



**Реферативный Бюллетень  
Научно-Технической и  
Патентной Информации по  
Углеродным Материалам**

№ **7** - 2023 год



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ



ГИРЕДМЕТ  
РОСАТОМ



ВНИИХТ  
РОСАТОМ



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ

## Содержание №7 – 2023

<b>1. Волокна и композиты .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Углеродные волокна и ткани, углепластики.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Атомная и альтернативная энергетика .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Методы исследования. Сырье.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов .....</b>	<b>18</b>
<b>6. Обзор рынков и производства .....</b>	<b>21</b>
<b>7. Научно-популярные материалы, сообщения.....</b>	<b>23</b>
<b>8. Патенты.....</b>	<b>24</b>



*Составитель и редактор,  
перевод*  
Шишкова  
Ирина Васильевна  
[IVShishkova@rosatom.ru](mailto:IVShishkova@rosatom.ru)

*Раздел «Патенты»*  
Шульгина  
Людмила Николаевна  
[LNShulgina@rosatom.ru](mailto:LNShulgina@rosatom.ru)



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

*Основан в 1966 г. Выходит 12 раз в год*

## 1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

### 1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И ТКАНИ, УГЛЕПЛАСТИКИ

#### **1.1.1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АРМИРОВАНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ РАЗВЕРТОК НАМОТОК МОТАЛЬНЫХ ПАКОВОК ЗАДАННОЙ СТРУКТУРЫ**

Панин М.И., Гареев А.Р., Корчинский Н.А., Радайкин Д.А., Слюсарев А.А. // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. - №2 (204). – С.235-242

В статье проведен сравнительный анализ процессов формирования армирующих тканых и намоточных структур для получения плоских армирующих компонентов углерод-углеродных



а)



б)



в)

композиционных материалов специального назначения. Рассмотрены пути оптимизации процессов армирования углерод-углеродных композиционных материалов 2D и 2,5D с помощью разверток намоток заданной структуры.

Обоснованы способы формирования армирующих структур композитов с помощью разверток намоток заданных структур, а также возможности получения толстостенных композиционных материалов однопроцессным способом. Показано, что развертки с заданной степенью замыкания намотки, выполняемые из углеродных нитей по предлагаемой технологии, позволяют варьировать области их применения. Сомкнутые намотки с большой степенью замыкания могут широко использоваться в качестве армирующих компонентов самых плотнеемких композиционных материалов с высоким коэффициентом заполнения. Рис. *Базовые структуры намоток* (а –

*замкнутая намотка; б – сомкнутая намотка; в – спиралевидная намотка).*

#### **1.1.2. ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО УГЛЕПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ ПОЛИФЕНИЛЕНСУЛЬФИДА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ATL С ЛАЗЕРНЫМ НАГРЕВОМ**

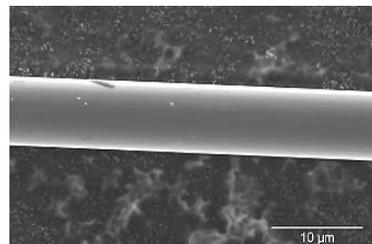
Дворянцев Д. Д., Саргсян А. С., Анисимов А. В. // Вопросы материаловедения. – 2023. – Т.114, №2. – С.125-135

Рассмотрен метод изготовления высокопрочного конструкционного углепластика из таупрега на основе полифениленсульфида марки PPS-214 (Fortran, Германия) и высокопрочного углеродного волокна AS4 (Hexcel, США) с помощью перспективной технологии переработки таупрегов ATL (*Automated Tape Laying*) с лазерным нагревом. Проведена адаптация технологии под изучаемый материал, изготовлены лабораторные макеты в виде плит, проведены физико-механические испытания лабораторных образцов. Качество распределения связующего и наличие дефектов оценено с помощью растровой электронной микроскопии. Исследовано влияние схем армирования, прессования и вакуумной термической обработки на повышение механических свойств исследуемого углепластика. Установлено, что образцы, прошедшие вакуумную термообработку, обладают более высоким уровнем механических свойств благодаря увеличению адгезии лент таупрега друг к другу и удалению образующихся при выкладке несплошностей. Значение предела прочности при межслойном сдвиге образцов, изготовленных с применением параллельно-диагональной схемы, увеличивается на 108% при изгибе – на 370% и на 65% при сжатии. Путем переработки таупрегов методом ATL с лазерным нагревом и последующей термической обработки изделий можно получать высокопрочные конструкционные материалы с повышенными физико-механическими свойствами.

### 1.1.3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОЙ МАТРИЦЫ, АРМИРОВАННОЙ ВТОРИЧНЫМ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ И ЧАСТИЦАМИ МАГНЕТИТА

Корнилицина Е.В., Лебедева Е.А., Астафьева С.А. // С.44-46

В данной работе представлены исследования образцов термопластичных композитов, наполненных частицами магнетита и извлеченным углеродным волокном. Химический состав магнетита был подтвержден методом рентгенофазового анализа. Результаты измерений электродинамических характеристик образцов композитов показали, что при совместном использовании углеродного волокна и магнетита наблюдается синергетический эффект, существенно повышающий эффективность экранирования. Рис. *SEM-изображение углеродного волокна, извлеченного из углепластика*



### 1.1.4. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ КЕРАМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ОБЗОР)

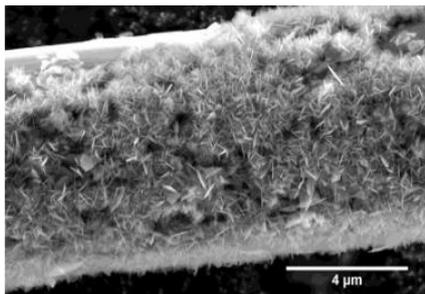
Гаршин А.П., Нилов А.С., Галинская О.О. // *Авиационные материалы и технологии.* – 2023. - №2 (71). – С.104-121

Проведены оценка современного уровня и путей повышения эксплуатационных характеристик керамоматричных композитов (КМК) с *SiC*-матрицей, перспективных для производства авиационных тормозных дисков, а также анализ физико-механических, теплофизических и триботехнических свойств КМК, структурно-технологических факторов, определяющих эксплуатационные характеристики фрикционных КМК. Установлено, что решение проблемы совершенствования фрикционных КМК должно основываться на оптимизации всего комплекса структурно-технологических факторов с учетом, как правило, их противоречивого влияния на свойства композита.

### 1.1.5. ДВУХСТАДИЙНАЯ МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА НАНОСТРУКТУРАМИ БЕМИТА

Трухинов Д.К., Лебедева Е.А., Астафьева С.А. // *Сборник материалов IX молодежной школы-конференции «Современные аспекты химии».* – 2022. – С.103-105

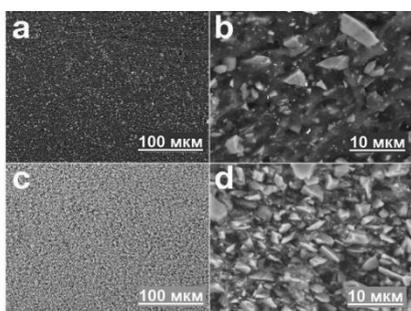
Рассмотрен способ повышения адгезионного взаимодействия между углеродным волокном и полимерной матрицей путем модифицирования поверхности волокна наноструктурами бемита. Химический состав нанесенного покрытия был подтвержден методом рентгенофазового анализа. Показано, что модификация углеродного волокна бемитом значительно улучшает прочностные характеристики композита на основе АБС пластика. Рис. *Углеродное волокно, модифицированное наночастицами бемита*



### 1.1.6. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСКРЕТНО-АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

Степашкин А.А. // Патент RU 2794758 С1. - 2023

Изобретение относится к области технологий создания композиционных материалов, а именно к способу формирования в композиционном материале матрицы на основе подвергнутого термическому старению и низкотемпературной карбонизации полимера. Способ получения дискретно-армированного композитного материала по изобретению включает следующие этапы: сушку исходных компонентов, включающих полимер, представляющий собой этиленвинилацетат, или эластомер, представляющий собой бутадиен-нитрильный каучук или его смесь с каменноугольным пеком; функциональный наполнитель, выбранный из карбида кремния, карбида вольфрама, нитрида титана и шунгитового наполнителя или их смесей с графитом, многостенными нанотрубками и техническим углеродом, и/или усиливающий наполнитель, выбранный из углеродных волокон или базальтовых волокон, и вспомогательный компонент, представляющий собой сшивающий агент и/или агент, управляющий протеканием процессов термической деструкции, при этом указанные компоненты распределены в 100 мас.ч. полимерной или эластомерной матрицы. Рис. *Микроструктура вулканизованных образцов (a, b) - степень наполнения 50 массовых частей SiC, (c, d) - степень наполнения 450 массовых частей SiC, распределенных в 100 мас.ч. полимерной матрицы*



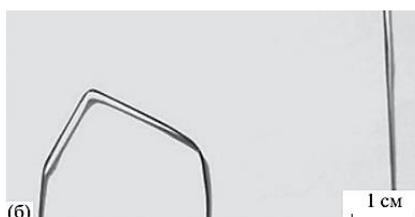
### 1.1.7. ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ТИПОВ КОМПОЗИТНОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Александрова Д.С., Егоров А.С., Комарова М.В. // Вестник Военного инновационного технополиса "Эра". – 2022. – Т.3, №1. – С.75-84

Протестировано аппретирование углеродного волокна композициями различной природы под высокотемпературные полимерные связующие. Для каждого аппретирующего состава подобрана рабочая концентрация. На основе аппретированного волокна получены образцы препрегов с различными связующими с высокими рабочими температурами. Качество полученных препрегов изучено при помощи метода сканирующей электронной микроскопии. С использованием полученных образцов препрегов наилучшего состава напечатаны образцы изделий при помощи метода послойного наплавления. Рис. *Образцы углеродного волокна после аппретирования, с разными технологическими свойствами.*



*Волокно с недостатком аппрета утратило свою компактность*



*Избыток аппрета делает волокно жестким и ломким*



*Достаточное количество аппрета позволяет волокну быть достаточно гибким, сохраняя компактность*

### **1.1.8. СМАЧИВАНИЕ КАПЛЯМИ ЖИДКОСТИ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВОЛОКОН РАЗЛИЧНОГО РАДИУСА**

Сяо Х.П., Чэнь Л., Ян Л. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63, №4 (374). – С.82-94

Теоретически изучено поведение капель жидкости, находящихся между волокнами. С использованием предложенной модели показано, что капля жидкости, находящаяся между волокнами, может иметь три равновесные формы: бочкообразную, форму моста и форму столба. Установлено, что для капель малого объема переход от формы столба к форме моста и наоборот является обратимым. Для капель большого объема возможны переходы двух типов: переход от формы столба к форме моста в случае волокон, расположенных на достаточно большом расстоянии друг от друга, и переход от формы моста к бочкообразной форме, а затем к форме столба в случае близкорасположенных волокон. Для капель большого объема исследовано явление гистерезиса при различных расстояниях между волокнами. Показано, что полученные результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными.

### **1.1.9. ВЛИЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО ВОЛОКНА $SiC$ В МЕТАЛЛОМАТРИЧНОМ КОМПОЗИТЕ НА ЕГО СТОЙКОСТЬ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ НАГРУЖЕНИИ**

Гольшев А.А., Долгова С.В. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63, №6 (376). – С.145-149

Предложена методика изготовления металлического композиционного материала из титанового сплава  $Ti64$ , армированного керамическими волокнами  $SiC$ , с использованием технологии поверхностной лазерной наплавки. Изучено влияние параметров лазерного воздействия на форму единичного трека. Проведены исследования стойкости формируемого композитного материала при высокоскоростном соударении. Показано, что для образца, армированного керамическими волокнами, глубина кратера в подложке на 37 % меньше, чем для образца из сплава  $Ti64$ .

