



НИИГРАФИТ  
РОСАТОМ

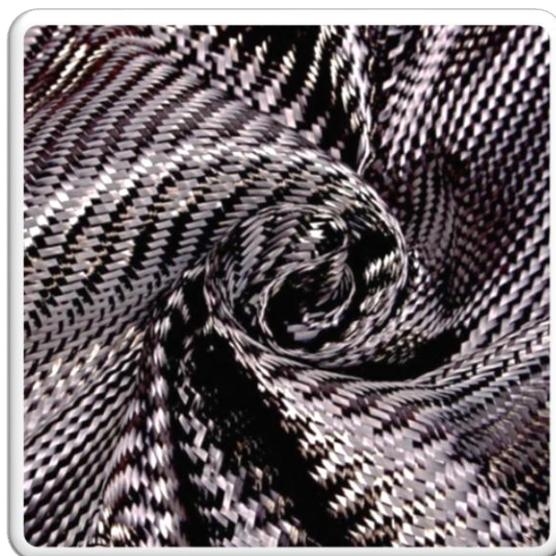
# РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

## научно-технической и

## патентной информации по

# УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

№ 5 – 2021



*Москва, АО «НИИграфит»*



**РЕФЕРАТИВНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ****научно-технической и патентной информации по****УГЛЕРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ****№ 5 – 2021**

*Составитель и редактор*  
Шишкова  
Ирина Васильевна  
[ishishkova@niigrafit.org](mailto:ishishkova@niigrafit.org)

*Раздел «Патенты»*  
Шульгина  
Людмила Николаевна  
[lushulgina@niigrafit.org](mailto:lushulgina@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 №5 – 2021

<b>1. Волокна и композиты .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Углеродные волокна и композиты .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Материалы для теплозащиты.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Целлюлоза, вискоза, сорбенты. УМ в медицине.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Композиты в строительстве. Базальт.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Атомная и альтернативная энергетика .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Наноматериалы, фуллерены, графен .....</b>	<b>15</b>
<b>4. Методы исследования. Сырье.....</b>	<b>18</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>25</b>
<b>8. Патенты.....</b>	<b>25</b>



## 1. ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

### 1.1. УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА И КОМПОЗИТЫ

#### **1.1.1. ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АВИАЦИОННЫХ ТОРМОЗНЫХ ДИСКАХ**

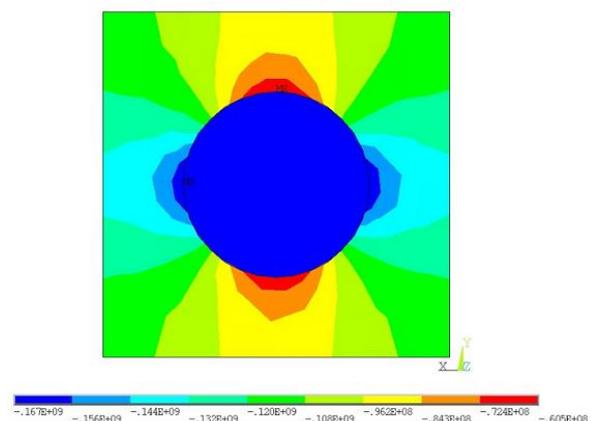
Кулаков В.В., Панков М.И., Сивурова В.А. // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2020. – Т.26, №4. – С.477-489

Проведен анализ эффективности применения ряда углерод-углеродных композиционных материалов для изготовления авиационных тормозных дисков. Рассматривались материалы, изготовленные по принципиально разным технологиям: материалы с пековой матрицей, сформированной жидкофазным методом, с графитированными, карбонизованными и с различным соотношением карбонизованных и графитированных волокон, а также материалы, изготовленные иглопрошивным методом, с пироуглеродной матрицей, армированной лентами и войлоком. Работоспособность тормозных дисков оценивалась путем испытания на установке, позволяющей определить прочность наиболее уязвимой зоны диска - шипа. Схема нагружения диска приближена к реальным условиям, т.е. обеспечено зацепление паза силовым пальцем, который выполняет роль направляющей барабана, сила нагрузки направлена в окружном направлении. В процессе испытаний производится непрерывный контроль текущих параметров нагружения вплоть до разрушения. Кроме того, проведены испытания образцов материалов на предел прочности при межслойном сдвиге и изгибе.

