

# РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

## научно-технической и патентной

### информации по

# УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

№ 5 – 2016



Москва, АО «НИИГрафит»

**РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**  
**научно-технической и патентной информации по**  
**УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ**  
**№ 5 – 2016**

Основан в 1966 г. Выходит 12 раз в год

**Составитель и редактор -**



**Зам. начальника**

Управления продаж, маркетинга  
и коммуникаций **Шишкова И.В.**

Перевод

**Дулепина М.А., Шишков И.В.**

**Раздел «Патенты»**



Специалист Группы защиты активов  
Отдела экономической безопасности

**Шульгина Л.Н.**

*Адрес:* 111524, Москва, ул. Электродная, д.2. НИИГрафит  
*Тел.* (495) 665-70-03 доб.21-97, e-mail: [ishishkova@niigrafit.org](mailto:ishishkova@niigrafit.org)  
[lshulgina@niigrafit.org](mailto:lshulgina@niigrafit.org)



### Содержание №5 – 2016

1. Волокна и композиты .....	4
1.1. Углеродные волокна и композиты .....	4
1.2. Целлюлоза, вискоза. УМ в медицине .....	10
1.3. Композиты в строительстве. Базальт .....	13
2. Атомная и альтернативная энергетика .....	14
3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....	15
4. Методы исследования. Сырье .....	20
5. Полимеры. Алмазы. Другие виды углеродных материалов .....	23
6. Обзор рынков и производства .....	26
7. Патенты .....	26
8. Научно-популярные материалы, сообщения.....	33
9. Статьи наших читателей .....	35



## 1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

### 1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

#### **1.1.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Макаров В.Ф., Мешкас А.Е., Ширинкин В.В. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2015. – Т.17, №2. – С.30-41

Описаны основные проблемы, возникающие при механической обработке (сверлении, резке, точении, фрезеровании) современных высокопрочных полимерных композиционных материалов в машиностроении. Проведено сравнение особенностей обработки полимерных композиционных материалов и обработки металлов и выполнено изучение процесса образования стружки при точении, фрезеровании и сверлении полимерных композиционных материалов на основе стеклоэпоксидных наполнителей. Проведены исследования применения современных методов обработки полимерных композиционных материалов. Выполнен анализ свойств полимерных композиционных материалов на основе стеклоэпоксидных, углерод-углеродных композиционных материалов. Представлены пути решения современных проблем механической обработки полимерных композиционных материалов. Проведен анализ качественной оценки результатов механической обработки полимерных композиционных материалов со стеклоэпоксидными наполнителями и углерод-углеродными волокнами.

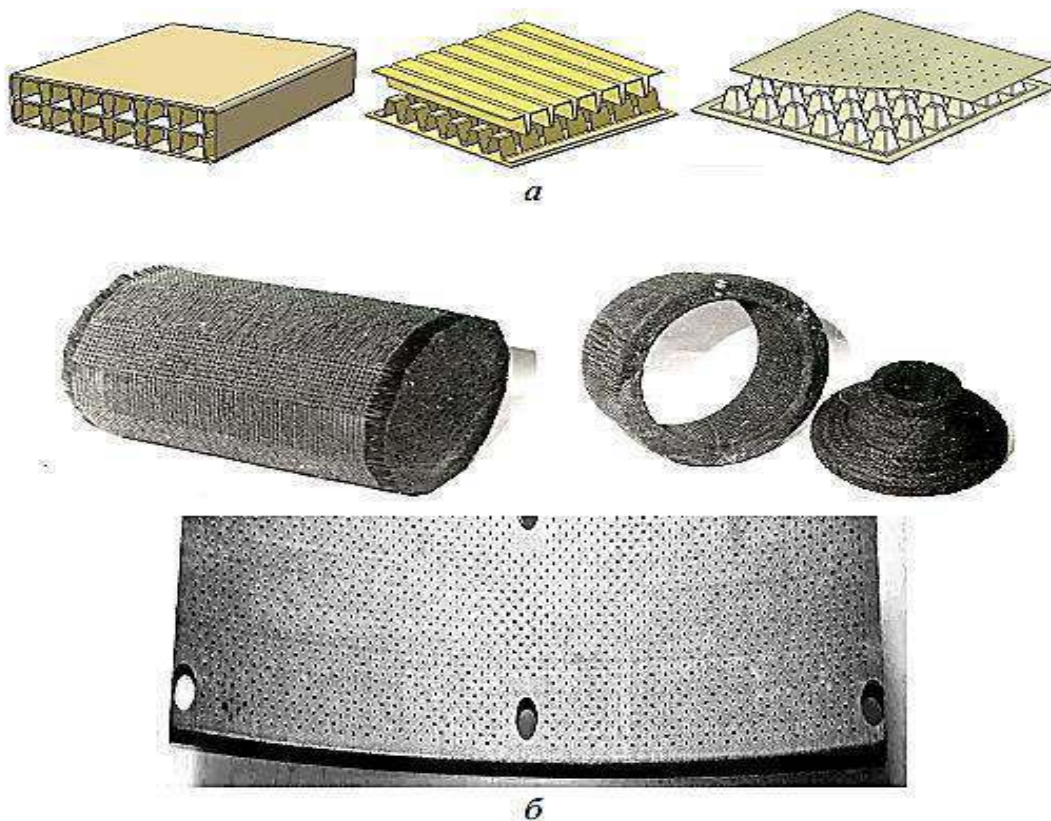


Рис. 1. Примеры структуры (а) и конструкций (б) деталей из композиционных материалов на основе стекловолоконитов и углерод-углеродных материалов

### **1.1.2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО УДАРНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ УГЛЕПЛАСТИКОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Нихамкин М.Ш., Воронов Л.В., Гладкий И.Л. // Конструкции из композиционных материалов. – 2015. - №4. – С.74-80

Разработана методика экспериментального исследования процессов деформирования и разрушения углепластиков при высокоскоростном соударении с твердым телом, характерном для эксплуатационного повреждения деталей авиационных силовых установок. Получены экспериментальные данные о процессах, характере и параметрах разрушения семи видов углепластиков на основе препрегов с различными схемами укладки слоев, двумерной (2D) ткани и трехмерной (3D) преформы, используемых в конструкции авиационных газотурбинных двигателей и мотогондол. Результаты исследований могут быть использованы при выборе материалов деталей, подверженных ударному повреждению, а также для верификации расчетных моделей соударения.

### **1.1.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА И ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА**

Степашкина А.С., Цобкалло Е.С., Москалюк О.А. // Письма в Журнал Технической Физики. - 2015. – Т.41, №2. – С.7-14

Получен композитный материал на основе полипропилена, в качестве наполнителя взят технический углерод. Экспериментально получена зависимость удельного электрического сопротивления от массовой доли наполнителя. Показано, что полученная зависимость имеет пороговый характер. Показано, что при концентрациях наполнителя ниже порога протекания материал сохраняет диэлектрические свойства. При концентрациях выше порога протекания величины удельного сопротивления снижаются более чем на 8-10 порядков. Предложен метод теоретического описания электропроводности полученного композиционного материала. Показано достаточно хорошее совпадение экспериментальных и теоретических значений проводимости. Смоделирован процесс электропроводности материала для получения значений порога протекания с помощью метода Монте-Карло.

### **1.1.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И ПЛОТНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ ЛАЗЕРНО-АКУСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ**

Мурашов В.В. // Материаловедение. – 2014. - № 11. – С.24-29

Рассмотрены вопросы определения состава (объемного содержания пор и содержания волокна по массе) и плотности углепластика в деталях и конструкциях без их разрушения. Показано, что пористость углепластика определяется по корреляционной связи объемного содержания пор с нормированной величиной энергии структурного шума. Показано также, что содержание армирующего волокна в углепластике и плотность углепластика определяются рассматриваемым методом только при низкой пористости материала.

### **1.1.5. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА, АРМИРОВАННОГО ЧАСТИЦАМИ SiC. ЧАСТЬ I (обзор)**

А.А. Шавнев, В.В. Березовский, Ю.А. Курганова // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2015. - №3. - <http://materialsnews.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/134.pdf>

Представлен обзор иностранной печати по вопросу особенностей применения конструкционного металлического композиционного материала (МКМ) на основе алюминиевого сплава, армированного частицами карбида кремния. Представлены примеры применения данной системы композиционных материалов. В примерах содержится информация об основных особенностях и требованиях к конкретному применению, включая требования к обслуживанию и особенности исходных материалов. На первый план выдвинуты анализ конструкции и изучение особенностей, которые привели к выбору данного МКМ. Затем описаны МКМ и технология получения из него данного компонента, отмечены преимущества от использования этого МКМ.

### **1.1.6. КИНЕТИКА ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ И МИКРОСТРУКТУРА ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ В УГЛЕПЛАСТИКАХ НА ИХ ОСНОВЕ**

Литвинов В.Б., Токсанбаев М.С., Деев И.С. // Материаловедение. – 2014. - № 8. – С.49

Исследованы реокинетические характеристики эпоксидных связующих и углепластиков на их основе. По результатам их анализа выбрано связующее, наиболее пригодное для RTM-технологического процесса. Изучение микроструктуры матриц в углепластиках показало, что они относятся к коллоидно-дисперсным системам, находящимся в неравновесном состоянии. Незавершенность фазового расслоения в исследованных матрицах, отвержденных по стандартным режимам, является причиной нестабильности механических свойств углепластиков и конструкций на их основе при хранении и эксплуатации. Сложную микроструктуру матрицы М-21 можно отнести к супрамолекулярной, существенно повышающей трещиностойкость и ударопрочность композиционного материала.

### **1.1.7. ТЕРМОСТОЙКИЕ УГЛЕПЛАСТИКИ ДЛЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА**

Зеленина И.В., Гуляев И.Н., Кучеровский А.И. // Труды ВИАМ. – 2016. - №2. – С.8

Рассмотрены термостойкие углепластики марок ВКУ-38ЖН и ВКУ-38ТР на основе фталонитрильного связующего марки ВСН-31 для элементов рабочего колеса центробежного компрессора. Показан высокий уровень сохранения упруго-прочностных свойств углепластиков при температурах 300 и 350°C. Анализ результатов испытаний углепластиков после воздействия тепловлаги и теплового старения показал, что углепластики ВКУ-38ЖН и ВКУ-38ТР обладают высокой устойчивостью к тепловлаге: 74-100% сохранение свойств в сравнении с исходными данными при различных температурах испытаний. Углепластики могут работать длительно при температуре 200°C, 1000 ч - при температуре 300°C и кратковременно (в течение 200 ч) - при температуре 330°C. Комплекс полученных свойств углепластиков ВКУ-38ТР и ВКУ-38ЖН позволяет рекомендовать их в качестве конструкционных материалов для изделий авиационной техники.

### 1.1.8. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

Карелин О.О., Колтырина К.Ю. // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. – 2015. - №2. – С.53-59

В статье рассматривается применение композитов в конструкции отечественных и зарубежных газотурбинных двигателей нового поколения, классификация, характеристики композитов ГТД, технологии их получения. Углерод-углеродные композиты состоят из углеродных волокон, находящихся в углеродной матрице. С-С-композиты имеют самую высокую удельную прочность из всех известных материалов. Их прочность сохраняется до 2500°C. Поскольку С-С-композиты начинают окисляться при температурах свыше 600°C, то они должны быть защищены жаростойкими, непроницаемыми для воздуха покрытиями. Такие композиты могут применяться для изготовления рабочих колес турбины малоразмерных ГТД (МГТД), сегментов камеры сгорания.



Рис. 1. Современная концепция применения композитов в конструкции двигателя со сверхвысокой степенью двухконтурности [9]

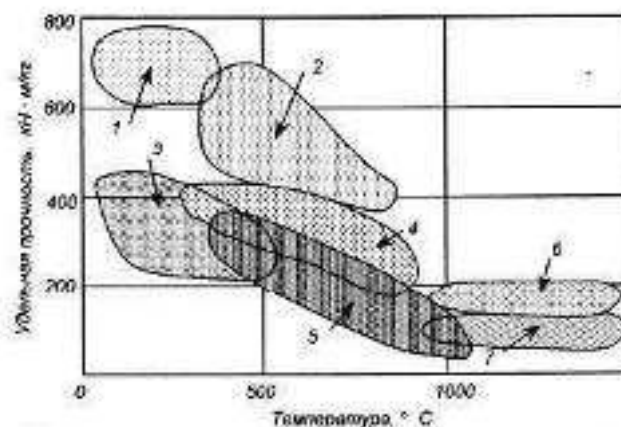


Рис. 2. Удельная прочность материалов и температурные области их целесообразного использования [1]: 1 – полимерные композиты; 2 – композиты на металлической основе типа Ti-SiC; 3 – титановые сплавы; 4 – интерметаллидные сплавы типа TiAl; 5 – сплавы на никелевой основе; 6 – углерод-углеродные композиты; 7 – керамические композиты

### 1.1.9. ПРОБЛЕМЫ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕМЕНТАМИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бакулин А.А., Захаров М.Н., Квитка Е.В. // 2016. - №3. – С.1-11

В связи с повышением требований к эффективности современной машиностроительной, ракетно-космической и авиационной техники, по весовым, температурным и прочностным характеристикам, разрабатываются и внедряются новые конструкционные и теплозащитные материалы. Научно-технический интерес представляют композиционные материалы (КМ) на основе углерода, углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) и изделия из них, особенно в области высоких температур. В связи с этим актуально создание соединительных элементов, таких как винты, гайки, шпильки для работы в изделиях из КМ при экстремальных условиях термомеханического нагружения. В работе были проанализированы результаты физико-механических испытаний шпилек из УУКМ по двум параметрам: - влияние количества витков на прочность при резьбовом соединении; - влияние шага на разрушающую нагрузку резьбы.

