. По сравнению с конструкционными графитами УУКМ обладают более высокой термостойкостью, более высокой стойкостью к ударным нагрузкам, а так же более высокой



механической прочностью. Это позволяет использовать их в качестве силовых элементов печей и оснастки. Углерод-углеродные конструкционные легковесные КМ применяют также для изготовления легковесной конструкционной теплоизоляции ЭВП. На рис. приведен фрагмент конструкции крупногабаритной теплоизоляционной оболочки из легковесного углерод-углеродного композиционного материала диаметром до 2500 мм.

При проведении контроля температурного поля в печи FHV-90 (Ulvac) при предельной температуре 1270°C и вакууме $(1,33 - 6,65) \cdot 10^{-3}$ Па при массе садки из рабочих лопаток ГТД в 200 кг после замены теплоизоляционного пакета на конструкцию из материала производства НИИГрафит [11] экспериментально установлен перепад температуры по объему печи в пределах $\pm 7^{\circ}\text{C}$. Измерение температур проводили в объеме садки диаметром 770 мм и высотой 720 мм. Термопреобразователи типов ХА-68 и ПР-13 зачеканивали в лопатки ГТД на трех уровнях по высоте садки и по двум термопреобразователям на каждом уровне.

Аналогичные определения температуры в печи типа ЭШВ с размерами садки по диаметру 1400 мм и высота 1400 мм общей массой 250 кг, при операции пайки дисков 3-й ступени

компрессора ГТД при предельной температуре 850°C дали перепад температуры в $\pm 10^\circ\text{C}$. Вакуум составлял 10^{-1} Па; число зачеканенных в диски ГТД термопреобразователей в количестве, как и в предыдущем опыте: 6 шт.

В теплопроводность углеродных пористых материалов соответствующий вклад вносят:

- собственная теплопроводность углеродного материала;
- контактное термическое сопротивление зерен материала;
- теплопроводность газа-заполнителя пор;
- эффективная теплопроводность за счет внутривещного переизлучения.

Для стандартного углерод-углеродного материала ТКМ (теплозащитный композиционный материал производства НИИГрафит зависимости изменения $T_{\text{внешней стенки теплоизоляции, К}}$ от температуры в рабочей зоне печи $T_{\text{рабочей зоны печи, К}}$ в диапазоне рабочих температур от 900 до 2800 К и толщин стенки теплоизоляции от 30 до 100 мм аппроксимируется экспоненциальным выражениями:

$$\begin{aligned} T_{\text{ст. при её толщине 30 мм}} &= 363.05e^{0.0004T_{\text{печи}}}, R^2 = 0.998; \\ T_{\text{ст. при её толщине 40 мм}} &= 349.01e^{0.0004T_{\text{ст.}}}, R^2 = 0.9983; \\ T_{\text{ст. при её толщине 60 мм}} &= 327.93e^{0.0003T_{\text{печи}}}, R^2 = 0.9992; \\ T_{\text{ст. при её толщине 80 мм}} &= 315.54e^{0.0003T_{\text{печи}}}, R^2 = 0.9996; \\ T_{\text{ст. при её толщине 100мм}} &= 306.83e^{0.0003T_{\text{печи}}}, R^2 = 0.9998. \end{aligned} \quad (1)$$

Предэкспонентный множитель зависит от толщины стенки теплоизоляции (δ , мм) выражением с коэффициентом парной корреляции (R^2) равным 0,9976.

$$K_{\text{предэксп.}} = 584,6\delta^{-0.1404}; \quad (2)$$

Зависимость тепловых потерь в стенку (Q , кВт/м²) от температуры в рабочей зоне ($T_{\text{печи, К}}$) и толщины теплоизоляционной стенки (δ , мм) в том же диапазоне рабочих температур и толщин стенок теплоизоляции аппроксимируется выражением:

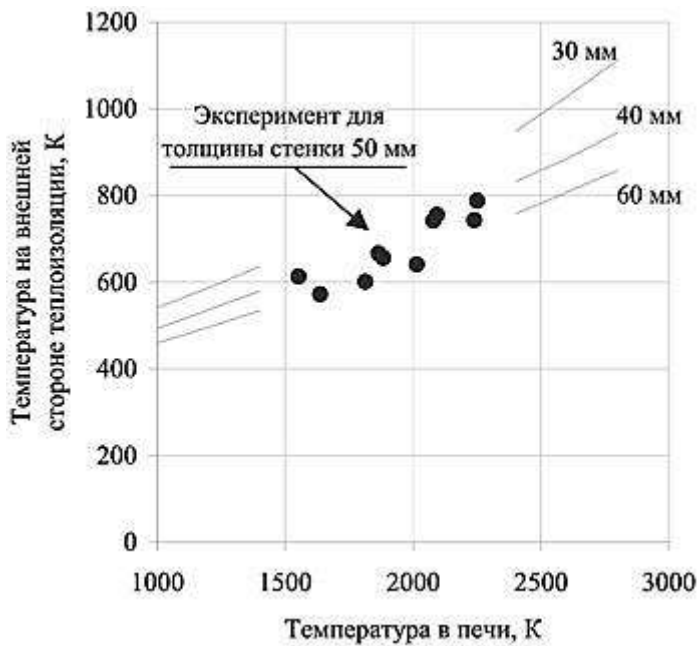
$$Q_{\text{стенку.}} = 14.27\delta^{-0.84} \exp 0.0015T_{\text{печи}}; \quad (3)$$

с коэффициентом детерминации (R^2) равным не менее 0,996.

Закономерность изменения $T_{\text{внешней стенки теплоизоляции, К}}$ от температуры в рабочей зоне печи $T_{\text{рабочей зоны}}$ используется при постановке теплоизоляции в новую конструкцию и позволяет уточнить выбор типа материала и толщины стенки теплоизоляции из условия обеспечения температуры на границе с металлической стенкой печи не более 673 К, при которой водоохлаждаемая стенка печи может длительно и безаварийно эксплуатироваться. Зависимость тепловых потерь в стенку (Q , кВт/м²) от температуры в рабочей зоне ($T_{\text{печи, К}}$) и толщины теплоизоляционной стенки (δ , мм) используется при проектировании новых печей или при оценке применения теплоизоляции в новом типе теплового узла, т.к. позволяет конструктору выбрать необходимую толщину стенки для уменьшения тепловых потерь и снижения удельного расхода электроэнергии.

Сопоставление расчетных температурных полей в печи и эксперимента в крупногабаритном оборудовании приведено на рис. Как видно из рис., имеется достаточное для практики совпадение расчетных теплофизических нормалей, базирующихся на лабораторных теплофизических испытаниях, и экспериментальных результатов в крупногабаритных печах типа СШВ, Ulvac и т.д.

Углерод-углеродные конструкционные легковесные КМ характеризуются низким коэффициентом термического линейного расширения (α), что весьма существенно для конструкций больших размеров (L), эксплуатирующихся при температурах (T) на два порядка величины превышающих комнатные температуры. В высокотемпературных конструкциях



тепловое удлинение фрагментов ($\Delta L = \alpha \times \Delta T \times L$) может привести к разрушению сборки терморезисторов, оснастки и теплоизоляции или к образованию зазоров, которые создадут в объеме печи «тепловое замыкание», когда излучение от нагревателей непосредственно падает на внутреннюю поверхность металлических царг.

Термическая деформация композитных материалов в 2-3 раза меньше, чем стандартных конструкционных графитов [14]. Повышение температуры обработки от 2000 до 3000°C приводит к дополнительной термической стабилизации КМ и конструкции в целом. Особенно низкую термическую деформацию имеют легковесные

углеродные КМ на основе углеродных волокон. Так удлинение (ΔL) графитовых деталей диаметром около 500 мм при нагреве до 2200 °С составит 6 ... 10 мм, а для углеродных КМ – 1...3 мм.

Теплофизические свойства теплоизоляционных углерод-углеродного легковесного композиционного материал ТКМ.