#### **1.1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ОБЪЕМНОГО СЖАТИЯ ОДНОНАПРАВЛЕННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ**

Губин Н.А. // Электронный научный журнал «Дневник науки». – 2021. - №2 (50). – С.22

Представлены результаты расчета и сравнения эффективных модулей объемного сжатия по мере изменения объемных долей волокна и матрицы в композиционном материале (далее



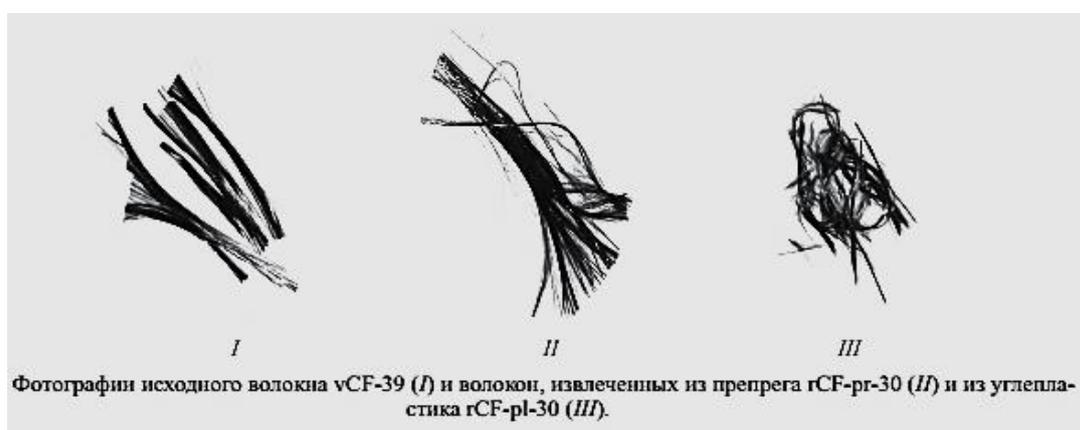
КМ). Исследование было проведено для однонаправленных углепластиков, а именно волокнистого композиционного материала на основе связующего ЭДТ-10 и углепластиковых анизотропных волокон, при таком виде нагружения, как всестороннее сжатие. В результате была построена зависимость эффективного модуля сжатия композитного материала от объемного содержания волокон, также было выявлено, что при заданной доле волокна значение модуля сжатия КМ входит в допустимые пределы вариационных границ Хашина-Штрикмана. Рис. *Графические*

*результаты расчета (авторская разработка)*

### 1.1.3. ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СОЛЬВОЛИЗА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АРМИРОВАННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ

Лебедева Е.А., Астафьева С.А., Истомина Т.С. // Журнал прикладной химии. – 2020. – Т.93, №6. – С.834-843

Представлены результаты исследований по извлечению углеродных волокон методом низкотемпературного сольволиза из препрега и углепластика на его основе. Охарактеризована поверхность углеродных волокон, извлеченных из препрега и углепластика, с помощью методов растровой электронной микроскопии, термического анализа, инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье и спектроскопии комбинационного рассеяния с целью понимания их характеристик термостабильности, возможного химического состава поверхности и наличия функциональных групп. Показано, что в случае сольволиза однослойного углепластика извлекаемые углеродные волокна содержат меньшее количество неразложившейся полимерной матрицы, чем при сольволизе препрега.