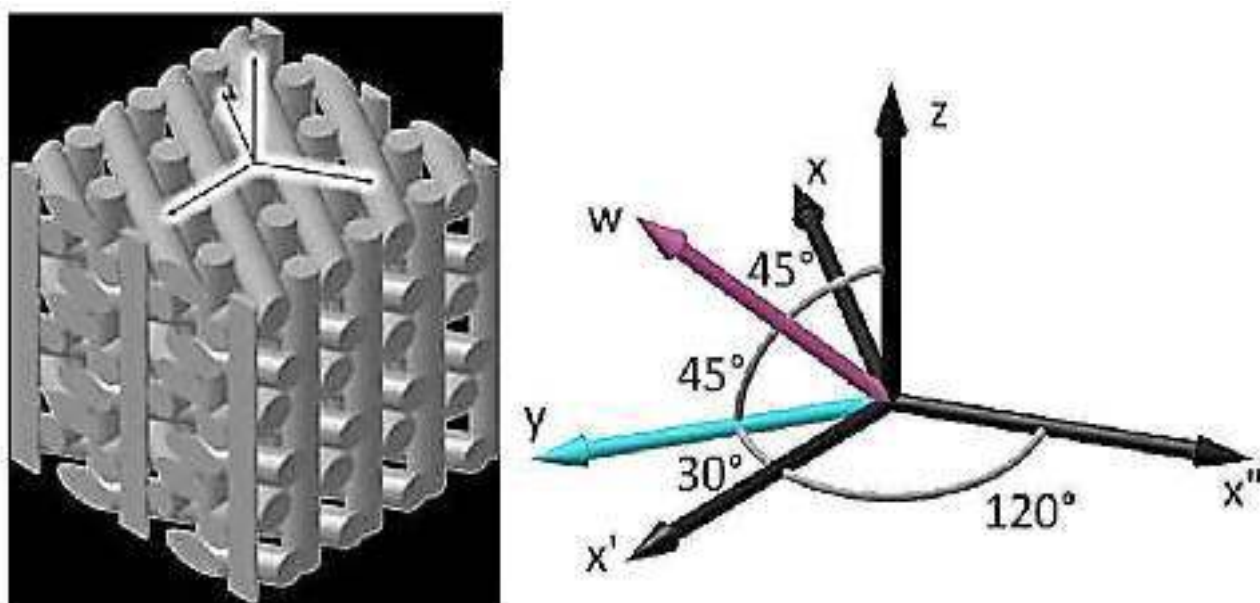


Рис.1. Структура каркаса материала со схемой армирования 4DL и основные направления материала со схемой армирования 4DL.

### 1.1.10. КОНСТРУКЦИОННЫЙ УГЛЕПЛАСТИК ВКУ-25 НА ОСНОВЕ ОДНОНАПРАВЛЕННОГО ПРЕПРЕГА

Платонов А.А., Душин М.И. // Труды ВИАМ. – 2015. – №11. – С.6

Приведены результаты работ, выполненных в ВИАМ, по разработке высокопрочного полимерного композиционного материала нового поколения на основе углеродного жгутового наполнителя и расплавленного эпоксидного связующего. Представлены сравнительные упруго-прочностные характеристики полученного углепластика. Полученные результаты показывают, что разработанный углепластик ВКУ-25 не уступает по упруго-прочностным свойствам своим импортным аналогам.



### **1.1.11. ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОПОЛНИТЕЛЯМИ**

Шитов Д.Ю., Кропачёв В.М., Лыу Шон // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т.29, №10. – С.77-79

Исследованы свойства композиционного материала на основе модифицированного наполненного полипропилена после воздействия низких температур и УФ излучения.

### **1.1.12. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ УГЛЕПЛАСТИКОВ К ДЕЛАМИНАЦИИ ЗА СЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ АДГЕЗИЕЙ ВОЛОКНА К МАТРИЦЕ**

Нелюб В.А., Белов П.А. // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2013. - №5. – С.3

Целью настоящей работы является разработка методики оценки устойчивости углепластиков к деламинеции и управлению его механическими свойствами за счет селекции его компонентов и активирования поверхности волокна.

### **1.1.13. ХИМИЧЕСКАЯ ИНФИЛЬТРАЦИЯ ИЗ ПАРОВОЙ ФАЗЫ ПЛАВАЮЩИМ КАТАЛИЗАТОРОМ УГЛЕРОД/УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ НАНОФИЛАМЕНТНЫМ УГЛЕРОДОМ - ХАРАКТЕР УПЛОТНЕНИЯ И МИКРОСТРУКТУРА МАТРИЦЫ**

**Floating catalyst chemical vapor infiltration of nanofilamentous carbon reinforced carbon/carbon composites – Densification behavior and matrix microstructure** // Kezhi Li, Hailiang Deng // Carbon. – 2014. – Vol.75. - P.353-365

Углерод/углеродные композиты, армированные нанофиламентным углеродом (НФУ), были получены путем химической инфильтрации из паровой при пленочном кипении из ксилола пиролизом при 1000-1100°C с использованием ферроцена в качестве катализатора. Было исследовано влияние дозировки катализатора на характер уплотнения и микроструктуру матрицы композитов. Результаты показали, что скорость осаждения пироуглерода (ПУ) значительно увеличилась при использовании катализатора. Плотность композитов, осажденных при дозировке катализатора на уровне 0-2,0 мас%, снизилась вдоль как осевых, так и негативных радиальных направлений. Грубая слоистая (ГС) матрица ПУ образовалась при дозировке катализатора - 0-0,8 мас% путём гетерогенной нуклеации и роста. Гибридная матрица, состоящая из ГС и изотропного (ИЗО) ПУ, появилась при содержании катализатора на уровне 1,2-2,0% мас. Причиной такого образования ИЗО ПУ оказалось осаждение частиц железа, инкапсулированных в углероде, и гомогенной нуклеации. (Ш.) (Англ)

### **1.1.14. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПКМ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ И УГЛЕРОДНЫХ ТКАНЕЙ PORCHER**

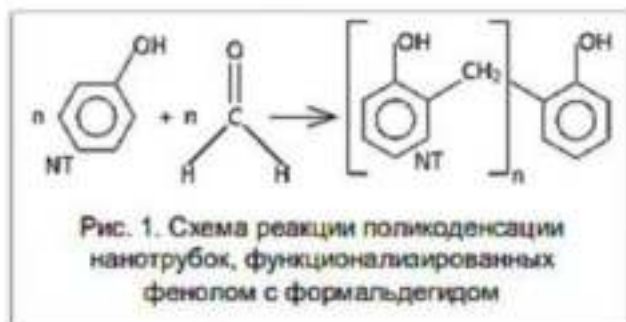
Гончаров В.А. // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2013. - №5. – С.8

Описаны возможности использования моделирования для определения параметров формования еще на стадии расчета и алгоритм реализации модели для получения высокой сходимости при моделировании. Отражены феноменологические процессы, протекающие при формовании, а также критические характеристики, которые необходимо учитывать при имитации.

## 1.2. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА. УМ В МЕДИЦИНЕ

### 1.2.1. НОВЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ ПОЛИМЕРЫ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ: ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

Запороцкова И.В., Элбакян Л.С. // Известия юго-западного государственного университета. Серия: техника и технологии. – 2015. - №1 (14). – С.96-107



Предложена технология создания новых полимерных композитных стоматологических материалов на основе быстротвердеющей стоматологической пластмассы «Карбодент» путем армирования ее углеродными нанотрубками. Изготовлены образцы композитных полимерных материалов с различным процентным содержанием нанотрубок, выполнены экспериментальные исследования их прочностных характеристик.

С использованием полуэмпирического квантово-химического метода MNDO изучен механизм взаимодействия основных компонентов «Карбодента» и однослойных углеродных нанотрубок. На основе анализа полученных экспериментальных и теоретических результатов сделан вывод о возможности создания нового полимерного композитного стоматологического материала на основе быстротвердеющей пластмассы, армированной углеродными нанотрубками, обладающими уникальными прочностными характеристиками.



### 1.2.2. ПОЛУЧЕНИЕ СУБСТАНЦИИ ВОДОРАСТВОРИМЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УКРОЧЕННЫХ ОДНОСТЕННЫХ (ОДНОСЛОЙНЫХ) НАНОТРУБОК - ПЕРСПЕКТИВА СОЗДАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ ДЛЯ ФАРМПРЕПАРАТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Алдобаев В.Н., Ерёменко Л.А., Мазанова А.А. // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2014. – Т.6, №1. – С.22-27

Была синтезирована субстанция водорастворимых модифицированных УОУНТ с целью исследования её потенциала в качестве универсального носителя для цитостатиков и моноклональных гуманизированных антител против специфических поверхностных антигенов опухолевых клеток. На лабораторном уровне были решены основные задачи на пути превращения одностенных (однослойных) углеродных нанотрубок в DDS. Целевой продукт в отличие от УОУНТ приобрёл значительную водорастворимость и достаточное количество функциональных  $\text{NH}_2$ -групп для ковалентного присоединения к ним различных фармакологических субстанций.

### 1.2.3. ВАРИАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ФОРМИРОВАНИЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ ТИТАН-УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Никулин С.М., Сметкин А.А., Асташина Н.Б. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2015. – Т.17, №2. – С.89-98

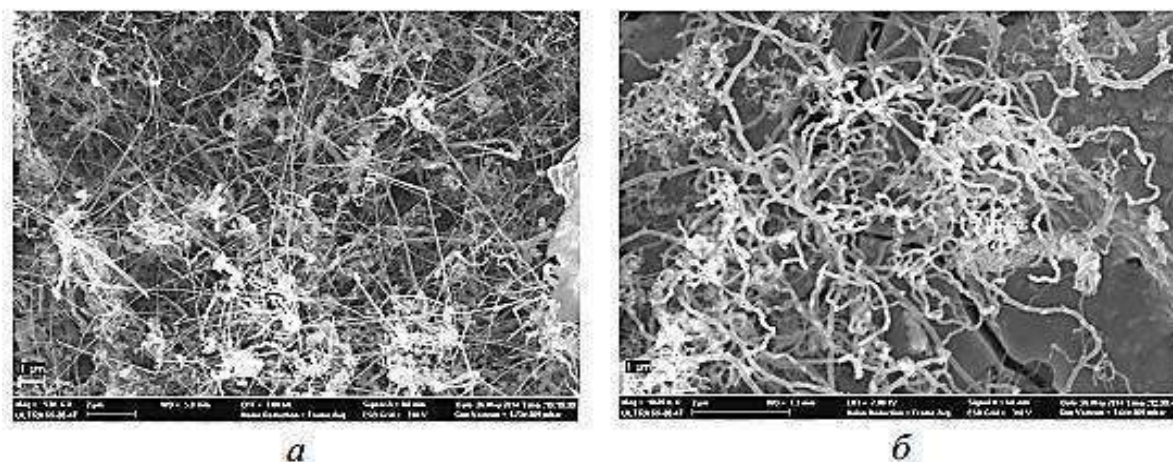


Рис. 3. Углеродные структуры, полученные на образцах после пескоструйной обработки (а) и микродугового оксидирования (б)

На основе анализа современного состояния проблемы создания титан-углеродных материалов для медицинских имплантатов показана актуальность исследований по формированию поверхностей с развитой шероховатостью и с углеродными наноструктурами, обуславливающими локально-селективную адгезию и рост клеток. Представлены результаты экспериментальных исследований влияния обработки поверхностей титанового сплава ВТ1-0 на последующее осаждение углеродных структур, в том числе многостенных углеродных нанотрубок. Предложены два метода обработки титановых поверхностей - пескоструйная обработка и микродуговое оксидирование. Сравнительный анализ состояния поверхности после каждого вида обработки, выполненный с помощью сканирующей электронной микроскопии и локального микрорентгеноспектрального анализа, показал, что при пескоструйной обработке и микродуговом оксидировании увеличивается площадь поверхности на фоне различной восприимчивости к последующему синтезу нанокластеров углерода. Структура поверхности образцов после пескоструйной обработки представлена крупными впадинами размером до 25 мкм с трудно удаляемыми абразивными частицами, что препятствует равномерному распределению предкатализатора роста углеродных нанотрубок. При микродуговом оксидировании формируется более благоприятная регулярная поровая структура оксидированного слоя с размером пор 0,2-2,0 мкм, на которую равномерно и плотно можно осадить нанотрубки. Образованный аморфный слой диоксида титана толщиной 9-15 мкм содержит фосфор и кальций в виде титаната кальция и дифосфата титана. Поры, образованные в оксидном слое, также содержат углеродные наноструктуры, которые в наибольшей степени будут содействовать остеоинтеграции имплантата. Полученные результаты являются этапом в реализации проекта по созданию имплантатов с углеродными нанокластерами для повышения закрепления остеобластов и пролиферации.

