



НИИГРАФИТ
РОСАТОМ



РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

научно-технической и

патентной информации по

УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

№ 9 – 2020

1960-1970
1 октября 1960 г. в соответствии с постановлением СМ РСФСР создан институт «НИИГрафит». Были созданы новые классы материалов: мелкокристаллические прочные графиты, кокс КНПС, материалы марки МПГ-7, МПГ-8, графиты РБМК и ВПГ для блоков, ступки, атомных реакторов, синтетический графит и стеклоуглерод многофункционального назначения.

1970-1980
Созданы антифрикционные материалы АФМ-80БС, АГ, АТТ, Нигран, графитопластовый материал марки ГВ-2А, материалы типа углерод-углерод «Термас», ЮП, ВМ, УПА-1, ТКМ, ЭПАН. Разработка композиционного углерод-углеродного материала на основе углеродной ткани.

2000-2020
Радиационные источники тепла (РИТ) и радиационные источники электроэнергии (РИТЭГ). Производство нанотрубочной продукции: фуллерены, нанотрубки, графен. Алюминиевые мосты с композитно-бетонными несущими элементами, шпунты, струнная цементация грунтов, освоение. Испытательный Центр углеродных материалов.

1980-2000
Применение материалов в медицинской практике: в нейрохирургии, в стоматологии, в ортопедии, в кардиологии, в офтальмологии, в травматологии. Созданы материал «Граммил» для защиты частей космического корабля «Буран», а также многослойно-армированные углерод-углеродные композиционные материалы 4КМС-Л, Десна Т-1, Десна-4.

20 60 лет 20

В дела свои вложили силы, и нас никто не победит. Есть в достижениях России достойный вклад «НИИГрафит»!

НИИГрафит, 2020

РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
научно-технической и патентной информации по
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ
№ 9 – 2020



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

Шишкова
Ирина Васильевна

ishishkova@niigrafit.org

Раздел «Патенты»

Главный специалист
Группы защиты активов

Шульгина
Людмила Николаевна
lshulgina@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– 2020

1. Волокна и композиты	4
1.1. Углеродные волокна и композиты	4
1.2. Целлюлоза, вискоза. УМ в медицине.....	8
1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....	10
2. Атомная и альтернативная энергетика	11
3. Наноматериалы, фуллерены, графен	14
4. Методы исследования. Сырье.....	17
5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов	22
6. Обзор рынков и производства	25
7. Монографии сотрудников.....	25
8. Патенты.....	27



1 октября АО «НИИГрафит» - 60 лет. Юбилейный номер РБНТИПИ посвящается всем сотрудникам АО «НИИГрафит» и состоит из аннотаций статей и патентов наших авторов за период с 1998 г. по настоящее время

1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ



1.1.1. ПАРАМЕТРЫ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ АРМИРУЮЩИХ КАРКАСОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СТЕРЖНЕЙ

Малько Д.Б., Островский В.С. // Механика композиционных материалов и конструкций. – 1998. – Т.4, №3. – С.86-91

Рассмотрено пространственное расположение элементарных пор каркасов композиционных материалов в зависимости от типа укладки армирующих стержней цилиндрической формы. Получены визуализированные модели пористого пространства каркасов двух-, трех-, четырех- и пятинаправленных структур. Рассчитаны основные геометрические параметры, описывающие взаимное положение пор. Показана возможность аппроксимации порового пространства армирующих каркасов системой пересекающихся каналов.

1.1.2. УГЛЕРОДНЫЕ МНОГОМЕРНО-АРМИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ - НОВЫЙ ВИД ОГНЕУПОРНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Колесников С.А., Проценко А.К. // Новые огнеупоры. – 2006. - №8. – С.37-41

Показано, что в последние годы все больше находят применение углерод-углеродные композиционные материалы. Они вытесняют традиционные конструкционные графиты, так как обладают в 5-10 раз более высокой механической прочностью, в 10-20 раз более высоким модулем упругости, в 2-3 раза меньшим температурным коэффициентом линейного расширения, в 1,5-2 раза более высокой эрозионной стойкостью, а главное, в 5-10 раз более высокой термостойкостью. В настоящее время в технике не существуют термические процессы, которые могли бы приводить к разрушению изделий из одно-четырёхмерно армированных углерод-углеродных композиционных материалов.

1.1.3. АРМИРУЮЩИЕ СТЕРЖНИ ДЛЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Островский В.С., Малько Д.Б. // Химия твердого топлива. – 2003. - №2. – С.71-75

Изучено формирование и свойства армирующих стержней для углерод-углеродных конструкционных материалов, получаемых с использованием каменноугольного пека.

1.1.4. ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Виргильев Ю.С. // Неорганические материалы. – 2005. – Т.41, №5. – С.523-530

Рассмотрена зависимость прочностных свойств различных классов конструкционных углеродных материалов (КУМ) от их структурной организации. Установлено уменьшение прочности КУМ при окислении и возрастание в результате облучения нейтронами.

1.1.5. ОГНЕУПОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ЛЕГКОВЕСНЫХ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Колесников С.А., Кравецкий Г.А. // Новые огнеупоры. – 2007. - №8. – С.26-30

Обобщен опыт применения углеродных высокопористых, легковесных конструкционных материалов в высокотемпературной технике. Показано, что при незначительном массовом расходе материалов возможно создание крупногабаритных конструкций. Конструкции из легковесных материалов имеют низкие термические деформации. Это определяет их долговечность и надежную теплозащиту металлических корпусов печей. Предложены механические приемы сборки конструкций из углеродных композиционных материалов или с применением жаростойких клеев.

1.1.6. НОВАЯ ПРОФИЛИРОВАННАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Филонов К.Н., Курлов В.Н., Самойлов В.М., Водовозов А.Н. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2009. – Т.73, №10. – С.1460-1462



Рис. 1. Последовательность получения карбидкремниевой конструкционной керамики: карбидкремний-углеродные заготовки (слева); заготовки после силицирования (в середине); финишные изделия после механической обработки (справа).

Разработаны способы получения профилированных изделий из многофункциональной и недорогой карбидокремниевой керамики, которые основаны на взаимодействии расплава кремния с углеродом, находящимся в заранее скомпонованной заготовке определенного состава (углерод, карбид кремния, органическая связка) и пористости.

1.1.7. ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ НА УДЕЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ И ПОРИСТУЮ СТРУКТУРУ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ ВИСКОЗЫ И ПАН-ВОЛОКНА (УКН-5000)

Горина В.А., Чеблакова Е.Г., Пешнева В.Б. // Вестник МИТХТ им. М.В. Ломоносова. – 2013. – Т.8, №6. – С.63-67

Показано, что при активации адсорбционная поверхность углеродных волокон может быть увеличена от 0.3 до 1900 м²/г. Существенное влияние на степень изменения адсорбционной поверхности и пористой структуры волокна оказывает его природа.

1.1.8. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОГНЕУПОРНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ УГЛЕГРАФИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кравецкий Г.А., Фирсова Т.Д., Колесников С.А. // Новые огнеупоры. – 2008. - №10. – С.45-50

Рассмотрены технологические приемы повышения огнеупорности конструкционных графитов и углерод-керамических композиционных материалов и конструкций из них созданием на их поверхностях композиционных жаростойких покрытий на основе силицидов молибдена и карбидов кремния. Определены температурные границы получения покрытий и их работоспособности. Оптическими методами исследована структура композиционных огнеупорных покрытий. Установлены оптимальные границы толщин пиролитических покрытий.

1.1.9. СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОПРОЧНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Литвинов В.Б., Кобец Л.П., Токсанбаев М.С., Деев И.С., Бучнев Л.М. // Композиты и наноструктуры. – 2011. - №3 (11). – С.36-50

Уточнено «микрокомпозитное» строение трех типов углеродных (УВ) ПАН волокон, в которых «армирующей» микрофазой являются аксиально ориентированные фибриллы, распределенные в квази-изотропной (коксообразной) среде - «микроматрице». Предложена уточненная модель строения УВ, позволяющая количественно анализировать их механические свойства. Для УВ марки HTS обнаружена пластическая вытяжка, вызывающая дополнительное уменьшение диаметра волокна. Предложен механизм ее появления, дана методика обнаружения и расчета. Прочность исследованных волокон растет с уменьшением толщины фибрилл и зависит в основном от концентрации поверхностных дефектов, уровень которых определяет вариацию этого показателя в нити, жгуте.

1.1.10. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ SiC

Самойлов В.М., Водовозов А.Н., Смирнов В.К., Зайцев Г.Г. // Неорганические материалы. – 2011. – Т.47, №8. – С.1004-1009

Образцы тонкозернистой керамики на основе SiC получены путем пропитки расплавленным кремнием предварительно сформованных заготовок, содержащих порошки SiC, графита и фенолформальдегидную смолу в качестве связующего. Плотность полученных образцов составляла 2.70-3.15 г/см³, динамический модуль упругости \square от 200 до 400 ГПа, прочность при сжатии \square от 800 до 1900 МПа, при изгибе \square от 150 до 315 МПа, Результаты сопоставлены со свойствами известных карбидокремниевых материалов, полученных по другим технологиям. Показано, что вне зависимости от используемой технологии плотность и физико-механические свойства карбидокремниевой керамики определяются содержанием SiC в материале. Показано, что рост содержания SiC от 20 до 99.5 мас. % сопровождается ростом плотности от 2.2 до 3.15 г/см³, а также экспоненциальным увеличением физико-механических свойств: модуля упругости \square от 95 до 430 ГПа, прочности при сжатии \square от 120 до 4200 МПа, прочности при изгибе \square от 70 до 410 МПа. Теплопроводность во всем диапазоне концентраций SiC остается в пределах от 100-150 Вт/(м К) и практически не зависит от технологии получения материала.

1.1.11. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА УДЕЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ И ПОРИСТУЮ СТРУКТУРУ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ ВИСКОЗЫ

Горина В.А., Чеблакова Е.Г., Золкин П.И. // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2012. - №4. – С.62-65

Проведены исследования удельной поверхности ($S_{уд}$) и пористой структуры углеродных волокон на основе вискозы Красноярского завода химических волокон методом низкотемпературной адсорбции азота на приборе ASAP 2020. Показана зависимость величины $S_{уд}$ от температуры термообработки волокон ($t_{ТО} = 1200 \div 2000^\circ\text{C}$), а также рассмотрено влияние режимов газофазной активации в токе CO_2 при $t_a = 900^\circ\text{C}$ на пористую структуру волокон. Выявлено, что уменьшение $t_{ТО}$ и увеличение времени активации волокон ведут у них к росту величины $S_{уд}$ и развитию микропористой структуры.

1.1.12. ОДНОМЕРНО АРМИРОВАННЫЕ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫЕ КОМПОЗИТЫ

Колесников С.А., Резанов В.И. // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2011. - №3. – С.18-25

Изложены результаты разработки и исследования структуры, физических и теплофизических свойств одномерно армированных углерод-углеродных композиционных материалов (1D УУКМ). Приведены примеры изготовления некоторых видов углеродной продукции с применением 1D УУКМ. Исследована физическая картина деформирования, развития трещин и разрушения углеродного композита в целом. Предложены способы повышения прочности углеродных композитов применением полимерных связующих - прекурсоров углеродной матрицы на основе элементоорганических смол.

1.1.13. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКИСЛЕННЫХ ПАН-ВОЛОКОН И ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ С ПРОЧНОСТЬЮ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Вербец Д.Б., Самойлов В.М., Карасев Ю.З., Малинина Ю.А., Бучнев Л.М. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2014. – Т.57, №5. – С.84-89

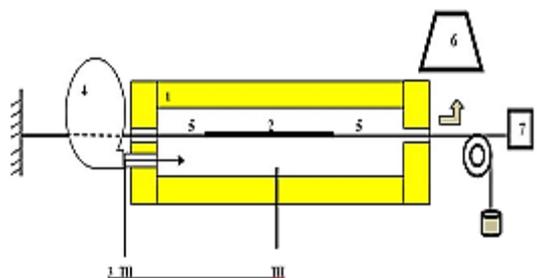


Рис. 1. Печь для проведения режимов окислительной термо-стабилизации всех сравниваемых образцов ПАН-волокон: 1 – корпус печи окисления, 2 – образец ПАН, 3 – (ТП) термометры, фиксирующие температуру подаваемого воздуха и температуру печи, 4 – воздушный насос с калорифером подогрева воздуха, 5 – упругая компенсирующая нить, 6 – нейтрализатор отходящих газов, 7 – датчик перемещений

В данной статье описаны результаты исследований ПАН-прекурсоров высокопрочных УВ. Представлены результаты исследований ИК спектров и термогравиметрического анализа для ПАН-прекурсоров диметилформамидного способа формования (ДМФ) двойного сополимерного состава и диметилсульфооксидного способа формования (ДМСО) прекурсоров тройного сополимерного состава на разных стадиях их переработки в УВ. Полученные результаты сопоставлены с прочностью и модулем упругости полученных УВ.

1.1.14. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ НА РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бамборин М.Ю., Ярцев Д.В., Колесников С.А. // Новые огнеупоры. – 2013. - №8. – С.27-32

Исследовано влияние технологических параметров на структурные характеристики и воспроизведение величины теплопроводности двух- и четырехмерно армированных углерод-углеродных композиционных материалов. Установлено ранжирование факторов, определяющих уровень средней величины теплопроводности материала. Определены физико-механические свойства углерод-углеродных композитов с различным уровнем теплопроводности.

