



НИИГРАФИТ
РОСАТОМ

№ 2 – 2022

**РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И
ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО
УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ**

Москва, АО «НИИграфит»

Содержание №2 – 2022

1. Волокна и композиты	3
1.1. Углеродные волокна и ткани, углеродпластики.....	3
1.2. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....	8
1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....	9
2. Атомная и альтернативная энергетика	12
3. Наноматериалы, фуллерены, графен	14
4. Методы исследования. Сырье.....	17
5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов	20
6. Обзор рынков и производства	24
7. Научно-популярные материалы, сообщения.....	25
8. Патенты.....	26



	Составитель и редактор, перевод Шишкова Ирина Васильевна IVShishkova@rosatom.ru
Раздел «Патенты» Шульгина Людмила Николаевна LNShulgina@rosatom.ru	

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

1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И ТКАНИ, УГЛЕПЛАСТИКИ

1.1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛОКОН КАРБИДА КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ СИЛИЦИРОВАНИЕМ УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ ПАРАМИ SiO

Фролова М.Г.1, Лысенков А.С., Кравчук К.С. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.213-214

Замена металлических сплавов керамическими композиционными материалами (КМК) в элементах двигателей и высоконагруженных деталей машин требуют совершенствования материалов с улучшенными тепловыми и механическими характеристиками, необходимыми для долгосрочной службы и бесперебойной работы установок и двигателей. Композиты на основе карбида кремния (SiC/SiC_f) являются перспективными материалами благодаря их свойствам: низкая плотность, низкий коэффициент линейного термического расширения, высокая прочности при изгибе, высокая твердость по Виккерсу, высокий коэффициент интенсивности напряжений. В последние годы ведутся активные разработки по созданию керамоматричных композитов на основе карбида кремния, однако, многие вопросы, по-прежнему, являются открытыми.

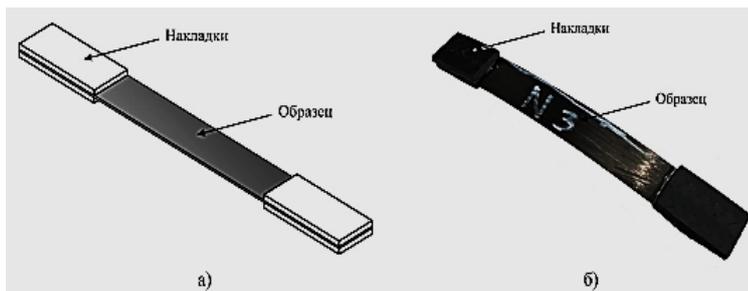
1.1.2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ ОДНОНАПРАВЛЕННОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНОГО БАКА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Еремин Н.В., Москвичев Е.В., Пасечник К.А. // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2021. – Т.14, №6. – С.731-741

В работе изложены экспериментальные исследования ползучести композитного материала металлокомпозитного бака высокого давления. Композитный материал представлял собой однонаправленную ленту на основе углеродных волокон IMS60 и эпоксидного связующего ЭД-И. Испытания на ползучесть проводились при различных нагрузках и температурах с учетом уровня напряжений в конструкции и измеренной температуры стеклования материала. Для испытаний применялась специальная оснастка для установки образцов в захваты испытательной машины. По результатам испытаний построены кривые ползучести образцов. Представлены кривые ползучести по модели Финдли. Для стадии установившейся ползучести определены диапазоны изменения скорости ползучести при различных температурах и рассчитано усредненное значение скорости ползучести по всем испытанным образцам.

Полученные результаты могут быть использованы в численных моделях прогнозирования ресурса металлокомпозитных баков высокого давления в условиях ползучести.

Рис. *Композитная лента для испытаний на ползучесть: а – эскиз; б – фотография*



1.1.3. РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИБКИХ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Падалко В.С., Зрюмова А. Г., Каредин И. С. // Ползуновский альманах. – 2021. – С.144-145



Рисунок 1 – Использование гибкого датчика

В последнее время постоянно растет спрос на высоконадежные механические датчики для использования в области робототехники и носимой электроники. Материалы на основе углерода, широко изучались в качестве потенциальной пьезорезистивной чувствительной среды в этих устройствах благодаря их благоприятной структурной морфологии. Эти датчики растяжения могут использоваться в роботизированных руках для определения углового положения суставов.

Гибкий датчик на основе материала, описанного в этой работе, демонстрирует высокий уровень соответствия требованиям делающим его идеальным кандидатом, в качестве датчика для мягкой робототехники, умной одежды, систем трехмерного захвата движения, систем контроля осанки.

1.1.4. К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ НА УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОМ КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ

Любченко М.А., Чжан А.Л. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2021. – Т.23, №4. – С.40-47

Углерод-углеродные композиционные материалы - это материалы, которые сохраняют свою работоспособность при интенсивном нагреве в широком диапазоне температур (от 20 до 2500°C). Они нашли свое применение в авиа- и ракетно-космической технике. Композитные материалы отличаются высокими удельной прочностью и жесткостью, сохраняющимися неограниченно долго в инертных средах при повышенных температурах. Сочетание высокой теплостойкости и химической стойкости с высокими значениями теплопроводности при малом линейном расширении делает УУКМ незаменимыми в области высокотемпературных применений. Посвящена исследованию резьбового крепежа из УУКМ. Исследовано влияние шага резьбовой пары, изготовленной из пространственно-армированного углерод-углеродного КМ со схемой армирования 4ДЛ, на возможность приблизиться к достижению условия равнопрочности резьбового соединения из композитов. Проведена оптимизация шага резьбы для исследуемого КМ. Получены результаты, основанные на численных расчетах, выполненных с помощью метода конечных элементов в программном комплексе ANSYS, и натурных экспериментах, проведенных на универсальной испытательной машине.

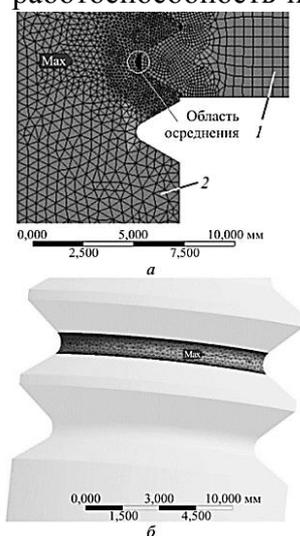


Рис. 2. Область осреднения нормальных напряжений: а - вид с торца на резьбовое соединение (1 - гайка; 2 - шпилька); б - область осреднения нормальных напряжений на шпильке

Проведена оптимизация шага резьбы для исследуемого КМ. Получены результаты, основанные на численных расчетах, выполненных с помощью метода конечных элементов в программном комплексе ANSYS, и натурных экспериментах, проведенных на универсальной испытательной машине.

1.1.5. ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОЛОКОН SiC В КАРБИДОКРЕМНИЕВОМ МАТЕРИАЛЕ НА ЕГО МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Перевислов С. Н., Апухтина Т. Л., Лысенков А. С. // Физика и химия стекла. – 2022. – Т.48, №1. – С.75-84

Получены SiC -материалы методом пропитки жидким кремнием пористой заготовки, состоящей из карбида кремния и углерода. В состав материала, на стадии подготовки шихтовых композиций, вводили до 18 об. % SiC_f , армирующих материал и придающих ему высокий уровень механических характеристик. При увеличении содержания волокон (>10 об. % SiC_f) снижается плотность и уменьшается прочность материала, тем не менее трещиностойкость его повышается. Максимальное значение критического коэффициента интенсивности напряжений зафиксировано у материала, содержащего 15 об. % SiC_f – $K_{IC} = 6.0 \pm 0.2$ МПа · м^{1/2}.

1.1.6. РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Марков М.А., Красиков А.В., Кравченко И.Н. // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2021. - №2. – С.81-87

Разработан перспективный способ получения конструкционного керамического материала на основе карбида кремния для изделий сложной геометрии. Предлагается проводить механическую обработку подготовленных керамических заготовок на временной органической связке до проведения высокотемпературного спекания. Данный подход можно использовать в машиностроении, морской, авиационной и специальной технике.

1.1.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ С УГЛЕРОДНЫМИ ТКАНЯМИ

Бадеева А. М., Андриянова Д. С., Бережная Я. Д. // Сборник трудов конференции: «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки». – 2021. – С.481-483

Задачами исследований являлось количественное определение аппрета на поверхности ткани методом прокаливания в муфельной печи в интервале 100-800 °С, установление химической структуры аппрета с использованием ИК-спектроскопии, определение характера взаимодействия аппрет со связующим.

При исследовании процессов, происходящих на границ раздела наполнитель-матрица, в частности, волокно-связующее, прежде всего, изучают смачивание поверхностей и величину адгезии. Традиционно о смачивающей способности связующего судят по краевым углам смачивания. В работе использовали метод измерения краевого угла путем оценки геометрических размеров капель, предложенный Ярославом Дреличем [3]. Дополнительно определяем поверхностное натяжение полимерных матриц методом капиллярного поднятия.

В ходе исследования углеродных тканей установлено, что основным типом аппрета, наносимого на поверхность углеродных волокон при формировании нити, является эпоксидный тип связующего. Максимальное количество аппрета содержится в ткани А-80 – 3,01%, минимальное количество в ткани Т-1000 – 0,74%. Максимальная проницаемость нитей наблюдается в паре : ткань А-80 – эпоксидная смола Т-67.

1.1.8. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЫЛЬЕВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ САМОЛЕТОВ (ОБЗОР)

Тимошков П.Н., Гончаров В.А., Усачева М.Н. // Труды ВИАМ. – 2022. - №1(107). – С.66-75

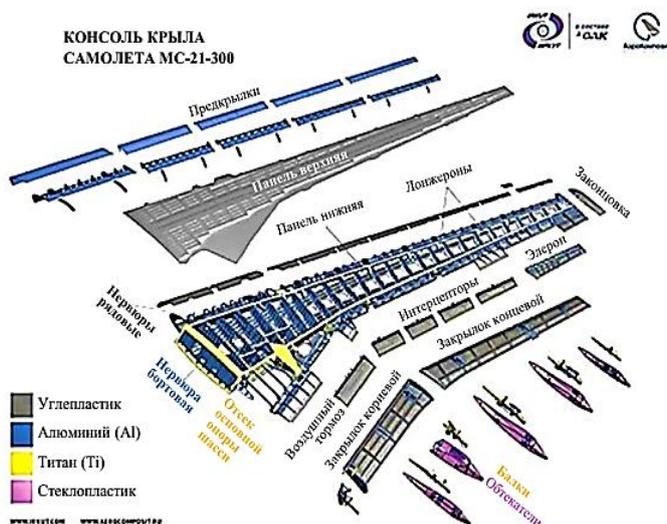


Рис. 1. Консоль крыла самолета MC-21-300 [12]

Крылья самолетов Boeing 787 и Airbus A350 изготавливают методом автоматизированной выкладки из препрегов с последующим автоклавным формованием. В ближайшие годы компании Boeing и Airbus планируют замену самолетов 737 и A320, поэтому необходимо разработать новые материалы и технологии, чтобы обеспечить производство воздушных судов в количестве 100 шт. в месяц. Для внедрения новых процессов и материалов проводятся исследования по выбору связующего и наполнителей, обработке процесса вакуумной пропитки, отверждения и автоматизации с целью повышения надежности, ускорения

процесса и сокращения продолжительности цикла.

1.1.9. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КАРБИДОКРЕМНИЕВОЙ КЕРАМИКИ

Камынина О. // Информационный бюллетень «Перспективные технологии». – 2022. – Т.29, №1 // <http://perst.issp.ac.ru>

Разработан способ получения крупногабаритных изделий из карбида-кремниевой керамики конструкционного и функционального назначения. В качестве основы для разработки, была использована технология получения рекристаллизованного карбида кремния (*RSiC*), который применяется для изготовления карбидокремниевых электронагревателей (ККЭН) – крупногабаритных изделий трубчатой формы. *RSiC* обладает высокой тепло- и электропроводностью, химической стойкостью, термостойкостью и низким коэффициентом термического расширения. Образцы изделий, полученные по предложенной методике,



а



б

обладают повышенной прочностью, менее подвержены старению и выдерживают многократные термоциклические нагрузки в режиме изменения температуры со скоростью до 100°C в минуту. Рис. *Труба из RSiC керамики диаметром 45 мм и длиной 1350 мм:*
а – до модификации,
б – после модификации

1.1.10. СВЧ КАРБОНИЗАЦИЯ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Матвеев Е.В., Гайдар А.И., Лапшинов Б.А. // Перспективные материалы. – 2021. - №11. – С.54-68

Представлены результаты сравнительных исследований структурных и физико-химических особенностей карбонизированных образцов хлопковых волокон, полученных сверхвысокочастотным (СВЧ) методом и стандартным (термическим) методом. Получены зависимости изменения температуры образцов в процессе СВЧ-карбонизации. Выявлена неоднородность морфологии поверхности волокон по сечению СВЧ карбонизированного образца. Показано, что для структуры поверхностных слоев характерны два механизма разрушения волокон: многочисленные хрупкие поперечные изломы и раскрашивания волокон в местах вздутий (резкого увеличения их диаметра) и распушение поверхности на извитые фибриллы с поперечным размером 50-300 нм за счет деструкции наружных слоев вторичной стенки волокна. В центральной области деструкция волокон происходит путем образования продольных межфибриллярных щелей и расслоения вторичной стенки волокна, что приводит к образованию пор с размерами 50-200 нм. Установлено, что в процессе СВЧ карбонизации центральная часть образца почти полностью освобождается от примесей, которые осаждаются на волокнах поверхностных слоев.