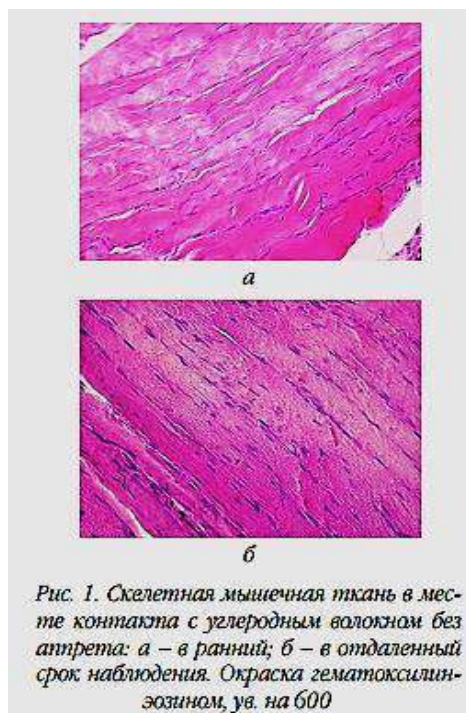
#### 1.2.4. ДОЗОЗАВИСИМЫЙ ЭФФЕКТ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ЧАСТИЦ САЖИ ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫМ МЫШАМ

Горшенёва Е.Б. // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2014. – Т.6, №1. – С.48-55

Проведено исследование влияния углеродного наноструктурного материала «Таунит» и частиц сажи различных концентраций на макроскопические показатели (динамика массы и размеров тела; состояние внутренних органов) самок лабораторных мышей. Установлено, что поступление в организм лабораторных мышей наноматериала «Таунит» сопровождается дозозависимым токсическим эффектом, проявляющимся в увеличении массы желудочнокишечного тракта, яичников, лёгких, печени, сердца по мере возрастания дозы вводимого веществ

#### 1.2.5. ОЦЕНКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ВОЛОКНА

Седегова О.Н., Асташина Н.Б., Логинова Н.П. // Пермский медицинский журнал. – 2015. - №5. – С.89-94



изучали с использованием формализированных эритроцитов барана по методу В. Н. Каплина. Результаты. Определено, что при использовании углеродных материалов наблюдается активация моноцитарно-макрофагального и лимфоцитарного звеньев иммунной системы в первые 7 суток, что способствует формированию репаративного процесса в последующие сроки. Выводы. Данные эксперимента подтвердили биологическую совместимость углеродного волокна с животными тканями, что дает возможность его использования в практической стоматологии.

В эксперименте изучена ответная реакция биологических тканей и систем экспериментальных животных на имплантацию углеродного композиционного волокна. Материалы и методы. В эксперименте участвовали 2 группы беспородных белых крыс (самцов): первую группу составили 25 животных, которым внутримышечно имплантировано «чистое» углеродное волокно (УВ), а вторую - 25 животных с внутримышечно введенным аппретированным УВ. Контрольная группа включала 20 животных, содержащихся на тех же условиях, что и животные экспериментальных групп, но без имплантации каких-либо материалов. Для определения состава клеток периферической крови получили образцы из хвостовой вены.

Фагоцитарную активность лейкоцитов периферической крови



*Рис. 2. Лимфоидный узел при введении углеродного волокна с аптретом. Структура лимфоидного узла значительно полиморфна. Окраска гематоксилин-эозином, ув. на 400*

### **1.2.6. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТЕРМОСТОЙКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛИМЕРМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Еремеева Н.М., Чадина В.В., Свешникова Е.С. // *Фундаментальные исследования*. – 2015. - №1-5. – С.68-72

Исследованы структура и свойства исходного сырья – возобновляемого вторичного целлюлозосодержащего продукта крупяного производства гречихи. Разработаны научные подходы к созданию термостойких углеродных наполнителей для полимерматричных композиционных материалов на основе пластифицированной эпоксидной смолы и возобновляемых вторичных целлюлозосодержащих продуктов крупяного производства гречихи – оболочки гречихи. Предложено сочетание методов химической и физической модификации с использованием соединений, структурирующих полимер и обеспечивающих повышение, приблизительно в 2-4 раза, выхода карбонизованных структур после термообработки с получением термостойких наполнителей для полимерматричных композитов. Установлена возможность направленного регулирования размеров пористой структуры при термообработке. Изучены скорость и механизм разложения оболочки гречихи при термоокислительной деструкции и влияние на них тетрафторбората аммония. Введение данного наполнителя в состав эпоксидной композиции способствует снижению пожарной опасности с переводом материала в класс трудногоряемых, повышает теплостойкость и сохраняет устойчивость композитов к изгибающим и ударным нагрузкам. Разработанные составы сохраняют диэлектрические свойства.

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

#### **1.3.1. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАЗАЛЬТОПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ ПОЛИКАРБОНАТА**

Запорников В.А., Осипчик В.С. // *Пластические массы*. – 2014. - №5-6. – С.45-47

В статье приводится сравнительный технико-экономический анализ основных видов волокнистых наполнителей. Предлагается технологическая схема производства базальтопластиков на основе поликарбоната.

#### **1.3.2. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМПОЗИЦИИ И ПАРАМЕТРОВ МОДИФИКАЦИИ НА СВОЙСТВА КАТИОНООБМЕННОГО БАЗАЛЬТОПЛАСТИКА**

Варюхин В. В., Устинова Т.П., Розов Р. М. // *Пластические массы*. – 2014. - №7-8. – С.48-50

Работа посвящена изучению композиционных составов и исследованию структуры и свойств катионообменного композиционного материала, получаемого методом поликонденсационного наполнения, на основе модифицированной фенольной смолой фенолформальдегидной матрицы и термо- и СВЧ-обработанного базальтового волокна.

### **1.3.3. ГИБРИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И СТЕКЛОНАПОЛНИТЕЛЕЙ**

Беляева Е.А., Косолапов А.Ф., Шацкий С.В. // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т.29, №10. – С.11-13

Показана эффективность создания гибридных базальто-стекло-ПЭ-пластиков на основе волокнистых материалов из сверхвысокомолекулярного полиэтилена.

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

### **2.1. ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ АНТИФРИКЦИОННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ДО 200°С, ДЛЯ НАСОСОВ И ПАРОВЫХ ТУРБИН. ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

Горячева И.Г., Анисимов А.В., Бахарева В.Е. // Насосы. Турбины. Системы. – 2015. - №4 (17). – С.3-15

Обобщен опыт отечественной школы по созданию и применению подшипников скольжения диаметром от 50 мм до 2,5 м из антифрикционных эпоксидных, фенольных, полигетероариленовых углепластиков в судовом машиностроении, турбинах, насосах. Подшипники из углепластиков характеризуются высокой прочностью, ударостойкостью, способны работать со смазкой водой, в том числе перегретой до 200 °С, нефтью, кислотами, щелочами, маслами. Диапазон температур их эксплуатации - от -196 °С до +200 °С. Подшипники эксплуатируются по контртелам из стали, бронзы, титановых сплавов, керамики и др.

### **2.2. НАНОМАТЕРИАЛЫ В ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ И РАДИОЭКОЛОГИИ**

Тананаев И.Г., Сарычев Г.А., Мясоедов Б.Ф. // Российские нанотехнологии. – 2016. – Т.11, №1-2. – С.60-66

В работе приведены основные результаты обзорного характера, содержащие широкомасштабное использование наноматериалов в ядерных технологиях и радиоэкологии. В статье обсуждены данные по окислительно-восстановительным реакциям урана и актинидных элементов в растворах, твердофазным превращениям для создания современных технологий переработки отработавшего ядерного топлива и обращения с щелочными радиоактивными отходами. Приведены также сведения по методам очистки радиоактивных жидких отходов с применением наноструктурированных сорбционных материалов, в том числе углеродных материалов.

### **2.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ЦЕЗИЙ И ТРИТИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТРАБОТАВШИХ МАСЕЛ**

Тюпина Е.А., Сазонов А.Б., Сергеечева Я.В. // Перспективные материалы. – 2015. - №10. – С.22-31

Терморасширенный графит (ТРГ) может быть использован для отверждения отходов радиоактивных масел, образующихся на предприятиях атомной промышленности. Синтезированный в работе ТРГ сохраняет свойства сыпучего порошкообразного материала при насыщении его маслом в соотношении 20 г/г. При таком соотношении эффект смачивания частиц цемента маслом, препятствующий образованию монолитной структуры, еще не проявляется. В результате требуемая прочность цементного компаунда на сжатие сохраняется при содержании масла до 27 об. %. Рассчитаны эффективные коэффициенты диффузии  $^{137}\text{Cs}$  и трития на основании экспериментальных данных по выщелачиванию. В компаундах без добавок эти коэффициенты диффузии равны  $(1,4 - 1,6) \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$  для обоих радионуклидов. Причиной совпадения значений этих коэффициентов диффузии является характер движения молекул внутри извилистых транспортных пор ТРГ, определяемый его структурой. Для трития коэффициенты диффузии уменьшаются со временем. Скорость выщелачивания  $^{137}\text{Cs}$  не превышает нормированного ГОСТом значения при добавлении в компаунд бентонита в количестве 6% от массы цемента. Использование других минеральных и органических добавок не дает нужного эффекта и даже увеличивает скорость выщелачивания. На скорость выщелачивания трития введение добавок (в том числе и бентонита) практически не оказывает влияния.

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

### **3.1. ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМАХ, СОДЕРЖАЩИХ ФУЛЛЕРЕНЫ, КАК ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НАНОУГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

К.Н. Семенов, Н.А. Чарыков, В.Н. Постнов // Успехи химии. - 2016. - Т.85, №1, С.38-59

В настоящем обзоре впервые предпринята попытка обобщить имеющиеся данные по всем видам фазовых равновесий (растворимости, экстракции и сорбции) в системах, содержащих легкие фуллерены ( $\text{C}_{60}$  и  $\text{C}_{70}$ ). В случае диаграмм растворимости рассмотрены следующие типы фазовых равновесий: индивидуальный фуллерен ( $\text{C}_{60}$  или  $\text{C}_{70}$ )-растворитель в политермических и полибарических условиях,  $\text{C}_{60}$ - $\text{C}_{70}$ -растворитель, индивидуальный фуллерен-растворитель(1)-растворитель(2), а также многокомпонентные системы, включающие индивидуальный фуллерен или промышленную смесь фуллеренов и растительные масла, животные жиры, эфирные масла, в политермических условиях. Систематизированы также все опубликованные экспериментальные данные по экстракционным равновесиям в системах  $\text{C}_{60}$ - $\text{C}_{70}$ -жидкая фаза(1)-жидкая фаза(2) и оценены сорбционные характеристики различных материалов по отношению к легким фуллеренам. Обсуждены возможности применения таких экспериментальных данных для разработки методов предхроматографического и хроматографического разделения фуллереновых смесей и для применения фуллеренов в качестве наномодификаторов.

### **3.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИБКИХ ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТА ПОЛИАНИЛИН-УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ**

Емельянов А.В., Ахмадишина К.Ф., Ромашкин А.В. // Письма в Журнал Технической Физики. - 2015. – Т.41, №2. – С.87-95

Предложена концепция формирования прозрачных проводящих пленок на основе однослойных углеродных нанотрубок и полианилина на гибкой подложке полиэтиленнафталата. Продемонстрировано уменьшение более чем в 2 раза сопротивления пленок на основе композита по сравнению с чистыми нанотрубками при сохранении прозрачности. Обсуждаются механизмы изменения проводимости в композитных молекулярных системах на основе различий в организации транспорта носителей заряда в нанотрубках и полимере с учетом их взаимодействия.

### **3.3. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ**

Николаев И.В., Даньшина В.В. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2015. – Т.17, №1. – С.54-60

Во многих отраслях для изготовления резинотехнических изделий требуется каучук со специфическими свойствами. В работе проведен анализ литературных источников. Выявлена зависимость свойств материалов от легирующих компонентов. Установлено, что использование многослойных углеродных нанотрубок в качестве наполнителя повышает триботехнические свойства полимерных нанокомпозитов, например политетрафторэтилена. По методике солевой коагуляции на базе ОАО «Омский каучук» были изготовлены образцы синтетического бутадиен-метилстирольного каучука марки СКМС-30АРК, наполненного многослойными углеродными нанотрубками, и экспериментально исследованы механические характеристики полученных образцов. Топография излома образцов изучалась методом растровой электронной микроскопии на приборе JEOL JSM-6610LV. Перед сканированием под микроскопом была проведена подготовка образцов по специальной методике. Получены изображения изломов образцов каучука с многослойными углеродными нанотрубками. Исследовано влияние многослойных углеродных нанотрубок на механические характеристики (вязкость по Муни, жесткость и эластическое восстановление по Дефо) наполненных резиновых смесей на основе каучука марки СКМС-30АРК. Показано увеличение эластического восстановления на 3,2%, жесткости по Дефо на 4% и вязкости модифицированного образца на 11,8 %. Условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве и относительная остаточная деформация после разрыва определялись на разрывной машине после предварительной подготовки образцов. Относительное удлинение при разрыве уменьшается на 37%; модуль упругости при 300%-ной деформации увеличивается на 17 %. Предложено практическое использование резины на основе каучука с многослойными углеродными нанотрубками для изготовления обувной и кабельной продукции.