1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА. УМ В МЕДИЦИНЕ



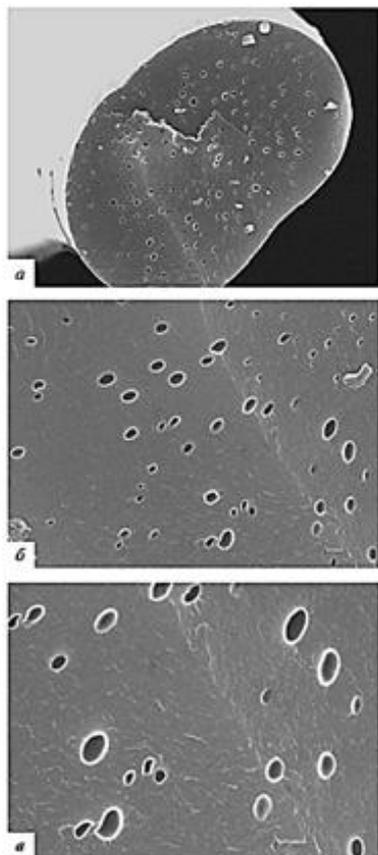
1.2.1. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО УГЛЕСИТАЛЛОВОГО КЛАПАНА СЕРДЦА С ПЛАЗМОЙ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

Лавренко В.А., Золкин П.И., Талаш В.Н., Лось В.В., Panasyuk A.D. // Порошковая металлургия. – 2008. - №3-4. – С.106-113

Нанокристаллический материал искусственного углеситаллового клапана сердца, полученный спеканием 15% (мас.) V_4C с размером кристаллов <10 нм, равномерно распределенных в 85% (мас.) углерода с размером частиц ~ 10 нм, обладает исключительно высокой химической стойкостью в плазме крови человека. Электрохимическое взаимодействие в результате контакта с возможной микропримесью, например, железа на поверхности клапана экспериментально смоделировали поляризацией от внешнего источника тока, специально создавая экстремальную коррозионную ситуацию. Исследования кинетики взаимодействия проводили при $37^\circ C$ методом анодных поляризационных кривых; для спектрофотометрического определения следов бора в растворе в качестве аналитического реагента использовали куркумин, для определения следов железа в пенообразной пленке после поляризации - метод эмиссионной спектроскопии. Установлено, что в случае возникновения микрогальванических элементов при потенциале $0,4$ В начинается образование пленки хемосорбированного кислорода, а при $-1,0$ В имеет место устойчивая пассивация поверхности клапана в результате формирования на ней нанопленки слабоэлектропроводного наноструктурного углерода.

1.2.2. РАЗРАБОТКА БИОСОВМЕСТИМЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ИЗ ГИДРАТЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ГЛАУКОМЫ

Золкин П.И., Чеблакова Е.Г., Аберяхимов Х.И., Татаринев В.Ф. // Химия твердого топлива. – 2011. - №5. – С.73-77



Разработан метод получения углеродного волокна для дренажа при хирургическом лечении глаукомы. Углеродное волокно получают из гидратцеллюлозы. В процессе производства углеродного волокна вискозная нить подвергается термостабилизации при 270°C, карбонизации при 600°C и графитации при 1200, 1400, 2400°C. После графитации волокно подвергается поверхностной активации в токе кислорода воздуха в течение 1 ч при температуре 600°C или в токе диоксида углерода при 900°C, что приводит к увеличению сорбционной емкости и удельной поверхности волокна в сотни раз. Определены физико-химические свойства углеродного волокна и электронно-микроскопические исследования поперечного сечения волокна диаметром 7.9 мкм с увеличением в 10, 30 и 50 тысяч раз. Рис. 2. Поперечный срез углеродного волокна, полученного из вискозы при температуре 1400°C. Электронная микроскопия: а – $\times 10000$ (размер – 1 мкм); б – $\times 30000$ (размер – 100 нм); в – $\times 50000$ (размер – 100 нм).

1.2.3. КРАНИОПЛАСТИКА КАК МЕТОД ВЫБОРА ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫМИ ДЕФЕКТАМИ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА

Коновалов А.А., Золкин П.И. // Детская хирургия. – 2010. - №6. – С.4-6

Данная статья посвящена опыту применения способа компрессионной краниопластики для лечения детей с посттравматическими и послеоперационными дефектами костей свода черепа. Проведен анализ результатов оперативного лечения 61 пациента, которые находились на стационарном лечении с 1998 по 2009 г. и были оперированы с использованием данной методики. В качестве пластического материала применяли углеродный материал "Остек-2" и аллотрансплантаты. Сравнительный анализ показал, что при использовании данного метода краниопластики значительно сокращаются сроки госпитализации, а в случае применения углеродных трансплантатов уменьшается также количество послеоперационных осложнений, что, несомненно, повышает качество жизни и улучшает результаты лечения больных с посттравматическими и послеоперационными дефектами костей свода черепа.

1.2.4. ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ИСХОДНЫХ ГИДРАТЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ НИТЕЙ НА ПРОЧНОСТЬ ГРАФИТИРОВАННЫХ ВОЛОКОН И ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Черненко Д.Н., Бейлина Н.Ю., Черненко Н.М. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2014. – Т.57, №5. – С.49-55

Настоящая статья посвящена исследованию влияния предварительной отделки гидратцеллюлозных нитей на прочность графитированных волокон и изменения свойств углеродных волокон в зависимости от условия получения карбонизованных волокон на основе гидратцеллюлозных волокон (ГЦВ), полученных по вискозному методу, которые подвергаются высокотемпературному нагреву. В качестве объекта исследования был использован гидратцеллюлозный волокнистый материал в виде кордной технической нити 192 текс или ткани различной текстильной структуры.

1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ



1.3.1. ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

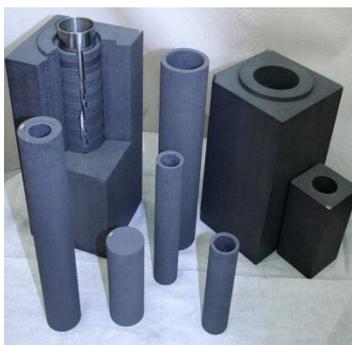
Мостовой Г.Е., Фирсова Т.Д. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2015. – Т.81, №1-1. – С.44-50

Представлены результаты испытаний на растяжение непрерывных базальтовых волокон (НБВ), полученных в экспериментальной электропечи. В исследованном диапазоне изменения диаметров 7,2-21,6 мкм показана возможность значимой линейной интерпретации масштабных зависимостей механических характеристик от диаметра волокон. Выявленные различия в масштабных зависимостях объясняются особенностями радиальной анизотропии структуры волокон и различием влияния дефектов на механические характеристики в зависимости от их расположения в радиальном направлении. Указанные факторы влияют также на корреляционные связи между механическими характеристиками НБВ: корреляция между пределом прочности и предельной деформацией составляет +0,88, между пределом прочности и модулем упругости - (+0,35) (значимое значение), тогда как между модулем упругости и предельной деформацией практически отсутствует. Диаграммы деформирования исследованных НБВ, в отличие от стеклянных и углеродных волокон, характеризуются ломаными прямыми, точка перегиба которых составляет $(0,4 - 0,6)\sigma_{в}$. Выявленные взаимосвязи позволяют оптимизировать технологический процесс для производства высокопрочных НБВ.

1.3.2. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ НОРМАТИВНО ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Михалдыкин М.С. // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т.9, №1. – С.45

В статье предпринята попытка провести систематизацию и краткий анализ доступной авторам зарубежной и отечественной нормативно-технической документации по применению полимерных композиционных материалов в сфере транспортного строительства. В первой части статьи были рассмотрены документы по применению полимерных композиционных материалов при проектировании целых мостовых сооружений и их элементов, по испытанию полимерных композиционных материалов, а также документы различных стран по применению арматуры из полимерных композиционных материалов в сфере строительства и российские руководящие документы по применению геосинтетических материалов в отрасли транспортного строительства. Во второй части статьи рассматриваются нормативные и методические материалы по применению полимерных композиционных материалов для усиления существующих металлических и железобетонных конструкций транспортных сооружений, а также по применению полимерных композиционных материалов в малонагруженных изделиях и конструкциях (опоры освещения, лотки, перильные ограждения).



2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

2.1. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ РАСПЫЛЕНИИ СТЕКЛОУГЛЕРОДА МОЛЕКУЛЯРНЫМИ ИОНАМИ АЗОТА

Борисов А.М., Виргильев Ю.С., Затекин В.В., Куликаускас В.С., Машкова Е.С., Немов А.С. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2004. - №4. – С.6-12

Приводятся результаты исследования коэффициентов распыления Y и ионно-электронной эмиссии γ , элементного состава, топографии и кристаллической структуры поверхностного слоя стеклоуглерода при высокодозном облучении ($D \geq 10^{18} \text{ см}^2$) ионами молекулярного азота N_2^+ с энергией 30 кэВ. Найдено, что при нормальном падении ионного пучка $Y = 0.9 \text{ ат./ат.ион}$, что в 1.4 раза больше, чем для поликристаллического графита марки РОСО-АХФ-5Q. Температурная зависимость γ обнаруживает скачок (при $a \sim 100^\circ\text{C}$), характерный для кривых отжига радиационных нарушений. Установлено, что топография поверхности, структура модифицированного слоя, концентрация внедренного азота, содержание примесей - водорода и кислорода - различаются при температурах выше и ниже температуры a .

2.2. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Виргильев Ю.С. // Химия твердого топлива. – 2005. - №6. – С.54-69

Рассмотрены прочностные свойства различных реакторных графитов, их связь между собой, зависимость от структуры материала, изменение этих свойств при нейтронном облучении. Показано, что на завершающем этапе эксплуатации уран-графитовых реакторов определяющим их работоспособность является прочность графита как материала. Она обуславливает целостность ("живучесть") блоков кладки как конструкции.

2.3. ВЛИЯНИЕ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА РЕКРИСТАЛЛИЗОВАННЫХ ГРАФИТОВ

Виргильев Ю.С. // Неорганические материалы. – 2004. – Т.40, №5. – С.549-557

Приведены свойства высокоплотных рекристаллизованных графитов, получаемых при одновременном воздействии на полуфабрикат графита температуры и давления. Описано их поведение при облучении нейтронами

2.4. ВЛИЯНИЕ ИНДУЦИРОВАННЫХ ИОННЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СТЕКЛОУГЛЕРОДАХ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ИОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ

Борисов А.М., Виргильев Ю.С., Машкова Е.С., Немов А.С., Сорокин А.И. // Физика и химия обработки материалов. – 2005. - №1. – С.27-30

Экспериментально исследовано влияние высокодозового облучения нормально падающими молекулярными ионами азота с энергией 30 кэВ на температурные зависимости коэффициента ионно-электронной эмиссии и структуру измененного поверхностного слоя стеклоуглеродов.

2.5. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМООБРАБОТКИ СТЕКЛОУГЛЕРОДА НА ИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Борисов А.М., Виргильев Ю.С., Дьячковский А.П., Машкова Е.С., Немов А.С., Сорокин А.И. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2006. - №4. – С.9-13

Представлены результаты исследования элементного состава и гравиметрического поведения стеклоуглеродов до и после высокодозового (10^{18} - 10^{19} ион/см²) облучения ионами N₂⁺ с энергией 30 кэВ. Установлено, что ионное облучение приводит к такому же объемному обезгаживанию образцов, как вакуумный отжиг и ультразвуковая обработка в вакууме. Методом резерфордского обратного рассеяния ионов показано, что в исходных образцах концентрация примесей кислорода и азота уменьшается с увеличением температуры термообработки образцов. В ионно-имплантированных образцах концентрация азота зависит также и от температуры T_a структурного перехода, обусловленного радиационным разупорядочением. При T < T_a она возрастает от 11 ат. % в СУ-850 до 23 ат. % в СУ-2500, при T > T_a слабо зависит от температуры термообработки и составляет около 10 ат. %.

2.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗОРИЕНТАЦИИ ГРАФИТОВЫХ КРИСТАЛЛИТОВ ИЗ УГЛОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ РЕНТГЕНОВСКИХ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ

Белавин В.В.1, Окотруб А.В., Котосонов А.С. // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2006. – Т.130, №4. – С.694-701

Представлены результаты измерения угловой зависимости спектров рентгеновского поглощения для образцов пиролитического графита различного качества. Для определения разориентации графитовых кристаллитов в образце предложен подход, основанный на расчете угловой зависимости относительной интенсивности максимума, соответствующего ρ^* -состоянию, для нормального распределения кристаллитов. С помощью найденных величин построены теоретические угловые зависимости с использованием парциальных плотностей ρ^* - и ρ^* -состояний, определенных из неэмпирического расчета графита.

2.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВЫСОКООРИЕНТИРОВАННОГО ПИРОГРАФИТА ПРИ ВЫСОКИХ ФЛЮЕНСАХ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Андрианова Н.Н., Борисов А.М., Куликаускас В.С.1машкова Е.С., Немое А.С., Виргильев Ю.С., Бецоффен С.Я. // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез. – 2008. - №4. – С.37-48

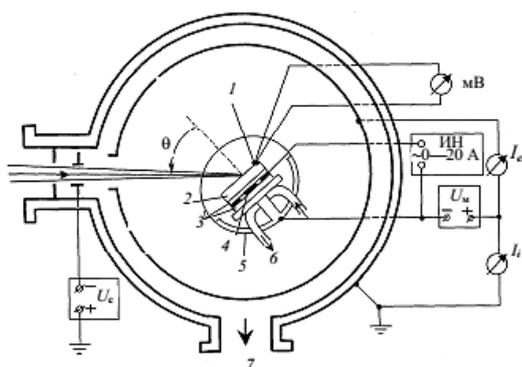


Рис. 1. Схема камеры ионного облучения: I_i — ионный ток на мишень; I_e — ток вторичных электронов; U_c — напряжение смещения на мишень; ИН — источник тока нагревателя; U_e — напряжение супрессорного электрода; 1 — термомпара; 2 — мишень; 3 — изоляторы; 4 — нагреватель; 5 — держатель; 6 — охлаждение; 7 — насос

закрепляли в камере облучения на держателе, позволяющем изменять температуру мишеней от -180 до 1000°C , а также варьировать угол падения θ ионов на мишень от 0 (нормальное падение) до 80° .

2.8. ДЕФОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА В КОЛЬЦАХ ТВЕРДОГО КОНТАКТА РЕАКТОРА РБМ-К

Виргильев Ю.С., Калягина И.П. // Материаловедение. – 2007. - №3. – С.35-38

Оценена деформативность колец твердого контакта реактора РБМ-К из различных реакторных графитов при циклическом нагружении. Из полученных при этом диаграмм сжатия и разгрузки в терминах "нагрузка-деформация" видна возможность использования для изготовления колец твердого контакта графитов на основе альтернативных недефицитных сырьевых материалов.