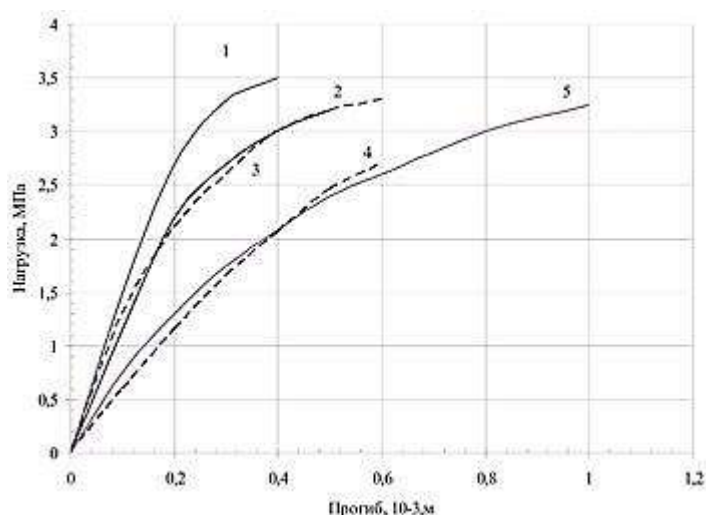
Характеристика материала	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации, %
Композиция на основе полиакрилонитрильного углеродного волокна			
Кажущаяся плотность, кг/м ³	180	40,8	20,7
Открытая пористость, %	88,3	2,5	2,8
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) Δплите/II плите при температуре, °С			
20	0,33/0,35	0,04/0,01	4,1/1,9
1200	0,33/0,36	0,01/0,01	2,1/1,7
1800	0,43/0,56	0,01/0,02	2,3/3,6
2100	0,52/0,69	0,02/0,01	3,8/0,9
2400	0,63/0,89	0,07/0,03	11,1/1,1
2700	0,78/1,15	0,03/0,01	3,8/0,9
Коэффициент термического линейного расширения, К ⁻¹ · 10 ⁻⁴ в температурном интервале, °С:			
от 20 до 200	0,17/0,43	0,23/0,37	117,6/86,0
от 20 до 600	0,39/0,74	0,07/0,39	17,7/50,0
от 20 до 1000	0,63/1,11	0,24/0,17	22,2/15,5
от 20 до 1500	1,32/-	0,11/-	12,2/-
от 20 до 1800	1,60/-	0,07/-	4,4/-
Предел прочности при трехточечном изгибе, МПа при температуре, °С			
20	2,7	0,78	28,9
1000	2,5	0,53	21,1
1500	2,8	0,71	15,4
1800	2,4	0,66	27,5
2000	3,1	0,95	30,6
Композиция на основе вискозного углеродного волокна			
Кажущаяся плотность, кг/м ³	140	24,0	17,2
Открытая пористость, %	91,2	1,5	1,7
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) Δплите/II плите при температуре, °С			
20	0,30/0,35	0,04/0,01	13,3/1,9
1200	0,34/0,45	0,01/0,01	2,1/1,9
1800	0,43/0,56	0,01/0,01	2,7/2,2
2100	0,51/0,67	0,01/0,01	2,0/1,3
2400	0,64/0,87	0,01/0,01	1,6/1,1
2700	0,75/1,16	0,03/0,02	4,0/1,7
Коэффициент термического линейного расширения, К ⁻¹ · 10 ⁻⁴ в температурном интервале, °С:			
от 20 до 200	0,3/0,6	0,08/0,14	26,7/23,3
от 20 до 600	0,4/0,8	0,07/0,06	17,5/7,5
от 20 до 1000	0,7/0,9	0,07/0,21	16,7/20,0
от 20 до 1500	1,30/-	0,11/-	8,5/-
от 20 до 1800	1,60/-	0,12/-	7,5/-

Другой характерной особенностью углеродных КМ является их низкая теплопроводность и соответственно, температуропроводность, по сравнению с конструкционным графитом. Общим для тех и других является повышение теплопроводности при повышении температуры обработки. Однако у углеродных КМ этот рост в направлении, перпендикулярном укладке такни, практически прекращается выше температуры обработки 1000°C. Это открывает широкие возможности создания экранной теплоизоляции из цилиндрических двумерно армированных оболочек из углеродных КМ [14]. Легковесные углеродные КМ обладают минимальной теплопроводностью [11]. Физико-механические и теплофизические свойства легковесного углеродного материала приведены в таблице. В составе этих материалов при их плотности в 0,2-0,35 г/см³ объемная доля углерода составляет 5-7%.

Остальной объем материала – поры, заполненные инертным газом или рабочей газовой средой ЭВП.

Механическая прочность легковесных КМ достаточна для создания самонесущих крупногабаритных теплоизоляционных конструкций или даже малонагруженных (внешней нагрузкой) тонкостенных оболочек. Предел прочности при сжатии таких материалов на уровне 2-4 МПа и при изгибе 1,5-2,5 МПа сохраняются на исходном уровне до температур более 2000°C. Повышение прочности конструкций из легковесных УУКМ достигается при создании на их базе сэндвичевых материалов с внешними слоями из двумерно армированного УУКМ, из ткани или из терморасширенного графита.

Экспериментальные кривые деформирования при 3-точечном изгибе образцов легковесных углерод-углеродных КМ размерами 52X10X10 мм в температурном диапазоне испытания от 20 до 2000°C представлены на рисунке. Как видно их линейность сохраняется до температуры испытания 2000°C и до нагрузки не менее 60% от ее предельного значения.



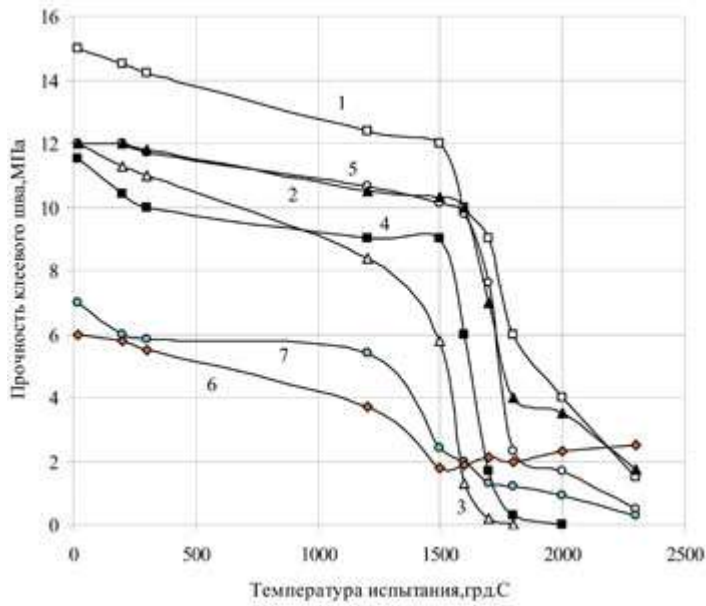
Найденный характер деформирования означает отсутствие ползучести и обеспечивает в пределах указанной нагрузки практически неограниченную долговечность эксплуатации теплоизоляционных конструкций в составе электро-вакуумных печей при температурах более 1600-2000°C, когда все жаростойкие металлы коробятся и теряют свою пригодность для использования в качестве экранов экранно-вакуумной теплоизоляции.

Работоспособность легковесной углеродной теплоизоляции подтверждена до температуры ~ 2850°C. Экспериментальная печь разработана и эксплуатировалась в ГНЦ им. Курчатова по программе изучения воздействия на конструкционные материалы атомного реактора расплава имитатора ядерного топлива – двуокиси урана и тория при температуре ~ 2850°C. Из УУКМ разработки ФГУП «НИИГрафит» изготовили терморезисторы на основе углеродной вязкой ткани. Горячая стенка высокотемпературной камеры футеровалась УУКМ, из которого изготавливали и терморезисторы. Все элементы печи, в том числе и теплоизоляция, после проведения опытных плавов не имели короблений, эрозионного уноса или изменения теплофизических и электротехнических свойств.

