



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ



# РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

## научно-технической и патентной информации по

# УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

№ 8 – 2020



*Москва, АО «НИИграфит»*

**РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**  
**научно-технической и патентной информации по**  
**УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ**  
**№ 8 – 2020**



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

***Шишкова***  
***Ирина Васильевна***

[ishishkova@niigrafit.org](mailto:ishishkova@niigrafit.org)

**Раздел «Патенты»**

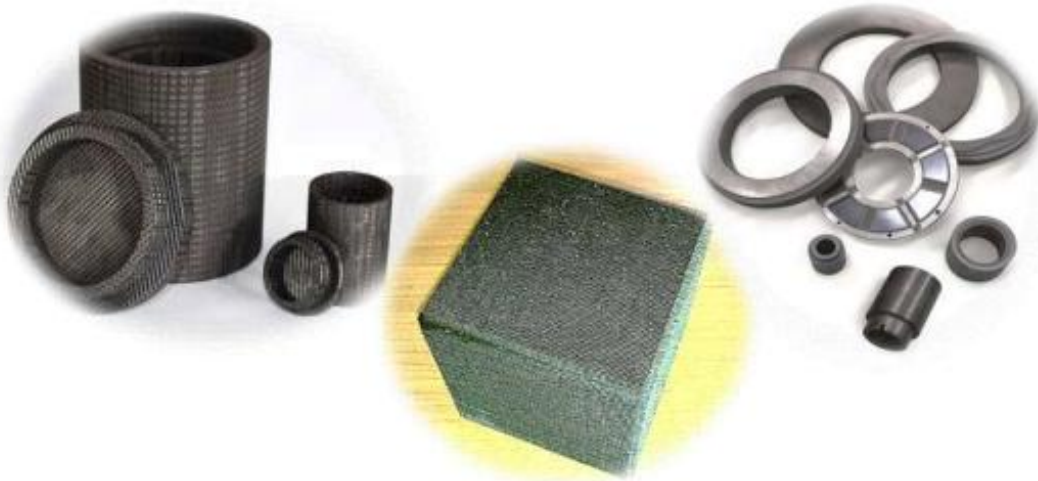
Главный специалист  
Группы защиты активов  
***Шульгина***  
***Людмила Николаевна***  
[lshulgina@niigrafit.org](mailto:lshulgina@niigrafit.org)



**Перевод –**  
***Шишков***  
***Игорь Викторович***

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

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



### Содержание №8 – 2020

<b>1. Волокна и композиты .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Углеродные волокна и композиты .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Целлюлоза, вискоза. УМ в медицине.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Композиты в строительстве. Базальт.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Атомная и альтернативная энергетика .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Методы исследования. Сырье.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов .....</b>	<b>21</b>
<b>6. Обзор рынков и производства .....</b>	<b>24</b>
<b>7. Научно-популярные материалы, сообщения.....</b>	<b>26</b>
<b>8. Патенты.....</b>	<b>27</b>



## **1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ**

### **1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ**

#### **1.1.1. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН**

Селезнева Е.А. // Молодые ученые - развитию национальной технологической инициативы (Поиск). – 2019. - №1-2. – С.135-136

Углепластики – наполнителем в этих полимерных композитах служат углеродные волокна, которые получают из синтетических и природных волокон на основе целлюлозы, сополимеров акрилонитрила, нефтяных и каменноугольных песков и т.д. Основными преимуществами углепластиков по сравнению с стеклопластиковыми является их низкая плотность и более высокий модуль упругости, углепластики – очень легкие и, в то же время, прочные материалы.

#### **1.1.2. ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УГЛЕРОДНЫХ ЛЕНТ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ**

Нелюб В.А., Берлин А.А. // Химическая промышленность сегодня. – 2019. - №2. – С.36-42

Рассмотрены две технологии изготовления деталей из углепластиков методами прямого формования: пропитка под давлением и вакуумная инфузия. В качестве объектов исследования использовалось эпоксидное связующее и углеродная лента, на которую методом магнетронного распыления нанесено медное покрытие. Методами термогравиметрического анализа и гидростатического взвешивания оценивался фазовый состав и пористость углепластиков, изготовленных по разным технологиям. Установлено, что технология вакуумной инфузии, при использовании металлизированной углеродной ленты, оказывает существенно большее влияние на качество формования, чем технология пропитки под давлением. Наличие на углеродной ленте металлического покрытия позволило на 5% снизить содержание полимерной матрицы и на 30% уменьшить величину пористости.

#### **1.1.3. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН**

Беленькая О.В., Черевинский А.П. // «Гагаринские чтения-2020». Сборник тезисов докладов. - С.1043-1044

Целью настоящей работы является комплексное изучение влияния электрохимической обработки на структуру и свойства углеродного волокна. В качестве объектов исследования были выбраны неапретированные УВ фирмы UMATEX Group с различными режимами ЭХО. Силу тока варьировали в диапазоне от 100 до 1250 мА. Концентрацию в водном растворе гидрокарбоната аммония ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) изменяли от 1,5 до 5 масс.%. Исследование морфологии и элементного состава поверхности волокон проводили методом сканирующей электронной микроскопии (Jeol JSM U-3, Япония), оборудованном рентгеноспектральным микроанализатором с дисперсией по энергиям.

#### 1.1.4. ТЕРМИЧЕСКОЕ СТАРЕНИЕ, ДЕГРАДАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ВЛАГОПЕРЕНОС В УГЛЕПЛАСТИКЕ МАРКИ ВКУ-38ТР

Валевин Е.О., Старцев В.О., Зеленина И.В. // Труды ВИАМ. – 2020. - №6-7. – С.118-128

Методами термогравиметрии, анализа 3D-изображений рельефа поверхности и кинетики влагопереноса проведено исследование механизма термостарения и физико-химических превращений при действии повышенных температур в углепластике марки ВКУ-38ТР. По результатам профилометрии доказано, что степень деструкции поверхностного слоя исследуемого углепластика зависит от продолжительности воздействия рабочей температуры и ее значения. Показано существенное влияние термостарения на влагопоглощение углепластика.

#### 1.1.5. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СДВИГ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Шаньгин К.В. // Информационно-технологический вестник. – 2020. - №1 (23). – С.180-186

Рассмотрены проблемы, возникающие при испытании на сдвиг при высоких температурах, объемно-армированных углерод-углеродных композиционных материалов, применяемых при создании ракетно-космической техники. Предложены варианты повышения точности измерения, достоверности определяемых физико-механических свойств материалов. Разработка и внедрение перспективных углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) и углерод-керамических композиционных материалов (УККМ) обуславливают пересмотр и совершенствование существующих расчетных и экспериментальных методик. Например, увеличение прочности исследуемых композиционных материалов при испытании на сдвиг при высоких температурах приводит к возрастанию усилий, нагружающих образец во время испытания, и, как следствие, к разрушению испытательного приспособления.



Рис. Разрушенное испытательное приспособление.

#### 1.1.6. УГЛЕРОД-КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ МНОГОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ларионов Н.В. // Информационно-технологический вестник. – 2020. - №1 (23). – С.165-170

Мировые стремления к использованию космических аппаратов многоразового использования требует разработки и новых материалов. Углерод-керамические материалы обладают рядом специфических характеристик, которые позволяют рассматривать эти материалы как перспективные для использования в авиа и ракетостроении. Специфичность их свойств связана с методом получения и составом материала. Углеродные волокна обеспечивают высокие физико-механические показатели, а матрица из карбида-кремния повышает окислительную стойкость, даже в окислительной среде.

### **1.1.7. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АВИАСТРОЕНИИ**

Кашафутдинов Р.Р. // Студенческий вестник. – 2019. - №43 (84). – С.87-88

Внедрение таких композитных материалов позволяет понизить вес планера воздушного судна на 30-40 % по сравнению с весом планера из традиционных металлических материалов. Из углепластиков делают высокотемпературные узлы ракетной техники и высокоскоростных самолетов, тормозные колодки и диски для воздушных судов и многоразовых космических кораблей, электротермическое оборудование.

### **1.1.8. ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА И ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН**

Волков В.С., Волкова В.А., Привалов В.И. // Информационно-технологический вестник. – 2020. - №1 (23). – С.149-156

Проведен анализ особенностей выбора проектных решений для технологических методов изготовления волокнистых высокотемпературных композитов на основе углеродных волокон. Показано, что изготовление таких композитов основано на принципиально иных технологических методах, в сравнении с общепринятыми в общем машиностроении. Выявлено, что указанные технологические методы изготовления не учтены в нормативной документации и вызывают различные сложности в поиске, учете и выборе проектных технологических решений при производстве новой продукции по изделиям-аналогам и использования систем кодирования обозначений в ЕСКД и ЕСТД. Показана необходимость актуализации нормативной документации с учетом новых технологических методов изготовления данных композитов, разработки систем кодирования и формирования их архивов.

### **1.1.9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕПЛАСТИКОВ И СПОСОБЫ ИХ РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Нелюб В.А., Берлин А.А., Берлин А.А. // Химическая промышленность сегодня. – 2019. - №1. – С.38-43

На примере двух углеродных лент марок ЛУП и FibArmTape-230/300 рассмотрена технология нанесения на них металлических покрытий из нержавеющей стали и меди при использовании лабораторной и промышленной установок магнетронного распыления. Методом атомно-силовой микроскопии определены толщины металлических покрытий в зависимости от продолжительности напыления. Приведены результаты измерений величин удельного электрического сопротивления в зависимости от марки углеродной ленты, вида нанесенного металлического покрытия и продолжительности напыления и показано, что за счет металлизации для всех исследованных типов металлических покрытий и марок углеродных лент имеет место существенное повышение проводимости. На примере микроуглепластиков, изготовленных на основе эпоксидного связующего и углеродной ленты с металлическим покрытием установлено, что величина электрического сопротивления снижается на 48% при использовании покрытия из нержавеющей стали и на 72% при использовании покрытия из меди.

### 1.1.10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОНАПРАВЛЕННОГО СТЕКЛОПЛАСТИКА И УГЛЕПЛАСТИКА

Рыбьякова А.В., Мингалева Ю.С. // Master's Journal. – 2020. - №1. – С.37-52

С помощью программной системы ANSYS выполнен расчёт полей напряжений и деформаций однонаправленного композиционного материала с гексагональной структурой. Для расчёта выбраны композиционные материалы, армированные изотропными стеклянными волокнами и анизотропными углеродными волокнами.

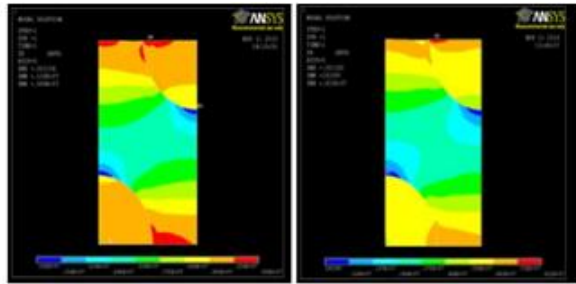


Рис. 3. Диаграмма полей напряжений вдоль оси  $X$  для стеклопластика (а); для углепластика (б)

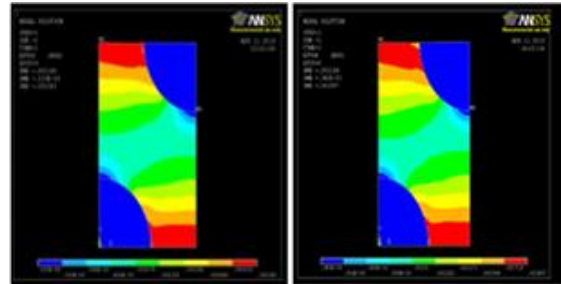


Рис. 4. Диаграмма полей деформаций вдоль оси  $X$  для стеклопластика (а); для углепластика (б)

## 1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА. УМ В МЕДИЦИНЕ

### 1.2.1. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕТЧАТОГО СТЕКЛОУГЛЕРОДА И ЕГО ОСНОВЫ

Черепанов В.В., Щурик А.Г., Миронов Р.А. // Оптика и спектроскопия. – 2020. – Т.128, №4. – С.548-555

Представлены результаты экспериментальных исследований и математического моделирования некоторых оптических свойств стеклоуглерода и сетчатых материалов на его основе, которые производятся по технологии, разработанной в нашей стране. Исследование было ориентировано на тепловое применение материалов, поэтому основное внимание в нем отводилось определению спектральных характеристик, влияющих на радиационный теплоперенос в сетчатой структуре. Предварительно были созданы плотные образцы, тождественные по физическим свойствам стеклоуглероду основы высокопористых ячеистых углеродных материалов. По экспериментально измеренной спектральной полусферической отражательной способности поверхности образцов при ее нормальном освещении из соотношений Крамерса-Кронига были определены спектры оптических постоянных стеклоуглерода - показателей преломления и поглощения, а также ряд их производных характеристик. Для них в работе даны простые аппроксимирующие соотношения, удобные для инженерных приложений.

### 1.2.2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОДЕЛЬ ЭРИТРОЦИТОВ В ПРИСУТСТВИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ

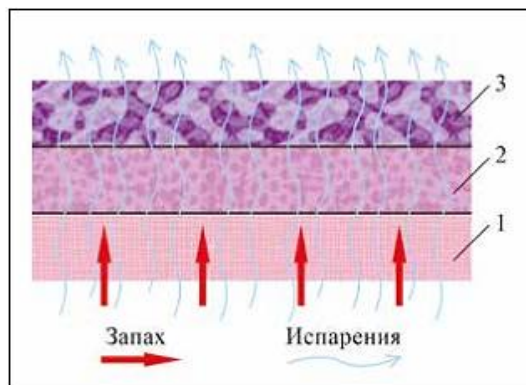
Кравчук Д.А., Орда-Жигулина Д.В. // Biomedical Photonics. – 2019. – Т.8, №3. – С.11-18

Разработана экспериментальная модель для изучения оптико-акустического сигнала от моделей клеток крови, представляющих собой полистирольные микросферы с наночастицами. Установлено, что наночастицы из-за их сильного поглощения света существенно влияют на коэффициент клеточного оптического поглощения, при этом теплофизические параметры, а именно коэффициент теплового расширения, сжимаемость и изобарическая удельная теплоемкость клеток остаются неизменными, так как наночастицы занимают незначительный внутриклеточный объем по сравнению с объемом самой клетки. Оптикоакустические сигналы были получены с использованием модельных растворов при различных концентрациях клеток и наночастиц для воздействия лазером с длиной волны 1064 нм. Экспериментальные данные, полученные с помощью лазерной установки показали, что амплитуда оптикоакустического сигнала возрастала без увеличения температуры в зоне воздействия лазера.