2.9. СВОЙСТВА РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА НА ОСНОВЕ ПРОКАЛЕННОГО ПЕКОВОГО КОКСА

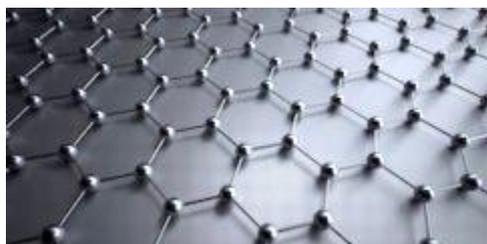
Виргильев Ю.С., Селезнев А.Н., Гнедин Ю.Ф., Калягина И.П., Подкопаев С.А. // Химия твердого топлива. – 2006. - №3. – С.77-85

Проведен анализ нормируемых показателей промышленных кампаний реакторного графита на основе прокаленного пекового кокса, произведенных на Челябинском электродном заводе в 2000-04 гг. для сменных элементов (втулок) уран-графитовых реакторов. Показано, что графит, полученный по специальной технологии, в том числе уплотненный пропиткой каменноугольным пеком, удовлетворяет требованиям Технических условий на графит для изготовления втулок уран-графитовых реакторов.

2.10. РАСПЫЛЕНИЕ ВЫСОКООРИЕНТИРОВАННОГО ПИРОГРАФИТА ПРИ ВЫСОКОДОЗНОЙ БОМБАРДИРОВКЕ МОЛЕКУЛЯРНЫМИ ИОНАМИ АЗОТА

Борисов А.М., Виргильев Ю.С., Машкова Е.С. // Известия Российской академии наук. Серия Физическая. – 2006. – Т.70, №6. – С.820-824

Приведены результаты измерений зависимостей коэффициента U распыления высокоориентированного пирографита марки УПВ-1Т при облучении ионами N^{2+} с энергией 30 кэВ от угла падения 8 ионов в диапазоне от 0 до 80° относительно нормали к поверхности грани (0001). Дозы облучения составляли 10^{18} - 10^{19} ион/см². Найдены различия между угловыми зависимостями коэффициентов распыления при комнатной температуре, когда облучение приводит к разупорядочению поверхностного слоя мишени, и температурах, больших температуры T_a , ответственной за отжит радиационных нарушений при непрерывной ионной бомбардировке.



3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

3.1. УГЛЕРОДНЫЕ НИТИ, КОМБИНИРОВАННЫЕ ФУЛЛЕРЕНАМИ И ДЛИННОМЕРНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Мордкович В.З., Бейлина Н.Ю. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2013. – Т.56, №7. – С.116-119

Представлены данные о модификации углеродных волокон путем выращивания углеродных нанотрубок или нанесения фуллеренов. Углеродные нанотрубки выращены на поверхности методом осаждения из газовой фазы на следующих катализаторах: *Fe*, *Co*, *Fe/Cu*, *Fe/SiC*, *Fe/Al₂O₃* и *Co/Al₂O₃*. Углеродное наноструктурное покрытие изучено методами растровой электронной микроскопии и КР-спектроскопии. Исследовано влияние модификаций на физико-механические свойства композиционных материалов на основе комбинированных углеродных волокон. Установлено повышение сил адгезионного взаимодействия между матрицей и наполнителем в случае использования модифицированного волокна.

3.2. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Котосонов А.С., Бубненко И.А., Остронов Б.Г., Алексеев Б.К., Романова О.Г., Ловинская Е.Н., Шило Д.В., Положихин А.И. // Отчет о НИР/НИОКР. - 1998

Целью работы было изучение магнитных свойств углеродных наноструктур, полученных методом дугового разряда. При решении поставленных задач были проведены исследования диамагнитной восприимчивости (ДМВ) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в многослойных углеродных нанотрубках (МУН) в более широком интервале температур (4-900К), чем обычно приводится в литературе (4-300К). Анализ температурной зависимости анизотропии ДМВ и g-фактора на текстурированных образцах МУН позволил впервые определить значения этих магнитных свойств вдоль и перпендикулярно оси нанотрубок. Впервые было показано, что значение ДМВ вдоль оси МУН совпадает с атомной восприимчивостью углерода, а величина g-фактора вдоль оси МУН близка к g-фактору свободного электрона, при этом они не зависят от температуры измерения. Исследование температурной зависимости парамагнитной восприимчивости МУН позволило показать, что сигнал ЭПР в нанотрубках обусловлен токовыми носителями (парамагнетизм Паули) и локализованными парамагнитными центрами.

3.3. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР, ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ БРОМОМ

Буряков Т.И., Романенко А.И., Анисеева О.Б., Котосонов А.С. // Физика низких температур. – 2007. – Т.33, №2-3. – С.359-364

В интервале температур 4,2-700 К измерены температурные зависимости удельного электросопротивления ρ бромированного материала, содержащего многослойные углеродные нанотрубки, а также бромированных кристаллического и пиролитического графитов. Температурные зависимости электросопротивления исследованы при различных скоростях нагрева и охлаждения в двух газовых средах - воздух и гелий. Проведено сравнение $\rho(T)$ для исходных и бромированных материалов. Для бромированных материалов выявлено необычное поведение $\rho(T)$ при температурах выше 390 К. Выдвинуто предположение, описывающее данные зависимости.

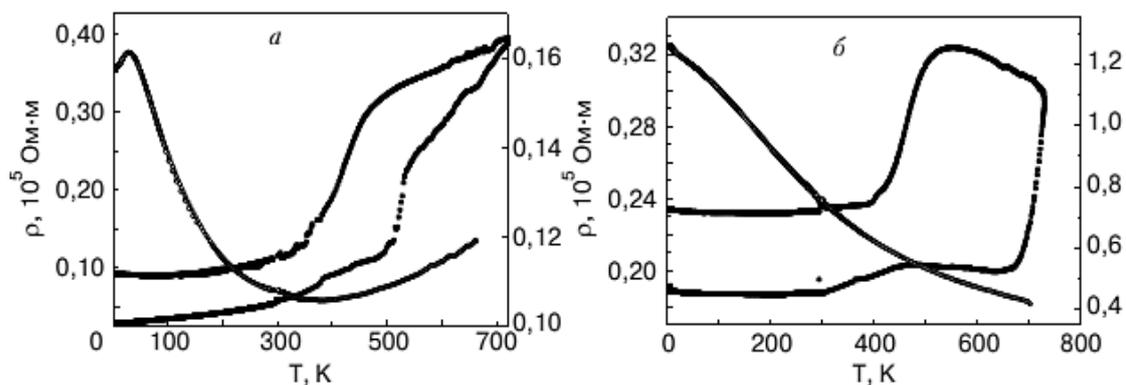


Рис. 2. Температурные зависимости $\rho(T)$: кристаллический графит (а), пиролитический графит (б), (\square) – бромированные (левая шкала), (\blacksquare) – исходные (правая шкала).

3.4. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Котосонов А.С., Шило Д.В., Моравский А.П. // Физика твердого тела. – 2002. – Т.44, №4. – С.641-642

Исследованы диамагнитная восприимчивость и сигнал ЭПР многослойных углеродных нанотрубок, полученных при различных давлениях гелия и скоростях подачи графитового анода. Установлено, что уменьшение давления гелия и скорости подачи анода приводит к росту диамагнитной восприимчивости и g -фактора сигнала ЭПР, связанного с нанотрубками. Анализ магнитных свойств в рамках зонной модели квазидвумерного графита показал, что увеличение диамагнитной восприимчивости и g -фактора сигнала ЭПР обусловлено уменьшением числа слоевых дефектов в нанотрубках. Изучение спектров ЭПР позволило установить, что при давлении гелия в камере ниже 200 Торг в катодных осадках кроме нанотрубок содержится значительная доля полиэдрических наночастиц. Аналогичная ситуация наблюдалась и для катодных осадков, полученных при малых скоростях подачи анода. Работа поддержана программой "Фуллерены и атомные кластеры" (проект N 20006) и Российским фондом фундаментальных исследований (проект N 99-03-32382).

3.5. ПРОВОДИМОСТЬ КОРУНД-УГЛЕРОДНОГО РЕЗИСТИВНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ГРАФИТА И ГРАФЕНА

Самойлов В.М., Данилов Е.А., Николаева А.В., Пономарева Д.В., Породзинский И.А., Разяпов Э.Р., Шаронов И.А., Яштулов Н.А. // Неорганические материалы. – 2018. – Т.54, №6. – С.633-641



Получены образцы корунд-углеродной керамики с различным объемным содержанием искусственного графита (0-20%) и графена (0-4%) и исследована их удельная электропроводность. Показано, что с ростом объемного содержания проводящего компонента удельная электропроводность

образцов увеличивается от 10^{-8} до 2×10^{-3} См/см. Дан анализ результатов с точки зрения перколяционной теории и теории туннельной проводимости. Вольт-амперные характеристики образцов на основе искусственного графита имеют линейный характер; их удельная электропроводность в диапазоне температур 300-550 К увеличивается в 1.4-2.8 раза, причем резкий рост наблюдается выше 550 К. Дан анализ температурных зависимостей электропроводности с точки зрения теорий прыжковой и термически индуцированной туннельной проводимости. Сделан вывод о существенных отличиях характера проводимости корунд-углеродной керамики и полимерных композиционных материалов.

3.6. ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СВОЙСТВА СИЛИЦИРОВАННЫХ ГРАФИТОВ

Бубненко И.А., Кошелев Ю.А., Сорокин О.Ю., Полушин Н.И., Степарева Н.Н. // Цветные металлы. – 2010. - №7. – С.70-72

Исследовано влияние многостенных углеродных нанотрубок на свойства силицированных графитов марок СГП-0,5 и СГП-0,1. Экспериментально установлено, что они обладают более высокой карбидообразующей способностью при взаимодействии с кремнием по сравнению с искусственным графитом, что позволяет при малых добавках значительно улучшить характеристики материалов. Выпускаемые в настоящее время в России углеродкарбидокремниевые материалы требуют дальнейших исследований и технологических разработок в связи с изменением сырьевой базы производства углеродных материалов, на основе которых выпускаются силицированные графиты, а также новых требований, предъявляемых к современным поколениям композитов.



4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. **СЫРЬЕ**



4.1. ВЫБОР ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ГРАФИТА

Самойлов В.М., Остронов Б.Г. // Химия твердого топлива. – 2003. - №5. – С.76-82

Исследовано влияние гранулометрического состава наполнителя на плотность заготовок мелкозернистого графита на основе игольчатого кокса и фенолформальдегидной смолы после прессования, обжига и графитации. Рассчитан гранулометрический состав наполнителя, обеспечивающий максимальную плотность упаковки. Показана возможность повышения плотности прессованных заготовок путем варьирования гранулометрического состава наполнителя. При этом увеличение плотности графитированных заготовок достигается не только за счет повышения плотности прессованных заготовок, но и за счет роста усадок заготовок в процессе термообработки при увеличении содержания фракции (-20 мкм) в составе наполнителя.

4.2. ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАСС НА ОСНОВЕ ПЕКОВ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ РАЗМЯГЧЕНИЯ

Шеррюбле В.Г., Селезнев А.Н., Апалькова Г.Д. // Химия твердого топлива. – 2003. - №5. – С.17-21

Выполнены исследования вязкопластических свойств модельных пекококсовых композиций на основе мелкозернистого нефтяного кокса и пеков с различной температурой размягчения - высокотемпературного (ВТП), с повышенной температурой размягчения (ППТ) и среднетемпературного (СТП). Показаны существенные различия исследованных масс по показателям вязкости и пластичности в процессе смешивания масс, что является следствием различного содержания в исследованных пеках мальтенов - пластифицирующей составляющей каменноугольных пеков.

4.3. ВЛИЯНИЕ СПОСОБА СМЕШИВАНИЯ НА ОБЪЕМНЫЕ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ ЗАГОТОВОК ТОНКОЗЕРНИСТОГО ГРАФИТА ПРИ ОБЖИГЕ И ГРАФИТАЦИИ

Остронов Б.Г., Самойлов В.М., Дремова Е.И., Липкина Н.В. // Химия твердого топлива. – 2003. - №3. – С.73-81

Исследовано влияние различных способов смешивания тонкодисперсного прокаленного нефтяного кокса с высокотемпературным каменноугольным пеком на плотность и объемные формоизменения заготовок тонкозернистого графита при обжиге и графитации. Смешивание путем совместного вибропомола наполнителя со связующим приводит к получению заготовок, расширяющихся после обжига, причем величина объемных формоизменений зависит от содержания связующего. В результате дополнительного нагрева коксопечковой композиции, полученной совместным вибропомолом, расширение заготовок после обжига снижается. Усадки заготовок на стадии графитации не зависят от способа смешивания наполнителя со связующим.

4.4. СВОЙСТВА ТОНКОЗЕРНИСТЫХ ГРАФИТОВ НА ОСНОВЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Самойлов В.М. // Неорганические материалы. – 2004. – Т.40, №12. – С.1148-1454

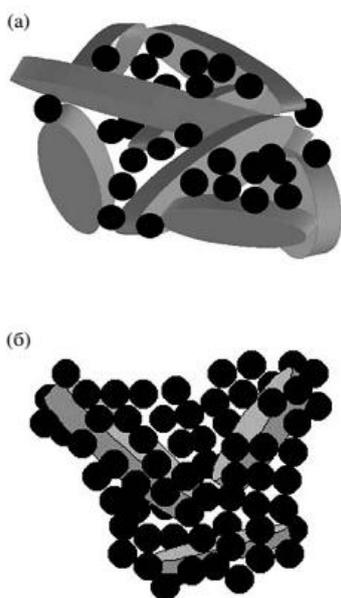


Рис. 2. Характер упаковки частиц двухкомпонентного наполнителя, содержащего смесь крупных анизометричных частиц высокотекстурированного наполнителя с менее крупными изометричными частицами изотропного наполнителя в концентрации 40 (а) и 60 мас. % (б).

Исследовано влияние состава двухкомпонентного наполнителя на физико-механические свойства тонкозернистых искусственных графитов. Используются наполнители, различающиеся по структуре: высокотекстурированный игольчатый кокс и искусственный графит со структурой, близкой к изотропной. Каждый наполнитель получали в виде двух фракций с крупностью -120 и -10 мкм. Смешанные в различных пропорциях наполнители использованы для получения опытных образцов искусственных графитов, на которых определяли плотность, коэффициент термического расширения, прочность и модуль упругости. Показано, что коэффициент термического расширения, прочность при сжатии и модуль упругости образцов искусственных графитов определяются микротекстурированностью, размерами и анизометрией частиц наполнителя. При смешивании компонентов, резко отличающихся по размерам и анизометрии частиц, плотность и коэффициент термического расширения полученных графитов изменяются в зависимости от

соотношения размеров частиц использованных компонентов. Найденные закономерности показывают возможность получения графитов с повышенными физико-механическими характеристиками при минимальном коэффициенте термического расширения.

4.5. ВЛИЯНИЕ АНИЗОМЕТРИИ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ И СПОСОБА ПРЕССОВАНИЯ НА ПЛОТНОСТЬ И КОЭФФИЦИЕНТ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ГРАФИТОВ

Самойлов В.М., Остронов Б.Г. // Химия твердого топлива. – 2004. - №1. – С.56-63

Исследовано влияние анизотропии частиц наполнителя и способа прессования на плотность и коэффициент термического расширения (КТР) мелкозернистых графитов на основе изотропных и анизотропных наполнителей. Показано, что в случае однонаправленного прессования увеличение размеров частиц наполнителя или уменьшение их анизотричности приводит к повышению плотности прессованных заготовок. В случае изостатического прессования анизотричные частицы наполнителя ориентируются хаотически, что снижает плотность графитов. Получение плотных изотропных графитов с КТР порядка $3.3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ на основе наполнителей с частицами анизотричной формы возможно при использовании двухкомпонентных наполнителей, содержащих до 40% и более мелких частиц с формой, близкой к изотричной.

4.6. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ГРАФИТОВ НА ОСНОВЕ НЕПРОКАЛЕННОГО КОКСА

Лобастов Н.А., Бейлина Н.Ю., Чернявец А.Н. // Новые огнеупоры. – 2006. - №8. – С.12-14

Приведен анализ путей совершенствования производства углеродных материалов, выбран путь для интенсификации производства мелкозернистых графитов на основе неэлектропроводящего непрокаленного кокса путем прессования коксопечковых композиций в пластическом состоянии при температурах, близких к температурам перехода пека в полукокс. Рассмотрены и проанализированы два способа нагрева пресс-порошка: от греющей стенки матрицы и во взвешенном состоянии непосредственно газом-теплоносителем в вихревой камере.

4.7. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРНА НА КОЭФФИЦИЕНТ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ ИЗОТРОПНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ГРАФИТОВ

Самойлов В.М., Шило Д.В. // Неорганические материалы. – 2005. – Т.41, №12. – С.1456-1462

Рассмотрена взаимосвязь коэффициента термического расширения с размерами зерна наполнителя изотропных искусственных графитов. Для значительного числа серийно выпускающихся графитов различных классов установлена зависимость величины коэффициента термического расширения от средних размеров зерна: с уменьшением размеров зерна от 3000 до 1 мкм коэффициент термического расширения увеличивается от 2×10^{-6} до $(7-8) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. При уменьшении размеров зерна наблюдается одновременный рост коэффициента термического расширения и прочности, причем между этими свойствами существует линейная взаимосвязь. Вероятной причиной роста коэффициента термического расширения является улучшение контактирования между соседними микрообъемами материала. Предложена модель термического расширения искусственных графитов, основанная на существовании в объеме материала микрообъемов с размерами порядка 0.1-0.5 мкм, имеющих коэффициент термического расширения порядка $8.3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, причем только часть таких микрообъемов участвует в передаче термического расширения. С увеличением размеров зерна искусственных графитов доля микрообъемов, участвующих в передаче термического расширения, снижается.

4.8. ПОЛУЧЕНИЕ И ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОКСОВ ИЗОТРОПНОЙ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ СЛАНЦЕВЫХ СМОЛ

Бейлина Н.Ю., Петрович Н.И., Селезнев А.Н., Свиридов А.А. // Химия твердого топлива. – 2005. - №4. – С.54-60

Рассмотрены возможности получения на основе остатка атмосферной дистилляции сланцевой смолы коксов различной дисперсной структуры для их специализированного использования в производстве углеродной продукции различного назначения.

4.9. О КРИТЕРИЯХ КАЧЕСТВА НЕПРОКАЛЕННОГО КОКСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОЧНЫХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ГРАФИТОВ С ПОВЫШЕННОЙ ОДНОРОДНОСТЬЮ

Лобастов Н.А., Чернявец А.Н. // Новые огнеупоры. – 2006. - №12. – С.28-31

Представлены результаты исследования изменений различных свойств заполнителя, коксопечевой композиции и конечного графита от температуры их термообработки в широком диапазоне температур. На основании полученных результатов даны рекомендации для получения прочного бездефектного мелкозернистого графита на основе непрокаленного кокса. Указаны вероятные причины большей прочности графитов, изготовленных на основе непрокаленного кокса, по сравнению с аналогичными материалами на основе прокаленного кокса.

4.10. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Бейлина Н.Ю., Заманов В.В., Кричко А.А. // Кокс и химия. – 2006. - №7. – С.35-36

Сырой бензол, его фракции, в том числе с добавлением легкокипящих фракций смолы, могут быть переработаны методами гидрогенизации в высококачественные химические продукты - бензол, нафталин, тетралин и др. Фильтрат подвергли дистилляции для отделения фракций с $t_{mn} < 280^{\circ}\text{C}$, которые применяли для получения легких ароматических углеводородов С6-С9, тетралина, нафталина, 2,6-диметилнафталина и других химических продуктов.

4.11. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СРЕДНЕЗЕРНИСТЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ ГРАФИТОВ

Лобастов Н.А., Чернявец А.Н., Бейлина Н.Ю. // Новые огнеупоры. – 2007. - №9. – С.59-62

Рассмотрены различные методы повышения качества крупногабаритных среднезернистых графитов. Среди таких методов как весьма эффективные можно выделить монтаж в центральной части мундштука иглы, позволяющей прессовать заготовки с центральным отверстием, что значительно снижает внутренние напряжения в материале при термообработках; использование при смешении олеиновой кислоты в качестве поверхностно-активного вещества, позволяющее снизить содержание пека в массе; исключение миксерного способа охлаждения коксопечевой массы перед прессованием, что повышает температурную однородность прессуемого материала.

4.12. УДЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ, РАЗМЕРЫ И ФОРМА ЧАСТИЦ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Самойлов В.М. // Неорганические материалы. – 2010. – Т.46, №8. – С.913-918

Исследованы удельная поверхность, форма и размер частиц порошков полученных из коксов с изотропной и игольчатой структурой и изотропного графита. Показано, что с уменьшением средних размеров частиц от 1000 до 1.5 мкм удельная поверхность порошков, измеренная методом БЭТ, изменяется от 0.1 до 100 м²/г и превышает геометрическую поверхность частиц в 40–60 раз. При одинаковых условиях измельчения функции распределения частиц по размерам порошков коксов и искусственного графита достаточно близки и аппроксимируются уравнениями Розина-Раммлера. Анизотропность частиц порошков выше в случае высокой микротекстурированности измельчаемого материала и уменьшается с увеличением степени его измельчения.

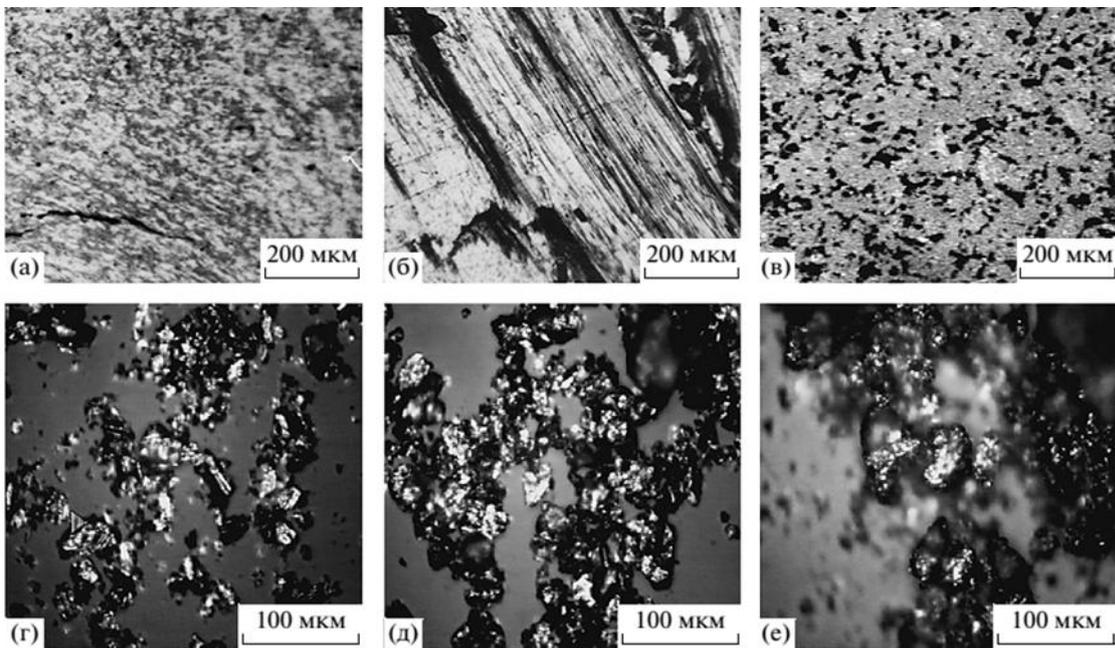


Рис. 1. Микрофотографии поверхности исходных углеродных материалов (а–в) и полученных из них тонкодисперсных углеродных наполнителей (г–е): а – изотропный кокс “КНПС”; б – кокс игольчатый “Мицубиси”; в–е – графит МПГ.

4.13. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И ПРЕСС-ПОРОШКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОНКОЗЕРНИСТЫХ ГРАФИТОВ

Тимощук Е.И., Самойлов В.М., Тимощук Е.В., Смирнов В.К. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2010. – Т.76, №5. – С.26-29

Рассмотрена возможность применения лазерного дифракционного анализа для определения размеров частиц наполнителей и пресс-порошков тонкозернистых графитов, производящихся на основе новых сырьевых материалов. Определяли средние размеры частиц и фракционный состав наполнителей: пекового кокса, а также пресс-порошков на их основе. Результаты лазерного дифракционного анализа сопоставлены с результатами «сухого» и «мокрого» ситового анализа. Показано, что от условий диспергирования пробы зависит корректность полученных результатов. Разработана методика контроля размеров частиц наполнителей и пресс-порошков.

4.14. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННОГО СЛОИСТОГО УГЛЕРОД - УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

Мостовой Г.Е., Карпов А.П., Шишков И.В. // Нанотехнологии: Наука и производство. – 2018. - №2. – С.13-22

В статье приводятся результаты испытаний на растяжение и сжатие слоистого углерод-углеродного материала в диапазоне температур 20-3000°C. Материал разработан с использованием рубленого высокомодульного волокна ВПР-19С и кокса, полученного при многократной термомеханической обработке бакелитового лака ЛБС-1 и последующего пироуплотнения, в результате насыщения углеродом из газовой фазы при 1000°C. Технология получения обуславливает трансверсальную анизотропию структуры материала и, соответственно, механических свойств. При комнатных испытаниях на сжатие образцов в направлении, параллельном оси прессования, с увеличением высоты образца в 6 раз модуль упругости материала увеличивался в 1,4 раза, что сопровождалось уменьшением предела прочности в 2,4 раза. С повышением температуры испытания происходит упрочнение материала: его прочность при растяжении в окружном направлении увеличивается в 3 раза при температуре 3000°C, а модуль упругости в диапазоне 1000-2000°C возрастает в 1,2 раза, но при дальнейшем повышении температуры испытания начинает уменьшаться и при температуре 3000°C составляет 0,3 от значения при комнатной температуре.



5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Al/КВАЗИКРИСТАЛЛ $AlCuFe$

Чердынцев В.В., Калошкин С.Д., Томилин И.А., Шелехов Е.В., Лаптев А.И., Степашкин А.А., Данилов В.Д. // Физика металлов и металловедение. – 2007. – Т.104, №5. – С.517-524

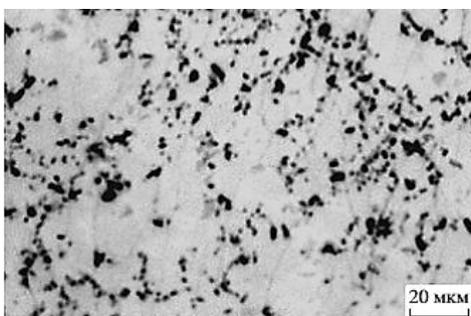


Рис. 2. Оптическая микрофотография компактированного образца композиционного материала Al + 10% вес. % квазикристаллической фазы, полученного механоактивационной обработкой в течение 10 минут.

Исследовали структуру и свойства металломатричных композитов Al/квазикристалл $AlCuFe$, полученных компактированием механоактивированных порошков. Было обнаружено, что увеличение времени механоактивации ведет к росту значений микротвердости. Испытания на сжатие показали, что разрушение образцов происходит путем интенсивного образования трещин в направлении, параллельном прикладываемой нагрузке, значение предела прочности увеличивается с продолжительностью механоактивации. С ростом температуры компактирования предел прочности остается неизменным до температур 300-400°C, при более высоких температурах наблюдается заметный рост предела прочности при сжатии. Увеличение температуры компактирования ведет к улучшению триботехнических характеристик образцов.

5.2. УГЛЕРОД-КЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ЗАЩИТНЫМИ ЭРОЗИОННО-СТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Кравецкий Г.А., Родионова В.В., Дворянчиков Ю.М., Колесников С.А. // Новые огнеупоры. – 2007. - №2. – С.47-53

Представлены результаты разработки технологических приемов создания из углеродных и керамических карбидообразующих веществ огнеупорных материалов и конструкций из них для металлургической промышленности. Предложены практические рекомендации создания интегральных конструкций из новых огнеупорных материалов для высокотемпературных процессов с предельными температурами эксплуатации соответствующих карбидных защитных покрытий, что более чем на 1000°C превышает рабочие температуры эксплуатации на воздухе графитовых конструкционных материалов. На 16 изготовленных элементах реакторов проведены экспериментальные исследования высокотемпературных химических процессов при абсолютном давлении внутри реактора 0,3 МПа и рабочей температуре 900°C. Все технические требования к химическим реакторам по герметичности выполнены с запасом работоспособности.

5.3. ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ И КРЕМНЕЗЕМНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Данилов Е.А., Гареев А.Р. // 18-я Международная конференция "Авиация и космонавтика - 2019". – 2019. – С.239-240

В настоящее время ведутся активные разработки в области материалов теплозащитных покрытий (ТЗП) для изделий ракетно-космической техники (элементы корпусов, обтекателей, защиты двигателей и др.), к которым предъявляется комплекс жестких требований: минимальные массогабаритные характеристики, способность кратковременно выдерживать воздействие сверхвысоких температур (до 3600 К), агрессивных сред, эрозийных потоков твердых частиц, значительных механических нагрузок и др. В качестве материалов ТЗП используются керамические покрытия и дискретно-наполненные композиционные материалы на основе каучуков (в т.ч. пресс-массы), обладающие рядом недостатков, в первую очередь, невысокой технологичностью при изготовлении тонкостенных изделий сложной формы и относительно высокой теплопроводностью при высоких температурах. В работе в качестве одного из перспективных вариантов материалов для создания тонкостенных ТЗП получены композиты с непрерывно армированной углеродными и кремнеземными волокнами силиконовой матрицей, модифицированной карбоцепными полимерами и неорганическими добавками с целью повышения теплофизических свойств.

5.4. ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ДИСПЕРТИРОВАНИЯ МАГНИЯ НА ПРОЦЕСС ПОГЛОЩЕНИЯ ИМ ВОДОРОДА

Шило Д.В., Буйницкая Е.Ю. // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т.81, №2. – С.182-185

Исследован процесс поглощения водорода углерод-магниевыми композитами, приготовленными механохимической обработкой и распылением в дуге и предложены способы оптимизации процесса поглощения водорода.

5.5. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Васильев Ю.Н., Фуголь В.А. // Трение и износ. – 2010. – Т.31, №2. – С.127-143

На основе термодинамического анализа кругового процесса образования и нарушения контакта в закрытой системе разработана математическая модель трения и изнашивания поликристаллических твердых тел при отсутствии смазочного материала и при граничной смазке. При расчете трения в режиме граничной смазки принято, что зазор в контакте является микропорой с подвижной стенкой и адсорбция описывается уравнением Дубинина-Радушкевича. Поскольку физически сорбированные молекулы не локализованы на поверхности, условием существования смазочного слоя является равенство его противодействия нормальному давлению в каждой точке контакта. Противодействие смазочного слоя находили интегрированием уравнения Пойнтинга, описывающего условие равновесие двух фаз (смазочного слоя и газовой фазы), сосуществующих при разных давлениях и одинаковой температуре. Сопоставление расчетных и экспериментальных значений подтвердило адекватность предлагаемой модели.

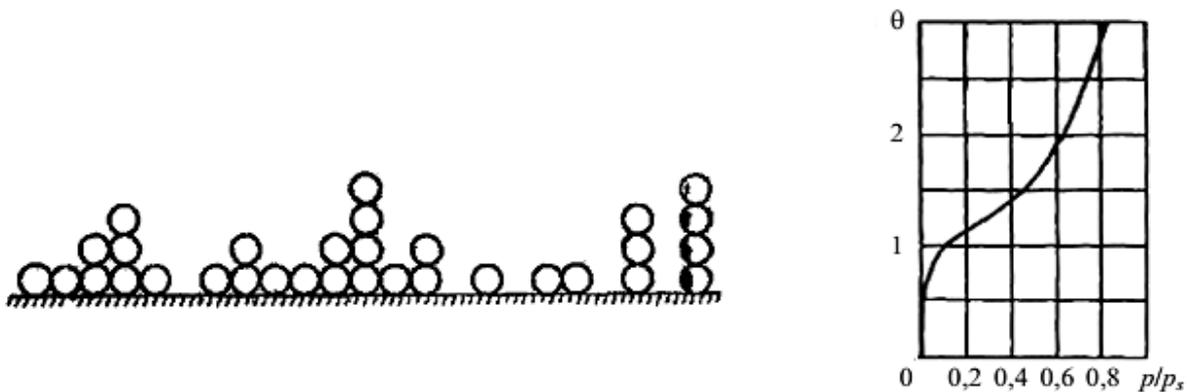


Рис. 3. Схема полимолекулярной адсорбции, принятая в теории Брюнауера, Эмметта и Теллера

Рис. 4. Изотерма полимолекулярной адсорбции пара бензола на поверхности графитированной сажи при $t = 20^\circ\text{C}$

5.6. ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТОЙКОСТЬ К РАЗРУШЕНИЮ ЗАГОТОВОК ГРАФИТА НА РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕДЕЛАХ

Лобастов Н.А., Чернявец А.Н. // Новые огнеупоры. – 2006. - №8. – С.32-36

Рассмотрены факторы, определяющие возникновение внутренних трещин в коксопечевых блоках на основе исходного кокса в процессе снятия остаточных после прессования в матрицу напряжений. Одним из таких факторов является обратимая деформация сжатия зерен в направлении, перпендикулярном действию усилий при прессовании, которая приводит к растяжению мостиков из связующего. Показано, что стойкость блоков к разрушению от внутренних трещин повышается при снижении величины этой деформации, а также при увеличении деформируемости мостиков из связующего в процессе снятия остаточных напряжений.

6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

6.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Виноградова К.П., Бирюкова Н.Б., Суровцев Д.В. // Стандарты и качество. – 2009. - №8. – С.54-56

ФГУП «НИИГрафит» — ведущее предприятие Российской Федерации по разработкам технологии производства углеродных конструкционных материалов для различных отраслей специальной техники и народного хозяйства, исследованию их структуры, свойств и работоспособности, внедрению разработок на предприятиях подотрасли и у потребителя. ФГУП «НИИГрафит» производит и поставляет свою продукцию по техническим условиям (ТУ) Технические условия как нормативный документ широко используются в различных областях промышленности. Каковы их достоинства и недостатки, чем ТУ отличаются от стандартов организации, читайте в статье.

6.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УГЛЕРОДНУЮ ПРОДУКЦИЮ

Суровцев Д.В. // Стандарты и качество. – 2009. - №8. – С.58-91

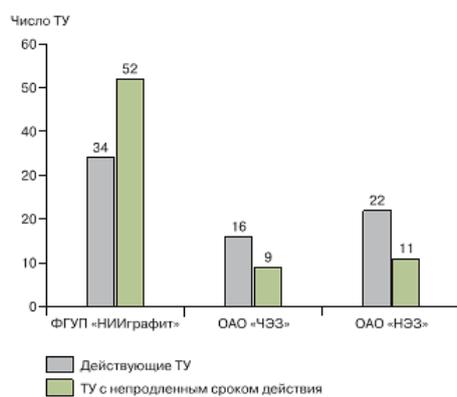


Рис. 1. Распределение ТУ действующих и с неопределенным сроком действия на предприятиях по состоянию на 01.01.2008

Технические условия наиболее часто используются разработчиками, потому что именно этот документ позволяет предприятию устанавливать требования к производимой им конкретной продукции. Информация о новых технических условиях, разработанных в течение года, публикуется в информационном указателе ТУ. ТУ использует ряд организаций. Рассмотрено состояние технической документации на электродных заводах РФ и ФГУП «НИИГрафит» - ОАО «Челябинский электродный завод» и «Новочеркасский электродный завод». Для этого был проведен анализ числа ТУ. (В данной работе рассматриваются только серийные технические условия.)

7. МОНОГРАФИИ СОТРУДНИКОВ

1. Ядерный графит // В.Г. Нагорный В.С. Островский, С.Е. Вяткин, Г.А. Соккер 1965

2. Взаимодействие углерода с тугоплавкими металлами // Дергунова В.С., Левинский Ю.В., Г.А. Кравецкий, А.Н. Шуршаков 1974

3. Пайка и сварка графита // Л.Т. Аникин, В.С. Дергунова, Г.А. Кравецкий, Т.А. Кокина 1978.

4. **Углерод и его взаимодействие с металлами**// Федоров В.Б., Шоршоров М.Х., Хакимова Д.К. 1978.

5. **Рекристаллизованный графит** // Н.Н. Шипков, В.И. Костиков, Е.И. Непрошин, А.В. Демин. 1979.

6. **Графитация и алмазообразование** // В.И. Костиков, Н.Н. Шипков., Я.А. Калашников, Б.К. Дымов, В.П. Шевяков, И.А. Бубненко. 1991

7. **Справочник «Свойства конструкционных материалов на основе углерода».** // Под ред. В.П. Соседова. 1975.

8. **Искусственный графит** // Островский В.С., Виргильев Ю.С., Костиков В.И., Шипков Н.Н. 1986 г.

9. **Силицированный графит** // Костиков В.И., Тарабанов А.С. 1977

10. **Неметаллические композиционные материалы в элементах конструкций и производстве авиационных газотурбинных двигателей.** – Учеб. Пособие для ВУЗов / Елисеев Ю.В., Крымов В.В., Колесников С.А., Васильев Ю.Н. 2007.

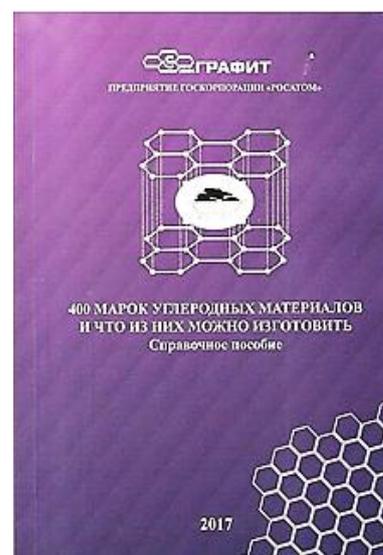
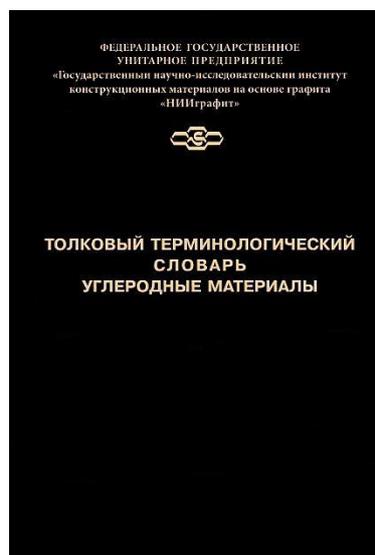
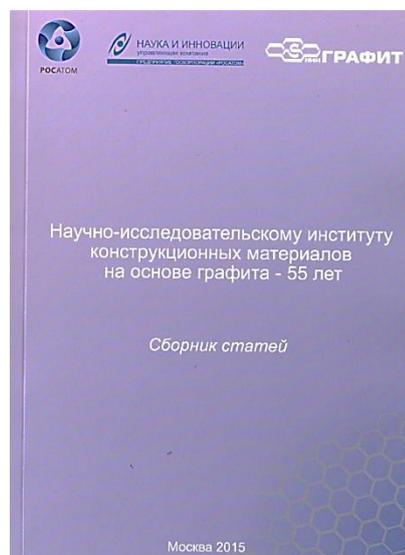
11. **Сверхвысокотемпературные материалы** // Костиков В.И. Варенков А.Н. 2003

12. **Толковый терминологический словарь углеродные материалы** // Под ред. Котосонова А.С., Островского В.С., Шашло В.В.

13. **Графит в науке и ядерной технике** // Жмуриков Е.И., Бубненко И.А. и др. 2013

14. **Углеродные материалы в медицине** // Золкин П.И., Островский В.С. 2014

15. **«400 марок углеродных материалов и что из них можно изготовить»** // Справочное пособие. 2017



8. ПАТЕНТЫ

В настоящее время портфель интеллектуальной собственности АО «НИИГрафит» включает исключительные права, на поддерживаемые в статусе действующие 58 патентов РФ на изобретения, 1 международную заявку на изобретение, 16 «ноу-хау» и 1 свидетельство на товарный знак. Капитализация нематериальных активов на 2020 год составила 69 мил. рублей.

Внедрено в опытное производство АО «НИИГрафит» и прошло апробацию в лабораторных условиях 44 охраноспособных технических решений.

Новые технические решения, обеспеченные правовой охраной, способствуют повышению научно-технического уровня разрабатываемых АО «НИИГрафит» инновационных проектов.

Одним из приоритетных направлений разработок института является разработка технологий получения углерод-углеродных и углерод-керамических многомерно армированных композиционных материалов. Материалы на основе углерода в соответствии с диаграммой его состояния являются твёрдым веществом в температурном интервале до 4000 К и давлениях до 20 ГПа, имеют малую кажущуюся плотность и высокие удельно-прочностные свойства. Поэтому конструкционные графиты и углерод-углеродные композиционные материалы широко применяются при разработке и изготовлении наконечников и корпусных деталей аэродинамических органов управления.

Использование волокнистых форм наполнителя в композиционных углеродных материалах позволяет значительно снизить вес деталей и конструкций, что предопределяет преимущественное применение их в летательных аппаратах. Кроме того, малая плотность, жаропрочность и жаростойкость в окислительной среде материалов на основе углеродных волокнистых наполнителей являются их преимуществами при создании теплонапряженных узлов, работающих в авиационной и космической технике (теплозащита спускаемых космических аппаратов, деталей камер сгорания, сопловых аппаратов и авиационных двигателей).

Углерод-углеродные многомерно армированные композиционные материалы и технологии их получения защищены Международной заявкой № PCT/RU2020/000049 от 31.01.2020 года, Патент РФ № 2568495 от 20.11.2015 года, Патент РФ № 2534878 от 10.12.2014 года. Углерод-карбидокремниевые конструкционные материалы на основе объемно-армированных каркасов из углеродного волокна, работающие в условиях высокого теплового нагружения и окислительной среды защищены патентами РФ № 2613220 от 15.03.2017 года, № 2626501 от 28.07.2017 года



1. Международная заявка № PCT/RU2020/000049 от 31.01.2020 года приоритет 12.09.2019 года «СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ 3D КАРКАСА МНОГОМЕРНО АРМИРОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ»

Патент РФ № 2712607 от 29.01.2020 года, З.№ 2019128679 от 12.09.2019 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): Алтуфьев Александр Васильевич (RU), Бухаева Юлия Николаевна (RU)

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

Изобретение относится к способу формирования 3D каркаса многомерно армированного углеродного композиционного материала путем набора и выкладки стержней из углеродного волокна. Техническим результатом является повышение качества изготовления каркаса и производительность труда на 30%. Технический результат достигается способом формирования 3D каркаса многомерно армированного углеродного композиционного материала путем набора и выкладки стержней из углеродного волокна. Предварительно изготовленные из углеродного волокна стержни нарезаются длиной, равной высоте направления Z будущего изделия, устанавливаются вертикально в плиту-кондуктор с отверстиями необходимого диаметра, расположенными взаимно перпендикулярными рядами. Будущие горизонтальные стержни каркаса нарезаются в виде заготовок длиной, кратной нескольким длинам стержней направления X, раскладываются горизонтально параллельно направлению X в количестве, равном необходимому количеству стержней каркаса направления X, с шагом по оси Y, равным шагу расположения отверстий по оси Y кондуктора для установки стержней направления Z таким образом, чтобы оси заготовок стержней направления X располагались между стержнями направления Z. Затем от заготовок отрезаются стержни необходимой для формирования направления X длины и перемещают их вдоль направления X с ограничением возможности их перемещения по другим направлениям в зону их окончательного расположения. Все стержни уложенного ряда поджимаются единым для всех стержней прижимом до их расчетного положения по оси Z механического устройства, имеющего возможность перемещения прижима до заданного положения, равного расчетному уровню стержней очередного уложенного ряда. Затем в той же последовательности действий проводится укладка стержней в направления Y, поочередно укладываются в каркас горизонтальные стержни направлений X и Y в количестве циклов, определяемых размером собираемого каркаса по оси Z. 2 н. и 10 з.п. ф- лы, 4 ил., 1 пр.

2. Патент РФ № 2534878 от 10.12.2014 года, З.№ 2013139071 от 22.08.2013 года
Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы):
Колесников Сергей Анатольевич (RU), Бамборин Михаил Юрьевич (RU)

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА МНОГОНАПРАВЛЕННОГО АРМИРУЮЩЕГО КАРКАСА ИЗ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА



Изобретение относится к области производства углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) на основе объемно армированных каркасов из высокомодульного волокна и матрицы, произведенной из пеков или смол в процессе карбонизации и последующих высокотемпературных обработок. Технический результат изобретения - производство УУКМ, обладающих высокой кажущейся плотностью и увеличенным уровнем коэффициента теплопроводности (130-140 Вт/м·К), при наименьших затратах. Способ получения УУКМ включает последовательные процессы пропитки волокнистой заготовки расплавленными углеводородами и карбонизации в герметизированном контейнере в аппарате высокого

давления, где в качестве передающей давление среды используют кварцевый песок, извлечения заготовки и ее графитации в вакууме, причем эти процессы повторяют до получения материала с плотностью 1,95-2,01 г/см³. Для пропитки и карбонизации в герметизированном контейнере заготовку помещают в специальное приспособление, состоящее из двух одинаковых частей, нижней и верхней, каждая из которых выполнена из металлического кольца и графитовых пластин, размещенных внахлест вертикально диаметрально к сварному шву контейнера и металлическому кольцу, при этом свободное пространство контейнера засыпают углеводородами. Графитацию в вакууме проводят в пять этапов с понижением температуры от первого этапа к последнему: на первом этапе температура не более 2700°C, на втором этапе не более 2100°C, на третьем этапе не более 1700°C, на четвертом этапе не более 1300°C, на пятом этапе не более 800°C. 7 табл., 5 пр.

3. Патент РФ № 2568495 от 20.11.2015 года, З.№ 2014118317 от 07.05.2014 года
Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Ярцев Дмитрий Владимирович (RU), Колесников Сергей Анатольевич (RU), Бамборин Михаил Юрьевич (RU)**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ И УГЛЕРОДНОЙ МАТРИЦЫ



Изобретение относится к области создания и производства углеродных материалов с высокими физико-механическими характеристиками, в частности углерод-углеродных композиционных материалов на основе тканых армирующих наполнителей из углеродного высокомодульного волокна и углеродной матрицы, сформированной из пеков в процессе карбонизации и последующих высокотемпературных обработок. Способ получения углеродного композиционного материала (УУКМ) на основе углеродного волокнистого наполнителя и углеродной матрицы включает последовательные процессы сухой выкладки каркаса на основе армирующего наполнителя в виде ткани из углеродного высокомодульного волокна на оправку, закрепления оправки с тканью в приспособлении для пропитки сухого каркаса, размещая его в пропиточном контейнере, и

проводят пропитку каркаса пеком и карбонизацию, затем каркас пропитывают пеком и карбонизируют в герметизированном контейнере в аппарате высокого давления, где в качестве передающей давление среды используют кварцевый песок, извлекают заготовки и графитизируют в вакууме. При этом операции пропитки и карбонизации под давлением и вакуумной графитации повторяют до получения материала с плотностью 1,88-1,91 г/см³. Изобретение позволяет получить УУКМ на основе армирующих наполнителей в виде тканей из углеродного высокомодульного волокна, обладающих высокими физико-механическими характеристиками, при наименьших затратах. 3 з.п. ф-лы, 4 ил., 1 табл.

4. Патент РФ № 2613220 от 15.03.2017 года, З.№ 2015155982 от 25.12.2015 года
 Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы):
Колесников Сергей Анатольевич (RU), Ярцев Дмитрий Владимирович (RU), Бубненко Игорь Анатольевич (RU), Кошелев Юрий Иванович (RU)

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ С УГЛЕРОДСОДЕРЖАЮЩЕЙ ОСНОВОЙ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СТРУЯХ ОКИСЛИТЕЛЯ



Изобретение относится к защитным противоокислительным покрытиям для углеродных и углерод-керамических материалов. Технический результат – повышение окислительной стойкости покрытия. На углеродсодержащую основу приклеивают с помощью фенольной смолы или полимерного клея слой фольги из терморасширенного графита. После затвердевания клеевого шва их совместно силицируют. В качестве углеродсодержащей основы используются углерод-углеродные или углерод-керамические композиционные материалы многомерного армирования или конструкционные графиты. В результате на поверхности изделия сформировано карбидокремниевое покрытие с наноразмерной шероховатостью. 3 з.п. ф-лы, 3 пр.

5. Патент РФ № 2626501 от 28.07.2017 года, З.№ 2015140597 от 24.09.2015 года
 Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы):
Колесников Сергей Анатольевич (RU), Ярцев Дмитрий Владимирович (RU), Меламед Анна Леонидовна (RU), Бубненко Игорь Анатольевич (RU), Кошелев Юрий Иванович (RU), Проценко Анатолий Константинович (RU)

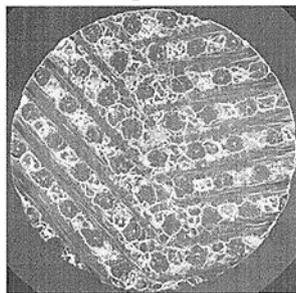
УГЛЕРОД-КАРБИДОКРЕМНИЕВЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ МНОГОНАПРАВЛЕННОГО АРМИРУЮЩЕГО СТЕРЖНЕВОГО КАРКАСА



Изобретение относится к области углерод-карбидокремниевых конструкционных материалов на основе объемно-армированных каркасов из углеродного волокна, работающих в условиях высокого теплового нагружения и окислительной среды, и может быть использовано в химической, нефтяной и металлургической промышленности, а также в авиакосмической технике. Углерод-карбидокремниевый композиционный материал имеет объемно-армированную структуру на основе многонаправленных стержневых каркасов ($n=3, 4 \dots$, где n -

число направлений армирования) из углеродного волокна и комплексную углерод-карбидокремниевую матрицу, получаемую из углеводов в процессе их карбонизации при атмосферном давлении или изостатически под давлением, насыщения заготовок пироуглеродом, высокотемпературной обработки, предварительного силицирования и

последующего повторного силицирования после механической обработки. Силицирование (предварительное и повторное) углерод-углеродной заготовки может проводиться любым известным способом, в том числе смесью кремния и бора или смесью кремния с другими тугоплавкими компонентами, или соединениями на основе



Фиг. 1

кремния при плотности заготовок под силицирование в пределах от 1,60 до 1,95 г/см³ в зависимости от конечного использования материала. Представленный углерод-карбидокремниевый композиционный материал обладает высокой термоэрозионной и окислительной стойкостью, а также достаточными физико-механическими характеристиками, которые повышаются с ростом температуры. 1 з.п. ф-лы, 8 пр., 2 табл., 2 ил.

Наиболее важными областями применения графитов и высококачественных конструкционных материалов на их основе являются: атомная энергетика (графитовая «кладка» и детали атомных реакторов); электронная промышленность (технологическая оснастка для производства полупроводниковых материалов, в частности кремния и интегральных микросхем); металлургия (тигли для плавки цветных металлов и сплавов, кристаллизаторы установок непрерывного литья); производство искусственных алмазов, стекла, керамики и ряда других материалов; машиностроение (антифрикционные материалы для насосов, компрессоров и авиационных двигателей, а также электроды для электроэрозионной обработки металлов и твёрдых сплавов); специальная техника (детали сопловых блоков ракетных двигателей различных систем).

Технологии производства искусственного графита и оборудование для этих целей защищены поддерживаемыми в действии охранными документами, патентами РФ № 2704558 от 29.10.2019 года, № 2610083 от 07.02.2017 года, № 2568493 от 20.11.2015 года, № 2496714 от 27.04.2013 года, № 2257341 от 08.06.2004

6. Патент РФ № 2704558 от 29.10.2019 года, - С01В 32/205, З.№ 2018145329 от 20.12.2018 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Перевезенцев В.П., Петров А.В.**

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КЕРНА ПЕЧИ ГРАФИТАЦИИ

Изобретение относится к производству графитированных углеродных конструкционных материалов и графитированных электродов для электрометаллургических печей. В способе определения температуры зерна в печи графитации, включающем измерение температуры одновременно в трех точках по длине стержня-тепловода из графита, один конец которого поддерживается при постоянной температуре 0°С, а второй находится в прямом контакте с зерном печи графитации, расчет температуры зерна осуществляется с использованием аналитической зависимости формируемого температурного поля вдоль стержня-тепловода, имеющей вид квадратичного трехчлена $T=ax^2+bx+c$, на основе измеренных данных. Стержень-тепловод состоит из двух частей: измерительной, обеспечивающей съем теплового потока, находящейся в контакте с зерном, по длине которой формируется определенная закономерность температурного поля,



определяемого соотношением: $q = \lambda(T) \frac{dT}{dx} - \text{const},$

и охлаждаемой, обеспечивающей необходимые значения $q - \text{const}$ в каждый данный момент. При этом измерительная часть стержня-тепловда выполнена из конструкционного графита, а охлаждающая часть из графита любой марки, по форме и размерам сечения может быть отличной от измерительной, но при этом жестко соединенная с ней в стене печи графитации за теплоизоляционным слоем, окружающим kern. Технический результат – упрощение и оптимизация процесса графитации.

7. Патент РФ № 2610083 от 07.02.2017 года, С01В 32/205, З.№ 2015127978 от 13.07.2015 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Перевезенцев В.П., Петров А.В.**

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕЧЬ ГРАФИТАЦИИ

Изобретение относится к химической промышленности и может быть использовано при изготовлении графитированных электродов и конструкционных графитовых материалов. Электрическая печь графитации содержит торцевые стены с встроенными в них графитовыми токоподводами, герметичный зонт, соединенный выходным каналом с



дымососом, kern, в котором размещены графитируемые материалы, окруженные со всех сторон слоями теплоизоляционной пересыпки, боковые стены 3 с каналами ного охлаждения, коллекторы, расположенные в нижней части стен 3, объединяющие все каналы каждой стены, под с охлаждаемыми подинными каналами. Перекрывающие элементы, расположенные в подинных каналах, обеспечивают в половине из них, чередующихся через один или несколько, движение воздуха по каналу слева направо и его выход последовательно в воздушный коллектор правой стены, а в другой половине - движение воздуха справа налево и его выход в воздушный коллектор левой стены. Перекрывающие элементы выполнены в виде пластин-перекрытий 6 из металла с температурой размягчения не ниже 1000°C, снабженных бортиками-фиксаторами 7 из

металла высотой 20-50 мм и имеющих на внутренней поверхности поперечные валики диаметром 3-4 мм, турбулизирующие воздушный поток охлаждения. Расстояние между краями пластин-перекрытий 6 соседних каналов охлаждения не менее 15 мм. 2 ил.

8. Патент РФ № 2568493 от 20.11.2015 года, З.№ 2014134638 от 26.08.2014 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Перевезенцев В.П., Бейлина Наталия Юрьевна (RU), Рубинчик Ольга Васильевна (RU), Бакланова Анна Дмитриевна (RU)**

СПОСОБ ПАКЕТИРОВКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЗАГОТОВОК МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ГРАФИТА ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ ПРИ ГРАФИТАЦИИ

Изобретение может быть использовано при изготовлении конструкционных материалов. Способ пакетировки углеродных обожженных крупногабаритных заготовок



мелкозернистого графита изостатического прессования при графитации включает их расположение вертикально и горизонтально поперек зерна в столбиках, отделенных друг от друга слоями зерновой пересыпки толщиной приблизительно 0,2 диаметра заготовки. С боковых сторон каждой заготовки вплотную к ней размещают теплопередающие плоские панели, выполненные из высокотеплопроводного и высокотемпературного конструкционного графита. Ширина панели равна диаметру или толщине, в случае заготовки прямоугольного сечения, и длина соответственно равна длине заготовки, толщина не менее 0,15 от ее диаметра или толщины, в случае заготовки прямоугольного сечения. Теплопередающие панели могут быть выполнены составными в направлении их длины. Снижается уровень термических напряжений в теле заготовки, сокращается расход графита и удельный расход энергии за счет снижения на 40 процентов

массы дополнительных комплектующих графитовых изделий. 1 з.п. ф-лы.

9. Патент РФ № 2496714 от 27.04.2013 года, З.№ 2012115919 от 20.04.2012 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): Колесников Сергей Анатольевич (RU), Меламед Анна Леонидовна (RU), Остронов Борис Григорьевич (RU), Петров Анатолий Михайлович (RU)

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПЛОТНОГО ГРАФИТА

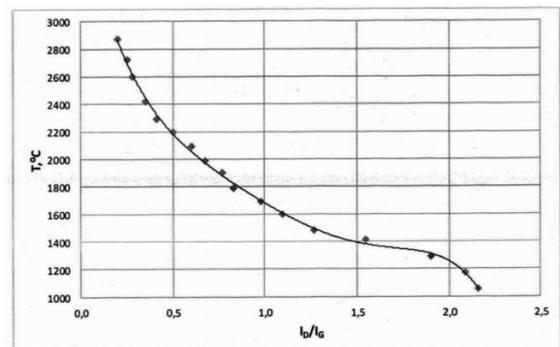
Изобретение может быть использовано при изготовлении теплонапряженных участков конструкций, подверженных воздействию агрессивных окислительных сред. Графитовые заготовки подвергают вакуумной заливке каменноугольным высокотемпературным пеком при температуре выше температуры плавления пека. Затем проводят одновременную пропитку и карбонизацию под давлением (80-105) МПа при температуре (700-750)°С с выдержкой при указанном давлении и температуре не менее 4 часов и высокотемпературную обработку в вакууме с выдержкой при температуре (2100-2300)°С не менее 0,5 часа. Повышается плотность и прочность получаемого материала при сохранении возможности изготовления из него деталей больших габаритов. 5 табл.

10. Патент РФ № 2724302 от 22.06.2020 года, З.№ 2019124122 от 31.07.2019 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): Самойлов Владимир Маркович (RU), Находнова Анастасия Васильевна (RU), Вербец Дмитрий Борисович (RU), Бубненко Игорь Анатольевич (RU), Самсонова Валерия Борисовна (RU)

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изобретение относится к области химической технологии, в частности к технологии углеродных материалов, таких как искусственные графиты, углеродные волокнистых материалов, углерод- углеродные композиты, для получения которых используется

высокотемпературная обработка в интервале температур от 1000 до 3000°C. Заявлен способ определения эффективной температуры высокотемпературной обработки углеродных материалов по параметрам кристаллической структуры обрабатываемого материала, включающий экспериментальную термообработку обрабатываемого материала или индикаторного образца при различных температурных режимах, в диапазоне температур, которые необходимо контролировать, затем определение соотношения между температурой обработки и параметром кристаллической структуры ID/IG (соотношение интегральных интенсивностей спектральных полос D и G) обрабатываемого материала или индикаторного образца, измеряемого методом рамановской спектроскопии, построение калибровочной зависимости данного соотношения и вычисление эффективной температуры высокотемпературной обработки углеродных материалов по калибровочному графику. При этом данный способ применим для искусственных графитов, углеродных волокнистых материалов, углерод-углеродных композитов. Способ может быть использован для контроля температурных полей печей высокотемпературной обработки. Кроме того, при определении эффективной температуры высокотемпературной обработки крупногабаритных изделий используют индикаторные образцы, представляющие жгут углеродного волокна, ПАН марки UMT 45-12K-EP длиной 2 см, помещенный в графитовый тигель диаметром не более 20 мм и длиной не более 30 мм с крышкой. А между параметрами кристаллической структуры обрабатываемого углеродного материала, такими как межслоевое расстояние d_{002} , и диаметр L_a , и высота кристаллитов L_c , и параметром ID/IG существует корреляционная зависимость. Технический результат – повышение точности получаемых результатов, так как данным техническим решением установлена возможность определения температуры обработки углеродных материалов методом рамановской спектроскопии образцов-свидетелей с погрешностью $\pm 30^\circ\text{C}$. 4 з.п. ф-лы, 7 ил., 1 табл.



С 2018 года в институте по научному направлению «Ядерная медицина» проводятся разработки по Аванпроекту Госкорпорации Росатом «Проведение исследований, разработка плечных пьезосенсоров для неинвазивной ультразвуковой диагностики, в т.ч. высокоразрешающей», разрабатываемые пьезосенсоры могут быть использованы для систем позиционирования и контроля состояния периодических процессов в роботизированных механизмах, в т.ч. для медицинских роботов. По технологии получения гибридного материала на основе прозрачной проводящей графеновой пленки получено два патента РФ № 2574451 от 12.01.2016 года и № 2662535 от 26.07.2018 года, материал получаемый по данной технологии может быть использован при изготовлении сенсорных экранов, солнечных преобразователей энергии, жидкокристаллических экранов, светодиодов. По данным разработкам планируется подача международной заявки РСТ на изобретение.

11. Патент РФ № 2574451 от 12.01.2016 года, З.№ 2014116087 от 23.04.2014 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Самойлов Владимир Маркович (RU), Николаева Анастасия Васильевна (RU), Данилов Егор Андреевич (RU), Трофимова Наталья Николаевна (RU), Маякова Дарья Владимировна (RU)**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ МАЛОСЛОЙНЫХ ГРАФЕНОВ



Изобретение относится к электротехнике, медицине, химической промышленности, нанотехнологии и может быть использовано при изготовлении транзисторов, суперконденсаторов, сенсорных дисплеев, биосенсоров, присадок к полимерам и нанокompозитов. Природный графит очищают от примесей, термообработывают при температуре не ниже 2100°C, диспергируют в водной среде, содержащей поверхностно-активный или диспергирующий агент, с получением суспензии с концентрацией графитового материала не более 6 мг/мл. Поверхностно-активный или диспергирующий агент выбирают из групп: анионные поверхностно-активные вещества, неионогенные поверхностно-активные вещества, катионные поверхностно-активные вещества, фторсодержащие поверхностно-активные вещества, органические растворители: ацетон, спирт, толуол или их смеси; органические ароматические вещества, такие как бензол, нафталин, антрацен. Полученную суспензию обрабатывают ультразвуковыми колебаниями на уровне энергии и длительности обработки, достаточных для получения отдельных малослойных графенов при акустической мощности не менее 50 Вт/см² рабочей поверхности излучателя, в результате чего кристаллиты графитового материала расщепляют на отдельные графеновые слои. Изобретение обеспечивает выход суспензии малослойных графенов до 90-95% относительно массы исходного графита. 3 з.п. ф-лы, 15 ил., 1 табл.

12. Патент РФ № 2662535 от 26.07.2018 года, З.№ 2017103044 от 31.01.2017 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Самойлов Владимир Маркович (RU), Данилов Егор Андреевич (RU), Николаева Анастасия Васильевна (RU), Пономарева Дарья Владимировна (RU), Тимошук Елена Игоревна (RU), Дмитриева Валентина Сергеевна (RU)**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГИБРИДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПРОЗРАЧНОЙ ПРОВОДЯЩЕЙ ГРАФЕНОВОЙ ПЛЕНКИ



Изобретение относится к электротехнике, химической промышленности, нанотехнологии и может быть использовано при изготовлении сенсорных и жидкокристаллических экранов, солнечных преобразователей энергии, светодиодов. Сначала природный графит подвергают термообработке и готовят суспензию природного графита с концентрацией не более 6 мг/мл в водной среде, которая может содержать ПАВ или диспергирующие агенты. Затем проводят обработку ультразвуком с получением суспензии малослойных графеновых частиц, которую высушивают на воздухе при температуре не выше 40-50°C. Полученный порошок графена прямой эксфолиации редиспергируют в ультразвуковой ванне мощностью не менее 90 Вт в течение не менее 15 мин в водно-органической среде, представляющей собой смесь органического растворителя и воды, очищенной методом обратного осмоса до удельной электропроводности не более 30 мкСм/см. Полученную графеновую суспензию

центрифугируют при комнатной температуре при величине суммарного воздействия не менее 120000 об, при массе осадка, составляющей не более 90% от исходной массы графеновой суспензии, и при удельной электропроводности графеновой суспензии не менее 80 мкСм/см. Прозрачную проводящую графеновую суспензию наносят методом Ленгмюра-Блоджетт на пьезоподложку, в качестве которой используют ниобат лития, PZT-керамику, кварц, пьезоэлектрический полимерный материал, например сополимер поливинилиденфторида, предварительно подвергнутую химическому травлению, обработке такими растворителями, как вода, этиловый спирт, ацетон, гексан, петролейный эфир, а также полировке, после чего высушивают при остаточном давлении не более 10 мм рт.ст. и температуре не более 120°C. На поверхность подложки можно нанести более одной пленки. Получают прозрачную проводящую графеновую пленку X- или Y-типа, представляющую собой гибридный материал с коэффициентом пропускания света в оптической области 400-800 нм не менее 85% и поверхностным электрическим сопротивлением на постоянном токе не более 1 кОм. Способ согласно изобретению экологичен и экономичен. 7 з.п. ф-лы, 6 ил., 2 табл.

В настоящее время также продолжают разработки по применению углеродных материалов в медицине в рамках соглашения о сотрудничестве и совместных работах с Московским научно-исследовательским институтом глазных болезней им. Гельмгольца Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи. Углеродная нить на основе вискозы для хирургического лечения глаукомы, защищенная патентом РФ № 2679144 от 06.02.2019 года, опробована на практике при хирургическом лечении глаукомы. Способ получения углеродного нетканого материала для медицины по патенту РФ на изобретение № 2714384 от 20.12.2018 года позволит получить материал имплантатов используемых при проведении реконструктивных операций по формированию опорно-двигательной культуры глаза.

13. Патент РФ № 2679144 от 06.02.2019 года, З.№ 2018125906 от 13.07.2018 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Маянов Евгений Павлович (RU), Золкин Петр Иванович (RU), Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Чеблакова Елена Геннадьевна (RU)**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ НИТИ НА ОСНОВЕ ВИСКОЗЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ГЛАУКОМЫ



Изобретение относится к медицине. Описан способ получения углеродной нити на основе вискозы для хирургического лечения глаукомы, включающий термическую обработку нити на основе вискозы, активацию полученной углеродной нити в потоке CO₂ при 900°C в течение 45 минут с расходом газа 20 л/ч, поверхностное аппретирование ее в 40% растворе глюкозы и стерилизацию гамма-облучением 25 Мрад в упакованном виде, отличающийся тем, что перед термической обработкой проводят отмывку вискозной нити в водном (15%) растворе гипосульфита натрия при температуре 110°C и сушку в вентилируемой сушильной камере, а термическую обработку проводят в два этапа: карбонизацию до температуры 400°C, высокотемпературную обработку проводят при непрерывном транспортировании через зону термического нагрева в инертной среде при температуре 1600°C. Изобретение позволяет достичь стойкого гипотензивного эффекта при антиглаукоматозных операциях, при применении аппотрансплантатов, используемых в качестве дренажей.

14. Патент РФ № 2714384 от 17.02.2020 года, З.№ 2018145333 от 20.12.2018 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Черненко Николай Михайлович (RU), Щербакова Татьяна Сергеевна (RU), Грудина Иван Геннадиевич (RU)** А61L 15/44

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО НЕТКАНОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ



Изобретение относится к области медицинских изделий, а именно к получению углеродных нетканых материалов. Способ получения углеродного волокнистого нетканого материала для медицины включает текстильную переработку перед формированием исходных целлюлозных непрерывных нитей в кордную ткань, отделку тепловлажностной обработкой, синтез катализатора карбонизации на поверхности волокон, паровоздушное воздействие, вентилируемую сушку, формирование нетканого материала иглопрокалыванием двух наружных иглопробивных слоев и внутреннего однонаправленного слоя между ними, последующую карбонизацию. При этом углеродный нетканый материал активируют для развития удельной поверхности при нагреве до температуры 950°C в течение 60-180 минут с последующим

аппретированием лекарственными веществами и полученный активированный углеродный нетканый материал механически обрабатывают штамповкой или нарезкой до получения требуемых размеров и форм медицинских изделий. Изобретение обеспечивает углеродный волокнистый нетканый материал, обладающий хорошей гибкостью, несминаемостью, повышенной прочностью на разрыв. 1 з.п. ф-лы.

Разработка технологии получения высокопрочных и высокомодульных углеродных волокон на основе отечественных прекурсоров различной природы обеспечит создание в России собственного экспериментального производства армирующего компонента с повышенными значениями прочности и модуля упругости для ПАН волокон. Данные материалы будут использованы в композиционных материалах в авиационно-ракетной технике, космических аппаратах, атомной энергетике, ветроэнергетике, в судостроении и автомобилестроении. Технология получения высокопрочных и высокомодульных углеродных волокон и оборудование для ее осуществления защищены двумя патентами РФ № 2634450 от 30.10.2017 года и № 2639910 от 25.12.2017 года. Исследования различий структурного состояния углеродных волокон методом рентгеноструктурного анализа, проводимые в АО «НИИГрафит» запатентованы в РФ охранным документом № 2685440 от 18.04.2019 года.

15. Патент РФ № 2634450 от 30.10.2017 года, З.№ 2016129856 от 20.07.2016 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Маянов Евгений Павлович (RU), Вербец Дмитрий Борисович (RU), Бахаева Елена Владимировна (RU), Бейлина Наталья Юрьевна (RU), Бучнев Леонид Михайлович (RU), Данилов Егор Андреевич (RU), Дворянчиков Юрий Михайлович (RU), Леонова Татьяна Васильевна (RU), Проценко Анатолий Константинович (RU), Самойлов Владимир Маркович (RU)**

СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА



Изобретение относится к упрочнению углеродных волокон (УВ), используемых для получения композиционных материалов. Способ упрочнения углеродных волокон включает термообработку с протягиванием волокон через зону нагрева. Термическую обработку проводят в зоне высокотемпературного нагрева 2500-3000°C, в инертной атмосфере, в течение 18-32 секунд, с приложением нагрузки на обрабатываемое волокно в диапазоне от 1,0 до 3,75 г/текс за счет разности скоростей подающих и принимающих механизмов. Величина нагрузки на обрабатываемое волокно обратно пропорциональна времени пребывания в зоне высокотемпературного нагрева. Кроме того, может проводиться дополнительная пропитка УВ аппретирующим составом водного раствора поливинилового спирта 6-8 г/литр и сушка в кварцевой трубчатой печи, с

увеличением температуры в зависимости от времени пребывания в зоне сушки от 60 до 120 секунд в пределах 130-300°C. Изобретение позволяет получить углеродное волокно с повышенным значением предельной прочности на разрыв до 10% и повышенным значением модуля упругости до 50-60%. Изп. ф-лы, 8ил, 3 табл.

16. Патент РФ № 2639910 от 25.12.2017 года, З.№ 2016136195 от 08.09.2016 года
Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Бучнев Леонид Михайлович (RU), Вербец Дмитрий Борисович (RU), Сергеев Денис Владимирович (RU), Эйсмонт Зоя Валерьевна (RU)**

ЛАБОРАТОРНАЯ ЛИНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН



Изобретение может быть использовано при производстве высокопрочных и высокомодульных углеродных волокон для высококачественных композитов. Лабораторная линия исследования и получения углеродных волокон включает два взаимосвязанных независимых агрегата: термокамеру для окислительной термостабилизации полимерного волокна до 300°C, проходную печь термообработки окисленного полимерного волокна от 800 до 3200°C и агрегат для возможного аппретирования полученного углеродного волокна. Агрегат термокамеры содержит термостатируемую герметичную термокамеру 1 с системой управления температурой, выполненную с возможностью регулирования температуры стенок и подаваемого воздуха по заданной программе в

автоматическом режиме, систему 4 подачи, приема и удержания волокна, оснащённую червячной передачей, систему подачи подогретого воздуха, включающую воздушный насос 3 и калорифер 2, систему измерения натяжения волокна, содержащую устройство 6 для фиксации деформационных изменений волокна, ролик 7 и груз 8 для создания требуемой нагрузки. Агрегат проходной печи термообработки окисленного полимерного волокна содержит корпус печи термообработки, разделённой на печь предкарбонизации 9 и печь карбонизации 10, герметично соединённые друг с другом, систему фиксирования и управления температурой в печи, систему отвода и нейтрализации газов

термодеструкции, систему подачи волокна, содержащую шпулярник 11 и семивальцы 13, систему приема волокна из печи, включающую семивальцы 13 и приёмно-намоточное устройство 12, систему управления скоростью вальцов, систему измерения усилия натяжения волокна и систему подачи инертного газа, включающую ёмкость 15. Агрегат для аппретирования полученного углеродного волокна содержит пропиточную ванну 19, трёхвальцы 18 и печь сушки 20. Изобретение позволяет получить углеродное волокно, изучить механизм термостабилизации, карбонизации и графитации, улучшить характеристики волокна. 3 н. и 2 з.п. ф-лы, 6 ил.



17. Патент РФ № 2685440 от 18.04.2019 года, З.№ 2018118388 от 18.05.2018 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): Бубненко Игорь Анатольевич (RU), Самойлов Владимир Маркович (RU), Вербец Дмитрий Борисович (RU), Степарева Нина Николаевна (RU), Кошелев Юрий Иванович (RU), Бучнев Леонид Михайлович (RU), Данилов Егор Андреевич (RU), Бардин Николай Григорьевич (RU), Швецов Алексей Анатольевич (RU), Клеусов Борис Сергеевич (RU)

СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗЛИЧИЙ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА



Использование: для исследования различий структурного состояния углеродных волокон после различных термомеханических воздействий методом рентгеноструктурного анализа. Сущность изобретения заключается в том, что выполняют пробоподготовку, установку образца в держателе рентгеновской установки с острофокусной рентгеновской трубкой предпочтительно с «Со» анодом, с изогнутым координатно-чувствительным детектором и с одновременной регистрацией дифракционной картины в большом интервале углов, при этом пробоподготовка заключается в приготовлении порошка измельченных образцов углеродных волокон, прошедших высокотемпературную обработку при разных режимах термообработки и температурах, включает в себя резку жгута углеродного волокна до размера не более 2 мм, измельчение в шаровой мельнице в течение 12-15 мин, рассеивание полученного порошка до фракции -50/+40 мкм, а также в других размольных агрегатах, позволяющих получить порошок углеродного волокна данной фракции, установка образца в держателе производится подпрессовкой



полученной фракции порошка в кювете под давлением 0,2 МПа, при этом съемка дифрактограмм производится с полным набором рефлексов, во всем диапазоне углов. Технический результат: увеличение точности и достоверности исследования различий структурного состояния углеродных волокон после различных термомеханических воздействий методом рентгеноструктурного анализа, возможность получать при съемке дифрактограмму с полным набором рефлексов, во всем диапазоне углов. 10 ил., 4 табл.

Производство углеродных тканей и углеродкерамических волокнисто-армированных композиционных материалов на их основе в настоящее время входит в комплекс разработок по Единому отраслевому тематическому плану Госкорпорации «Росатом» 103 «Разработка новых перспективных радиационноустойчивых углеродных, углерод-углеродных и углеродкерамических материалов, ударостойких трехмерно армированных композитов для атомной техники, оборонных и гражданских отраслей, в том числе гибких жаростойких и жаропрочных композиционных материалов широкой номенклатуры и свойств, включая технологии препрегов и прессволокнитов». Патент РФ № 2684538 от 09.04.2019 года защищает углеродкерамический композиционный материал, включающий керамическую матрицу, армированную углеродным волокнистым материалом. Патенты РФ № 2698744 от 29.08.2019 года, № 2708208 от 04.12.2019 года, № 2706107 от 13.11.2019 года, № 2705971 от 12.11.2019 года защищают технологию конкретных переделов производства углеродной ткани и оборудование, необходимое для этих целей. Патент РФ № 2724302 от 22.06.2020 года, «Способ определения эффективной температуры высокотемпературной обработки углеродных материалов» относится к области химической технологии, в частности к технологии углеродных материалов, таких как искусственные графиты, углеродные волокнистые материалы, углерод-углеродные композиты, для получения которых используется высокотемпературная обработка в интервале температур от 1000 до 3000°C. Технология производства полимерных трехмерно-, многомерно-армированных композитов с регулируемыми характеристиками анизотропии защищена патентом РФ № 2568725 от 21.10.2015 года.

18. Патент РФ № 2684538 от 09.04.2019 года, - С04В35/577, З.№ 2017146692 от 28.12.2017 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Бейлина Наталия Юрьевна, Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Черненко Николай Михайлович Щербакова Татьяна Сергеевна, Грудина Иван Геннадиевич (RU)**

УГЛЕРОДКЕРАМИЧЕСКИЙ ВОЛОКНИСТО-АРМИРОВАННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ



Предлагаемое изобретение относится к классу композиционных материалов на основе углерода теплозащитного, конструкционного, химостойкого назначений, подлежащих эксплуатации в условиях статических и динамических нагрузок при нагреве до 2000°C в окислительной среде (авиакосмическая техника, высокотемпературное электротермическое оборудование, комплектация атомных реакторов и т.п.), а также к способам их получения. Углеродкерамический композиционный материал включает керамическую матрицу, армированную углеродным волокнистым материалом. При этом матричный керамический материал дополнительно армирован углеродными нанотрубками и дополнительно содержит по границе раздела фаз наноструктурированной матрицы и армирующего

углеволокнистого наполнителя наноструктурированную карбидкремниевую интерфазу при следующем соотношении компонентов, мас. %: углеродные нанотрубки 0,3-1,0, углеродные волокнистые материалы 15-25, наноструктурированная карбидкремниевая интерфаза 2-4, карбид кремния – остальное. Углеродный волокнистый наполнитель пропитывают смесью некоксующей и коксообразующей олигомерных смол, помещают между транспортной и разделительной полиэтиленовыми пленками и подвергают ионизирующему облучению, которым частично полимеризуют некоксующую смолу. Из слоев препрега набирают пакет заготовки объемной структуры, проводят формование, карбонизацию, пропитку раствором поликарбосилана в толуоле, сушку, термостабилизацию, керамизацию и силицирование. Перед помещением пропитанного углеродного волокнистого наполнителя на транспортную и разделительную полиэтиленовые пленки наносят слой (2-10)%-ной суспензии углеродных нанотрубок в смеси олигомерных коксообразующей и некоксующей смол. При выкладке пакета заготовки углепластика в каждый из слоев препрега засыпают углеродные нанотрубки через съемную перфорированную пластину, находящуюся в непосредственном плотном контакте с выкладываемым слоем препрега, повторяющего его размеры. После карбонизации полученную углерод-углеродную заготовку дополнительно уплотняют пропиткой в (2-10)%-ной суспензии углеродных нанотрубок в растворе поликарбосилана в толуоле.

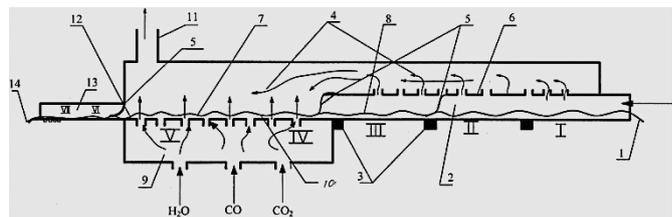
19. Патент РФ № 2698744 от 29.08.2019 года, 3.№ 2018140239 от 15.11.2018 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Бейлина Наталия Юрьевна, Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Черненко Николай Михайлович (RU) - D01F 9/16**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННОЙ УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ



Изобретение относится к технологии получения активированных углеродных волокнистых материалов на основе гидратцеллюлозных волокон, обладающих высокими адсорбционными свойствами, которые используются в химической промышленности, в медицине. В способе получения активированной углеродной ткани, включающем активацию карбонизованной ткани смесью водяного пара и газообразных продуктов активации при повышенных температурах обработки, в соответствии с предлагаемым техническим решением, процесс карбонизации гидратцеллюлозной ткани, содержащей катализатор в виде неорганических включений солей бора, фосфора, хлора и азота, процесс активации полученной карбонизованной ткани и охлаждение активированной ткани осуществляют в едином

комплексном процессе при непрерывном транспортировании ткани последовательно через пневмоизолированные, но термически сопрягающиеся реакционные камеры карбонизации, активации и охлаждения. Предлагаемое техническое решение позволяет повысить интенсивность процесса активации, увеличить стабильность и производительность получения активированной углеродной ткани. В соответствии с предлагаемым способом получают активированную углеродную ткань с большим значением удельной поверхности волокон.



20. Патент РФ № 2708208 от 04.12.2019 года, З.№ 2018145331 от 20.12.2018 года. Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Черненко Николай Михайлович (RU), Щербакова Татьяна Сергеевна (RU), Грудина Иван Геннадиевич (RU) - D01F 11/16

СПОСОБ ОБРАБОТКИ ЧАСТИЧНО-КАРБОНИЗОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА ПЕРЕД ГРАФИТАЦИЕЙ



Изобретение может быть использовано при производстве графитированных углеродных волокнистых материалов. Частично карбонизованный углеродный волокнистый материал для длительного хранения, в течение 3 месяцев, размещают в воде при комнатной температуре 10-25°C. После хранения и перед проведением непрерывной высокотемпературной обработки, включающей графитацию, указанный материал промывают в проточной воде и сушат при температуре не выше 50°C до остаточной влаги не более 5-8 мас.%. Изобретение позволяет предотвратить самовозгорание и ухудшение свойств частично карбонизованного углеродного волокнистого материала при длительном хранении, а также повысить качество конечного продукта - графитированного углеродного волокнистого

материала.

21. Патент РФ № 2706107 от 13.11.2019 года, З.№ 2019113169 от 29.04.2019 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Черненко Николай Михайлович Щербакова Татьяна Сергеевна, Грудина Иван Геннадиевич (RU))**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА



Изобретение относится к технологии получения высокотемпературных материалов, используемых для теплоизоляции термического оборудования, а также в качестве армирующего наполнителя композиционных материалов. Способ получения комплексного углеродного волокнистого материала включает непрерывную карбонизацию и графитацию нетканого волокнистого полотна, содержащего целлюлозу. При его транспортировании в качестве армирующего компонента или подложки используют гидратцеллюлозную ткань, подвергнутую комплексной отделке. На влажную подготовленную тканевую подложку, импрегнированную раствором катализатора, помещают исходное сухое нетканое полотно. Полученный пакет пропускают между отжимными вальками. Затем пакет

обрабатывают в перегретой паровоздушной среде, сушат, подвергают интенсивному нагреву в течение 1-3 минут до температуры начала пиролиза макромолекул целлюлозы. Нагретый пакет, не допуская охлаждения, перемещают из камеры интенсивного нагрева в первую зону нагрева камеры карбонизации. Проводят карбонизацию и графитацию пакета. 2 з.п. ф-лы.

22. Патент РФ № 2705971 от 12.11.2019 года, З.№ 2019119167 от 20.06.2019 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Черненко Дмитрий Николаевич (RU), Черненко Николай Михайлович (RU), Щербакова Татьяна Сергеевна (RU), Грудина Иван Геннадьевич (RU)**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ГРАФИТИРОВАННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изобретение относится к области химической технологии преимущественно искусственных волокон и может быть использовано при получении углеродных волокнистых материалов при высокой температуре обработки. Способ получения углеродных графитированных волокнистых материалов включает нагрев материала при непрерывном транспортировании в изолированных одна от другой реакционных зонах - низкотемпературной с нагревом до 450°C и высокотемпературной с нагревом до 3000°C, и удаление из высокотемпературной реакционной зоны в противоположном направлении транспортированию материала выделяющихся летучих продуктов через входной конец транспортного канала. Высокотемпературной обработке подвергают частично карбонизованный углеродный волокнистый материал со степенью карбонизации 0,45-0,60, содержанием углерода 65-72% масс., водорода 4,1-4,4% масс. Летучие продукты, удаляемые из



реакционной зоны, поджигают, а частично карбонизованный материал перед введением в транспортный канал подвергают газопламенной обработке в пламени сгорания летучих продуктов. Обеспечивается получение графитированного волокнистого материала с повышенными физико-механическими свойствами. Предел прочности при разрыве полученных графитированных волокнистых материалов составляет не менее 800-1000 МПа, модуль упругости не менее 3000 МПа. 3 з.п. ф-лы, 8 ил.

23. Патент РФ № 2568725 от 20.11.2015 года, З.№ 2014124851 от 18.06.2014 года Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита "НИИГрафит" (RU) Автор(ы): **Гареев Артур Радикович (RU), Колесников Сергей Анатольевич (RU), Пылаев Александр Евгеньевич (RU), Алтуфьев Александр Васильевич (RU), Глухов Сергей Николаевич (RU), Малинкин Денис Александрович (RU)**

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНО АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА



Изобретение относится к области получения композиционных материалов с низкой объемной плотностью, в частности углерод-полимерных композитов на основе многомерно-упорядоченного углеволокнутого каркаса и полимерной матрицы. Способ изготовления объемно армированного композиционного материала включает изготовление армирующего каркаса путем набора стержней из углеродного волокна, помещение армирующего каркаса в форму, пропитку его под давлением термореактивной смолой, а затем полимеризацию смолы. Армирующий каркас выполнен трехмерным и составлен из стержней диаметром 0,8-0,9 мм. Пропитка термореактивной смолой осуществляется методом

инфузии в три этапа: вакуумирование до подачи связующего от 20 до 30 мин, подача связующего под вакуумом от 30 до 40 мин со скоростью 0,35 л/мин, промежуточная выдержка под вакуумом от 20 до 40 мин. Изобретение обеспечивает повышение физико-механических свойств изделий. 2 табл.