1.1.11. ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ВБЛИЗИ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ

Шершак П.В., Яковлев Н.О., Орешко Е.И. // Труды ВИАМ. – 2022. - №1(107). – С.111-122

Результаты проведенных расчетов и полученные экспериментальные данные показывают необходимость учета распределения полей деформации на образцах с концентраторами напряжений для подбора корректных баз оптических датчиков деформации. Возможность устанавливать определенные базы оптических датчиков при конкретных геометрических параметрах образца позволяет получать значения жесткостных и деформационных характеристик на образце с отверстиями, близкие к значениям характеристик материала, что может быть использовано, например, при проведении исследовательских работ в условиях ограниченности материалов.

1.1.12. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ К УДАРУ ТОНКОЛИСТОВЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ ЗА СЧЕТ ПЛАКИРОВАНИЯ АРАМИДНЫМ ОРГАНОПЛАСТИКОМ

Железина Г.Ф., Соловьева Н.А., Кулагина Г.С. // Авиационные материалы и технологии. – 2021. – 2021. – С.35-42

Проведен анализ научно-технической литературы и показана эффективность применения органопластиков в авиационных конструкциях в качестве экранов и покрытий, обеспечивающих защиту деталей из углепластика от повреждений, вызванных ударными и эрозионными воздействиями. Исследованы механические свойства и характер разрушения при ударе образцов углепластика, плакированных арамидным органопластиком в сравнении с образцами углепластика без плакирующего слоя. Показана возможность повышения за счет плакирования углепластика удельной ударной вязкости при изгибе на 22 % и уменьшение на 30 % площади повреждений при ударе с кинетической энергией 30 Дж.

1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА, СОРБЕНТЫ. УМ В МЕДИЦИНЕ

1.2.1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАФЕНОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ФАРМАКОЛОГИИ И БИОМЕДИЦИНЕ (ОБЗОР)

Кулакова И. И., Лисичкин Г. В. // Химико-фармацевтический журнал. – 2022. – Т.56, №1. – С.3-14

Статья посвящена краткому обзору современной научной литературы о строении, свойствах, получении графеновых наноматериалов (ГНМ) и перспективах применения их в фармакологии и биомедицине. Наиболее важные представители семейства графена - это сам графен и его оксид. Показано, что ГНМ обладают комплексом уникальных физико-химических свойств и интенсивно изучаются в качестве средств для адресной доставки лекарственных веществ, трансфекции генов, гипертермии и др. ГНМ рассматриваются как перспективные наноматериалы для изготовления имплантатов и протезов, а также в качестве антибактериальных средств. Обсуждены стоящие перед исследователями проблемы, которые необходимо решить для успешного внедрения ГНМ в практику.

1.2.2. СТРУКТУРА УГЛЕРОДНОГО КАРКАСА В КОМПОЗИТАХ НА ОСНОВЕ ВИСКОЗНОГО ВОЛОКНА ДОПИРОВАННОГО МОЛИБДЕНОМ

Саенко Н.С., Железнов В.В. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.180-181

В работе исследуется структура композитов, полученных при различных температурах отжига из вискозного волокна, допированного молибденом. Профили рентгеновского рассеяния порошков всех рассматриваемых композитов $I_{exp}(2\theta)$ можно аппроксимировать суммой лоренцианов и фонового рассеяния $I_0(2\theta)$ в виде полинома четвертой степени от $1/2\theta$, отражающего вклады в спектр фонового рассеяния (за счет малоуглового рассеяния, рассеяния на неупорядоченных атомах, рассеяния молекулами воздуха и других факторов). Представлены результаты аппроксимации рентгеновских дифрактограмм композитов полученных при различных температурах.

1.2.3. ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОВ

Бобылёва З.В., Апостолова М.О., Лакиенко Г.П. // Химия и технология топлив и масел. – 2021. - №6 (628). – С.306

Работа посвящена технологии получения углеродных материалов из наиболее распространенных в природе сахаров, глюкозы и целлюлозы. Химические превращения сахаров в ходе карбонизации были исследованы с помощью термогравиметрического анализа. Показано, как выбор прекурсора и способ его предобработки влияют на структуру и морфологию углеродных материалов. Морфология материалов, полученных из предобработанной на воздухе глюкозы и целлюлозы, отличается крупными частицами нерегулярной формы. В свою очередь предобработка сахаров в гидротермальных условиях позволяет получить материалы, состоящие из микросфер.

1.2.4. СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЦИОННО-АКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭКСПРЕССНОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПОТОКА АНАЛИЗИРУЕМОГО ВОЗДУХА

Родинков О.В., Постнов В.Н., Спиваковский В. // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2021. – Т.21, №3. – С.307-316

Углеродные сорбенты широко используются для динамического сорбционного концентрирования определяемых веществ в анализе воздуха. Однако углеродные и особенно наноуглеродные сорбционно-активные материалы имеют один существенный недостаток. Слишком мелкие частицы этих материалов часто препятствуют их непосредственному применению при анализе воздуха из-за низкой проницаемости сорбционного слоя. Решить проблему низкой проницаемости микродисперсных сорбционно-активных материалов можно с помощью композиционных поверхностно-слоистых сорбентов, в которых эти материалы находятся на поверхности относительно крупнодисперсного носителя. Основная цель работы - оценка возможностей поверхностно-слоистых сорбентов на основе различных углеродных материалов для экспрессного концентрирования высокотоксичных летучих органических соединений (средних спиртов и фенолов). Синтезированы и исследованы поверхностно-слоистые сорбенты на основе коммерчески доступных углеродных нанотрубок (Bayer, Dealton, Таунит-МД)

1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ

1.3.1. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ КОМПОЗИТНОГО АРМИРУЮЩЕГО СТЕРЖНЯ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ НИТИ

Ступишин Л.Ю., Масалов А.В., Савельева Е.В. // Строительство и реконструкция. – 2021. - №1 (93). – С.50-64

Рассматриваются вопросы построения методики испытаний и проведение испытаний базальтовых стержней предложенных авторами. Базальтовый стержень представляет собой пучок скрученных нитей базальтового ровинга, упакованных в ламину из эпоксидной смеси. Ввиду отсутствия аналогов строится методика испытания армирующих стержней с применением существующих испытательных машин. Проведен анализ Российских и зарубежных нормативных документов, которые могли бы лечь в основу методики испытания. Отмечается общий недостаток испытательного оборудования, приводящий к разрушению базальтовой крученой нити в захватах до начала испытания. Предложена методика испытания и приведены результаты экспериментов, позволяющие оценить несущую способность армированного образца. Приведены выводы и рекомендации по испытанию конструкций, армированных базальтовыми стержнями - ламинами.

1.3.2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

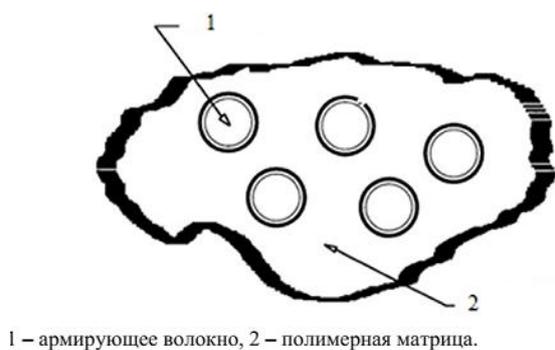
Зарипова Ф.К., Мустафина А.Р. // Полимеры в строительстве: Научный интернет-журнал. – 2021. - №1 (9). – С.67-89

Главным направлением в современном материаловедении является создание композиционных материалов, среди которых полимерным принадлежит ведущая роль, благодаря наивысшим значениям удельных показателей прочности, жесткости и других свойств. Их развитие связано с разработкой новых связующих, которые, кроме высоких механических показателей, должны обладать тепло- и термостойкостью, химическим сопротивлением и т.д., и, безусловно, технологичностью, поскольку существует симбатность между свойствами связующего и композиционного материала [3]. Эпоксидные полимеры получают отверждением реакционноспособных эпоксидных олигомеров. Эпоксидные смолы выполняют определяющую роль в конструкционных клеях, защитно-декоративных покрытиях, наливных полов, и, что особенно, важно, в высокопрочных армированных пластиках конструкционного назначения. Широкое применение эпоксидных полимеров в технике связано, во первых, с высокой технологичностью эпоксидных смол, во-вторых, с уникальным сочетанием эксплуатационных характеристик продуктов их отверждения.

1.3.3. ОПЫТ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Волик А.Р., Сазон С.А. // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 6. Техника. – 2021. – Т.11, №1. – С.133-141

Цель исследования - комплексный анализ современных тенденций производства и применения строительной композитной арматуры в индустриально развитых странах. В основной части статьи дан исторический обзор применения композитных материалов в мировой практике, а также приведены разновидности композитных материалов, используемых в промышленности. Рассмотрен весь спектр применения данных волокон во всех отраслях не только на территории нашей республики, но и в развитых странах Европы и Азии. Перечислены основные тенденции в исследовательской деятельности по изучению свойств композитных материалов с целью использования всех достоинств данных материалов, а также сформулированы основные проблемы их массового применения в строительстве. Композитные материалы – материалы, состоящие из термореактивной (эпоксидной смолы, фенола) или термопластичной (нейлона, ПЭТ) полимерной матрицы, армированной высокопрочными волокнами (рисунок 1). По виду армирующего волокна существуют а) стеклопластиковая (АСП). Армирующим элементом выступает стекловолокно, пропитанное термореактивной смолой; б) углепластиковая (АУП). Основу составляют углеродные волокна, обладающие высокой прочностью, в) базальтопластиковая (АБП). Армирующим волокном является базальтовое, пропитанное органическими смолами, г) комбинированная арматура (АКК). Изготавливается из волокон различного типа.



1.3.4. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ФИБРОБЕТОНА

Окольникова Г.Э., Курлин М. // Системные технологии. – 2021. - №1 (38). – С.89-93

Наиболее эффективным методом усиления зданий и сооружений, в том числе повышения морозостойкости, являются композитные материалы. Данным системам присущ небольшой вес и размеры, стойкость к агрессивной среде и относительная простота в использовании. Повышение морозостойкости железобетонных конструкций обеспечит использование углепластика в качестве фибры для высокопрочного фибробетона. Статья посвящена обзору исследований, которые направлены на повышение морозостойкости железобетонных конструкций с помощью полимерных композиционных материалов (в частности, использование углепластика в качестве фибры для фибробетона). В том числе рассмотрены преимущества применения углепластика для повышения морозостойкости железобетонных сооружений на основе экспериментальных данных.

1.3.5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Пинсон Д. Д., Криворотова А. И. // Сборник трудов конференции: «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки». – 2021. – С.334-336

Волокна, используемые в качестве арматуры, должны обладать следующими свойствами: высокой температурой плавления, высокой прочностью во всем интервале рабочих температур, малым удельным весом, высокой химической стойкостью, отсутствием фазовых превращений в зоне рабочих температур, отсутствием токсичности при изготовлении.

Наиболее предпочтительным видом волокон, позволяющим достичь высоких технических и экономических результатов, с возможностью внедрения на типовые линии по производству асбестоцементных изделий являются целлюлозные волокна. Проведенный анализ литературных данных, посвященный изучению компонентного состава цементноволокнистых плит и способам и параметрам их изготовления, позволил выделить ряд патентов с наиболее эффективными предложениями для повышения физико-механических свойств плит.

1.3.6. ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Боровков А.В., Матвиенко А.Е., Коротков Д.В. // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Кавказский диалог». - 2021. – С.104-110

В статье рассмотрена технология усиления и восстановления прочностной способности железобетонных конструкций с применением композиционных материалов на основе углеродного волокна. Установлено, что углеродные волокна имеют ряд преимуществ, в том числе высокую жесткость, высокую прочность на разрыв, малый вес, высокую химическую стойкость, высокую устойчивость к температуре и низкое тепловое расширение. Однако они относительно дороги по сравнению с аналогичными волокнами, такими как стеклянные или пластиковые волокна. По результатам проведенного исследования были сделаны выводы о том, что усиление конструкций углеродным волокном по сравнению с другими методами обладает рядом преимуществ. Большим преимуществом применения композитного материала является минимальное увеличение изгибающих усилий, несмотря на резервы в улучшении гибкости конструкции.

2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

2.1. ГИБРИДНАЯ УГЛЕРОД-УГЛЕВОДОРОДНАЯ СТРУКТУРА

Еремин С.А., Кудряшова Н.О., Леонтьев И.А. // Перспективные материалы. – 2021. - №8. – С.79-84

Новая гибридная углерод-углеводородная структура была обнаружена и исследована после прокачки газовой смеси из метана и водорода через насыпку из синтетического алмазного порошка размером 314-400 мкм. Эксперимент проводили на СВЧ-плазмохимической установке для осаждения пленок поликристаллического алмаза. Мощность СВЧ-генератора составляла 3,5 кВт, расход водорода - 400 мл/мин, метана - 20 мл/мин, давление в реакторной камере - 63 мм рт. ст. Алмазный порошок располагали в молибденовых чашечках, вставленных в медный держатель, размещённый на водоохлаждаемом медном столе. Прокачку газовой смеси осуществляли при перепаде давления 13 мм рт. ст. В промежутках между алмазными частицами поверхностного слоя были обнаружены однонаправленные нитевидные образования, часть которых заканчивалась шаровидными образованиями. Такая структура, названная “одуванчиковой”, представляет собой композицию из нитевидных (длина 100-500 мкм, диаметр 2 мкм) и шаровидных образований (средний диаметр 18 мкм). Проведена спектроскопия комбинационного рассеяния для установления природы этих образований. Нитевидное образование представляет собой монокристаллический графит. Поверхность шаровидного образования - веретенообразные структуры из нанокристаллического графита длиной 2 мкм, толщиной 200 нм и зерен наноалмаза с транс-полиацетиленовыми цепочками [C₂H₂]_n.