### 1.1.4. КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ИЗДЕЛИЯХ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ФОРМЫ И ИХ ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Буштрук А.А., Буштрук Т.Н. // Механики XXI века. – 2020. - №19. – С.192-198

При проектировании ракетно-космических комплексов с использованием композиционных материалов определяющее значение имеют характеристики прочности, надежности и массы. Эти характеристики должны подтверждаться в экстремальных условиях эксплуатации изделия. Сочетание материала с оптимальными свойствами и формой изделия дает прогнозируемые параметры устройства. Моделирование прочностных характеристик изделия с заданными массогабаритными параметрами имеет актуальное значение при разработке конструкций космического назначения. Одним из самых многочисленных и разнообразных видов композитных материалов являются полимерные композитные материалы. В таких материалах матрицей служит полимерный материал. От материала матрицы значительно зависят свойства композита: прочность, тепло и влагостойкость, стойкость к действию агрессивных сред, метод получения изделия. Полимеры в качестве матрицы используют либо в чистом виде (порошки, гранулы, листы, пленки), либо в виде связующих. В качестве армирующих элементов используют множество различных веществ - стеклянные волокна, углеродные волокна. В качестве армирующих элементов композитных материалов углеродные волокна применяются в виде жгутов, лент и тканей. Основными достоинствами углеродных волокон являются их более высокая по сравнению со стеклянными волокнами жёсткость и высокая теплостойкость.

### **1.1.5. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ СТЕРЖНЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОПИТКИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ОЛИГООРГАНОСИЛОКСАНАМИ**

Мажорова Н.Г., Иванов П.В., Зайченко О.В. // Известия Академии Наук. Серия Химическая. – 2021. - №4. – С.767-772

Изучено влияние пропитки углеродной нити марки УКН-М-6К кремнийорганическими связующими на характеристики углепластиковых стержней (УПС). Для пропитки наполнителя опробованы растворы олигометилфенилспироциклоксилоксана и олигометилсилоксана. Выявлено, что при использовании олигоорганосилоксанов достигается повышение качества УПС, проявляющееся в увеличении их прочности, объемной доли содержания связующего и понижении объемной доли содержания пустот.

### **1.1.6. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕПЛАСТИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ГИБРИДНЫХ МАТРИЦ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Косенко Е.А., Баурова Н.И., Зорин В.А. // Технология металлов. – 2021. - №1. – С.7-11

Описана технология создания образцов углепластика с различными типами гибридных матриц, один из компонентов которых сохраняет свое вязкоэластичное состояние, а второй - полностью отверждается в процессе формования изделий. В качестве вязкоэластичных компонентов гибридной матрицы приняты технический воск, анаэробный и кремнийорганический полимерные материалы. Представлены результаты механических испытаний данных образцов на растяжение, выполненные при температурах  $t_1 = 20 \pm 2^\circ\text{C}$  и  $t_2 = -30^\circ\text{C}$ .

### **1.1.7. ТРАНСВЕРСАЛЬНЫЕ МОДУЛИ СДВИГА ОДНОНАПРАВЛЕННОГО ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИТА ПРИ ТЕТРАГОНАЛЬНОЙ И ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ УКЛАДКЕ С РАЗНЫМИ ОБЪЕМНЫМИ ДОЛЯМИ**

Гордеева А.А., Кылосова К.Р. // Электронный научный журнал «Дневник науки». – 2021. - №2 (50). – С. 20

В данной работе рассматривается однонаправленное бороволокно с тетрагональной и гексагональной укладками цилиндрических волокон с разными объемными долями. Для расчета реальных полей напряжений и деформаций в композите используется программный комплекс ANSYS Mechanical. В ходе работы определены модули сдвига, их теоретические значения по модели Хашина-Штрикмана, области допустимых значений. Построены графики зависимости модуля сдвига от объемной доли наполнения для боропластика с тетрагональной и гексагональной структурами армирования. Заключением данной работы стало сравнение полученных и теоретических результатов.

### **1.1.8. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ**

Нелюб В.А., Комаров И.А. // Технология металлов. – 2021. - №1. – С.2-6

Рассмотрено влияние технологий предварительной обработки углеродных волокон различными электромагнитными методами: холодной плазмой и ультрафиолетовым излучением на их механические характеристики. Целью такой обработки является повышение адгезионной прочности металлического покрытия с волокном для изготовления углепластиков с высокой прочностью при межслоевом сдвиге. Экспериментально установлено, что наиболее эффективно применение плазменной обработки. Приведены значения прочности при межслоевом сдвиге при изготовлении углепластиков из углеродных тканей и лент после их предварительной обработки и последующего нанесения на их поверхность медного покрытия.