### **1.1.10. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, НАПОЛНЕННОГО МОДИФИЦИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ**

Башлакова А.Л., Толстопятов Е.М., Шелестова В.А. // Полимерные материалы и технологии. – 2023. – Т.9, №1. – С.39-45

Выполненная работа является первой частью комплексного исследования, направленного на определение анизотропии электрических характеристик композита, полученного одноосным прессованием. Цель работы - изучение электрических характеристик композитов на основе политетрафторэтилена с наполнением измельченными углеродными волокнами в концентрациях 0-17 мас.% вдоль направления одноосного прессования. Исследованы электрические характеристики на переменном токе фторопластовых композиционных материалов с короткими углеродными волокнами, модифицированными в низкотемпературной плазме тлеющего разряда в среде фторорганических соединений. Волокна диаметром 7-10 мкм имели длину от 50 мкм до 200 мкм, а их концентрация в исследованных образцах составляла 0, 1, 3, 5, 7, 10 и 17 мас.%. Дисковые образцы диаметром 40 мм и толщиной 1,5 мм вырезаны из цилиндрического блока, полученного одноосным прессованием, с ориентацией плоскости перпендикулярно оси прессования.

### **1.1.11. НОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ПРЕКУРСОР УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА, АКРИЛАМИДА И АЛКИЛАКРИЛАТОВ**

Максимов Н.М., Томс Р.В., Балашов М.С. // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 2022. – Т.64, №5. – С.365-382

Впервые полимеризацией с обратимой передачей цепи под действием дибензилтретиокарбоната осуществлен контролируемый синтез терполимеров акрилонитрила с акриламидом и алкилакрилатом близкого состава с разными алкильными заместителями (метил, бутил, 2-этилгексил и лаурил). Исследование термического поведения терполимеров в инертной атмосфере позволило определить энергию активации ионной циклизации, составляющую ~80 кДж/моль и не зависящую от природы алкилакрилата. Механизм химических превращений в терполимерах при изотермическом нагревании при 250°C не отличается от известного для бинарных сополимеров акрилонитрил–акриламид и акрилонитрил–алкилакрилат. При этом скорость формирования полисопряженной структуры выше по сравнению с аналогичными терполимерами с акриловой кислотой. В ряду алкилакрилатов степень стабилизации изменяется следующим образом: метилакрилат < бутилакрилат ≈ 2-этилгексилакрилат < лаурилакрилат. Для синтезированных терполимеров определены концентрационные границы разбавленных, полуразбавленных и концентрированных растворов.

### **1.1.12. АНАЛИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ СТРУКТУР АРМИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЫБОР ОБЛАСТЕЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

Панин М.И., Гареев А.Р., Карпов А.П., Корчинский Н.А. // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. – 2023. - №2 (145). – С.15-28

Выполнен анализ текстильных структур и технологических решений по армированию композиционных материалов специального назначения. Рассмотрены пути оптимизации структур и процессов армирования композиционных материалов, подвергаемых высоким нагрузкам при их эксплуатации. Теоретически обоснованы способы упрочнения композитов с помощью различных намоток сомкнутой структуры, а также возможности получения изделий с максимальным коэффициентом заполнения композитов армирующим компонентом, в том числе и при создании углерод-углеродных композиционных материалов специального назначения. Показано, что для сохранения физико-механических свойств композиционных материалов требуется отдавать предпочтение однопроцессным способам формирования армирующих наполнителей, которые позволяют уменьшить число истирающих воздействий на волокно. Важным фактором для армирования и создания углерод-углеродных композиционных материалов намоткой является направление внешних осевых нагрузок, которые заранее известны. Во избежание разрушения верхних слоев структуры изделия от действия осевых сил паковку следует ориентировать так, чтобы силы сцепления нити препятствовали срыву (отслоению) несвязанных витков намотки. Показано, что однопроцессный способ формирования армирующего компонента композиционного материала намоткой обеспечивает минимальное истирающее (разрушающее) воздействие на нити в процессе их намотки на оправку.

### 1.1.13. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЕПЛАСТИКА С РАЗЛИЧНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Гулмадов И. И. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2023. - №3. – С.44-48

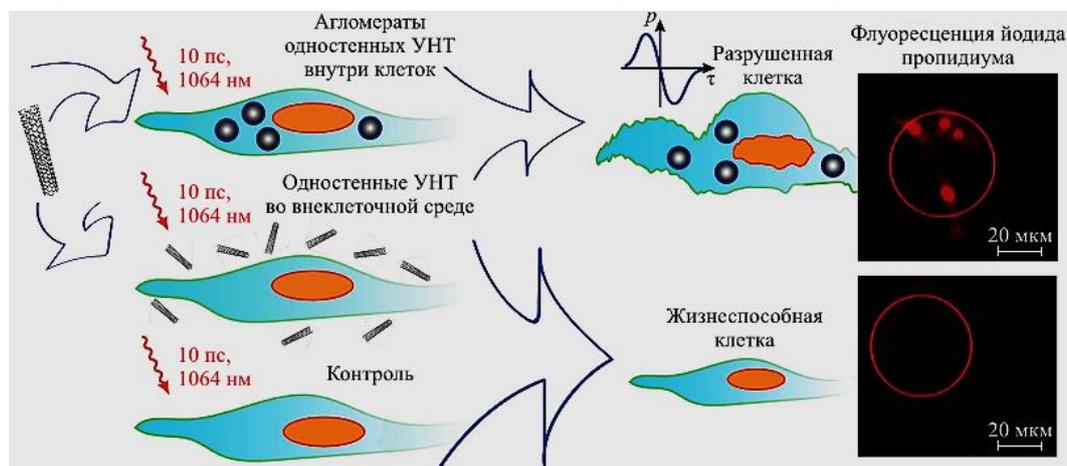
Экспериментально доказывается влияние модификаторов на прочностные характеристики углепластиков. Определены механические характеристики образцов в виде стержня из модифицированных углепластиков с разными углеродными наполнителями. Найдены значения предела прочности и модуля упругости при растяжении. Показано, что при модификации полимерных смол механические характеристики стержней из углепластика увеличиваются в два раза и больше относительно стальных сердечников и в полтора по сравнению с другими композиционными материалами.

### 1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА, СОРБЕНТЫ. УМ В МЕДИЦИНЕ

#### 1.2.1. АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ И ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И БИМЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Максименко С.А., Кулагова Т.А., Окотруб А.В. // Журнал Белорусского государственного университета. Физика. – 2022. - №2. – С.55-69

Представлен краткий обзор актуальных проблем прикладного электромагнетизма (беспроводная связь и защита информационных каналов от несанкционированного доступа, электромагнитная совместимость, биомедицина и др.), которые решаются за счет использования композиционных наноматериалов, в том числе на основе углеродных наноструктур. Подчеркнута важность прикладных разработок с применением механизмов тонкой настройки свойств углеродсодержащих структур, таких как функционализация, легирование, комплексообразование и гибридизация. Отмечена необходимость практического освоения новых методов создания композиционных и гибридных материалов с использованием 3D-печати, CVD и других химических технологий, а также новых видов композиционных материалов на основе пенообразных и губчатых структур, полых микро структур и структур «ядро - оболочка» с разным химическим составом, градиентных структур. Обзор содержит широкий перечень ссылок на оригинальные и обзорные публикации последних лет по исследованию и применению композиционных материалов на основе различных форм углерода. Рис. *Схема реализации эксперимента по фотоакустическому разрушению опухолевых клеток*



Флуоресценция йодида пропидиума  
клеток

### 1.2.2. АДСОРБЦИЯ *n*-АЛКАНОВ УГЛЕРОДНЫМИ АДСОРБЕНТАМИ ПРИ ДО- И СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

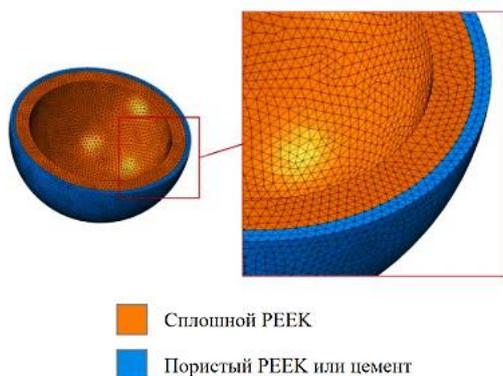
Прибылов А.А., Мурдмаа К.О. // Известия Академии наук. Серия Химическая. – 2022. - №6. – С.1173-1178

Исследована адсорбция метана, этана и пропана на микропористых углеродных адсорбентах МПУ-007 и ФАС-300 при температурах 303, 313, 323 и 333 К. Интервалы давлений для метана, этана и пропана составляли 0.1-40, 0.001-4.5 и 0.001-0.9 МПа соответственно. Структурные параметры адсорбентов (адсорбционный объем и эффективный размер пор) определены на основе теории объемного заполнения микропор. Для изученных адсорбционных систем измерены изотермы адсорбции, на основе которых рассчитаны изотермы избыточной адсорбции и изотермы адсорбции полного содержания. С учетом изотерм адсорбции полного содержания построены изостеры адсорбции, вычислены начальные и изостерические теплоты адсорбции. Этан и пропан адсорбируются с более высокими теплотами, чем метан, вследствие чего перспективно применение изученных адсорбентов в создаваемых системах селективного извлечения этана и пропана из потока природного газа. Начальные теплоты адсорбции хорошо согласуются с поляризуемостью молекул предельных углеводородов, и поэтому поляризуемости этих молекул и атомов адсорбента можно использовать для расчета теплот адсорбции.

### 1.2.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ИЗ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА

Маслов Л.Б.1, Дмитрюк А.Ю., Жмайло М.А. // Российский журнал биомеханики. – 2022. – Т.26, №4. – С.19-33

Разработка индивидуализированных конструкций имплантатов в кратчайшие сроки является актуальной проблемой персонализированной медицины, что обуславливает применение передовых цифровых технологий в биомедицине. Была разработана реалистичная конечно-элементная модель таза и исследовано напряженно-деформированное состояние костей таза и имплантатов при моделировании первичной и повторной операции эндопротезирования тазобедренного сустава. В ходе работы была проанализирована возможность применения персонализированной конструкции эндопротеза из полимерного материала - исследована возможность применения органического биосовместимого полимера полиэфирэфиркетона (РЕЕК) в качестве материала имплантата с точки зрения обеспечения необходимой прочности всей биомеханической конструкции. Еще одним преимуществом использования РЕЕК и его композиционных производных является переменная настраиваемая жесткость, которой обычно способствует добавка в виде углеродных волокон. При этом в зависимости от концентрации углеродных волокон физико-механические свойства композита на основе РЕЕК могут быть существенно изменены. Модуль упругости РЕЕК-композитов, армированных углеродными волокнами (РЕЕК/CF), может быть адаптирован для имитации свойств компактного костного вещества. Рис. *Конечно-элементная модель стандартной конструкции имплантата из полимерного материала*



жесткость, которой обычно способствует добавка в виде углеродных волокон. При этом в зависимости от концентрации углеродных волокон физико-механические свойства композита на основе РЕЕК могут быть существенно изменены. Модуль упругости РЕЕК-композитов, армированных углеродными волокнами (РЕЕК/CF), может быть адаптирован для имитации свойств компактного костного вещества. Рис. *Конечно-элементная модель стандартной конструкции имплантата из полимерного материала*

### **1.2.4. ФОРМОВАННЫЙ АКТИВНЫЙ УГОЛЬ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО СВЯЗУЮЩЕГО, ПОЛУЧЕННОГО ПУТЕМ ОБРАБОТКИ ГУДРОНА СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ**

Кугатов П.В., Ивашкина Е.А., Жирнов Б.С. // Кокс и химия. - №5. – С.28-32

В работе предложен способ получения углеродного адсорбента в виде экструдатов на основе гудрона и различных углеродных наполнителей. Для получения гранул сорбента навеску гудрона растворяли в избытке гептана, при непрерывном перемешивании раствора добавляли наполнитель, далее концентрированную серную кислоту. После образования связующего материала из гудрона отделяли твердый продукт; из образовавшейся пасты экструдировали «зеленые» гранулы, которые подвергали карбонизации и последующей активации водяным паром. Определены соотношения, позволяющие получать углеродные гранулы с наилучшими показателями поверхности (до 900 м<sup>2</sup>/г) и механической прочности: массовое соотношение гудрон/наполнитель 0,5:1, кислота/гудрон - 1:1. При использовании двух различных наполнителей (скорлупа грецкого ореха и кокс на основе гудрона) показано различие формирования микро-, мезопористой структуры углеродных гранул после активации: образцы на основе кокса дают более однородную микропористую структуру с меньшим содержанием мезопор. Благодаря возможности строго контролировать параметры процесса на стадии формования (свойства гудрона, соотношение компонентов) данная методика позволяет получать углеродные гранулы со стабильными характеристиками (удельная поверхность, механическая прочность).