2.2. ИССЛЕДОВАНИЕ АЛМАЗОПОДОБНОГО МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО УГЛЕРОДНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Левченко В.А., Буяновский И.А., Самусенко В.Д. // Трение и износ. – 2021. – Т.42, №6. – С.725-732

На тройной фазовой диаграмме $Sp^1Sp^2Sp^3$ установлена область возможного существования монокристаллического углерода, который имеет гомеотропно ориентированную двумерно-упорядоченную структуру с Sp^1Sp^3 типом гибридизации. Применение монокристаллического углерода в качестве покрытия рабочих поверхностей тяжело нагруженных узлов трения обеспечивает организацию на поверхностях трения высокоупорядоченного гомеотропно ориентированного слоя молекул смазочной среды. Углеродные покрытия-ориентанты с монокристаллической структурой толщиной от 0,1 мкм были получены методом импульсной конденсации углеродной плазмы в сочетании с дополнительным облучением ионами Ar^+ . Методом РФЭС показано, что в составе монокристаллического углерода кроме Sp^1 -фазы, также присутствует Sp^3 -фаза. Трибологическими исследованиями установлено, что при комнатной температуре при трении в среде инактивного вазелинового масла для пары трения сталь-сталь коэффициент трения составлял 0,18, для пары трения сталь - покрытие аморфным углеродом, коэффициент трения составлял 0,21, а для пары трения сталь - покрытие монокристаллическим углеродом, коэффициент трения составлял 0,1.

2.3. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ФТОРУГЛЕРОДА

Пуцылов И.А., Негородов М.В., Иванов П.Д. // Перспективные материалы. – 2021. - №12. – С.51-58

Исследовано влияние состава композиционного электрода (фторуглерод - ванадат серебра) на его электрохимические характеристики. Проведен сопоставительный анализ характеристик твердофазных электродов на основе фторуглерода и композиционных составов. Показано, что у композиционного электрода увеличение среднего разрядного потенциала по сравнению с обычным фторуглеродным электродом составляет примерно 0,1 В, удельная энергия возрастает на 11,2 %, прирост удельной емкости - 7,6 %. Макеты источников тока с полимерным электролитом имеют более пологую и продолжительную разрядную кривую, а также меньший саморазряд в процессе хранения по сравнению с макетами с жидким электролитом. Так при хранении в течение четырех месяцев при температуре 90 °С падение емкости макетов элементов с полимерным электролитом находилось на уровне погрешности измерений, в то время как падение емкости макетов с жидким электролитом составило около 15 %. Проведены испытания макетов видеокапсулы системы видеокапсульной эндоскопии с энергоприводом от твердофазных элементов и традиционных литий-фторуглеродных элементов с жидким электролитом. Установлено, что твердофазные элементы по емкости и стабильности превосходят известные аналоги с жидким электролитом.

2.4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРИСТЫХ 3D-СТРУКТУР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ

Шашкова Е.Г., Волынец Н.И., Демиденко И.М. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2021. – Т.64, №6 (763). – С.76-83

Представлен анализ электромагнитного отклика в микроволновом (26-37 ГГц) и терагерцевом (0.1-1 ТГц) частотных диапазонах объемных пористых 3D-структур на основе углерода (углеродных пен), полученных методом химического осаждения из газовой фазы с использованием *Ni*-пены в качестве шаблона. Методами спектроскопии комбинационного рассеяния, сканирующей микроскопии проанализированы структурные особенности синтезируемых тонких углеродных пленок на *Ni*-каркасе. В частности, было показано, что из-за каталитических свойств *Ni* при заданных условиях синтеза тонкая углеродная пленка представляет собой сэндвич-структуру, состоящую из многослойного графена и RuC. Анализ частотных зависимостей коэффициента отражения *R* и коэффициента прохождения *T* углеродных пен толщиной 1.6 мм со средним размером пор порядка 300-400 мкм позволяет сделать вывод, что такие материалы обеспечивают поглощение на уровне 60% в микроволновом диапазоне и 100% в терагерцевом, при этом использование тонких пленок в качестве углеродного скелета в сочетании с гибкими полимерами позволяет надеяться, что такой материал найдет дальнейшее применение в качестве эффективных гибких поглотителей высокочастотного излучения.

3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

3.1. НЕТКАНОЕ ПОЛОТНО ИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК КАК ЭЛЕКТРОД ГИБКИХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Филимоненков И.С., Урванов С.А., Казённов Н.В. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.206-207

По своему назначению классические суперконденсаторы представляют собой электрохимические устройства, способные в процессе разряда выдавать большие токи (порядка до 100 А) в течение очень короткого времени (порядка 0,1-10 с). Для обеспечения таких характеристик электроды суперконденсатора должны обладать высокой электрохимической ёмкостью и низким электрическим сопротивлением. В современных суперконденсаторах в качестве электродов используют активированный уголь на токоотводах из алюминиевой фольги, занимающей до четверти полезного объёма устройства. Развитие гибких углеродных материалов позволяет не только отказаться от использования внешних токоотводов и тем самым увеличить удельную объёмную ёмкость, но и открывает возможности создания нового класса устройств – гибких суперконденсаторов. В данной работе исследуются перспективы применения нетканого полотна из углеродных нанотрубок (ПУНТ) в качестве гибкого электрода для суперконденсаторов. Рис. *Внешний вид нетканого ПУНТ*



3.2. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СМЕСЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ И ХАРАКТЕРИСТИК ЕГО РАСПЫЛИВАНИЯ

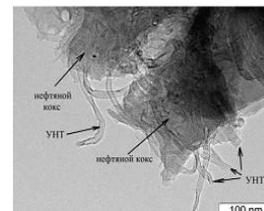
Бовэнь Са, Марков В.А., Лю Ин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2021. - №9 (738). – С.48-64

Показатели топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизельных двигателей можно улучшить путем добавления углеродных нанотрубок в нефтяное дизельное топливо. Углеродные нанотрубки, применяемые в качестве перспективной наноразмерной присадки к дизельному топливу, обладают высокой теплопроводностью и большим отношением площади поверхности к объёму. Теплофизические свойства указанных топлив зависят от состава смесей. Проанализированы теплофизические свойства углеродных нанотрубок и их смесей с дизельным топливом. Добавление углеродных нанотрубок в дизельное топливо оказывает незначительное влияние на его динамическую вязкость и теплопроводность. С использованием численных моделей смоделирован процесс распыливания и испарения дизельного топлива с различным содержанием углеродных нанотрубок в камере сгорания постоянного объёма. Точность вычислений подтверждена хорошим совпадением расчетных данных с экспериментальными. Моделирование распыливания смесей показало, что длина струи линейно зависит от содержания углеродных нанотрубок в дизельном топливе. Увеличение содержания углеродных нанотрубок в смеси приводит к уменьшению среднего диаметра капель по Заутеру и угла раскрытия конуса струи. Наличие углеродных нанотрубок в дизельном топливе несущественно влияет на содержание в нем паров топлива.

3.3. СВОЙСТВА КОМПОЗИТА «УНТ-НЕФТЯНОЙ КОКС»

Чичкань А.С., Чесноков В.В., Пармон В.Н. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.

Для улучшения свойств нефтяного кокса интересно было модифицировать его углеродными нанотрубками (УНТ). УНТ обладают уникальными механическими свойствами, сочетая высокую прочность с высокой упругостью. В частности, известно, что УНТ обладают высокой электропроводностью и способны выдерживать высокие плотности тока без разрушения из-за тепловыделения и электромиграции атомов. Кроме того, нанотрубки могут выступать в качестве зародышей роста новой фазы нефтяного кокса из гудрона. Целью настоящей работы стало получение композита «УНТ-нефтяной кокс» в процессе коксования смеси «гудрон-УНТ» и исследование его свойств. Рис. *Электронно-микроскопический снимок композита «УНТ-нефтяной кокс», полученного при коксовании смеси «2.5% УНТ-гудрон» при 550°C.*



3.4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРЕНИЯ МНОГОУРОВНЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫЕ ЧАСТИЦЫ ФУЛЛЕРЕНОВОЙ САЖИ

Кобыхно И.А., Юнусов Ф.А., Бреки А.Д. // Письма в Журнал технической физики. – 2021. – Т.47, №5. – С.7-11

Представлены результаты трибологических исследований углепластиков, наполненных наночастицами фуллереновой сажи. Показано, что при увеличении содержания фуллереновой сажи до 4 mass% коэффициент сухого трения фактически не меняется, а увеличение силы трения происходит за счет сил межмолекулярного притяжения, равнодействующая которых монотонно увеличивается.

3.5. СИНЕРГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ГИБРИДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОВЫХ НАНОПЛАСТИН И МНОГОСТЕННЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЭПОКСИДНОГО КОМПОЗИТА

Шалыгина Т.А., Мележик А.В., Ткачев А.Г. // // Письма в Журнал технической физики. – 2021. – Т.47, №5. – С.3-6

Получен гибридный теплопроводящий наполнитель на основе графеновых нанопластинок и многостенных нанотрубок для повышения теплопроводности эпоксидного связующего, проявляющий синергический эффект. Данный эффект достигается за счет встраивания нанотрубок между нанопластинами графена и формирования эффективных перколяционных сетей в композите. Установлена зависимость повышения теплопроводности эпоксидного композита от массового соотношения нанотрубок и нанопластинок в смеси гибридного наполнителя. Обнаружено влияние концентрации гибридного наполнителя в эпоксидной матрице и способа смешивания нанопластинок и нанотрубок на теплопроводность композита. Продемонстрирован синергический эффект между нанопластинами и нанотрубками, приводящий к пятикратному увеличению теплопроводности эпоксидных композитов при концентрации наполнителя 5 wt.%.

3.6. ОЧЕНЬ ГИБКИЕ И ЭЛАСТИЧНЫЕ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ ПРОВОДЯЩИХ НИТЕВИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

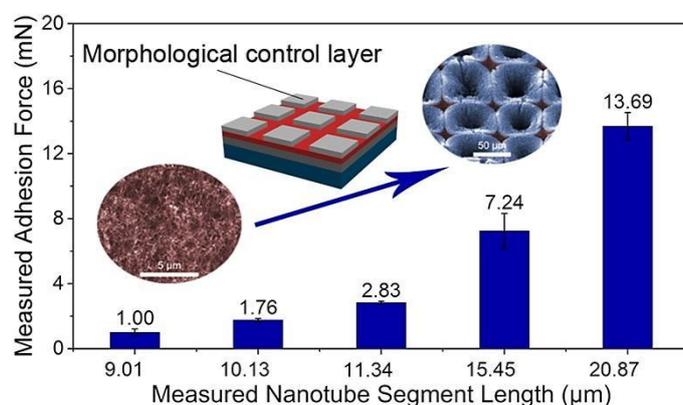
Highly flexible and stretchable strain sensors based on conductive whisker carbon nanotube films/ Jinling Zhang, MinWang, Zhaohui Yanga // Carbon. – 2021. – Vol.176, May. – P.139-147

Получена пленка из проводящих нитевидных углеродных нанотрубок (УНТ) упрощенным методом Ленгмюра-Блоджетта, в котором рыхлые нитевидные УНТ были уплотнены за счет капиллярного сжатия с помощью пористого материала. После такой уплотняющей обработки УНТ образовали проводящую сетчатую структуру. Деформация сетей УНТ может вызвать значительное изменение сопротивления. Электрическое сопротивление проводящей сети УНТ очень чувствительно к внешним механическим воздействиям. Разработан гибкий и эластичный тензодатчик на основе УНТ, используя пленку из УНТ, зажатую между двумя частями эластичной полидиметилсилоксановой пленки. Этот датчик на основе УНТ обладает чрезвычайно высокой чувствительностью (коэффициент чувствительности до 4839) в широком диапазоне деформации, быстрым откликом (60 мс), хорошей стабильностью механических циклов (1000 циклов) и чрезвычайно широким откликом (он может обнаруживать штампы от 0,05% до 420%). (Ш.) (Англ)

3.7. ГОРИЗОНТАЛЬНО ВЫРОВНЕННЫЕ СЕГМЕНТЫ ПОВЕРХНОСТИ, УСИЛИВАЮЩИЕ АДГЕЗИЮ МАССИВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Horizontally aligned surface segments enhancing the adhesion of carbon nanotube forests / Kai Zhang, Wenbin Gong, Zhuo Lie // Carbon. – 2021. – Vol.176, May. – P.540-547

Отличные механические свойства углеродных нанотрубок (УНТ) и низкий эффективный модуль их массива делают массив УНТ (УНТМ) перспективным для применения в сухих клеях. Однако низкая контактная эффективность сегментов искривленных нанотрубок на поверхности УНТМ ослабила его адгезионную прочность, которая значительно ниже теоретического значения. Чтобы улучшить ориентацию, плотность и расположение этих сегментов нанотрубок, к обычному катализатору добавляли слой структурированного алюминия. Таким образом, был получен УНТМ с плотно упакованными горизонтально ориентированными поверхностными сегментами нанотрубок. Результаты наноиндентирования



показали, что сила сцепления этого УНТМ может достигать $13,69 \text{ mN}$ в оптимизированных условиях, что почти в 5,5 раза превышает лучшие результаты аналогичных работ. Механизм образования этих сегментов поверхностных нанотрубок также был тщательно проанализирован. Рис. *Измеренная сила адгезии (mN), морфологический контрольный слой, измеренная длина сегмента нанотрубок (μm)* (Ш) (Англ)

4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

4.1. ИЗМЕНЕНИЕ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ ГРАФИТАЦИИ И МЕХАНИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ГРАФИТА

Тюменцев В.А., Фазлитдинова А.Г. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.201-202

Особенности графитации углеродных материалов, а также разрушения структуры графита в процессе нейтронного облучения или механического диспергирования исследованы в многочисленных работах. В данной работе методом рентгеноструктурного анализа изучены закономерности изменения тонкой структуры углеродного материала при графитации, а также в процессе аморфизации графита при длительном диспергировании в планетарной мельнице в течение до 2700 минут.