### **1.1.9. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ И ОГНЕУПОРНЫХ ТКАНЕЙ**

Шмаудер Н.В. // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2020. - №2. – С.32-37

В данной работе проанализированы свойства, структура и применение тканей специального назначения, а именно обладающих термостойкостью и огнеупорностью. Применение текстильных материалов зависит от сферы их применения. Так, для работы с огнеопасными предметами используется специализированная ткань, обладающая следующими характеристиками: термостойкостью, негорючестью, огнеупорностью. Некоторые ткани специального назначения сочетают в себе несколько требуемых эксплуатационных характеристик. Описываемые в настоящей работе ткани служат основой для защиты людей, работающих с открытым пламенем, тепловым воздействием, раскаленным металлом. Работа над усовершенствованием состава, свойств и структуры таких тканей является важнейшей задачей текстильного материаловедения.

## **1.2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ**

### **1.2.1. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СИЛИЦИДНО-КАРБИДНОГО ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТАХ**

Гнесин И.Б., Гнесин Б.А. // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2020. - №6 (780). – С.39-43

Исследованы характеристики жаростойкости и микроструктуры перспективного многослойного защитного покрытия на углерод-углеродных композиционных материалах. Проведена оценка термомеханической совместимости покрытия с материалом основы, его термостабильности, стойкости к термоударам и растрескиванию.

### **1.2.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ ДЛЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Сафонова Н. Л. // Сборник материалов IV международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». – 2020. – С.99-101

В статье рассматриваются вопросы изменения пожарной безопасности авиационной техники при замене наружных контурных обшивок из алюминиевых сплавов на обшивки из полимерно-композиционных материалов. Проанализированы методы оценки пожарной безопасности конструкционных материалов.

### 1.2.3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аронов Д.И., Клягин В.А. // Вестник концерна ВКО "Алмаз-Антей". – 2021. - №1 (36). – С.52-56

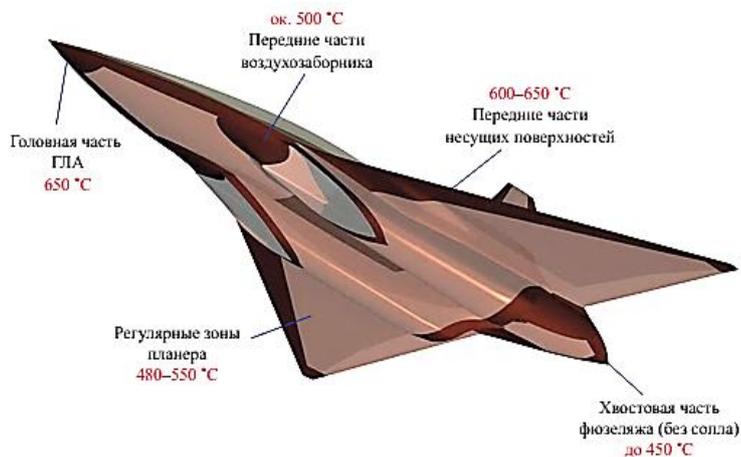


Рис. 3. Карта температур для скоростного ЛА с крейсерской скоростью полета  $M_{кр} = 5$

В статье на основе аналитических и экспериментальных данных представлены возможные уровни теплового нагружения гиперзвуковых многоразовых самолетов. Рассмотрены способы обеспечения теплового режима таких летательных аппаратов с использованием различных пассивных и активных средств теплозащиты. По результатам анализа научно-технического задела в части практической реализации данных средств сделан вывод об актуальности и целесообразности создания комплексной системы теплозащиты

многоразового высокоскоростного ЛА. Для особонагруженных зон с рабочей температурой до  $2000^{\circ}\text{C}$  специалистами выработаны рекомендации в части использования композиционных материалов класса «углерод-кремний», «углерод-углерод» и других неметаллических материалов