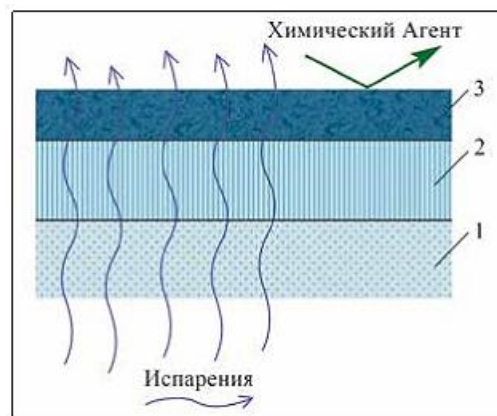
### 1.2.3. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТКАНЕЙ ДЛЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ТОКСИЧНЫХ ХИМИКАТОВ И КЛЕТОК ПАТОГЕНОВ

В.В. Завьялов, С.В. Кужелко, Н.В. Завьялова // Вестник войск РХБ защиты. – 2019. - №. 3. – С.217-254

Цель данной работы – выявление технологий получения материалов и тканей со специальными свойствами, обеспечивающих защиту от токсичных химикатов и болезнетворных микроорганизмов, обладающих свойствами «самоочищения». Имеются сведения о создании фильтрующе-сорбирующих защитных материалов с механизмом защитного действия, основанным на применении фильтров и различных сорбентов. В качестве сорбента чаще всего используют активный уголь (АУ) или активные углеродные волокна. При создании фильтрующих тканей в ближайшей перспективе технология электропрядения, как сама по себе, так и в комбинации с нанотехнологиями, позволит создать широкий спектр материалов с различными свойствами, в том числе противоаэрозольными, дегазирующими, индицирующими, антимикробными и т. д.



**Рисунок 1** – Схема работы ткани «Сент-лок» [12]  
(1 – внутренний слой ткани; 2 – средний слой ткани с добавлением сорбирующего материала; 3 – внешний слой ткани)



**Рисунок 7** – Схема работы материалов защитной одежды с СПМ  
(1 – подложка; 2 – сорбционный слой; 3 – слой полупроницаемой мембраны)



#### 1.2.4. ДЕТОНАЦИОННЫЙ НАНОАЛМАЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НОСИТЕЛЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Яковлев Р. Ю., Мингалёв П. Г., Леонидов Н. Б. // Химико-фармацевтический журнал. – 2020. – Т.54, №4. – С.29-44

Обобщены сведения о применении детонационного наноалмаза (ДНА) в биомедицинских приложениях. Приведены литературные и собственные данные по получению ДНА с биологически активными веществами и распределению частиц наноалмаза *in vivo*. Рассмотрены методы адсорбционной и ковалентной иммобилизации биологически активных веществ на поверхности ДНА. Выделены основные направления развития в области создания на основе ДНА систем доставки биологически активных и лекарственных веществ (ЛВ). Привлекательность биомедицинских приложений ДНА обусловлена совокупностью его свойств: биосовместимостью, возможностью конструирования функциональной поверхности частиц, сильной и специфической адсорбцией/конъюгированием с ЛВ и биомолекулами, большой удельной площадью поверхности, наличием стабильной флуоресценции

#### 1.2.5. ОСОБЕННОСТИ НАПРАВЛЕННОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЗОРБИРУЕМЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА С ДОБАВЛЕНИЕМ Фуллеренов $C_{60}$

Кабаньков А.В., Иванов А.С., Мнацаканов С.С. // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2019. – Т.18, №4. – С.91-97

Актуальность исследования обусловлена возросшей необходимостью в полноценном возмещении объема костной ткани, утраченной при различных воспалительных заболеваниях и при травмах. Этой цели служит метод направленной регенерации костной ткани. Основным отличием его является использование мембран, выполняющих барьерную функцию отделения быстро растущей соединительной ткани и медленно растущей высокодифференцированной костной ткани. Однако все имеющиеся мембраны обладают определенными недостатками. Перспективной разработкой в этой области является резорбируемая мембрана на основе композиции поливиниловых спиртов с добавлением наночастиц - фуллеренов  $C_{60}$ . Впервые в эксперименте на 20 беспородных белых мышах

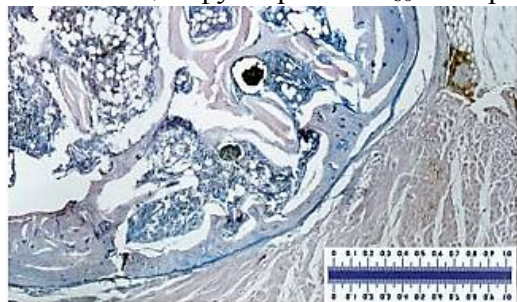


Рисунок 2 – Контроль: резорбируемая мембрана на основе ПВСФ в сочетании с остеопластическим материалом. Регенерат вновь образованного кортикального слоя тонкий. Соединение с краем распила плотно, стабильно. 42 сутки. Окраска пикрофуксином. Увеличение x40.

проведено сравнение остеогенеза при укладке на костный дефект резорбируемой мембраны на основе композиции поливиниловых спиртов с добавлением фуллеренов  $C_{60}$  и той же мембраны в сочетании с остеопластическим материалом «Остеопласт» для направленной регенерации альвеолярных отростков челюстей. При морфологическом изучении материала выявлено, что регенерат вновь образованного кортикального слоя более зрелый в той группе, где была применена резорбируемая мембрана на основе композиции поливиниловых спиртов с добавлением фуллеренов  $C_{60}$ .

### **1.2.6. ОСОБЕННОСТИ БИОРЕЗОРБЦИИ МЕМБРАН ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИИ ПОЛИВИНИЛОВЫХ СПИРТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ФУЛЛЕРЕНОВ C<sub>60</sub> В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Гребнев Г.А., Иванов А.С., Кабаньков А.В. // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т.14, №3. – С.520-523

В эксперименте 73 беспородным белым мышам под бедренную мышцу, для направленной регенерации костной ткани, имплантировалась резорбируемая мембрана, изготовленная на основе композиции поливиниловых спиртов с добавлением фуллеренов C<sub>60</sub>. По данным морфологических исследований, полная её резорбция происходила к 90 суткам. В контрольной группе мембрана на основе «классического» поливинилового спирта в те же сроки осумковывалась, не подвергаясь биорезорбции.

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

### **1.3.1. ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ**

Хаванова А.В. // Вестник научных конференций. – 2020. - №3-2 (55). – С.204-207

В данной статье исследуются проблему усиления строительных конструкций, способы восстановления несущей способности, увеличения срока эксплуатации. В случаях, когда требуется восстановление прочности, используются эпоксидные составы, но, когда необходимо обеспечить полную герметичность и эластичность шва используется торкретирование.

### **1.3.2. ФИБРОПЕНОБЕТОН АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО**

Попов А.Л., Строкова В.В. // Строительные материалы. – 2019. - №5. – С.38-44

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования композиционного вяжущего и фибры для улучшения физико-механических характеристик пенобетона автоклавного твердения. Показано, что замена портландцемента в составе пенобетона композиционным вяжущим ТМЦ-70 позволяет повысить его прочность на 35%. Модифицированная базальтовая фибра в процессе автоклавирования выступает в качестве активной подложки для кристаллизации продуктов гидратации клинкерных минералов, препятствует коррозии фибры компонентами цементного камня, приводит к повышению ее адгезии к матрице сцементированного вещества, что в совокупности с композиционным вяжущим ТМЦ-70 позволяет повысить класс прочности по сравнению с контрольным составом пенобетона с В1,5 до В2,5. Также дисперсное армирование пенобетона способствует уменьшению среднего размера пор в матрице пенобетона с сохранением средней плотности, что улучшает теплоизоляционные характеристики пенобетона, снижая его теплопроводность. Таким образом, проведена многокритериальная оптимизация и установлены рациональные границы варьирования рецептурно - технологических факторов для получения пенобетона автоклавного твердения.

### **1.3.3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ. ЕЁ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ**

Леонова А.Н., Шевчук Е.А., Губская К.В. // // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2020. - №2. – С.334-338

В статье рассмотрены основные виды композитной арматуры, которые применяются на строительных площадках. Также дана информация о преимуществах и недостатках данного материала. Приведено сравнение стальной и композитной арматуры. В табличной форме описаны характеристики различных армирующих материалов и полимерных матриц, а также основные характеристики различных видов композитной арматуры. Приведена основная диаграмма деформирования композитных материалов в сравнении с основными арматурными сталями. Также дана информация о том, как работать с композитной арматурой и как определять её качество.

### **1.3.4. ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕВОЛОКНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. АРМИРОВАНИЕ И УСИЛЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Дьяков А.В. // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2020. - №2. – С.322-324

В статье дано подробное определение углеволокна, приведены его технические характеристики. Также сказано об основных преимуществах данного материала. В статье обозначена одна из наиболее важных задач современного строительства. Разобран вопрос особенностей использования углеволокна. Дан ответ на вопрос, каким требованиям должна отвечать эффективная технология армирования. В статье приведён список ситуаций, в которых необходимо осуществление внешнего армирования. Описаны распространенные конструктивные решения для углеволокна.

### **1.3.5. МОДИФИЦИРОВАННЫЕ АБС-ПЛАСТИКИ С УЛУЧШЕННЫМИ ДЕФОРМАЦИОННОПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Редькина А.А., Осипчик В.С., Кравченко Т.П. // Химическая промышленность сегодня. – 2019. - №2. – С.26-29

В работе приведены результаты комплексного исследования структуры и свойств композитов на основе АБС-пластика, армированного короткими базальтовыми волокнами. В ходе изучения межфазных процессов на границе системы АБС-волокно была установлена недостаточная адгезия, в результате чего волокно подвергалось поверхностной обработке подобранными аппретами. Показана зависимость механических свойств термопластичных базальтопластиков от природы аппрета и его количества. Разработана методика обработки поверхности волокон, которая позволила улучшить адгезионное взаимодействие матрицы АБС к волокну и повысить деформационно-прочностные характеристики полученных композитов. Показано повышение эластических свойств композиций при введении модификатора, в качестве которого был выбран стиролэтиленбутиленстирольный термоэластопласт. Даны рекомендации по применению разработанных термопластичных базальтопластиков на основе АБС.

### **1.3.6. УСИЛЕНИЕ КОЛОНН КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Панеш Д.А., Макаренко Н.А. // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2020. - №2. – С.343-346

В статье рассмотрены основные повреждения, дефекты и деформации колонн. Приведен список необходимых требований, которые должны соблюдаться при реконструкции колонн. Дан основной перечень традиционных методов усиления стальных, железобетонных и кирпичных колонн. Также дано определение колонны и сказано о функциях, которые она выполняет. Подробно рассмотрен современный метод усиления колонн - применение композитных материалов. Сказано о преимуществах углеволокна. В статье описано, как происходит процесс производства работ по усилению и ремонту колонн с применением углепластиковых ламелей, углеродных сеток и лент.

### **1.3.7. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Коробко В.И. // Строительство. Экономика и управление. – 2020. - №3 (38). – С.44-49

Современные конструкционные материалы, отвечающие высокому качеству, обладают одним существенным недостатком, а именно – увеличение прочности приводит к снижению пластичности. Нанокпозиционные материалы сочетают в себе высокие показатели прочности и пластичности, что привлекает их внедрение в производство строительных материалов. Наиболее широко используемыми материалами, созданными на основе нанотехнологий, являются: • нанобетон; • наносталь; • нанопокрyтия; • нанокерамика; • нанотрубки.

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

### **2.1. РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УНОСА МАССЫ УГЛЕРОДНЫХ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ**

Горский В.В. // Теплофизика высоких температур. – 2020. – Т.58, №2. – С.249-255

Приводится физико-математическая постановка задачи о квазистационарной абляции углеродного материала, учитывающая протекание всех основных сопутствующих физико-химических процессов. Рассматривается типичный пример распределения параметров уноса массы углеродного материала по поверхности затупленного конуса.

## 2.2. ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К МЕЖСЛОЕВОМУ РОСТУ ТРЕЩИН ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ АРМИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ КОГЕЗИОННОЙ ЗОНЫ

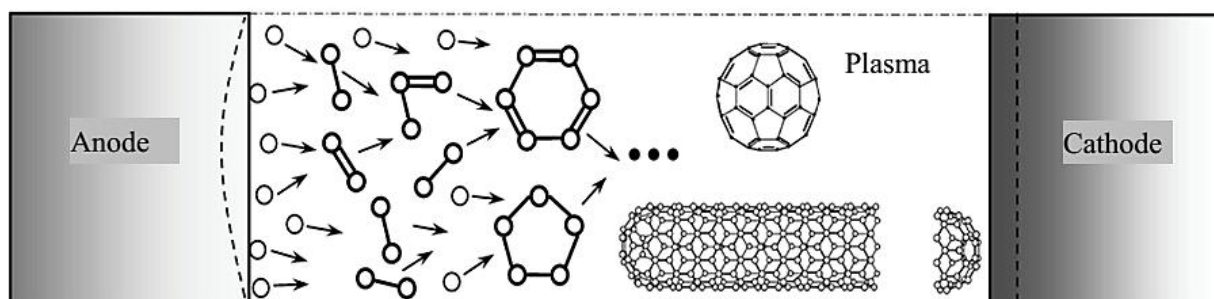
Новиков Г.В., Бабаевский П.Г., Салиенко Н.В. // Ученые записки физического факультета Московского университета. – 2020. - №2. – С.202

Показано, что конечно-элементная модель 3D модель когезионной зоны, разработанная в пакете прикладных программ ANSYSQR для образца в форме ДКБ, расслаиваемого по моде I, применима к оценке трещиностойкости перспективных для использования в авиакосмической технике слоистых армированных ПКМ. Результаты численного моделирования хорошо согласуются с экспериментально полученными данными. Использованы два разных по природе и составу современных слоистых армированных ПКМ на основе угле- и стеклотканей и псевдохрупких термопластичных матриц - полиэфирэфиркетон и поликапроамид. Вариацией длины когезионной зоны, рассчитанной по экспериментально определенным параметрам межслоевой трещиностойкости (интенсивности высвобождения упругой энергии при росте трещины и локальной когезионной прочности материала) осуществлен подбор минимально необходимого размера и числа интерфейсных (когезионных) элементов, обеспечивающих достаточную высокую точность вычислений основных параметров трещиностойкости, при минимизации объема вычислений.

## 2.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ

Абрамов Г.В., Гаврилов А.Н. // Advanced Materials And Technologies. - 2019 - №1. - С. 21-34

Рассмотрены подходы построения математических моделей, описывающих процессы в низкотемпературной плазме с разным уровнем детализации элементов. Показаны области применения, ограничения и вычислительные сложности различных методов моделирования коллективных процессов в многокомпонентной плазме. На примере электродугового синтеза рассмотрен механизм формирования углеродных наноструктур (фуллеренов, нанотрубок) в плазме с учетом формирования кластерных групп углерода со связями C-C, C=C (C<sub>2</sub>) и C=C=C (C<sub>3</sub>). Рассмотрен квантово-кинетический подход построения математической модели с использованием кинетического уравнения Больцмана процессов синтеза углеродных наноструктур (УНС) методом возгонки графитового сырья плазмой дугового разряда. Использование функций распределения частиц данного подхода позволяет рассматривать процессы образования и роста кластерных групп в плазме. Моделирование плазменных процессов представляет собой ресурсоемкую задачу, связанную с обработкой больших объемов данных, поэтому для сокращения объема и времени вычислений предложено использовать метод крупных частиц для численного решения задач модели.