4.2. ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ПОРООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ЕГО ОКИСЛЕНИИ

Пешнев Б. В., Нгуен В.Х., Гаврилова Н. Н. // Химия твердого топлива. – 2022. – №1. – С.43-48

Рассмотрено взаимодействие углеродных материалов (графита, технического углерода, антрацита) с окисляющими агентами (воздухом, диоксидом углерода) с позиций топохимических реакций. Показано, что скорость реакции окисления зависит не только от температуры процесса, природы и расхода окисляющего агента, но и от поверхности активируемого образца. Увеличение размеров кристаллитов углерода в образце приводит к сокращению границ их контактов и снижению скорости реакции окисления. Установлено, что от активных центров, локализуемых на границах кристаллитов, зависит не только скорость реакции окисления, но и количество образующихся пор. Показано, что двухстадийное окисление углеродных материалов (до невысоких степеней активации воздухом, а затем диоксидом углерода или водяным паром) позволяет существенно повысить сорбционные характеристики образца.

4.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМОСТОЙКОСТИ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МНОГОСЛОЙНОЙ СТРУКТУРОЙ

Гончаров Б.Э., Сипатов А.М., Черкашнев Н.Н. // Авиационные материалы и технологии. – 2021. – 2021. – С.51-58

Проведено исследование термостойкости образцов керамического композиционного материала с антиокислительным покрытием двух типов. Исследование осуществлялось на стенде испытаний теплозащитных покрытий, позволяющем имитировать ожидаемые условия работы деталей камеры сгорания в турбореактивном двигателе. Проведены исследования микроструктуры поверхности, рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализы покрытия. Показано, что антиокислительное покрытие на основе тугоплавких соединений для керамического композиционного материала обладает высокой термостойкостью в условиях воздействия продуктов сгорания топлива.

4.4. НОВЫЙ ИЗНОСОСТОЙКИЙ СПЛАВ НА КОБАЛЬТОВОЙ ОСНОВЕ: ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЯ И УГЛЕРОДА НА СТРУКТУРУ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЧАСТЬ 1

Евгенов А.Г., Шуртаков С.В., Чуманов И.Р. // *Авиационные материалы и технологии*. – 2021. – 2021. – С.59-69

Исследовано влияние повышенного содержания кремния и углерода на триботехнические характеристики, структуру и фазовый состав нового износостойкого сплава системы *Co-Cr-W-C*. Установлено, что совместное увеличение содержания кремния и углерода (несмотря на повышение коэффициента трения) приводит к значительному снижению величин интенсивности изнашивания и линейного износа, что связано с формированием плотной однородной оксидной пленки. Показано, что совместное легирование кремнием и углеродом до верхнего предела легирования обеспечивает снижение привеса при температуре 1100 °С.

4.5. ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЕЧЕННОГО ФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С КОЛЛОИДНЫМ ГРАФИТОМ

Ильющенко А.Ф., Лешок А.В., Бейлина Н.Ю. // *Трение и износ*. – 2021. – Т.42, №6. – С.629-638

Представлены результаты исследования влияния добавки порошка графита коллоидного в составе углеродсодержащей добавки на триботехнические свойства спеченного фрикционного материала на основе меди, работающего при наличии смазки. Установлено, что способ введения графита коллоидного в состав фрикционного материала оказывает влияние на триботехнические свойства. Так, при совместном смешивании компонентов шихты фрикционного материала коэффициент трения составил 0,052-0,068. В случае предварительного смешивания шихты без добавки графита ГЭ-1 значение коэффициента трения составило 0,045-0,068. Установлено, что содержания графита коллоидного более 15 об. % приводит к существенному снижению значения коэффициента трения, и росту износа. Предел прочности при сжатии материала с 30 об. % углеродсодержащей добавки в виде графита ГЭ-1 составляет 340 МПа. Введение 5 об. % добавки коллоидного графита к графиту ГЭ-1 практически не влияет на значение предела прочности, 10 об. % - приводит к снижению предела прочности на 20-30 МПа, а 15 об. % к снижению до 270 МПа. Полученные результаты исследований могут быть использованы при разработке новых составов фрикционных и антифрикционных материалов, получаемых методом порошковой металлургии, применяемых для узлов трения автотракторной техники и техники специального назначения.

4.6. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ЭРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЭЛЕКТРОДОВ-ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ И ГРАФИТОВ

Оглезнев Н.Д., Абляз Т.Р., Оглезнева С.А. // *СТИН*. – 2021. - №2. – С.32-35

Работе изучено влияние энергии импульса на эксплуатационные свойства электродов-инструментов из меди с добавлением порошков коллоидного и терморасширенного графитов при электроэрозионной прошивке инструментальной стали. Установлено, что при увеличении силы тока импульса при других неизменных параметрах обработки износ электродов-инструментов увеличивался. По абсолютным значениям износ был меньше в составах с терморасширенным графитом, больше - в системах с коллоидным графитом.

4.7. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИИМИДА

Панин С.В., Ло Ц., Буслевич Д.Г. // Прикладная механика и техническая физика. – 2021. – Т.62, №3 (370). – С.162-171

Исследованы механические и трибологические характеристики трехкомпонентных антифрикционных композитов на основе полиимида, наполненных политетрафторэтиленом и рублеными углеродными волокнами с массовой долей 5-15 %. Показано, что за счет введения рубленых углеродных волокон можно увеличить модуль упругости практически в два раза. Исследование трибологических характеристик показало, что при использовании указанного комплексного наполнителя степень износа поверхностей по сравнению со случаем полиимида без наполнителя уменьшается в 265 раз при металлополимерном трибосопряжении и в 255 раз при керамико-полимерном. С помощью разработанного компьютерного алгоритма определены оптимальные составы трехкомпонентного твердосмазочного композита на основе полиимида для их использования при металло- и керамико-полимерном трибосопряжении.

4.8. ЭФФЕКТИВНЫЕ УПРУГИЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Мохова А.В., Вершинина Е.А. // Электронный научный журнал «Дневник науки». – 2021. - №12 (60). – П.№ 22

В данной работе рассматривается углерод-углеродный композит и его эффективные упругие и прочностные характеристики. Для расчета реальных полей напряжений и деформаций в композите используется программный комплекс *ANSYS Mechanical*. В ходе работы определены значения модулей сдвига при разных объемных долях волокна тетрагональной укладки по модели Хашина-Штрикмана, области допустимых значений, построены графики зависимостей. Заключение данной работы стало сравнение полученных и теоретических результатов.

4.9. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ УГЛЕРОД (АЛМАЗ)- КРЕМНИЙ

Шевченко В.Я., Перевислов С.Н., Уголков В.Л. // Физика и химия стекла. – 2022. – Т.48, №1. – С.257-272

Экспериментально исследованы химические процессы, происходящие при взаимодействии углерода (алмаза) с кремнием. Проведен термический анализ взаимодействия алмаза с кремнием, что позволило определить механизм синтеза карбида кремния и последующее реакционное спекание алмазных частиц на основе реакционно-диффузионного процесса Тьюринга и формирование микроструктуры, состоящей из трижды периодических поверхностей минимальной энергии.

5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ ПЛОТНОСТИ УГЛЕВОЛОКНИТА ОТ ВРЕМЕНИ СМЕШИВАНИЯ КОМПОЗИЦИИ УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО – ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНАЯ СМОЛА

Шаталин А.А., Будник Д.А., Тарасов К.А. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.230-231

Большую перспективу в наше время имеют полимерные композиционные материалы, позволяющие достигать необходимых характеристик под конкретные условия эксплуатации. Одним из примеров таких материалов может служить углеволокнит марки ЭПАН, представляющий собой волокнистую массу, основными составляющими которой являются фенолформальдегидная смола (ФФС) и измельченное углеродное волокно. Углеволокнит ЭПАН стоек к воздействиям кислот и имеет высокие антифрикционные характеристики. В сочетании с достаточной механической прочностью перечисленные свойства материала позволяют применять его в изготовлении лопаток, уплотнительных колец компрессоров, подшипников скольжения и других элементов, эксплуатируемых в условиях запыленности.

5.2. МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Малахо А.П., Юрков А.Л., Авдеев В.В. // Сборник тезисов докладов тринадцатой международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология». – 2021. – С.238-239

Как правило, углеродные изделия в металлургии – это крупногабаритные изделия, получаемые по традиционным технологиям. Однако материалы на основе терморасширенного графита тоже начинают находить применение у металлургов. В металлургии алюминия материалы на основе терморасширенного графита (ТРГ) начали применять в качестве барьерных материалов в электрических ваннах. Для получения терморасширенного графита используются интеркалированные соединения графита (ИСГ), переходящие в окисленный графит. Лабораторные эксперименты показывают, что графитовая фольга имеет уникальную структуру, крайне малую газопроницаемость, благодаря отсутствию смачивания является идеальным барьером для протечек алюминия и обладает хорошими барьерными свойствами для протечек криолита и диффузии натрия в алюминиевых электролизерах.



Графитовая фольга (1) в контакте с расплавами алюминия (2) и криолита (3).
Ниже графитовой фольги (1) – алюмосиликатный огнеупор (4)

5.3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ВЫРУБКИ УПЛОТНЕНИЙ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Кобитянский А.Е., Белобородов В.С. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2021. – Т.23, №1. – С.53-59

Представлены основные этапы получения прокладок уплотнительных из терморасширенного графита (ПУТГ). Предложена методика получения математической модели динамики процесса вырубки этих прокладок на прессовом оборудовании. Процедура получения модели состоит из двух взаимосвязанных этапов. На первом этапе с помощью эксперимента получена зависимость технологической силы процесса вырубки от перемещения рабочего органа, которая имеет ряд особенностей из-за специфических свойств терморасширенного графита. Приведены принципиальная схема эксперимента и его результаты, которые аппроксимировались в виде аналитических зависимостей на основе метода наименьших квадратов. Разработана расчетная схема динамики процесса вырубки, учитывающая динамическую взаимосвязь между двигателем, исполнительным органом в виде кривошипно-



ползунного механизма прессы и обрабатываемым материалом. С учетом принятых допущений построена приведенная к кривошипному валу динамическая модель и рассчитаны основные ее геометрические, массовые, а также силовые параметры.

5.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ПОЛИАМИДНЫМИ КОМПОЗИТАМИ, НАПОЛНЕННЫМИ ГРАФИТОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ИЗ ЛИГНИНА

Сербиновский М.Ю., Попова О.В., Шкуракова О.Э. // Журнал прикладной химии. – 2021. – Т.94, №10-11. – С.1303-1308

Полиамиды широко применяются в качестве матричных полимеров композиционных и конструкционных материалов во многих промышленных технологиях. Одной из особенностей полиамидных полимеров является их заметная способность поглощать воду из окружающей среды в жидком или газообразном состоянии. В публикации представлены результаты исследования кинетики водопоглощения композитов с полиамидной матрицей, наполненных продуктами термического модифицирования гидролизного лигнина, в интервале температур 273-313 К. В качестве наполнителей композитов исследовали графит из гидролизного лигнина, бисульфата графита и терморасширенный графит. Пластификатором являлось вазелиновое масло. Максимальное водопоглощение после 650 ч выдержки установлено для композита, наполненного графитом из лигнина с 9% масла, - 1.1 и 2.2 мас% воды при температурах 293 и 313 К соответственно. Минимальные значения констант водопоглощения установлены для композита, наполненного терморасширенным графитом из лигнина с 20% масла.

5.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Караваев Д.М., Матыгуллина Е.В., Сиротенко Л.Д. // СТИН. – 2021. - №2. – С.19-21

Исследовано влияние параметров токарной обработки на шероховатость поверхности композиционных материалов (КМ) на основе терморасширенного графита (ТРГ). Определена зависимость силы резания от режимов токарной обработки. Получена формула для определения силы резания, возникающей при обработке КМ на основе ТРГ в зависимости от выбранных режимов резания.

5.6. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Абразумов В.В., Фролов С.В., Токарева О.В. // Информационно-технологический вестник. – 2021. - №4 (30). – С.137-147

В статье представлен обзор существующих огнезащитных материалов и покрытий для целей противопожарной защиты конструкций и личного состава пожарных формирований.

Рассмотрены механизмы действия компонентов огнезащитных покрытий в условиях действия конвективных потоков тепловой энергии. Выполнен обзор современных огнестойких экранов для защиты пожарных при тушении техногенных пожаров. Особая роль в формировании огнестойкого покрытия отводится высокоуглеродистым наполнителям, обладающих эффектом терморасширения под воздействием температур. Основным представителем таких специфических наполнителей является интеркалированный графит.

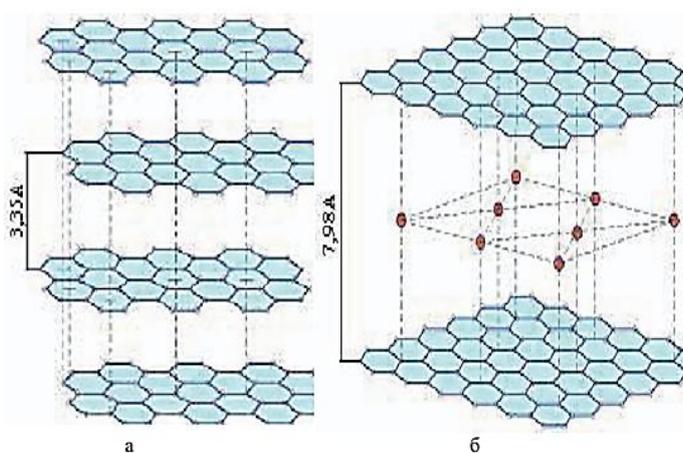


Рисунок 1 – Схема кристаллической решетки графита:
а – гексагонального; б – интеркалированного

5.7. ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Ноздрыхин А.Д., Потапов И.С., Пойлов В.З. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2021. – Т.64, №8. – С.49-56

Терморасширенный графит является современным композитным материалом, изделия из которого используются в качестве уплотнительных элементов. Однако, термическая стойкость терморасширенного графита, определяемая по величине потери массы при температуре 670 °С в среде воздуха, пока недостаточна (73%). В связи с этим, актуальной задачей является придание изделиям из терморасширенного графита более высокой термической стойкости к окислению. Для решения указанной проблемы использована технология импрегнирования изделий из терморасширенного графита, выявлены импрегнирующие реагенты и составы, повышающие термостойкость листового терморасширенного графита. Установлено, что увеличение термостойкости пропитанных образцов возрастает в ряду: хлорид кальция - метасиликат натрия - хлорид магния - кремнезоль, при этом повышение длительности пропитки с одного до двух часов не оказывает существенного влияния на термостойкость образцов. Наилучший результат (потеря массы образцов - 16,0%) получен при использовании в качестве пропитывающего реагента 10% раствора кремнезоля.