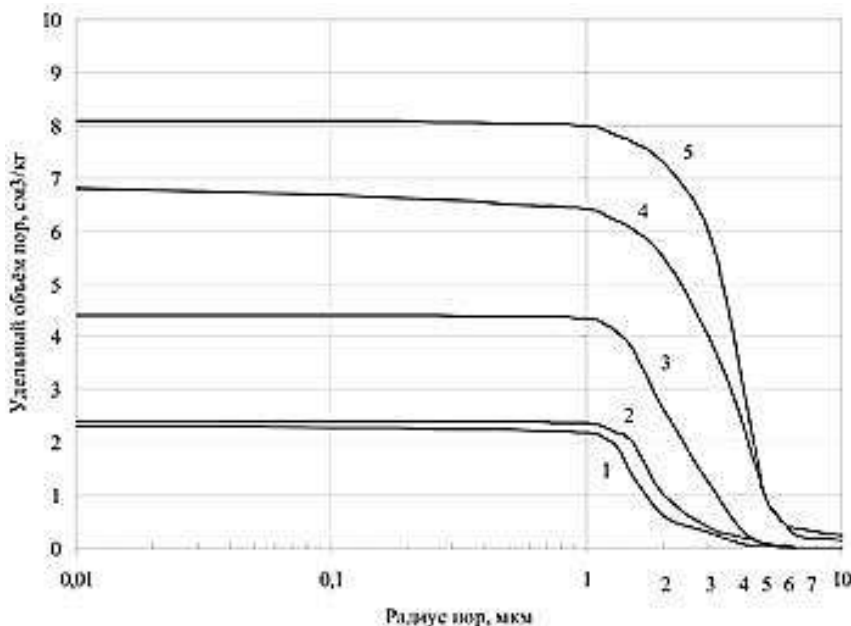
В настоящее время ФГУП «НИИГрафит» проводит разработку исходных данных для организации опытного производства на собственной площадке и крупнотоннажного производства углерод-углеродных конструкционных легковесных КМ на заводах ООО «Аргон» и ООО «ЗУКМ».

Основной частью технологической схемы изготовления углерод-углеродных конструкционных легковесных КМ является диспергирование отходов углеродных волокон, тканей, штапеля, пасм и образование однородных смесей с жидким (раствор) или сухим полимерным связующим. В ряде случаев для уменьшения стоимости продукции в волокнистую шихту допустимо добавление отходов некарбонизованного вязкого или окисленного полиакрилонитрильного волокна. Связующими могут быть термопластичные вещества – глицерин, каменноугольная смола, каменноугольные пеки или терморезистивные – феноло-формальдегидные смолы.

Объемное содержание углеродной волокнистой компоненты не должно превышать 7-10%. Пористость композиционного материала при этом имеет уровень 95-96%, что и определяет высокие теплофизические свойства углеродной теплоизоляции. Пресспакет формируется при комнатной температуре.



вариация температуры высокотемпературной обработки при других температурах эксплуатации. В случае требований повышенной чистоты материала предельную температуру обработки следует уточнить в соответствии с правилами получения особо чистых углеродных материалов. Блоки легковесного материала используют для сборки крупногабаритных конструкций, склейкой адгезивами и высокотемпературной обработкой после склейки. Наиболее изучена сборка конструкций из углеродных КМ с применением жаростойких клеев на основе феноло-формальдегидных смол. Для повышения прочности клеевого шва в клеевой состав вводятся наполнители, образующие с углеродом карбиды. На рис. показана зависимость прочности при растяжении клеевых швов между углеродными поверхностями в зависимости от температуры [15]. Стабилизация прочности при температурах 1200-1600°C определяется формированием карбидной фазы в клеевом шве. Углеродно-керамический клеевой шов практически устойчив до температуры 1800°C и сохраняет техническую пригодность до температуры эксплуатации в 2000°C. Конструкции из легковесных УУКМ транспортабельны в специальной таре автомобильным, авиационным или железнодорожным транспортом, выдерживают технологическую сборку при установке в печах подкрановой такелажной оснасткой, выносят при этих операциях ударные нагрузки, а при механическом



Высокотемпературная часть технологии изготовления углеродных ТЗП как и при получении конструкционного графита включает карбонизацию и высокотемпературную обработку. Особенностью технологии является относительно непродолжительная операция уплотнения пироуглеродом при разложении сетевого газа. Предельная температура высокотемпературной обработки должна соответствовать температуре предстоящей эксплуатации, но не ниже 1600°C. При этой температуре формируются основные термодинамические и теплофизические свойства углеродных материалов – уровни теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности. Допустима

внешнем повреждении материал легко ремонтируется. Прогоревшие или разрушенные фрагменты вырезают лезвийным инструментом, заполняют подготовленным элементом и приклеивают его смолой холодного отверждения или феноло-формальдегидной смолой. После первого технологического высокотемпературного цикла клеевой шов имеет прочность, не уступающую прочности самого материала. Время эксплуатации цилиндрических сборок,

теплоизоляционных экранов крышки и днища печей экспериментально установлено до 10 лет. Основными причинами выхода из строя такой конструкционной теплоизоляции отмечали окисление при открытии печи при температуре менее 300°C или многократное травмирование при погрузочно-разгрузочных работах. В случае необходимости повышения прочности и жесткости конструкции швы сборки снаружи и изнутри оболочки обклеивают полосами углеродной ткани. Такие сэндвич-конструкции в случае необходимости многократно выдерживают сборку-разборку при каждом технологическом цикле. Кривая деформирования сэндвича при 3-точечном изгибе также линейна. Причем первичные расслоения в слое углеродной теплоизоляции не приводят к разрушению конструкции в целом.

На рисунке приведены диаграммы интегрального распределения пор легковесного УУКМ по размерам их радиусов. Настоящие результаты получены методом ртутной порометрии. Абсолютный уровень пористости может технологически регулироваться практически в пределах порядка величины при вариации кажущейся плотности от 0,11 до 0,32 г/см³. Как видно из рис., радиусы пор распределены в узком интервале их размеров. Абсолютный размер пор, очевидно, связан с размером диаметра углеродного филамента – 6 ... 10 мкм. Такие размеры пор могут обеспечить эффективное улавливание аэрозолей в случае применения изделий из легковесного УУКМ в качестве жесткого высокотемпературного фильтра.

Выводы:

1. Легковесные углерод-углеродные материалы могут эффективно служить в высокотемпературных конструкциях в атомной, электротехнической, металлургической и химической промышленности.

2. Промышленное производство таких материалов не требует разработки принципиально новых технологических процессов, ранее не использовавшихся в отечественной практике.

3. Реализация плана ФГУП «НИИГрафит» по созданию технологии производства теплозащитного низкоплотного материала ТКМ под руководством НПЦ «ХимпромИнжинеринг» в опытно-производственном производстве на собственной площадке ФГУП «НИИГрафит» и крупнотоннажного производства углерод-углеродных конструкционных легковесных КМ на заводах ООО «Аргон» и ООО «ЗУКМ», наряду с утилизацией отходов углеродного волокна, обеспечит отечественную промышленность высококачественными жаростойкими материалами.