## **2.4. ПЕРЕСМОТР КОНЦЕПЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ ОБРАЩЕННЫХ К ПЛАЗМЕ МАТЕРИАЛОВ ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА**

Tanabe T. // Физика плазмы. – 2019. – Т.45, №5. – С.387-405

Рассмотрена возможность использования углеродных материалов в качестве обращенных к плазме материалов (ОПМ) в термоядерных реакторах. Рассмотрены процессы, происходящие в углеродных материалах под действием нейтронного облучения, такие как эрозия, повторное осаждение углерода, накопление водорода и повреждение под действием потоков нейтронов. При этом учтены результаты недавних исследований, проведенных на многих плазменных установках, включая такие крупные токамаки как JET и JT-60U. Сделан вывод, что углеродные материалы могут быть успешно использованы в термоядерных реакторах в качестве ОПМ, если из них изготавливать защитные пластины, механически закрепленные на теплоотводящих элементах. Повышение рабочей температуры поверхности пластин уменьшает накопление трития и негативное воздействие облучения нейтронами. Механическая фиксация позволяет легко заменять защитные углеродные пластины с помощью дистанционного манипулирования, а периодические перерывы в работе для обслуживания реактора дают возможность для плановой замены защитных пластин. Кроме того, плановое удаление трития из первой стенки за счет изотопического обмена при проведении разрядов в дейтерии и установка сменных охлаждаемых пластин в области дивертора для удаления повторно осажденного углерода вместе с захваченным тритием позволит значительно уменьшить накопление трития в реакторе.

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

### **3.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СВОЙСТВА РЕЗИНОКОРДНЫХ СИСТЕМ**

Шашок Ж.С., Прокопчук Н.Р., Усс Е.П. // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2019. - №2 (233). – С.35-40

Изучено влияние дисперсий наноструктурированных углеродных материалов на прочность связи резины с текстильными кордами различных марок. В качестве объектов исследования использованы пропиточные составы для полиэфирных и полиамидных кордов, в которые вводились водные дисперсии углеродных наноматериалов производства ООО «Передовые исследования и технологии»: УД УНМ с концентрацией 5 г/л и УД «Р» с концентрацией 10 г/л. В ходе предварительных испытаний резинокордных систем выявлено, что применение модифицированного пропиточного состава способствует повышению (на 21,4%) прочности связи резины только с кордом марки 21 КНТС. Результаты расширенных испытаний по определению изменения адгезионных свойств резинокордных систем от количественного содержания наноструктурированных углеродных материалов показали, что в случае применения дисперсий наноматериалов в пропиточном составе для ткани кордной полиэфирной марки 18 ПДУ использование только 125 мл/л дисперсии УД УНМ и 25 мл/л УД «Р» оказывает положительное влияние на показатель прочности связи резины с кордом, так как при этом увеличивается степень покрытия на 15% и прочность связи на 11,3-16,0% в условиях паровоздушного старения.

### **3.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

Гарипов Р.Р., Хантимеров М.М., Сулейманов Н.М. // *Advanced Materials And Technologies*. – 2020. - №1 (17). – С.64-67

Исследованы изменения морфологии конических углеродных нанотрубок и состава функциональных групп на их поверхности при жидкофазной функционализации в различных растворах. Изучена зависимость типа функциональных групп от состава окислителей. Установлено влияние типа функциональных групп на поверхности углеродных нанотрубок на проводящие свойства полимерного композиционного материала, изготовленного на их основе.

### **3.3. СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ: УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ КАК МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ КЛУБКИ**

Атлуханова Л.Б., Козлов Г.В., Долбин И.В. // *Теплофизика высоких температур*. – 2020. – Т.58, №2. – С.306-309

Предложена структурная модель вязкости расплава нанокomпозитов полимер-углеродные нанотрубки, в которой углеродные нанотрубки моделируются как аналог макромолекулярных клубков разветвленных полимеров. Такой подход позволяет определить реальную степень анизотропии этого нанонаполнителя. Использование степени анизотропии позволяет достаточно точно предсказать вязкость расплава рассматриваемых нанокomпозитов. Формирование такой специфической структуры углеродных нанотрубок в полимерной матрице приводит к двукратному снижению вязкости расплава по сравнению с нанокomпозитами, имеющими в составе линейные углеродные нанотрубки.

### **3.4. РЕОЛОГИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИСАДКАМИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР РАЗЛИЧНОГО ТИПА**

Шилов М.А., Смирнова А.И., Гвоздев А.А. // *Трение и износ*. - 2019. – Т.40, №6. – С.720-730

Вязкость и зависимость вязкости от температуры являются одними из основных критериев выбора пластичных смазочных материалов (ПСМ). В работе проведена оценка вязкоупругого течения трёх промышленно выпускаемых ПСМ при введении в них четырёх типов углеродных наноструктур (УНС) в качестве присадок. Проанализировано влияние на этот показатель концентрации, типа УНС, а также частоты сдвига (сдвиговый и осцилляционный тесты). Показано, что при введении УНС общей тенденцией для всех изученных систем является снижение динамической вязкости и вязкоупругих свойств исходных ПСМ в диапазоне скоростей сдвига от 0 до 10 об/с и частот от 0,1 до 12 Гц. Наименьшее влияние на упругие свойства систем оказывают наночастицы шунгитового углерода. Установлено, что величина снижения вязкости ПСМ с УНС (с концентрацией присадок 0,5 и 1 мас.%) зависит от пространственной структуры УНС, что может быть представлено следующим рядом: 2D (многослойный окисленный графен) > 1D (одностенные нанотрубки) > 1D (многостенные нанотрубки).

### 3.5. ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНОГО РАЗРЫВА ПОЛИМЕР-ТКАНЕВЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Кобзев В.А., Чеченин Н.Г., Бакунов К.А. // Ученые записки физического факультета Московского университета. – 2020. - №2. – С.202-106

Нанокompозиты - новый тип материалов, отличающийся от обычных композиционных материалов размером упрочняющей фазы. Одними из самых перспективных наполнителей для изготовления нанокompозитов являются углеродные нанотрубки. В работе проведено



Рис. 1: Опытные образцы первого типа с процентным содержанием по массе УНТ: 0%, 1%, 3%, 5% (слева направо)

изучение структурных и функциональных свойств полимерных композитных материалов на основе эпоксидных смол, армированных углеродными нанотрубками. Изучена ударная стойкость при высокоскоростных воздействиях многослойных композитов, представляющих из себя многослойные структуры из стеклоткани и базальтовой ткани, пропитанные полимером на основе эпоксидных смол.

### 3.6. МИКРООРГАНИЗМЫ И УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ (ОБЗОР)

Максимова Ю.Г. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2019. – Т.55, №1. – С.3-16

Обзор посвящен рассмотрению различных аспектов взаимодействия углеродных нанотрубок с микроорганизмами: антимикробному эффекту одностенных, многостенных, функционализированных и немодифицированных углеродных нанотрубок, механизму воздействия этих наноматериалов на отдельную клетку, а также влиянию нанотрубок на микроорганизмы почвенных и водных экосистем. Среди механизмов воздействия углеродных нанотрубок на микробную клетку отмечается прямой контакт, приводящий к нарушению клеточной стенки и цитоплазматической мембраны, изменение текучести мембраны, окислительный стресс, ингибирование ферментов, снижение уровня транскрипции ряда ключевых генов. Показано, что антимикробное воздействие углеродных нанотрубок сильно зависит от их диаметра, длины, степени агрегации, концентрации, функционализации поверхностными группами, степени очистки, времени и интенсивности контакта. Рассмотрены возможности биодegradации углеродных нанотрубок микроорганизмами. Показано изменение содержания в почве при внесении нанотрубок определенных таксономических групп бактерий, участвующих в биогеохимических циклах углерода и азота, что может неблагоприятно влиять на круговорот этих элементов в природе.



### **3.7. ГЕНЕРАЦИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПРЕДЕЛЬНО КОРОТКОГО ОПТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА В СРЕДЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С НЕЛИНЕЙНЫМ ПОГЛОЩЕНИЕМ**

Конобеева Н.Н., Белоненко М.Б. // Оптика и спектроскопия. – 2020. – Т.128, №4. – С.535-540

Рассмотрена задача о распространении предельно короткого оптического импульса в среде углеродных нанотрубок с нелинейным поглощением и усилением. Нелинейное поглощение описано феноменологически на основе литературных данных. Рассмотрен режим, в котором коэффициент усиления выше коэффициента линейного поглощения. Этот режим также описан феноменологически. Сам предельно короткий оптический импульс рассмотрен на основе уравнений Максвелла с микроскопически вычисленной зависимостью тока от поля импульса. Показана возможность эффективной генерации высших гармоник, которые изначально не присутствовали в импульсе. Ключевые слова: углеродные нанотрубки, нелинейное поглощение, оптические импульсы.

## **4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ**

### **4.1. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНОЙ ДИСПЕРСИИ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ В АНГИДРИТОВОМ ВЯЖУЩЕМ**

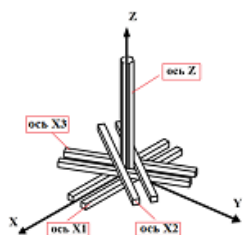
Токарев Ю.В., Волков М.А., Агеев А.В. // Строительные материалы. – 2020. - №1-2. – С.24-37

Приводятся результаты исследований механических свойств и структуры вяжущего на основе природного ангидрита в присутствии водной дисперсии углеродных частиц - технической сажи и изостатического графита. Гранулометрический анализ показал, что частицы сажи имеют более высокую дисперсность в сравнении с графитом. При этом основной диапазон частиц сажи находится в интервале от 50 до 500 нм. Использование сажи в виде колеровочной пасты и графита - отхода производства обеспечивает повышением механических характеристик до 25% при оптимальном содержании добавки 0,001 и 0,005% соответственно. Анализ результатов образцов с добавлением сажи, полученных дифференциально-сканирующей калориметрией и ИК-анализом, показал наличие изменений в окружении кристаллогидратных структур. В ходе микроструктурного анализа выявлено наличие как однородных, так и неоднородных участков структуры гипсового камня. При этом установлено наличие упорядоченного скопления хорошо сформированных и плотноупакованных кристаллов двуводного гипса, предположительно по поверхности частиц сажи, наличие кристаллов с вогнутыми поверхностями и наличие плотных контактов между кристаллами, обеспечивающих повышение плотности межфазной поверхности и прочности ангидритовой матрицы. Введение пластификатора в состав ангидритового вяжущего в количестве 0,8% совместно с сажой обеспечивает повышение прочности до 45% на поздних сроках твердения и существенное понижение на ранних сроках твердения.

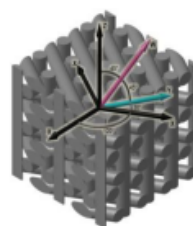
## 4.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИНДЕНТИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Андреева Ю.Д. // Сборник материалов II Ежегодной научной конференции «Современные инновации в экономике, технике и обществе». – 2019. – С.20-30

Работа посвящена исследованию применимости метода индентирования для определения локальных свойств матрицы углерод-углеродных композиционных материалов. Показано, что целесообразно применение индентора с максимально возможным диаметром сферического притупления. Приведены оценки влияния структурной неоднородности материала на результаты измерений. На основе полученных данных разработана методика и проведена апробация при численном эксперименте.



а) Схема расположения осей армирования относительно ортогональной системы координат



б) Схема армирования 4ДЛ

**Рисунок 1 – Схема армирования 4ДЛ**

## 4.3. СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С АНОМАЛЬНО ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Мележик А.В., Смольский Г.В., Зеленин А.Д. // Advanced Materials And Technologies. - 2019 - №1. - С.19-24

Углеродные структуры с развитой пористостью получают физической или химической активацией исходных углеродсодержащих материалов. Физическая активация проводится при температуре 800...900°C. Для химической активации предложено достаточно большое число реагентов: фосфорная кислота, хлорид цинка, сульфид калия, карбонат калия и др. Все описанные технологии направлены на увеличение удельной поверхности и пористости исходных углеродных наноматериалов. Дано описание технологии синтеза веществ, предположительно кумуленовой структуры, основанной на поликонденсации гексаметилтетрамина в безводной серной кислоте. Изменение режимов термообработки позволяет интенсифицировать процесс полимеризации, в результате чего продукты синтеза становятся нерастворимыми в водной среде. Исследована возможность использования УНТ в качестве модификатора исходной структуры композита. Полученные вещества активировали гидроксидом калия. Анализ удельной поверхности синтезированных материалов показал аномально высокие значения (4288...5346 м<sup>2</sup>/г). При увеличении количества активирующего реагента (гидроксид калия) для всех углеродных структур наблюдается уширение пор. Активированные материалы могут быть использованы в качестве эффективных адсорбентов, электродных материалов для химических источников тока.

#### **4.4. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЛЕГКОЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВЛАЖНЫХ ГАЗОВЫХ СРЕД ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Родинков О.В., Вагнер Е.А., Бугайченко А.С. // Журнал аналитической химии. – 2019. – Т.74, №9. – С.673-678

Сопоставлена эффективность различных углеродных сорбентов при концентрировании легколетучих органических веществ из потока влажного воздуха для их последующего газохроматографического определения. Предложена гибридная схема экспрессного анализа, включающая сорбционное концентрирование аналитов на выбранном композиционном угольно-фторопластовом сорбенте, их одностадийную термодесорбцию в испарителе хроматографа с капиллярной колонкой и пламенно-ионизационным детектором. Предложенная схема позволяет за 5-10 мин определять низшие спирты и кетоны в воздухе, насыщенном водяным паром, с нижними границами диапазона определяемых концентраций на уровне нескольких мкг/м<sup>3</sup>.

#### **4.5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИКИ УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ**

Дмитриенко Г.В., Мухин Д.В. // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. – 2019. – Т.21, №4 (90). – С.49-53

В статье рассмотрена идеология автоматизации диагностики углеродных композиционных материалов радиоволновыми методами, основанная на использовании математических моделей. Цифровая модель КМ позволяет многосторонне ее использовать как в качестве эталона при измерении на соответствие заявленным требованиям, так и в процессе математического моделирования. Кроме того, она позволяет в процессе диагностики устранить или скорректировать следующие неопределенности, возникающие в процессе измерения-диагностики.