5.8. ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДАМИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Криницын М.Г., Донцов Ю.В., Юркина В.А. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2021. – Т.64, №6 (763). – С.111-117

Исследованы изделия из композиционных материалов акрилонитрил бутадиен стирол (АБС) - углеродное волокно с содержанием углеродного волокна до 10 мас. %, полученные методом экструзионной полимерной 3D-печати. Рассмотрены зависимости механических характеристик образцов при испытании на растяжение и изгиб от содержания углеродного волокна, а также методом растровой электронной микроскопии исследована структура поверхностей разрушения испытанных образцов. Изучены физико-механические свойства полимерных образцов, подвергнутых старению, и композиционных материалов на основе этого полимера с различным содержанием углеродного волокна. Для приготовления композиционного материала использовался вторичный АБС-пластик, подверженный естественному старению в течение 17000 ч. Описаны технологические особенности процесса получения композиционного филамента, приведена схема получения филамента, оптимальная с точки зрения достижения наилучших физико-механических свойств образцов.

5.9. ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАЛОНАПОЛНЕННОГО ПТФЭ

Башлакова А. Л., Шелестова В. А., Иванов Л. Ф. // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т.7, №4. – С.62-67

Цель работы - изучить влияние содержания углеродных волокон (УВ) в количестве 1-10 мас.% на физико-механические и триботехнические свойства малонаполненного политетрафторэтилена (ПТФЭ) во взаимосвязи с его кристаллической структурой. Углеродные волокна модифицировали в низкотемпературной плазме тлеющего разряда в среде фторорганических соединений. Композиты получали из ПТФЭ и измельченных УВ методом холодного прессования и последующего свободного спекания. Установлена анизотропия упруго-прочностных свойств малонаполненного ПТФЭ с углеродными волокнами при сжатии. При малом содержании УВ (0-3 мас.%) модуль упругости при сжатии и напряжение сжатия имеют более высокие значения для образцов, вырезанных вдоль направления прессования, чем для вырезанных поперек. При 5 мас.% УВ и более, наоборот, образцы композита, изготовленные поперек направления прессования, показывают более высокие упруго-прочностные свойства при сжатии. Зависимости упруго-прочностных свойств от содержания УВ для обоих направлений носят экстремальный характер. Установлен экстремальный характер зависимости коэффициента теплопроводности от содержания УВ в ПТФЭ, который обусловлен, с одной стороны, содержанием кристаллической фазы ПТФЭ, с другой - образованием проводящих мостиков между УВ. Влияния малых доз УВ на триботехнические свойства малонаполненного ПТФЭ не обнаружено.

5.10. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРГРАФИТОВЫХ КОМПОЗИТОВ

Горшенёв В.Н. // Перспективные материалы. – 2021. - №8. – С.55-64

Рассмотрены синтез и свойства электропроводящих полимерных композиционных материалов на основе малозольного графита марки ГСМ-1, модифицированного кислотами по бисульфатной технологии. Исследовано влияние таких технологических операций, как прессование и прокатка на вальцах с переменным зазором на проводимость композиционных материалов на основе терморасширенного графита и терморасширенных полимерграфитовых композиций, содержащих модифицированный кислотами графит. Показано, что, применяя к полимерным композициям технологические приёмы терморасширения, прессования, прокатки на вальцах можно, во-первых, совмещать наполнители различной природы, форм и размеров, и, во-вторых, получать композиты с необходимой величиной проводимости электропроводящего полимерного композита. Сделан вывод о преимуществе применения терморасширенного графита по сравнению с его другими формами для получения высокопроводящих полимерных композиций.

5.11. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ (ОБЗОР)

Валуева М.И., Евдокимов А.А., Начаркина А.В. // Труды ВИАМ. – 2022. - №1 (107). – С.53-65

Представлен обзор научно-технической литературы в области применения полимерных композиционных материалов в автомобилестроении. Приведены история вопроса, а также современные тенденции в области материалов, технологий и технических решений, применяемых для решения поставленных задач. С учетом мирового опыта рассмотрены примеры и показана перспективность использования в автомобилестроении полимерных композиционных материалов и технологий их переработки, разрабатываемых для авиационно-космической отрасли. Наиболее перспективными ПКМ применительно к конструкции автомобиля являются углепластики. По прогнозам, к 2022 г. годовая выручка от реализации углеродных композитов в мире достигнет 4,9 млрд долл. (4,21 млрд евро), что соответствует 20000 т углеродного волокна. В таблице сегментов рынка потребления углепластиковых материалов автомобильная промышленность выйдет на второе место, опередив ветряные турбины.

6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

6.1. УГЛЕПЛАСТИКИ В КОНСТРУКЦИЯХ ИЗДЕЛИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ (ОБЗОР)

Валуева М. И., Евдокимов А. А., Клименко О. Н. // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2022. - №1. – С.12-21

В статье представлен обзор научно-технической литературы по истории, актуальному состоянию и перспективам применения полимерных композиционных материалов в конструкциях изделий космической техники. Особое внимание уделено применению материалов на основе непрерывных углеродных армирующих наполнителей. Рассмотрены российские и зарубежные источники, патенты на изобретения. С учетом мирового опыта показана перспективность проектирования конструкций с использованием высокотемпературных углепластиков.

6.2. КРАТКИЙ АНАЛИЗ РЫНКА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОССИИ

Жужукин Н.В., Довгаль В.А., Стородубцева Т.Н. // Научно-практическая конференция «Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства». – 2021. – С.151-154

В данной статье можно ознакомиться с понятием композиционного материала. Благодаря сочетанию различных веществ, искусственно был выявлен достаточно прочный материал, свойства которого превосходят свойства составляющих. Композиты увеличивают прочность конструкции, в разы легче привычных сплавов, повышенная гибкость и обеспечивают долговечность.

6.3. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАФЕНОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ: СОРБЕНТЫ, МЕМБРАНЫ, ГАЗОВЫЕ СЕНСОРЫ (ОБЗОР)

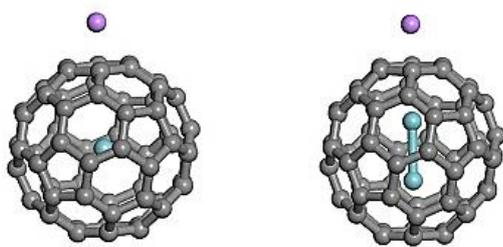
Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. // Журнал прикладной химии. – 2021. – Т.94, №9. – С.1090-1103

В обзоре рассмотрены свойства графена и его производных, позволяющие использовать эти материалы в качестве эффективных сорбентов, мембран и чувствительных элементов газовых сенсоров. Приведены сведения о методах получения графена и его оксида. Обзор литературы свидетельствует о возможности разработки на основе графеновых наноматериалов селективных сорбентов для ряда важных промышленных процессов, включая опреснение воды и извлечение радионуклидов из технологических растворов. Мембраны, содержащие графен и его оксиды, судя по результатам лабораторных экспериментов, могут в недалекой перспективе использоваться для процессов наночистоты, водоподготовки, осушки газов. Масштабное промышленное применение графена пока сдерживается отсутствием экономически приемлемых методов получения графеновых наноматериалов больших линейных размеров. Для изготовления газовых и биосенсоров рецепторные элементы, содержащие графен и его производные, могут иметь миллиметровый размер, что достижимо в настоящее время.

7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

7. БЛАГОРОДНЫЕ ФУЛЛЕРЕНЫ НАКАПЛИВАЮТ ЛИТИЙ

Маслов М. // Информационный бюллетень «Перспективные технологии». – 2022. – Т.29, №1 // <http://perst.issp.ac.ru>



Адсорбция атома лития на эндофуллередах
Kr@C₆₀ (слева) и Li@C₆₀ (справа)

В связи с интенсивным развитием мобильной электроники в последние годы большое внимание исследователей нацелено на совершенствование литий-ионных батарей, которые широко применяются в портативных электронных устройствах. Несмотря на значительные успехи в развитии технологий их изготовления, оптимальная конструкция электродов с высокой удельной емкостью, высокой плотностью энергии и приемлемой стабильностью пока остается

актуальной задачей. Поиск подходящих для этой цели функциональных материалов не прекращается. В частности, большое распространение получили различные наноструктуры на основе углерода, включая фуллерены, нанотрубки, двумерные графеноподобные структуры и системы гибридной мерности на их основе. Дело в том, что высокая удельная поверхность и пористость подобных материалов позволяет не только обеспечить активные центры адсорбции, но и способствует высокой подвижности атомов лития. Предложено для хранения лития использовать фуллерены C_{60} , но не “чистые”, а инкапсулированные атомами благородных газов (Ng): гелия, неона, аргона, криптона и ксенона. В результате после традиционного этапа структурной оптимизации эндодральных фуллеренов исследователи получили набор их энергетических и электронных характеристик. *M.D.Esrafil et al., Chem. Phys. Lett. 787, 139236 (2022)*

8. ПАТЕНТЫ

УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА

1. СРЕДСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРЕДШЕСТВЕННИКА УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА И ПРЕДШЕСТВЕННИК УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Патент RU № 2765182 от 26.01.2022 года, З.№ 2021101933 от 26.05.2020 года. Международная заявка WO 2020241603 от 03.12.2020 года. Патентообладатель ТАКЕМОТО ЮСИ КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP) - D06M 15/53

Изобретение относится к средствам для обработки предшественников углеродного волокна. Предложено средство для обработки предшественника углеродного волокна, содержащее неионное поверхностно-активное вещество, представляющее собой аддукт алкиленоксида и алифатического спирта, аминомодифицированный силикон и диметилсиликон. Массовое соотношение аминомодифицированного силикона и диметилсиликона составляет от 99,9/0,1 до 90/10. Предложен также предшественник углеродного волокна, представляющий собой акриловые волокна. Технический результат - предложенное средство для обработки предшественников углеродного волокна подавляет пушение в технологическом процессе прядения углеродного волокна.

2. НОВЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОЛУЧЕННЫЕ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Патент RU № 2765203 от 26.01.2022 года, З.№ 2019116177 от 26.10.2017 года. Международная заявка WO 2018078287 от 03.05.2018 года. Патентообладатель АРКЕМА ФРАНС (FR) - D01F 9/12

Изобретение относится к химической промышленности и может быть использовано для производства деталей из композиционных термопластичных или терморезистивных материалов; электродов в электрохимических процессах, топливных ячейках, батареях или аккумуляторах; анодов для катодной защиты; коллекторов электрического тока для анодов или катодов литиевых, натриевых, литиево-серных или литиево-полимерных батарей; электродных элементов для свинцово-кислотных или перезаряжаемых литиевых батарей; суперконденсаторных электродных элементов; каталитических подложек для очистки

воздуха или для литиево-воздушных батарей. Сначала объединяют структурированный и неструктурированный прекурсоры. Структурированный прекурсор содержит волокно диаметром 0,5-300 мкм или набор волокон. Материал структурированного прекурсора выбран из целлюлозы, гидроцеллюлозы, лигнина, пека или акрила и представляет собой скрученный или нескрученный комплекс несвязанных между собой элементарных непрерывных волокон, набор нетканых или тканых волокон. Неструктурированный прекурсор представляет собой текучую среду с вязкостью менее 45000 мПа·с при температуре объединения и содержит по меньшей мере одно циклическое органическое или ароматическое соединение с молекулярной массой более 500 г/моль в расплавленном состоянии, в водном и/или органическом растворе в концентрации меньше или равной 65 мас. %. Указанное органическое соединение выбирают из лигнина, целлюлозы, крахмала, гликогена, амилозы, амилопектина, декстрана, гемицеллюлозы, фруктозы или их производных; пека, нафталина, фенантрена, антрацена, пирена или нафталинсульфата; а также из синтетических продуктов, таких как фенольная, фенопластовая или полиэпоксидная смола. Неструктурированный прекурсор может дополнительно содержать металлические наполнители, соли металла, богатые углеродом соединения, выбранные из активированного угля, натурального или синтетического антрацита, сажи, натурального или синтетического графита, или органические частицы, выбранные из наноцеллюлозы, таннинов или хитозана. Указанные прекурсоры также могут содержать 0,0001-30 мас. % углеродсодержащих нанонаполнителей. Объединенный прекурсор, представляющий собой структурированный прекурсор, покрытый неструктурированным, подвергают термической и размерной стабилизации с последующей карбонизацией. Стадии объединения и термической и размерной стабилизации можно повторять несколько раз. Полученный высокоуглеродистый материал можно дополнительно экструдировать, прессовать, каландрировать или вытягивать, а также графитизировать. Общая пористость высокоуглеродистого материала более 5% при пористости структурированной части менее 40%, а неструктурированной части - более 7%. Соотношение объемов структурированной и неструктурированной частей от 1/5 до 100/1. Обеспечивается высокий выход по углероду при высокой механической стабильности и комбинационной устойчивости трёхмерной структуры.