### **1.3. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ**

#### **1.3.1. АРМИРОВАННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННЫМ СПОСОБОМ СОВМЕЩЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ**

Кадыкова Ю.А., Левкина Н.Л., Калганова С.Г. // Полимерные материалы и технологии. – 2022. – Т.8, №4. – С.41-47

Цель работы - разработка полимерных композиционных материалов на основе фенолформальдегидного связующего и содержащих базальтовые волокна с внедрением высокоэффективной технологии поликонденсации для объединения компонентов. В представленной работе показана эффективность применения поликонденсационного метода объединения компонентов, заключающегося в пропитке армирующего наполнителя смесью мономеров - фенола и формальдегида (в соотношении 1 : 1,4), в присутствии щелочного катализатора - гидроксида натрия. Доказано, что физико-химические и механические свойства базальтопластиков, полученных из препрегов, сформированных методом поликонденсационного объединения компонентов, значительно превосходят аналогичные свойства композитов на основе препрегов, полученных традиционным способом пропитки нитей готовой смолой. Таким образом, твердость по Бринеллю увеличивается на 12%, разрывное напряжение при изгибе - на 19%, модуль упругости при изгибе - на 17%, а водопоглощение снижается более чем на 35%.

### 1.3.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСИЛЕНИЮ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ *FIBARM*

Желнинский В.А., Макаров О.В., Микуляк И.Р. // Инновации и инвестиции. – 2023. - №4. – С.478-480

В большинстве построенных зданий и сооружений в качестве основного материала используется железобетон. Выбор обусловлен высокими механическими и деформационными характеристиками, связанными с совместной работой бетона и арматуры. Однако железобетонные конструкции, как и любые другие, подвержены воздействиям различного характера. Усиление строительных конструкций - одна из важнейших составляющих строительного процесса, которая обеспечивает поддержание эксплуатационных характеристик, а также увеличивает прочность конструкции. В работе рассмотрены способы усиления и гидроизоляции горизонтальных конструкций гаража при помощи гидроизоляционных материалов проникающего действия и адгезивов. Были даны практические рекомендации по осуществлению процесса ремонтных работ в условиях образования высолов.

### 1.3.3. УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ракова А.В. // Сборник докладов Национальной конференции с международным участием. «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской Академии Наук». – 2022. – С.282-285

Возрастающая потребность в работах по усилению конструкций, увеличение их трудоемкости и цены привело к разработке новых технологий с применением современных строительных материалов. В качестве альтернативы предлагается использовать композиционные материалы на основе высокопрочных углеродных волокон.

Значительный опыт применения углеродного волокна в аэрокосмической и авиационной промышленности позволил внедрить его в строительную отрасль. Благодаря высоким показателям композитные материалы получили быстрое распространение в строительной индустрии по всему миру [1].



### 1.3.4. МЕТОД УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ УГЛЕВОЛОКНОМ

Агапов А.А. // Сборник докладов Национальной конференции с международным участием. «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской Академии Наук». – 2022. – С.13-17

Усиление конструкций углеволокном является одним из самых современных методов. Результатом его использования является повышение прочностных характеристик конструкции, в том числе при чрезвычайных нагрузках, увеличение срока эксплуатации и надежности здания без применения тяжелых армирующих конструкций, металлических и железобетонных бандажей и обойм, что делает его применение одним из наиболее практичных и популярных способов усиления конструкций.

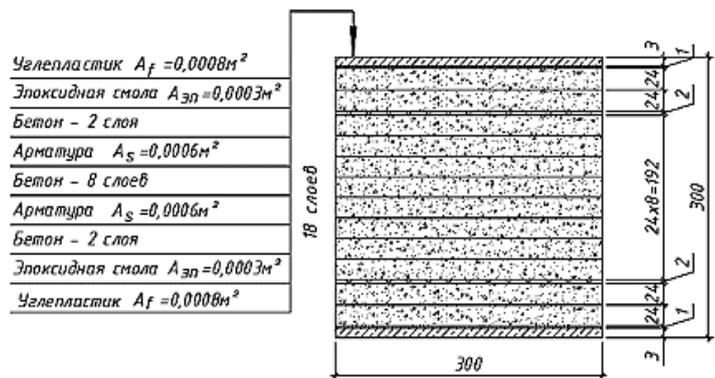


### 1.3.5. РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Подшивалов И.В. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2023. – Т.25, №3. – С.120-127

Цель работы состоит в расчетном обосновании способа усиления железобетонных стропильных ферм с учетом обнаруженного коррозионного повреждения арматуры и наличия продольных трещин в защитном слое бетона шириной раскрытия в несколько миллиметров. Расчетное обоснование способа усиления железобетонных стропильных ферм выполнено моделированием их напряженно-деформированного состояния в ПК MicroFe с созданием расчетной модели в пространственной системе с учетом выявленных повреждений железобетонных конструкций и разработанного технического решения по усилению стропильных ферм. Расчетным путем обосновано усиление нижнего пояса железобетонных стропильных ферм полимерным волокном с использованием двух расчетных схем - из сталежелезобетонного элемента и из элемента в виде слоистого материала с последующим сравнением полученных результатов.

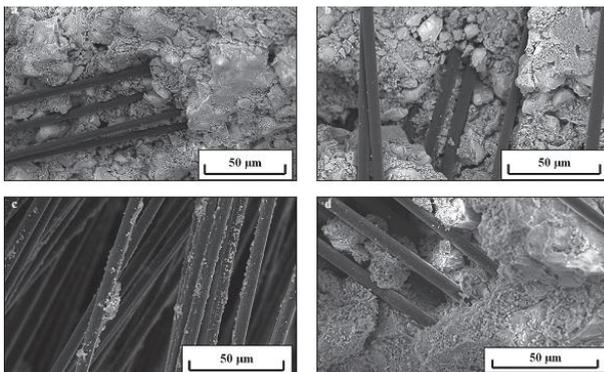
Представлена стадия эксплуатации здания после проведения усиления нижнего пояса ферм полимерным волокном. Волокно состоит из углепластика (ламината) с расчетной прочностью, модулем упругости, предельной деформацией растяжения, толщиной слоя и плотностью. Рис. *Расчетная схема поперечного сечения нижнего пояса ферм в виде слоистого материала*



### 1.3.6. ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ АДГЕЗИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ "ЦЕМЕНТНАЯ МАТРИЦА-АРМИРУЮЩЕЕ ВОЛОКНО" В КОМПОЗИТАХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ 3D-ПЕЧАТИ

Славчева Г.С., Артамонова О.В., Котова К.С. // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. – 2023. – Т.15, №2. – С.124-133

В рамках решения задачи создания нового класса материалов для строительных аддитивных технологий - цементных композитов, армированных высокопрочными волокнами, - в работе представлены результаты экспериментальных исследований прочности адгезионного соединения цементных матриц и армирующих волокон, отличающихся химическим составом,



диаметром и прочностью на разрыв. Исследования реологических характеристик цементных систем проводились методами сдвиговой и сдвигающей реометрии, методика микромеханических испытаний определения прочности адгезионного соединения «цементная матрица - армирующее волокно» основана на тесте *pull-up* - выдергивании волокна из слоя цементной матрицы, после проведения испытаний на выдергивание для всех исследованных систем произведена оценка

микроструктуры поверхности контакта «цементная матрица-армирующее волокно» с использованием сканирующего электронного микроскопа. Рис. *Микрофотографии адгезионного соединения в композитах "цементная матрица-армирующее волокно" с различными модификаторами вязкости модификаторы. а) C+W+SP; б) K+B+СП+МКЛ; в) C+W+SP+(XG+TPPh); г) C+W+SP+CNA*

### **1.3.7. ПРИМЕНЕНИЕ ФИБРОБЕТОНА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Клюев С.В., Клюев А.В., Золотарева С.В. // IV Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Современные проблемы материаловедения». – 2023. – С.145-154

В статье рассматривается актуальность применения дисперсно-армированного бетона. Выделены основные достоинства и особенности фибробетона. Представлены примеры строительных объектов из фибробетона. Проведена оценка влияния различных волокнистых материалов на свойства бетонных смесей для 3D печати.

## **2. АТОМНАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

### **2.1. СТАБИЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО НОСИТЕЛЯ ПОВЕРХНОСТНЫМ КИСЛОРОДОМ ПО ОТНОШЕНИЮ К ДИОКСИДУ АЗОТА В МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ Pd/ВОПГ**

Смирнов М.Ю., Калинин А.В., Бухтияров В.И. // Кинетика и катализ. – 2023. – Т.64, №3. – С.336-344

В работе с использованием метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) исследовано влияние предварительной окислительной обработки поверхности носителя на характер взаимодействия NO<sub>2</sub> с модельными системами, приготовленными напылением палладия на высоко ориентированный пиролитический графит (ВОПГ). Установлено, что для образцов Pd/ВОПГ с атомным отношением [O]/[C] ≤ 0.0035 наблюдается окисление углеродного носителя с разрушением его структуры на глубину 10–15 графеновых слоев. Частицы палладия остаются при этом в металлическом состоянии и внедряются в приповерхностный слой носителя из-за глубокого окисления прилегающих атомов углерода. При атомном отношении [O]/[C] ≈ 0.01–0.02 направление взаимодействия кардинально изменяется. В таком случае носитель остается стабильным, а частицы палладия окисляются с образованием оксида. Полученный результат объясняет высокую устойчивость нанесенных палладиевых катализаторов, приготовленных с использованием углеродного носителя Сибунит в реакциях окислительного катализа.

### **2.2. УГЛЕРОДНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ КАК МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Прокопович К. В. // Сборник статей аспирантов и молодых ученых «XXXVI Международные плехановские чтения». – 2023. – С.606-610

В статье рассмотрены способы получения и применения углеродных квантовых точек (УКТ). Представлены результаты получения УКТ методом микроволнового синтеза, проведена характеристика их оптических свойств и функциональной поверхности.

### **2.3. КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИЛИЦИРОВАННОГО ГРАФИТА В УСЛОВИЯХ ДЕЗАКТИВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Красильников А.Я., Ряпосов А.В. // Атомная энергия. – 2022. – Т.132, №4. – С.242-244

В радиохимической отрасли применяются дезактивирующие растворы, высокая химическая активность которых приводит к коррозии конструкционных материалов оборудования. В настоящем сообщении приведены результаты исследований на стойкость силицированного графита в растворах щелочей и кислот. Приведены предварительные результаты об удовлетворительной стойкости материала в щелочи.

## **3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН**

### **3.1. ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ МИКРОВОЛНОВОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Заритовский А.Н., Котенко Е.Н., Глазунова В.А. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2022. - №3 (49). – С.89-97

Рассматриваются вопросы микроволнового каталитического синтеза углеродных наноструктур. Изучено влияние характера предшественника кобальтового катализатора и реакционной среды на процесс синтеза и на морфологические характеристики образующихся продуктов. Проведено исследование структурных характеристик продуктов синтеза методом рентгенофазового анализа. Микроструктура и морфология полученных наноуглеродных структур исследованы методом просвечивающей электронной микроскопии.

### **3.2. ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СВОЙСТВА ЭМАЛЕЙ**

Кищук П.С. // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина // 2022. - №3 (37). – С.57-60



Рассмотрены свойства эмалей различного состава без добавления углеродных нанотрубок и с добавлением. Приведено сравнение значений таких параметров, как блеск, твёрдость, эластичность, коэффициент теплового излучения, коэффициент поглощения солнечной радиации. Показана необходимость дополнительного оснащения рабочих мест при необходимости использования ультразвука для обработки нанотрубок.