### 3.4. ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР ИЗ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Жукалин Д.А., Тучин А.В., Голощاپов Д.Л. // Письма в Журнал Технической Физики. - 2015. – Т.41, №4. – С.1-6

Исследованы условия формирования наноструктур из коллоидных растворов аморфного диоксида кремния и углеродных нанотрубок в высыхающей капле при комнатной температуре. Обнаружено образование сферических агрегатов диаметром  $\sim 2 \text{ мкм}$  и стержневых наноструктур диаметром 250-300 nm и длиной  $\sim 4 \text{ мкм}$ . В рамках феноменологической модели активного центра закрытых углеродных нанотрубок рассмотрены механизмы взаимодействия углеродных нанотрубок с  $\text{SiO}_2$ : ковалентное и ван-дер-ваальсово.

### 3.5. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ КОМПАКТИРОВАННЫХ НАНОДИСПЕРСНЫХ ГРАФИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

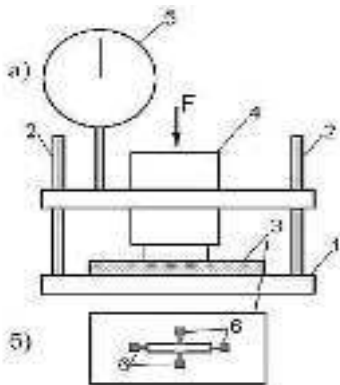


Рис. 1. Схематическое изображение установки для исследования образцов из нанодисперсных графитовых материалов и последующий монтаж в низкотемпературное сопротивление: 1 – диэлектрическое основание; 2 – нагреватель; 3 – образец на стекле; 4 – пинцет; 5 – микрометр часового типа ИЧ-05; 6 – серебряные омические контакты

Голев И.М., Санин В.Н., Русских Е.А. // Известия Юго-западного государственного университета. Серия: техника и технологии. – 2015. - №1 (14). – С.66-73

Приводятся результаты исследования температурной зависимости электропроводности нанодисперсных материалов. В данной работе было показано, что значение электрического сопротивления связок УНТ, имеющих фрактальную структуру, сравнимо с электропроводностью скомпактированных УНТ и УНВ и ультрадисперсного углерода. Эти структуры имеют самые высокие значения термо-ЭДС ( $S \approx 55 \div 60 \text{ мкВ/К}$ ). Проведенный анализ полученных результатов свидетельствует о доминировании механизмов прыжковой проводимости в исследуемых материалах, который описан в рамках модели Н.Мотта.

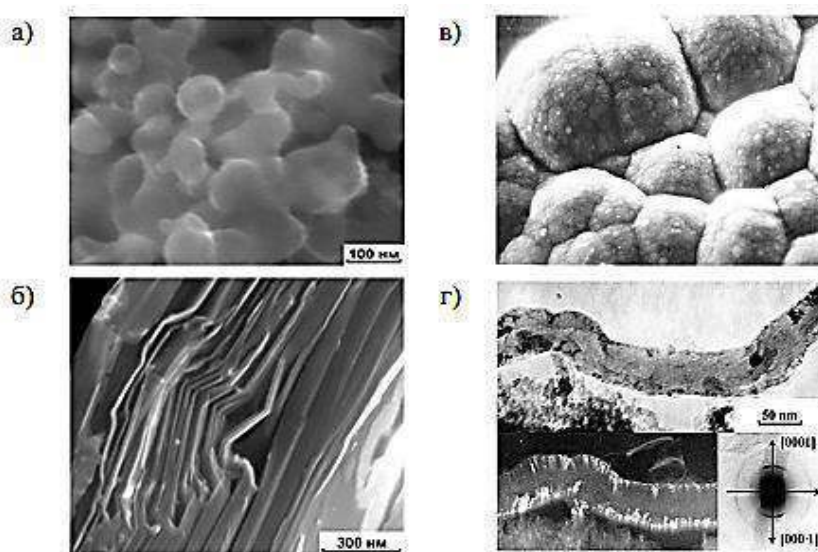


Рис. 2. Структура исследуемых материалов: а – аморфный наноуглерод; б – фрактальная нанотрубчатая структура  $\times 8400$ ; в – разрушенный нанографит; г – углеродные нановолокна

### **3.6. СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЯ ЭПОКСИНАНОКОМПОЗИТОВ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ**

Мараховский П.С., Кондрашов С.В., Дьячкова Т.П. // Перспективные материалы. – 2015. - №6. – С.48-56

Методами термического анализа исследованы исходные и модифицированные функционализированными углеродными нанотрубками (ФУНТ) эпоксидные композиции, отвержденные по разным температурно-временным режимам. В условиях, когда формирующаяся сетка является неоднородной - и, как следствие, характеризуется широким спектром структурных элементов с разной сегментальной подвижностью, модификация эпоксидных связующих приводит к получению сеток с меньшим количеством дефектов. В этом случае влагопоглощение модифицированных образцов оказывается меньше по сравнению с немодифицированной матрицей. В случае, когда выбранный температурно-временной режим обеспечивает получение менее дефектных сеток в исходном образце, влагопоглощение модифицированного образца оказывается больше по сравнению с немодифицированными. Показано, что пластификация модифицированных ФУНТ связующих при влагонасыщении зависит от режима отверждения, отличается от пластификации исходных образцов и требует дополнительного исследования.

### **3.7. ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ХРОМ-УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ В РЕВЕРСИВНОМ РЕЖИМЕ**

Целуйкин В.Н., Гасанова О.А., Целуйкина Г.В. // Перспективные материалы. – 2015. - №5. – С.78-81

Получены композиционные электрохимические покрытия (КЭП) хром - углеродные нанотрубки (УНТ) из электролита на основе  $\text{Cr(III)}$  в реверсивном режиме. Исследованы структура и эксплуатационные свойства данных КЭП по сравнению с электролитическими хромовыми покрытиями без дисперсной фазы. Установлено, что введение УНТ в сульфатный электролит хромирования способствует снижению коэффициента трения скольжения и повышению коррозионной стойкости формирующихся покрытий.

### **3.8. НАНОУГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, МЕТОДЫ СИНТЕЗА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ**

Елецкий А.В., Зицерман В.Ю., Кобзев Г.А. // Теплофизика высоких температур. – 2015. – Т.53, №1. – С.117

Обзор содержит анализ развития направлений, связанных с получением, исследованием физико-химических свойств и возможностями использования углеродных наноматериалов в системах производства, преобразования и хранения энергии. Данной работой авторы продолжают исследования проблем систематизации и аттестации численных данных для наноразмерных объектов, уделяя особое внимание свойствам углеродных структур, которые показали наибольший потенциал применения и уже заняли определенную нишу на рынке нанотехнологий. Детально рассмотрены особенности современных систем получения, преобразования и хранения энергии с точки зрения возможности использования наноуглеродных материалов в этих системах, включая зависимость параметров энергетических устройств от комплекса свойств наноматериала и деталей его структуры и технологии синтеза.

### **3.9. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ЭЛЕКТРОЛИТА НА ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ТОЧКУ ПРИ КОНТАКТЕ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ**

Милютин А.Д., Колесников В.А. // Успехи в химии и химической технологии. - 2015. – Т.29, №1. – С.16-18

При комнатной температуре изучено равновесие в системе углеродный наноматериал, углеродные нанотрубки или углеродные наночешуйки - водный раствор электролита. Прослежено изменение рН раствора во времени в различных электролитах, найдены изоэлектрические точки для каждого электролита. Показано, что стационарные значения рН достигаются за 5-10 мин в зависимости от состава раствора и характеристик наноуглеродного материала, а природа электролита существенно не влияет на значение изоэлектрической точки рН07. Результаты исследований могут использоваться в коллоидной химии при регулировании свойств дисперсных систем.

### **3.10. ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ГЕОМЕТРИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СЕТЧАТОГО ПОЛИУРЕТАНА**

Гаголкина З.А., Лемеш Н.В., Лобко Е.В. // Теоретическая и экспериментальная химия. – 2016. – Т.52, №1. – С.14-18

Установлено, что при повышении содержания углеродных нанотрубок различного химического строения и геометрии в композиционных материалах на основе сетчатых полиуретанов наблюдается увеличение электропроводности и прочности на разрыв, что сопровождается уменьшением их удлинения при разрыве. Наибольшими значениями электропроводности и прочности на разрыв во всем концентрационном диапазоне характеризуются системы с наибольшим внешним диаметром углеродных нанотрубок. Показано, что наличие атомов азота в узлах нанотрубок ухудшает электропроводность и незначительно влияет на прочность полиуретановых композитов.

### **3.11. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ ВЫРАВНЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ/УГЛЕРОДНАЯ МАТРИЦА**

**Mechanical and electrical properties of aligned carbon nanotube/carbon matrix composites** // Zhou Zhoua, Xin Wang, Shaghayegh Farajib // Carbon. – 2014. – Vol.75. - P.307-313

Для синтеза композитов углеродные нанотрубки/углеродная матрица (**УНТ/С**), конкурентоспособных или превышающих механические и электрические свойства современных композитов углеродное волокно/углеродная матрица, необходимо выравнивание углеродных нанотрубок в композите. Сначала получили композиты УНТ/прекурсор полиакрилонитрил (ПАН) с высокой степенью выравнивания УНТ, затем карбонизировали и графитировали их при высоких температурах. Карбонизация прекурсорных композитов значительно улучшила их модуль упругости, прочность и электропроводность. Матрица была равномерно карбонизирована и существенно графитирована. Отличные механические и электрические свойства делают композиты **УНТ/С** перспективными для многих аэрокосмических высокотемпературных применений. (Ш.) (Англ)

#### **4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ**

##### **4.1. ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ ГРАФИТА МАРКИ DE-24 ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ТЕРМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ**

Костановский А.В., Зеодинов М.Г., Костановская М.Е. // Теплофизика высоких температур. – 2015. – Т.53, №1. – С.54

Представлены результаты экспериментального исследования стабильности относительного удлинения при циклических термических нагрузках в диапазоне изменения температуры 1200-2340 К для изостатического изотропного графита марки DE-24.

##### **4.2. АДСОРБЦИЯ ПИРИДИНА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДРОБЛЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ АДСОРБЕНТАМИ**

Беляева О.В., Краснова Т.А., Кирсанов М.П. // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2015. - Т. 15, № 5. – С.643-648

Исследована адсорбция пиридина из водных растворов активными углями, отличающимися сырьем, способом получения, характеристиками пористой структуры и химическим состоянием поверхности. Изотермы адсорбции описаны с применением теорий Ленгмюра и БЭТ. Определено, что на адсорбцию пиридина из водных растворов влияет совокупность факторов – характеристик пористой структуры и химического состояния поверхности адсорбента. Мономолекулярная адсорбция пиридина реализуется за счет специфического взаимодействия адсорбент – адсорбат, полимолекулярная – за счет дисперсионного взаимодействия.

##### **4.3. УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ БИОМОРФНЫХ УГЛЕРОДНЫХ И КАРБИДОКРЕМНИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОСРЕДСТВОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ**

Ершов А.Е., Классен Н.В. // Материаловедение. – 2014. - № 9. – С.44-56

Установлено, что предварительное прессование древесных заготовок, предназначенных для получения углеродных и карбидокремниевых матриц, посредством последовательности операций пиролиза и силицирования при целенаправленном регулировании параметров прессования позволяет в широких пределах управлять фазовым составом, морфологией и функциональными характеристиками углеродных и карбидокремниевых изделий. Показано, что существенное уменьшение пористости древесины за счет всестороннего сжатия приводит к выносу в процессе пиролиза присутствующих в ней минеральных примесей на внешние поверхности образцов, повышая химическую чистоту получаемого углерода. Обнаружено образование за счет аксиального сжатия древесины волнообразных профилей межклеточных углеродных стенок с микронными масштабами. Продемонстрирована возможность формирования за счет неоднородной деформации карбидокремниевых керамик с большими управляемыми градиентами фазового состава, электропроводности и других свойств, которые могут существенно улучшать функциональные характеристики электронагревателей и других изделий на основе карбида кремния.

#### **4.5. АДСОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Милютина А.Д., Колесников В.А. // Успехи в химии и химической технологии. - 2015. – Т.29, №1. – С.43-45

Углеродные наноматериалы (УНМ) были исследованы в качестве потенциальных адсорбентов для извлечения ионов  $\text{Cu(II)}$  из водного раствора. Эффективность адсорбентов была исследована путем определения их адсорбционной способности. В работе было также изучено влияние pH раствора, количества адсорбента и начальной концентрации ионов меди (II) на процесс адсорбции. Установлено, что адсорбция ионов  $\text{Cu}^{2+}$  на УНМ существенно зависит от pH раствора. Эффективность извлечения ионов  $\text{Cu(II)}$  повышается с ростом pH от 3 до 7, а затем адсорбция остается постоянной. Оптимальное количество адсорбента для достижения максимального извлечения ионов меди составляет 0,2 мг/40 мл для углеродных нанотрубок (УНТ) и 0,1 мг/40 мл углеродных наночешуек (УНЧ).