ПЕРЕРАБОТКА ОБЛУЧЕННЫХ ОТХОДОВ

3. СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛУЧЕННОГО В РЕАКТОРЕ АЭС УГЛЕРОДА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Патент RU № 2765864 от 03.02.2022 года, З.№ 2020133285 от 09.10.2020 года. Патентообладатель Акционерное общество "Наука и инновации" (RU) - C04B 35/80

Изобретение относится к способу и устройству по переработке облученного в реакторе АЭС углерода. Способ включает выбор метода разделения изотопов Углерода из группы технологий разделения: газовая диффузия, сопловой метод, газовое центрифугирование, метода аэродинамической сепарации, лазерный метод. Далее из облученного Углерода АЭС получают рабочий газ для извлечения атомов изотопа ^{14}C выбранным методом разделения. Затем проводится выделение изотопа ^{14}C на одноступенной разделительной установке или каскаде этих установок и разделение в разделительной установке. Разделение проводят до уровня, обеспечивающего получение в обедненной по содержанию изотопа ^{14}C фракции отбора из одиночной установки или каскада, активности изотопа ^{14}C ниже уровня, допускающего приповерхностное захоронение радиоактивных отходов, далее осуществляют сортировку, компактирование,

дифференцированное захоронение радиоактивных отходов и возврат в природу отходов с естественной активностью. Устройство содержит установку для переработки Углерода в рабочий газ для установки разделения изотопов Углерода, выход которой подается на вход разделительной установки. Техническим результатом является создание разделенных фракций рабочего газа с содержанием изотопа ^{14}C выше исходного содержания и с содержанием изотопа ^{14}C , уменьшенным до уровня, допускающего приповерхностное захоронение.

ГРАФИТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГРАФИТА

Патент RU № 2766081 от 07.02.2022 года, З.№ 2021115067 от 26.05.2021 года.
Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "ПОЛИГРАФЕН" (RU) - C01B 32/225

Изобретение относится к способу получения углеродного материала на основе графита, включающему приёмы смешения исходного графита с химическим реагентом и последующий термический нагрев. При этом в качестве химического реагента используют смесь, состоящую из жидкого аммиака и одного из соединений ацетиленидов щелочных металлов, имеющих общую структурную формулу: $\text{Me-C}\equiv\text{C-R}$, где Me-Na, K ; $\text{R-H, -C}_x\text{H}_y$ при $x=1-6$, $y=2-13$, где ацетилениды щелочных металлов используют в концентрации 1-5 мол.% по отношению к графиту, до нагрева графит выдерживают под слоем раствора в течение 15-60 минут, после чего его извлекают, сушат при комнатной температуре и далее подвергают нагреву при 500-800°C в режиме термоудара. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в достижении показателей по насыпной плотности и по сорбционной емкости, например по керосину, обеспечивающих высокую реакционную способность целевого продукта, в снижении энергозатрат на производство углеродного материала и в расширении диапазона его использования.

5. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА С ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМОСТОЙКОСТЬЮ

Патент RU № 2765369 от 28.01.2022 года, З.№ 2020125746 от 28.07.2020 года.
Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет" (RU) - C01B 32/20

Изобретение относится к химической технологии изготовления композиционных материалов, в частности к способу получения изделий из терморасширенного графита с повышенной термостойкостью, и может использоваться для повышения термической стойкости к окислению воздухом изделий из терморасширенного графита. Способ включает операции термообработки интеркалированного графита, пропитки в водном растворе антипирена, сушки. Причем операцию термообработки проводят в печи при температуре 1250°C при времени пребывания интеркалированного графита в зоне терморасширения 1 с, после стадии термообработки интеркалированного графита проводят прессование изделия. Затем пропитывают изделие в водном растворе антипирена в течение 15 или 60 мин, при этом в качестве антипирена используют ортофосфорную кислоту, где концентрацию раствора ортофосфорной кислоты поддерживают в диапазоне

2,5-10%, а температуру раствора не более 50°C, далее сушат изделие при температуре 120°C в течение 15 мин. Техническим результатом заявленного изобретения является повышение термостойкости в среде воздуха изделий из терморасширенного графита

6. ТОПЛИВНАЯ КОМПОЗИЦИЯ

Патент RU № 2765949 от 07.02.2022 года, З.№ 2021125898 от 02.09.2021 года.
Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ПК «Карботехпром» (RU) - C10L 9/00

Изобретение относится к топливно-энергетической промышленности, а именно, к топливным угольным смесям. Предложена топливная композиция, состоящая из смеси шихты и катализатора, причем катализатор и шихта взяты в массовом соотношении 1:100, где шихта содержит материал углеродосодержащий в виде сыпучего порошкообразного графита искусственного с размерным рядом 0-2 мм, с содержанием влаги не более 10%, с содержанием углерода не менее 60%, с содержанием серы не более 1,5%, зольностью не более 40% и низшей теплотой сгорания $Q_{ir} > 5700$ ккал/кг, шламоконцентрат, шлам, штыб, и угольную пыль с размером частиц 0-0,1мм, при следующем содержании, мас. %: материал углеродосодержащий от 10 до 50% и шламоконцентрат, шлам, штыб, угольная пыль остальное до 100%. Технический результат заключается в разработке топливной композиции, включающей низкокалорийные материалы, которая подходит для использования в энергетической сфере.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

7. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УГЛЕПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ ТКАНОГО УГЛЕРОДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ И ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Патент RU № 2765042 от 23.01.2022 года, З.№ 2020135999 от 02.11.2020 года.
Патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов" Национального исследовательского центра "Курчатовский институт" (НИЦ "Курчатовский институт" - ВИАМ) (RU) - C04B 35/80

Изобретение относится к технологии изготовления углепластика, который предназначен для применения в конструкции элементов и агрегатов мотогондолы. Способ, в котором: формируют препрег посредством сушки углеродного наполнителя, нанесения на него связующего методом электростатического напыления и пропитки его связующим, формируют заготовки препрега и собирают из них пакет, размещают пакет между предварительно нагретыми плитами пресс-формы и формируют углепластик посредством ступенчатого прессования пакета в три стадии при температуре, превышающей температуру плавления связующего, и охлаждают полученный углепластик под давлением. Причем в качестве углеродного наполнителя используют тканый углеродный наполнитель, затем раскраивают тканый углеродный наполнитель с последующей сушкой. Далее поочередно на лицевую и изнаночную стороны упомянутого углеродного наполнителя наносят порошковое полиэфирэфиркетонное связующее со средним размером частиц 90-150 мкм, при этом на лицевой и изнаночной сторонах упомянутого углеродного наполнителя, содержание связующего в препреге составляет $42 \pm 3\%$, и

расплавляют упомянутое связующее при температуре 390-410°C в течение 5-10 минут. При этом заготовки препрега размещают в термошкафу на перфорированных полках, на которые укладывают антиадгезионный слой в виде полиимидной пленки толщиной 100-150 мкм, которую удаляют после охлаждения заготовки препрега, и раскраивают листы препрега, собирают из них пакет и размещают его между плитами пресс-формы, предварительно нагретыми на 30-50°C ниже температуры плавления связующего. Далее прогревают упомянутый пакет до температуры на 50-70°C выше температуры плавления связующего при удельном давлении 0,1-0,5 МПа для удаления воздуха, затем прессуют его при температуре, превышающей температуру плавления связующего на 50-70°C, в три стадии: первую стадию проводят при удельном давлении 0,5-1,0 МПа, вторую стадию - при удельном давлении 1,1-2,0 МПа, и третью стадию - при удельном давлении 2,1-2,5 МПа. Причем продолжительность каждой стадии составляет 10-30 минут, после прессования пакета плиты пресса охлаждают при удельном давлении 2,1-2,5 МПа до температуры не выше температуры стеклования связующего. Техническим результатом заявленного изобретения является изготовление углепластика, обладающего высокими физико-механическими свойствами увеличение степени пропитки, снижение пористости углепластика.

8. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИИ ОДНОТИПНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УГЛЕРОДОВ

Патент RU № 2765552 от 01.02.2022 года, З.№ 2018106826, 26.02.2018 года. Патентообладатель Левенберг Игорь Павлович (RU) -С08L 21/00

Изобретение относится к способу изготовления наполнителей на основе композиции однотипных гранулированных технических углеродов для резиновых смесей и может быть использовано в производстве резиновых изделий, например шин, резинотехнических изделий и т.д. Способ изготовления наполнителей подразумевает смешение композиции из по меньшей мере двух однотипных гранулированных технических углеродов с 1-2% мас. порошка лигносульфоната кальция в течение 30-60 минут «сухим» способом. Второй вариант способа получения наполнителя для резиновых смесей заключается в смешении двух однотипных гранулированных технических углеродов с 1-2% мас. порошка лигносульфоната кальция и 0,25-0,5% мас. порошка белой сажи в течение 30-60 минут «сухим» способом. Обеспечивается упрощение способа получения наполнителя, повышение эксплуатационных характеристик готовых резиновых изделий, сокращение времени смешения и повышение смачиваемости наполнителя каучуком при резиносмешении.

9. НЕСУЩАЯ СЕТЧАТАЯ ОБОЛОЧКА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБШИВКОЙ И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Патент RU № 2765630 от 01.02.2022 года, З.№ 2020138744 от 24.11.2020 года. Патентообладатель Акционерное общество Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения (RU) - В64С 1/12

Изобретение относится к области авиационной техники и может быть применено в изделиях авиационной и ракетно-космической техники. Несущая сетчатая оболочка состоит из композиционных материалов с металлической обшивкой, образована из

повторяющихся по толщине стенки оболочки слоёв систем перекрещивающихся спиральных, кольцевых и продольных лент из однонаправленных жгутов, скреплённых полимерным связующим, образующих спиральные, кольцевые и продольные ребра. При этом верхние поверхности рёбер соединены с металлической обшивкой, а в ребра сетчатой структуры рядом с зоной их пересечения вмотаны металлические закладные элементы для скрепления сетчатой оболочки с металлической обшивкой при помощи механических соединений. Группа изобретений также относится к способу изготовления несущей сетчатой оболочки. Снижается общий вес конструкции, повышается прочность и долговечность конструкции.

Формула изобретения

1. Несущая сетчатая оболочка из композиционных материалов с металлической обшивкой, образованная из повторяющихся по толщине стенки оболочки слоёв систем перекрещивающихся спиральных, кольцевых и продольных лент из однонаправленных жгутов, скреплённых полимерным связующим, образующих спиральные, кольцевые и продольные ребра, отличающаяся тем, что верхние поверхности рёбер соединены с металлической обшивкой, а в ребра сетчатой структуры рядом с зоной их пересечения вмотаны металлические закладные элементы для скрепления сетчатой оболочки с металлической обшивкой при помощи механических соединений.

2. Оболочка по п.1, отличающаяся тем, что нижние и боковые поверхности рёбер, включая зоны их пересечения, помещены в металлический профиль, скреплённый с металлической обшивкой механическими соединениями.

3. Оболочка по любому из пп.1, 2, отличающаяся тем, что между рёбрами сетчатой структуры и металлической обшивкой размещён упругоэластичный или термопластичный материал типа резины или полиуретана.

4. Оболочка по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что металлическая обшивка по длине оболочки может иметь разную толщину.

5. Способ изготовления несущей сетчатой оболочки из композиционных материалов с металлической обшивкой, включающий формирование системы спиральных, кольцевых и продольных рёбер силового набора намоткой гибкого волоконного материала, пропитанного полимерным связующим, в металлический профиль, повторяющий форму рёбер сетчатой структуры, размещённый на оправке, отверждение связующего, снятие оболочки с оправки и последующее механическое прикрепление металлической обшивки к металлическому профилю, причём прикрепление металлического профиля к рёбрам сетчатой структуры осуществляется при помощи заранее размещённых в металлических пазах профиля для намотки сетчатой структуры металлических закладных элементов, вматываемых в ребра сетчатой структуры в процессе её намотки.

10. КОМПОЗИЦИОННЫЕ СЛОИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ СИСТЕМУ ОТВЕРСТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫЕ РЕГУЛИРУЕМОЙ ВЫКЛАДКОЙ ВОЛОКОН

**Патент RU № 2765421 от 31.01.2022 года, З.№ 2018118625 от 16.06.2014 года.
Конвенционный приоритет: 29.07.2013 US 13/953,392 Патентообладатель Зе Боинг Компани (US) - В29С 70/30**

Изобретение относится к области композиционных материалов и касается композиционного слоистого материала для акустической обработки. Композиционный слоистый материал имеет систему отверстий. Отверстия формируют укладкой друг на друга слоев однонаправленного материала препрега, имеющих переменную ориентацию волокон. Жгуты раздвигают и располагают так, чтобы получить отверстия в слоистом материале.

Изобретение обеспечивает получение перфорированного композиционного слоистого материала для акустической обработки, имеющего регулируемую систему отверстий, где сформированные отверстия могут иметь различный размер, форму и схему расположения.

Формула изобретения

1. Способ получения пакета слоев композиционного слоистого материала для акустической обработки, имеющего систему отверстий, включающий: формирование пакета слоев посредством выкладки друг на друга множества слоев препрега с однонаправленными волокнами, каждый из которых выкладывают посредством укладки полос волокнистых жгутов препрега; раздвигание жгутов в каждой полосе друг от друга с получением зазоров между жгутами при укладке полос, где раздвигание жгутов включает изменение зазоров между жгутами; регулирование положений жгутов при укладке полос; регулирование зазоров между жгутами при укладке полос; изменение ориентации волокон в слоях с получением системы отверстий в пакете слоев; и отверждение пакета слоев; где смола в препреге представляет собой термопластичный материал и имеет контролируемые характеристики течения, которые по существу препятствуют затеканию смолы в отверстия в процессе отверждения.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что каждый из слоев выкладывают с помощью устройства для выкладки волокон с цифровым управлением.

3. Способ по п. 1, дополнительно включающий изменение ширины жгутов.

4. Способ по п. 1, дополнительно включающий: включение по меньшей мере одного тканого или нетканого материала между слоями пакета слоев.

5. Способ по п. 1, дополнительно включающий: выбор положений отверстий, размеров отверстий и форм отверстий; и программирование автоматического устройства для выкладки волокон для автоматической выкладки друг на друга слоев и варьирования ориентации волокон в слоях для формирования системы отверстий.