Рис. *Стеклянные образцы с эмалью ЭП-51*

*а – без УНТ;*

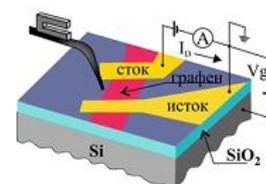
*б – с содержанием УНТ 0,5% масс.;*

*в – с содержанием УНТ 0,5% масс. после обработки ультразвуком.*

### 3.3. ФОТО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ 2D-МАТЕРИАЛОВ ЧАСТЬ III. ФОТОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА, ГРАФЕНОПОДОБНЫХ И РОДСТВЕННЫХ МОНОАТОМНЫХ 2D-НАНОМАТЕРИАЛОВ

Попов В.С., Пономаренко В.П., Попов С.В. // Успехи прикладной физики. – 2022. – Т.10, №2. – С.144-169

Описаны механизмы возникновения фотосигналов, архитектура и основные параметры фотосенсоров на основе монокристаллических 2D-материалов элементов III, IV, V и VI групп главных подгрупп таблицы Менделеева, таких как графен и графеноподобные материалы, силицен, германен, черный фосфор, твердые растворы черный фосфор-мышьяк, антимонен, висмутен, теллуриден, борфен и гетероструктуры, содержащие 2D-материалы, в том числе совместно с другими материалами пониженной размерности, а также фотосенсоры с использованием плазмонных наноплазмонных антенн. Рис. *Полевой транзистор на основе графена*



### 3.4. ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВА ФОРМИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕР/УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Козлов Г.В., Долбин И.В. // Известия Высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2022. – Т.65, №1. – С.38-43

Используемые в настоящее время многочисленные методы обработки полимерных наноконкомпозитов определяют разные условия переработки и свойства конечного продукта. Аналитически условия обработки указанных наноматериалов можно описать в рамках фрактального анализа использованием размерности (фрактальной или евклидовой) пространства, которое реализуется для расплава наноконкомпозита при данном методе обработки. В свою очередь, указанная размерность пространства определяет структуру нанонаполнителя в полимерной матрице, которая является единственным фактором, контролирующим свойства конечных наноматериалов при прочих фиксированных характеристиках. Было обнаружено, что размерность пространства формирования структуры нанонаполнителя равна размерности каркаса частиц (агрегатов частиц) нанонаполнителя, т.е. в рассматриваемом случае – агрегатов углеродных нанотрубок. Показано, что повышение указанной размерности приводит к увеличению фрактальной размерности агрегатов нанонаполнителя, что дает положительный эффект для свойств конечных наноконкомпозитов.

### 3.5. ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА СИЛИКОНОВОЙ РЕЗИНЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Кулик В.М. // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63, №5 (375). – С.178-184

Проведено исследование изменения динамических вязкоупругих свойств силиконовой резины при добавлении малой доли (0,05; 0,10 %) однослойных углеродных нанотрубок. В области линейной деформации выполнены измерения модуля упругости и коэффициента потерь. Установлено, что добавление нанотрубок и старение материалов приводят к увеличению модуля упругости, а коэффициент потерь может как увеличиваться, так и уменьшаться.

#### 4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

##### 4.1. ВЛИЯНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ $CL...π$ НА АДсорбЦИЮ ХЛОРУГЛЕВОДОРОДОВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ НА ГРАФИТИРОВАННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ САЖЕ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

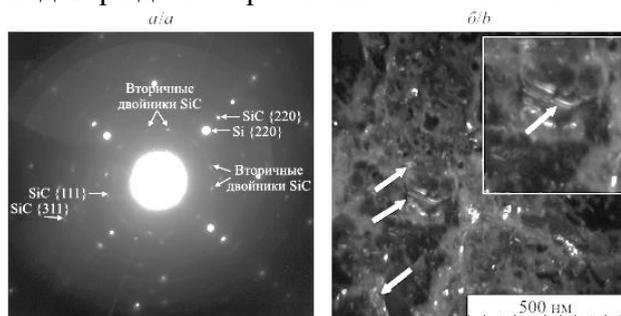
Яшкин С.Н., Дмитриев Д.Н., Яшкина Е.А. // Известия Академии наук. Серия Химическая. – 2022. - №6. – С.1878-1889

Методом равновесной газо-адсорбционной хроматографии на колонках с графитированной термической сажой в области предельно низких концентраций адсорбата в газовой фазе (область Генри) определены термодинамические характеристики адсорбции молекул углеводородов линейного, плоского и каркасного строения, а также изоструктурных им хлорпроизводных. Для плоских молекул метилбензолов и хлорбензолов вклады близких по поляризуемости метильных групп и атомов хлора в теплоту адсорбции совпадают. Однако при адсорбции молекул объемного строения замена метильных групп на атомы хлора приводит к увеличению теплот адсорбции в среднем на 4 кДж•моль<sup>-1</sup>. Возможной причиной различий теплот адсорбции объемных углеводородов и изоструктурных им хлорпроизводных является то, что на дисперсионные взаимодействия, характерные для адсорбции на графитоподобных адсорбентах, накладываются индукционные взаимодействия  $R-Cl...π$ (графит). Обнаруженные индукционные взаимодействия обусловлены особенностями ориентации полярных связей  $R-Cl$  в объемных молекулах адсорбатов относительно плоской поверхности графита в состоянии адсорбционного равновесия.

##### 4.2. ФОРМИРОВАНИЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ $3C-SiC$ НА $Si$ МЕТОДОМ БЫСТРОЙ ВАКУУМНО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Лобанок М.В., Прокопьев С.Л., Моховиков М.А. // Журнал Белорусского государственного университета. Физика. – 2022. - №2. – С.79-86

Представлены результаты исследования структуры и фазового состава эпитаксиальных слоев карбида кремния ( $SiC$ ), сформированных на кремниевых подложках с ориентацией (100) при быстрой вакуумно-термической обработке. Методами просвечивающей электронной микроскопии установлено образование эпитаксиальных слоев кубического политипа  $SiC$  ( $3C-SiC$ ) на кремнии в процессе карбидизации при 1100°C в течение 30 с при использовании в качестве источника углерода газовой смеси пропана (10%) и аргона (90%). Обнаружено формирование монокристаллического  $3C-SiC$  с поликристаллическими включениями и двойниками по всем возможным плоскостям {111}. Достаточно узкая полоса 793 см<sup>-1</sup> поперечной оптической фононной моды  $SiC$  в спектре комбинационного рассеяния света подтверждает образование  $3C-SiC$ . Отмечено, что наличие спектральной линии 180 см<sup>-1</sup> и полуширина полосы 793 см<sup>-1</sup> в спектре комбинационного рассеяния света свидетельствуют о присутствии дефектов деформации в  $SiC$ . Рис. ПЭД-



микротография (а) и ПЭМ-изображение в темном поле (б) эпитаксиального слоя  $SiC$ , выращенного на лицевой стороне подложки  $Si$  (100) при 1100 °C в течение 30 с

### **4.3. ОКИСЛЕНИЕ ГРАФИТА ДИОКСИДОМ АЗОТА ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПРИ УЧАСТИИ НАНОЧАСТИЦ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ**

Смирнов М.Ю., Калинин А.В. // Кинетика и катализ. – 2023. – Т.64, №1. – С.3-20

В работе представлен обзор результатов, полученных при исследовании взаимодействия  $NO_2$  с модельными системами, приготовленными вакуумным напылением платиновых металлов на поверхность высоко ориентированного пиролитического графита (М/ВОПГ, М = *Pt, Pd, Rh*), при комнатной температуре и давлении  $10^{-6}$ – $10^{-4}$  мбар. Особое внимание было сосредоточено на установлении химического состояния частиц нанесенного металла и углеродного носителя с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Перед обработкой в  $NO_2$  образцы М/ВОПГ были охарактеризованы методами сканирующей туннельной и/или растровой электронной микроскопии (СТМ и РЭМ). При взаимодействии с  $NO_2$  нанесенные палладий и родий оставались в металлическом состоянии и при этом проявляли каталитическую активность в окислении графита. Процесс сопровождался разрушением структуры  $\geq 10$ -15 графеновых слоев с внедрением частиц металла вглубь углеродного носителя.

### **4.4. ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНОГО ГРАФИТА И СПОСОБА СИНТЕЗА НА ПОРИСТУЮ СТРУКТУРУ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА**

Кравцов А.В., Шорникова О.Н., Булыгина А.И. // Журнал физической химии. – 2022. – Т.96, №12. – С.1797-1804

Изучено влияние степени окисления графитовой матрицы в широком диапазоне значений номера ступени интеркалированных соединений графита, приготовленных из природного чешуйчатого графита одной марки, используемого интеркалята и размера частиц исходного графита на параметры микро-, мезо- и макропористой структуры с применением более точного метода описания *2D-NLDFT-HS* изотерм низкотемпературной адсорбции/десорбции азота.

### **4.5. ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ГРАФИТА В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Находнова А.В., Данилов Е.А., Гончарова Н.Н. // Известия Высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2022. – Т.65, №7. – С.115-121

В настоящей работе проведена оценка эффективной энергонапряженности, мощности и плотности потока механической энергии ультразвукового излучения, которая передается установками с различной мощностью с цилиндрическими излучателями с различной площадью поперечного сечения (от 0,2 до 1,76 см<sup>2</sup>), а также излучателем грибовидной формы (площадью 1,76 см<sup>2</sup>) при измельчении естественного графита в водных суспензиях. Измерения проводились калориметрическим методом по скорости нагрева жидкости. Было показано, что с уменьшением поперечного сечения ультразвукового излучателя, эффективная мощность передаваемых ультразвуковых механических колебаний увеличивается. С использованием метода лазерной дифракции, а также кондуктометрии и турбидиметрии суспензий, использованных в качестве интегральных методов исследования, получены зависимости средних размеров частиц, электропроводности и мутности водных суспензий естественного графита от эффективной мощности ультразвукового излучения для двух установок с различной акустической мощностью при времени обработки 1 и 6 ч.

## **5. ПОЛИМЕРЫ. АЛМАЗЫ. ДРУГИЕ ВИДЫ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **5.1. СОВРЕМЕННЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АВИАСТРОЕНИЯ (ОБЗОР)**

Старцев В.О., Антипов В.В., Славин А.В. // Авиационные материалы и технологии. – 2023. - №2 (71). – 122-144

Стратегические направления развития разработок НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ направлены на решение проблемы импортозамещения и создания перспективных материалов с улучшенными показателями. В обзоре сопоставлены механические показатели, зависящие от выбора наполнителей и связующих, для стеклопластиков, углепластиков, органопластиков и клеевых препрегов. Показано, что значения модулей упругости и пределов прочности при растяжении, сжатии, изгибе, межслойном сдвиге новых материалов не уступают значениям аналогичных характеристик для лучших зарубежных материалов-аналогов и обеспечивают главные потребности отечественного авиастроения.

### **5.2. АНТИСТАТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Юдаев П.А., Тамбура Б., Чистяков Е.М. // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. – 2023. – Т.15, №2. – С.139-151

В связи с растущим спросом к условиям жизни и работы в гражданском и промышленном строительстве возрастает необходимость в качественных строительных материалах, обладающих требуемым набором эксплуатационных свойств. Полимерные армированные композиционные материалы являются перспективными материалами в строительной индустрии благодаря их высокой прочности, долговечности, надежности и экономичности. Проводящие ионные жидкости, металл и металл оксидные наночастицы, углеродные нанотрубки, графен оксидные наноллисты, проводящие полимеры (полианилин, политиофен, полипиррол) и поверхностно-активные вещества. используются в качестве добавок к полимерным покрытиям, придающим им с антистатическими свойствами. В настоящей обзорной статье приведены достоинства и недостатки антистатических добавок для полимерных материалов, применяемых в промышленности и в строительной индустрии.