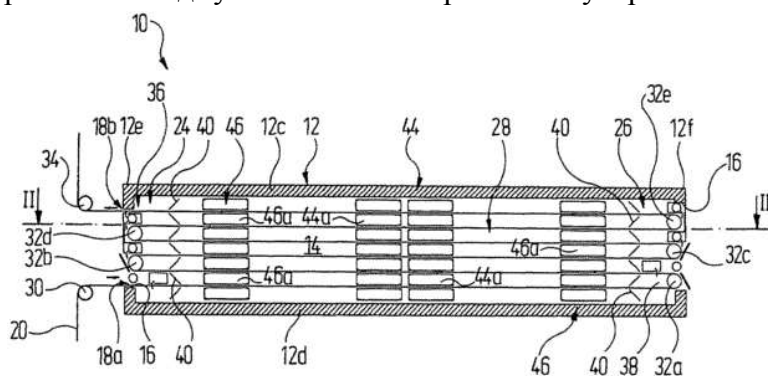
9. ПАТЕНТЫ

1. Патент РФ № 2585644 от 20.05.2016 года, З.№ 2013139660 от 12.01.2012 года.
Международная заявка WO 2012104011 от **09.08.2012** года Патентообладатель - АЙЗЕНМАНН СЕ (DE) - D01F 9/12

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ

Изобретение относится к окислительной печи для окислительной обработки волокон, прежде всего для изготовления углеродных волокон. Окислительная печь содержит корпус, который за исключением проходных областей для углеводородных волокон является газонепроницаемым, технологическую камеру, находящуюся во внутреннем пространстве корпуса, устройство подачи горячего воздуха в технологическую камеру, обводные ролики, которые обрамляют технологическую камеру

и проводят волокна через технологическую камеру, лежащими рядом зигзагообразно в форме ковра, причем волоконный ковер образует между противоположащими обводными роликами одну плоскость. При этом устройство подачи воздуха выполнено так, что



горячий воздух является направляемым к противоположащей технологической камере стороне обводных роликов, так что горячий воздух обтекает соответствующий обводной ролик и волокна до их входа в технологическую камеру. Изобретение обеспечивает высокий положительный энергетический баланс.

2. Патент РФ № 2577578 от 20.03.2016 года, З.№ 2014151947 от 23.12.2014 года. Патентообладатель - Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственный центр "УВИКОМ" (ООО НПЦ "УВИКОМ") (RU) - D01F 9/16

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Изобретение может быть использовано при получении теплозащитных материалов. Сначала жидкие олигомерные смолы, содержащие (5-15)% силанольных групп, соответствующих общей формуле: $\text{HO}\{\text{MeSi}(\text{OH})\text{O}\}[\text{Me}_2\text{SiO}]_m\text{nH}$, где Me - метил; m и n - целые или дробные числа: $m=1-3$, $n=3-10$, с молекулярной массой 900-2400 и вязкостью 520-1700 сП, подвергают вакуумной отгонке при температуре (115-130)°C до содержания толуола (0,5-1,0) мас.%. Затем готовят пропиточный раствор, содержащий (5-7) мас.% указанных олигомерных смол и растворитель, например, толуол. Исходный гидратцеллюлозный материал, например ленту вискозную тканую однонаправленную, однослойную вискозную ткань саржевого переплетения, многослойную вискозную ткань, тканый сетчатый материал, пропитывают полученным пропиточным раствором, сушат при (150-170)°C и подвергают терморелаксации при (180-200)°C в режиме свободной усадки. Затем карбонизируют при конечной температуре 600°C и степени деформации от (-25)% до (+30)%, и проводят высокотемпературную обработку в инертной среде при температуре до 2500°C и степени деформации от (-10)% до (+30)%. Технический результат - получение углеродных волокнистых материалов с высокими физико-механическими показателями при одновременном снижении пожароопасности процесса.

3. Патент РФ № 2574530 от 10.02.2016 года, З.№ 2014130996 от 21.12.2012 года. **Международная заявка WO 2013101746** от **04.07.2013** года. Патентообладатель - ХАРПЕР ИНТЕРНЭШНЛ КОРПОРЕЙШН (US) - F27B 9/00

ПЕЧЬ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНА

Изобретение относится к печи для термообработки волокна. Печь содержит конвейер, выполненный и расположенный с возможностью перемещения изделия, обрабатываемого при перемещении в печи, систему подачи первичного воздуха, выполненную и расположенную с возможностью подвода нагретого потока первичного воздуха, систему подачи вторичного воздуха, выполненную и расположенную с возможностью подвода нагретого потока

вторичного воздуха, корпус обработки, выполненный и расположенный с возможностью приема и удержания изделия и потока первичного воздуха, изолированный корпус, выполненный и расположенный с возможностью приема нагретого потока вторичного воздуха, причем корпус обработки выполнен и расположен с возможностью продолжаться через изолированный корпус и нагретый поток вторичного воздуха и с возможностью отделять поток первичного воздуха от потока вторичного воздуха. Обеспечивается повышение эффективности обработки волокна, исключение последующей обработки отходящего газа и эффективная обработка технологических нарушений.

4. Патент РФ № 2578664 от 10.02.2016 года, З.№ 2012142179 от 20.01.2011 года. **Международная заявка WO 2011109125** от **09.09.2011** года. Патентообладатель - ГАРДИАН ИНДАСТРИЗ КОРП. (US) - В82У 30/00

ПРОЗРАЧНЫЕ ПРОВОДЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ, ВКЛЮЧАЮЩЕЕ ДОПИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ И НАНОПРОВОЛОЧНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, И СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Изобретение относится к вариантам способа получения покрытого изделия. Покрытое изделие включает стеклянную подложку, на которую нанесена тонкая пленка, содержащая углеродные нанотрубки (УНТ). Один из вариантов способа включает обеспечение УНТ-содержащей краски; корректировку реологических свойств УНТ-содержащей краски посредством добавления к краске поверхностно-активных веществ, так чтобы полупроводниковые УНТ, находящиеся внутри краски, с меньшей вероятностью слипались вместе; нанесение краски, имеющей скорректированные реологические свойства, на стеклянную подложку с получением промежуточного покрытия; обеспечение материала поверх промежуточного покрытия для существенного улучшения адгезии УНТ-содержащей тонкой пленки к стеклянной подложке; и допирование промежуточного покрытия солью и/или суперкислотой, чтобы химически функционализировать промежуточное покрытие при формировании УНТ-содержащей тонкой пленки. Материал, обеспечиваемый поверх промежуточного покрытия, включает поливинилпирролидон или является тонкопленочным материалом, включающим диоксид циркония или кремния. Технический результат - получение УНТ-пленок с улучшенным электронным качеством

5. Патент РФ № 2586140 от 10.06.2016 года, З.№ 2015114206 от 16.04.2015 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (RU) - В82У 30/00

ХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ АЛМАЗОВ.

Изобретение относится к неорганическому синтезу искусственных алмазов размером до 150 мкм, которые могут найти промышленное применение в производстве абразивов и алмазных смазок, буровой технике. Синтез алмазов осуществляют в расплавленной металлической матрице при непосредственном взаимодействии углеродсодержащей добавки, содержащейся в концентрациях от 2 до 10 мас.% в расплаве хлоридов и/или фторидов щелочных металлов, с расплавленными металлами, такими как алюминий, цинк, магний, олово, свинец, а также их сплавами в течение 1-5 ч при температуре 700-900°C в атмосфере воздуха и последующем охлаждении и/или термообработке, при этом в качестве углеродсодержащей добавки используют карбиды металлов или неметаллов. Изобретение позволяет получать кубические нано- и микроалмазы при атмосферном давлении и пониженной температуре без использования сложного технологического оборудования.