6. Композиционный слоистый материал для акустической обработки, полученный способом по п. 1, имеющий систему отверстий, содержащий: множество отстоящих друг от друга волокнистых жгутов, имеющих переменную ориентацию волокон, расположенных с получением системы отверстий в слоистом материале; и смолистую матрицу, в которую включены волокнистые жгуты, где смолистая матрица представляет собой термопластичный материал и имеет контролируемые характеристики течения, которые по существу препятствуют затеканию смолы в отверстия в процессе отверждения.

7. Композиционный слоистый материал по п. 6, отличающийся тем, что волокнистые жгуты расположены во множестве слоев с различной ориентацией волокон.

8. Композиционный слоистый материал по п. 6, отличающийся тем, что волокнистые жгуты имеют разную ширину.

9. Композиционный слоистый материал по п. 6, отличающийся тем, что каждое отверстие имеет многоугольную форму.

11. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩЕГО ЛОПАТОЧНОГО АППАРАТА КОМПРЕССОРА АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Патент RU № 2766040 от 07.02.2022 года, З.№ 2021112294 от 27.04.2021 года.
Патентообладатель Грибановский Владимир Александрович (RU) -F01D 9/02

Изобретение относится к области турбостроения, точнее к способам изготовления направляющих лопаток компрессора из композиционного материала для газотурбинного двигателя, преимущественно авиационного. Направляющий лопаточный аппарат компрессора из композиционного материала, у которого лопатки монолитно выполнены с опорным кольцом и ободом, изготовление которого включает раскрой слоев для лопаток, при этом материал выходит за пределы контура лопатки со стороны корневого сечения на длину, большую длины

дуги опорного кольца между соседними лопатками, а со стороны периферийного сечения - на длину, большую длины дуги обода между соседними лопатками. Кроме того, раскраивают слой, который включает материал: спинки, передней кромки и корыта. Аэродинамический профиль лопатки оформляют в пресс-форме, причем заполнение ее начинают с укладки материала спинки, затем выкладывают остальные слои, а завершают укладкой материала корыта; далее лопатки укладывают в сепаратор пресс-формы, на корневых и периферийных опорах которого оформляют опорное кольцо и обод; затем наматывают пропитанные связующим нити или жгуты на обод, а на пуансон - в месте контакта с опорным кольцом. Сепаратор укладывают в пресс-форму, устанавливают пуансон и производят прессование, при этом в матрице формируются наружные поверхности обода, в пуансоне - наружные поверхности опорного кольца, а в сепараторе - внутренние аэродинамические поверхности газового тракта опорного кольца и обода. Таким образом, получается авиационный газотурбинный двигатель, у которого монолитный направляющий лопаточный аппарат компрессора выполнен из композиционного материала, что позволяет снизить массу и трудоемкость изготовления изделия.

12. ГИБРИДНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Патент RU № 2765969 от 07.02.2022 года, З.№ 2021108387 от 29.03.2021 года.
Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" (RU) - В29С 70/0035

Изобретение относится к области нанотехнологий, а именно к гибридным композиционным наноматериалам. Гибридный композиционный материал содержит матрицу из полимерного нанокомпозита, содержащего 3-65 об. % упрочняющих частиц и 1-60 об. % наполнителя из гранул металломатричного нанокомпозита, состоящего из металлической матрицы и 10-65 об. % упрочняющих наночастиц. Размер гранул металломатричного композита составляет 0,5-500 мкм при отношении максимального размера гранулы к минимальному не более 3, а размер упрочняющих частиц в матрице из полимерного нанокомпозита составляет 0,1-50 размеров упрочняющих наночастиц в наполнителе. Обеспечивается повышение прочности материала при сниженной плотности и наличие электропроводности.

Формула изобретения

1. Гибридный композиционный материал, содержащий полимерный нанокомпозит, состоящий из полимерной матрицы и упрочняющих наночастиц, отличающийся тем, что он содержит матрицу из полимерного нанокомпозита, содержащего 3-65 об. % упрочняющих частиц и 1-60 об. % наполнителя из гранул металломатричного нанокомпозита, состоящего из металлической матрицы и 10-65 об. % упрочняющих наночастиц, причем размер гранул металломатричного композита составляет 0,5-500 мкм при отношении максимального размера гранулы к минимальному не более 3, а размер упрочняющих частиц в матрице из полимерного нанокомпозита составляет 0,1-50 размеров упрочняющих наночастиц в наполнителе.

2. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что полимерная матрица выполнена из эпоксидной смолы или полиэтилентерефталата.

3. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что металлическая матрица выполнена из меди, или алюминия, или никеля, или хрома, или железа, или вольфрама, или титана, или циркония, или их сплавов.

4. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что упрочняющие частицы в матрице из полимерного нанокомпозита и в наполнителе выполнены из одного и того же материала.

5. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что упрочняющие частицы в матрице из полимерного нанокompозита и в наполнителе имеют размер не более 100 нм и выполнены из нанодIAMAZOV, или луковичнообразных углеродных наночастиц, или фуллеренов, или графитовых наночастиц, или графена, или сажи, или карбида титана, или карбида кремния, или карбида хрома, или карбида вольфрама, или карбида лития, или карбида циркония, или карбида бора, или оксида алюминия, или оксида титана, или оксида кремния, или нитрида титана, или нитрида алюминия, или нитрида циркония, или нитрида бора.

6. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что полимерная матрица содержит не менее 40 об. % упрочняющих наночастиц из электропроводящего материала.

7. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что он содержит не менее 20 об. % гранул наполнителя.

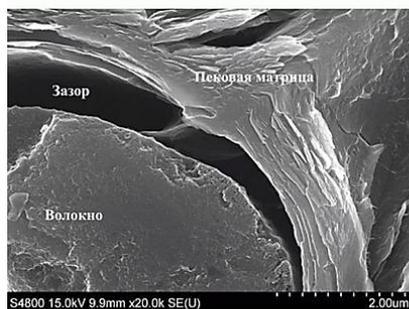
8. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что наполнитель содержит упрочняющие наночастицы в неагломерированном состоянии.

9. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что гранулы наполнителя снабжены покрытием из углерода, или оксида кремния, или никеля.

10. Гибридный композиционный материал по п. 1, отличающийся тем, что он содержит 5-50 об. % дополнительного наполнителя из упрочняющих частиц оксида кремния размером от 5 мкм до 1 мм.

13. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОСНОВЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФРИКЦИОННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО УГЛЕРОД-КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО МАТЕРИАЛА

Патент RU № 2741981 от 01.02.2021 года, З.№ 2020114422 от 23.04.2020 года.
Патентообладатель Публичное акционерное общество «Авиационная корпорация «Рубин» (RU) - C04B2235/3826



Фиг.1 Зазор между углеродным волокном и пексовой матриц



2 Пиролитический углерод на границе раздела «волокно-матрица»

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в производстве материала для комплектации узлов трения воздушного и наземного транспорта с повышенной энергонагруженностью, скоростных лифтов, насосной техники и других механизмов, пригодно для эксплуатации в агрессивных средах, во всех климатических зонах, в том числе при непосредственном контакте с морской и пресной водой, продуктами нефтегазовой и химической промышленности. Технический результат изобретения заключается в достижении более высоких значений стабильности физико-механических характеристик, в том числе ударной прочности УККМ, а также фрикционных показателей. Способ включает нарезание углеродного волокна до требуемых размеров 10–40 мм, их смешение гидро- или аэродинамическим методами с порошком среднетемпературного пексового связующего, прессование при температуре плавления пека, обжиг и высокотемпературную обработку при

температуре 1700–2200°C для получения необходимых зазоров между волокном и матрицей. Затем осуществляют процесс пироуплотнения при температуре 850–1000°C в течение не менее 90 часов до полного заполнения углеродом зазора между волокном и матрицей, далее плотность заготовки повышают путем дополнительной пропитки высокотемпературным пеком, проводят карбонизацию при давлении 15–25 МПа и температуре 600–800°C.

14. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ПЕКОВЫХ МАТЕРИЦАХ

Патент RU № 2744923 от 17.03.2021 года, З.№ 2020126311 от 07.08.2020 года.
Патентообладатель Публичное акционерное общество «Авиационная корпорация «Рубин» (RU) - C04B2235/3826

Изобретение относится к области машиностроения и получению углеродных-углеродных композиционных материалов (УУКМ), которые могут быть использованы для комплектации тяжело нагруженных узлов трения в условиях высокого энергетического нагружения и окислительной среды. Способ получения углерод-углеродного композиционного материала включает обжиг исходных сформованных заготовок на основе углеродных волокон и пековых связующих, последующую промежуточную высокотемпературную обработку, жидкофазное уплотнение полученных пористых заготовок пеком, карбонизацию под давлением и финишную термообработку. Обжиг исходных заготовок проводят при режиме нагрева в интервале температур 400-900°C не более 20°C/ч. Промежуточную высокотемпературную обработку осуществляют при 1750-2200°C и режиме нагрева заготовок в интервале 800-2200°C не более 100°C/ч и содержании в заготовках коксовой матрицы на основе среднетемпературного пека не менее 40%. Изделия уплотняют пеком с содержанием α 1-фракции не более 40% до достижения пористости не более 10%. Финишную термообработку проводят при температуре не менее чем на 50°C меньше температуры промежуточной высокотемпературной обработки при режиме нагрева заготовок в интервале 800-1700°C не более 100°C/ч, а в интервале 1700-2150°C - не более 50°C/ч. Изобретение позволяет повысить физико-механические характеристики УУКМ, предотвратить структурные изменения армирующего компонента на финишных стадиях изготовления, приводящие к снижению прочностных свойств материала.

15. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ САМОСМАЗЫВАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МЕДКОЗЕРНИСТОГО ИСКУССТВЕННОГО ГРАФИТА

Патент RU № 2748329 от 24.05.2021 года, З.№ 2020127800 от 20.08.2020 года.
Патентообладатель Публичное акционерное общество «Авиационная корпорация «Рубин» (RU) - C04B 35/532

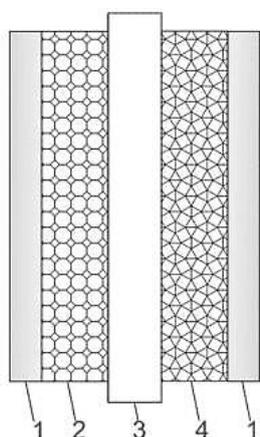
Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в торцовых уплотнениях узлов трения авиационной и наземной техники, где требуется работоспособность материалов в условиях вакуума, избыточных давлений, сухого трения, повышенной влажности и отрицательных температур. Технический результат заявленного изобретения заключается в достижении более высоких значений герметичности и снижении газопроницаемости самосмазывающегося материала. Продукт механической обработки искусственного мелкозернистого графита (искусственный графит с температурой обработки не менее 2400 °C) отсеивают для получения фракционного состава минус 90 мкм не менее 97%. Пек каменноугольный высокотемпературный измельчают до получения не менее 97 % фракции с размером частиц минус 90 мкм. Отобранные фракции искусственного графита нужного

размера и твердой смазки – нитрида бора перемешивают в подогреваемом смесителе до достижения температуры массы 150-200°C, затем добавляют высокотемпературный пек, органическую добавку (кислота олеиновая) и догревают до температуры массы 160-200°C. Полученную массу измельчают до пресс-порошка с гранулометрическим составом не менее 97 % фракции минус 90 мкм, осуществляют магнитную сепарацию, затем формируют заготовки, после проводят обжиг при температуре до 1000 °С. В диапазоне 400-600°C скорость нагрева не более 5°C в час. Обожженные заготовки, содержащие продукт механической обработки искусственного мелкозернистого графита в количестве 70-75 мас.%, нитрид бора в количестве 8-12 мас.%, связанные пековым коксом в количестве 16-22 мас.%, с открытой пористостью 10-20 % дополнительно уплотняют каменноугольным пеком с температурой размягчения 65-110°C и осуществляют высокотемпературную обработку при 1500-2050°C, далее заготовки пропитывают раствором фурфуролилового спирта и полимеризуют при температурах 250-300 °С до достижения требуемых показателей герметичности материала.

МЕТАЛЛ-ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ И БАТАРЕИ НА ИХ ОСНОВЕ

16. СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И СБОРКИ АККУМУЛЯТОРНОЙ ЯЧЕЙКИ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ЦИАНОКОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В КАЧЕСТВЕ КАТОДА, НЕГРАФИТИЗИРУЕМОГО УГЛЕРОДА В КАЧЕСТВЕ АНОДА И БЕЗВОДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА, ДЛЯ КАЛИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Патент RU № 2728486 от 29.07.2020 года, З.№ 2019140347 от 09.12.2019 года. Патентообладатель Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования "Сколковский институт науки и технологий" (RU) - Н01М 10/054



Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано при производстве калий-ионных аккумуляторов и батарей на их основе. Предложена ячейка калий-ионного аккумулятора, содержащая катод, выполненный из катодной композиции, содержащей цианокомплекс переходных металлов в качестве активного катодного материала, анод, выполненный из анодной композиции, содержащей неграфитизируемый углерод в качестве активного анодного материала, и безводный органический электролит, включающий соль гексафторфосфата калия KPF_6 . В качестве цианокомплекса переходных металлов используется соединение формулы $K_xM_1M_2M_3_{1-k}[M_2(CN)_6]_y \cdot zH_2O$, где M_1 , M_2 и M_3 - переходные металлы, которые могут быть одинаковыми или разными, $0 < x < 4$, $0 \leq k \leq 1$, $0 < y < 2$ и $0 < z < 20$, предпочтительно используется соединение $K_xMn[Fe(CN)_6]_y \cdot zH_2O$. Катодная композиция предпочтительно включает $K_xM_1M_2M_3_{1-k}[M_2(CN)_6]_y \cdot zH_2O$ в количестве 35-99 % масс., одну или несколько электропроводящих добавок и один или несколько органических связующих компонентов. Анодная композиция включает неграфитизируемый углерод, одну или несколько электропроводящих добавок и один или несколько органических связующих компонентов, при этом содержание неграфитизируемого углерода составляет 35-99 % масс. В качестве электролита используют раствор соли KPF_6 или смеси KPF_6 с $K[N(SO_2F)_2]$ и/или $K[N(SO_2CF_3)_2]$ с концентрацией 0,1 М - 8 М в жидком органическом растворителе, предпочтительно в качестве растворителя используют диметилловый эфир диэтиленгликоля. Повышение стабильности характеристик зарядно-разрядного циклирования является техническим результатом изобретения. При разрядной емкости 100 $mA \cdot ч \cdot г^{-1}$ с сохранением более 89% обеспечивается до 300 зарядно-разрядных циклов.