#### **4.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АБЛЯЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ПРОВЕДЕННЫХ В СТРУЯХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Горский В.В., Оленичева А.А., Реш В.Г. // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. - №10. – С.126-140

В настоящее время в качестве тепловой защиты высокотемпературных фрагментов конструкции гиперзвуковых летательных аппаратов широко используются углерод-углеродные композиционные материалы. Вопросам, связанным с определением абляционных свойств теплозащитных материалов этого типа, посвящена данная статья. Проведено сопоставление расчетно-теоретических и экспериментальных данных, выполненное применительно к условиям испытаний современного углеродного материала в струе электродуговой установки и в струе продуктов сгорания жидкостного ракетного двигателя. Впервые получены данные по кинетике окисления углерода атомарным кислородом на сублимационном режиме абляции материала. Сформулирован новый подход к обработке абляционных экспериментов в струе продуктов сгорания ЖРД, использование которого позволяет переносить результаты этих стендовых испытаний на натурные условия функционирования тепловой защиты. Впервые установлен закон эрозии углерода при высоких давлениях.

#### **4.7. НАНОГРАФИТЫ, ИХ СОЕДИНЕНИЯ И ПЛЕНОЧНЫЕ СТРУКТУРЫ**

Зиятдинов А.М. // Известия Академии Наук. Серия химическая. – 2015. - №1. – С.1

Проанализированы методы получения и результаты исследования нанографитов, их соединений и пленочных структур. Значительное внимание уделено выяснению роли краевых  $\pi$ -электронных состояний в формировании физико-химических свойств нанографитов и их соединений. Указаны возможные способы получения новых типов соединений и пленочных структур нанографитов. Обсуждаются способы формирования и свойства новых композиционных материалов с нанографитом. Сделан вывод о перспективности рассмотренных углеродных систем в качестве материалов для новой техники.

#### **4.8. МЕХАНОХИМИЧЕСКОЕ РАССЛОЕНИЕ ГРАФИТА В ПРИСУТСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ С ЕГО ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЖИДКОФАЗНОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ В ГРАФЕН**

Посудиевский О.Ю., Хазеева А.А., Кошечко В.Г. // Теоретическая и экспериментальная химия. – 2014. – Т.50, №2. – С.101-107

Показана возможность механохимического расслоения графита в присутствии неорганических солей ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$  и др.) с последующей жидкофазной эксфолиацией полученных наноструктурированных графитовых материалов в графен. Установлено, что природа используемых неорганических расслоителей, в частности их твердость, может оказывать существенное влияние на дефектность структуры получаемых графенов и их способность образовывать устойчивые дисперсии в различных растворителях. Показано, что среди использованных неорганических солей наиболее универсальным сульфат натрия, применение которого позволяет получать стабильные дисперсии графена как в N-метилпирролидоне, диметилформамиде, этаноле, так и в воде.

#### **4.9. ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ФОТОВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА НА ЕГО СПОСОБНОСТЬ К СТАБИЛИЗАЦИИ ГРАФИТА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ВОДНЫХ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРАХ**

Андрюшина Н.С., Строюк А.Л., Кучмий С.Я. // Теоретическая и экспериментальная химия. – 2014. – Т.50, №5. – С.280-287

Установлено влияние степени фотохимического восстановления коллоидного оксида графена (ОГ) на его способность к стабилизации микрочастиц графита и углеродных нанотрубок в водных растворах. При использовании фотовосстановленного ОГ в качестве стабилизатора образуются дисперсии частиц графита со средним размером 2-3 мкм и нанотрубок длиной до 1 мкм. Количество частиц диспергированного графита многократно возрастает при увеличении степени восстановленности ОГ. Зависимость между количеством диспергированных нанотрубок и длительностью фотовосстановления ОГ проходит через минимум как следствие фотоиндуцированного удаления функциональных групп ОГ и снижения его способности к взаимодействию с частично гидроксильной поверхностью нанотрубок.

#### **4.10. ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРОТИВООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ГРАФИТОВ**

Кабанова Т.В. // Успехи в химии и химической технологии. - 2015. – Т.29, №1. – С.92

Разработана технология защиты графитов от окисления путем комбинирования методов пропитки и нанесения защитного покрытия. Выбраны наиболее оптимальные параметры процесса, позволяющие снизить поверхностное окисление до ~ 15 %.

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

### **5.1. АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ ПРИ РАССЛОЕНИИ ФТОРСОДЕРЖАЩЕЙ РЕЗИНЫ И ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

Шумилин А.И., Гринёв В.С. // Пластические массы. – 2014. - №3-4. – С.35-38

В статье приведены данные по увеличению адгезионной прочности при расслоении фторсодержащей резины 420-264В/5 на основе СКФ-264/8 и композита Ф4С25 на основе ПТФЭ, содержащего 25 масс. % стекловолокна. Показано возрастание прочности адгезии при расслоении дополнительной обработкой фторсодержащей резины ИК излучением, а также магнетронным и термонапылением алюминия.

### **5.2. СРАВНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ОБРАЗЦОВ ПКМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТАХ ASTM И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГОСТ**

А.В. Ильичев, А.Е. Раскутин, И.Н. Гуляев // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2015. - №4. - <http://materialsnews.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/156.pdf>

Проводится сравнение геометрических размеров образцов для механических испытаний полимерных композиционных материалов, указанных в международных стандартах ASTM и отечественных ГОСТ. Стандарт ASTM D3039-14 распространяется на испытание композиционных материалов с полимерной матрицей, армированных непрерывными волокнами или дискретно армированных рублеными волокнами.

### **5.3. МЕТОДИКА АНАЛИЗА МИКРОСТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ПОМОЩИ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

Морозов И.А. // Материаловедение. – 2014. - №7. – С.34-41

Изложена новая методика анализа микроструктуры вулканизатов, наполненных техническим углеродом, при помощи атомно-силовой микроскопии (АСМ) и последующей обработки результатов. Основная идея заключается в выборе высоты, при которой скан микрорельефа, распавшийся на отдельные фрагменты, наиболее точно отражает состояние наполнителя в материале. Выделены три структурных состояния технического углерода в материале: агрегаты - наименьшие неделимые единицы; агломераты - вторичные образования, состоящие из агрегатов; части не до конца разрушенных при смешивании гранул наполнителя - единичные плотные структуры округлой формы. Изучение полученных структур открывает широкие возможности для интерпретации свойств исследуемых материалов и влияния на них особенностей изготовления с точки зрения микроструктуры.

#### **5.4. ВЛИЯНИЕ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИТНЫХ НАНОВОЛОКНИСТЫХ МАТОВ НА ПОВЕДЕНИЕ ПРИ РАССЛАИВАНИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**The effect of interleaved composite nanofibrous mats on delamination behavior of polymeric composite materials** / H. Saghafia, A. Zucchellia, R. Palazzettia// Composite Structures. – 2014 – Vol. 109 – P. 41-47

В этом исследовании рассматривают влияние чередования нановолокон на характеристику разрушения I и II вида слоистых композитов. Для этой цели полученные методом электроформования нановолокно Нейлон 6,6 и поликапролактон (ПКЛ) и их комбинации помещали в середину однонаправленного слоистого композита стекло/эпоксидная смола и затем подвергались испытанию на излом. Результаты показали, что нановолокно ПКЛ может улучшить скорость высвобождения энергии (GI и GII) I и II вида почти одинаково с 25%-м и 24%-м увеличением. Влияние нановолокна Нейлон 6,6 в основном на нагрузку II вида показывает улучшение на 68%, в то время как его влияние на нагрузку I вида незначительно (увеличение на 4.5%). Также показано, что комбинация этих двух видов нановолокон приводит к 21%-му и 56%-му увеличению GI и GII, соответственно, что является средним результатом отдельных нановолокон. (Д.) (Англ)

#### **5.5. ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ГИБРИДНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕКОВАЛЕНТНО ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Кондрашов С.В., Гуняева А.Г., Шашкеев К.А. // Труды ВИАМ. – 2016. - №2. – С10

Приведен обзор способов придания полимерным композиционным материалам повышенной электропроводности. Представлены результаты исследований по получению электропроводящих гибридных полимерных композиционных материалов на основе нековалентно функционализированных углеродных нанотрубок. Проведены исследования электрофизических, термо- и физико-механических характеристик. По результатам экспериментов установлено, что уровень достигаемых функциональных свойств является достаточным для успешного решения задач придания изделиям из стеклопластиков антистатических свойств и увеличения стойкости углекомпозитов к воздействию молниевых разрядов.

#### **5.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СВОЙСТВА ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

Охлопкова А.А., Стручкова Т.С., Алексеев А.Г. // Вестник северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2015. - №5. – С.43-50

В последнее десятилетие углеродные нанотрубки (УНТ) получили широкое применение в качестве модификаторов полимерных материалов. Благодаря своим уникальным механическим, термическим, оптическим свойствам УНТ с нанометровыми размерами производятся в промышленных масштабах, что указывает на их перспективность. Многочисленные исследования способов их получения привели к созданию различных видов УНТ, которые различаются своими свойствами и структурой, среди них наиболее актуальным являются многостенные углеродные трубки. В данной статье было исследовано влияние



многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) на свойства и структуру композитов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ), изготовленных стандартной технологией переработки полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе ПТФЭ. В работе проведены испытания деформационно-прочностных свойств и триботехнических характеристик, а также исследованы структурные параметры полимерных нанокомпозитов на основе ПТФЭ. Из полученных результатов следует, что при малых степенях наполнения многостенными углеродными нанотрубками ПТФЭ происходит улучшение модуля упругости и относительного удлинения при разрыве. Структурные исследования установили незначительные изменения характеристик. Поверхности трения изучены методом растровой электронной микроскопии, на которых обнаружены агломераты МУНТ.

### **5.7. КОНСТРУКЦИОННЫЕ УГЛЕПЛАСТИКИ НА ОСНОВЕ НОВЫХ СВЯЗУЮЩИХ РАСПЛАВНОГО ТИПА И ТКАНЕЙ PORCHER**

Раскутин А.Е. // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2013. - №5. – С.1

Приведены результаты работ, выполненные ФГУП «ВИАМ», по разработке полимерных композиционных материалов нового поколения, как в рамках федеральных целевых программ в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми авиационными конструкторскими бюро. Следует отметить, что сравнительный анализ основных характеристик новых российских полимерных композиционных материалов с зарубежными аналогами показал: материалы, разработанные в последние годы в ВИАМ, не уступают зарубежным аналогам по свойствам. Учитывая, что производство материалов локализовано на территории России, отпадает необходимость в оформлении экспортной лицензии, а срок изготовления и поставки материалов существенно меньше, чем у зарубежных компаний. В настоящее время углепластики на основе нового высокодеформативного эпоксидного связующего ВСЭ-1212 проходят квалификационные испытания с целью дальнейшего применения в изделиях авиационной техники, в дальнейшем из этих материалов планируется изготавливать элементы конструкции мотогондолы двигателя ПД-14 для самолёта МС-21, работы проводятся совместно с ОАО «Авиадвигатель». Для изготовления углепластиков используются углеродные и стеклянные ткани производства ООО «Порше современные материалы», которое в 2012 году открыло ткацкое производство в Калужской области.

### **МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ВЛАГОСТОЙКОСТЬ ПКМ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ**

Старцев В.О., Махоньков А.Ю., Котова Е.А. // Авиационные материалы и технологии. – 2015. - №S-1. – С.49-55

Исследовано влияние повреждений при ударе падающим грузом и экспонирования в четырех климатических зонах на коэффициент диффузии влаги, предельное влагонасыщение, прочностные характеристики перспективных авиационных стекло- и углепластиков. Показано, что при таких воздействиях показатели влагопереноса обладают большей чувствительностью: средние значения коэффициента диффузии уменьшаются на 35%, а средние значения разрушающих напряжений - на 5,5%.