6. Патент РФ № 2585634 от 27.05.2016 года, З.№ 2015127158 от 06.07.2015 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН) (RU) - В82У 30/00

СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗМЕРОВ АЛМАЗОВ

Изобретение относится к области получения синтетических алмазов и может быть использовано в качестве детекторов ядерного излучения в счетчиках быстрых частиц, а также в ювелирном деле. Способ включает осаждение углерода на затравочные кристаллы алмазов при их нагреве в вакууме, при этом затравочные кристаллы предварительно фиксируют на поверхности полированной пластины монокристаллического кремния, покрытой слоем поливинилацетата, после чего нагревают пластины кремния при электрическом потенциале смещения 80 В в вакууме, затем напускают метан при давлении 10-30 Торр и проводят изотермическую выдержку при температуре $1170 \pm 20^\circ\text{C}$ с циклической откачкой реакционных продуктов и напуском свежего метана. Технический результат заключается в существенном увеличении исходных кристаллов алмаза в групповом процессе за значительно более короткое время технологического цикла

7. Патент РФ № 2591942 от 20.07.2016 года, З.№ 2014117529 от 28.09.2012 года. **Международная заявка WO 2011109125** от **09.09.2011** года. Патентообладатель - ППГ ИНДАСТРИЗ ОГАЙО, ИНК. (US) - В82У 30/00

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Изобретение относится к химической промышленности и нанотехнологии. В термическую зону, в которой инертная атмосфера и содержится плазма, вводят углеводородный предшественник, способный образовывать двухуглеродные фрагментированные частицы, который содержит н-пропанол, этан, этилен, ацетилен, винилхлорид, 1,2-дихлорэтан, аллиловый спирт, пропионовый альдегид, винилбромид или метан. Предшественник нагревают до температуры более 3500°C . Полученные графеновые частицы собирают. Изобретение позволяет получить высококачественные графеновые частицы, имеющие менее 30 слоёв атомов углерода, толщину менее 10 нм, массу по меньшей мере 10 % от массы предшественника, удельную поверхность по БЭТ по меньшей мере 70 м²/г, среднее аспектовое отношение больше чем 3:1.

8. Патент РФ на полезную модель № 160348 от 20.03.2016 года, З.№ 2015146587 от 29.10.2015 года. Патентообладатель - Вайцехович Сергей Михайлович (RU) - В82У 30/00

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ

Изобретение относится к устройствам для изготовления периодических профилей из дисперсных материалов, в частности к пресс-формам для прессования нанопорошков. Устройство для изготовления периодических профилей и мерных заготовок, преимущественно из дисперсных наноматериалов, содержащее корпус с камерой прессования, снабженный с одной стороны подвижным пуансоном и с противоположной стороны валками, смонтированными на ползунах в проемах корпуса с возможностью вращения, при этом каждый ползун и удерживаемый им валок снабжены двумя парами мотор-редукторов (одна пара - для перемещения ползунунов в горизонтальном направлении, другая пара - для вращения валков) и гидроцилиндрами, для поджима валков в процессе работы.

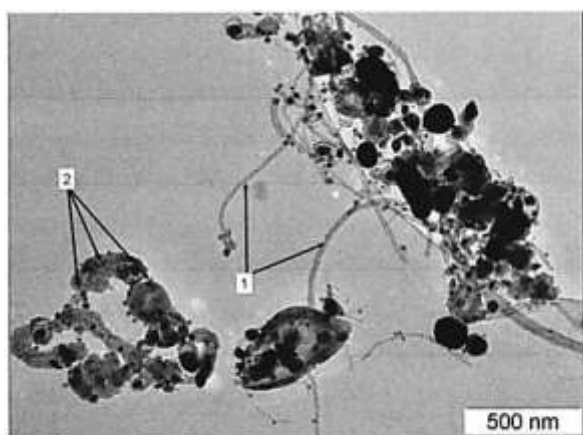
9. Патент РФ № 2579075 от 27.03.2016 года, З.№ 2013117452 от 16.09.2011 года.
Международная заявка WO 2012036555 от **22.03.2012** года. Патентообладатель - КарбонКс Б.В. (NL) - В82У 30/00

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ И СЕТКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ ПАРОВОЙ ФАЗЫ

Изобретение может быть использовано при изготовлении катализаторов, анодов для производства алюминия, процессоров, электронных устройств для хранения данных, датчиков биомолекул, деталей автомобилей и самолётов, спортивных товаров. Сначала получают бинепрерывную микроэмульсию, содержащую, по меньшей мере, 15 ммоль каталитических металлических наночастиц со средним размером 1-100 нм, при этом отклонение размера частиц от среднего менее 10%. Затем полученную бинепрерывную микроэмульсию приводят в контакт с подложкой, выбранной так, чтобы она не вступала в непреднамеренную реакцию с активным металлическим катализатором во время нагревания и чтобы металлический катализатор мог катализировать целевую реакцию синтеза углеродных нанотрубок путём химического осаждения из паровой фазы газообразного источника углерода. Полученные кристаллические углеродные нанотрубки и/или сетки из кристаллических углеродных нанотрубок характеризуются высокой механической прочностью, химической стойкостью, улучшенной электропроводностью и диэлектрической проницаемостью.

10. Патент РФ № 2593875 от 10.08.2016 года, З.№ 2014127213 от 03.07.2014 года.
 Патентообладатель - Рябых Виктор Владимирович (RU) - В82У 30/00

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР, МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕТАЛЛОМ, ЛИГАТУРА ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ ИЛИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА И СПОСОБ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ



Фиг.1

Изобретения могут быть использованы в химической и металлургической промышленности. Сначала исходные нанотрубки или нановолокна обрабатывают кислотой при 20-100°C, промывают и сушат. Высушенные нанотрубки или нановолокна пропитывают водным раствором соли соответствующего металла и выпаривают его при 90-100°C с получением композита «углеродная нанотрубка или нановолокно - соль соответствующего металла». Полученный композит нагревают в инертной среде до 550-650°C и восстанавливают при этой температуре в токе метана или метано-водородной смеси.

Полученные углеродные наноструктуры, модифицированные присоединенными к их поверхности наночастицами металла размером не более 100 нм, используют в лигатуре для композиционных материалов на основе алюминия или его сплава. Указанная лигатура содержит, масс. %: алюминий или алюминиевый сплав - 80-99,85; модифицированные углеродные нанотрубки или нановолокна - 0,1-10; металл из ряда: серебро, или железо, или медь, или никель, или кобальт, или цинк, или рутений, или родий, или палладий, или золото, или платина, или магний, или олово, - 0,05-10. Для получения лигатуры модифицированные

нановолокна или нанотрубки смешивают с порошком одного или нескольких указанных металлов, мехактивируют полученную смесь и смешивают с расплавленным алюминием или его сплавом, размещая ее между двумя пенокерамическими фильтрами и пропуская расплавленный алюминий последовательно через первый фильтр, мехактивированную смесь и второй фильтр. Способ прост и не требует использования особых условий и устройств.

11. Патент РФ № 2594014 от 10.08.2016 года, З.№ 2015121007 от 02.06.2015 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет" (ФГБОУ ВО "КНИТУ") (RU) - В82У 30/00

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО НА ОСНОВЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ РЕЗОЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ СЛОИСТОГО МАТЕРИАЛА, СВЯЗУЮЩЕЕ И СЛОИСТЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СВЯЗУЮЩЕГО И АРМИРУЮЩЕЙ ВОЛОКНИСТОЙ ОСНОВЫ

Изобретение относится к полимерным композиционным материалам, которые могут быть использованы для изготовления изделий конструкционного назначения в авиационной, автомобильной, бытовой и других областях техники. Способ получения связующего на основе фенолформальдегидной смолы резольного типа для слоистого материала заключается в смешении компонентов. Смолу и фосполиол берут в растворителе, представляющем собой смесь этилового спирта и диметилформамида, при соотношении компонентов, мас. %: этиловый спирт - 98, диметилформаимид - 2. При этом смолу, фосполиол и растворитель берут при соотношении компонентов, мас. %: смола - 23,7, растворитель - 75,3, фосполиол - 1,0. В полученную смесь компонентов диспергируют наномодификатор, в качестве которого берут механоактивированные в шаровой мельнице при соотношении масс шаров и исходного детонационного наноалмаза, или алмазной шихты, или углеродных нанотрубок 20:1, соответственно, при скорости вращения шаров мельницы 900 об/мин в течение 5-10 минут. Полученное связующее содержит смолу с фосполиолом в растворителе и наномодификатор при следующем соотношении, мас. %: смола с фосполиолом в растворителе - 99,9985-99,7, наномодификатор - 0,0015-0,3. Слоистый материал на основе связующего и армирующей волокнистой основы из бумаги на основе ароматического полиамида имеет аппретирующий слой из состава, содержащего полиамид, этиловый спирт и воду. Указанное связующее нанесено равномерно на поверхность аппретирующего слоя в количестве, равном массе волокнистой основы. Техническим результатом является получение связующего на основе фенолформальдегидной смолы без использования легковоспламеняющейся жидкости и высокотоксичных веществ, повышение значения напряжения сдвига при сжатии изделий из слоистого материала в 3 раза и понижение их горючести в 1,3 раза.

12. Патент РФ № 2581889 от 20.04.2016 года, З.№ 2015111084 от 27.03.2015 года. Патентообладатель - Моторин Сергей Васильевич (RU) - В82В 3/00

ОПОРНОЕ КОЛЬЦО ПОГЛОЩАЮЩЕГО АППАРАТА АВТОСЦЕПКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА И ВАГОНОВ МЕТРО ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО АНТИФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА

Опорное кольцо поглощающего аппарата автосцепки выполнено из композиционного полимерного антифрикционного материала на основе полиамида, содержащего в качестве волокнистого наполнителя углеродное волокно или его смесь со стекловолокном, а также хаотично расположенные углеродные нанотрубки в виде однослойных, или многослойных с

количеством слоев от 2 до 70, или вложенных друг в друга свернутых в трубку графитовых плоскостей с количеством слоев от 2 до 70. Внешний диаметр углеродных нанотрубок выбран от 0,1 до 100 нм, а их длина - от 1 до 70 мкм. Содержание стекловолокна в его смеси с углеродным волокном волокнистого наполнителя композиционного полимерного антифрикционного материала выбрано от 2,58 до 11,5 мас. %. Количественное содержание компонентов, мас. %: углеродное волокно или смесь углеродного волокна со стекловолокном - 9,7-42,4, углеродные нанотрубки - 0,05-0,55, полиамид - остальное до 100%. Сокращается время приработки, повышается защита от воздействия знакопеременных нагрузок на поверхности трения опорное кольцо - корпус поглощающего аппарата, исключается заклинивание, обеспечивается защита от действия продольных сил и ускорений вагонов при скорости соударения вагонов 10-12 км/ч

13. Патент РФ № 2586149 от 10.06.2016 года, З.№ 2015102706 от 28.01.2015 года. Патентообладатель - Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов" (ФГУП "ВИАМ") (RU) - В82В 3/00

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СЛОИСТОГО ПЛАСТИКА

Изобретение относится к области изготовления слоистых пластиков, которые могут быть использованы в авиа- и судостроении. Способ получения слоистого пластика заключается в получении связующего, модифицированного углеродными нанотрубками посредством совместного диспергирования углеродных нанотрубок и связующего в растворителе, нанесении связующего, модифицированного углеродными нанотрубками, на поверхность слоев наполнителя, сборке пакета из слоев наполнителя и отверждение пакета под давлением, при этом углеродные нанотрубки предварительно обрабатывают раствором по меньшей мере одного полимера-регулятора смачиваемости углеродных нанотрубок связующим при воздействии ультразвука. Изобретение обеспечивает получение слоистого пластика с высоким уровнем экранирования электромагнитных волн (ЭМВ) в радиодиапазоне и контролируемым уровнем электропроводности.

14. Патент РФ № 2577452 от 20.03.2016 года, З.№ 2014143999 от 30.10.2014 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пермский государственный национальный исследовательский университет" (RU), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук (RU), Общество с ограниченной ответственностью "ИмБиоком" (RU) - В82В 3/00

ПЯСТНО-ФАЛАНГОВЫЙ ЭНДОПРОТЕЗ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ СЛОЕМ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Изобретение относится к медицине, а именно к травматологии и ортопедии для эндопротезирования межфаланговых и пястно-фаланговых суставов. Эндопротез межфалангового сустава содержит центральную часть, выполненную из эластичного материала с внутренней полостью, и внутрикостные фиксаторы, выполненные из пористого инертного материала. Между эластичной частью протеза и жестким углеродным покрытием создается эластичный промежуточный слой, содержащий углеродные нанотрубки. Изобретение обеспечивает предупреждение растрескивания углеродного слоя при сгибательных деформациях между эластичной частью протеза.

15. Патент РФ № 2574528 от 10.02.2016 года, З.№ 2014142565 от 22.10.2014 года. Патентообладатель - Общество с ограниченной ответственностью "АкКо Лаб" (RU) - В82В 3/00

ГРАФЕНОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРОВОД И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)

Изобретение относится к области электрической техники, в частности безметаллическому электрическому проводнику и способам его получения, и может быть использовано в различных областях техники. Графеновый электропровод состоит из центрального несущего диэлектрического волокна, покрывающего его поверхность проводящего слоя графена и изолирующего защитного покрытия. В качестве центрального несущего диэлектрического волокна могут быть использованы волокна из класса синтетических химических волокон, или термостойкие волокна на основе полиароматики, или волокна из класса природных натуральных волокон, минеральные волокна. Способ изготовления графенового электропровода включает нанесение слоя графена на поверхность центрального несущего диэлектрического волокна и далее нанесение изолирующего защитного покрытия. При этом слой графена получают путем нанесения слоя оксида графена на поверхность центрального несущего диэлектрического волокна с его последующим восстановлением до графена, или путем термораспада углеродсодержащих соединений, или через газовую фазу путем пропускания углеродородных газов над поверхностью волокна, нагретого до температуры 600-1200°C, или путем науглероживания поверхности волокна потоком атомов углерода. Техническим результатом изобретения является снижение тепловыделения и уменьшение веса электропровода.

16. Патент РФ № 2576302 от 10.02.2016 года, З.№ 2014149507 от 09.12.2014 года. Патентообладатель - Митин Валентин Геннадиевич (RU), Муратов Вячеслав Васильевич (RU), Буяев Дмитрий Игоревич (RU) - В82В 3/00

ЛИСТОВОЙ СЛОИСТЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ ИЗНОСОСТОЙКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (ВАРИАНТЫ)

Группа изобретений относится к области машиностроения, а именно к листовым слоистым полимерным износостойким композиционным материалам, и может быть использовано в опорах скольжения различного назначения. Технический результат, достигаемый изобретениями, заключается в возможности снижения коэффициента трения в процессе эксплуатации при трении по стали 40Х13А и сохранении эксплуатационных характеристик износа композиционного материала. Листовой слоистый полимерный износостойкий композиционный материал содержит по меньшей мере один конструкционный слой, выполненный из полимерного композиционного материала, содержащего в качестве полимерного связующего фенолформальдегидную смолу в виде новолачной формы или фенолформальдегидную смолу в виде резольной формы, в качестве волокнистого наполнителя полиоксидадиазольное волокно или смесь полиоксидадиазольного волокна и хлопчатобумажного волокна, а также порошковый наполнитель при заданном количественном содержании компонентов полимерного композиционного материала. Наружные конструкционные слои выполнены равной толщины, а внутренние конструкционные слои выполнены равной или неравной толщины. Слои используют волокна конструкционных слоев в виде нити, рубленой нити, ткани и других материалов. Порошковый наполнитель содержит коллоидный графит и/или дисульфид молибдена с разными размерами частиц. Во втором варианте листового

материала демпфирующий слой содержит в качестве связующего фенолформальдегидную смолу в виде новолачной формы или фенолформальдегидную смолу в виде резольной формы, в качестве волокнистого наполнителя хлопчатобумажное волокно или стекловолокно при заданном количественном содержании компонентов демпфирующего слоя полимерного износостойкого композиционного материала, при этом количество конструктивных слоев превышает количество демпфирующих слоев на один слой. При этом композиционный материал демпфирующих слоев может содержать в качестве порошкового наполнителя коллоидный графит и/или дисульфид молибдена с заданными размерами частиц.

17. Патент РФ № 2578151 от 20.03.2016 года, З.№ 2015100555 от 12.01.2015 года. Патентообладатель - Открытое акционерное общество "Уральский научно-исследовательский институт композиционных материалов" (RU) - В82В 3/00

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПОРИСТОГО ЯЧЕИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

Изобретение предназначено для химической промышленности и медицины и может быть использовано при изготовлении фильтрующих элементов, адсорбентов, носителей катализаторов, материалов для восстановления костной ткани. Сначала в синтетическую терморезистивную смолу вводят 0,01-0,30 мас. % углеродных нанотрубок. Затем полученным составом пропитывают заготовку из пенополиуретана. Пропитанную заготовку термообработывают в атмосфере природного газа. Нагрев от 100 до 600°C ведут со скоростью 70-90°C/ч, от 600 до 1000°C - со скоростью не менее 300°C/ч. После этого проводят изотермическую выдержку при 1000°C в течение 2 часов. Получают высокопористый ячеистый углеродный материал с пористостью 80-90%, плотностью 0,2-0,4 г/см³, с содержанием углерода не менее 99,9%.

18. Патент РФ № 2578319 от 27.03.2016 года, З.№ 2014146965 от 21.11.2014 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Иркутский государственный технический университет" (ФГБОУ ВПО "ИрГТУ") (RU) - В82В 3/00

СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО УГЛЕРОДИСТОГО МАТЕРИАЛА

Изобретение относится к нанотехнологии и может быть использовано для выделения углеродистого материала, содержащего наночастицы, из потоков отходящих технологических газов электролитического производства алюминия. Способ выделения углеродных наночастиц из техногенного углеродистого материала, образующегося при электролитическом производстве алюминия, включает репульпирование материала при отношении Ж:Т не менее чем 5÷1, ультразвуковую обработку, разделение твердой и жидкой фаз. В качестве техногенного материала используют отходящие фторуглеродсодержащие газы, из которых выделяют тонкодисперсную фракцию углеродистого материала, содержащую наночастицы, репульпирование производят водой и поддерживают отношение Ж:Т равным 5-15÷1, ультразвуковую обработку производят с частотой 5-45 кГц с объемной мощностью воздействия 0,8-1,2 кВт /дм³. Технический результат - использование в качестве перерабатываемого материала техногенного отхода - отходящего технологического углеродсодержащего газа, снижение энергозатрат.

19. Патент РФ № 2581382 от 20.04.2016 года, З.№ 2014116365 от 22.04.2014 года.
Патентообладатель - Мазин Владимир Ильич (RU) - В82В 3/00

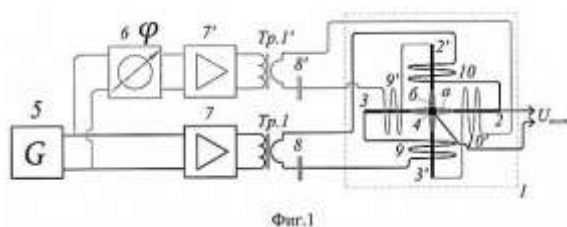
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОРАСЩЕПЛЕННОГО ГРАФИТА

Изобретение может быть использовано в производстве адсорбентов газов, катализаторов и носителей катализаторов, электродов в высокоёмких источниках тока и в топливных элементах, фильтров, материалов для хранения водорода и метана, теплоизолирующих покрытий, покрытий для защиты от электромагнитного излучения. Интеркалированное соединение фторированного графита массой не менее 10 г нагревают до $60 \div 250$ °С и термически разлагают в полости технологического объема при отношении $V/M=0,025 \div 0,25$, где V - размер полости технологического объема, дм³, M - масса интеркалированного соединения фторированного графита, г. Способ производства брикетированного пористого углеродного материала на основе высокорасщепленного графита экологически безопасен, отсутствуют выбросы вредных и токсичных веществ.

20. Патент РФ № 2582697 от 27.04.2016 года, З.№ 2015111279 от 27.03.2015 года.
Патентообладатель - ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук (RU) - В82В 3/00

СПОСОБ СИНТЕЗА ЭНДОЭДРАЛЬНЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ

Изобретение относится к плазменному синтезу наноматериалов. Эндоэдральные фуллерены получают в водоохлаждаемой металлической герметичной камере 1 в плазме высокочастотной дуги при атмосферном давлении с использованием переменного тока. В камере 1 установлен один центральный вертикальный графитовый электрод 4 и четное число одинаковых горизонтальных графитовых электродов 2, 2', 3, 3', обеспечивающих разряд. В осевые отверстия всех электродов помещают вещества, содержащие химические элементы, вводимые внутрь молекулы фуллерена. Последовательно с электродами 2, 2', 3, 3' соединяют катушки индуктивности 9, 9', 10, 10', оси которых расположены так, что направление создаваемого ими магнитного поля перпендикулярно оси разряда. Технический результат - повышение содержания эндоэдральных фуллеренов в углеродном конденсате на 3,5-4% за счёт создания магнитного поля, синфазного и перпендикулярного току дуги.



21. Патент РФ № 2584013 от 20.05.2016 года, З.№ 2014153347 от 29.12.2014 года.
Патентообладатель - Открытое акционерное общество "Композитные трубы" (RU) - В82В 3/00

НАНОМОДИФИЦИРОВАННОЕ ЭПОКСИДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

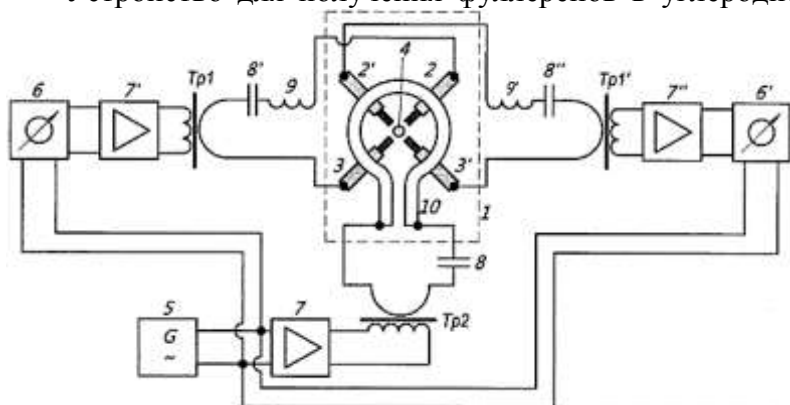
Изобретение относится к области создания композиционных материалов на основе волокнистых наполнителей и наномодифицированного эпоксидного связующего и может быть использовано при производстве стеклопластиковых труб и других изделий, получаемых

методом намотки и применяемых в тепловых сетях, системах горячего водоснабжения с сетевой водой, системах водоснабжения, с рабочей температурой до 150°C. Наномодифицированное эпоксидное связующее для композиционных материалов включает эпоксидную диановую смолу и аминный отвердитель. В качестве отвердителя оно содержит полиамин марки «Арамин-Т», представляющий собой модифицированный ароматический полиамин. Композиционный материал содержит наночастицы силикатного типа, представляющие собой органофильную глину марки «Монамет 1Э1», и наночастицы углеродного типа, представляющие собой карбоксилированные углеродные нанотрубки марки «Таунит-М». При необходимости он содержит пластификатор-флотореагент оксаль Т-92, представляющий собой смесь диоксановых спиртов и их высококипящих эфиров. Композиционный материал содержит активный разбавитель, представляющий собой продукт конденсации анилина и эпихлоргидрина (эпоксианилиновая смола марки ЭА). Указанные компоненты содержатся в композиционном материале при следующем соотношении их (мас.%): эпоксидиановая смол (4,12-72,44), наночастицы силикатного типа (0,51-1,81), наночастицы углеродного типа (0,02-0,45), пластификатор (0,0-0,56), активный разбавитель (3,78-65,52), ароматический аминный отвердитель (22,69-28,1). Техническим результатом изобретения является снижение длительности отверждения связующего, повышение теплостойкости и прочностных характеристик отвержденных композиций, расширение ассортимента эпоксидных композиций с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками

22. Патент РФ на полезную модель № 163456 от 20.07.2016 года, З.№ 2015147088 от 02.11.2015 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ИНСТИТУТ физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук (RU) - В82В 3/00

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИНТЕЗА ФУЛЛЕРЕНОВ И ЭНДОЭДРАЛЬНЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ УГЛЕРОДНО-ГЕЛИЕВОЙ ПЛАЗМЕ

Устройство для получения фуллеренов в углеродно-гелиевой плазме высокочастотной

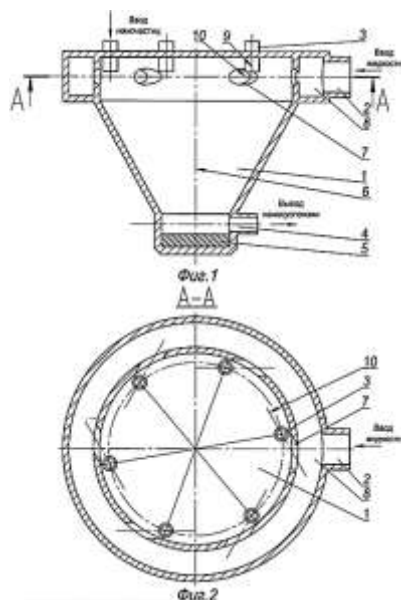


дуги при атмосферном давлении на переменном токе, включающее камеру с четным числом одинаковых горизонтальных электродов и одним вертикальным электродом, отличающееся тем, что камера является водоохлаждаемой герметичной металлической, а также тем, что устройство дополнительно содержит

одновитковую катушку индуктивности, причем оси горизонтальных электродов перпендикулярны ее оси и лежат в ее плоскости, а ось вертикального электрода совпадает с осью этой катушки, при этом цепь согласования одновитковой катушки и цепи согласования разрядов подключены к общему генератору, причем цепь согласования одновитковой катушки состоит из усилителя, трансформатора и конденсатора, а каждая из цепей согласования разрядов включает фазовращатель, усилитель, трансформатор и последовательный колебательный контур, состоящий из конденсатора и катушки индуктивности

23. Патент РФ на полезную модель № 163045 от 10.07.2016 года, З.№ 2015150784 от 26.11.2015 года. Патентообладатель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (RU) - В82В 3/00

СМЕСИТЕЛЬ НАНОСУСПЕНЗИЙ

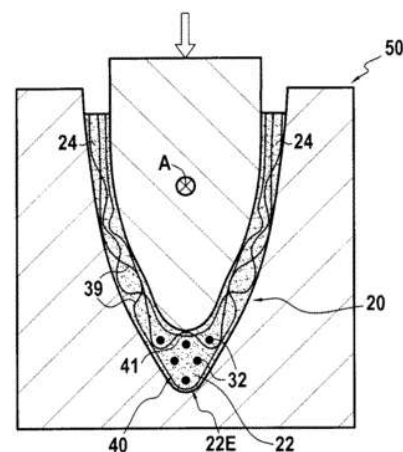


Смеситель наносуспензий, содержащий вертикально расположенную круглую в поперечном сечении смесительную камеру, сверху которой установлены патрубок ввода жидкости и форсунки ввода наночастиц, снизу смесительной камеры расположены выводная труба и по крайней мере один ультразвуковой преобразователь, отличающийся тем, что сверху смесительной камеры равномерно по окружности относительно оси симметрии смесительной камеры тангенциально выполнены два или более канала подачи жидкости, объединенные коллектором, который сообщается с патрубком ввода жидкости, также равномерно по окружности относительно оси симметрии смесительной камеры и над каналами подачи жидкости установлены форсунки ввода наночастиц, в направлении истечения жидкости из одного канала подачи жидкости установлена одна форсунка ввода наночастиц, ось которой пересекает ось этого канала подачи жидкости.

24. Патент РФ № 2578886 от 27.03.2016 года, З.№ 2013119666 от 26.09.2011 года. **Международная заявка WO № 2012042160** от **05.04.2012** года. Патентообладатель - СНЕКМА(FR) - F01D 5/28

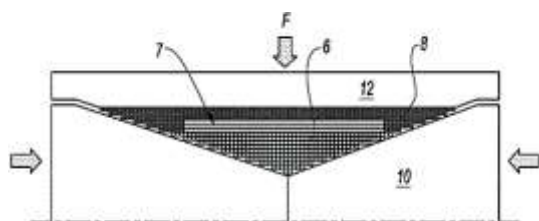
СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Изобретение относится к способу изготовления детали, в частности армирующего ребра крыльчатки турбомшины. Способ включает получение по меньшей мере одной волокнистой структуры путем трехмерного переплетения нитей и воздействие на волокнистую структуру горячим изостатическим прессованием с обеспечением агломерации указанных нитей и получением сплошной детали. При этом указанные нити представляют собой нити, изготовленные из металла или сплава металлов, и композитные нити, содержащие керамическую сердцевину волокна и покрытие из металла или сплава металлов. Обеспечивается получение сплошных деталей с малой пористостью и заданной механической прочностью.



25. Патент РФ № 2584061 от 10.06.2016 года, З.№ 2013141409 от 02.03.2012 года.
Международная заявка WO № 2012117213 от **07.09.2012** года Патентообладатель - СНЕКМА(FR) - C22C 47/04

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОНОБЛОЧНОЙ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ, СОДЕРЖАЩЕЙ УСИЛЕНИЕ ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН



Изобретение относится к изготовлению металлических деталей из композитной волокнистой структуры. Способ изготовления осесимметричной моноблочной детали включает формирование заготовки детали вокруг цилиндрической оправки, обработку диффузионной сваркой заготовки путем горячего изостатического прессования и необязательно механическую обработку. Причем формируют заготовку, содержащую по меньшей мере одну композитную волокнистую структуру, образованную из покрытых металлом композитных керамических волокон, а также по меньшей мере один первый слой (6) из металлической проволоки между оправкой (10) и указанной композитной волокнистой структурой (7) и по меньшей мере один второй слой (8) из металлической проволоки вокруг указанной композитной волокнистой структуры. Обеспечивается повышение жесткости осесимметричной детали без увеличения ее плотности.

26. Патент РФ № 2586423 от 10.06.2016 года, З.№ 2013153895 от 11.05.2012 года.
Международная заявка WO № 2012156625 от **22.11.2012** года Патентообладатель - СНЕКМА(FR), ГЕРАКЛ(FR), - F01D 5/14

ЛОПАТКА ТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ВСТРОЕННЫМ ХВОСТОВИКОМ, ИЗГОТОВЛЕННАЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

При изготовлении лопатки турбинного двигателя из композиционного материала изготавливают волокнистую заготовку в виде единого цельного элемента посредством многослойного тканья. Волокнистая заготовка в продольном направлении, соответствующем продольному направлению изготавливаемой лопатки, содержит: первый комплект слоев нитей, для формирования пера, и второй комплект слоев нитей, связанных между собой для формирования хвостовика лопатки. Нити первого комплекта слоев нитей не связаны с нитями второго комплекта слоев нитей, при этом первый комплект слоев нитей пересекается нитями второго комплекта слоев нитей во второй части заготовки. Волокнистой заготовке придают форму для получения цельной волокнистой преформы, имеющей первую часть, образующую преформу пера, и вторую часть, образующую преформу хвостовика лопатки. Затем преформу уплотняют матрицей для получения лопатки из композиционного материала, содержащего волокнистый армирующий каркас, образованный преформой и уплотненный матрицей, причем указанная лопатка образует единый цельный элемент, содержащий хвостовик. Другое изобретение группы относится к лопатке турбинного двигателя из композиционного материала с волокнистым армирующим каркасом, полученным многослойным тканьем нитей и уплотненным матрицей, включающей первую часть, образующую перо лопатки и выполненную за одно целое со второй частью, образующей хвостовик лопатки. Части волокнистого армирующего каркаса, соответствующие первой и второй частям лопатки переплетены так, что нити второй части волокнистого армирующего каркаса проходят через первую часть волокнистого армирующего каркаса