### **5.3. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ БИОПОЛИМЕРОВ НА МОРФОЛОГИЮ ОРГАНИЧЕСКИХ И УГЛЕРОДНЫХ АЭРОГЕЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ**

Паламарчук И.А., Горшкова Н.А., Бровко О.С. // Сверхкритические флюиды: Теория и практика. – 2022. – Т.17, №3. – С.37-50

На основе двухкомпонентных гидрогелей альгинат натрия-хитозан (АЛ№-ХТ) и лигносульфонат натрия-хитозан (ЛС№-ХТ) с применением сверхкритических флюидных технологий и карбонизации получены органические и углеродные аэрогели. Изучено влияние режима замены растворителя на ацетон в гидрогелях на текстурные свойства аэрогелей на их основе. Показано, что динамический режим замены растворителя в двухкомпонентных гидрогелях позволяет сократить продолжительность процесса в шесть раз и значительно

снизить расход ацетона по сравнению с проведением замены растворителя в статическом режиме, а также сохранить развитую пористую структуру материала. Удельная поверхность органических аэрогелей АЛ№-ХТ и ЛС№-ХТ составляет 100 и 260 м<sup>2</sup>/г, а полученных из них углеродных аэрогелей - 438 и 868 м<sup>2</sup>/г, соответственно. Методами сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии установлено, что надмолекулярная структура синтезированных органических и углеродных аэрогельных наноматериалов является кластерной.

#### **5.4. ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПОЛНЕННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЛОКАЛЬНЫХ БИНАРНЫХ ШАБЛОНОВ**

Минакова Н.Н. // Ползуновский вестник. – 2023. - №1. – С.230-236

Резистивные полимерные композиционные материалы применяются в электроэнергетике, электрофизике и т.д. Неоднородная структура таких материалов, определяющая их свойства, затрудняет прогнозирование характеристик. Поэтому актуален поиск новых подходов к оценке свойств резистивных полимерных композиционных материалов. Рассматриваются резистивные полимерные композиционные материалы на основе каучуков с модификацией поверхности технического углерода, в которые свойства во многом формируются за счет регулирования степени агломерирования технического углерода и межфазных взаимодействий между электропроводящим и связующим компонентами. Предложена оценка действия этих эффектов на структуру материалов по гистограммам текстур изображения макроструктуры с использованием метода локальных бинарных шаблонов. Применялись одноканальная и трехканальная (модель RGB) гистограммы.

#### **5.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ**

Волков С.С., Бигус Г.А., Ремизов А.Л. // Сварка и диагностика. – 2022. - №4. – С.32-36

Определена принципиальная возможность соединения композиционных материалов на полимерной основе с помощью ультразвуковой сварки. Опробована ультразвуковая сварка конструкций, состоящих из нескольких слоев полимерных композиционных материалов. Разработаны технологические способы, обеспечивающие сохранения или восстановление исходной ориентационной направленности полимерного связующего, входящего в композит.

#### **5.6. СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Сорокин А.Е., Сагомонова В.А., Петрова А.П. // Клеи. Герметики. Технологии. – 2022. - №1. – С.15-22

Рассмотрены свойства термопластичных связующих, используемых в составе полимерных композиционных материалов. Показано, что в качестве основы связующих могут быть использованы полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, политетрафторэтилен, полиэтилентерефталат, полиэтиленоксид, полифениленсульфид, полиамиды и полиимиды. Приведено сравнение свойств связующих на основе термопластичных и терморезистивных матриц.

### **5.7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ И ВОЛОКНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ**

Гусев Е.В., Набойщикова Н.А., Агеева Т.А. // Известия Высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2022. – Т.65, №6. – С.58-63

Приведены рациональные составы полимерного композиционного материала и его технологические аспекты получения технических изделий машиностроительного назначения на основе твердых резольных и новолачных фенолоформальдегидных смол и дисперсного волокнистого наполнителя, полученного переработкой отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Определены и апробированы способы и режимы технологических стадий: подготовки сырьевых материалов и их смеси, пластификации полимерно-наполненной смеси и горячего формования (прессования) изделий. Приведено аппаратурно-технологическое оформление технологических стадий получения полимерного композиционного материала с качественными характеристиками и рекомендациями по повышению свойств композита. Установлены закономерности физико-механических свойств (при растяжении, изгибе, ударной вязкости, степеней водо- и маслопоглощения) композитов от содержания наполнителя при рекомендуемых технологических параметрах термопрессования (температура 170°C, удельное давление 20 МПа, время выдержки 1 мин на 1 мм толщины изделия).

### **5.8. УТОЧНЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ МОДУЛЯ МЕЖСЛОЙНОГО СДВИГА ПО ПОПРАВКЕ К ПРОГИБУ ОБРАЗЦОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Полилов А.Н., Власов Д.Д., Татусь Н.А. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2023. – Т.89, №3. – С.57-69

В полимерных волокнистых композитах (углепластики, стеклопластики) сдвиговые и межслойные характеристики, в отличие от металлов, играют определяющую роль в процессах деформирования и разрушения. В связи с этим разрабатывались специальные методы определения межслойной прочности при изгибе короткой балки и модуля межслойного сдвига - по поправке к прогибу. В то же время принятые гипотезы о распределении касательных напряжений, например по формуле Журавского, являются простейшими и не позволяют с высокой точностью определить поправку и рассчитать модуль сдвига. Потенциально использование вместо простейшего параболического распределения решения Сен-Венана - Лехницкого для ортотропной балки позволяет учесть все касательные напряжения, возникающие в балке, а также их распределение по ее высоте и ширине, что должно повысить точность определения поправки к прогибу, а следовательно, и модуля межслойного сдвига. Поскольку строгое решение представлено в рядах гиперболических функций, практическое использование его сильно затруднено.

### **5.9. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Зюзин А.М., Карпеев А.А., Янцен Н.В. // Журнал технической физики. – 2022. – Т.92, №6. – С.829-837

Исследовано влияние температуры на электрофизические характеристики полимерных композитов на основе матрицы из этиленвинилацетата, наполненных техническим углеродом для нескольких циклов нагревания-охлаждения. Установлено, что наиболее заметная

трансформация температурных зависимостей удельного сопротивления  $\rho(T)$  после первого цикла нагревания-охлаждения происходит в образцах композита, насыщенных пероксидом. Насыщение композита пероксидом и происходящая сшивка макромолекул приводит к  $N$ -образному характеру зависимости  $\rho(T)$ . Возникновение гистерезиса  $\rho(T)$  и его характер свидетельствуют о том, что в исследованных композитах процесс кристаллизации полимерной матрицы оказывает существенно меньшее влияние на деструкцию проводящей сетки, сформированной в результате агломерации частиц технического углерода, по сравнению с процессами, сопровождающими плавление.

## **6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА**

### **6.1. КАРБОН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ И АВТОСПОРТЕ**

Шендеров А.Л. // Актуальные исследования. – 2023. - №23-1. – С.47-51

Статья посвящена исследованию вопросов применения карбона в автомобилестроении при производстве автомобилей. Описываются характеристики карбона как материала, приводятся примеры его использования в различных частях автомобиля. Уточняется, что главными достоинствами карбона в автомобилестроении являются высокая жесткость, прочность при растяжении, легкость, неподверженность агрессивным химическим воздействиям, устойчивость при высоких температурах, низкое тепловое расширение. Подчеркивается, что применение карбона в автомобилях связывают с целями зеленой экономики и углеродной нейтральности, ввиду высокой эффективности материала и его экологичности. По итогам исследования делается вывод о том, что с учетом темпов роста рынка углеродного волокна и высоких перспектив применения карбона в автомобилестроении, можно ожидать все более высокое проникновение карбона в автомобильную промышленность. Рис.



*Применение карбона в автомобилестроении*

### **6.2. РАЗРАБОТКА НАНОКОМПОЗИТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРПУСОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Зайцев И.А., Спирин М.С., Москвитина Е.И. // Вестник Военного инновационного технополиса "Эра". – 2022. – Т.3, №4. – С.420-423

Представлено современное состояние использования композиционных материалов в авиастроении, проанализирована актуальность использования углеродных наноматериалов в качестве наполнителей полимерных матриц и обусловлена значимость модифицирования нанонаполнителя для улучшения уже имеющихся характеристик и придания новых функциональных возможностей. Теоретически и экспериментально доказана возможность создания многофункционального полимерного нанокompозита, модифицированного углеродными наноматериалами, для повышения комбинированной защиты беспилотных летательных аппаратов, непосредственно участвующих в боевых действиях. Композитные материалы на основе УНМ (углеродных нанотрубок и графена) могут успешно использоваться в качестве структурных и функциональных модификаторов конструкционных материалов, элементов электроники и микроэлектроники, экранирующих покрытий.

### 6.3. КОМПОЗИТЫ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Коняхина Н.С., Панченко Е.Б., Любовский К.С. // Научный альманах Центрального Черноземья. – 2022. - №4-1. – С.89-92

Научная статья является вводной и знакомит читателя с миром композиционных материалов в целом, и о новом композите в частности. В публикации раскрыто понятие «композит», перечислены положительные характеристики и свойства такого материала. Кратко описана технология получения композиционного материала, а также приведена схема установки, в которой происходит процесс изготовления, указаны основные используемые элементы. Далее приводятся примеры внедрения полученных композитов, рассмотрены приоритетные отрасли промышленности для широкого применения. Рис. *Доля композитных материалов в промышленных отраслях, %*



### 6.4. АНАЛИЗ МИРОВОГО РЫНКА КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Рафаелян А.В., Аноприенко Д.С. // Сборник докладов Национальной конференции с международным участием. «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской Академии Наук». – 2022. – С.293-296

На сегодняшний день объем мирового рынка композитной арматуры растет быстрыми темпами. Мировой рынок армирующих материалов оценивался в 16,3 млрд долларов в 2020 году и, по прогнозам, достигнет 36,8 млрд долларов к 2030 году, увеличившись в среднем на 8,7% в период с 2021 по 2030 год [3].

Согласно отчетам аналитиков, из DISCOVERY Research Group, объем рынка строительной стальной арматуры в России в 2019 году составил 7,164 млн. т. Для сравнения по их расчетам объем рынка композитной арматуры в том же году составил 110 млн. пог. м.



4. Состав стержня композитной арматуры

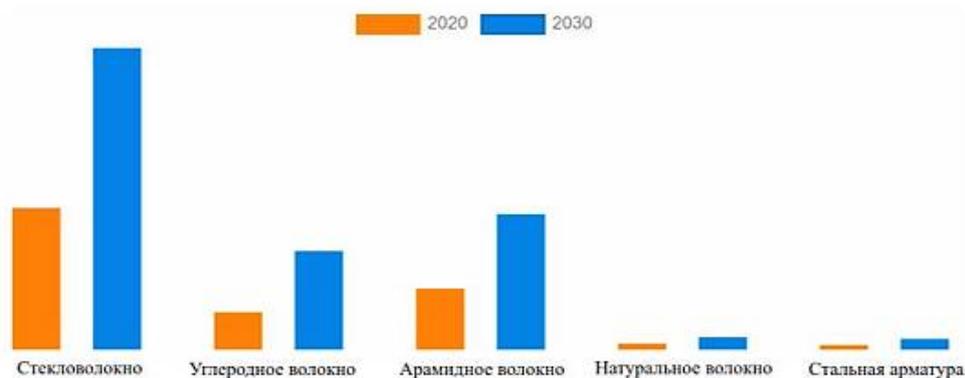


Рис. *Рынок армирующих материалов по типу материала*

## 7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

### 7.1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

Вавилкин С.П., Горбунова В.Д., Здота Д.А. // Научный альманах Центрального Черноземья. – 2022. - №1-6. – С.6-20

В данной статье приводится ряд проблем современной электроники и нанoeлектроники, определение композитного и нанокompозитного материала и области возможных его применений. Обозревается применение нанокompозитных материалов в электронике как одной из наиболее востребованных областей нанотехнологий. Особое внимание уделяется таким материалам, как полианилин/композитные пленки и волокна из оксида графена/углеродные нанотрубки, металлуглеродные нанокompозиты, полимер HDPE, армированный наночастицами AlN, типовые WCu-MoCu материалы, тонкопленочные композиты EuO:Fe, AlSiC и другие. Рассматриваются теоретические расчеты и предположения о влиянии композитов на работу тех или иных электронных компонентов и устройств, экспериментально полученные и доказанные



явления и свойства нанокompозитов в электронике и нанoeлектронике, а также реальное применение подобных материалов в решении различных задач. Кратко описаны исследования экологичности применения и утилизации компонентов и устройств, содержащих в себе те или иные виды нанокompозитов. Рис. *Ионистор. В качестве материалов используются полианилин/композитные пленки и волокна из оксида графена/углеродные нанотрубки (УНТ)*

### 7.2. МАТЕРИАЛЫ И ВИДЕОЗАПИСЬ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА "ДЕНЬ РИНЦ"

Май. – 2023. - <https://lib.herzen.spb.ru/news/show/1129>

26 мая 2023 г. в Гербовом зале РГПУ им. А.И. Герцена состоялся уже традиционный научно-практический семинар "День РИНЦ", организованный Герценовским университетом и Научной электронной библиотекой eLIBRARY.ru, в рамках которого очные и дистанционные слушатели узнали, что происходит в главном российском наукометрическом ресурсе прямо сейчас и что ожидает в ближайшем будущем.