СТРОИТЕЛЬСТВО

17. ПАНЕЛЬ, СОДЕРЖАЩАЯ ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ СЛОЙ И АРМИРУЮЩИЙ СЛОЙ

Патент RU № 2765139 от 25.01.2022 года, З.№ 2019132081 от 10.10.2019 года.
Конвенционный приоритет: 30.06.2010 EP 10167985. Патентообладатель Унилин, БВБА (BE) -E04C 2/22

Изобретение относится к панели для настила пола. Панель содержит полимерный композиционный слой и, по меньшей мере, армирующий слой для укрепления полимерного композиционного слоя, по меньшей мере, в плоскости панели. Армирующий слой изготовлен из материала, который отличен от материала полимерного композиционного слоя. Изобретение обеспечивает предоставление панели, включающей полимерный композиционный слой, в которой минимизируется деформация полимерного композиционного слоя в плоскости панели, т.е. чувствительность размеров панели к внешним условиям.

Формула изобретения

1. Панель (1) пола, содержащая соединительные устройства (8), образованные по меньшей мере на двух противоположных сторонах панели (1) пола для соединения прилегающих панелей пола друг с другом, при этом панель (1) содержит полимерный композиционный слой (2) и армирующий слой (3) для укрепления полимерного композиционного слоя (2), по меньшей мере, в плоскости панели (1), причем полимерный композиционный материал представляет собой смесь одного или более полимеров и неполимерного или частично полимерного материала, где армирующий слой (3) изготовлен из материала, который отличен от материала полимерного композиционного слоя (2), причем армирующий слой (3) тоньше полимерного композиционного слоя (2) и включен в полимерный композиционный слой (2), и где указанная панель включает по меньшей мере еще один другой армирующий слой, который расположен на расстоянии от армирующего слоя (3), включенного в полимерный композиционный слой (2).

2. Панель (1) пола, содержащая соединительные устройства (8), образованные по меньшей мере на двух противоположных сторонах панели (1) пола для соединения прилегающих панелей пола друг с другом, при этом панель (1) содержит полимерный композиционный слой (2) и армирующий слой (3) для укрепления полимерного композиционного слоя (2), по меньшей мере, в плоскости панели (1), причем полимерный композиционный материал представляет собой смесь одного или более полимеров и неполимерного или частично полимерного материала, где армирующий слой (3) изготовлен из материала, который отличен от материала полимерного композиционного слоя (2), причем армирующий слой (3) тоньше полимерного композиционного слоя (2) и включен в полимерный композиционный слой (2), и где к армирующему слою (3) добавлены связующие, такие как акрилат, этиленвинилацетат, полиуретан, поливиниловый спирт, поливинилацетат, поливинилхлорид или бутадиенстирол.

3. Панель (1) пола, содержащая соединительные устройства (8), образованные по меньшей мере на двух противоположных сторонах панели (1) пола для соединения прилегающих панелей пола друг с другом, при этом панель (1) содержит полимерный композиционный слой (2) и армирующий слой (3) для укрепления полимерного композиционного слоя (2), по меньшей мере, в плоскости панели (1), причем полимерный композиционный материал представляет собой смесь одного или более полимеров и неполимерного или частично полимерного материала, где армирующий слой (3) изготовлен из материала, который отличен от материала полимерного композиционного

слоя (2), причем армирующий слой (3) тоньше полимерного композиционного слоя (2) и включен в полимерный композиционный слой (2), и где толщина армирующего слоя (3) меньше 0,4 мм.

4. Панель (1) пола, содержащая соединительные устройства (8), образованные по меньшей мере на двух противоположных сторонах панели (1) пола для соединения прилегающих панелей пола друг с другом, при этом панель (1) содержит полимерный композиционный слой (2) и армирующий слой (3) для укрепления полимерного композиционного слоя (2), по меньшей мере, в плоскости панели (1), причем полимерный композиционный материал представляет собой смесь одного или более полимеров и неполимерного или частично полимерного материала, где армирующий слой (3) изготовлен из материала, который отличен от материала полимерного композиционного слоя (2), причем армирующий слой (3) тоньше полимерного композиционного слоя (2) и включен в полимерный композиционный слой (2), и где толщина участков полимерного композиционного слоя (2) на обеих сторонах армирующего слоя (3) является по существу равной.

5. Панель (1) пола, содержащая соединительные устройства (8), образованные по меньшей мере на двух противоположных сторонах панели (1) пола для соединения прилегающих панелей пола друг с другом, при этом панель (1) содержит полимерный композиционный слой (2) и армирующий слой (3) для укрепления полимерного композиционного слоя (2), по меньшей мере, в плоскости панели (1), причем полимерный композиционный материал представляет собой смесь одного или более полимеров и неполимерного или частично полимерного материала, где армирующий слой (3) изготовлен из материала, который отличен от материала полимерного композиционного слоя (2), причем армирующий слой (3) тоньше полимерного композиционного слоя (2) и включен в полимерный композиционный слой (2), и где неполимерный или частично полимерный материал представляет собой мел.

6. Панель (1) пола, содержащая соединительные устройства (8), образованные по меньшей мере на двух противоположных сторонах панели (1) пола для соединения прилегающих панелей пола друг с другом, при этом панель (1) содержит полимерный композиционный слой (2) и армирующий слой (3) для укрепления полимерного композиционного слоя (2), по меньшей мере, в плоскости панели (1), причем полимерный композиционный материал представляет собой смесь одного или более полимеров и неполимерного или частично полимерного материала, где армирующий слой (3) изготовлен из материала, который отличен от материала полимерного композиционного слоя (2), причем армирующий слой (3) тоньше полимерного композиционного слоя (2) и включен в полимерный композиционный слой (2), и где армирующий слой (3) содержит продольные волокна и поперечные волокна, проходящие в поперечном направлении по отношению к продольным волокнам.

7. Панель пола по п. 6, в которой волокна ориентированы перпендикулярно друг другу.

8. Панель пола по п. 6 или 7, в которой волокна скреплены друг с другом с помощью фиксирующих средств.

9. Панель пола по любому из пп. 6-8, в которой каждое продольное волокно содержит параллельные волокна, которые скреплены друг с другом вдоль волокон, и в них внедрены поперечные волокна, которые прослоены между параллельными волокнами при пересечениях параллельных волокон и поперечных волокон.

10. Панель пола по любому из пп. 6-9, в которой волокна выполнены из стекловолокна.

11. Панель пола по любому из пп. 1-10, в которой армирующий слой (3) изготовлен из одного куска.

12. Панель пола по любому из пп. 1-11, в которой армирующий слой (3) содержит слой волокон.

13. Панель пола по любому из пп. 1-12, в которой один или более полимеров содержат поливинилхлорид.

14. Панель пола по любому из пп. 1-13, в которой один или более полимеров содержат термопластичный материал.

15. Панель пола по любому из пп. 1-14, в которой на полимерном композиционном слое (2) обеспечена полимерная пленка с декоративным рисунком, напечатанным на ней.

16. Панель пола по п. 15, в которой полимерная пленка сплавлена с полимерным композиционным слоем (2).

17. Панель пола по любому из пп. 1-16, в которой ниже полимерного композиционного слоя (2) обеспечен защитный слой и скреплен с нижней стороной полимерного композиционного слоя (2).

18. Панель пола по любому из пп. 1-17, в которой соединительные устройства (8) образованы в полимерном композиционном слое (2), в который включен армирующий слой (3).

19. Панель пола по любому из пп. 1-18, в которой соединительные устройства (8) включают механическую замковую систему для соединения прилегающих панелей (1) в направлении, перпендикулярном поверхности панелей, и в направлении, параллельном поверхности и перпендикулярном соответствующей стороне панели пола.

ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

18. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент RU № 2768414 от 03.02.2022 года, З.№ 2020140785 от 10.12.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)" (RU) - G01N 25/20

Изобретение относится к области теплофизических исследований, определения комплекса теплофизических характеристик композиционных конструкционных и теплотехнических материалов на образцах полуцилиндрической формы. Устройство состоит из основания, подвижной и неподвижной прижимных планок нагревательного элемента, нагревательного элемента, имеющего полуцилиндрическую форму с увеличенной толщиной в зонах крепления нагревательного элемента, электроизолирующих пластин, узлов натяжения нагревательного элемента, полуцилиндрического образца, который установлен на внутренней поверхности нагревательного элемента, управляющей термодары, термодар, установленных на поверхности и внутри образца, защитных теплоизолирующих элементов с установленными в них нестационарными датчиками теплового потока, термодар, установленных в датчиках теплового потока, проводников, установленных на нагревательном элементе, защитных теплоизолирующих элементов боковых поверхностей образцов, нижнего и верхнего узлов подвеса образца в устройстве. Технический результат - возможность определения и повышение точности определения комплекса теплофизических характеристик исследуемых материалов на образцах полуцилиндрической формы.

МЕДИЦИНА

19. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИТНОГО НАНОПОКРЫТИЯ

Патент RU № 2765921 от 04.02.2022 года, З.№ 2021100656, 15.06.2018 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Нараяма" (RU) - А61L 27/08

Изобретение относится к области медицинской техники и может быть использовано в стоматологии и травматологии, в частности при создании дентальных имплантатов. Изобретение касается титанового дентального имплантата с биоактивным нанопокрытием на основе кальций-фосфатно-углеродного композита и способа его получения. Способ включает следующие этапы: а) печать имплантата на 3D-принтере из титана; б) обработку поверхности имплантата ускоренными до 1 кэВ ионами аргона при давлении $2-6 \times 10^{-2}$ Па с подачей отрицательного напряжения-смещения с постепенным увеличением его от 800 до 1500В в течение 1 ч; в) послойное напыление на основу имплантата многослойного покрытия, представляющего собой композит толщиной до 2 мкм, выполняемого в два этапа. Получаемый по изобретению имплантат характеризуется высокой биосовместимостью, бактерицидными свойствами, поскольку снижает выраженные дистрофические и некротические процессы живой ткани, повышенным уровнем прочности поверхности имплантата

ПОЗДРАВЛЯЕМ НАШИХ КОЛЛЕГ С ПОЛУЧЕНИЕМ НОВОГО ПАТЕНТА!

Данилов Е.А. (RU), Самойлов В.М. (RU), Каплан И.М. (RU), Романов Н.С. (RU)

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОРАСSEИВАЮЩЕГО АНИЗОТРОПНОГО КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И ТЕПЛОРАСSEИВАЮЩИЙ АНИЗОТРОПНЫЙ КОНСТРУКЦИОННЫЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Патент RU № 2765849 от 03.02.2022 года, З.№ 2021109555 от 07.04.2021 года. Патентообладатель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита **"НИИГрафит" (RU)** - С09К 5/00

Изобретение относится к теплоотсеивающим диэлектрическим полимерным композиционным материалам для различных отраслей электроники (микроэлектроника, вакуумные приборы, плазменные и лазерные технологии). Соответствующие теплоотсеивающие конструкционные материалы используются в том числе для изготовления радиаторов охлаждения и теплоотсеивающих корпусов. Предлагаемое решение относится к технологичным низкочастотным способам получения теплоотсеивающего анизотропного конструкционного диэлектрического композиционного материала, состоящего из гексагонального нитрида бора и терморезистивной фенолформальдегидной смолы в качестве полимерной матрицы, полученного методом жидкофазного смешивания, в т.ч. с использованием высокоскоростного механического диспергирования, с последующим удалением растворителя и одноосным прессованием в металлическую матрицу при температуре 120-180°C, в течение 60-90 мин, при давлении 40-80 МПа, с последующим охлаждением до комнатной температуры и механической обработкой. Теплоотсеивающий анизотропный

конструкционный диэлектрический композиционный материал имеет максимальную теплопроводность при измерении в направлении теплового потока, перпендикулярном оси приложения нагрузки при прессовании, 2,4-18,5 Вт/(м·К), минимальную теплопроводность при измерении в направлении теплового потока, параллельном оси

приложения нагрузки при прессовании, 1,5-10,0 Вт/(м·К), причем анизотропия теплопроводности (соотношение максимального и минимального значений теплопроводности во взаимно перпендикулярных направлениях) при любом способе реализации изобретения составляет 1,45 и более. Материал является диэлектрическим, причем его удельное электросопротивление при постоянном токе составляет не менее 109 Ом·см, а диэлектрическая проницаемость при частоте 1 кГц - не более 10, является конструкционным с пределом прочности при сжатии не менее 20 МПа и модулем упругости не менее 4,5 ГПа и может механически обрабатываться в изделия всеми традиционными способами, обладает высокими термическими свойствами. Теплоотражающий анизотропный конструкционный диэлектрический композиционный материал имеет при содержании наполнителя BN 50 об.% модуль упругости не менее 12,5 ГПа и предел прочности при сжатии не менее 60 МПа, тем самым он является пригодным для изготовления высоконагруженных

теплоотражающих конструкций. При содержании наполнителя BN 85 об.% имеет массовые потери образца при нагревании до 250°C методом термогравиметрического анализа менее 0,2%, а долговременная температурная стабильность составляет 422°C, коэффициент термического расширения не более $25 \cdot 10^{-6}$ К⁻¹, тем самым он является пригодным для охлаждения высокотемпературных электронных узлов в условиях значительных локальных перегревов.