### 1.2.4. ШАРНИРЫ СО ВТУЛКАМИ ИХ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАБОТЫ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Роцин М.Н., Кривошеев А.Ю. // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2021. - №10. – С.4-6

В статье рассматриваются вопросы фрикционного взаимодействия углерод-углеродных композитов со сталью в условиях высоких температур. Обосновывается утверждение о допустимости применения углеродного композита в узлах трения при высоких температурах. Исследуются антифрикционные свойства углеродных композитов при трении по стали в интервале скоростей 0,05 - 0,25 м/с и контактном давлении 0,67 МПа. Экспериментально показано, что материал "Хардкарб-Т" в диапазоне температур  $300...700^{\circ}\text{C}$ , скорости 0,05 м/с имеет лучшие антифрикционные свойства, чем материал «Аргалон-2D». Коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" в диапазоне температур  $300...700^{\circ}\text{C}$  изменяется от 0,31 до 0,34. При нагрузке 0,5 МПа, скорости скольжения 0,05 м/с и температуре  $700^{\circ}\text{C}$  коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" ниже на 19%, чем материала «Аргалон-2D».

### 1.2.5. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИТА ТЕЛЛУРОМ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Роцин М.Н. // Журнал передовых исследований в области естествознания. – 2020. - №10. – С.18-21

Работа посвящена высокотемпературным лабораторным трибологическим испытаниям углеродосодержащих материалов. Установлено, что при температуре 400 и 500°C в диапазоне скоростей 0,05-0,25 м/с значения коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа выше, чем при нагрузке 0,5 МПа. При скоростях скольжения 0,16-0,18 м/с наблюдается минимальное значение коэффициента трения при нагрузках 0,5 и 1,0 МПа и температуре 400°C, который составляет 0,23 и 0,26 соответственно, а при и температуре 500°C коэффициент трения составляет 0,23 и 0,32 соответственно.

### **1.2.6. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ( $SiC/SiC_w$ )**

Щеголева Н.Е., Евдокимов С.А., Осин И.В. // Стекло и керамика. – 2020. - №2. – С.13-17

Рассмотрен вопрос перспективности применения керамических композиционных материалов в теплонагруженных узлах перспективной авиационной техники взамен металлических материалов. Проведены исследования по изготовлению керамических композиционных материалов на основе карбида кремния, армированных нитевидными кристаллами (вискерами), методами горячего прессования и искрового плазменного спекания с применением оксидных и нитридных спекающих добавок. Исследован комплекс физико-механических и термических свойств композитов.

## **1.3. ЦЕЛЛЮЛОЗА, ВИСКОЗА, СОРБЕНТЫ. УМ В МЕДИЦИНЕ**

### **1.3.1. НОВОЕ ГИДРАТЦЕЛЛЮЛОЗНОЕ ВОЛОКНО ИЗ ЛЬНЯНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Макаров И.С., Голова Л.К., Виноградов М.И. // Российский химический журнал. – 2020. – Т.64, №1. – С.13-21

Разработан метод получения новых гидратцеллюлозных волокон из растворов льняной целлюлозы в *N*-метилморфолин-*N*-оксиде с использованием твердофазного способа активации целлюлозы растворителем. Исследована растворимость льняной целлюлозы в данном растворителе, проведен сравнительный анализ реологического поведения растворов льняной и древесной целлюлозы и определены оптимальные температурно-концентрационные условия получения гидратцеллюлозных волокон. Исследование структуры методами РСА и ИК-Фурье спектроскопии свидетельствует о более выраженном структурном упорядочении волокон, сформированных из льняной целлюлозы по сравнению с волокнами, полученными из Байкальской древесной целлюлозы. Механические характеристики новых волокон находятся на уровне промышленных гидратцеллюлозных образцов, что позволяет рассматривать льняную целлюлозу как альтернативный источник сырья для формирования гидратцеллюлозных волокон, способных играть роль прекурсоров углеродных волокон.

### **1.3.2. ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ОСТЕОСИНТЕЗА КОСТЕЙ ЛИЦЕВОГО СКЕЛЕТА ПОСРