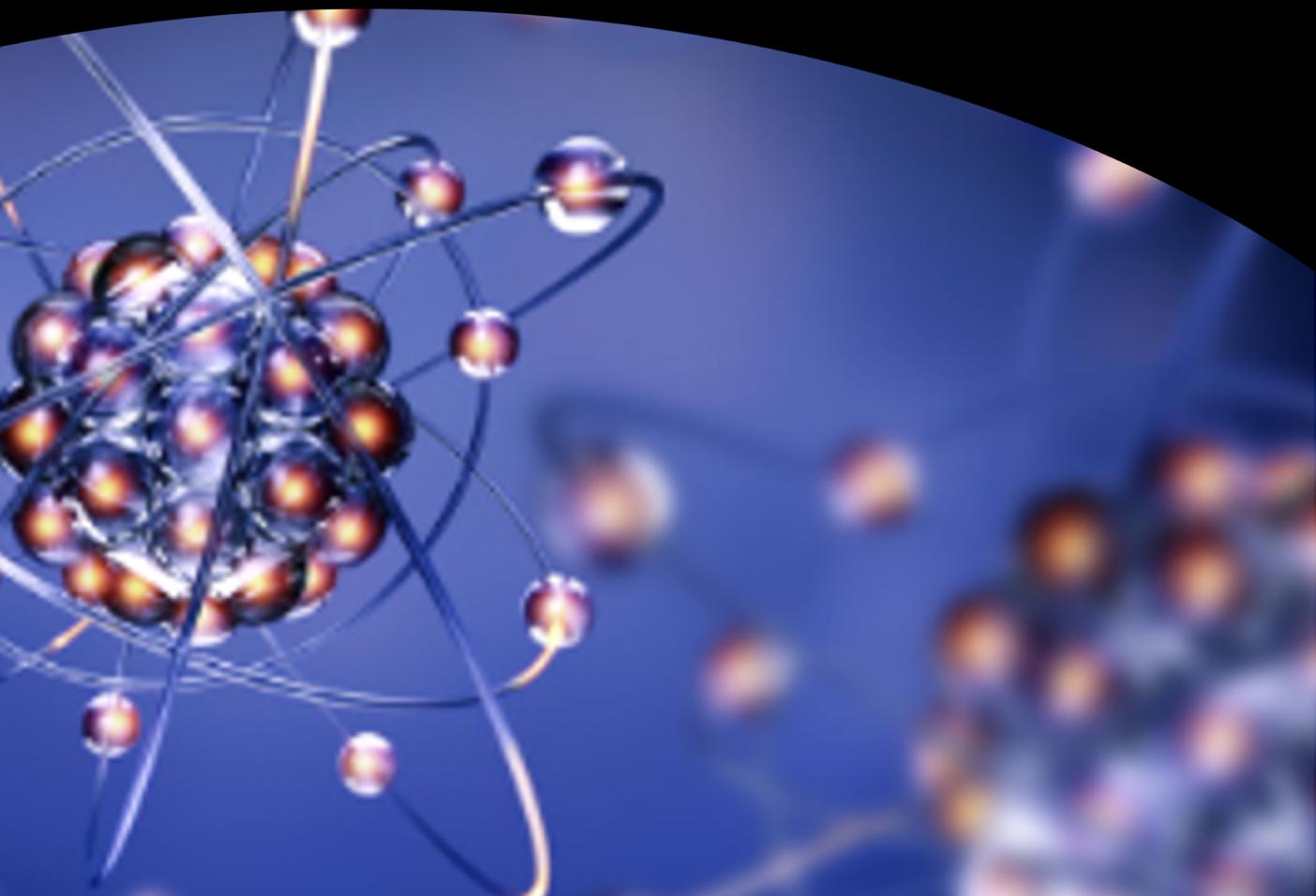




НИИГРАФИТ
РОСАТОМ

2021
№ 9



РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ПАТЕНТНОЙ
ИНФОРМАЦИИ ПО

углеродным материалам

Москва, АО «НИИГрафит»



РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**научно-технической и патентной информации по****УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ****№ 9 – 2021**

Составитель и редактор
Шишкова
Ирина Васильевна
ishishkova@niigrafit.org

Раздел «Патенты»
Шульгина
Людмила Николаевна
lushulgina@niigrafit.org



Перевод –
Шишков
Игорь Викторович

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

Основан в 1966 г. Выходит 12 раз в год



Содержание №9 – 2021

1. Волокна и композиты	4
1.1. Углеродные волокна, ткани. Углеродные пластики, теплозащита..	4
1.2. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....	8
1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....	10
2. Атомная и альтернативная энергетика	12
3. Наноматериалы, фуллерены, графен	15
4. Методы исследования. Сырье.....	20
5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов	23
6. Обзор рынков и производства	27
7. Научно-популярные материалы, сообщения.....	29
8. Патенты.....	30



1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА, ТКАНИ, УГЛЕПЛАСТИКИ, ТЕПЛОЗАЩИТА

1.1.1. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ SiC ПОКРЫТИЙ НА УГЛЕРОДНЫЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ SiC МАТЕРИАЛЫ

Шикунов С.Л., Каледин А.В. // Ежегодное заседание научного совета по физике конденсированных сред при отделении физических наук РАН и научно-практического семинара «Актуальные проблемы физики конденсированных сред». – 2020. - С.89

В ИФТТ РАН разработан метод получения защитных покрытий на основе карбида кремния для повышения рабочих температур изделий из графита, углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) и композиционных материалов на основе карбидокремниевой керамики (SiC). Метод нанесения газоплотного покрытия из карбида кремния на материал подложки основан на прямом взаимодействии углерода, образующегося при высокотемпературном пиролизическом разложении молекул углеводорода (например, метана) с расплавом кремния, содержащимся в приповерхностном слое материала, на который наносится покрытие, и/или парами кремния, источником которого служит расплав кремния, размещённый в тепловой зоне печи

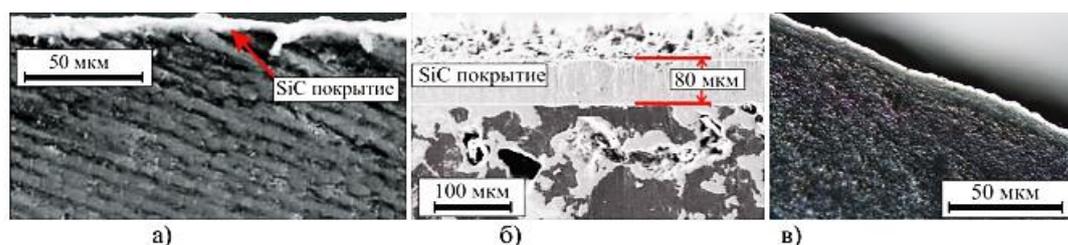


Рис.2. Покрытие на УУКМ (а), на композиционном SiC материале (б), на изостатическом графите (в)

1.1.2. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Шикунов С.Л., Каледин А.В. // Ежегодное заседание научного совета по физике конденсированных сред при отделении физических наук РАН и научно-практического семинара «Актуальные проблемы физики конденсированных сред». – 2020. - С.88

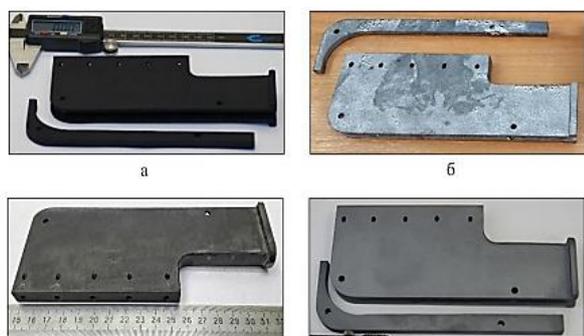


Рис. 1. Изготовление детали сложной геометрической формы из материала на основе SiC керамики

Разработана оригинальная методика получения композиционных материалов на основе карбидокремниевой керамики, позволяющая получать образцы с различным соотношением фаз $SiC-Si-C$, в том числе крупногабаритные изделия и детали сложной геометрической формы. Методика основана на механизме взаимодействия расплава кремния с углеродсодержащей заготовкой определённого состава (углерод, органическая связка) и пористости. Изменяя фракционный состав порошков углеродного наполнителя, количество связующего и давление прессования углеродных заготовок, после их силицирования можно получать композиционные материалы на основе SiC керамики с различным фазовым составом ($SiC-C-Si$).

после их силицирования можно получать композиционные материалы на основе SiC керамики с различным фазовым составом ($SiC-C-Si$).

1.1.3. СОВРЕМЕННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Кузнецов Н.А., Савин И.А. // Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции «Будущее науки-2021». – 2021. – С.263-265

В статье рассмотрены основные виды композиционных материалов и их характерные признаки. Указаны основные области применения, преимущества и недостатки композитов.

1.1.4. ВОЛОКНИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ (ОБЗОР)

Жабин А.Н., Сидоров Д.В., Нявкин А.Н. // Труды ВИАМ. – 2021. - №6 (100). – С.27-35

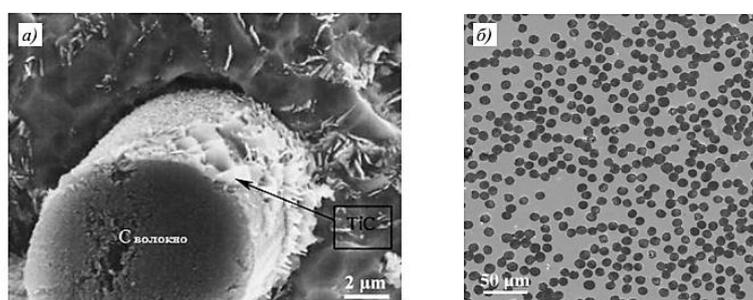


Рис. 3. Микроструктуры образования кристаллитов карбида титана на границе раздела «углеродное волокно–матрица» (а) и титаноматричного композиционного материала, содержащего 35 % (объемн.) углеродного волокна (б) [13, 14]

Представлен обзор научно-технической литературы в области композиционных материалов (КМ) на основе металлических матриц, армированных углеродными волокнами. Кратко описаны основные структурные, физико-механические свойства и морфология таких КМ. Рассмотрены структура и свойства новых КМ из металло-интерметаллидных многослойных ламинатов, армированных углеродными и керамическими волокнами. Применение метода ультразвуковой консолидации для изготовления многослойных волокнистых КМ на основе металло-интерметаллидных ламинатов обеспечивает высокую адгезию волокон с интерметаллидным слоем.

1.1.5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕАКЦИОННО-СПЕЧЕННОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ, АРМИРОВАННОГО КАРБИДОКРЕМНИЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ

Перевислов С.Н., Афанасьева Л.Е., Бакланова Н.И. // Неорганические материалы. – 2020. – Т.56, №4. – С.446-451

Методом пропитки жидким кремнием пористых заготовок, состоящих из карбида кремния, сажи и керновых карбидокремниевых волокон, получены реакционно-спеченные карбидокремниевые материалы. Исследованы их микроструктура и механические свойства в зависимости от содержания армирующих волокон. Установлено, что прочность на изгиб, твердость и модуль упругости падают по мере увеличения содержания волокон в композите, что обусловлено возрастанием пористости композита. Однако трещиностойкость композита возрастает при увеличении содержания волокон до 8% и достигает максимального значения 5.2 МПа. Таким образом, оптимальные механические свойства композита могут быть достигнуты путем оптимизации микроструктуры и уровня армирования.

1.1.6. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗОЛЯ НА СТРУКТУРУ И ТОЛЩИНУ SiO_2 -ПОКРЫТИЯ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Гальшев С.Н., Гомзин А.И. // Сборник трудов «XXXII Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения». – 2021. – С.37-41

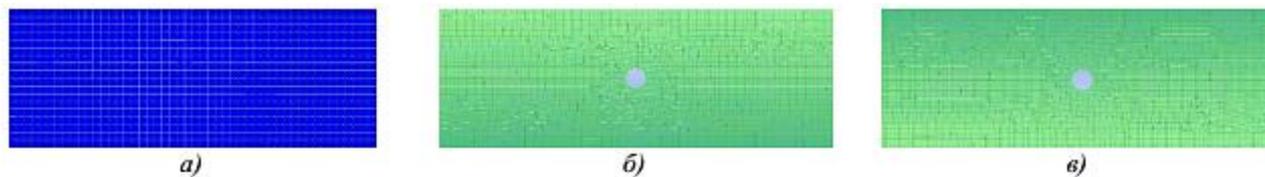


Рис. 1. Направление армирования: гладкая пластина угол армирования 0° (а), пластина с просверленным отверстием, (б), пластина с отверстием, криволинейное армирование (в)

Работа посвящена разработке покрытий углеродного волокна, выполняющих роль диффузионного барьера, а также роль слабых границ в композитах с металлической матрицей. Разрабатываемые покрытия будут являться экономически эффективной альтернативой CVD-покрытиям. В работе рассмотрена зависимость от температуры золя структуры и толщины SiO_2 -покрытий на поверхности углеродного волокна, формируемых золь-гель методом. Определен диапазон температуры золя оптимальный для нанесения покрытий. Предложены возможные причины наблюдаемых явлений.

1.1.7. ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ ГРАНИЧНОГО СЛОЯ СВЯЗУЮЩЕГО ОТ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Козлов Г. В., Долбин И. В. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2021. - №10. – С70-73.

Исследована взаимосвязь прочности граничного слоя и структуры поверхности наполнителя для суспензий углеродных волокон в растворе эпоксидной смолы с применением представлений фрактального анализа. Показано, что повышение фрактальной размерности поверхности волокон приводит к росту площади контакта компонент исследуемых суспензий. Предел текучести для суспензий зависит от размера частиц нанонаполнителя и увеличивается по мере снижения этого размера. В случае наночастиц наблюдается существенный рост межфазных взаимодействий, трактуемый как эффект наноадгезии. Предложенная модель позволяет прогнозировать уровень межфазной адгезии твердофазных композитов по результатам, полученным для суспензий.

1.1.8. УВЕЛИЧЕНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УДАРЕ ГИБРИДИЗАЦИЕЙ УПРОЧНЯЮЩИХ ВОЛОКОН

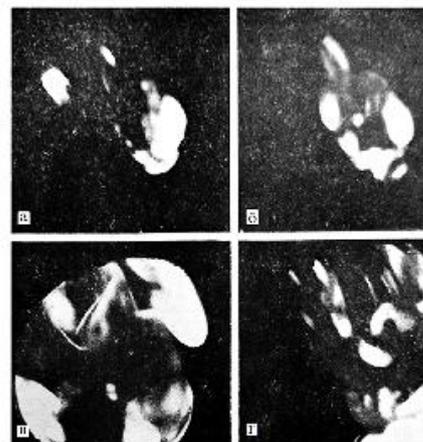
Корнеева Н.В., Крылов И.К., Абдуллин И.Ш. // Сборник трудов конференции «Роль фундаментальных исследований при реализации стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 г». – 2021. – С.204-218

Установлено повышение свойств гибридных композиционных материалов (ГКМ) при низкоскоростном ударе с помощью гибридации упрочняющих волокон. Для оценки свойств и механизмов деформации и разрушения ГКМ применяли метод “разрыв ударом” (РУ), который позволяет определять основные параметры нагружения и разрушения анизотропных КМ при ударе и в статике. Исследовано управление свойствами углепластика путём гибридации углеродных и арамидных волокон. Рассмотрена гибридация арамидных и СВМПЭ-волокон.

1.1.9. АВТОЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОБРАБОТКИ

Хтуе Й.М., Шешин Е.П., Аунг Ч.М. // Труды МФТИ. Труды Московского физико-технического института (Национального Исследовательского Университета). – 2021. – Т.13, №2 (50). – С.32-39

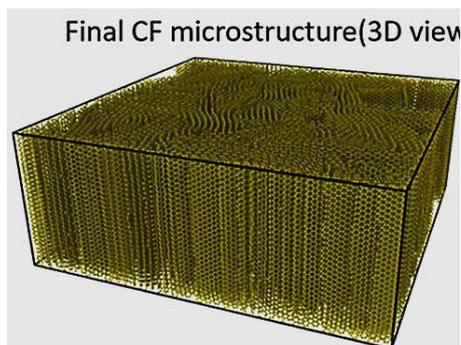
В настоящее время активно изучаются автоэмиссионные свойства полиакрилонитрильных углеродных волокон. Рассмотрены автоэмиссионные свойства полиакрилонитрильных углеродных волокон с фибрильной структурой диаметром 7 мкм и с температурой термической обработки 1500-2600°C. Величина максимального эмиссионного тока, снимаемого с одиночного углеродного волокна, возрастает с увеличением температуры термообработки. Проанализировано изменение вольт-амперных характеристик в процессе работы автоэмиссионного катода и под воздействием адсорбции молекул остаточного газа. Показан путь уменьшения флуктуаций эмиссионного тока. Рис. 2. *Фотографии автоэмиссионного изображения полиакрилонитрильного углеродного волокна, сделанные последовательно при снятии первоначальной вольт-амперной характеристики. Расстояние анод-катод 30 мм: а – $u = 4,67$ кВ; $I = 0,53$ мкА; б - $u = 5,56$ кВ; $I = 1,3$ мкА; в - $u = 6,73$ кВ; $I = 21$ мкА; г - $u = 7,4$ кВ; $I = 51$ мкА*



1.1.10. РАЗРАБОТКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ УЛУЧШЕННОЙ МОДЕЛИ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Generation and characterization of an improved carbon fiber model by molecular dynamics / [Linyuan Shi](#), [Marina Sessim](#), [Michael R.Tonks](#) // Carbon. – 2021. – March. – Vol.173. – P.242-244

Высококачественная модель необходима для понимания свойств углеродных волокон (УВ) и разработки следующего поколения УВ и родственных композитов. Используя кинетический метод Монте-Карло в сочетании с крупномасштабной молекулярной динамикой (кМК-МД), разрабатывают два типа УВ-моделей в широком диапазоне начальных плотностей (от 1,2 г/см³ до 2,0 г/см³). Эти модели с сердцевинной волокна и тонким волокном представляют собой небольшой участок внутренней области большого волокна и очень тонкого углеродного волокна с четко определенной поверхностью соответственно. Микроструктуры сердцевинной волокна и тонкого волокна характеризуются их формой, плотностью, распределением пор по размерам и гибридизацией атомов углерода. Обнаружено, что модели как с сердцевинной

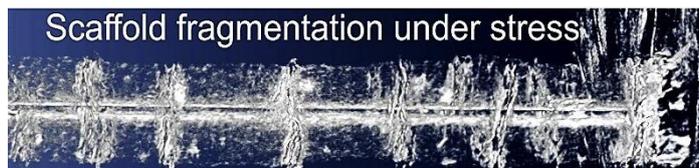


волокна, так и с тонким волокном имеют плотность и структурные характеристики сходные с экспериментальными структурами. Кроме того, профили виртуальной рентгеновской дифракции хорошо согласуются с экспериментальными профилями. Также предлагаются более реалистичные модели УВ на основе структуры сердцевинной волокна и тонкого волокна путем удаления слоев атомов углерода в случайных положениях каждого графитового листа вдоль продольной оси. Рис. *Окончательная микроструктура углеродного волокна 3D. (Ш.) (Англ)*

1.1.11. 3D-СКАФФОЛД ИЗ УНТ, ФОРМИРУЕМЫЙ В ПРОЦЕССЕ ИСПАРЕНИЯ, ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИТОВ

Evaporation-driven 3D CNT scaffolding for composite reinforcement // A. Nissenbaum, I. Greenfeld // Carbon. – 2021. – March. – Vol.173. – P.705-714

Армирование композитов углеродными нанотрубками (УНТ) обычно ограничено агломерацией и неоднородным диспергированием. Таким образом, получение нанокompозита с высокой плотностью армирующего материала является сложной задачей. Поэтому вместо того, чтобы смешивать УНТ в матрице, сначала формируется плотный скаффолд из сплетения УНТ, а затем пропитывается матрицей для получения композита. С этой целью исследуется рассмотрение самосборки, формируемой в процессе испарения, для получения трехмерных скаффолодов из УНТ на кварцевых волокнах, которые сочетают в себе высокую плотность УНТ и наноразмерные поры с простым и эффективным процессом. Скаффолд толще волокна более чем на порядок, с типичным размером пор 70 нм и пористостью 60%. Прочность армированного скаффолдом композитного материала измеряется путем испытания на фрагментацию. 3D-реконструкция фрагментированного скаффолда показывает, что он, пропитанный матрицей, создает многомасштабную структуру, которая под нагрузкой ведет себя так же, как волокнистый композит. Результаты фрагментации анализируют с помощью механической модели, демонстрирующей прочность скаффолда-композита ~ 200 МПа. Улучшенная прочность и относительно высокая объемная доля УНТ (~ 20%), наряду с возможностью настройки толщины и плотности скаффолда, делают предлагаемую структуру



перспективной для композитного армирования, а также для различных наноразмерных применений. Рис. **Фрагментация скаффолда под нагрузкой** (Ш.) (Англ)

1.1.12. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК УСТАНОВКИ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Перевалов Ю.Ю., Демидович В.Б. // Электротехника. – 2021. – №3. - С.16-20

Рассмотрена разработка установки индукционного нагрева, которая позволяет выполнять последний этап термообработки графитовых волокон. На первом этапе разработки был создан цифровой двойник установки, который представляет собой сложную математическую модель, описывающую поведение разрабатываемой печи на всех этапах жизненного цикла. Рассмотрены особенности и сложности построения таких систем оптимального проектирования и управления комплексами электромагнитной обработки материалов в переменном поле.

1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА, СОРБЕНТЫ. УМ В МЕДИЦИНЕ

1.2.1. ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ВОЛОКОН СОСТАВА ЦЕЛЛЮЛОЗА-ХИТОЗАН

Савицкая Т.А., Цыганкова Н.Г., Макаревич С.Е. // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. – 2020. – Т.56, №4. – С.473-481

Получены композиционные волокна состава целлюлоза-хитозан по способу мокрого формования из совместных растворов в ортофосфорной кислоте. Методами термогравиметрии

(ТГ), дифференциальной термогравиметрии (ДТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) проведена оценка их термических свойств в интервале 20-600°C в атмосфере воздуха. Установлено, что температура максимальной скорости разложения композиционных волокон лежит между температурами, характерными для индивидуальных компонентов. Показано, что добавление к целлюлозе хитозана приводит к росту массы карбонизованного остатка и придает целлюлозным волокнам свойство самозатухаемости. Дано объяснение наблюдаемому эффекту, обусловленному достижением равномерного распределения друг в друге макромолекул целлюлозы и хитозана и их агрегатов, разделенных межфазными слоями, в которых реализована сетка зацеплений взаимопроникающих сегментов макромолекул обоих полимеров, что обеспечивает появление у композиционных волокон негорючести при содержании хитозана более 20 % и сохранение целостности волокон после их обработки растворителем хитозана - уксусной кислотой.

1.2.2. ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА, И ИЗУЧЕНИЕ ИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Таусарова Б.Р., Рахимова С.М. // Химия растительного сырья. – 2020. - №2. – С.345-355

В статье рассматривается метод получения наночастиц (НЧ) серебра в водных растворах путем восстановления боргидридом натрия в присутствии поливинилового спирта; подобраны оптимальные условия синтеза. Образующиеся НЧ серебра имеют сферическую форму, диаметром от 30 до 130 нм. НЧ стабильны, не осаждаются и не меняют окраску в течение 3-4 недель. Электронно-микроскопические снимки подтверждают образование тонкой полимерной пленки на поверхности целлюлозного волокна и показывают изменение морфологической поверхности обработанных образцов по сравнению с необработанными. Данные энергодисперсионного микроанализа показали, что необработанная хлопковая ткань содержит С - 57.02%, О - 42.98%. После обработки на поверхности ткани инкапсулируются наноразмерные частицы серебра - 0.18-0.28%, которые распределены достаточно неравномерно. Модификация целлюлозных текстильных материалов НЧ серебра придает устойчивый антимикробный эффект, а также улучшает их физико-механические и гигиенические свойства.

1.2.3. РАЗРАБОТКА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ С АНТИМИКРОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

Таусарова Б.Р., Шаихова Ж.Е., Егеубаева С.С. // Новости науки Казахстана. – 2020. - №3. – С.64-71

Рассмотрены методы синтеза наночастиц меди путем восстановления сульфата меди в водной среде в присутствии сахарозы. Исследовано определение оптимальных условий синтеза, антибактериальные активности наночастиц меди установлено влияния различных факторов: концентраций используемых реагентов, рН среды, температуры на процесс восстановления ионов меди. Разработан способ антимикробной отделки целлюлозного текстильного материала на основе сахарозы в композиции с сульфатом меди для аппретирования хлопчатобумажной ткани с целью улучшения антимикробных свойств целлюлозного текстильного материала. Предлагается простой и экологически безопасный метод получения концентрированных (порядка 0,01 моль/л) гидрозолей, содержащих наночастицы меди размером 30-40 нм. Метод основан на восстановлении ионов Cu^{2+} в водных растворах натрия в присутствии сахарозы.

1.2.4. ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПОРИСТАЯ СТРУКТУРА И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АДСОРБЕНТОВ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ТЕХНОГЕННЫХ СУБСТРАТОВ

Самонин В.В., Спиридонова Е.А., Зотов А.С. // Журнал общей химии. – 2021. – Т.91, №8. – С.1284-1308

В обзоре приводятся сведения о пористой структуре и сорбционных свойствах углеродных и углерод-минеральных сорбентов, полученных из органических техногенных субстратов. В качестве субстратов техногенного происхождения приводятся полимерные материалы, полупродукты нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, сельскохозяйственные отходы, целлюлоза и ее производные, такие как хитин и хитозан. Анализируются применяемые способы получения адсорбентов из органических техногенных субстратов, приводятся параметры пористой структуры и сорбционной активности адсорбентов по органическим соединениям и катионам цветных металлов.

1.2.5. САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ОДЕЖДЫ И БЕЛЬЯ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Гарипов И.И., Хакимуллин Ю.Н., Шаехов М.Ф. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. - №1 (385). – С.125-129

Проведены экспериментальные исследования свойств образцов полимерных материалов (композиций), предлагаемых для производства медицинских изделий однократного применения, подвергающихся радиационному облучению в различных дозах. Проведена оценка химической и биологической безопасности, а также анализ санитарно-химических и токсикологических параметров образцов материалов нестерильных и подвергшихся радиационному облучению в различных дозах.

1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ

1.3.1. УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Салатов Е.К., Багай А.С., Белкина С.В. // Вестник Московского информационно-технологического университета - Московского архитектурно-строительного института. – 2021. - №1. – С.21-24

В работе показаны особенности применения композитных материалов для усиления деревянных конструкций зданий и сооружений. Усиление элементами из композитных материалов - эффективная технология, позволяющая восстановить или существенно повысить несущую способность деревянных строительных конструкций. В настоящее время наиболее перспективными для применения в качестве материала для усиления деревянных конструкций являются композиты, армированные углеродным волокном – высокопрочным, высокомодульным, линейно упругим материалом. Углекомпозиты производятся с заранее прогнозируемыми свойствами, наилучшим образом соответствующими требуемым прочностным свойствам и условиям эксплуатации конструкций

1.3.2. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ

Слдозян Р.Д., Михалева З.А., Ткачев А.Г. // Материаловедение. Энергетика. – 2020. – Т.26, №2. – С.103-113

Создание высококачественных композитов строительного назначения с комплексом улучшенных характеристик имеет большое значение для расширения области их практического применения. Нанотехнологии являются одним из перспективных направлений в совершенствовании структуры и свойств строительных материалов. Представлены результаты экспериментального исследования по применению углеродных наноматериалов в качестве модифицирующего агента композитов строительного назначения с целью оценки влияния углеродных наноструктур на физико-механические характеристики легкого бетона. Предлагается решение проблемы равномерного распределения углеродных нанотрубок в матрице композита за счет введения дисперсии углеродных нанотрубок в воду затворения, после ультразвуковой обработки. Результаты испытаний физико-механических свойств композита показали увеличение прочности легкого бетона на сжатие на 68%, а также снижение водопоглощения и пористости.

Обнаружено, что диспергированные УНТ улучшают пористую структуру цементной матрицы, обеспечивая дополнительные центры зародышеобразования для формирования кристаллогидратов силиката кальция, что приводит к более плотной микроструктуре.

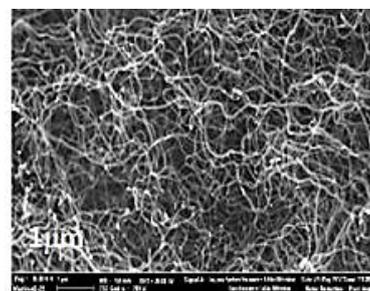


Рис 1. Сканирующая электронная микроскопия УНТ (Таунит-24) [12]

1.3.3. РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СТЕПЕНИ УПОРЯДОЧЕННОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ

Летенко Д.Г., Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У. // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. – 2021. – Т.13, №2. – С.52-62

В работе рассмотрены методы количественной оценки содержания упорядоченных структур в продуктах синтеза фуллероидных материалов, по спектрам характеристического рентгеновского излучения и дифракции рентгеновского излучения. Во введении показано, что применение углеродных фуллероидных материалов (фуллерены, фуллеренолы и их соединения, фуллероидные наночастицы) в качестве модификаторов свойств различных конструкционных материалов и пластификаторов бетонных смесей является в настоящее время одним из наиболее динамично развивающихся направлений в области нанотехнологий в строительстве. Методы и материалы. В настоящей работе применены следующие методы аналитического контроля: растровая микроскопия, локальный рентгеноспектральный анализ и рентгеновская дифрактометрия. Проводились исследования продуктов синтеза фуллероидных материалов: образцов фуллеренсодержащей сажи, собранной на разном расстоянии от зоны дугового синтеза. Результаты. Приведены растровые изображения продуктов синтеза с различными увеличениями, а также спектры рентгеновской флуоресценции и элементный состав продуктов синтеза.

1.3.4. ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНИ

Карнуб А., Нежижимов Д. Б., Ширинян К. С. // Вестник Донского государственного технического университета. – 2020. – Т.20, №1. – С.5-14

Композитные материалы (КМ) все шире используются в различных сферах: машиностроении (в том числе в производстве судов, авиа- и сельскохозяйственной техники), приборостроении, изготовлении емкостей высокого давления и т. д. Довольно часто применяются многослойные композиты, состоящие в основном из одного вида армирующего материала и связующего. Особый интерес представляет использование в одном композите различных видов армирующих материалов - более прочных в местах наибольших напряжений в сечении. В качестве примера можно привести многослойный КМ из стеклянных и базальтовых тканей и волокон с одним видом связующего. Цель исследования - оценить свойства такого материала и смоделировать его методом конечных элементов. В работе использованы компоненты, доступные в свободной продаже. Армирующие материалы - базальтовая ткань БТ-11, стеклоткань ТР-0,5, а также стекломат плотностью 300 г/м². Связующее - смола эпоксидная ЭД-20 с отвердителем полиэтиленполиамином.

1.3.5. К ПРОИЗВОДСТВУ БАЗАЛЬТОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Мейманкулова Н.Ч. // Евразийское научное объединение. – 2021. - №3-5 (75). – С.218-221

В статье рассмотрены известные и широко применяемые изоляционные материалы при строительстве домов и зданий, а также приведены месторождения базальтов, проанализировано жилищное строительство в КР и потребность в базальтовых плитах. Определенные виды изоляции имеют как плюсы, так и минусы. Поэтому особую роль отводят материалам из нерудных горных пород. Полученные из них базальтоволокнистые материалы обладают высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, повышенной температуростойкостью, виброустойчивостью и долговечностью.

2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

2.1. ЯДЕРНЫЕ ТОРМОЗНЫЕ СПОСОБНОСТИ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА И ГЕЛИЯ В БЕРИЛЛИИ, УГЛЕРОДЕ И ВОЛЬФРАМЕ

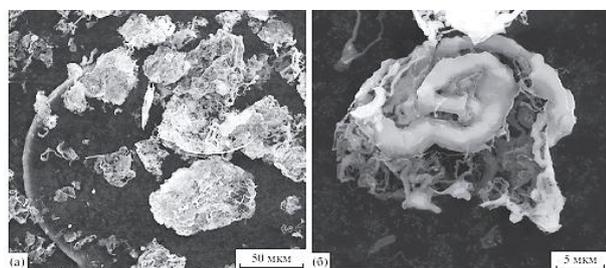
Зиновьев А.Н., Бабенко П.Ю. // Письма в Журнал технической физики. – 2020. – Т.46, №17 (173). – С.23-26

Рассчитаны ядерные тормозные способности изотопов водорода и гелия в материалах *Be*, *C*, *W*, перспективных для использования в качестве первой стенки токамака реактора. Показано, что присутствие притягивающей ямы в потенциале значительно влияет на зависимость ядерных тормозных способностей от энергии соударения. Использование потенциалов, рассчитанных в приближении функционала плотности с притягивающей ямой, позволило получить более точные значения ядерных тормозных способностей для изотопов водорода, которые при малых энергиях отличаются на 27-60% от табличных данных. Результаты для разных изотопов водорода хорошо описываются универсальной кривой.

2.2. КАРБОТЕРМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И СТРУКТУРА УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ВОЛОКНИСТОГО SiC

Лебедев А.С., Суздальцев А.В., Анфилогов В.Н. // Неорганические материалы. – 2020. – Т.56, №1. – С.22-29

В работе кратко изложены результаты карботермического синтеза *SiC* из природного графита и кварца в реакторе с самоорганизующейся защитной атмосферой *CO-SiO* и в аргоне при температуре 1600-1650°C. Методами химического, рентгенофазового и спектроскопии комбинационного рассеяния исследованы химический и фазовый состав синтезированного *SiC*. Определены условия получения порошка *SiC* с преобладанием 6H-*SiC*- либо 3C-*SiC*-модификации с суммарным содержанием примесей не более 0.3 ppm (за вычетом пленки *SiO₂*). С помощью сканирующей электронной микроскопии, лазерной дифракции, эллипсометрии и математического описания физической адсорбции изучены структурные и размерные особенности порошка *SiC*, полученного в реакторе с атмосферой *CO-SiO*. Установлено, что порошок *SiC* представлен агломератами пластинчатой формы, средний размер и форма частиц



которых унаследованы от размера и формы применяемого при синтезе графита, – от 40 до 60 мкм, с удельной поверхностью 10.4 м²/г. При этом агломераты имеют волокнистую структуру с диаметром волокон от 100 до 300 нм (при образующейся пленке *SiO₂* толщиной 53 ± 2 нм). Рис. *Микрофотографии образца SiC, полученного в атмосфере аргона после отжига*

углерода при разном увеличении

2.3. ИЗУЧЕНИЕ ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ АТОМНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ В ГИБРИДНЫХ СИСТЕМАХ ГРАФЕН-ФУЛЛЕРЕН

Холодова О.М., Пруцакова Н.В., Жданова Т.П. // Письма о материалах. – 2020. – Т.10, №4. – С.365-370

Проведено численное моделирование атомной и электронной структуры из первых принципов наногибридных систем графен-*C₆₀*, как возможных структурных элементов графитоподобного аморфного углерода, полученного в результате воздействия концентрированными потоками ионов или фотонов лазерного излучения. Рассмотрены различные модели взаимодействия фрагментов фуллеренов *C₆₀* и целых фуллеренов с однослойным графеном. Изучены механизмы адсорбции, локальное атомное строение и энергетический спектр рассматриваемых гибридных систем. Показано, что в зависимости от ориентации фрагмента фуллерена, а также от дистанции сближения этого фрагмента относительно плоскости *sp²*-углерода фрагмент фуллерена *C₆₀* может взаимодействовать с этой плоскостью по механизму физической адсорбции, образовывать с графеном различные метастабильные структуры, а также формировать замкнутые фуллереноподобные структуры за счет образования химических связей, которые интегрируются в графеновый лист.

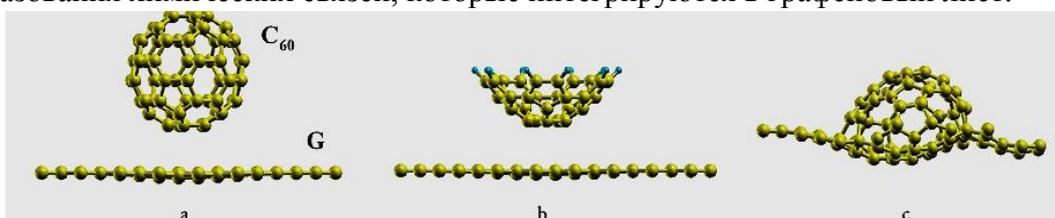


Рис. 1. (Color online) Некоторые расчетные модели гибридных систем графен-*C₆₀*. Молекула фуллерена *C₆₀* и лист графена G (a) фрагмент фуллерена *C₆₀* на графене без образования химических связей (модель A) (b), фрагмент фуллерена *C₆₀*, адсорбированный на графене с образованием химических связей (модель B) (c).

2.4. СУБМИКРОННОЕ ГОФРИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА ИЗ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА ВЫСОКОДОЗНЫМ ИОННЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ

Андрианова Н.Н., Борисов А.М., Высотина Е.А. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2021. - №3. – С.24-30

Проведено субмикронное гофрирование поверхности неграфитированного (температура обработки 1400°C) и графитированного (температура обработки 2800°C) углеродных волокон Zoltek PX35 из полиакрилонитрила высокодозным облучением ионами азота и аргона с энергией 30 кэВ. Микрогеометрия облученных ионами азота поверхностей неграфитированного и графитированного углеродных волокон характеризуется наличием гофров с различными периодами и высотами при одном и том же наклоне их граней. Анализируются и обсуждаются сходство и различие микроструктуры поверхностного слоя углеродного волокна после термообработки и ионного облучения по данным спектроскопии комбинационного рассеяния света. Полученные данные позволяют предположить увеличение прочности на растяжение модифицированного слоя углеродного волокна при уменьшении модуля упругости. Обсуждаются причины и условия гофрирования углеродных волокон при их ионном облучении.

2.5. МЕХАНИЗМ ПОЛЕВОЙ ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ

Томилин О.Б., Родионова Е.В., Родин Е.А. // Журнал физической химии. – 2020. – Т.94, №8. – С.1242-1247

Дана новая интерпретация эмиссионных свойств углеродных нанотрубок с привлечением теории электронного сопряжения. С точки зрения концепций *in plane*- и *p*-электронного сопряжения объяснено наличие в энергетическом спектре углеродных нанотрубок эмиссионных молекулярных состояний, характеризующихся специфической локализацией электронной плотности на торцевых поверхностях углеродных нанотрубок. На основании анализа поведения эмиссионных молекулярных орбиталей в постоянном электрическом поле сделан вывод, что подобная локализация электронной плотности является физической основой эмиссии

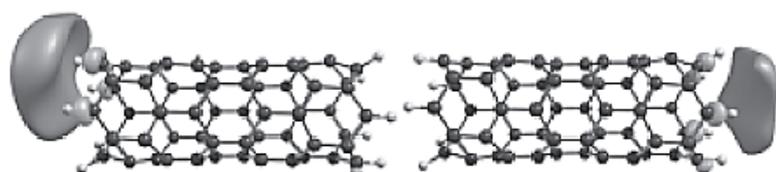


Рис. 1. Структура ЭМО с локализацией электронной плотности в торцевой плоскости нанотрубки.

электронов. Установлено, что разработанный подход хорошо описывает известные экспериментальные и теоретические результаты и может быть использован для предсказания эмиссионных свойств широкого круга объектов.

2.6. РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ $NiCo$ В УГЛЕРОДНОЙ МАТРИЦЕ НАНОКОМПОЗИТОВ В СВЧ-ДИАПАЗОНЕ (В ДИАПАЗОНЕ 3-12 ГГц)

Якушко Е.В., Кожитов Л.В., Муратов Д.Г. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2020. – Т.63, №12. – С.158-167

Наноконпозиты $NiCo/C$, включающие наночастицы сплава $NiCo$, равномерно распределенные и стабилизированные в углеродной матрице, были синтезированы методом

ИК-пиролиза металл-органических прекурсоров, полученных из совместных растворов полиакрилонитрила, гексагидратов хлоридов никеля и кобальта в диметилформамиде. Рассмотрено влияние температуры синтеза и концентрации металлов в прекурсор на размер и состав наночастиц сплава *NiCo*. Исследованы электромагнитные свойства нанокомпозитов *NiCo/C* в диапазоне 3-12 ГГц. Изучено влияние условий синтеза на частотные зависимости коэффициента отражения и поглощения. Показано, что изменением условий синтеза можно управлять радиопоглощающими свойствами нанокомпозитов *NiCo/C*.

2.7. ФОРМИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОВОЛОКОН НА ПОВЕРХНОСТИ ФОТОРЕЗИСТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ МОЩНОГО ИОННОГО ПУЧКА НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Ковивчак В. С. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2021. - №10. – С.97-101

Исследовано воздействие мощного ионного пучка наносекундной длительности на слой позитивного фоторезиста ФП383 (в том числе с каталитической добавкой ферроцена), предварительно подвергнутого термической обработке на воздухе в течение 30 мин в диапазоне температур 100–350°C. Показано, что предварительная термообработка чистого фоторезиста при температуре 300°C с последующим облучением мощным ионным пучком приводит к формированию на его поверхности углеродных нановолокон (со средним диаметром 100 нм и длиной до 2.5 мкм) и листоподобных углеродных структур (с поперечным размером ~1.5 мкм). На поверхности фоторезиста с добавкой ферроцена, облученного после термообработки при температуре 150°C, обнаружено формирование углеродных нановолокон с наиболее вероятным диаметром 90 нм и длиной до 0.9 мкм. С увеличением температуры предварительной обработки на поверхности облученного фоторезиста (как чистого, так и с добавкой ферроцена) наблюдается образование, главным образом, листоподобных углеродных структур. Обсуждено возможное влияние температуры обработки и катализатора на образование углеродных наноструктур на поверхности фоторезиста при облучении мощным ионным пучком наносекундной длительности.

3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

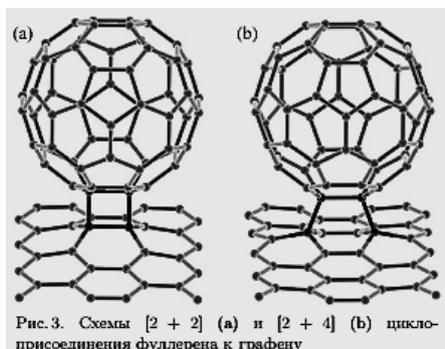
3.1. ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Стенькин Ю.А., Несов С.Н., Соколов Д.В. // Омский научный вестник. – 2020. - №3 (171). – С.106-110

Исследовано влияние окислительной среды на структуру и химическое состояние массивов многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ). С применением метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) исследованы изменения элементного состава поверхности. Проведен количественный и качественный анализ функциональных групп, формирующихся на внешних стенках МУНТ при различных условиях окисления. Показано, что использование различных окислителей при обработке массивов МУНТ позволяет эффективно влиять на состав формируемых функциональных групп и, следовательно, влиять на их физико-химические характеристики.

3.2. ФУЛЛЕРЕН-ГРАФЕНОВЫЕ СЛОИСТЫЕ СТРУКТУРЫ С ПОЛИМЕРИЗОВАННЫМИ КОМПОНЕНТАМИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Артюх А.А., Чернозатонский Л.А. // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2020. – Т.111, №1-2 (1). – С.93-100



Рассмотрен новый класс нанокмозитов: фуллерен-графен соединения, компоненты которых частично полимеризованы. В работе исследованы различные $2D$ и $3D$ ковалентные и молекулярные соединения монослоев графена и фуллеренов C_{60} от бислоя до многослойной сверхрешетки, в том числе с частичной полимеризацией фуллеренов между собой и прилегающими листами графена. Показано, что все рассмотренные соединения энергетически более стабильны при формировании ковалентных связей между компонентами. Проведено сравнение структур ряда рассмотренных соединений с имеющимися в литературе экспериментальными данными. Ковалентные соединения компонентов упрочняют структуру: модуль Юнга для нее более чем на порядок величины превышает упругие модули молекулярного фуллерита.

3.3. ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ПРОЧНОСТЬ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА "ЭПОКСИДНАЯ СМОЛА - УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ"

Крюков А.Ю., Шумянцев А.В., Потапова К.А. // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т.34, №4. – С.31-33

В данной статье рассматривается влияние концентрации углеродных нанотрубок на предел прочности на разрыв модельных образцов полимерных композитов, изготовленных на основе эпоксидной смолы ЭТАЛ-200ТВ и многостенных углеродных нанотрубок. Показано, что функционализированные малостенные углеродные нанотрубки оказывают упрочняющий эффект на прочность на разрыв композита эпоксидная смола - углеродные нанотрубки. **Рис.** в



Рисунок 2. Внешний вид формы для изготовления образцов: а) пустая; б) заполненная ЭС

листовой резине толщиной 4 мм с помощью фигурного ножа, входящего в комплект испытательной машины, на гидравлическом настольном прессе были вырублены отверстия по форме образцов для испытаний (рис.2а). Суспензия заливалась в вырубленные отверстия так, чтобы над поверхностью формы был небольшой избыток смеси (рис. 2б). Отверждение проходило при комнатной температуре за 24 ч.

3.4. ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОЗРАЧНЫХ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Морозов А.Н., Крюков А.Ю., Десятов А.В. // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т.34, №4. – С.37-39

Получены прозрачные токопроводящие пленки (ТСФ) из ковалентно и нековалентно функционализированных УНТ со светопропусканием 80-85%. С помощью сканирующей электронной микроскопии изучена морфология поверхности полученных образцов. Исследовано влияние процесса центрифугирования дисперсий из УНТ на проводимость и морфологию ТСФ на их основе. Установлено, что ТСФ из ковалентно функционализированных УНТ обладают меньшим сопротивлением, чем пленки из дисперсий УНТ, стабилизированных ПАВ. Пленки из ковалентно функционализированных УНТ обладают поверхностным сопротивлением 570 Ом/кв при светопропускании 83,7%.

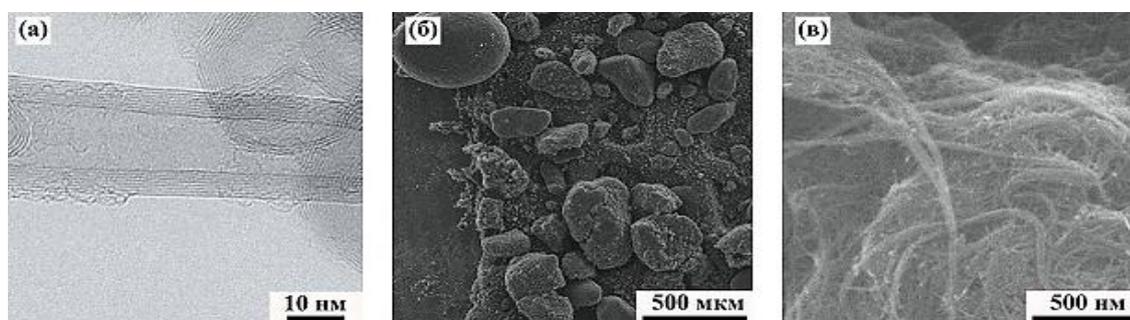


Рисунок 1. Микрофотографии ПЭМ (а) и СЭМ (б-в) многостенных УНТ

3.5. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ПОЛУЧЕННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Парамонова Н.Д., Вартанян М.А., Крюков А.Ю. // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т.34, №4. – С.40-43

Проведен сравнительный анализ углеродных нанотрубок, полученных на различных катализаторах на основе данных о микроструктуре нанотрубок, их геометрии и удельной поверхности. Все образцы представляют собой многослойные углеродные нанотрубки, спутанные в агрегаты из-за высокой поверхностной энергии. Влажность всех рассмотренных в работе УНТ составляла не более 1 %, зольность – менее 5 %. Микроструктуры углеродных нанотрубок и их агрегатов показаны на рис.

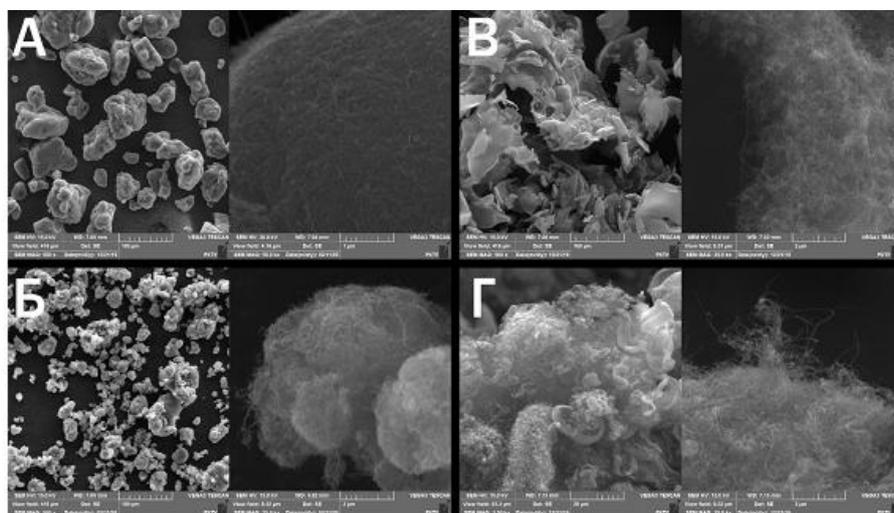
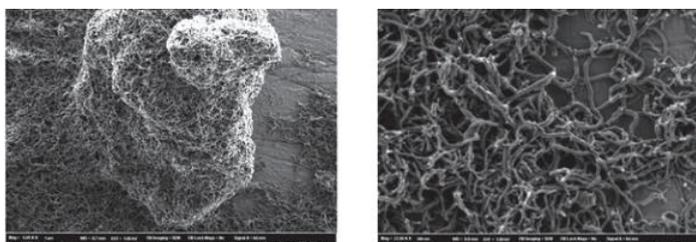


Рис. 1. Микроструктура УНТ, полученных на катализаторах CoMo/MgO (№№ 164 (А) и 174 (Б)), CoMo/MgO-Al₂O₃ и CoFeMo/Al₂O₃ («Таунит-М» (В) и «Таунит-МД» (Г) соответственно). Увеличение 500× (слева) и 25000× (справа)

3.6. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Киямов И.К., Вахитова Р.И., Сарачева Д.А. // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2020. – Т.12, №2. – С.65-70

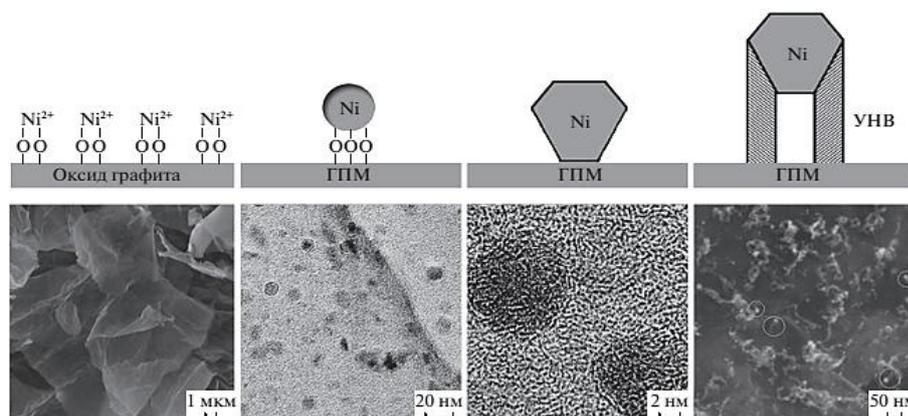
Для улучшения физико-механических свойств дорожных покрытий активно разрабатываются новые материалы с добавлением наномодифицированных добавок. Авторы исследуют свойства дорожного нефтяного битума с добавлением наноматериала Таунит. На начальной стадии нефтяной битум нагревали до 100°C. Далее добавляли углеродный наноматериал «Таунит». После этого смесь перемешивали в ультразвуковом гомогенизаторе до тех пор, пока углеродный наноматериал не был равномерно распределен по всему объему. Процесс охлаждения полученной структуры проводился до конца процесса кристаллизации. Затем испытывают образцы на растяжение и прочность с постоянной скоростью деформации или нагрузки до момента разрыва на испытательных машинах. Смешивание с другими компонентами асфальтобетона в стандартном режиме происходит после наномодификации битумной смеси. При повышенных температурах битумная смесь сохраняет свойства эффективного связующего. Выявлено, что модифицированный углеродный битум обладает хорошими термическими свойствами, а именно имеет более высокую температуру размягчения (T_m находится в диапазоне от 6 до 10°C). Показатель, который косвенно характеризует степень твердости битумных растворов, находится в пределах ГОСТов, снижается на 15-20%. Рис. *Наноматериал Таунит под микроскопом*



3.7. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОД-ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР

Арбузов А.А., Володин А.А., Тарасов Б.П. // Журнал физической химии. – 2021. – Т.94, №5. – С.760-765

Определены оптимальные условия получения, структура и особенности формирования углерод-графеновых композитов на никель-графеновых катализаторах. Предложен механизм формирования никель-углерод-графеновых композитов, который состоит из следующих стадий: восстановление оксида графита и ионов никеля; образование и рост кластеров Ni на восстановленном оксиде графита; каталитический пиролиз этилена на монокристаллах Ni, закрепленных на графеноподобном носителе; формирование и рост углеродных наноструктур на поверхности графеноподобного материала (ГМП). Рис. *Механизм формирования никель-углерод-графеновых композитов*



3.8. ИССЛЕДОВАНИЕ МАССИВА ВЕРТИКАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА

Сметюхова Т.Н., Высотина Е.А., Монахов Д.О. // Перспективные материалы. – 2021. - №4. – С.19-25

Проведено комплексное исследование массива вертикально ориентированных многостенных углеродных нанотрубок (ВОМУНТ), полученного методом химического осаждения из газовой фазы (Chemical vapor deposition, CVD) на кремниевую подложку без предварительного нанесения катализатора. Синтез проводили в реакторе установки синтеза углеродных нанотрубок в результате разложения реакционной смеси (ферроцена в гептане) при температуре 800 °С и скорости потока газа-носителя 200 мл/мин, в течение 30 мин. С помощью методов сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света исследованы структура и геометрические характеристики углеродных нанотрубок массива. Определён спектральный коэффициент диффузного отражения (СКДО) в полусферу в диапазоне длин волн от 5,0 до 15,0 мкм. Данный массив ВОМУНТ может быть использован для разработки абсолютно чёрного тела с высоким коэффициентом поглощения и малыми массогабаритными характеристиками, применяемого для калибровки инфракрасных спектрометров, в том числе в космических аппаратах.

3.9. ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ОКСИДНЫХ НАНОВОЛОКОН НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЯ АД0 ПОСЛЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Алексеев А.В., Стрекалов В.В., Хасин А.А. // Перспективные материалы. – 2021. - №4. – С.56-66

Получены литые алюминиевые композитные материалы на основе алюминия АД0, упрочненные углеродными нанотрубками и нановолокнами оксида алюминия. Показано, что добавки 0,05 масс. % одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) и нановолокон оксида алюминия (НВОА) позволяют увеличить предел прочности литого металла на 15 % и 16 % соответственно. Упрочнение металла сохраняется после холодной деформации и отжига. Алюминий АД0 с добавками ОУНТ или НВОА не теряет высокую прочность после отжига, в то время как алюминий без добавок значительно разупрочняется, это позволяет получать отоженную алюминиевую проволоку, с пределом прочности на 54 - 69 % и пределом текучести на 53 - 78 % большим, чем у металла без добавок. Изучено влияние ОУНТ и НВОА на размер зерна алюминия АД0 в литом состоянии, после холодной деформации и отжига. Обнаружено, что нанодобавки сдерживают рост зерна металла на стадии собирательной рекристаллизации, а также оказывают влияние на протекание процесса первичной рекристаллизации алюминия.

3.10. ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ИХ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ

Нажипкызы М., Куантай Н. // Вестник Казахского национального университета. Серия химическая. – 2020. – Т.99, №4. – С.26-31

В предлагаемой работе синтез углеродных нанотрубок проводился на поверхности песка с гидрофобными свойствами методом химического осаждения из паровой фазы (CVD).

Эффективная температура для синтеза углеродных нанотрубок составляет 800°C. Пропан-бутановая газовая смесь была использована в качестве источника газообразного углерода. Газ аргон (*Ar*) применяли в качестве инертного газа-носителя. Нитрат никеля ($Ni(NO_3)_2$) был выбран в качестве катализатора для синтеза углеродных нанотрубок. Несмотря на все особые свойства углеродных наноматериалов, одной из проблем при его использовании является его склонность к агломерации и инертность к матрице различных веществ. Для решения данной проблемы была проведена химическая функционализация поверхностного слоя многостенных углеродных нанотрубок. Углеродные нанотрубки, синтезированные на поверхности гидрофобного песка, были проанализированы следующими методами: сканирующим электронным микроскопом, оптическим микроскопом, элементным анализом, Рамановской спектроскопией и с помощью ИК-спектроскопией.

4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

4.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЕЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР ОТВЕРЖДЕНИЯ НА КОМПЛЕКС СВОЙСТВ СТЕКЛОУГЛЕПЛАСТИКА

Колпачков Е.Д., Курносое А.О., Мараховский П.С. // Труды ВИАМ. – 2021. - №6 (100). – С.66-73

Представлены результаты исследования влияния конечных температур отверждения на комплекс свойств разработанного эпоксидного связующего марки ВСЭ-65 и стеклоуглепластика на его основе. Установлено, что при снижении конечной температуры отверждения увеличивается остаточный тепловой эффект и, в свою очередь, происходит снижение степени конверсии реакции отверждения связующего. Представлены результаты сравнительного анализа образцов стеклоуглепластика марки ВКГ-6, изготовленных методами вакуумной инфузии и пропитки под давлением. По результатам проведенного анализа установлено, что обе технологии позволяют получать стеклоуглепластик марки ВКГ-6 с требуемым уровнем свойств.

4.2. МОДИФИКАЦИЯ ПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА ПОЛИМЕРНЫМ КОМПЛЕКСОМ КОБАЛЬТА С ОСНОВАНИЕМ ШИФФА САЛЕНОВОГО ТИПА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Положенцева Ю.А., Новожилова М.В., Быков В.А. // Письма в Журнал технической физики. – 2020. – Т.46, №18 (183). – С.27-29

Исследовано влияние модификации пористого углеродного материала, используемого для производства суперконденсаторов, полимерным комплексом кобальта с основанием Шиффа саленового типа на емкость материала. Способность этих полимеров к многоэлектронным редокс-процессам в сочетании с предложенной эффективной технологией модификации позволила повысить емкость электродов в 2.4 раза по сравнению с емкостью немодифицированных углеродных электродов.

4.3. РАЗВИТИЕ ВИБРОТЕРМОГРАФИИ КАК МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНУДИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ВИБРАЦИЙ

Дубинский С.В., Казьмин Е.А., Ковалев И.Е. // Дефектоскопия. – 2021. - №6. – С.34-45

Одним из перспективных методов теплового неразрушающего контроля изделий из полимерных конструкционных материалов (ПКМ) является вибротермография, когда тепловое возбуждение объекта производится с помощью механических вибраций звуковой или ультразвуковой частоты, а контроль изменения температурного поля объекта осуществляется методами термографии. В работе рассмотрена методика испытаний и приведены результаты термографических исследований при проведении вибрационных прочностных испытаний изделий из ПКМ с ударными повреждениями.

4.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭПОКСИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Хапков О.М., Волков Д.И. // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П. А. Соловьева. – 2021. - №1. – С.58-63

В статье рассмотрены рекомендации по выбору материала и геометрии режущего инструмента для механической обработки полимерных материалов, показаны данные исследований влияния подачи, глубины и скорости резания на шероховатость поверхности углепластиков при точении.

4.5. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ ТВЕРДОСТИ И МОДУЛЯ ЮНГА В ТОНКИХ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ КАРБИДА КРЕМНИЯ СО СТОРОНЫ *Si*- И *C*-ГРАНЕЙ

Осипов А.В., Гращенко А.С., Горляк А.Н. // Письма в Журнал технической физики. – 2020. – Т.46, №15 (153). – С.36-38

Представлены результаты исследования методом наноиндентирования твердости и модуля Юнга приповерхностных слоев гексагонального карбида кремния **4H-SiC**, полученного модифицированным методом Лели, со стороны *C*-грани (0001) и *Si*-грани (0001) при малых глубинах погружения индентора. Показано, что различия в упругих свойствах и твердости **SiC** распространяются от поверхности в глубь кристалла примерно на глубину 60 nm. Значение модуля Юнга у *C*-грани практически совпадает с модулем Юнга объемного образца **4H-SiC** (~ 400 GPa), что примерно в 2.3 раза выше, чем значение модуля Юнга у *Si*-грани на глубине от 0 до 35 nm (~ 170 GPa). Значение коэффициента твердости **SiC** в среднем примерно в 1.5 раза выше у поверхности *C*-грани (0001), чем у *Si*-грани (0001), на глубине от 0 до 60 nm. Поскольку при деформации или разрушении кристалла (формировании трещин) образуется новая поверхность, на основании полученных данных сделан вывод, что энергия поверхности *C*-грани также примерно в 1.5 раза выше, чем энергия поверхности *Si*-грани. Ключевые слова: наноиндентирование, карбид кремния, твердость, межфазная энергия.

4.6. ДЕФОРМАЦИЯ КАК КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Яковлев Н.О., Попкова Е.А., Ландик Д.Н. // Сборник трудов конференции «Роль фундаментальных исследований при реализации стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 г». – 2021. – С.198-203

Проведены испытания углеродных моноволокон различных типов, в том числе T700, T800, SYT49S, SYT55S, UMT49S и других, методом разрыва в петле. Исследованные волокна относились к классам высокопрочных и высокомодульных и имели диаметры ~5 и ~7 мкм. Показано, что для всех исследованных типов волокон соотношение геометрических параметров петли (длины к ширине) не зависит от модуля упругости волокна, его линейной плотности (диаметра), прочности, наличия аппрета и остается постоянным на уровне ~1,5. А по результатам исследования характера разрушения установлено, что величина удельной разрывной нагрузки при разрыве в петле углеродного жгута, равная ~ 50 сН/текс, соответствует границе каскадного (множественного) разрушения при разрыве в петле моноволокон.

4.7. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ДИСПЕРСНОСТЬ ЧАСТИЦ ГРАФИТОВОЙ СМЕСИ

Нгуен Т.Х., Нгуен В.М., Конюхов Ю.В. // Материаловедение. Энергетика. – 2020. – Т.26, №3. – С.90-100

В данной работе представлены данные по изучению процессов измельчения графитовой смеси с применением разных технологий обработки в аппаратах вихревого слоя и планетарной мельнице. Исследования проводились с использованием методов лазерного анализа распределения частиц по размерам, сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа. Установлено, что обработка в планетарной мельнице Pulverisette 7 в течение 60 мин приводит к получению полидисперсных частиц графитовой смеси, характеризующихся широким бимодальным распределением по размерам с ярко выраженными пиками максимумов в 12 и 24 мкм соответственно. Показано, что обработка графитовой смеси в аппаратах вихревого слоя АВС-80 и УАП-3 за 10 мин позволяет получить узкодисперсные частицы графита с максимумами распределения 13 и 11 мкм соответственно, что говорит о преимуществе и эффективности данной технологии по сравнению со случаем измельчения графитовой смеси в планетарной мельнице.

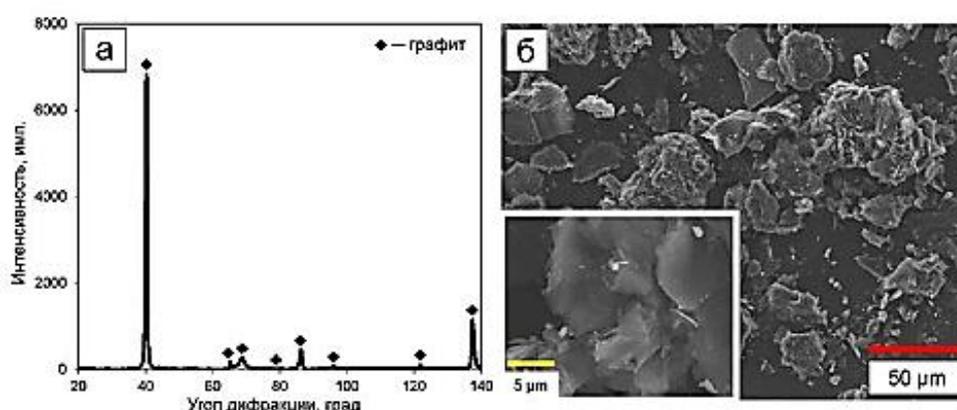


Рис. 1. Рентгенограмма (а) и СЭМ-изображения (б) исходной графитовой смеси

4.8. УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПАР ТРЕНИЯ ТОРЦЕВЫХ УПЛОТНЕНИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СИСТЕМЫ *TiC-SiC*

Сомов О.В., Каченюк М.Н., Сметкин А.А. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2021. – Т.87, №1. – С.52-60

Новые износостойкие материалы, применяемые в парах трения, разрабатывают в целях повышения надежности и безотказности их работы при эксплуатации, снижения экологической нагрузки и сокращения энергозатрат в технологических процессах изготовления. Одним из перспективных функциональных материалов для изготовления прочных и износостойких деталей и изделий, подвергающихся интенсивному износу в процессе эксплуатации, является порошок системы *TiC-SiC* получаемый искровым плазменным спеканием (ИПС). ИПС - энергосберегающий способ, альтернативный горячему прессованию. Он экологически безопаснее производства серийных пар трения для тракторостроения из свинцово-графитовой композиции НАМИ ГС-ТАФ-40. По эскизам серийной пары трения торцевого уплотнения центробежного насоса 16-08-140СП системы охлаждения дизеля Д-180 трактора Т10 изготавливали опытные образцы пар трения из порошкового материала системы *TiC-SiC* с применением технологии ИПС. Цель работы - проведение ускоренных стендовых испытаний опытных пар трения.

5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ВЫКЛАДКЕ ПРЕПРЕГОВ (ОБЗОР)

Тимошков П.Н., Гончаров В.А., Усачева М.Н. //Труды ВИАМ. – 2021. - №6 (100). – С.46-55

К основным технологическим факторам при использовании технологий автоматизированной выкладки лент (АТЛ) и волокон (АФР) относятся температура материала, скорость выкладки, давление прикатки и отсутствие отклонений от требуемой траектории выкладки. Рассмотрено влияние указанных технологических факторов на некоторые характеристики полимерных композиционных материалов. Оптимальная температура выкладки должна обеспечить требуемую адгезию, скорость выкладки - нагрев материала без потери его технологических свойств, а давление прикатки при выкладке - оптимальную пористость и толщину материала.

5.2. КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕПЛАСТИКОВ РАДИОВОЛНОВЫМ И ТЕПЛОВЫМ МЕТОДАМИ

Ястребов Д.В., Згуральская Е.Н. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2020. - №3. – С.155-159

Рассмотрены вопросы комбинированного радиоволнового и теплового метода диагностики процесса утилизации углеродосодержащего полимерного композиционного материала с помощью термокриоудара в лабораторных условиях.

5.3. ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ РАЗНЫХ МАРОК ФТОРОПЛАСТА-4 И УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Шелестова В.А., Гракович П.Н., Шилько И.С. // Трение и износ. – 2021. – Т.42, №2. – С.121-127

В работе изучено триботехническое поведение в условиях трения без смазки и механические свойства фторопластовых композитов с дискретными углеродными волокнами, полученных из разных марок фторопласта-4 (Ф-4, ПТФЭ). Размер частиц порошка ПТФЭ и его механические свойства оказывают влияние на триботехнические свойства композитов с углеродными волокнами. Износостойкость и фактор- PV выше, а коэффициент трения ниже для композита на основе Ф-4 марки ПН 90, частицы порошка которого отличаются большими размерами, чем частицы ПТФЭ остальных изученных марок. Композит, изготовленный из модифицированного мелкодисперсного ПТФЭ (марка TFM 1705), показал самые высокие модуль упругости и прочность. Сделано предположение, что крупные частицы ПТФЭ, отрицательно влияя на механические свойства композита, при трении способствуют более интенсивному образованию плёнки переноса, а также уменьшают площадь контакта, что снижает коэффициент трения при увеличении давления в зоне трения.

5.4. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ФТОРОПЛАСТОВЫХ КОМПОЗИТОВ

Шелестова В. А., Евсева Л. Е., Лещенко В. Г. // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т.7, №2. – С.80-88

Наиболее широко используемые износостойкие, выдерживающие высокие нагрузки антифрикционные фторопластовые композиты содержат в качестве наполнителей углеродные волокна (УВ) в количестве не менее 10 мас.%, а оптимально - 17-20 мас.%. Карбид кремния (SiC) является уникальным материалом благодаря сочетанию его теплофизических, механических и физико-химических свойств, которые достигают исключительных значений при уменьшении размеров частиц до наномасштабов. Цель работы - исследование влияния малых добавок карбида кремния на структуру и свойства фторопластовых композитов, содержащих УВ. Проведенные сравнительные исследования комплекса теплофизических, триботехнических, механических свойств фторопластовых композитов, содержащих углеродные волокна, показали, что влияние ультрадисперсной добавки карбида кремния неоднозначно. Добавка SiC снижает коэффициент трения и температуру в зоне трения для фторопластовых композитов, содержащих УВ, что может быть обусловлено повышением теплофизических характеристик (теплопроводности, температуропроводности).

5.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЯДА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИПРОПИЛЕНА И УГЛЕПЛАСТИКА НА ЕГО ОСНОВЕ

Балькаев Д.А., Хамидуллин О.Л., Сафин А.Р. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2021. – Т.77, №2. – С.3-7

Приведены экспериментальные данные по определению некоторых теплофизических свойств полипропилена и углепластика на его основе, необходимые для моделирования процесса термоформования консолидированной пластины.

5.6. ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПОЛИМЕРА ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И ЭТИЛЕНА

Селькин В. П., Копылов С. В. // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т.7, №2. – С.89-93

Исследованы зависимости механических характеристик (предел прочности и предел текучести при растяжении, относительное удлинение при разрыве) сополимера тетрафторэтилена и этилена от концентрации углеродных ПАН-волокон. Механические испытания осуществляли как при комнатной температуре, так и при растяжении в области максимальных температур эксплуатации композитов типа «ЭТФЭ + углеродное волокно» (+200°C). Показано, что зависимости прочности при растяжении и предела текучести при растяжении при небольших концентрациях углеродных волокон носят различный характер. На начальном этапе с увеличением концентрации углеродных волокон предел прочности в зависимости от температуры испытания не изменяется или снижается, то для предела текучести отмечается интенсивный рост. При содержании волокон 15 мас.% значения предела текучести достигают значений предела прочности. Особенно значительный рост предела текучести, по сравнению с неармированным ЭТФЭ, отмечается при +200°C - в 3 раза при содержании волокон 15 мас.%.

5.7. ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГРАФЕНОМ

Герасимова А.В., Меметов Н.Р., Ткачев А.Г. // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2020. - №3 (53). – С.19-25

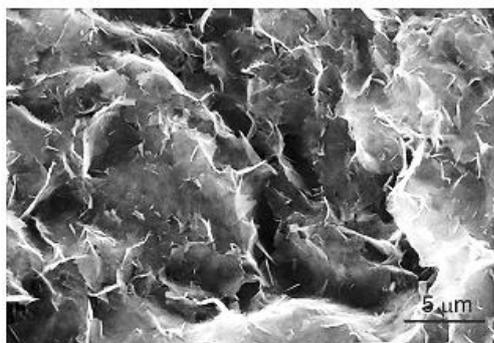


Рис. 2. СЭМ-изображение РСГ, модифицированных ФФС

Разработка композиционных материалов на основе полимеров, модифицированных углеродными наноструктурами, является перспективным направлением научных исследований, поскольку их применение позволяет значительно улучшить функциональные свойства полимеров по сравнению с другими модификаторами. Работа посвящена исследованиям электропроводящих свойств эпоксидной смолы (ЭС), модифицированной расширенным соединением графита (РСГ), которое предварительно модифицировали фенолформальдегидной смолой (ФФС) путем ультразвуковой обработки в водном растворе.

Полученную концентрированную дисперсию РСГ с ФФС флокулировали с помощью уксусной кислоты, фильтровали и промывали водой. Водную пасту РСГ, модифицированного ФФС, вводили в матрицу ЭС методом механического перемешивания на трехвалковой мельнице. Доказано, что модификация РСГ ФФС перед введением в эпоксидную матрицу способствует лучшему распределению углеродного материала, а также уменьшению размеров агрегатов его частиц. Проведены исследования электропроводности композитов, полученных методом горячего отверждения, в результате которых установлено, что максимальной электропроводностью- $6,2 \times 10^{-4} \text{ См} \times \text{см}^{-1}$ обладали образцы на основе ЭС, содержащие 9 масс.

5.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗЬБОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Чурикова Т.Н., Самкова Н.П. // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2020. - №3 (53). – С.46-52

В рамках разработки материала, образующего на резьбовой поверхности труб и муфт многофункциональное покрытие, установлены требования, предъявляемые к покрытию. Одним из основных требований является возможность проведения многократного свинчивания резьбового соединения без повреждения резьбы. Необходимость получения высокого уровня антифрикционных свойств покрытия обусловила проведение исследований влияния антифрикционных добавок различной природы действия на трибологические свойства покрытия: уменьшение коэффициента трения сопряженных поверхностей и обеспечение стойкости покрытия к истиранию. Для определения влияния антифрикционных добавок различной природы действия на функциональные свойства покрытия проведены сравнительные лабораторные испытания резьбовых покрытий, содержащих различные антифрикционные добавки, в условиях трения скольжения при возвратно-поступательном перемещении по схеме «неподвижная пластина - палец». В качестве антифрикционных компонентов использованы графит, дисульфид молибдена и политетрафторэтилен (ПТФЭ), которые имеют различные антифрикционные свойства.

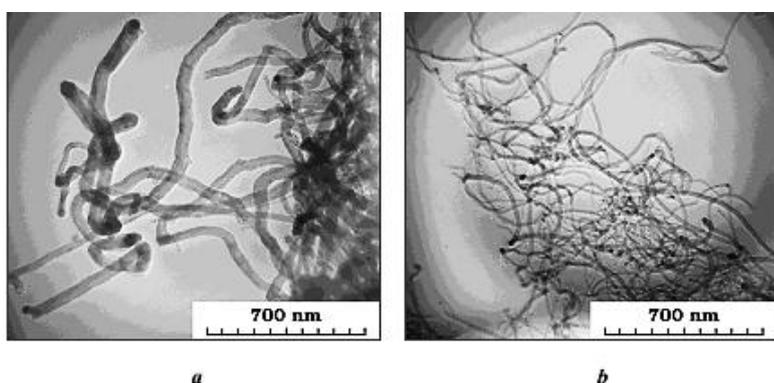


Рис. 1. ПЭМ МУНТ: а – «Таунит»; б – «Таунит-М»

5.9. ПОВЫШЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПЬЕЗОРЕЗИСТИВНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

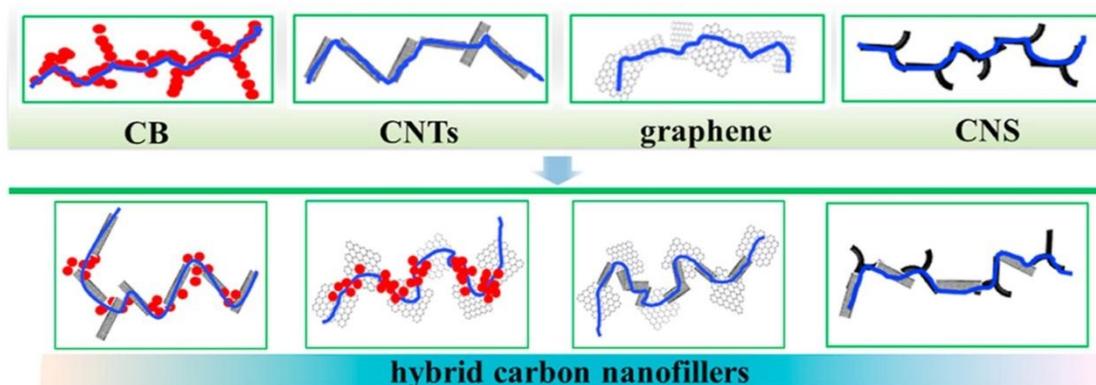
Boosting electrical and piezoresistive properties of polymer nanocomposites via hybrid carbon fillers / Kai Ke, Liang Yue, Heqing Shao // Carbon. – 2021. – March. – Vol.173. – P.1020-1040

Углеродные нанонаполнители широко используют для смешивания с полимерами для изготовления высокоэффективных полимерных нанокомпозитов (ПНК) для применения в конструкционных, электронных и сенсорных материалах. Однако, как правило, сложно добиться значительного улучшения свойств при использовании одного углеродного нанонаполнителя. В качестве альтернативы было доказано, что использование гибридных углеродных нанонаполнителей является простой и многообещающей стратегией для эффективного повышения электрических и пьезорезистивных свойств ПНК. Представлен современный обзор влияния гибридных углеродных наполнителей на электрические свойства ПНК и соответствующих применений, касающихся пьезорезистивного зондирования. Систематически обсуждается влияние гибридных углеродных нанонаполнителей на границу электрической перколяции, электропроводность и пьезорезистивную чувствительность ПНК. (Ш.) (Англ)

5.10. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЕДОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВЫСОКОПОРИСТЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Ефимов М.Н., Васильев А.А., Муратов Д.Г. // Журнал физической химии. – 2021. – Т.95, №1. – С.102-106

Разработан метод синтеза металл-углеродных наноконпозитов, представляющих собой железосодержащие наночастицы, распределенные в высокопористом углеродном носителе на основе пиролизованного полиакрилонитрила. Показано, что формирование металлических наночастиц происходит *in situ* в процессе пиролиза полимера и формирования пористой углеродной матрицы. Исследованы особенности формирования железосодержащих частиц в зависимости как от температуры предварительной обработки (200, 500 и 800°C), так и от конечной температуры синтеза, которая варьировалась от 500 до 900°C. Показано изменение удельной площади поверхности углеродного носителя в зависимости от условий получения. Помимо образования наночастиц карбидов железа обнаружено формирование фаз α -Fe, γ -Fe и $KFeO_2$. Рис. Гибридные углеродные нанонаполнители



6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

6.1. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Анодина О.Д., Куликова М.Г. // Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции «Будущее науки-2021». – 2021. – С.209-211

Данная статья посвящена выбору оптимальной технологии получения полимерных композиционных материалов. Описываются основные методы и их характеристика. Если используются волокнистые наполнители, то, чаще всего, процесс получения изделия совмещается с изготовлением полимерных композиционных материалов. Углеродный волокнистый наполнитель помещают в специальную форму для пропитки связующим компонентом. После этого при низком давлении осуществляется процесс отверждения. Рис. Характеристика методов получения полимерных композиционных материалов.



6.2. ОБЗОР РЫНКА УГЛЕВОЛОКНА В МИРЕ И СНГ

https://infomine.ru/files/catalog/536/file_536_eng.pdf // 2020

Настоящий отчет является вторым изданием исследования рынка углеродного волокна в мире и странах СНГ. Цель исследования – анализ рынка углеродного волокна в мире и странах СНГ. Объектом исследования является углеродное волокно, а также материалы на его основе. Хронологические рамки исследования: 2010-2020 гг.; прогноз – 2021-2025 гг. География исследования: Российская Федерация, Белоруссия – подробный анализ рынка; мировой рынок – общие сведения о динамике и характеристиках. Предлагаемое исследование претендует на роль справочного пособия для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке углеродного волокна и материалов на его основе.

Таблица 2. Сравнительные характеристики углеродных волокон на основе различных видов сырья

Тип исходного сырья	Модуль упругости, ГПа	Прочность, ГПа	Плотность, г/см ³	Диаметр, мкм
ПАН волокно	210- 600	2,4-7,0	1,75-1,9	4-8
пековое волокно	420-960	1,0-3,8	1,9-2,2	7-11
вискозная нить	20-60	0,35-0,7	1,4-1,5	6-10

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/32/536>

7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

7.1. О СОЗДАНИИ НОВОГО ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА ВЫПУСКОВ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ РАН ПО ТЕМАТИЧЕСКОМУ НАПРАВЛЕНИЮ «ХИМИЯ, БИОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ» *PhysChemBio.ru*

https://elibrary.ru/journals_Phys%D0%A1hemBio.asp?

В целях продвижения российских научных журналов, повышения их видимости и доступности в рамках проекта Министерства науки и высшего образования РФ создан новый электронный архив научных журналов РАН по тематическому направлению «Химия, биология и физиология» *PhysChemBio.ru*.

Основой электронного архива по данной теме стала коллекция выпусков ведущих журналов Российской академии наук за период 2000-2008 гг., а именно: «Доклады Академии наук», «Журнал физической химии», «Физикохимия поверхности и защита материалов», «Радиохимия», «Электрохимия», «Коллоидный журнал», «Нефтехимия», «Журнал прикладной химии», «Высокомолекулярные соединения. Серия А», «Высокомолекулярные соединения. Серия Б», «Высокомолекулярные соединения. Серия С». В дальнейшем планируется включение в данный архив как более ранних выпусков журналов РАН, так и других журналов РАН по данному направлению.

Вместе с коллекцией выпусков журналов РАН по химии, биологии и физиологии в архиве размещаются материалы XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии - ключевого события Международного года Периодической системы таблицы химических элементов Д.И. Менделеева. Материалы съезда включают в себя тезисы участников десяти

секций, семи англоязычных симпозиумов. Материалы содержат новые знания в семи передовых областях химии и наук о материалах, тексты и видеозаписи пленарных докладов выдающихся ученых мира.

Архив размещен на сайте *PhysChemBio.ru*. Свободный доступ к полным текстам статей открыт с ноября 2020 года.

7.2. БИОМИМЕТИКА В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

Полилов А.Н., Татусь Н.А. // Сборник трудов «XXXII Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения». – 2021. – С.17-21

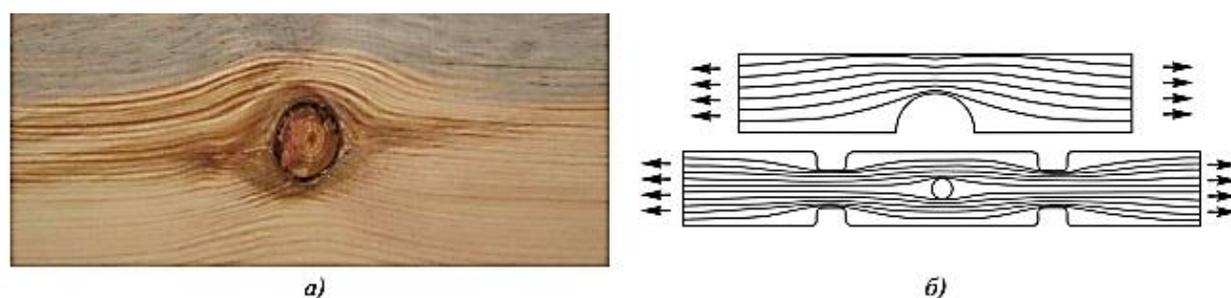
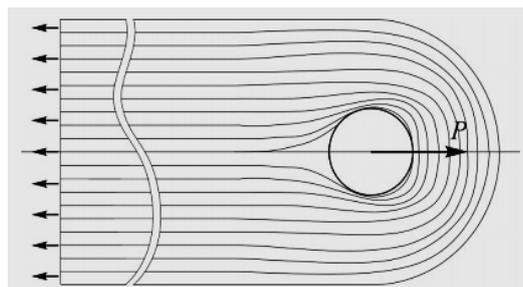


Рис. 2. а) структура древесины сосны в зоне сучка, б) равнонапряженная структура укладки волокон вдоль траекторий наибольших главных напряжений вблизи отверстий и выточек в растягиваемой пластине

Доклад посвящен анализу использования методов Природы при проектировании композитных конструкций, в частности, с применением оптимальных криволинейных траекторий укладки волокон. В первой части отмечены модели разных структурных уровней в макро-, мини-, микро-механике композитов. Вторая часть включает анализ оптимальных упруго-прочностных свойств древесины и композитов для торможения трещин поверхностями раздела. Третья часть посвящена методам построения криволинейных траекторий волокон, «обтекающих отверстия». В четвертой части проанализированы технологии изготовления мест крепления, в которых отверстия сформированы с помощью криволинейных траекторий волокон. В пятой части обсуждаются «навеянные природой» принципы оптимального проектирования трубных композитных конструкций, аналогичных по строению многозвенным стеблям бамбука. В шестой части рассмотрены примеры эффективного применения волокнистых композитов в упругих элементах. Седьмая часть посвящена интенсивно развивающимся аддитивным технологиям трехмерной печати деталей из волокнистых композитов с укладкой волокон по рассчитанным траекториям. Одна из основных фундаментальных задач композитного конструирования состоит в разработке методов крепления, реализующих высокую прочность волокон. Принципиальные недостатки всех известных способов крепления заставляют обратиться за опытом к живой Природе, и «конструкция» сучка может подсказать оптимальные траектории волокон в зоне соединения через болт или заклепку (рис. 3). Рациональное армирование приводит к существенному снижению локальных напряжений в расчете на волокно, исключению расщеплений и повышению (минимум на 50%) несущей способности соединения. Рис. *Рациональные траектории волокон, обгибающих нагруженное отверстие*



8. ПАТЕНТЫ

УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА И МАТЕРИАЛА НА ЕГО ОСНОВЕ

Патент RU № 2741012 от 21.01.2021 года. З. № 2020121608 от 30.06.2020 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственный центр "УВИКОМ" (RU)– D01F 9/16

Изобретение относится к способу получения углеродного волокна и материалов на его основе из исходного целлюлозного волокнистого материала. Способ включает пропитку исходного целлюлозного волокнистого материала в жидкофазной кремнийорганической композиции и последующую термообработку, включающую терморелаксацию, пиролиз, карбонизацию и графитацию, отличающийся тем, что упомянутый способ осуществляют в непрерывном режиме, а в качестве исходного целлюлозного волокнистого материала используют гидратцеллюлозные нити, пропитку которых проводят в режиме нулевой деформации в водной эмульсии жидких олигомерных смол с содержанием силанольных групп, достигающих значений от 5% до 15%, при этом термообработке подвергают текстильные материалы, изготовленные из гидратцеллюлозных нитей, пропитанных в водной эмульсии жидких олигомерных смол, причем пиролиз проводят в восьми температурных зонах, в отдельных печах для каждой температурной зоны в среде азота при подъеме температуры по зонам и степени деформации нити: в первой зоне пиролиз проводят при температуре 200-220°C и степени деформации 0-(-5)%, во второй зоне - при температуре 220-240°C и степени деформации 0-(-5)%, в третьей зоне - при температуре 250-270°C и степени деформации 0-(-5)%, в четвертой зоне - при температуре 270-300°C и степени деформации 0-(+20)%, в пятой зоне - при температуре 310-380°C и степени деформации (-40)-(+45)%, в шестой зоне - при температуре 410-540°C и степени деформации (-5)-(+10)%, в седьмой зоне - при температуре 550-670°C и степени деформации 0-(+10)%, в восьмой зоне - при температуре 680-720°C и степени деформации 0-(+10)%, при этом продукты пиролиза выводят из каждой температурной зоны и дожигают в токе воздуха, а терморелаксацию осуществляют на воздухе при температуре (180-200)°C в режиме свободной усадки, карбонизацию проводят при температуре (1000-1100)°C, и графитацию проводят при температуре (2200-2500)°C при вытяжке до (+10%). Технический результат - повышение физико-механических свойств углеродных волокнистых материалов.

2. СПОСОБ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ПАН ПРЕКУРСОРА В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Патент RU № 2741008 от 22.01.2021 года. З. № 2020129802 от 09.09.2020 года. Патентообладатель Акционерное общество «НПК «Химпромминжиниринг» (RU) - D01F 9/32

Группа изобретений относится к способу получения углеродного волокна, а именно к способу мониторинга процесса термостабилизации ПАН-прекурсора в процессе получения углеродного волокна и устройству для его осуществления. Способ оптимизации процесса термостабилизации ПАН-прекурсора при получении углеродного волокна включает многостадийную термообработку волокна в печи окисления проходного типа с возможностью контроля газовой среды с помощью по крайней мере одного устройства мониторинга на каждой стадии термостабилизации. Устройство мониторинга процесса

термостабилизации включает пробоотборник, установленный в зоне повышенного давления газовой среды, систему подготовки пробы и анализатор газовой среды с возможностью передачи данных на блок управления параметрами процесса, выполненный с возможностью регулирования параметров с учетом концентрации монооксида углерода (CO). Группа изобретений обеспечивает оптимизацию режима проведения процесса, в частности непрерывный мониторинг концентрации угарного газа, и сокращение времени на контроль режима проведения процесса, тем самым обеспечивая моментальный эффект от корректировок температурного режима, повышение уровня безопасности проведения процесса термостабилизации, исключение возникновения аварийной ситуации с самовоспламенением материала и получения неравномерно обработанного по объему волокна.

3. СПОСОБ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ПАН ПРЕКУРСОРА В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Патент RU № 2741008 от 22.01.2021 года. З. № 2020129802 от 09.09.2020 года.
Патентообладатель Акционерное общество «НПК «Химпромминжиниринг» (RU) - D01F 9/32

Группа изобретений относится к способу получения углеродного волокна, а именно к способу мониторинга процесса термостабилизации ПАН-прекурсора в процессе получения углеродного волокна и устройству для его осуществления. Способ оптимизации процесса термостабилизации ПАН-прекурсора при получении углеродного волокна включает многостадийную термообработку волокна в печи

4. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ИЗ БИОПРЕКУРСОРОВ И ПОЛУЧАЕМЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА

Патент RU № 2748442 от 19.02.2021 года. З. № 2019116178 от 26.10.2017 года.
Международная заявка WO № 2018078288 от 03.05.2018 года. Патентообладатель АРКЕМА ФРАНС (FR)– D01F 9/16

Изобретение относится к области углеродных волокон, и более конкретно к углеродным волокнам, производимым из получаемых из биоисточников прекурсоров. Способ получения углеродистого волокна или набора волокон включает объединение структурированного прекурсора, содержащего волокно или набор волокон гидроцеллюлозы, и неструктурированного прекурсора, содержащего лигнин или его производное, в форме раствора, имеющего вязкость менее чем 15000 мПа/с для получения волокна или набора волокон гидроцеллюлозы, покрытых лигнином или его производным. Причем способ дополнительно содержит стадию термической и размерной стабилизации и стадию карбонизации. Обеспечивается уменьшение количества стадий получения углеродных волокон, снижение энергозатрат, получение углеродных волокон с высокой механической стабильностью, высоким выходом по углероду и пониженной плотностью.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ НА РАЗРЫВ УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ

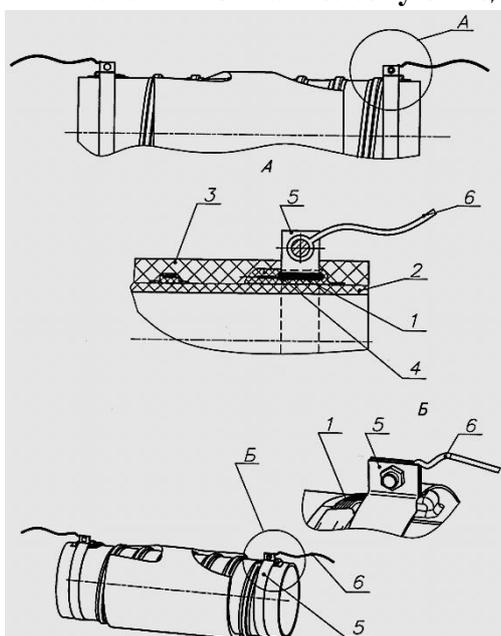
Патент RU № 2743566 от 19.02.2021 года. З. № 2019145359 от 31.12.2019 года.
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)–С01В 32/174

Изобретение может быть использовано при изготовлении композиционных материалов для деталей летательных аппаратов. Дисперсию углеродных нанотрубок (УНТ) в н-метилпирролидоне с концентрацией от 20 до 250 мкг/мл наносят методом аэрозольного распыления в виде отдельных микрокапель, образующих несплошной однородный слой частиц УНТ на поверхности углеволокна с одновременным нагревом его поверхности до 65-120°C. Расход дисперсии не более 0,05 мл/см² в минуту при аэрозольном распылении в потоке газа, большем чем расход жидкости не менее чем на 3 порядка. Для пропитки углеволокон готовят раствор отвердителя, содержащего аминогруппы, в бензиловом спирте с концентрацией отвердителя 60-800 мкг/мл. Отвердитель выбирают из полиэтиленполиамина, триэтилентетрамина, диэтилентриамина, тетраэтиленпентамина, м-ксилилендиамина, м-фенилендиамина или их смеси. К бензиловому спирту можно добавить растворитель, выбранный из 2-пропанола, этанола или бутанола или их смеси, в объемном соотношении к бензиловому спирту от 1:20 до 2:3; или растворитель, выбранный из кетонов, содержащих в качестве боковых групп R1, R2, C1-C4 алкильную группу, или их смеси; или растворитель, выбранный из ацетатов, содержащих в качестве боковой группы R3, C1-C4 алкильную группу, этиленгликоль моноэтил эфир ацетата, этиленгликоль метил эфир ацетата, в объемном соотношении к бензиловому спирту от не менее 1:10 до 1:2. Пропитку углеволокон отвердителем осуществляют методом окунания. Затем поверхность углеволокон, модифицированного УНТ и молекулами отвердителя, термообработывают путём нагрева до 45-85°C с последующей промывкой углеволокон в растворителе, выбранном из ацетатов или кетонов, способствующем удалению лишнего, не связанного с УНТ, отвердителя. Повышается прочность на разрыв волокнистых композитов за счет формирования сетки, связанной с поверхностью углеволокон, состоящей из УНТ, окруженных молекулами отвердителя, химически взаимодействующего с молекулами связующего.

6. СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Патент RU на полезную модель № 205785 от 11.08.2021 года. З. № 2021103107 от 09.02.2021 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "ЭЛКАД" (ООО "ЭЛКАД") (RU) - Н05В 3/48



Полезная модель относится к области электротехники, в частности к стеклопластиковому нагревателю с нагревательным элементом из тканой углеродной однонаправленной ленты из углеродных волокон в виде нитей из полиакрилонитрильного прекурсора. Повышение надежности нагревателя является техническим результатом полезной модели. Нагреватель предназначен для нагрева жидких и газовых сред до температуры до 250°C и выполнен намоткой в виде трубчатых элементов диаметром не более 260 мм и длиной до 3150 мм, мощностью до 56 кВт, из стеклопластика и жидкой фенолоформальдегидной смолы.

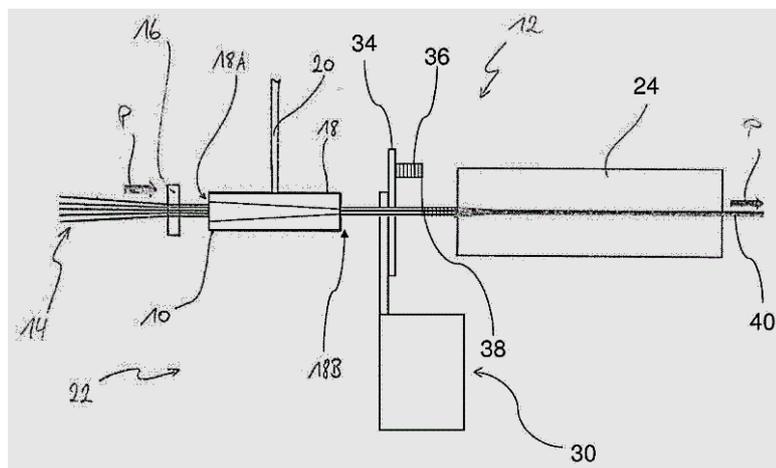
7. ДЕТАЛЬ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ВКЛЮЧАЮЩАЯ В СЕБЯ МЕЖФАЗНЫЙ СЛОЙ ЛЕГИРОВАННОГО АЛЮМИНИЕМ НИТРИДА БОРА

Патент RU № 2747836 от 19.04.2021 года. З. № 2019119837 от 22.11.2017 года. Международная заявка WO № 2018096266 от 31.05.2018 года. Патентообладатель САФРАН СЕРАМИКС (FR), САНТР НАСЪОНАЛЬ ДЕ ЛЯ РЕШЕРШ СЪЯНТИФИК (FR) - C04B2235/614

Настоящее изобретение относится к детали из композиционного материала, содержащей волокнистый наполнитель, изготовленный из углеродных или керамических нитей, и керамическую матрицу. Такая деталь может быть использована в горячих участках газотурбинных двигателей. Упомянутая деталь также содержит первый межфазный слой, покрывающий нити и расположенный между нитями и матрицей, причем упомянутый первый межфазный слой состоит из нитрида бора, легированного алюминием, и имеет содержание атомов алюминия, лежащее в диапазоне 5-15%. Для изготовления детали образуют на пучках волокон первый межфазный слой, получают предварительно отформованную волоконную заготовку посредством текстильных операций и образуют матрицу способом химической паровой инфильтрации или осаждения. Технический результат изобретения – улучшение стойкости детали при высоких температурах и во влажной атмосфере.

8. ИНЖЕКТОРНАЯ КАМЕРА ДЛЯ ПУЛТРУЗИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНОМ ПЛАСТМАССОВЫХ ПРОФИЛЕЙ, ПРЕЖДЕ ВСЕГО ПЛАСТМАССОВЫХ СТЕРЖНЕЙ

Патент RU № 2755917 от 22.09.2021 года. З. № 2019131466 от 20.03.2018 года. Международная заявка WO № 2018177803 от 04.10.2018 года. Патентообладатель КРАУССМАФФАЙ ТЕКНОЛОДЖИЗ ГМБХ (DE) - B29C 70/52

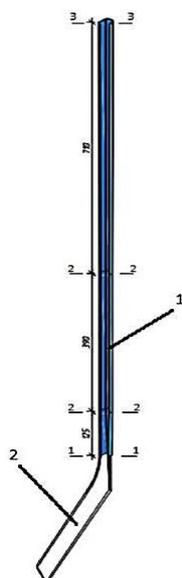


Изобретение предназначено для изготовления армированных волокном пластмассовых профилей в виде длинных стержней. Инжекторная камера (10) для пултрузионной установки (12) содержит корпус (18) по меньшей мере с одним волокно подводящим отверстием (18А) для подвода волокон (14), прежде всего стеклянных волокон, углеродных волокон или арамидных волокон, предусмотренный на корпусе (18) инжекторный патрубок (20) для

инъекции жидкого матричного материала (22) и выходное отверстие (18В) для вывода пропитанных матричным материалом (22) волокон (14) к отверждающему устройству (24). Выходное отверстие (18В) предусмотрено на соединяемой с корпусом (18) калибровочной насадке. Волокно подводящее отверстие (18А) и выходное отверстие (18В) имеют по существу, круглое поперечное сечение. Диаметр волокно подводящего отверстия (18А) больше, чем диаметр выходного отверстия (18В). Технический результат: обеспечение возможности изготовления стержней разных диаметров.

9. ХОККЕЙНАЯ КЛЮШКА

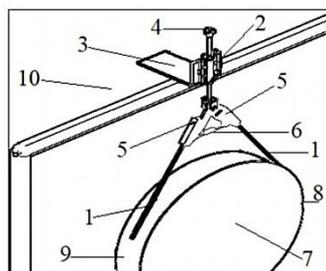
Патент RU на полезную модель № 205215 от 02.07.2021 года. З. № 2021111233 от , 20.04.2021 года. Патентообладатель Тягалов Александр Павлович (RU)– А63В 59/0



Полезная модель относится к спортивному оборудованию, а именно к инвентарю для игры в хоккей с шайбой - к клюшке. Техническим результатом является увеличение универсальности клюшки для игроков различного роста и обхвата ладони. Хоккейная клюшка выполнена из соединенных между собой полый рукояти и крюка. Рукоять и крюк выполнены из послойно уложенных и пропитанных связующим заготовок из волокнистой углеродной ткани, подверженных полимеризации. Направление волокон заготовок послойно меняется на 0°, 30°, 45° и 90°. Рукоять выполнена полый и сужающейся от верхнего конца рукояти к концу, прикрепленному к крюку.

10. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ЧАСТЕЙ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Патент RU № 2752388 от 27.07.2021 года. З. № 2020138226 от 23.11.2020 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Тириан-Энерго» (RU) - Н05F 3/02



Изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано для защиты от возникновения паразитных потенциалов на вращающихся узлах паровых турбин, компрессоров, электродвигателей, и может быть использовано для заземления турбоагрегатов (ТА). Устройство для заземления подвижных частей предпочтительно турбоагрегатов содержит элементы заземления, контактные к поверхности подвижной части и электрически подключенные к контуру заземления. Элементы заземления выполнены в виде витых стержней 1, представляющих собой скрученные в жгуты пряди углеродного волокна, обработанные кристаллизованным графитом, полученным пиролизом метана в печи при температуре 2200-2300°С в присутствии обрабатываемых жгутов с последующей кристаллизацией графита в массе и на поверхности жгута с образованием жестких витых стержней диаметром около 8 -10 мм и длиной около 300 -310 мм. Витые стержни 1 установлены на траверсе 2, выполненной выдвигной в вертикальной плоскости и установленной на кронштейне 3 с рукояткой управления 4 выдвигания траверсы 2. Витые стержни 1 соединены с траверсой 2 посредством зажимных контактов 5 и снабжены пружинными элементами 6, фиксирующими положение витых стержней 1 друг относительно друга и обеспечивая контакт их концов с поверхностью вала 7 с набегающей 8 и сбегающей 9 сторон вала (ТА), образуя узел токосъема. Траверса 2 посредством кронштейна 3 закреплена на неподвижной опоре, например, на корпусе 10 опорного подшипника турбины ТА. С набегающей 8 стороны вала 7 узел токосъема может иметь один или более витых стержней 1, параллельных друг другу. Витые стержни 1 закреплены в клеммах зажимных контактов 5, электрически подключены к контуру заземления 14. Узел токосъема посредством высокотемпературных проводов через электронный блок или штатное реле или напрямую подключен к контуру заземления 14. Технический результат - повышение надежности, безопасности и эффективности заземления подвижных узлов в течение длительного времени.

11. КРИСТАЛЛИЗУЕМЫЙ ПЛАВКИЙ ПОЛИЭФИРИМИДНЫЙ КОМПОЗИТ

Патент RU № 2755476 от 16.09.2021 года. З. № 2020135912 от 02.11.2020 года. Патентообладатель ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (RU) - В29С 48/00

Изобретение относится к композитам на основе частично кристаллического плавкого полиэфиримида с армирующими волокнами, перерабатываемого методом литья под давлением, экструзией и прессованием. Получаемые на его основе полимерные композиционные материалы могут быть использованы для изготовления высокопрочных, тепло- и термостойких деталей для изделий конструкционного, электротехнического, общего и специального назначения, применяемых в авто-, авиа-, судостроении, космической технике, нефтехимической отрасли, в медицине и на железнодорожном транспорте. Кристаллизуемый плавкий полиэфиримидный композит по изобретению содержит следующее соотношение компонентов в мас. %: 48,5-79,45 частично-кристаллического полиэфиримида, 20-50 армирующих волокон, выбранных из углеродных волокон, базальтовых волокон и стеклянных волокон, 0,5-1 бисфталъимида в качестве пластификатора, 0,05-0,5 углеродных наночастиц. Техническим результатом изобретения является создание кристаллизуемого плавкого полиэфиримидного композита, способного к рекристаллизации для получения изделий методом литья под давлением, экструзией, горячим прессованием, обладающих улучшенным по сравнению с аналогами комплексом термических, прочностных и других эксплуатационных характеристик.

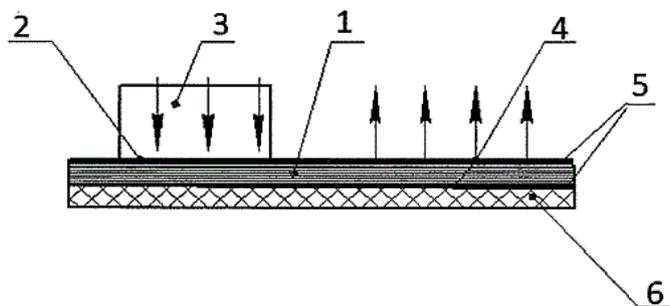
12. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

Патент RU № 2755343 от 22.01.2021 года. З. № 2020113137 от 26.03.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИХ ДВО РАН) (RU) - С08L 63/00

Изобретение относится к области строительных материалов и предназначено для армирования строительных конструкций, позволяя получить усиленную напряженную композитную арматуру, обладающую улучшенными физико-механическими характеристиками, повышенной стойкостью к агрессивным средам. Способ получения полимерно-композитного материала представляет собой многоэтапное изготовление коллоидного раствора на базе эпоксидной смолы с добавлением углеродных нанотрубок с применением нагрева и ультразвукового воздействия. На базе коллоидного раствора изготавливается полимерный композитный материал, состоящий из эпоксидной смолы, отвердителя, ускорителя, пластификатора и многослойных углеродных нанотрубок. С применением полимерного композитного материала, изготовленного по описанному способу, производится напряженная усиленная композитная арматура. Она состоит из напряженных армирующих волокон прямого стеклянного ровинга из щелочестойкого Е-стекла с усилением натяжения 50-1500 кг, полимера и скрученной нити прямого стеклянного ровинга из щелочестойкого Е-стекла.

13. УСТРОЙСТВО ОТВОДА ТЕПЛА ОТ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО ОБЪЕКТА

Патент RU на полезную модель № 205224 от 05.07.2021 года. З. № 2021107102 от 18.03.2021 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Ниагара" (RU) - H05K 7/20



Полезная модель относится к теплотехнике и может быть использована для обеспечения эффективного отвода тепла от тепловыделяющих объектов, например, от электронных компонентов, установленных на единой плате-основании в электронном модуле. Требуемый технический результат, который заключается в повышении эксплуатационной надежности, а также в

расширении арсенала технических средств, которые могут быть использованы в качестве средств теплоотвода, достигается в устройстве, которое содержит принимающую и отводящую тепло пластину из теплопроводного материала, имеющую утилизирующую поверхность, выделяющую тепло в окружающую среду, и теплопринимающую поверхность, обращенную к тепловыделяющему объекту, имеющему плату-основание и размещенные на ней тепловыделяющие элементы, причем, пластина из теплопроводного материала выполнена из соединенных формальдегидным связующим углеродных волокон из пекового прекурсора, при этом на теплопринимающую и утилизирующую поверхности пластины из теплопроводного материала нанесен слой графитовой фольги, а на слой графитовой фольги со стороны утилизирующей поверхности пластины нанесен слой углеродного пластика.

14. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ

Патент RU № 2749387 от 09.06.2021 года. З. № 2020134050 от 16.10.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН) (RU) - C04B 35/577

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

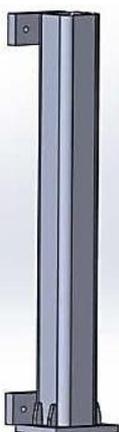
15. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Патент RU № 2744543 от 11.03.2021 года. З. № 2020130338 от 15.09.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН) (RU) - C04B 35/577

Изобретение относится к способу получения керамического композита на основе карбида кремния. Технический результат - повышение прочностных характеристик керамики на основе карбида кремния: повышение прочности на изгиб и трещиностойкости, низкая плотность. Способ получения керамического композиционного материала на основе карбида кремния, армированного волокнами карбида кремния, включает смешение исходных компонентов - порошка карбида кремния, спекающей добавки в виде иттрий-алюминиевого граната YAG в соотношении оксидов $Y_2O_3:Al_2O_3$ 3:5 в количестве 10 мас.% и волокон карбида кремния SiC в количестве от 1 до 10 мас.% - в планетарной мельнице в среде изопропилового спирта, сушку полученной смеси, добавление 3 мас.% 10%-ного водного раствора поливинилпирролидона, формование заготовок односторонним одноосным прессованием в металлической пресс-форме при давлении 100 МПа и обжиг методом горячего прессования в среде аргона при температуре 1850°C с максимальным удельным давлением 30 МПа. В качестве волокон карбида кремния SiC используют волокна, полученные силицированием углеродной ткани парами SiO. В качестве порошка карбида кремния используют субмикронный порошок карбида кремния размерностью 100-400 нм со сферической формой частиц, полученный методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

16. ГИБКОЕ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩЕЕ ОГРАЖДЕНИЕ

Патент RU № 2745657 от 30.03.2021 года. З. № 2020121593 от 30.06.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Омский государственный технический университет"(ОмГТУ) (RU) - G10K 11/00



Трехмерная модель стойки

Изобретения относится к шумоподавляющим экранам. Гибкий экран представляет собой многослойную конструкцию - внешние слои ограждения выполнены набором пластин из полимерных материалов верхних и нижних в виде отдельных геометрических фигур, например, прямоугольной формы. Форма пластин выбрана для обеспечения перекрытия зазора. При этом в верхних пластинах выполнен вырез, который обеспечивает гибкость ограждения и, «трансформируясь» в процессе работы, обеспечивает постоянное перекрытие зазора между нижними пластинами до среднего слоя, представленного гибким материалом, например, из углеродной или базальтовой ткани. Внешние пластины закрепляются винтами с гибким промежуточным слоем на несущей сетке, например, из стекловолокна. Вертикальные опорные стойки, выполненные из труб квадратного сечения, имеют приформованные выступы с отверстиями под крепеж. Стойки изготовлены из полимерных композитных материалов (например, стекло- и углепластиков) и заполнены внутри звукоизолирующей пеной для исключения потерь звукоизоляции. В нижней части стойки располагается фланец с ребрами усиления для крепления к фундаменту. Технический результат - повышение прочности, износостойкости, технологичности, удобства транспортировки, монтажа и обслуживания.

МЕДИЦИНА

17. СИСТЕМА ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ ИЗ БИОСОВМЕСТИМОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЧРЕЗКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

Патент RU № 2741406 от 19.01.2021 года. З. № 2020134045 от 16.10.2020 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "НИКА" ("ООО "НИКА") (RU)– А61L 31/04

Изобретение относится к медицине. Система внешней фиксации из биосовместимого композиционного полимерного материала для чрезкостного остеосинтеза, характеризующаяся тем, что содержит кольцевые плоские опоры с отверстиями, полукольцевые плоские опоры с отверстиями с различным углом отклонения, плоские сектора с отверстиями, дуги с отверстиями, вертикальные резьбовые и гладкие соединительные штанги, пластины с отверстиями, болты фиксации, кронштейны, гайки фиксации, фиксирующие стержни и спицы, дистракционные стержни, зажимы, узлы репозиции, узловые соединения, планки, балки, крепежные элементы и зажимы костного фиксатора, при этом кольцевые плоские опоры с отверстиями, полукольцевые плоские опоры с отверстиями с различным углом отклонения, плоские сектора с отверстиями, дуги с отверстиями, вертикальные резьбовые и гладкие соединительные штанги, пластины с отверстиями, болты фиксации, кронштейны, гайки фиксации, дистракционные стержни, зажимы, узлы репозиции, узловые соединения, планки, балки, крепежные элементы и зажимы костного фиксатора, выполненные из биосовместимого композиционного полимерного материала на основе полиэфира, содержащего в качестве волокнистого наполнителя углеродное волокно. В качестве полиэфира основы композиционный полимерный композиционный материал содержит полиэфир, выбранный из группы полиэтилентерефталат и поликарбонат, при следующем количественном содержании компонентов, масс. %: углеродное волокно 9,2-40,8, полиэфирная основа остальное до 100. Изобретение обеспечивает необходимую и достаточную биологическую инертность, простоту монтажа и демонтажа при практическом использовании элементов конструкции внешней фиксации, степень комфортности использования пациентом при одновременном сокращении сроков реабилитации пациента с возвращением к обычному образу жизни, а также обеспечивает повышение качества жизни пациента.

18. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОСТЕОПЛАСТИЧЕСКОГО ДИСПЕРСНОГО БИОКОМПОЗИТА

Патент RU № 2741015 от 15.09.2021 года. З. № 2021107000 от 17.03.2021 года. Патентообладатель Белкин Сергей Валентинович (RU), Чаленко Константин Анатольевич (RU) - С04В 35/447

Изобретение относится к медицине, а именно к способам получения биорезорбируемых остеопластических биокомпозиатов синтетического типа, предназначенных для лечения заболеваний и повреждений костной системы человека, и может найти применение в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Способ предусматривает получение остеопластического дисперсного биокомпозиата на основе гидроксипатита и волластонита с помощью золь-гель синтеза с использованием в качестве прекурсоров кальций-, фосфор-, кремнийсодержащих водных растворов и включает перемешивание содержащей прекурсоры реакционной смеси с получением осадка в виде геля, отделение, промывание, сушку и прокаливание полученного осадка. На стадии золь-гель синтеза осуществляют структурирование внутреннего пористого объема

получаемого биокompозита введением в реакционную смесь силоксан-акрилатного латекса и углеродного волокна в качестве порообразующих компонентов. Далее проводят термоокислительную обработку полученного материала для формирования кристаллической фазы и удаления порообразователей путем нагревания в атмосфере воздуха со скоростью 5°С/мин до температуры 800°С с выдержкой при достигнутой температуре в течение 55-65 минут. Технический результат - повышение биологической активности получаемого дисперсного остеопластического композита волластонит/гидроксиапатит за счет снижения температуры прокаливания и уменьшения его продолжительности, а также за счет проведения процесса в контролируемых условиях.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

19. СБОРНОЕ УСТРОЙСТВО И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА

Патент RU № 2755803 от 21.09.2021 года. З. № 2020134904 от 26.03.2018 года. Международная заявка WO № 2019183767 от 03.10.2019 года. Патентообладатель СУЧЖОУ ДЖЕРНАНО КАРБОН КО., ЛТД. (CN) - В82В 3/00

Группа изобретений относится к сборному устройству и производственной системе для получения материала углеродных нанотрубок. Сборное устройство для сбора пленок углеродных нанотрубок или волокон углеродных нанотрубок содержит предварительный регулировочный механизм для регулирования ориентации по меньшей мере одного пучка агрегатов углеродных нанотрубок, намоточный механизм для намотки и сбора агрегатов углеродных нанотрубок, вытягиваемых из предварительного регулировочного механизма. При этом предварительный регулировочный механизм содержит первый предварительный регулировочный субмеханизм и второй предварительный регулировочный субмеханизм, содержащий по меньшей мере третий колесный элемент для вытягивания агрегатов углеродных нанотрубок. Третий колесный элемент выполнен с возможностью вращения и окружен множеством первых кольцевых выступов, присутствующих на нем для регулирования ориентации агрегатов углеродных нанотрубок. Первый кольцевой выступ имеет ширину, составляющую не более чем 10 мкм, причем соседние первые кольцевые выступы отделены друг от друга промежутками, составляющими не более чем 100 мкм. Производственная система для получения материала пленки углеродных нанотрубок или материала волокна углеродных нанотрубок содержит синтезирующее устройство для флотационного каталитического синтеза агрегатов углеродных нанотрубок, содержащее реактор, имеющий по меньшей мере одну выращивающую трубу, и вышеуказанное сборное устройство, расположенное на стороне выпускного конца синтезирующего устройства для сбора агрегатов углеродных нанотрубок, произведенных синтезирующим устройством. Группа изобретений обеспечивает возможность регулирования механических, электрических и термических свойств собранных материалов углеродных нанотрубок.

Формула изобретения

1. Сборное устройство для сбора пленок углеродных нанотрубок или волокон углеродных нанотрубок, содержащее:

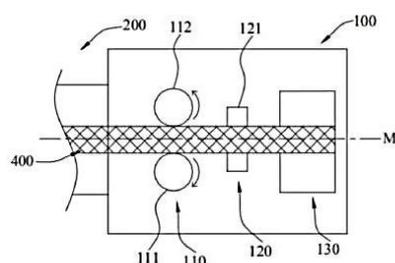
предварительный регулировочный механизм для регулирования ориентации по меньшей мере одного пучка агрегатов углеродных нанотрубок, причем предварительный регулировочный механизм содержит первый предварительный регулировочный субмеханизм, содержащий по меньшей мере первый колесный элемент и второй колесный элемент, которые выполнены с возможностью вращения и ориентированы в первом направлении для предварительного прессования обеих сторон агрегатов углеродных нанотрубок, и второй предварительный регулировочный субмеханизм, содержащий по

меньшей мере третий колесный элемент для вытягивания агрегатов углеродных нанотрубок;

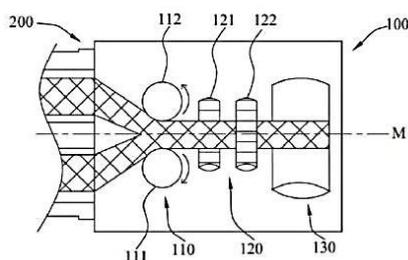
намоточный механизм для намотки и сбора агрегатов углеродных нанотрубок, вытягиваемых из предварительного регулировочного механизма,

причем третий колесный элемент выполнен с возможностью вращения и окружен множеством первых кольцевых выступов, присутствующих на нем для регулирования ориентации агрегатов углеродных нанотрубок,

и первый кольцевой выступ имеет ширину, составляющую не более чем 10 мкм, и соседние первые кольцевые выступы отделены друг от друга промежутками, составляющими не более чем 100 мкм.



Фиг. 1



Фиг. 2

2. Сборное устройство по п. 1, дополнительно содержащее первый нагревательный механизм для регулирования температуры контактной поверхности первого предварительного регулировочного механизма и/или второго предварительного регулировочного механизма для введения в контакт агрегатов углеродных нанотрубок.

3. Сборное устройство по п. 1, в котором ограничивающий кольцевое положение паз, способный содержать агрегаты углеродных нанотрубок, присутствует на контактной поверхности первого колесного элемента и/или второго колесного элемента для введения в контакт агрегатов углеродных нанотрубок.

4. Сборное устройство по п. 1, в котором второй предварительный регулировочный субмеханизм дополнительно содержит четвертый колесный элемент, причем четвертый колесный элемент и третий колесный элемент разделены промежутком и расположены в шахматном порядке во втором направлении и оба способны вытягивать агрегаты углеродных нанотрубок вдоль направления сбора.

5. Сборное устройство по п. 4, в котором четвертый колесный элемент выполнен с возможностью вращения и окружен множеством вторых кольцевых выступов, присутствующих на нем для регулирования ориентации агрегатов углеродных нанотрубок.

6. Сборное устройство по п. 4, в котором первый колесный элемент и второй колесный элемент выполнены с возможностью вращения и обращения друг к другу или друг от друга и скорости вращения третьего колесного элемента и четвертого колесного элемента не являются одинаковыми.

7. Сборное устройство по любому из пп. 1-6, в котором намоточный механизм содержит вращающийся барабан, который выполнен с возможностью раздвижения в аксиальном направлении и способностью возвратно-поступательного движения в направлении, которое не является перпендикулярным по отношению к аксиальному направлению вращающегося барабана.

8. Сборное устройство по любому из пп. 1-6, в котором намоточный механизм содержит первое вращающееся колесо, второе вращающееся колесо и сборный конвейер, натянутый между ними; или

намоточный механизм содержит первое вращающееся колесо, второе вращающееся колесо и сборную плиту, расположенную между ними и способную поворачиваться по направлению к предварительному регулировочному механизму.

9. Производственная система для получения материала пленки углеродных нанотрубок или материала волокна углеродных нанотрубок, содержащая:

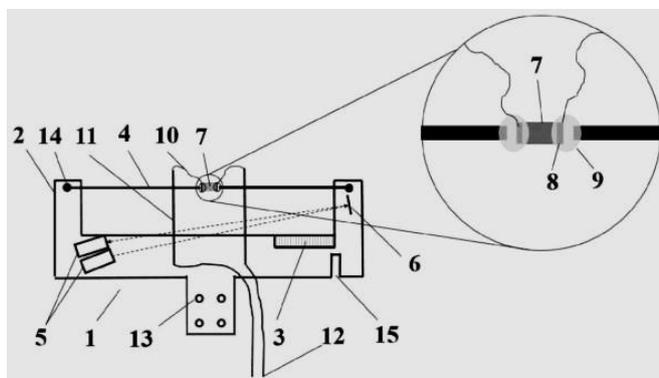
синтезирующее устройство для флотационного каталитического синтеза агрегатов углеродных нанотрубок, содержащее реактор, имеющий по меньшей мере одну выращивающую трубу; и

сборное устройство по любому из пп. 1-8, расположенное на стороне выпускного конца синтезирующего устройства для сбора агрегатов углеродных нанотрубок, произведенных синтезирующим устройством.

10. Производственная система по п. 9, в которой конец выращивающей трубы вблизи сборного устройства является воронкообразным или цилиндрическим.

11. Производственная система по п. 9 или 10, дополнительно содержащая: питающее устройство, предназначенное для введения реакционных исходных материалов и находящееся в сообщении с впускным концом синтезирующего устройства, причем питающее устройство содержит по меньшей мере один инжекционный механизм и по меньшей мере одну питающую трубу, имеющую один конец, находящийся в сообщении с инжекционным механизмом, и другой конец, находящийся в сообщении с выращивающей трубой.

12. Производственная система по п. 11, в которой синтезирующее устройство содержит реактор, имеющий множество выращивающих труб, причем некоторые из них расположены в круговом распределении или матричном распределении.



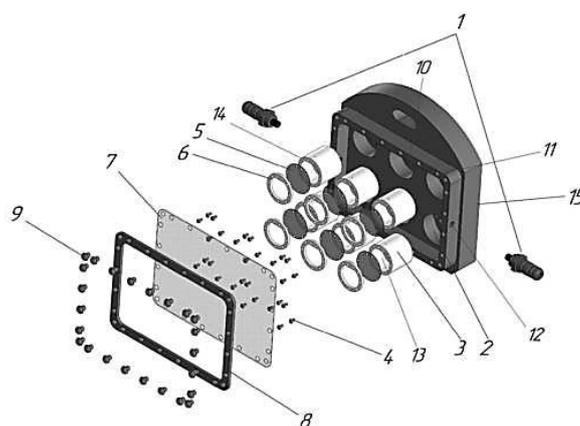
13. Производственная система по п. 12, в которой синтезирующее устройство дополнительно содержит второй нагревательный механизм для регулирования распределения температуры соответствующих областей впускных концов некоторых из множества выращивающих труб.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

20. ДЕРЖАТЕЛЬ ОБРАЗЦА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕНГЕНОСТРУКТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Патент RU на полезную модель № 203691 от 15.04.2021 года. З. № 2020143197 от 25.12.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого" (ФГАОУ ВО "СПбПУ") (RU) - G01N 23/20

Полезная модель относится к области исследования или анализа материалов с помощью рентгеновского или синхротронного излучения. Сущность полезной модели заключается в том, что держатель образца для проведения рентгеноструктурных измерений в температурном диапазоне от -40 до 1000 градусов Цельсия, обеспечивающий возможность приложения к образцу одноосной растягивающей нагрузки, содержит п-образную раму, имеющую отверстия для крепления к гониометрической голове рентгеновского



дифрактометра, закрепленный в одном из углов рамы пьезоэлемент, теплоизолирующие крепления образца, с нанесенным на один конец температуростойким электроизоляционным клеящим составом, а другим концом закрепленные на концах рамы, и систему оптического детектирования деформации образца, содержащую, в свою очередь, лазерный диод и фотодетектор, установленные в свободном углу рамы, а также зеркало, установленное на конце рамы, ближайшем к пьезоэлементу, при этом жесткость угла рамы, в котором расположен пьезоэлемент, ослаблена пазом, с образованием, таким образом, упругого шарнира, обеспечивающего возможность движения конца рамы, и реализацией принципа рычага третьего рода, где шарнир выполняет роль точки опоры, пьезоэлемент создает усилие, а образец, передающий напряжение деформации через теплоизолирующие крепления к концу рамы - нагрузку. Теплоизолирующее крепление образца, в частности, может быть выполнено из вольфрама или молибдена. Техническим результатом является расширение функциональных возможностей устройства.

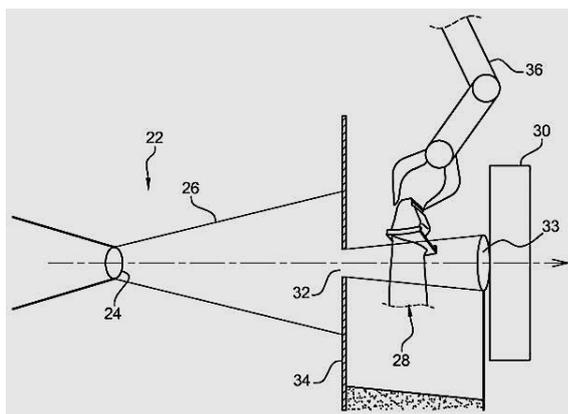
21. ДЕРЖАТЕЛЬ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ИНЕРТНОЙ АТМОСФЕРЕ

Патент RU на полезную модель № 205420 от 14.07.2021 года. З. № 2020144100 от 30.12.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова" (МГУ) (RU) - G01N 23/20

Заявленная полезная модель относится к научному приборостроению, а именно к приспособлениям для фиксации образцов при регистрации спектров рентгеновского поглощения. Держатель представляет собой металлическую прямоугольную пластину, в которой имеется 6 отверстий с резьбой диаметром 30 мм с возможностью вкручивания (соединения) химически стойких втулок с разным объемом исследуемого образца, оснащенных каптоновыми (т.е. состоящими из поли(4,4'-оксидифенилен-пиромеллитимида) съёмными пленками и прижимной пластиной для герметичности втулки. Дополнительно на данном держателе образца реализована возможность подключения системы продувки для создания инертной атмосферы. Технический результат заключается в расширении возможностей применения методов исследования: в автоматизации смены образцов, находящихся в разном агрегатном состоянии, расширении концентрационного диапазона исследуемых жидких образцов за счёт варьирования длины оптического пути, в возможности измерения образцов в бескислородной атмосфере и обеспечении надежной фиксации образцов в держателе. Полезная модель является универсальной, её конструкция позволяет использовать держатель образцов в приборах или на линиях синхротронного излучения, оборудованных моторизованными x-y-z трансляторами для размещения данного держателя.

22. СПОСОБ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ ТУРБОМАШИНЫ

Патент RU № 2741744 от 28.01.2021 года. З. № 2019116242 от 28.11.2017 года. **Международная заявка WO № 2018096302 от 31.05.2018 года.** Патентообладатель САФРАН (FR), САФРАН ЭЙРКРАФТ ЭНДЖИНЗ (FR), СЕНТР НАЦИОНАЛЬ ДЕ ЛЯ РЕШЕРШ СЕНТИФИК (FR), "АССОСИАСЬЁН ПУР ЛЯ РЕШЕРШ Э ЛЕ ДЕВЕЛОПМОН ДЭ МЭТОД Э ПРОСЕСЮС ИНДУСТРИЭЛЬ" - А.Р.М.И.Н.Е.С. (FR) - B82B 3/00



Использование: для контроля кристаллографической ориентации по меньшей мере одного зерна детали турбомшины. Сущность изобретения заключается в том, что выполняют следующие этапы: а) пропускание пучка электромагнитного излучения через элементарный объем детали и запись дифракционной информации об электромагнитном излучении, проходящем через деталь; б) повторение этапа а) на заданном участке детали; в) определение пространственной ориентации кристалла каждого из упомянутых элементарных

объемов и выявление наличия по меньшей мере одного первого кристаллографического зерна, для которого элементарные объемы ориентированы в соответствии с одной и той же кристаллографической ориентацией; г) вычисление угловой разницы между пространственной ориентацией кристаллов упомянутого первого зерна и заранее заданным направлением относительно детали и сравнение ее с первым заранее заданным пороговым значением; и е) определение состояния использования детали. Технический результат: обеспечение возможности выявлять наличие кристаллографических зерен на детали и определять их индивидуальную ориентацию, чтобы определить состояние детали турбомшины.

ПОЗДРАВЛЯЕМ! наших коллег, сотрудников АО «НИИГрафит»

авторов Тимощук Е.И. (RU), Пономареву Д.В. (RU), Самойлова В.М. (RU), Широкова Р.Е. (RU), Гареева А.Р. (RU), Тахтина В.Ю. (RU), Ляпина И.И. (RU) с получением нового патента

23. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПОРИСТОГО ОТКРЫТОЯЧЕИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

Патент RU № 2753654 от 19.08.2021 года. З. № 2020129066 от 02.09.2020 года. Патентообладатель Акционерное общество "Наука и инновации" (RU) -C04B 35/52



Изобретение относится к получению высокопористого открытоячейистого углеродного материала и может быть использовано при изготовлении электродов, суперконденсаторов, остеопластического материала для замещения дефектов костной ткани, носителей катализаторов, а также экранов тепловой защиты и защиты от электромагнитного излучения. Кроме того, материал изобретения может выступать в качестве основы для нанесения металлических, керамических и гибридных покрытий с целью получения композиционного конструкционного материала. Способ получения высокопористого открытоячейистого углеродного материала осуществляется с использованием заготовки из пенополиуретана, пропитанной синтетической терморезистивной смолой с последующей термообработкой до 1000°C и изотермической выдержкой при этой температуре в

инертной атмосфере, с насыщением карбонизованной заготовки пироуглеродом из газовой фазы. Пропитку проводят с помощью раствора термореактивной смолы в этиловом спирте с вязкостью от 30 до 70 Пуаз под воздействием ультразвука в течение не менее 30 мин, с последующей конвективной сушкой при температуре не более 80°C, в течение 5-30 мин, термообработку проводят с постоянной скоростью нагрева 3-4°C/мин, с изотермической выдержкой в течение не менее 30 мин. Насыщение пироуглеродом проводят при температуре не менее 950°C в атмосфере метана до достижения прироста массы не менее 150% от массы заготовки. Технический результат - получение материала с повышенными характеристиками пористости и прочности, при этом не проводя модификации импрегнирующего раствора. 2 ил., 1 табл., 1 пр.

авторов Гареева А.Р. (RU), Данилова Е.А. (RU), Панину К.С. (RU), Никольчинкина А.А. (RU), Ходнева А.Д. (RU), Ахматова Ю.Е. (RU), Самойлова В.М. (RU)
с получением нового патента

24. ГИБКИЙ СЛОИСТЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ С ВЫСОКОЙ АБЛЯЦИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ

Патент RU № 2754144 от 19.08.2021 года. З. № 2020135444 от 28.10.2020 года.
Патентообладатель Акционерное общество "НИИГрафит" (RU) C08J 5/042



Изобретение относится к полимерным композиционным материалам, которые могут быть использованы для изготовления тонкостенных элементов теплозащиты деталей и узлов авиакосмической техники, а также при изготовлении гибких трубопроводов. Предложен гибкий слоистый композиционный материал с высокой абляционной стойкостью, состоящий из армирующего углеродного или кремнеземного волокнистого наполнителя и эластомерной матрицы с высоким содержанием силикона и фенолформальдегидной смолы, отличающийся тем, что содержание эластомерной матрицы в материале составляет 60-80 масс.%, при этом матрица представляет собой смесь кремнийорганического эластомера, фенолформальдегидной смолы в виде порошка с модифицирующими добавками как отдельными, так и в комбинациях, представляющих собой порошки тетрабората натрия, карбидов, нитридов, боридов металлов или их смеси, стеклянные микросферы, фтористый калий. Содержание фенолформальдегидной смолы в виде

порошка составляет 20-75 масс.% от массы кремнийорганического эластомера. Общее содержание модифицирующих добавок составляет 1-10% от массы эластомерной смеси. Технический результат – получение гибкого слоистого композиционного материала с двумерной схемой армирования, способного сохранять кратковременную работоспособность при высоких (до 1700 К и выше) температурах, в том числе в окислительных средах. 8 з.п. ф-лы, 3 ил., 1 табл., 17 пр.