## **6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА**

### **6.1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА УГЛЕРОДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В НАУКОЁМКИХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Курилкин А.В., Горбачёв А.С. // Экономика и предпринимательство. – 2016. - №2-2. – С.436-439

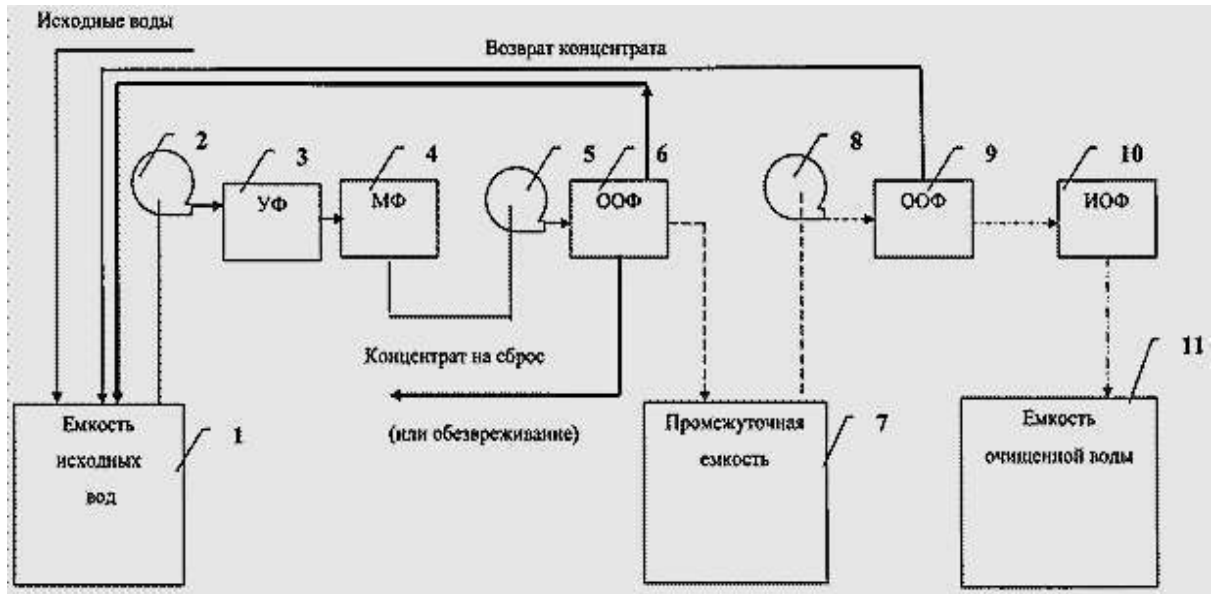
Одним из важнейших этапов в науке стало создание учёными углеродного волокна (УВ) во второй половине XX века. Разработка всевозможных композиционных материалов (КМ) на основе УВ продолжается до сих пор. В статье приведен анализ возможных областей применения углеродных композиционных материалов (УКМ) в наукоёмких отраслях промышленности, в том числе в качестве улучшения вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), а также дан прогноз мирового спроса на УКМ до 2020 года.

## **8. ПАТЕНТЫ**

1. Патент РФ № 2442756 от 20.02.2012 года, З.№ 2010128932 от 12.07.2010 года. Патентообладатель: Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова" (RU) – С02F9/00

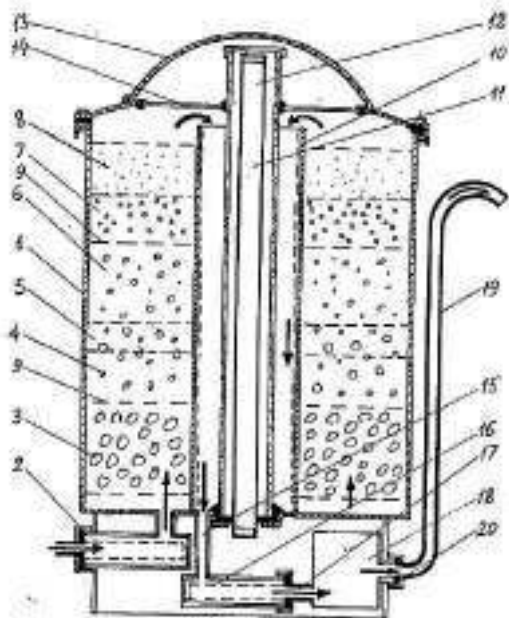
### **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЕССОЛЕННОЙ ВОДЫ И ВОДЫ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ**

Изобретение относится к области получения воды высокой чистоты для теплоносителей ядерных энергетических установок мембранно-сорбционными методами. При получении обессоленной воды и воды высокой чистоты осуществляют подачу воды из емкости исходных вод на удаление из воды органических веществ и активного хлора на насыпном угольном фильтре и взвесей на микрофильтре. Дальнейшее обессоливание вод на двух последовательных обратноосмотических фильтрах путем направления фильтрата первого через промежуточную емкость на вход второго, а фильтрата второго - на доочистку на ионообменный фильтр, накопление очищенной воды в емкости очищенной воды, возврат концентрата второго обратноосмотического фильтра и части объема концентрата первого обратноосмотического фильтра, достаточной для связывания свободной двуокиси углерода, в емкость исходных вод и направление остальной части концентрата первого обратноосмотического фильтра на сброс при отсутствии в нем радиоактивных или химически токсичных загрязнений, а при их наличии - на обезвреживание. Изобретение позволяет значительно увеличить срок работы ионообменных фильтров и сократить расход исходных вод на получение воды высокой чистоты



2. Патент РФ на полезную модель № 6392 от 16.04.1998 года, З.№ 97103906 от 11.03.1997 года. Патентообладатель: Акционерное общество закрытого типа "РОСЭКОАТОМ" (RU) – C02F9/00

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ МНОГОСТАДИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ



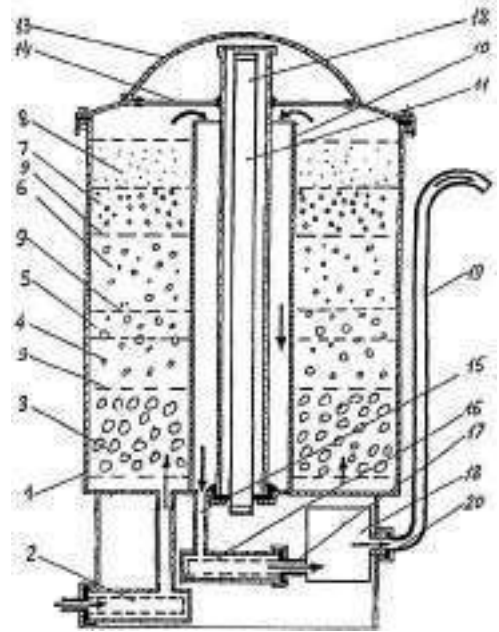
Устройство для многостадийной обработки воды, включающее корпус, заполненный расположенными друг над другом слоями загрузки, один из которых активированный уголь, ультрафиолетовую лампу с отражателем и магнитную систему, отличающееся тем, что загрузка выполнена из последовательно расположенных слоев магнетита, активированного угля, цеолита, вермикулита, шунгита и доломита. Устройство по п.1, отличающееся тем, что слои загрузки разделены углеволокнутой тканью. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что оно снабжено фильтром, расположенным перед загрузкой. Устройство по пп.1 - 3, отличающееся тем, что ультрафиолетовая лампа выполнена с выступающей над загрузкой частью, над которой закреплен отражатель в виде откидной полусферы, перекрытой стеклом. Устройство по пп.1 - 4,

отличающееся тем, что ультрафиолетовая лампа смонтирована в трубе, на внутреннюю поверхность которой нанесено платиновое покрытие. Устройство по пп.1 - 5, отличающееся тем, что оно снабжено фильтром, расположенным после загрузки. Устройство по пп.1 - 6, отличающееся тем, что оно снабжено серебряным генератором.

**3. Патент РФ на полезную модель № 28869 от 20.04.2003 года, З.№ 2002128253 от 17.10.2002 года. Патентообладатель: Сквирский Вениамин Яковлевич (RU)– C02F9/00**

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ МНОГОСТАДИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Устройство для многостадийной обработки воды, содержащее корпус, заполненный расположенными друг над другом слоями загрузки, один из которых активированный уголь, ультрафиолетовую лампу и блок для магнитной обработки воды, отличающееся тем, что оно снабжено ионатором серебра. Устройство по п.1, отличающееся тем, что загрузка выполнена из последовательно расположенных слоев магнетита, активированного угля, цеолита, вермикулита, шунгита и доломита, разделенных углеволоконной тканью. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что оно снабжено фильтром, расположенным перед загрузкой. Устройство по пп.1-3, отличающееся тем, что ультрафиолетовая лампа выполнена с выступающей над загрузкой частью, над которой закреплен отражатель в виде откидной полусферы, перекрытой стеклом. Устройство по пп.1-4, отличающееся тем, что оно снабжено дополнительным фильтром, расположенным после загрузки.



**4. Патент РФ № 2033976 от 30.04.1995 года, З.№ 93011918 от 09.03.1993 года. Патентообладатель: Клецов Александр Сергеевич, Теленков Игорь Иванович (RU) - C02F9/00**

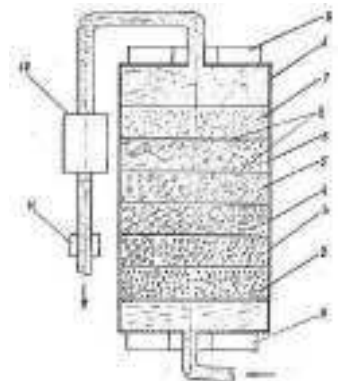
### СПОСОБ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Сущность изобретения: природную воду подвергают механической обработке, импульсному УФ - облучению сплошного спектра, опреснению посредством обратного осмоса, обработке углеволоконистым сорбентом и повторному УФ - облучению. После каждой стадии очистки предусмотрен контроль качества воды. В зависимости от качества исходной воды количество используемых стадий в данной технологической схеме может меняться.

**5. Патент РФ на полезную модель № 10399 от 16.07.1999 года, З.№ 98120430 от 05.11.1998 года. Патентообладатель: Закрытое акционерное общество "Эко-Атом" (RU) - C02F9/00**

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ МНОГОСТАДИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Устройство для многостадийной обработки воды, включающее корпус, заполненный расположенными друг над другом слоями загрузки и магнитную систему, отличающееся тем, что на корпусе закреплен вибратор. Устройство по п.1, отличающееся тем, что вибратор выполнен переменной частоты. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что слои загрузки разделены углеволоконной тканью. Устройство по пп.1 - 3, отличающееся тем, что оно снабжено серебряным генератором.



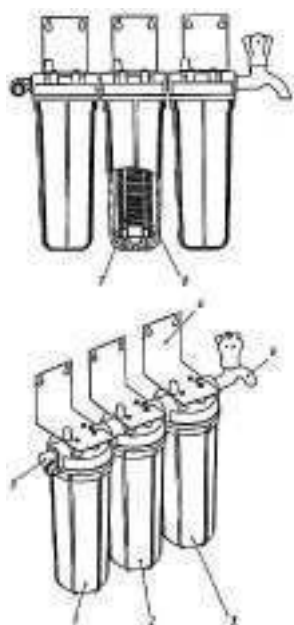
6. Патент РФ № 2555330 от 10.07.2015 года, З.№ 2013125402 от 03.06.2013 года. Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "СТЭЛМАС-Д" (RU) - C02F9/00

### СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

Группа изобретений относится к пищевой промышленности и может быть использована для получения питьевой воды. Для этого проводят забор воды из природного источника, отстаивание воды с доступом кислорода воздуха в емкости объемом 20-40 м<sup>3</sup> в течение 10-15 часов, обработку воды, путем пропускания через устройство, имеющее внешний и внутренний цилиндр. При этом через центральную полость устройства проходит вода из подающей трубы, закручивается встречными потоками по спирали и в магнитной трубе. Далее обработка фуллеренами, путем пропускания воды через цилиндрическое устройство, содержащее внутренний цилиндр с отверстиями, в который периодически добавляют предварительно подготовленную исходную воду с гидратированными фуллеренами C<sub>60</sub>HуFn, которая получена следующим образом: в 2-х литровую колбу наливают 2 л исходной воды и в нее добавляют гидратированный фуллерен в концентрации 14,4 мг/л, колбу вращают в течение 1 минуты против часовой стрелки со скоростью, способствующей образованию воронки. Затем воду отстаивают в течение 2-х минут, повторно вращают в течение 30 секунд, снова отстаивают 2 минуты, из полученного раствора берут 1 мл и вливают в 1 литр исходной воды, процедуру повторяют до получения раствора фуллеренов C<sub>60</sub>HуFn с концентрацией 10-20 моль/л. Розлив полученной питьевой воды. Также предложено устройство для получения питьевой воды. Группа изобретений обеспечивает получение воды пригодной для постоянного употребления человеком с улучшенными вкусовыми и органолептическими свойствами.

7. Патент РФ на полезную модель № 96571 от 10.08.2010 года, З.№ 2009138407 от 16.09.2010 года. Патентообладатель: Учреждение Российской академии наук Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН (ИФПМ СО РАН) (RU), Федеральное агентство по науке и инновациям (Роснаука) (RU) – C02F9/00

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ



Устройство для комплексной очистки воды, содержащее три фильтрующих элемента, последовательно соединенные по току воды, средство подвода воды и средство отвода фильтрата, первый фильтрующий элемент, расположенный на входе воды в устройство, предназначен для очистки воды от механических примесей, имеющих размер более 5 мкм, отличающееся тем, что второй фильтрующий элемент предназначен для удержания частиц размером менее 5 мкм, пропущенных первым фильтрующим элементом, в том числе коллоидных частиц размером от 10 до 100 нм, и третий фильтрующий элемент предназначен для микробиологической очистки воды. Устройство по п.1, отличающееся тем, что второй фильтрующий элемент содержит картридж, образованный 2-4 слоями листового сорбционно-фильтрующего материала, намотанными на перфорированный полимерный каркас. Устройство по п.1, отличающееся тем, что третий фильтрующий элемент, содержит картридж в виде рулона,

образованного 14 слоями листового сорбционно-фильтрующего материала, расположенными на перфорированном полимерном каркасе. Устройство по п.2 или 3, отличающееся тем, что листовой сорбционно-фильтрующий материал представляет собой нетканый полимерный волокнистый материал, на волокнах которого закреплены частицы наноструктурированного гидрата оксида алюминия.

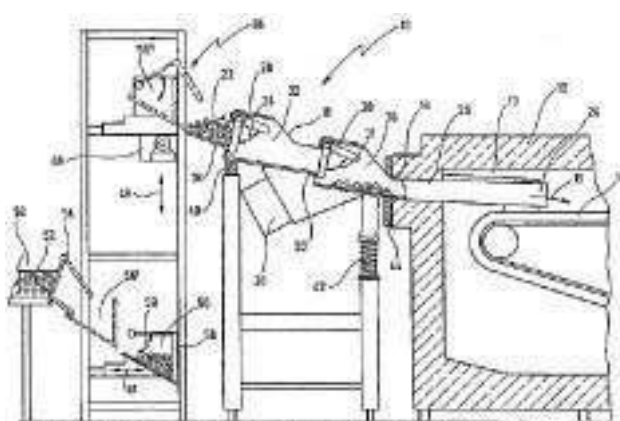
**8. Патент РФ № 2022248 от 30.10.1994 года, З.№ 4949169 от 25.06.1991 года.**  
Патентообладатель: Куйбышевский филиал Научно-исследовательского института технологии и организации производства двигателей – F27B11/02

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЗАГОТОВОК

Изобретение относится к устройствам для высокотемпературной обработки углеродсодержащих заготовок. Устройство содержит корпус со штуцерами подвода и отвода газа, керамическую трубу (КТ), нагревательный узел в виде неподвижного нагревателя (Н), расположенного в КТ и выполненного из эластичного токопроводящего чехла, из углеродной ткани, в котором размещают заготовки, и подвижного дополнительного Н, установленного на КТ, с приводом его перемещения. Дополнительный Н выполнен по крайней мере из двух элементов сопротивления с самостоятельными токоподводами.

**9. Патент РФ на полезную модель № 56991 от 27.09.2006 года, З.№ 2005124707 от 03.08.2005 года.** Патентообладатель: АЙХЕЛИН ГЕЗ. М.Б.Х. (АТ)– F27D3/00

### ЗАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАГРУЗКИ В ПЕЧЬ МЕЛКИХ ДЕТАЛЕЙ



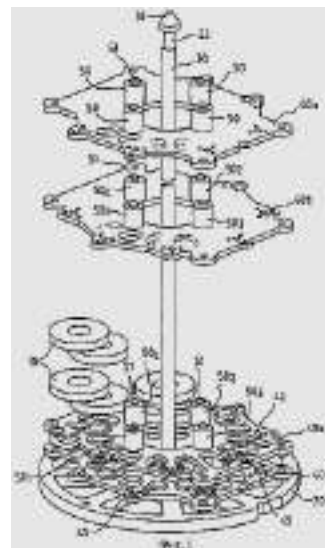
Загрузочное устройство для загрузки в печь (12) мелких деталей (52), имеющее подающее днище (20), которое, по меньшей мере частично заключено в кожух (18) и которое наклонено к горизонтали под углом  $\alpha$ , составляющим максимум около  $20^\circ$ , вход (22) и выход (24), по меньшей мере, один первый и один второй затворы (28, 30) для отделения первой камеры (32) внутри кожуха (18) соответственно от предшествующей второй камеры (34) и от последующей третьей камеры (36), которая предпочтительно

выполнена с возможностью ее герметичного подсоединения к загрузочному отверстию (16) печи (12), вибропривод (38), обеспечивающий перемещение мелких деталей (52) к выходу (24) загрузочного устройства, и питатель (46) для подачи ко входу (22) загрузочного устройства мелких деталей (52) в горизонтальном направлении или несколько наклоненном к горизонтали направлении. Загрузочное устройство по п.1, у которого угол  $\alpha$  наклона подающего днища (20) лежит в пределах от  $0$  до  $15^\circ$  включительно. Загрузочное устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что затворы (28, 30) выполнены в основном в виде герметичных заслонок. Загрузочное устройство по п.3, отличающееся тем, что кожух (18) имеет с его выходной стороны удлиненную часть (26), выполненную с возможностью ее введения в печь (12) через ее загрузочное отверстие (16). Загрузочное устройство по п.4, отличающееся тем, что для уплотнения кожуха (18) относительно загрузочного отверстия (16) печи (12) предусмотрено эластичное уплотнение (44). Загрузочное устройство по п.5, отличающееся тем, что удлиненная часть (26) кожуха предназначена для перемещения мелких деталей (52) под действием вибрации вплоть до конвейера (14) в печи (12).

**10. Патент РФ № 2220394 от 27.12.2003 года, З.№ 2000118817 от 15.12.1998 года. Международная заявка WO № 9931284 от 24.06.1999 года. Патентообладатель: СОСЬЕТЕ НАСЬОНАЛЬ Д'ЭТЮД Э ДЕ КОНСТРЮКСЬОН ДЕ МОТЕР Д'АВИАСЬОН - СНЕКМА (FR)– F27D5/00**

### **УСТРОЙСТВО ЗАГРУЗКИ ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ ДЕТАЛЕЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ В ПЕЧИ**

Изобретение относится к термической или химико-термической обработке деталей. Устройство загрузки для удержания деталей, подлежащих термической обработке в печи, содержит платформы загрузки. Платформы загрузки расположены на некотором расстоянии друг от друга при помощи столбиков. Столбики образуют опорные стойки, выполненные из термоконструкционного композиционного материала. Устройство снабжено основанием и несущей стойкой. Несущая стойка жестко связана с основанием, выступает из центральной части основания и размещена по меньшей мере по всей высоте устройства загрузки. В платформах загрузки выполнены центральные отверстия для размещения несущей стойки. На каждой платформе загрузки размещено одинаковое число столбиков для последовательной установки платформ. Столбики размещены на одной линии для формирования после монтажа платформ воспринимающих нагрузку колонн, размещенных по всей высоте устройства загрузки. По меньшей мере, один из столбиков, размещенных на каждой платформе, имеет расположение и/или размеры, отличные от расположения и/или размеров других столбиков, размещенных на той же платформе для возможности идентификации платформ в процессе их монтажа. Изобретение позволяет обеспечить оптимальную загрузку при обработке относительно большого количества идентичных деталей, роботизацию операций загрузки и выгрузки деталей.



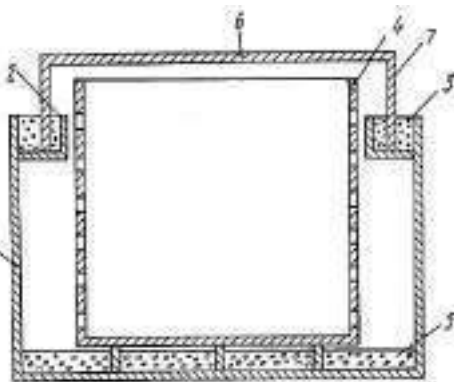
**11. Патент РФ на полезную модель № 154031 от 10.08.2015 года, З.№ 2014147064 от 24.11.2014 года. Патентообладатель: Открытое акционерное общество "Московское машиностроительное предприятие им. В.В. Чернышёва" (RU)– F27D5/00**

### **ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛОПАТОК ТУРБИН В ВАКУУМНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ИХ ТЕРМООБРАБОТКИ.**

Полезная модель относится к области термообработки изделий, а именно, к приспособлениям, используемым в вакуумных печах типа «Улвак-60», «Улвак-90», «Элтерма-VFC-4.24» и предназначенным для термообработки лопаток турбины газотурбинных двигателей (ГТД) и может быть использована в авиационной и машиностроительной промышленности. Сущность и достигаемый результат предложенной полезной модели определяется тем, что в приспособлении для вакуумной термообработки лопаток турбины, включающем форму 2, выполненную в виде поддона 3 с посадочными местами для размещения лопаток 1 и установленную в вакуумной печи, поддон 3 выполнен из пироуглеродного материала прямоугольной формы, а посадочные места для лопаток 1 - в виде горизонтальных направляющих полос 4 одинаковой ширины.

**12. Патент РФ № 2144170 от 10.01.2000 года, З.№ 98119050 от 19.10.1998 года.**  
Патентообладатель: Закрытое акционерное общество "Вологодский подшипниковый завод" (RU)– F27D5/00

### **КОНТЕЙНЕР ДЛЯ БЕЗОКСИДЕЛЬНОГО СТРУКТУРНОГО ОТЖИГА ПОКОВОК**

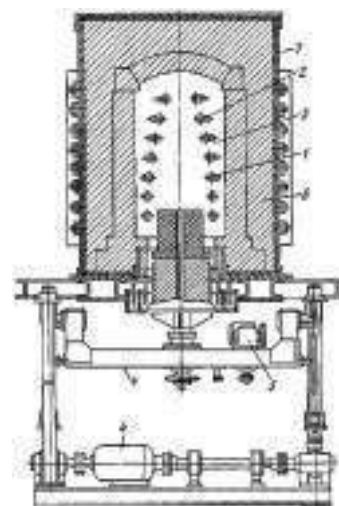


Изобретение относится к термообработке поковок колец подшипников, в частности к получению защитной атмосферы при структурном отжиге. Технический результат - исключение процесса окалинообразования при отжиге деталей в печах без подвода защитной атмосферы. Контейнер для безокислительного отжига содержит наружный корпус 1, желоб 2, закрепленный по периметру и заполненный жаропрочным сыпучим материалом 3. Внутри наружного корпуса расположена внутренняя камера 4 с перфорированными стенками для размещения поковок, которая изготовлена из жаропрочного материала и одновременно является транспортной тарой для перемещения деталей. Пространство между наружным корпусом и внутренней камерой заполняется материалом, например, древесным или активированным углем, формирующим при отжиге безокислительную атмосферу. Для обеспечения герметичности контейнер плотно закрывается крышкой с отбортовкой.

**13. Патент РФ № 2241185 от 27.11.2004 года, З.№ 2002126059 от 01.10.2002 года.**  
Патентообладатель: Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология" (RU) - F27D11/00

### **ЭЛЕКТРОПЕЧЬ ДЛЯ ОБЖИГА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

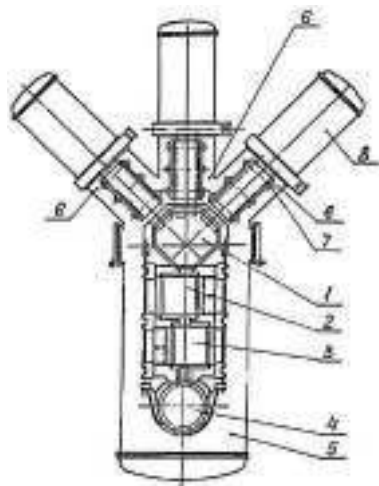
Изобретение относится к электропечах периодического действия для высокотемпературного обжига керамических изделий. Технический результат - повышение качества обжигаемых крупногабаритных изделий сложного профиля. Электропечь для обжига керамических изделий содержит кожух, футерованную рабочую камеру, вдоль стен которой установлены один над другим способом "колодец" карбидкремниевые нагреватели, механизмы подъема, опускания и вращения пода. Нагреватели в каналах установлены с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости на равноудаленное расстояние от наружной поверхности обжигаемого изделия.



**14. Патент РФ № 2228962 от 20.05.2004 года, З.№ 2002121808 от 07.08.2002 года.**  
Патентообладатель: ОАО Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение (RU) - C22B4/21

### **ВАКУУМНАЯ ПЛАВИЛЬНАЯ ПЕЧЬ С ХОЛОДНЫМ ПОДОМ**





Изобретение относится к области специальной электротехнологии, в частности для получения слитков и слябов высокореакционных металлов коммерческой чистоты. Печь имеет рабочую камеру, независимые источники нагрева, холодный под, на котором установлены водоохлаждаемые плавильный и рафинирующий тигли и кристаллизатор, три или более независимых загрузочных устройства для шихты, размещенных концентрично по отношению к плавильному тиглю, выполненному в форме многогранника. Плавильный тигель установлен так, что под каждым загрузочным устройством перпендикулярно к его оси расположена одна из его стенок. Изобретение позволяет производить загрузку в печь шихты и легирующих элементов с последующей подачей в рабочую зону независимо друг от друга и без остановки процесса плавки.

## 8. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ

### 8.1. ГРАФЕНОВЫЕ МИКРОБОТЫ МОГУТ ОЧИСТИТЬ ВОДУ

Российский электронный наножурнал. – 2016. – апрель / [NanoNewsNet](#)

Многие из процессов, используемых людьми в настоящее время, являются источниками загрязнения окружающей среды. При производстве солнечных и аккумуляторных батарей, электронных устройств и много другого в воду и почву выбрасывается достаточно большое количество тяжелых металлов, таких, как свинец, мышьяк, ртуть, кадмий и хром, которые образуют соединения, неблагоприятные, а зачастую и опасные для жизни человека. Очистка сточных вод от тяжелых металлов является делом сложным и дорогостоящим, и достаточно большое количество промышленных предприятий зачастую просто пренебрегает проблемами защиты окружающей среды.

Помочь справиться с проблемой загрязнения среды тяжелыми металлами могут крошечные микроботы, изготовленные из графена. Эти крошечные устройства были созданы группой исследователей из Института интеллектуальных систем Макса Планка (**Max-Planck Institute for Intelligent Systems**), Штутгарт, Германия, и они уже продемонстрировали, что им по силам убрать из воды 95 процентов свинца всего за один час времени.

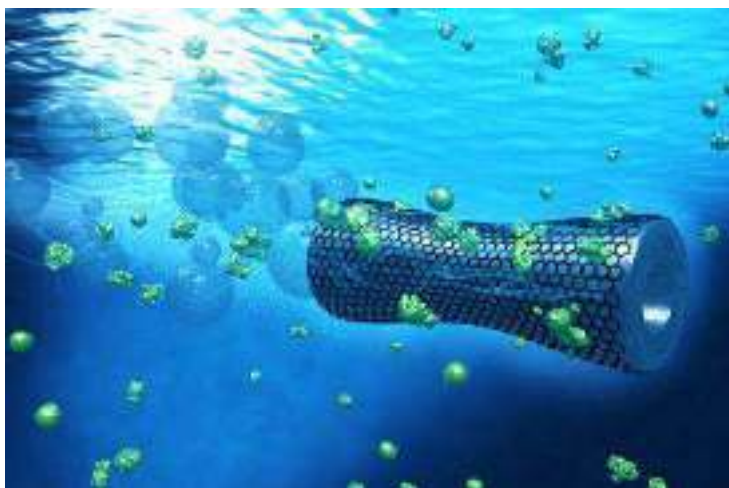
Размер каждого микробота меньше, чем толщина человеческого волоса. Они способны работать группами большой численности и могут использоваться много раз, проходя через процедуру химической очистки, что существенно снижает стоимость их использования.

«Наша работа является шагом к созданию "умной" системы очистки, которая может удалить загрязнения из окружающей среды, не создавая, в отличие от других систем, дополнительного загрязнения" – рассказывает **Самуэль Санчес**, один из членов исследовательской группы.

Роботы способны функционировать в окружающей среде благодаря их многослойному строению. Внешний слой микробота состоит из графена, который привлекает и захватывает ионы любых тяжелых металлов, присутствующих в окружающей среде и которые входят в контакт с поверхностью. Средний слой изготовлен из никеля, металла, обладающего магнитными свойствами, что позволяет управлять «роем» таких микроботов при помощи единого внешнего магнитного поля. С внутренней стороны никелевый цилиндр имеет

напыление платины, которая выступает в роли двигателя, обеспечивающего реактивную тягу, толкающую микробота вперед.

Тяга вырабатывается, когда перекись водорода, добавленная к очищаемой воде, начинает распадаться на воду и кислород под воздействием платинового катализатора. Вырывающиеся в отверстие пузырьки толкают микробота вперед, а изменяя параметры внешнего магнитного поля, можно управлять направлением и скоростью движения группы микроботов с достаточно высокой точностью.



В настоящее время первые микроботы способны эффективно удалять из воды только свинец, но исследователи уже работают над расширением их возможностей к связыванию ионов других тяжелых металлов и токсичных химических соединений. Параллельно с этим ведется разработка технологии, которая позволит производить таких микроботов в больших количествах, после чего уже можно будет начинать процесс их практического применения.

## 8.2. РАЗРАБОТАНА «ЭЛЕКТРОННАЯ БУМАГА» ИЗ ГРАФЕНА

Российский электронный наножурнал. – 2016. – май / [NanoNewsNet](#)

Китайская **Guangzhou OED Technologies** (разработчик дисплеев **O-paper**) в сотрудничестве с ещё одной местной компанией из Чунцина на пресс-конференции в Гуанчжоу анонсировала создание «первой в мире электронной бумаги из графена». По их информации, это изобретение позволит вывести на качественно новый уровень как технологии электронной бумаги, так и практическое применение революционного 2D-материала.



Замена фронтального электрода ITO на графеновую плёнку позволит создавать жёсткие и гибкие экраны для ридеров электронных книг и носимых «умных» гаджетов. По сравнению с традиционной электронной бумагой такой экран более эластичен, а более высокая прозрачность графена для света означает, что дисплеи станут намного ярче. Помимо этого, себестоимость таких экранов будет намного меньше, поскольку в их состав не будет входить редкий и дорогостоящий металл индий.

Разработчики не сообщили, удалось ли им решить проблему массового производства графена без дефектов. Несмотря на некоторые успехи, достигнутые инженерами MIT в прошлом году, реализовать это на практике до сих пор ни у кого не получалось.

На пресс-конференции, генеральный менеджер **Guangzhou OED Technologies**, объявил, что вывести выпуск графеновой электронной бумаги на массовый уровень планируется уже в следующие годы

## 9. СТАТЬИ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

### **ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ НА СВОЙСТВА КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА**

Насибулин А.В., Петров А.В., Бейлина Н.Ю. // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т.29, №7. – С.62-64

*Углеродные конструкционные материалы получили широкое применение в различных отраслях промышленности. Постоянное возрастание требований к эксплуатационным характеристикам приводит к поиску новых модифицирующих компонентов. Использование нанодобавок показало значительное улучшение многих эксплуатационных характеристик конструкционных материалов. Однако использование нанотрубок в композитах сталкивается с определенными трудностями, в частности со сложностью равномерного распределения добавки в объеме композита. В статье приводится обзор проведенных методов распределения добавки в объеме материала.*

Создание композиционных материалов на основе углеродных нанопродуктов - современное развивающееся направление науки, техники, технологии. Высокие прочностные, тепло- и электрофизические характеристики углеродных продуктов открывают широкие перспективы для создания новых композиционных материалов, при этом возможно формирование и расширение рынков сбыта [1]. Нанодисперсный углерод образует на поверхности связующего наноструктурные элементы, оказывающие влияние на свойства композиции. Добавка, обладая высокой удельной поверхностью, сорбирует легколетучие вещества пека, способствуя их более полной карбонизации при термообработке и приводя таким образом к увеличению эксплуатационных характеристик конечного материала [2].

Необходимость работы определяется исходя из проблемы достижения равномерного распределения нанотрубок в объеме связующего и кокса матрицы композиционных углеродных материалов. В промышленности в основном используется способ смешения расплавленного пека с шихтой кокса или пропитки расплавленным пеком композита [3], а также смешение порошковых компонентов – размолотых предварительно пека и кокса [4], [5]. Поэтому важно предварительное равномерное распределение в пеке нанокompонента до его взаимодействия с наполнителем. В работе предполагается отработка режима распределения нанодобавок в объеме пека различными методами, одним из которых является новый метод с использованием электростатического поля.

**Методика эксперимента** Углеродные наноструктурные добавки вводили в пек различными способами: - путем механического смешивания с предварительно измельченными до фракции (-300) мкм в шаровой мельнице в течение одного часа с последующим заплавлением полученной смеси; - нанесением модифицирующей добавки в электростатическом поле на частицы пека фракцией (-300) мкм с последующим заплавлением. Во втором случае для перемешивания в электростатическом поле смесь частиц пека с УНМ помещается в вертикальную емкость, через которую пропускают газ (инерт) для создания псевдооживленного слоя, при этом материал обрабатывается в униполярном коронном разряде при напряженностях электрического поля от 1 до 6 кВ/см. Результаты и их обсуждение

Свойства исходного и модифицированных пеков приведены в таблицах 1-3. Для всех проб модифицированных пеков характерно повышение температуры размягчения и снижение величины выхода летучих веществ по сравнению с этими показателями для чистого пека, независимо от способа введения нанодобавки. Пробы пека, модифицированные МНТ, характеризуются повышенной зольностью (0,45-0,48%) по сравнению с этой величиной для чистого пека и пеков модифицированных УНМ «Таунит» (0,3-0,33%). **Фракционный состав модифицированных пеков изменяется в сторону увеличения содержания**

высококонденсированных структур, причем при использовании электростатического метода введения этот эффект проявляется сильнее. Однако, содержание  $\gamma$ -фракции в модифицированных и исходном пеках практически не меняется (51,5 %). Это сказывается на сохранении хороших реологических свойств в модифицированных образцах, что подтверждается мало изменяющейся величиной краевого угла смачивания для всех исследованных пеков (34-37 град).

По результатам термического анализа потеря массы до 360°C ( $\Delta m_{360}$ ), обусловленная

Таблица 1. Температура размягчения, выход летучих веществ, зольность исходного и модифицированных пеков

Наименование пека	$T_p, ^\circ\text{C}$	V, %	Ac, %
Исходный с/г пек	69,0	62,5	0,3
Механическое смешивание			
+0,2% УНМ «Таунита»	71,0	60,0	0,32
+0,3% УНМ «Таунита»	69,5	60,3	0,33
+0,2%МНТ	70	61,3	0,48
+0,3%МНТ	69	61,1	0,48
Смешивание в электростатическом поле			
+0,2 УНМ «Таунита»	71,0	60,5	0,33
+0,3% УНМ «Таунита»	70,0	60,7	0,31
+0,2% МНТ	70,5	60,6	0,46
+0,3% МНТ	70,5	60,6	0,45

Таблица 2. Компонентный анализ, краевой угол смачивания исходного и модифицированных пеков

Наименование пека	Компонентный анализ			$\theta_{120^\circ\text{C}},$ град
	$\alpha$ -фр., %	$\beta$ -фр., %	$\gamma$ -фр., %	
Исходный с/г пек	27,0	21,5	51,5	34
Механическое смешивание				
+0,2% УНМ «Таунита»	-	-	-	33
+0,3% УНМ «Таунита»	28,2	20,4	51,4	35
+0,2%МНТ	-	-	-	37
+0,3%МНТ	28,1	20,5	51,3	37
Смешивание в электростатическом поле				
+0,2 УНМ «Таунита»	-	-	-	36
+0,3% УНМ «Таунита»	29,3	19,2	51,5	36
+0,2% МНТ	-	-	-	36
+0,3% МНТ	29,3	19,0	51,7	36

Таблица 3. Термический анализ, коксовый остаток исходного и модифицированных пеков

Наименование пека	Термический анализ			
	Потеря массы, %			К.О. при 800 °C
	до 360°C	360-480 °C	480- 620 °C	
Исходный с/г пек	18,0	34,2	5,5	40,2
Механическое смешивание				
+0,2% УНМ «Таунита»	16,6	33,3	6,5	41,8
+0,3% УНМ «Таунита»	16,0	32,6	6,7	42,3
+0,2%МНТ	16,2	34,6	7,3	40,5
+0,3%МНТ	16,0	31,9	7,8	41,6
Смешивание в электростатическом поле				
+0,2 УНМ «Таунита»	17,5	30,4	7,6	42,9
+0,3% УНМ «Таунита»	18,0	31,1	7,3	42,3
+0,23% МНТ	18,6	30,1	7,1	42,7
+0,3% МНТ	18,0	29,4	7,8	42,2

испарением низко-молекулярных составляющих у модифицированных в лабораторных условиях образцов несколько снижается по сравнению с исходным пеком. Для образцов, модифицированных в электростатическом поле, величина  $\Delta m_{360}$  не меняется. Выход коксового остатка при  $800^{\circ}\text{C}$  возрастает у всех модифицированных пеков по сравнению с исходным, наибольший эффект наблюдается при электростатическом методе обработки (42,9 % и 40,2 % соответственно).

**Выводы.** Показано, что для всех проб модифицированных пеков характерно повышение температуры размягчения и снижение величины выхода летучих веществ по сравнению с этими же показателями для чистого пека, независимо от способа введения нанодобавки. Установлено, что фракционный состав среднетемпературных модифицированных пеков изменяется в сторону увеличения содержания более высококонденсированных структур, причем при использовании электростатического метода нанесения этот эффект проявляется сильнее. При этом содержание  $\gamma$ -фракции в модифицированных и исходном пеках практически не меняется (51,5%). Это приводит к сохранению хороших реологических свойств в модифицированных образцах. Показано, что потеря массы до  $360^{\circ}\text{C}$ , обусловленная испарением низкомолекулярных составляющих у модифицированных образцов несколько снижается по сравнению с исходным пеком. Выход коксового остатка при  $800^{\circ}\text{C}$  возрастает у всех модифицированных пеков по сравнению с исходным, наибольший эффект наблюдается при электростатическом методе обработки (42,9 % и 40,2 % соответственно). Для всех модифицированных пеков температурная область потери массы шире (на  $15\text{-}20^{\circ}\text{C}$ ), чем у исходного; расширение происходит в области высоких температур. В большей степени это наблюдается у пеков, модифицированных УНМ «Таунит» в электростатическом поле. Достигнуто улучшение технологических свойств наноструктурированной пековой матрицы по сравнению с немодифицированной.