#### **4.6. СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛОИСТЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ НИОБИЕВЫХ СПЛАВОВ И УПРОЧНЯЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ И УГЛЕРОДА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОГО СПЕКАНИЯ**

Коржов В.П.1, Кийко В.М.1, Желтякова И.С. // Деформация и разрушение материалов. – 2019. - №5. – С.19-26

Исследованы микроструктура и механические свойства слоистых композиционных материалов, полученных диффузионной сваркой пакетов из фольг ниобия с односторонним многокомпонентным металлическим покрытием, содержащим кремний. Сформировавшаяся многослойная структура композитов состояла из вязко-пластичного ниобиевого сплава и его соединений с кремнием и углеродом. Достигнутая прочность на изгиб при 1100°C и 1300°C составляла 200-320 и 260-420 МПа соответственно, а при комнатной температуре - 320-550 МПа.

#### **4.7. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕФТЯНЫХ И КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ПЕКОВ МЕТОДАМИ $^1\text{H}$ И $^{13}\text{C}$ ЯМР-СПЕКТРОСКОПИИ**

Дошлов И.О., Ушаков И.А. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. - Т.9, №2 (29). - С.313-319

Нефтяные и каменноугольные пеки являются одним из важных источников сырья для производства углеродных материалов: электроугольных, жаро- и химостойких конструкционных изделий, металл-углеродных, углерод-углеродных композиционных материалов, графитированных электродов, самообжигающихся анодных масс, углеродных волокон, доменного и литейного кокса. Качество пеков определяется элементным и групповым составом, его структурой и физико-химическими свойствами. Наибольший интерес для оценки прогнозирования поведения пеков при переработке и свойств получаемой из них продукции представляет изучение молекулярного строения и группового состава органических компонентов пека и выявление влияния состава на практические свойства продукции. Представляемая работа посвящена исследованию группового состава двух нефтяных и двух каменноугольных пеков методами спектроскопии ЯМР высокого разрешения. Данные спектров ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  позволяют оценивать состав пековой продукции без разделения на фракции.

#### **4.8. МЕТОДИКА РАСЧЕТА АБЛЯЦИИ УГЛЕРОДА В СТРУЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Горский В.В., Ковальский М.Г. // Вестник Московского Государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. – 2019. - №5 (128). – С.4-12

В настоящее время углеродные материалы широко используются в качестве абляционной тепловой защиты для высокотемпературных элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники. Прогнозирование изменений формы внешних поверхностей указанных элементов, обусловленных обгаром тепловой защиты, неотделимо от использования расчетно-теоретических методик, описывающих физико-химические и механические процессы, сопутствующие рассматриваемому явлению. При этом обязательным является апробация таких методик на результатах экспериментальных исследований, проведенных в условиях, реализуемых в процессе отработки тепловой защиты в струях аэродинамических установок. К числу основных элементов абляции углеродных материалов относится их эрозия в высоконапорных газовых потоках. В процессе экспериментальной отработки необходимо проводить исследование на крупномасштабных моделях, что обусловило широкое использование для моделирования процесса эрозии тепловой защиты недорасширенных струй продуктов сгорания ракетного двигателя.

#### **4.9. ПЛАВЛЕНИЕ ГРАФИТА ПРИ "НИЗКОЙ" ТЕМПЕРАТУРЕ**

Полищук В.П., Самойлов И.С., Амиров Р.Х. // Теплофизика высоких температур. – 2020. – Т.58, №2. – С.215-231

Представлены результаты экспериментальных исследований дугового разряда между графитовыми электродами в атмосфере аргона при давлении 0.1-100 кПа. Разряд зажигался после разрушения графитового стержня, который нагревался фиксированным электрическим током и выдерживался в течение  $\sim 10^3$  с при температуре  $\sim 3$  кК. Приведены свидетельства образования жидкой фазы на поверхности графитовых электродов при температуре около 3.2 кК. Обсуждаются данные о давлении насыщенных паров углерода. Давление в тройной точке углерода не превышает  $\sim 0.1$  кПа.

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

### **5.1. ВАРИАНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ**

Переборова Н.В., Абрамова И.В., Ананичев Е.А. // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2019. - №1. – С.98-107

Методами нелинейно-наследственной механики полимеров с применением релаксационно-деформационной функции «нормированный арктангенс логарифма приведенного времени», охватывающей расширенные спектры релаксации и ползучести, решаются задачи по прогнозированию деформационно-эксплуатационных свойств волокнистых материалов сложного макростроения, относящихся к классу текстильных материалов.

### **5.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА**

Мартынюк Л.А., Котович И.В., Талалаева П.И. // «Гагаринские чтения – 2020». Сборник тезисов докладов. - С.167-168

Несмотря на ряд преимуществ, использование композитных материалов накладывает ряд ограничений на их использование. В том числе температура деструкции связующего. Исходя из этого, достоверный расчет теплового состояния конструкции является основой для дальнейшего применения композиционного материала при изготовлении рабочего колеса компрессора. Экспериментально определены теплофизические свойства углепластика на основе углеродных волокон UMT 49S и фталонитрильного связующего PN-3M для однонаправленного слоя и укладки применяемой при изготовлении элементов компрессора.

### **5.3. РАЗРАБОТКА ОБОБЩЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АВИАСТРОЕНИИ**

Дмитриенко Г.В., Згуральская Е.Н., Ривин Г.Л. // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. – 2019. – Т.21, №4(90). – С.40-48

В авиации полимерные композиционные материалы (ПКМ) очень часто эксплуатируются в условиях нестационарных температур. Поэтому возникает вопрос о проверки соответствия материалов условиям эксплуатации. Основные преимущества углеродных ПКМ состоят в высокой теплостойкости, малой плотности, стойкости к тепловому удару и облучению.

#### 5.4. СИНТЕЗ СЕРЕБРЯНЫХ КОМПОЗИТОВ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И ЕГО ФРАКЦИЙ В СРЕДЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СТРУКТУРЫ

Саид-Галиев Э.Е., Абрамчук С.С., Хохлов А.Р. // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 2020. – Т.62, №2. – С.139-152

Ультрадисперсный политетрафторэтилен был разделен на растворимые и нерастворимые фракции в сверхкритическом диоксиде углерода. Исходный полимер и его растворимые и нерастворимые фракции импрегнированы (1,5-циклооктадиен)-1,1,1,5,5,5-гексафторацетилацетонатом серебра (I) в растворе сверхкритического диоксида углерода при термодинамических условиях 65°C, 8 МПа в течение 6.6 ч с последующим восстановлением металла в атмосфере водорода при 65°C, 1.2 МПа, 6 ч. Содержание металла по данным рентгенофлуоресцентного анализа достигает 2.4% по массе. Ag-полимерные композиты исследованы методами рентгенофлуоресцентного анализа, просвечивающей электронной микроскопии, малоуглового рентгеновского рассеяния и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Показано, что серебро в виде наночастиц с размером 1.0-07.5 нм локализуется в основном в растворимой низкомолекулярной фракции.

#### 5.5. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ (ОБЗОР)

Колобков А.С. // Труды ВИАМ. – 2020. - №6-7. – С.38-44



Рис. 2. Двигатель ПД-14

В статье приводится описание новых, разработанных за последнее время во ФГУП «ВИАМ», полимерных композиционных материалов, применяющихся в различной авиационной технике, с использованием разнообразных армирующих наполнителей и полимерных связующих. Эти разработки связаны с развитием нового технологического уклада, появлением новых требований к авиационным изделиям и повышением требований к уже существующим, что в свою очередь формирует определенные требования к материалам. Представлены также марки материалов, области их применения и температуры эксплуатации. Например, для изготовления высоконагруженных конструкций разработана целая серия углепластиков на основе высокодеформативного эпоксидного связующего марки ВСЭ-1212, которые применяются в деталях мотогондолы двигателя ПД-14

#### 5.6. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА МОРФОЛОГИЮ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВЫХ РЕЗИСТИВНЫХ КОМПОЗИТОВ

Мелентьев С.В., Малиновская Т.Д., Потекаев А.И. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2019. – Т.16, №2. – С.176-186

В работе изучена морфология композиционных резистивных материалов на основе двухкомпонентного полиуретанового связующего Kontracid D3010. Экспериментально определено, что на однородность резистивных композитов существенное влияние оказывают

такие факторы, как размер и форма частиц углеродных наполнителей, способ и время смешения полимерной углероднаполненной композиции. Выявлено, что оптимальным способом получения системы полиуретан - углеродный наполнитель является диспергирующее смешение компонентов в течение 120 мин. Показано, что именно такая обработка позволяет получить наиболее однородные покрытия с низкой пористостью и наибольшим числом контактов. На основе анализа морфологических картин поверхностей и сколов резистивных композитов, наполненных коллоидно-графитовым препаратом С-1, графитом элементным ГЭ-3 и канальной сажой К-163 выявлено, что покрытия с наполнителем С-1 более однородны при одних и тех же концентрациях в связующем. Установлено, что диспергирование приводит к увеличению объемной доли мелких частиц и показано, что не зависимо от природы используемого наполнителя, это воздействие приводит к увеличению электропроводности в резистивном композите за счет формирования электропроводящей сетки в структуре композита.

### **5.7. МЕХАНИЗМЫ УСИЛЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕР/УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ СО СТЕКЛООБРАЗНОЙ И КАУЧУКОПОДОБНОЙ МАТРИЦЕЙ**

Атлуханова Л.Б., Ризаханов М.А., Козлов Г.В. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2019. – Т.16, №2. – С.239-243

Перколяционная модель усиления полимерных нанокompозитов использована для описания хорошо известных различий степени усиления одних и тех же нанокompозитов полимер/углеродные нанотрубки с эластомерной и стеклообразной матрицей. Показано, что нанокompозиты с эластомерной матрицей являются истинными нанокompозитами, которые усиливаются межфазными областями, а нанокompозиты со стеклообразной матрицей представляют собой микрокомпозиты, которые усиливаются нанонаполнителем. Это различие армирующей компоненты при одном и том структурном состоянии нанокompозита определяет сильное снижение критического перколяционного индекса, которое сопровождается существенным увеличением степени усиления этих наноматериалов. Применение микромеханической модели Хальпина-Цая для случая анизотропных нанонаполнителей при двух значениях модуля упругости нанонаполнителя (50 и 400 ГПа) показало хорошее соответствие с экспериментальными данными при использовании первого из указанных значений модуля упругости и очень завышенные - при использовании второго.

### **5.8. АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АЛМАЗОПОДОБНОГО ПОКРЫТИЯ И АЛЮМОНИТРИДА ТИТАНА В МОДЕЛЬНЫХ СМАЗОЧНЫХ СРЕДАХ**

Левченко В.А., Буяновский И.А., Самусенко В.Д. // Трение и износ. - 2019. – Т.40, №6. – С.706-711

В работе исследовались антифрикционные свойства как алмазоподобного (DLC) покрытия, так и алюмонитрида титана (AlTiN), используемого в качестве промежуточного слоя для улучшения адгезии. Проведены трибологические испытания покрытий без смазочного материала, в неактивной смазочной среде, а также в смазочных средах с присадками - поверхностно активной и химически активной. Исследуемое алмазоподобное покрытие повышает износостойкость поверхности и позволяет значительно снизить коэффициент трения, при этом смазочная среда не оказывает существенного влияния на антифрикционные свойства покрытия.

## 6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

### 6.1. РОССИЙСКИЙ И МИРОВОЙ РЫНОК ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ (ОБЗОР)

Дориомедов М.С. // Труды ВИАМ. – 2020. - №6-7. – С.29-37

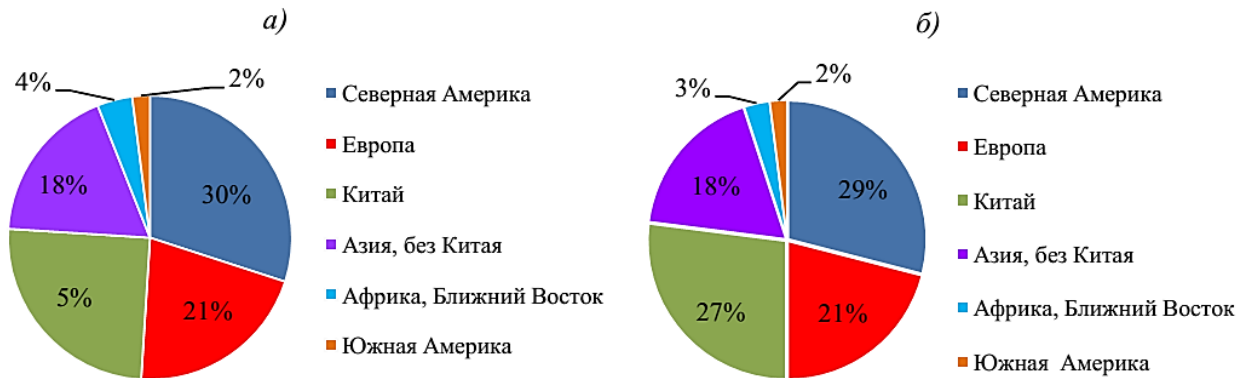


Рис. 2. Структура рынка ПКМ по странам в 2019 г. (а) и прогноз на 2024 г. (б) в стоимостном выражении

Статья посвящена рассмотрению рынка полимерных композиционных материалов (ПКМ) в России и мире. Приведены данные: об ориентировочном объеме рынка композитов в стоимостном и натуральном выражении в мире и России на основании расчетов автора и анализа литературных источников; об объемах применения ПКМ в различных отраслях промышленности. Рассмотрено состояние производства армирующих компонентов для изготовления полимерных композиционных материалов.

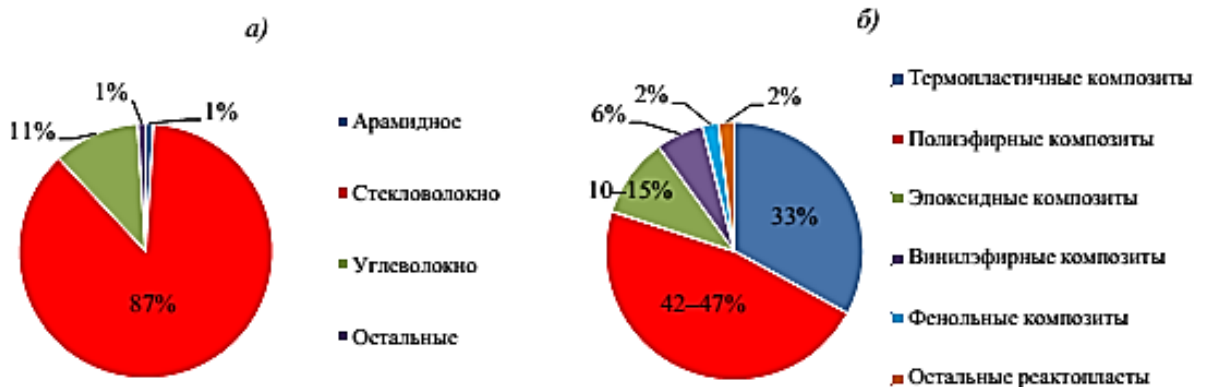


Рис. 3. Структура рынка ПКМ по типу армирующего компонента (а) и типу полимерной матрицы (б) [10]



## 6.2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И СТРАНАХ ЕВРОСОЮЗА

Сазон С.А. // Наука и инновационные технологии. – 2020. - №14. – С.300-314

Приведены основные преимущества применения композитной арматуры по сравнению с традиционной, а также описана проблематика ее массового использования в строительной отрасли. Причиной является нехватка нормативно технической базы и практических исследований для ее оптимального применения в различных конструкциях. Целью исследования является комплексный анализ современных тенденций производства и применения строительной композитной арматуры в Республике Беларусь и других индустриально развитых странах. В основной части статьи произведен исторический обзор применения композитных материалов в мировой практике и Республике Беларусь, а также разновидности композитных материалов, используемых в промышленности. Перечислены основные тенденции в исследовательской деятельности по изучению свойств композитных материалов с целью использования всего спектра достоинств данных материалов, а также сформулированы основные проблемы массового их применения в строительстве. В заключении обоснована необходимость использования композитных материалов в строительстве, однако многие вопросы теории создания и технологии таких материалов изучены недостаточно.



- Виды арматуры из композитных материалов

Рис. АСП – стеклопластиковая  
 АУП – углеродная  
 АБП – базальтопластиковая  
 АКК - комбинированная

## 6.3. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Орехова А.Р., Дорофеев Е.П. // Новые Идеи Нового Века: Материалы Международной материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2020. - №2. – 240-246

Строительная сфера постоянно развивается, открываются новые места, строятся различные объекты. Композиционные материалы стали неотъемлемой частью данной области. В наше время сложно представить масштабные строительные работы без использования композита. Стойкий, легкий и долговечный, он имеет значительные преимущества по сравнению с натуральными материалами, которые тяжелы и не имеют значительной способности изменять форму. Композит используется не только при строительстве жилых сооружений. Различные архитектурные элементы, такие как арки или купола, часто создаются с использованием композитных материалов. В статье рассмотрены различные типы композиционных материалов и особенности их использования.

## 7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

### **УЧЕННЫЕ РАЗРАБОТАЛИ ТЕХНОЛОГИЮ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ ГЕННО-ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНЫХ ТКАНЕЙ**

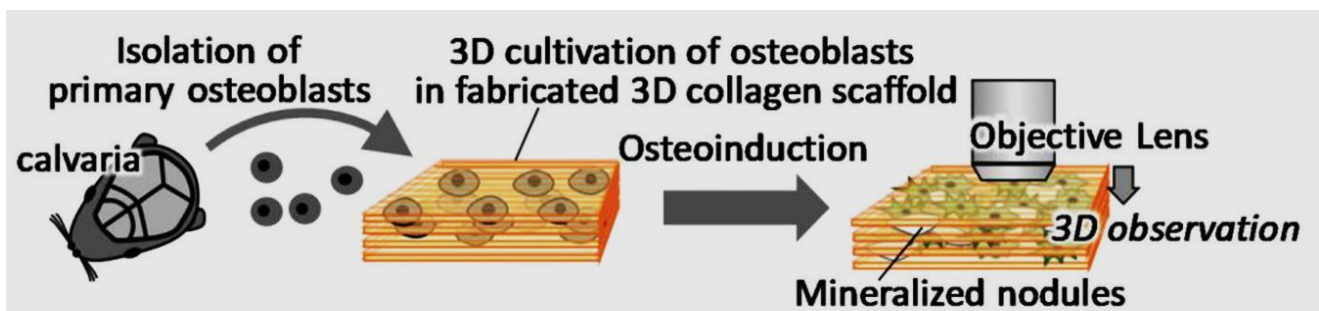
Вомпе Т.А. // <http://www.nanometer.ru/> - 2020. – Июнь

#### **3D printed gene-activated octacalcium phosphate implants for large bone defects engineering**

Пья I Bozo, Roman V. Deev, Igor V. Smirnov // International Journal of Bioprinting. – 2020. - Vol.6, №3. – P.93-109

Группа российских ученых разработала оригинальную технологию трехмерной печати персонализированных изделий из биоактивной керамики и создала персонализированные ген-активированные имплантаты. Проведен комплексный физико-химический и биохимический анализ экспериментальных образцов ген-активированных материалов и персонализированных имплантатов для инженерии и направленной регенерации костных тканей, полученных с использованием технологий трехмерной печати, включая доклинические исследования на крупных животных. Результаты работы опубликованы в журнале International Journal of Bioprinting (DOI 10.18063/ijb.v6i3.275).

Несмотря на высокий уровень развития медицины, до сих пор нерешенной остается проблема лечения пациентов с протяженными (критическими) дефектами костей скелета. Актуальность проблемы подчеркивается распространенностью травм, онкологической патологии, врожденных деформаций и аномалий развития, дегенеративно-дистрофических, воспалительных заболеваний, непосредственно поражающих кости или требующих сегментарных резекций костей в ходе хирургических вмешательств. Так, по данным Федеральной службы государственной статистики, в 2015 г. в России было зарегистрировано 3 млн. травм костей скелета. А по данным ВОЗ, в мире ежегодное количество пострадавших только в результате дорожно-транспортных происшествий составляет 30-50 млн. человек. В случае протяженных костных дефектов современное реконструктивно-восстановительное лечение базируется на использовании костных аутотрансплантатов, поскольку разрешенные для применения остеопластические материалы эффективны только при малых объемах костных дефектов, дистракционный остеогенез длителен и не всегда применим, а протезирование нерезорбируемыми материалами сопряжено с высоким риском осложнений и частотой неудовлетворительных результатов лечения.



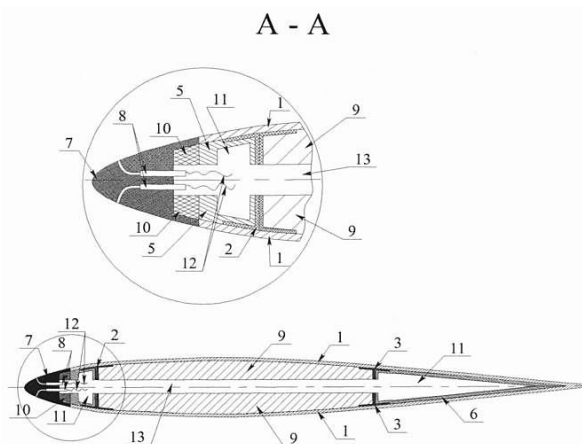
## 8. ПАТЕНТЫ

### КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**1. Патент РФ № 2729947 от 13.08.2020 года, З.№ 2019117780 от 07.06.2019 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского" (RU) - G01M 9/08

#### **Динамически-подобная аэродинамическая модель управляющей поверхности летательного аппарата**

Изобретение относится к области авиационной науки и техники и, в частности, к экспериментальным исследованиям на моделях явлений аэроупругости и аэродинамики в аэродинамических трубах (АДТ). Изобретение может быть использовано при экспериментальных исследованиях на натуральных скоростях в скоростных АДТ. Сущность изобретения заключается в том, что в динамически-подобной модели управляющей поверхности ЛА, состоящей из обшивки, переднего и заднего лонжеронов, пустотелого сердечника, дренированных блоков и датчиков динамического давления, обшивка выполнена несущей и наформована непосредственно на пустотелый сердечник, передний и задний лонжероны, с образованием пустотелого силового кессона. Дренированные блоки установлены в носке и на задней кромке модели. На передней и задней кромках размещены пустотелые формообразующие сердечники носка и задней кромки. Передний и задний лонжероны выполнены двутаврового сечения. Лонжероны изготовлены из высокомодульного полимерного композиционного материала. Пустотелый сердечник выполнен профилированным, верхняя и нижняя поверхности которого эквидистантны внешней поверхности динамически-подобной модели в соответствии с толщиной несущей обшивки. Обшивка в носке модели и на задней кромке имеет вырезы в заданном сечении для установки съемных дренированных вставок. Съемные дренированные вставки выполнены в виде элементов передней и задней кромок модели с посадочными местами для установки датчиков динамического давления. Измерительные средства, в том числе датчики динамического



давления, кабели и трубки опорного давления размещены во внутренних полостях формообразующего носка, задней кромки и дренированных вставок. Технический результат заключается в обеспечении высокого качества обтекаемой поверхности динамически-подобной модели, изготовление моделей, более точных при моделировании массово-инерционных характеристик натурной конструкции, а также повышение формоустойчивости внешних обводов модели в потоке, уменьшение времени на подготовку эксперимента в АДТ.

**2. Патент РФ № 2728740 от 30.07.2020 года, З.№ 2019118837 от 17.06.2019 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет" (RU) C04B 35/83

## **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С УПРОЧНЁННЫМИ АРМИРУЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ И МАТРИЦЕЙ (варианты)**

Изобретение относится к способам изготовления изделий из углерод-карбидокремниевых композиционных материалов, предназначенных для использования в окислительной среде при высоких температурах. Согласно способу формируют каркас структуры 2,5 d на основе тканевых заготовок из длинномерных жаростойких волокон типа углеродных и карбидокремниевых. При наборе пакета тканевых заготовок между ними прокладывают целлюлозную бумагу. Пакет требуемой толщины прошивают углеродной или карбидокремниевой нитью и пропитывают водным раствором соединения, катализирующего процесс роста углеродных нанотрубок или волокон. Затем каркас сушат и пропитывают коксообразующим связующим, после чего формируют пластиковую заготовку, придавая тем самым форму и размеры будущему изделию. Полученную пластиковую заготовку карбонизируют в инертной среде при нагреве до 800-850°C, обеспечивая образование кокса и рост углеродных нанотрубок или волокон в межволоконных порах каркаса и в межфиламентных порах волокон, а также в порах кокса. Затем, при необходимости, заготовку из карбонизованного пластика подвергают высокотемпературной обработке и насыщают пироуглеродом. Для получения карбидокремниевой матрицы проводят силицирование заготовки паро-жидкофазным методом. Техническим результатом является повышение эксплуатационных характеристик тонкостенных, крупногабаритных и сложнопрофильных изделий.

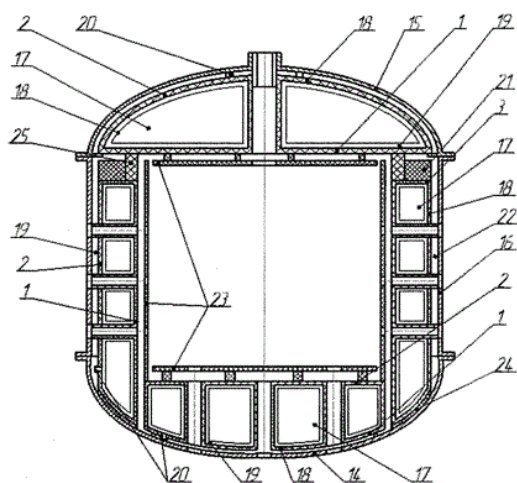
**3. Патент РФ № 2702431 от 08.10.2019 года, З.№ 2018126988 от 23.07.2018 года.**  
Патентообладатель Акционерное общество "УНИХИМТЕК" (АО "УНИХИМТЕК") (RU)  
C04B 35/536

## **УГЛЕРОДНАЯ ТЕПЛОРАСПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ПЛИТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОТОЛОЧНЫХ И НАСТЕННЫХ СИСТЕМ НАГРЕВА И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ**

Изобретение относится к области получения низкоплотных прочных материалов на основе терморасширенного графита (ТРГ), которые могут использоваться в качестве распределителей тепла, в т.ч. в системах потолочного и стенового отопления и кондиционирования. Углеродная теплораспределяющая плита для изготовления потолочных и настенных систем нагрева и кондиционирования выполнена из сжатых частиц терморасширенного графита со связующим. В качестве связующего она содержит частицы аморфного графита в количествах от 0,3 до 30,0 масс.%. Микроструктура упомянутых сжатых частиц терморасширенного графита со связующим представляет собой пачки упорядоченных графитовых слоев со слоем аморфного углерода на поверхности упомянутых графитовых слоев, при этом плотность плиты составляет от 0,05 до 0,3 г/см<sup>3</sup>. Плита обладает теплопроводностью в направлении, параллельном поверхности плиты, не менее 1,6 Вт/м·К и коэффициентом анизотропии теплопроводности не менее 1,6. Техническим результатом является улучшение потребительских свойств плит, в частности прочности на изгиб.

**4. Патент РФ № 2711199 от 15.01.2020 года, З.№ 2018129483 от 13.08.2018 года.**  
Патентообладатель Бушуев Вячеслав Максимович (RU), Никитин Михаил Владимирович (RU) - C01B 32/00

## ПОЛОЕ ЗАМКНУТОЙ ФОРМЫ ГЕРМЕТИЧНОЕ ИЗДЕЛИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ, СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ, СПОСОБЫ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ФУТЕРОВКА РЕАКТОРА ВАКУУМНОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ УСТАНОВКИ, СОДЕРЖАЩАЯ УКАЗАННОЕ ГЕРМЕТИЧНОЕ ИЗДЕЛИЕ



Изобретение относится к химической промышленности и может быть использовано при изготовлении химических реакторов, работающих в условиях вакуума и высоких температур. Футеровка реактора вакуумной высокотемпературной установки состоит из футеровок 14 днища, 15 крышки и боковой футеровки 16 корпуса, содержащих полое герметичное изделие 19 интегральной конструкции, в полости которого расположены контейнеры 18 с теплоизоляционным материалом 17. Полое герметичное изделие 19 оснащено штуцером 20, расположенным на наружной металлической оболочке 2 и предназначенным для вакуумирования и напуска инертного газа. В футеровке 15 крышки и боковой футеровке 16 корпуса полое герметичное изделие 19 расположено с возможностью свободного перемещения. Верхний фланец 3 полового герметичного изделия 19 в боковой футеровке 16 теплоизолирован материалом 21. Каждая из футеровок 14, 15 и 16 дополнительно содержит систему тепловых экранов 23 из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) или углерод-карбидокремниевый материал (УККМ). В боковой футеровке 16 полое герметичное изделие 19 расположено на днище реактора через демпфирующую прокладку 24, а верхний фланец 3 снабжен ограничителем хода 25 в продольном направлении. Полое герметичное изделие 19 состоит из внутренней 1 и наружной 2 оболочек, соединенных по торцам или концам общими фланцами, а по высоте соединительными элементами в виде втулок или ребер жесткости. Внутренняя 1 и наружная 2 оболочки выполнены соответственно из УУКМ и металла, работоспособного при температуре эксплуатации изделия. Соединительные элементы выполнены из разнородных по составу и термостойкости материалов, включая УУКМ, металлы и пластики, на одном из концов гибкими, в том числе с компенсаторами разницы в удлинениях оболочек 1 и 2. Фланцы выполнены с металлическими законцовками. Технический результат заключается в сохранении герметичности в условиях эксплуатации элементов реактора в различных температурных зонах, снижении количества образующихся газов непосредственно в реакционном пространстве, исключении негативного влияния футеровки.

**5. Патент РФ № 2676287 от 27.12.2018 года, 3.№ 2017135212 от 22.04.2016 года. Международная заявка WO № 2016171239 от 27.10.2016 года. Патентообладатель СТЕЛЛА КЕМИФА КОРПОРЕЙШН (JP) C01B 32/00**

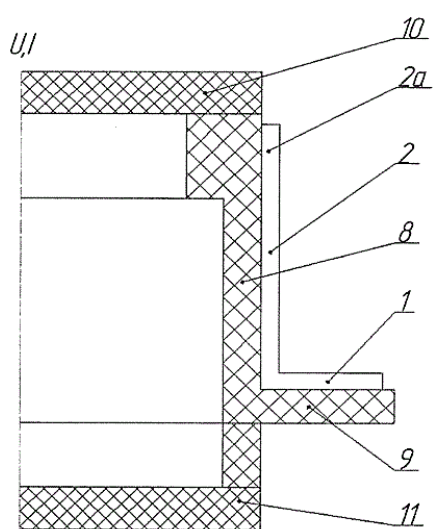
## СЕТЧАТАЯ СТРУКТУРА УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА И СПОСОБ ДЛЯ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВА

Изобретение может быть использовано при изготовлении углеродсодержащих композиционных и конструкционных материалов. Поверхность углеродного материала галогенируют путём его обработки галогенсодержащим газом от 1 с до 24 ч при

температуре 0–600°C. Углеродный материал выбирают из группы, состоящей из активированного угля, углеродного нанорога, углеродного наноситка, графита, сажи, алмазоподобного углерода, углеродного волокна, графена, аморфного углерода, фуллерена и углеродной нанотрубки. Обработанный углеродный материал контактируют с нуклеофильным соединением, в молекуле которого содержатся две или более нуклеофильных групп, от 1 с до 24 ч с образованием сетчатой структуры, в которой углеродные материалы поперечно сшиты друг с другом через связывающую группу, получаемую из указанного нуклеофильного соединения. Нуклеофильное соединение представляет собой по меньшей мере одно из группы, состоящей из алиароматического амина, ароматического амина, реактива Гриньяра, алкиллития, алкоксида металла, дитиола и органической перекиси. Галогенирование и обработку для образования сетчатой структуры можно выполнять одновременно или непрерывно в произвольном порядке. Полученная сетчатая структура обладает высокой механической прочностью, например прочностью при растяжении.

**6. Патент РФ № 2702564 от 08.10.2019 года, З.№ 2018129482 от 13.08.2018 года.**  
Патентообладатель Бушуев Вячеслав Максимович (RU), Никитин Михаил Владимирович (RU) С01В 32/00

### СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПОЛОГО ГЕРМЕТИЧНОГО ИЗДЕЛИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

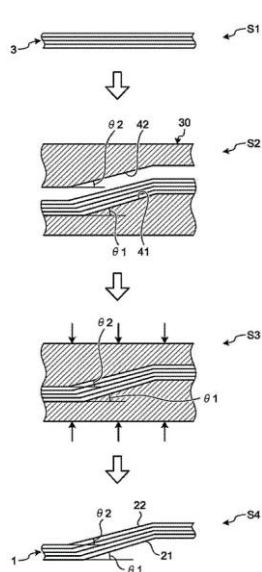


Изобретение может быть использовано при изготовлении конструкций из композиционных материалов. Соединительный элемент полого герметичного изделия интегральной конструкции выполнен из УУКМ на основе низкомодульных углеродных волокон и содержит присоединительный концевой участок 1 и металлическую законцовку, снабженную сильфоном. Сначала на оправке-нагревателе 8 формируют каркас тканепрошивной структуры из углеродной ткани на основе низкомодульных углеродных волокон за исключением участков 1 и 2а, на которых слои ткани оставляют не соединёнными. На участке 1 слои ткани отбортовали на фланцевый участок 9. Затем насыщают полученный каркас пироуглеродом термоградиентным методом, подавая ток верхним 10 и нижним 11 токоподводами на оправку-нагреватель 8. Полное насыщение каркаса пироуглеродом производят на такой длине от начала участка 1, при которой его удлинение примерно равно удлинению металлической законцовки. После этого полностью уплотненный пироуглеродом участок механически обрабатывают под формирование шликерного покрытия на основе мелкодисперсного графитового порошка и временного связующего и с одного из его концов выполняют проточку под металлическую законцовку, глубина которой должна быть достаточна для жесткого и герметичного соединения УУКМ и законцовки. На одном из участков законцовки формируют антиадгезионное покрытие, первый слой которого выполняют из графитовой фольги, а второй - из фторопласта или целлофана. Другим участком законцовку клеивают на термостойкий клей в выполненную проточку. Затем ненасыщенный и недоуплотненный пироуглеродом участки пропитывают коксообразующим связующим, после чего в едином технологическом процессе производят герметизацию участка 2, карбонизацию и насыщение пироуглеродом в

вакууме. Обеспечивается герметичность изделия интегральной конструкции, отдельные элементы которого выполнены из материалов с различными коэффициентами термического расширения и при его работе находятся в разных температурных зонах.

**7. Патент РФ № 2701908 от 22.07.2019 года, З.№ 2018104735 от 02.12.2016 года. Международная заявка WO № 2017060892 от 13.04.2017 года** Патентообладатель МИЦУБИСИ ХЕВИ ИНДАСТРИС, ЛТД. (JP), ТОРЭЙ ИНДАСТРИС, ИНК. (JP)- В29С 70/44

## СПОСОБ ФОРМОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



Группа изобретений относится к способу формования композиционных материалов и композиционному материалу. Способ содержит операции: процесс S1 придания формы, включающий придание формы слоистому материалу, имеющему волокнистые листы, наложенные поверх друг друга, путем сгибания слоистого материала в направлении X и направлении Y в трехмерной ортогональной системе координат. Процесс S3 формования, включающий установку слоистого материала 3, которому была придана форма, на материал 30 пресс-формы, деформированный в направлении Z. Осуществляют пропитку слоистого материала 3 смолистым материалом с регулировкой при этом количества заполняющего смолистого материала и формование композиционных материалов 1, которые были отверждены для придания им формы. Форма содержит первую наклонную поверхность 21, наклоненную под первым углом  $\theta_1$  наклона относительно базовой плоскости в направлении Z, и вторую поверхность 42 формования наклона, формирующую поверхность композиционных материалов 1, противоположную первой наклонной поверхности 21. Материал 30 пресс-формы имеет первую поверхность 41 формования наклона, формирующую первую наклонную поверхность 21 с получением из нее второй наклонной поверхности 22, имеющей второй угол  $\theta_2$  наклона, который меньше первого угла  $\theta_1$  наклона. Композиционный материал изготовлен в форме изменяющимся в трех направлениях с 2 наклонными поверхностями и с разными углами. Технический результат, достигаемый при использовании группы изобретений, заключается в обеспечении уменьшения формирования складок в способе формования композиционных материалов.

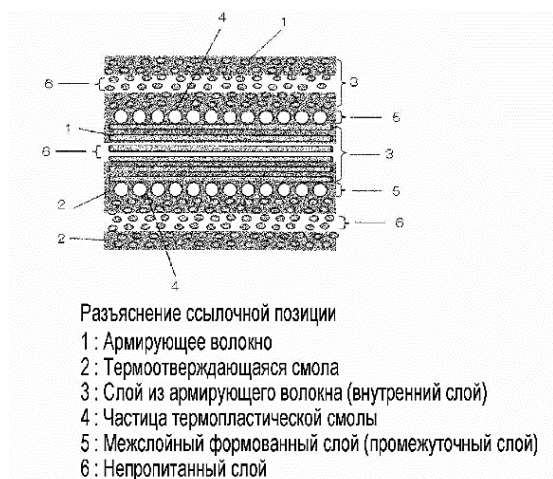
**8. Патент РФ № 2695161 от 02.10.2019 года, З.№ 2017145746 от 25.12.2017 года.** Патентообладатель Институт катализа СО РАН, ИК СО РАН (RU), Новосибирский государственный университет, НГУ (RU)- В29С 70/44

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

Изобретение может быть использовано при изготовлении конденсаторов и суперконденсаторов. Сначала исходный углеродный материал с высокой удельной поверхностью - не менее 300 м<sup>2</sup>/г пропитывают по влагоемкости концентрированным раствором щелочи или соды, или соли щелочного металла. Затем проводят термохимическую активацию в присутствии воздуха при температуре 60-300°С

9. Патент РФ № 2730361 от 21.08.2020 года, З.№ 2018119107 от 14.12.2016 года.  
Международная заявка WO № 2017060892 от 13.04.2017 года Патентообладатель ТОРЭЙ  
ИНДАСТРИС, ИНК. (JP)- В29С 70/06

### ПРЕПРЕГ, СЛОИСТОЕ ТЕЛО, АРМИРОВАННЫЙ ВОЛОКНОМ КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНОМ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА



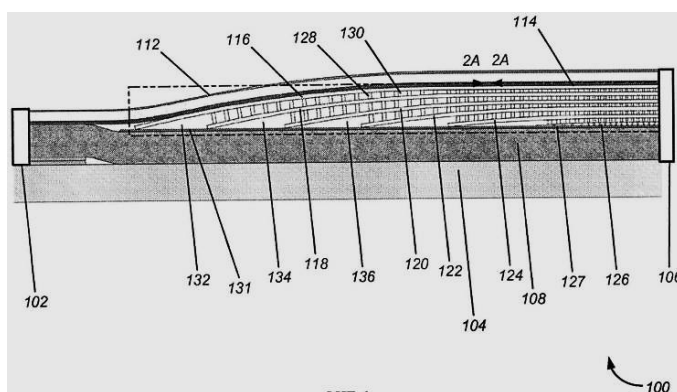
Изобретение относится к препрегам, слоистым телам, состоящим из таких препрегов, к армированным волокном композитным материалам, изготовленным из таких слоистых тел, и к способам изготовления таких армированных волокном композитных материалов. Проницаемое слоистое тело содержит по меньшей мере один частично пропитанный препрег, состоящий из компонента (А), включающего в себя матрицу из армирующего волокна, компонента (В), включающего в себя термоотверждающуюся смолу, и, необязательно, компонента (С), включающего в себя частицу или волокно из термопластической смолы. Изобретение позволяет получить армированный композитный

материал с проницаемостью по меньшей мере  $4,0 \times 10^{-14} \text{ м}^2$  и долей пустот  $< 1\%$ . Изобретение демонстрирует способность поддаваться обработке в течение длительного периода времени подготовки и хорошую стабильность хранения.

10. Патент РФ № 2703845 от 22.10.2019 года, З.№ 2018119107 от 14.12.2016 года.  
Патентообладатель Зе Боинг Компани (US)- В29С 70/443

### СИСТЕМЫ, СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ СРЕДСТВА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА, СВЯЗАННОГО С ИЗГОТОВЛЕНИЕМ КОМПОНЕНТОВ

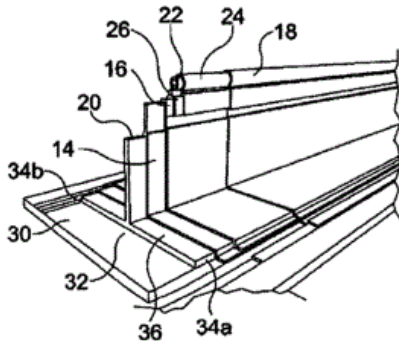
Предложены системы, способы и устройство для управления потоком материала через компонент транспортного средства. В некоторых вариантах реализации устройство может содержать множество разделительных слоев, каждый разделительный слой из множества разделительных слоев имеет контур, причем по меньшей мере одно пространство между по меньшей мере некоторыми из множества разделительных слоев определяет по меньшей мере один путь потока. Устройство может также содержать первое множество распорок, расположенное по меньшей мере в одном пути потока, первое множество распорок имеет одно или более гидродинамических свойств, определенных на основании первого множества размеров, одно или более гидродинамических свойств по меньшей мере частично определяет второе свойство потока по меньшей мере одного пути потока. Обеспечивается уменьшение частоты появления «сухих пятен» внутри компонента транспортного средства, инфузию материалом которого осуществляют.





11. Патент РФ № 2696461 от 01.08.2019 года, З.№ 2018119497 от 12.11.2015 года.  
Международная заявка WO № 2017080607 от 18.05.2017 года Патентообладатель  
ЭЙРТЕК ЮРОУП С.А Р.Л. (LU) - В29С 70/06

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

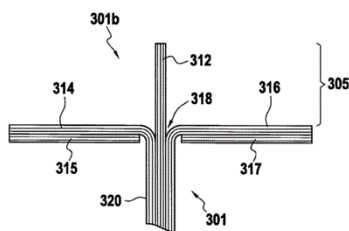


Изобретение относится к способу изготовления композиционной детали. Техническим результатом является повышение стабильности передачи пониженного давления вдоль длины слоистой заготовки. Технический результат достигается способом изготовления композиционной детали, который включает подготовку слоистой заготовки, имеющей края, входящие в контакт с оснасткой, и верхнюю поверхность, при этом слоистая заготовка содержит композиционный материал, предоставление вентиляционного элемента, расположенного на верхней

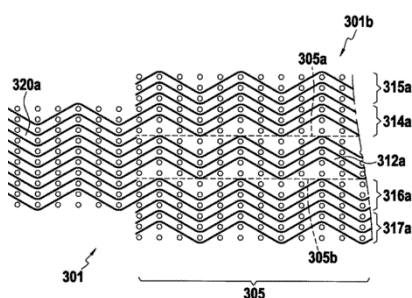
поверхности слоистой заготовки и находящегося на расстоянии от указанных краев слоистой заготовки, предоставление первого слоя вентиляционного материала между вентиляционным элементом и слоистой заготовкой, покрытие слоистой заготовки и вентиляционного элемента листовым материалом, установление пониженного давления между листовым материалом и слоистой заготовкой, отверждение слоистой заготовки в автоклаве, работающем при повышенном давлении. При этом вентиляционный элемент содержит несжимаемую часть, которая имеет канал, способствующий прохождению потока текучей среды. Причем указанная часть вентиляционного элемента является несжимаемой при повышенном давлении

12. Патент РФ № 2717808 от 25.03.2020 года, З.№ 2018120734 от 03.11.2016 года.  
Международная заявка WO № 2017077240 от 11.05.2017 года Патентообладатель  
САФРАН (FR) - В29С 70/48

### СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ИМЕЮЩЕЙ ТЕЛО, СОСТАВЛЯЮЩЕЕ ОДНО ЦЕЛОЕ С ОДНОЙ ИЛИ БОЛЕЕ ПЛАТФОРМАМИ



ФИГ. 10

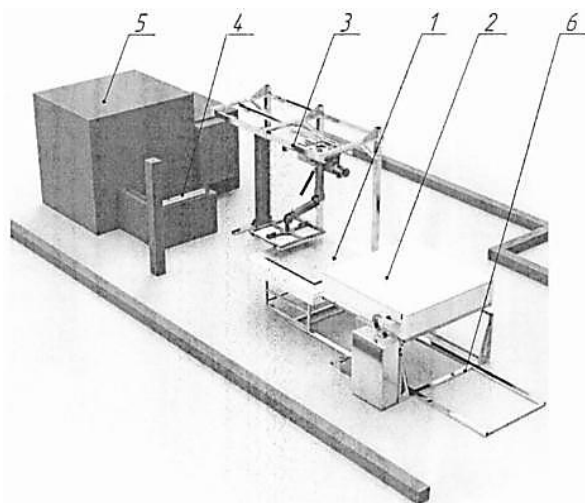


Изобретение относится к деталям, сделанным из композиционного материала, содержащим твердое тело вместе с по меньшей мере одной платформой, присутствующей на одном из их концов. Такие детали, в частности, но не исключительно, относятся к лопаткам турбинного двигателя, имеющим встроенную внутреннюю и/или наружную платформы для турбинного сопла или для набора направляющих лопаток компрессора. Способ изготовления детали из композиционного материала, имеющей тело, прикрепленное по меньшей мере к одной платформе, присутствующей на одном конце упомянутого тела, включает использование волоконной болванки для формирования заготовки для детали, которая должна быть изготовлена, путем складывания сегментов второй и третьей частей, которые не связаны с первой частью, на противоположных сторонах первой части, с помощью

формирования сложенных сегментов второй и третьей частей так, чтобы сформировать части заготовки для платформы изготавливаемой детали, а также складывания сегмента первой части для заполнения канавки, присутствующей в зазоре между второй и третьей частями; и уплотнение этой заготовки с помощью матрицы для того, чтобы получить деталь, сделанную из композиционного материала, имеющую по меньшей мере одну интегрированную платформу. Изобретение обеспечивает упрощенный способ изготовления детали из композиционного материала, имеющей по меньшей мере одну составляющую с ней единое целое платформу, которая имела бы хорошую прочность как при сжатии, так и при растяжении.

**13. Патент РФ № 2706614 от 19.11.2019 года, З.№ 2018141194 от 22.11.2018 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет" (RU) - В29С 70/48

### **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АРМИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТЕРМОШТАМПОВАНИЯ**

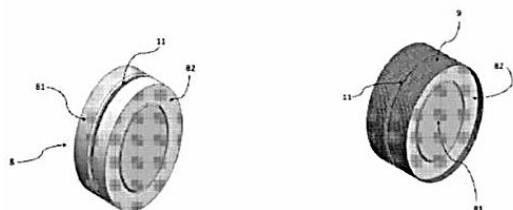


Изобретение относится к технологии производства композиционных изделий из углепластика и стеклопластика методом термоштампования, а именно к автоматизированному процессу изготовления изделий из армированных композитов с термопластичным связующим материалом, и предназначено для использования в процессе производства изделий для авиационной, судовой, автомобильной и строительной отраслей, а также спортивного инвентаря. Способ осуществляют с использованием системы, включающей установленные в технологической последовательности загрузочную тележку, печь, в крышке которой

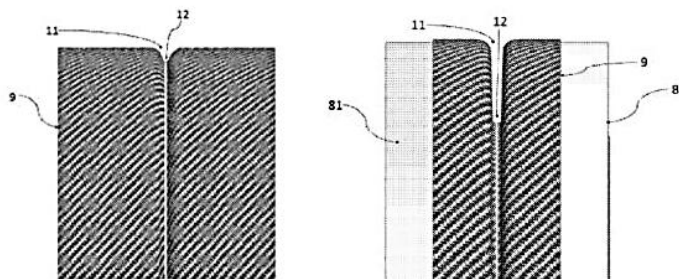
расположены нагревательные элементы, роботизированный манипулятор и гидравлический пресс с загрузочным столом. Согласно способу, укладывают термопластичный полимер, армированный волокном, в форму. Форму с уложенным термопластичным материалом помещают на загрузочную тележку. Перемещают тележку под крышку печи, крышку с нагревательными элементами опускают на тележку с заготовкой. В печи осуществляют разогрев заготовки до температуры плавления термопластичного полимера препрега. После разогрева заготовки поднимают крышку печи и загрузочную тележку с заготовкой перемещают с помощью роботизированного манипулятора на загрузочный стол гидравлического пресса. Загрузочный стол перемещают в рабочую зону пресса. В гидравлическом прессе осуществляют формовку детали. Затем охлаждают деталь, извлекают ее из формы и проводят механическую обработку. Техническим результатом является получение изделий из композиционных материалов с термопластичным связующим автоматизированным способом, который позволяет снизить трудоемкость работ, улучшить показатели производительности и повысить точность изготовления деталей

14. Патент РФ № 2720875 от 13.05.2020 года, З.№ 2018108720 от 10.08.2016 года.  
Международная заявка WO № 2017029445 от 23.02.2017 года Патентообладатель  
КОНСЕЙ Е ТЕКНИК (FR) - В29С 70/48

### СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЦЕОБРАЗНОЙ РАМЫ

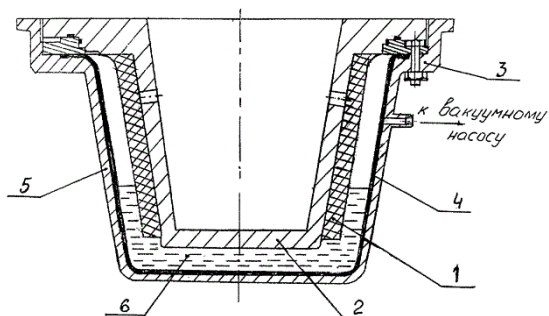


Изобретение относится к изделиям, выполняемым из композиционного материала, содержащего армирующий материал на основе тканей, сухих или предварительно пропитанных, в матрице из синтетической смолы. Способ изготовления кольцеобразной рамы иллюминатора, выполняемой из композиционного материала, включает в себя следующие стадии: надевание по меньшей мере одного трубчатого рукава из сухих волокон на сборочный узел, состоящий по меньшей мере из двух соосных подузлов, которые выполнены с возможностью смещения относительно друг друга в осевом направлении и между которыми задана окружная канавка, лежащая в общей плоскости указанной рамы; при этом плоскость симметрии указанной канавки лежит перпендикулярно указанному трубчатому рукаву; вдавливание части трубчатого рукава в указанную канавку, предусмотренную между двумя подузлами, и стягивание указанных двух подузлов для удержания указанной части трубчатого рукава в указанной канавке; сведение вместе двух частей рукава, выходящих за пределы канавки, и загибание полученного соединения к одному из двух подузлов для получения предварительно отформованной заготовки из сухих волокон; отверждение указанной предварительно отформованной заготовки путем распыления или нагнетания смолы с последующим созданием особого температурного и барического режима, обеспечивающего полимеризацию указанной смолы. Изобретение обеспечивает раму иллюминатора с высокой прочностью и жесткостью, а также сохранение идеального уплотнения между внутренней стороной и внешней стороной фюзеляжа аппарата.



15. Патент РФ № 2722532 от 01.06.2020 года, З.№ 2019128641 от 11.09.2019 года.  
Патентообладатель Публичное акционерное общество Научно-производственное объединение "Искра" (RU) - В29С 70/48

### СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



Изобретение относится к технологии изготовления изделий из композиционных материалов, а именно деталей в виде оболочек вращения для силовых конструкций. Способ изготовления изделий из композиционных материалов включает изготовление каркаса из исходного материала, установку каркаса на жесткую конусообразную оправку, пропитку каркаса связующим в гидроклаве с эластичной

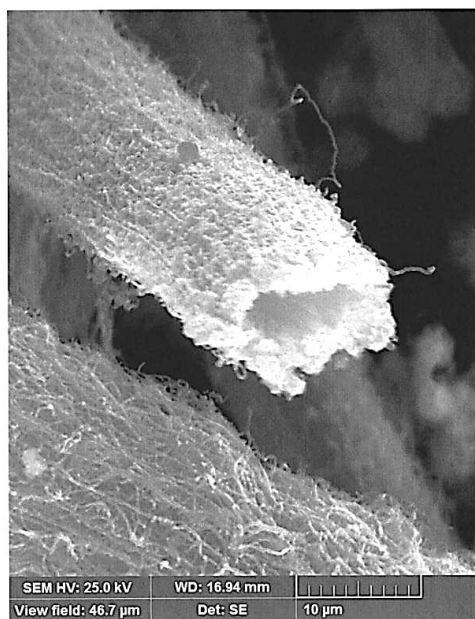
диафрагмой, сушку пропитанного каркаса вне гидроклава и отверждение просушенного каркаса в том же гидроклаве. При этом прокаливают каркас перед пропиткой в тепловой печи при температуре 150-170°C в течение 1,5-2,5 часов, сушку каркаса после пропитки проводят в сушильной камере. При отверждении сначала нагревают каркас до температуры 35-45°C с заданной скоростью, нагружают нагретый каркас давлением 20-27 кгс/см. Затем продолжают нагрев до температуры 60-75°C с заданной скоростью, выдерживают каркас при этой температуре в течение 3-3,5 часов. После этого нагревают каркас до температуры 155-170°C с заданной скоростью, выдерживают каркас при этой температуре в течение 7,5 часов и охлаждают каркас до температуры 60°C с заданной скоростью и сбрасывают давление. Технический результат заключается в улучшении качества изготовления изделий из композиционных материалов в гидроклаве.

### НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**16. Патент РФ № 2703624 от 21.10.2019 года, З.№ 2017139108 от 10.11.2017 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова" (МГУ) (RU) - C01B 32/08

### **КОАКСИАЛЬНЫЕ РЕГУЛЯРНЫЕ НАНО-МЕЗОСТРУКТУРЫ, СПОСОБ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКАПСУЛ ИЗ ЭТИХ СТРУКТУР**

Изобретения относятся к области химического материаловедения и могут быть использованы при изготовлении датчиков химического состава, электрохимических источников тока, носителей катализаторов, химических реагентов, меток, хроматографических фаз или дозы лекарства в микрокапсулах.

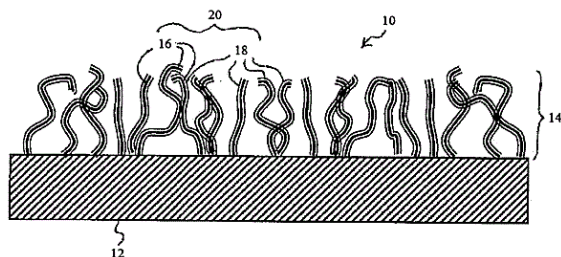


Синтезируют массивы углеродных вертикально ориентированных нанотрубок из углеводорода с ферроценом на высокодефектной поверхности кремния при температуре от 600-1000°C. Для формирования высокодефектной поверхности монокристаллический кремний обрабатывают абразивной пастой с последующим травлением плавиковой кислотой. Получают коаксиальные регулярные углеродные нано-мезоструктуры, сформированные из хаотически переплетенных углеродных нанотрубок, образующих устойчивую пространственную форму с конфигурацией, в основе которой лежит топология полого кругового цилиндра с внешним диаметром 1-60 мкм при отношении длины к внешнему диаметру от 10 до

10<sup>4</sup>. Полученные углеродные нано-мезоструктуры измельчают, просеивают и классифицируют по размеру. Торцы полученных микрокапсул открывают, подвергая их окислению путем термохимической или электрохимической обработки. Для термохимической обработки используют атомарный или молекулярный кислород, или озон. Для электрохимической обработки проводят электролиз в растворе щелочи, кислоты или хлорида аммония. Изобретения позволяют получать углеродные нано-мезоструктуры устойчивых размеров и формы, воспроизводимые в результате синтеза, а также расширить область применения за счёт заполнения полостей микрокапсул различными веществами и наполнителями.

17. Патент РФ № 2727604 от 22.07.2020 года, З.№ 2018101471 от 28.06.2016 года. Международная заявка WO № 2017001406 от 05.01.2017 года. Патентообладатель ЛЮКСЕМБУРГ ИНСТИТУТ ОФ САЙЕНС ЭНД ТЕКНОЛОДЖИ (ЛИСТ) (LU) - C09D 1/00

### КОМПОЗИТНОЕ ПОКРЫТИЕ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ



Изобретение относится к нанотехнологии и может быть использовано при изготовлении конденсаторов и суперконденсаторов, а также астрономических инструментов для космических аппаратов. Композитное покрытие 10 содержит слой 14 неориентированных углеродных нанотрубок (УНТ) 16, выращенных с помощью химического осаждения из газовой

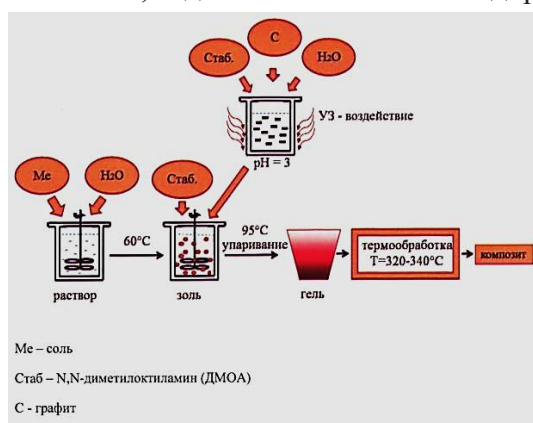
фазы (ХОГФ), покрытых металлоксидными оболочками 18, со средним диаметром от 0,3 до 150 нм. Композитное покрытие также может содержать керамический защитный слой поверх указанных УНТ и/или в виде заполнителя в указанном слое УНТ из материала, выбранного из  $Al_2O_3$ ,  $Si_2O$ ,  $Si_3N_4$ ,  $MgF_2$ ,  $SiO_xN_x$ ,  $AlN$ ,  $AlNO$ ,  $MgO$ ,  $ZnO$ ,  $SnO_2$ ,  $NiO$ ,  $ZrO_2$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $MoO_2$ ,  $RuO_2$ ,  $CoO_x$ ,  $CuO_x$ ,  $VO_x$ ,  $FeO_x$ ,  $MnO_x$ ,  $TiO_2$ ,  $CaF_2$ ,  $BaF_2$ , тройных и/или сложных оксидов, включающих один или более указанных элементов, и их смеси. В реакционную камеру помещают основу 12, на поверхности которой находятся наночастицы катализатора, представляющего собой металл, выбранный из Fe, Co, Ni и их смеси, и/или карбид этого металла. Затем в реакционную камеру вводят прекурсор УНТ совместно с неорганическим, металлоорганическим или органометаллическим прекурсором для осаждения второго металла, образующего металлоксидную оболочку 18, и выращивают указанный слой 14 при температуре от 300 до 600 °С. После этого можно осадить указанный защитный слой. Полученное композитное покрытие используют в оптически чёрном покрытии. Изобретение обеспечивает уменьшение рассеяния света, повышение механической прочности, увеличение влагостойкости и химической стойкости.

18. Патент РФ № 2706652 от 19.11.2019 года, З.№ 2018138562 от 01.11.2018 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН) (RU) - C01B 32/184

### СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ОКСИДОВ Al, Ce И Zr

Изобретение относится к нанотехнологии и может быть использовано при изготовлении суперконденсаторов, топливных элементов, электродов литий-ионных батарей, биотопливных ячеек, светоизлучающих диодов, электро- и фотохромных устройств, фотокатализаторов и устройств для хранения водорода. Готовят металлсодержащий золь взаимодействием 0,05 М раствора нитрата алюминия, церия или циркония с ацетилацетоном и N,N-диметилоктиламин. Отдельно из синтетического графита в подкисленной среде сонохимическим методом получают бескислородный графен в эмульсии N,N-диметилоктиламин-вода. При соединении свежеприготовленного металлсодержащего золя, стабилизированного N,N-

диметилоктиламиноом, с суспензией бескислородного графена, стабилизированной также N,N-диметилоктиламинсодержащей эмульсией, происходит взаимодействие



фиксированных на поверхности раздела фаз масло-вода листов графена и частиц металлсодержащего золя. Смешанный коллоид перемешивают на магнитной мешалке при подогреве и упаривают при перемешивании до образования геля. Полученный гель термообработывают на воздухе. Получают наноструктурированные композитные порошки на основе бескислородного графена и оксидов Al, Ce или Zr, относящиеся к ван-дер-ваальсовым системам. Изобретение обеспечивает равномерное распределение листов

бескислородного графена в объеме нанокристаллов оксидов Al, Ce или Zr.

**19. Патент РФ № 2717069 от 22.07.2020 года, З.№ 2018101471 от 28.06.2016 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) (RU) - C01B 32/184

## СПОСОБ ПРЯМОГО СИНТЕЗА АЗОТИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ ПЛАСТИН

Изобретение может быть использовано в топливных элементах, литий-ионных батареях, суперконденсаторах, электросорбционных установках очистных сооружений. Углеводород из ряда ( $C_nH_{2n+n}$ ), например метан, используемый в качестве источника углерода, подают в термическую плазму предварительно смешанным с азотом в массовых соотношениях от 1:10 до 1:5 и обрабатывают в термической плазме, формируемой в плазмотроне, при пониженном давлении 300-700 Торр. Полученную парогазовую смесь на выходе из плазмотрона резко охлаждают до 300-600°C. Изобретение позволяет получить допированные азотом графеновые пластины, содержащие 80-92 ат.% углерода, без использования подложек и сложного оборудования.

**20. Патент РФ № 2711490 от 17.01.2020 года, З.№ 2019101783 от 23.01.2019 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тамбовский государственный технический университет" (ФГБОУ ВО "ТГТУ") (RU) - C01B 32/192

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА, РАСТВОРИМОГО В НЕПОЛЯРНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Изобретение может быть использовано при изготовлении присадок в масла и смазочные материалы. Берут модифицирующие агенты для оксида графена - органические производные амина с жирными группами в количестве от 1 до 20 мас.ч. на 1 мас.ч. графенового углерода. В качестве указанных модифицирующих агентов используют моноэтаноламид растительного масла или октадециламин в виде расплава или раствора в индустриальном масле и смешивают их с водной дисперсией оксида графена до коагуляции оксида графена. Полученный продукт высушивают и

термообработывают при температуре 120-160°C, в результате чего образуется графен. При необходимости непрореагировавший модифицирующий агент экстрагируют органическим растворителем. Полученный модифицированный графен хорошо диспергируется в неполярных средах, в частности в маслах. Способ прост и не требует специального оборудования или дорогостоящих реагентов

**21. Патент РФ № 2681630 от 11.03.2019 года, З.№ 2017146541 от 28.12.2017 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) (RU) - C01B 32/184

### **ДУГОВОЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА**

Изобретение относится к области нанотехнологий и может быть использовано для получения композиционных материалов с высокой электро- и теплопроводностью. Графитовый стержень заполняют графитовым порошком с добавкой порошка кремния в концентрации 16,5-28 мас. % или карбида кремния в соответствующей концентрации по кремнию. Осуществляют электродуговое распыление графитовых стержней при постоянном токе в инертной атмосфере при отношении площадей анода к катоду 1:8. Продуктом реакции является композит, состоящий из графена с примесью наночастиц карбида кремния без примеси иных углеродных форм. Изобретение обеспечивает получение графенового материала высокого качества простым способом.

### **ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

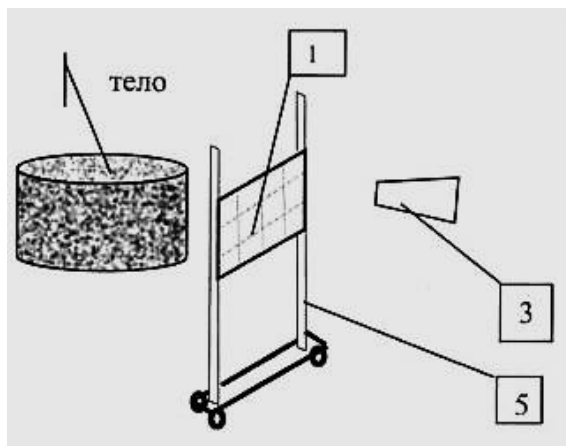
**22. Патент РФ № 2701881 от 02.10.2019 года, З.№ 2018139080 от 06.11.2018 года.** Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина" (ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, ТГУ им. Г.Р. Державина") (RU) G01N 25/18

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

Изобретение относится к теплофизическим измерениям и может быть использовано для определения теплофизических характеристик материалов и изделий неразрушающим методом путем экспериментально-расчетного способа определения кинетических теплофизических свойств тестируемых материалов. Устройство для бесконтактного определения теплофизических свойств твердых тел (коэффициентов температуропроводности и теплопроводности) содержит подключенные к компьютеру нагреватель и тепловизор. Согласно изобретению, нагреватель выполнен в виде «точечного» источника тепловой энергии, создающего нестационарное температурное поле. Нестационарная тепловая картина регистрируется на доступной поверхности тепловизором как система концентрических круговых изотерм. «Точечный» нагрев создается на площадке размером порядка 1 мм<sup>2</sup> лазером мощностью до 30 Вт видимого или инфракрасного диапазона и регулируемой длительностью импульса. Технический результат - повышение точности определения кинетических теплофизических характеристик металла

**23. Патент РФ № 2706389 от 18.11.2019 года, З.№ 2018141160 от 22.11.2018 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО СПбГАУ) (RU) G01K 13/02

### **СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООТДАЧИ**



Изобретение относится к области измерения теплового состояния поверхности твердого тела и газового потока. Способ тепловизионного определения характеристик теплоотдачи, включающий измерение температурных полей твердого тела и газового потока, при этом измерение температурного поля газового потока проводится синхронно с измерением температурного поля твердого тела путем размещения в газовом потоке преобразователя температуры в виде сетки. В перекрестье нитей преобразователя температуры, который устанавливают перед

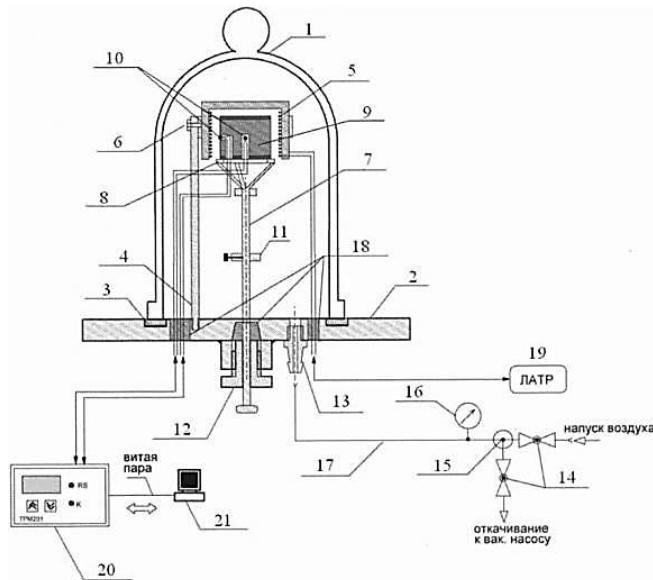
исследуемой технологической поверхностью твердого тела с возможностью перемещения его в вертикальной и горизонтальных плоскостях, устанавливают датчики с коэффициентом теплопроводности, отличным от коэффициента теплопроводности нитей преобразователя температуры, и тепловизором снимают визуальный образ тепловых полей поверхностей датчика и преобразователя температуры в различных точках газового потока. Устройство тепловизионного определения характеристик теплоотдачи, содержащее преобразователь температуры, выполненный в виде сетки из нитей с термоиндикаторным покрытием, и снабжено тепловизионной камерой. Преобразователь температуры размещен внутри рамки, которая установлена на стойках с возможностью ее вертикального перемещения с последующим закреплением на них, при этом на преобразователе температуры жестко закреплены в шахматном порядке датчики температурного поля, выполненные в виде пластин произвольной формы, имеющие по их центральной оси выступы, аналогичные форме пластины, причем соотношение толщин пластины и выступа составляет 1:2, площади преобразователя  $S_{пр}$  к суммарной площади датчиков  $S_{дат}$  и к площади выступов  $S_{выс}$  составляет пропорцию  $S_{пр}:S_{дат}:S_{выс}=(34...40):(3...4):(1...2)$ . Технический результат - повышение точности измерения температуры газового потока при упрощении процесса измерения.

**24. Патент РФ № 2689811 от 22.05.2019 года, З.№ 2018126729 от 19.07.2018 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский государственный университет" (НИ ТГУ) (RU) G01N 25/18

### **СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ИЗЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО МАТЕРИАЛА**

Изобретение относится к области измерений в теплофизике, в частности к способам определения интегрального коэффициента излучения поверхности твердых материалов, и может быть использовано при измерении интегрального коэффициента излучения теплозащитных материалов. Способ включает измерение температуры





предварительно нагретого цилиндрического образца твердого материала, торцевые поверхности которого покрыты фольгой с высоким коэффициентом отражения, в процессе его остывания в вакууме. Образец предварительно вводят в нагреватель, выполненный в виде соосного с образцом полого цилиндра с электроспиралью накаливания на его внешней поверхности и размещенный в верхней части вакуумированной камеры с зачерненными стенками. После нагрева образца его выводят из нагревателя и измеряют температуру образца в процессе его остывания двумя

термопарами, размещенными на оси симметрии образца и на его боковой поверхности. Нагрев образца проводят до температуры его боковой поверхности не менее 500 К. Интегральный коэффициент излучения определяется из решения обратной задачи теплопроводности. Технический результат - повышение точности определения интегрального коэффициента излучения и снижение времени измерения за счет нагрева образца непосредственно в вакуумированной камере, и повышение информативности измерений путем размещения дополнительной термопары.

### ПЕРЕРАБОТКА ОБЛУЧЕННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

**25. Патент РФ № 2727140 от 21.07.2020 года, З.№ 2020103836 от 28.01.2020 года.**  
Патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Горно-химический комбинат" (ФГУП "ГХК") (RU) G21C 19/46

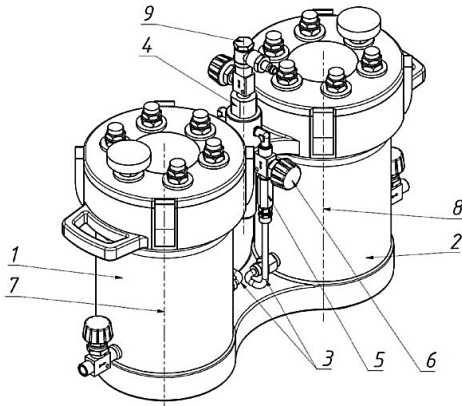
### **СПОСОБ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛУЧЕННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА**

Изобретение относится к экстракционной технологии переработки облученного ядерного топлива. Уран, плутоний и сопутствующие элементы экстрагируют из азотнокислого раствора, промывают экстракт, реэкстрагируют плутоний с частью урана, отмывают урановый экстракт от остатков плутония, нептуния и технеция, корректируют реэкстракт плутония по содержанию азотной кислоты и окисляют плутоний (III) до плутония (IV), повторно экстрагируют плутоний с частью урана, промывают экстракт повторной экстракции и повторно реэкстрагируют плутоний. Первую реэкстракцию плутония с частью урана осуществляют водным потоком, содержащим восстановители для плутония (IV) и технеция (VII) при высоком соотношении вплоть до О:В=35. Доочистку уранового экстракта проводят слабокислым раствором комплексона. Отработанный раствор комплексона направляют на промывку уран-плутониевого экстракта, к реэкстракту плутония-технеция добавляют концентрированную азотную кислоту до содержания не менее 3 моль/л и пропускают через колонну каталитического окисления с углеродным катализатором. Прошедший обработку реэкстракт направляют на аффинажный блок. Реэкстракт плутония с частью урана выводят из процесса, а органический поток направляют в головной экстрактор. Изобретение позволяет снизить объем жидких радиоактивных отходов.

## ОБОРУДОВАНИЕ

**26. Патент РФ на полезную модель № 193346 от 24.10.2019 года, З.№ 2019126769 от 25.08.2019 года. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Газовоздушные технологии" (RU) В29С 70/48**

### **ВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССА ВАКУУМНОЙ ИНФУЗИИ**



Полезная модель относится к машиностроению, в частности, к устройствам для изготовления деталей из композиционных материалов методом вакуумной инфузии. Полезная модель может быть использована при создании оборудования для вакуумной инфузии, в частности генераторов вакуума и дегазаторов вакуумных ловушек. Технический результат достигается путем создания вакуумной установки для процесса вакуумной инфузии, содержащей вакуумную ловушку, вакуумный дегазатор и соединенный с ними посредством газовых каналов генератор вакуума в виде вакуумного эжектора на основе эффекта Вентури.



*20 августа 1945 года считается символическим днем рождения атомной отрасли. В этот день 1945 года Государственный комитет обороны СССР принял решение об организации Спецкомитета и Первого Главного управления для проведения работ по ядерной тематике. За прошедшие 75 лет атомщики не просто защищали и защищают страну. Они обеспечивают глобальный мир на планете. Специалисты Росатома также осваивают и новые направления – цифровые продукты, ядерную медицину, композиционные и полимерные материалы. Поздравляем сотрудников атомной промышленности с 75-летием!*