Представлены:

- Видеозапись мероприятия
- Фотоальбом мероприятия
- Презентации мероприятия
- Программа мероприятия

Семинар собрал около ста слушателей в Гербовом зале университета и около пятисот - в прямой трансляции. Это представители вузов, научных организаций, издательств, редколлегий научных журналов со всей России и Ближнего зарубежья. В семинаре приняли участие слушатели программы повышения квалификации "Эффективность научных исследований и публикационная активность образовательных и научных организаций: стратегия развития, управление, мониторинг, информационная поддержка»



### **7.3. НОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ - ФУЛЛЕРЕНЫ И УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ**

Джаманбалин К.К. // Известия Высших учебных заведений. Уральский регион. – 2023. - №1. – С.72-76

Рассмотрены свойства углеродных нанобразований, таких как фуллерены, углеродные нанотрубки, графены. Исследованы возможности использования природного материала - асбеста, хризотилового волокна в виде нанотрубок, что определяется исходным строением самого волокна.

## **8. ПАТЕНТЫ**

### **КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **1. ЭПОКСИСИЛАНОВЫЙ СОСТАВ ДЛЯ АППРЕТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ВОЛОКОН ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ СВЯЗУЮЩИХ**

Патент RU № 2798627 от 23.06.2023 года, З.№ 2022116997, 23.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН) (RU)- C09D 163/00

Изобретение относится к составам, используемым для получения аппретирующего покрытия конструкционных волокон. Предложен эпоксисилановый состав для аппретирования конструкционных волокон полимерных композиционных материалов на основе термопластичных связующих, содержащий от 90 до 55 мас.% эпоксидного компонента и от 10 до 45 мас.% органосилана, в структурной формуле которого присутствуют аминные и гидролизуемые группы. Технический результат – повышение поверхностной энергии волокна, покрытого заявленным аппретирующим эпоксисилановым составом, при низких значениях поверхностной энергии состава перед его нанесением на волокно.

#### **2. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН И ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

Патент RU № 2798234 от 19.06.2023 года З.№ 2022119316, 14.07.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU)- C03C 25/323

Изобретение относится к способу получения аппретированных стеклянных волокон и полимерным композиционным материалам, предназначенным в качестве конструкционных полимерных материалов в аддитивных технологиях, включающим в себя полиэфиримид 80 мас.% и стекловолокно 20 мас.%, аппретированное п-фенилендиамином и олигомерным эфирсульфоном на основе 4,4'-диоксифталофенона и 4,4'-дихлордифенилсульфона со степенью поликонденсации  $n = 19-23$ . Аппретирование стекловолокна проводят путем нанесения аппретирующих компонентов из 0,48%-ного раствора хлороформа с последующей отгонкой

растворителя при подъеме температуры по ступенчатому режиму и сушкой в сушильном шкафу под вакуумом при 73-74°C. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в улучшении реологических свойств создаваемого стекловолоконно-полимерного композиционного материала за счет введения аппретирующего состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает межмолекулярные взаимодействия между стеклянным волокном и полиэфиримидной матрицей.

### **3. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ТРАНСВЕРСАЛЬНЫМ АРМИРОВАНИЕМ ПРОШИВОЧНОЙ НИТЬЮ**

**Патент RU № 2799034 от 03.07.2023 года, З.№ 2023100518, 12.01.2023 года.** Патентообладатель Акционерное общество "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология" им. А.Г.Ромашина" (RU) - G01N 3/08

Изобретение относится к испытательной технике, а именно к экспериментальным методам оценки свойств полимерного композиционного материала (ПКМ), и может быть использовано для определения показателей трещиностойкости армированных прошивочной нитью ПКМ при моде нагружения I с использованием стандартных образцов в виде двойной консольной балки (ДКБ). Сущность: осуществляют размещение в нагружающем устройстве образца в виде двойной консольной балки с исходной трещиной, заданной в направлении оси образца, воздействие на образец в зоне исходной трещины усилием через нагружающее устройство с рабочим элементом в виде прямоугольной металлической пластины толщиной в два раза больше толщины образца, рабочая поверхность которой имеет спуск под углом, равным углу раскрытию трещины, длиной не более 1/2 длины исходной трещины, со скругленной нижней кромкой рабочей поверхности, измерение локальной длины трещины, по которой рассчитывают локальную вязкость межслойного разрушения. Технический результат: повышение точности определения показателей трещиностойкости ПКМ с трансверсальным армированием прошивочной нитью и их определение по локальному расположению трещины

### **4. РАСПЛАВНОЕ ЭПОКСИДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ С ПОВЫШЕННОЙ ВЛАГОСТОЙКОСТЬЮ**

**Патент RU № 2798828 от 28.06.2023 года, З.№ 2022119393, 15.07.2022 года.** Патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов" Национального исследовательского центра "Курчатовский институт" (НИЦ "Курчатовский институт" - ВИАМ) (RU) - C08L 63/00

Изобретение относится к области создания эпоксидных связующих для полуфабрикатов (препрегов) для получения конструкционных полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе волокнистых наполнителей с энергоэффективными режимами отверждения и повышенной влагостойкостью, которые могут быть использованы в авиационной, авто-, машино- и судостроительной промышленности и других отраслях техники. Расплавное эпоксидное связующее для полуфабрикатов препрегов состоит из следующих компонентов, в следующих количествах, мас. %: эпоксидная азотсодержащая полифункциональная смола 35,0-65,0, жидкая эпоксидная смола на основе бисфенола А 20,0-45,0, изоцианат 2,5-10, термопласт 1,0-7,0, латентный отверждающий агент - дициандиаמיד 3,0-7,0, ускоритель - несимметрично дизамещенная мочевина 0,6-2,5. Технический результат заключается в создании расплавного эпоксидного связующего с повышенной влагостойкостью, способного отверждаться при

пониженных температурах отверждения (не более 130°C) с улучшенными технологическими характеристиками (высокий уровень сохранения реологических характеристик при переработке в препрег и его жизнеспособность при температуре хранения до 25°C), обеспечивающего высокую степень отверждения и повышение степени сохранения прочностных характеристик отвержденной матрицы, эксплуатирующегося во влагонасыщенных условиях при повышенной температуре, а также характеризующегося оптимальной вязкостью и текучестью, которые дадут возможность получать препреги на его основе, пригодные для формования ПКМ с низкими показателями пористости и невысоким коэффициентом вариации физико-механических характеристик.

## **5. ШПИЛЬКА ИЗ КОМПОЗИТНОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА**

**Патент RU на полезную модель № 219189 от 04.07.2023 года, З.№ 2023111915, 09.05.2023 года.** Патентообладатель Галайко Владимир Васильевич (RU), Болтунова Елизавета Сергеевна (RU), Сафронов Михаил Викторович (RU)- F16B 35/00

Полезная модель относится к конструкциям крепежных деталей типа шпилек и может быть использована для сборки резьбовых соединений в машиностроении. Шпилька из композитного углеродного материала, содержащая резьбовую часть до буртика и резьбовую часть на противоположном конце шпильки, буртик для упора, шестигранник и цилиндрическую часть, при этом шпилька выполнена из композитного материала, включающего углеродную основу в виде волокна, пропитанную связующими смолами, шестигранник сформирован штампом из нагретой заготовки, причем углеродная основа в виде волокна, пропитанная связующими смолами, выполнена с добавлением алмазного порошка, предварительно равномерно перемешанного в смоле. Техническим результатом является повышение устойчивости резьбового и граниевого соединения шпильки за счет улучшения жесткости эпоксидных композитов

## **6. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ УГЛЕВОЛОКОН И ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОННЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ИХ ОСНОВЕ**

**Патент RU № 2798166 от 16.06.2023 года, З.№ 2022116605, 20.06.2022 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" (КБГУ) (RU) - D01F 11/14

Изобретение относится к области производства конструкционных изделий в аддитивных технологиях. Предложены способ получения аппретированного углеродного волокна путём нанесения аппрета, представляющего собой смесь бис(4-хлорфенил)метанона 0,4-3,6 мас.% и бис(4-аминофенил)метанона 3,6-0,4 мас.%, на углеволокно из раствора с массовой концентрацией 0,54% в смеси этилового спирта 75 об.% и метиленхлорида 25 об.% с последующим нагреванием до 85°C и одновременной отгонкой растворителей, аппретированное углеродное волокно, полученное по предложенному способу, и полиэфирэфиркетонная композиция, которая содержит 80 мас.% полимерной матрицы на основе полиэфирэфиркетона и 20 мас.% предложенного аппретированного углеродного волокна. Технический результат – улучшение физико-механических и реологических свойств создаваемой полиэфирэфиркетонной композиции за счёт введения аппретированного состава, который повышает смачиваемость наполнителя и увеличивает граничные взаимодействия между наполнителем и полиэфирэфиркетонной матрицей.

## 7. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Патент RU № 2799001 от 30.06.2023 года, З.№ 2022121598, 08.08.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук" (RU) - E04C 5/07

Изобретение относится к способам изготовления композитной арматуры. Технический результат - получение высокопрочной, устойчивой к динамическим и знакопеременным нагрузкам арматуры, обладающей высокими показателями теплостойкости и химической стойкости. При изготовлении арматуры заявленным способом уменьшается трудоемкость за счет исключения ручного труда при дозировании и смешивании компонентов связующего перед подачей его в пропиточную ванну. Композитную арматуру получают из гибридного ровинга, образованного из стеклянных и углеродных волокон, непрерывно подаваемого в пропиточную ванну со связующим, состоящим из жидких эпоксицианированных компонентов с высокой удельной функциональностью, содержащих от 28 до 32% эпоксидных групп и циклоалифатического мономера - диоксидвинилциклогексена, содержащего не менее 52% эпоксидных групп, ее гомогенизации и термообработки, с последующей химической модификацией полиизоцианатом за счет взаимодействия изоцианатных групп с гидроксилами, содержащимися в эпоксицианированных компонентах - резорцине, этриоле и пентаэритрите. Затем гибридный ровинг обматывают жгутом из скрученного стекловолокна, пропитываемым связующим из отверждаемого гибридного ровинга.

## 8. КОМПОЗИТНОЕ ПЕРФОРИРОВАННОЕ ПОЛОТНО ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ СНАРЯЖЕНИЯ

Патент RU на полезную модель № 219016 от 23.05.2023 года, З.№ 2023106812, 22.03.2023 года. Патентообладатель Решетников Евгений Михайлович (RU - A45F 3/06)



Полезная модель относится к элементам тактической экипировки, а именно к средствам для крепления снаряжения, которые могут быть использованы при изготовлении и эксплуатации изделий военного снаряжения, например бронежилетов, разгрузочных систем, разгрузочных поясов, подсумоков и пр. Технический результат состоит в том, что структура предложенного перфорированного полотна для крепления снаряжения обеспечивает прочности и износостойкости полотна. Композитное перфорированное полотно для крепления снаряжения характеризуется тем, что представляет собой отрез плотной ткани с содержанием синтетических волокон, содержащий поле прорезей, расположенных симметрично в горизонтальных и вертикальных рядах, отличающееся тем, что прорези выполнены с расширением в виде горба в центральной части, а ткань полотна состоит из лицевого и тыльного слоев, соединенных между собой способом термопрессования клеевым слоем на основе двухсторонних клеевых лент из синтетических эластомеров, при этом лицевой слой выполнен из ткани с ИК-ремиссией, а к тыльной стороне тыльного слоя ткани полотна в направлении поперек вертикальных рядов прорезей прикреплены тесьмы-стропы приклеиванием двухсторонними клеевыми лентами из синтетических эластомеров и последующим прострачиванием вдоль кромок тесьмы-стропы.

## 9. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА РАБОЧЕГО КОЛЕСА КОМПРЕССОРА ИЛИ ВЕНТИЛЯТОРА АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

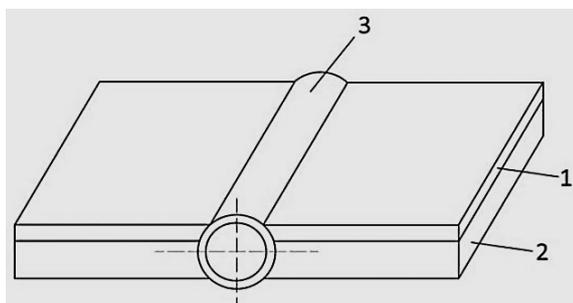
Патент RU № 2798639 от 23.06.2023 года, З.№ 2022103613, 11.02.2022 года.  
Патентообладатель Грибановский Владимир Александрович (RU)- F04D 29/26

Изобретение относится к области турбостроения, точнее к способам изготовления рабочих колес компрессора или вентилятора авиационных двигателей из композиционного материала. Колесо содержит лопатки, неразъемно выполненные с опорным кольцом, имеющим аэродинамический профиль, передний и задний фланцы и межлопаточное крепление. Способ изготовления включает раскрой единых слоев композиционного материала для формирования переднего и заднего фланцев и опорного кольца с аэродинамическим профилем; раскрой слоев композиционного материала для лопаток и межлопаточного крепления; прессование лопаток и межлопаточного крепления; укладку слоев композиционного материала для формирования переднего и заднего фланцев и опорного кольца в сепаратор сборочной пресс-формы, где оформляется передний фланец и аэродинамический профиль опорного кольца; установку лопаток в прорезь сепаратора, обеспечивающую номинальное расположение лопаток на опорном кольце, далее помещают между хвостовиками лопаток межлопаточные крепления, которые плотно контактирует по всей поверхности хвостовика, при этом в пазы входят ребра хвостовика лопатки. Затем укладывают внахлестку слои композиционного материала заднего фланца, устанавливают нажимной пуансон и проводят полимеризацию. При использовании данного способа изготовления рабочего колеса достигается значительное упрощение технологического процесса и снижение трудоемкости. 10 ил.

## 10. РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК ГИБРИДНОЙ СТРУКТУРЫ

Патент RU № 2798644 от 23.06.2023 года, З.№ 2022134189, 24.12.2022 года.  
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)" (RU)- F28D 21/00, B64G 1/503

Изобретение относится к космической технике, а именно к устройствам теплообмена. Радиационный теплообменник гибридной структуры содержит трубопровод с теплоносителем, соединенным встык с излучающей панелью, состоящей из двух пластин. Верхняя пластина состоит из металла с наружным излучающим слоем. Нижняя пластина является гибридной структурой, состоящей из пакета графитовых пленок с плоскостной



теплопроводностью более 1500 Вт/(мК). Верхняя и нижняя пластины излучающей панели радиационного теплообменника гибридной структуры скреплены клеевым соединением. Технический результат - снижение массы радиационного теплообменника при увеличении эффективности излучающего ребра и возможность работать в условиях гравитации.

## **11. РЕМОНТ ИЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ВОЛОКНИСТЫМ АРМИРУЮЩИМ НАПОЛНИТЕЛЕМ ТРЕХМЕРНОГО ПЛЕТЕНИЯ**

**Патент RU № 2798925 от 28.06.2023 года, З.№ 2021127339, 18.02.2020 года. Международная заявка WO № 2020/169920 от 27.08.2020 года. Патентообладатель САФРАН ЭРКРАФТ ЭНДЖИНЗ (FR)- В29С 73/14**

Изобретение относится к способу ремонта детали из композиционного материала. Техническим результатом является ремонт деталей из композиционного материала с трехмерным волокнистым армированием, без ухудшения устойчивости материала к расслаиванию. Технический результат достигается способом ремонта детали из композиционного материала, который включает изготовление углубленного участка путем удаления композиционного материала в поврежденной области. Изготовление канавок, продолжающихся на двух сторонах детали от кромок углубленного участка. Формирование множества отверстий в толще детали, открывающихся в канавки. Трехмерное плетение волокнистой заготовки заполняющих деталей, содержащую центральный участок, имеющий форму, соответствующую форме углубленного участка, и множество пучков волокон, отходящих от центрального участка. Размещение заготовок заполняющих деталей соответственно на одной или другой стороне детали с пучками волокон, размещаемыми в канавках, имеющихся на сторонах детали и в отверстиях, так что пучки волокон выходят в канавки, имеющиеся на противоположной стороне детали. Пропитку волокнистых заготовок заполняющих деталей смолой-предшественником матрицы. Преобразование смолы в матрицу с целью получения заполняющей детали из композиционного материала, представляющего собой волокнистый армирующий наполнитель, уплотненный матрицей.

## **12. СПОСОБ РЕМОНТА ЛОПАТКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

**Патент RU № 2799569 от 06.07.2023 года, З.№ 2021134536, 22.04.2020 года. Международная заявка WO № 2020/217006 от 29.10.2020 года. Патентообладатель САФРАН ЭРКРАФТ ЭНДЖИНЗ (FR)-В29С 73/02**

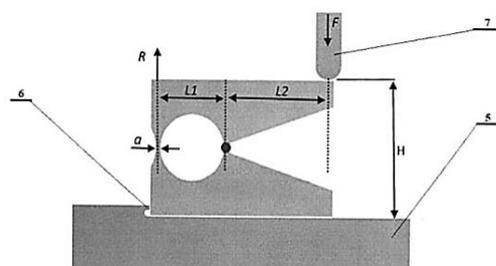
Изобретение относится к способу ремонта лопатки газотурбинного двигателя, в частности лопатки из композиционного материала. Способ ремонта лопатки из композиционного материала, расположенной в осевом направлении, при этом указанная лопатка содержит корневую часть и перо, осевой конец которого, противоположный к корневой части, содержит подлежащую ремонту зону, при этом указанное перо содержит поверхность корытца и поверхность спинки. Способ содержит этапы, на которых: а) помещают лопатку в инструмент, б) позиционируют по меньшей мере первую и вторую пластинки на уровне ремонтируемой концевой зоны, на поверхности корытца и на поверхности спинки пера, при этом каждая пластинка содержит осевой конец, противоположный к корневой части, проходящий в осевом направлении за пределы соответствующего конца пера и позиционируемый относительно контрольной метки инструмента, при этом указанный конец каждой пластинки определяет осевой конец ремонтируемой зоны, при этом указанные пластинки ограничивают между собой объем заполнения, с) объем заполнения заполняют пастообразным или текучим материалом заполнения, d) производят отверждение материала заполнения посредством термической обработки или полимеризации указанного материала, e) удаляют пластинки. Таким образом, пластинки, определяющие объем заполнения, задают осевой размер зоны, восстанавливаемой при помощи материала заполнения, и нет необходимости в

осуществлении операции механической обработки после затвердевания материала заполнения, что позволяет избежать риска повреждения восстановленной зоны, а также использования центра механической обработки. 7 ил.

### 13. ОБРАЗЕЦ ИЗ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ В НАПРАВЛЕНИИ ТОЛЩИНЫ ОБРАЗЦА

Патент RU № 2798326 от 21.06.2023 года, З.№ 2022133443, 20.12.2022 года. Патентообладатель Федеральное автономное учреждение "Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова" (RU)- G01N 3/08

Изобретение относится к области технической физики, а именно к образцам из слоистых композиционных материалов для испытаний на растяжение в направлении толщины образца, и может быть использовано для определения упругих и прочностных характеристик слоистых композиционных материалов. Образец представляет собой пластину, включающую захватные части и расположенную между ними рабочую часть. При этом захватные части выполнены в виде соответствующих параллельно расположенных балок, оси которых перпендикулярны оси рабочей части образца. Один конец каждой из балок жестко связан с соответствующим концом рабочей части образца, свободные концы балок предназначены для взаимодействия с нагружающим устройством, а образец снабжен опорой, размещенной между балками в средней их части и предназначенной для взаимодействия с последними. Технический результат: создание образца из слоистых композиционных материалов для испытаний на растяжение в



направлении толщины образца, обеспечивающего точность определения механических характеристик слоистых композиционных материалов при плоском напряженном состоянии в условиях высокотемпературных испытаний за счет возможности изготовления элементов образца из однородного слоистого композиционного материала.

### 14. ЭПОКСИСИЛАНОВЫЙ СОСТАВ ДЛЯ АППРЕТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ВОЛОКОН ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Патент RU № 2798627 от 23.06.2023 года, З.№ 2022116997, 23.06.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН) (RU)- C07F 7/08

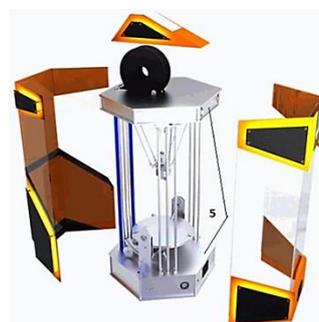
Изобретение относится к составам, используемым для получения аппретирующего покрытия конструкционных волокон. Предложен эпоксисилановый состав для аппретирования конструкционных волокон полимерных композиционных материалов на основе термопластичных связующих, содержащий от 90 до 55 мас.% эпоксидного компонента и от 10 до 45 мас.% органосилана, в структурной формуле которого присутствуют аминные и гидролизуемые группы. Технический результат – повышение поверхностной энергии волокна, покрытого заявленным аппретирующим эпоксисилановым составом, при низких значениях поверхностной энергии состава перед его нанесением на волокно.

## 3D-ПРИНТЕР

### 15. СПОСОБ КАЛИБРОВКИ 3D - ПРИНТЕРА

Патент RU № 2798311 от 21.06.2023 года, З.№ 2021104796, 25.02.2021 года.  
Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Воплощение" (RU) - В41F 17/00

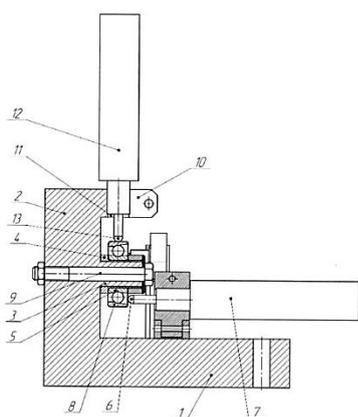
Заявляемое изобретение относится к способу контроля погрешности позиционирования печатающей головки относительно рабочего стола трехмерных (3D) принтеров. Способ калибровки 3D - принтера, включающий установку на рабочую платформу (3) калибровочной оснастки (4), а на печатающую головку (1) - контактного элемента (2), после чего запускают программное обеспечение, установленное на компьютере, подключенном к 3D - принтеру, контактный элемент (2) подводят к калибровочной оснастке (4) до момента соприкосновения, в результате чего замыкается электрическая цепь и в систему управления принтером поступает сигнал, при поступлении сигнала программное обеспечение регистрирует координаты положения контактного элемента (2) и рабочей платформы (3), регистрируют массив точек, расположенных в соответствии с алгоритмом движения контактного элемента (2) на различных поверхностях калибровочной оснастки (4) и в различных положениях рабочей платформы (3) относительно вертикальной оси Z. Данные о координатах точек передаются для обработки в программное обеспечение на компьютере и анализируются разработанным алгоритмом расчетов, и на основании данных расчетов программа определяет взаимное расположение рабочей платформы (3) и печатающей головки (1) при любом изменении их положения в пространстве.



### 16. ПЕЧАТАЮЩАЯ ГОЛОВКА СТРОИТЕЛЬНОГО 3D ПРИНТЕРА

Патент RU № 2798762 от 27.06.2023 года, З.№ 2022126131, 06.10.2022 года.  
Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "АРКОН КОНСТРАКШН" (RU) - В41J 2/335

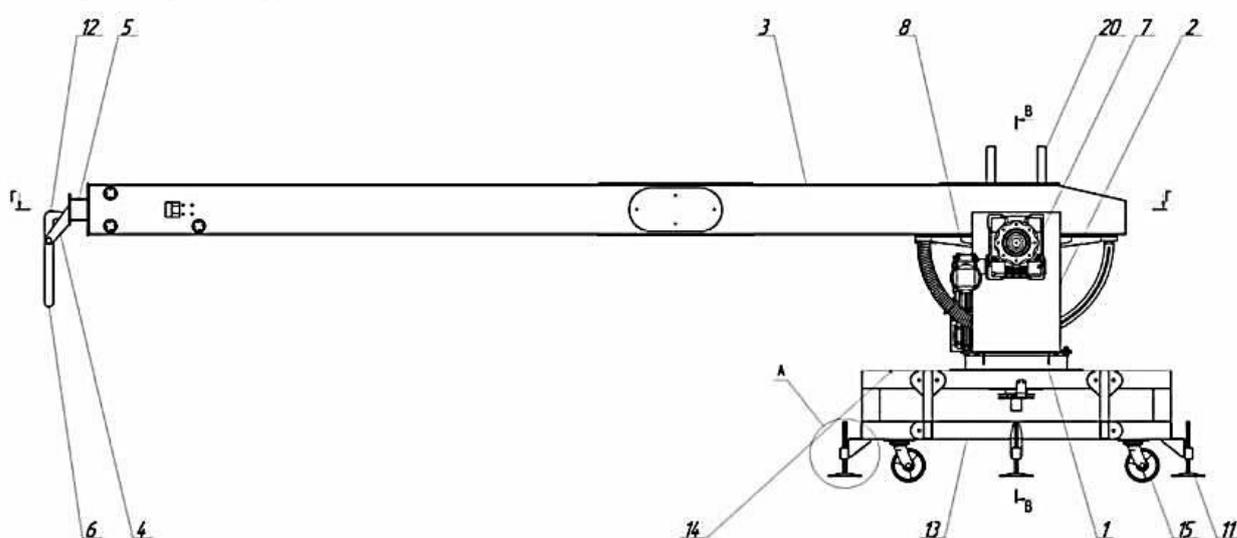
Изобретение относится к строительной области, а именно к печатающей головке строительного 3D принтера, выполняющей роль смесителя-экструдера, а также к строительной трехмерной печати изделий по аддитивной технологии из многокомпонентных смесей с целью изготовления строительных конструкций и может быть использовано, в частности, для строительства жилых домов, зданий и сооружений различного назначения, изготовления частей и элементов зданий, деталей строительных конструкций из бетона или иных строительных смесей. Техническим результатом является повышение скорости печати стен здания, улучшение теплотехнических свойств и улучшение прочностных характеристик напечатанных стен. Печатающая головка содержит корпус, в котором установлено три бункера-накопителя, в каждом из которых установлен вал перемешивания и подачи бетонной смеси. При этом подающая часть каждого вала выполнена в виде ротора героторной пары, а каждый вал имеет собственный привод, соответственно. Бункеры-накопителя выполнены с возможностью перемещения в одной плоскости относительно друг друга, а на каждый статор каждой героторной пары каждого бункера устанавливаются сменные насадки, соответственно.



## 17. СТРОИТЕЛЬНЫЙ 3D-ПРИНТЕР РАДИАЛЬНОГО ТИПА

Патент RU на полезную модель № 219068 от 27.06.2023 года, З.№ 2023112922, 18.05.2023 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Центр города" (RU) - В29С 64/20

Полезная модель относится к области промышленного и гражданского строительства, в частности к строительной робототехнике. Строительный 3D - принтер радиального типа содержит неподвижное основание, подвижное основание, установленное на неподвижное основание и выполненное с возможностью поворота относительно вертикальной оси 3D - принтера с помощью поворотного механизма. При этом на подвижном основании установлена основная часть стрелы, содержащая телескопическую выдвижную часть стрелы, на которой закреплены кронштейн со смонтированным на нём экструдером и смесепровод, подключаемый к экструдеру. При этом основная часть стрелы выполнена с возможностью наклона относительно подвижной части и установлена на оси вращения, являющейся валом мотор-редуктора наклонного механизма, оснащённого приводным электродвигателем. Технический результат - расширение функциональных возможностей.



## 18. УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ БИЕНИЙ НАРУЖНОГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА

Патент RU на полезную модель № 219112 от 28.06.2023 года, З.№ 2023107662, 28.03.2023 года. Патентообладатель Закрытое акционерное общество "Мезон" (RU) - G01M 13/04

Полезная модель относится к измерительной технике для измерения радиального и осевого биения наружного кольца подшипника. Задачей заявляемой полезной модели является расширение диапазона измеряемых параметров биений путем обеспечения кроме осевого биения радиальное биение наружного кольца подшипника. Указанная задача решается тем, что устройство контроля биения наружного кольца подшипника содержит основание с перпендикулярно установленной на нем стойкой, выполненные как одно целое, установленный на стойке горизонтальный стержень, в котором установлена с натягом переходная втулка для базирования диагностируемого подшипника, наконечник датчика линейных перемещений, установленный в середине торца наружного кольца. Стойка выполнена Г-образной.

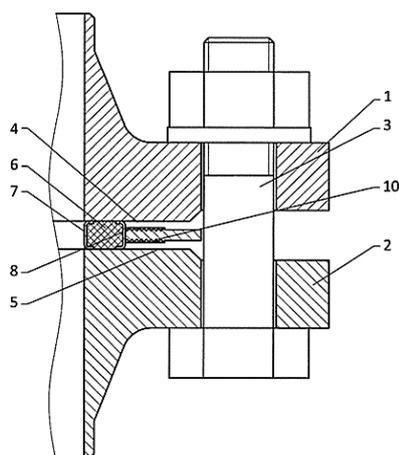
Горизонтальный стержень выполнен в виде неподвижной оси как одно целое со стойкой, причем внутри неподвижной оси установлено болтовое соединение для фиксации подшипника. Кроме того, на верхней горизонтальной части Г-образной стойки выполнено посадочное отверстие для монтажа дополнительного датчика линейных перемещений, наконечник которого упирается в цилиндрическую поверхность наружного кольца подшипника. Переходная втулка выполнена ступенчатой. Основание и стойка с горизонтальным стержнем выполнены из пластмассы и напечатаны на 3D - принтере. Технический результат заключается в совокупности всех существенных признаков. Предложенная конструкция устройства позволяет установить два датчика линейных перемещений для контроля как осевого, так и радиального биения наружного кольца подшипника. Выполнение основания и Г-образной стойки как одно целое позволяет более точно получить показатели биений, а также появляется возможность выполнить указанную конструкцию из пластмассы и напечатать на 3D - принтере. Выполнение переходной втулки ступенчатой позволяет расширить диапазон типов диагностируемых подшипников.

## ГРАФИТЫ

### 19. УПЛОТНИТЕЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ДЛЯ ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Патент RU № 2799160 от 04.07.2023 года, З.№ 2023106936, 23.03.2023 года.  
Патентообладатель АО "ИНУМиТ", - F16J 15/02

Изобретение относится к конструкции уплотнительных прокладок для фланцевых соединений и может быть использовано в установках и аппаратах для работы как при низких, так и высоких температурах в диапазоне от  $-200^{\circ}\text{C}$  до  $+450^{\circ}\text{C}$ , при высоких давлениях, в частности, в разьемах фланцевых соединений трубопроводов для транспортировки углеводородов в жидкой и газообразной форме, сжиженных газов, насосов, фильтров, теплообменных аппаратов и другого оборудования тепловой и атомной энергетики, в химической и нефтегазовой промышленности и других отраслях техники. Уплотнительная прокладка для фланцевого соединения содержит уплотнительное кольцо толщиной  $h_1$ , выполненное из по меньшей мере одного слоя из терморасширенного графита, по внутреннему и наружному диаметрам которого установлены внутренний и наружный обтюраторы, и внешнее ограничительное кольцо толщиной  $h_2$ , охватывающее



уплотнительное кольцо, выполненное из металла и имеющее по меньшей мере на части каждой из его торцевых поверхностей, прилегающей к уплотнительному кольцу, концентрические зубцы, на которые нанесен слой из мягкого уплотнительного материала, при этом толщина  $h_1$  уплотнительного кольца больше толщины  $h_2$  внешнего ограничительного кольца. Изобретение удовлетворяет всем требованиям уплотнения, предъявляемым как к высоким, так и к низким температурам и высокому давлению, и может обеспечивать постоянное напряжение уплотнения при переменной нагрузке, а также может обеспечивать безопасность и надежность уплотнения даже в тяжелых рабочих условиях

## 20. СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ФРАГМЕНТОВ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПАРАМЕТРОВ В ГРАФИТОВЫХ БЛОКАХ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Патент RU № 2798506 от 23.06.2022 года, З.№ 2022135053, 29.12.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет" (RU) - G01T1/167 Изобретение относится к способу обнаружения фрагментов ядерного топлива и определения их параметров в графитовом блоке ядерного реактора. Способ включает измерения интенсивности гамма-излучений и излучений тепловых и надтепловых нейтронов от характеризуемого графитового блока, а также оценку размеров, формы и расположения фрагментов ядерного топлива на основании анализа экспериментальных и расчетных результатов с использованием предварительно верифицированных программ и констант. В случае если значения интенсивности гамма-излучения продукта деления  $^{137}\text{Cs}$  и нейтронного излучения, измеренные при извлечении графитового блока из кладки детекторами гамма и нейтронного излучения, установленными во внутреннем осевом отверстии захвата графитового блока, превышают характерные значения фона от графитового блока без фрагментов топлива, осуществляют дальнейшие измерения. С учетом полученных данных обеспечивают сортировку графитовых блоков на этапе контейнеризации. Техническим результатом является возможность обнаружения, определения массы остатков фрагментов ядерного реактор графитовых блоков в процессе демонтажа.



### НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## 21. 2D НАПЕЧАТАННЫЙ КОМПОЗИТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЙ СЛОЙ НА ПОДЛОЖКЕ

Патент RU № 2799626 от 07.07.2023 года, З.№ 2022130602, 23.11.2022 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт

физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН) (RU) - С01В 32/194

Изобретение относится к электронике, текстильной промышленности и нанотехнологии и может быть использовано при изготовлении электронных схем, тонкоплёночных растягиваемых или гибких электронных устройств или их компонентов, а также текстиля с электронными компонентами. Композитный электропроводящий слой нанесён на подложку посредством 2D-печати с использованием чернил, включающих суспензию, содержащую от 1 до 3 мг/мл графена и органический полимер. Частицы графена имеют толщину 2 нм или менее. В качестве органического полимера суспензия содержит поли(3,4-этилендиокситиофен)-поли(стиролсульфонат) - PEDOT:PSS, обработанный этиленгликолем, для чего используют раствор, содержащий 10-20 об.% этиленгликоля в растворе этилового спирта, содержащего 30 об.% воды, остальное - этиловый спирт. Обработку этиленгликолем ведут до достижения содержания PEDOT:PSS, равного от  $5 \cdot 10^{-4}$  до  $5 \cdot 10^{-3}$  мас.%, по отношению к содержанию графена при латеральных размерах его частиц от 100 до 400 нм или до достижения содержания PEDOT:PSS, равного от  $1 \cdot 10^{-3}$  до  $5 \cdot 10^{-1}$  мас. %, по отношению к содержанию графена при латеральных размерах его частиц от 40 до 80 нм. Технический результат: увеличение проводимости электропроводящего слоя на порядки, повышение стабильности проводимости во времени и гибкости электропроводящего слоя.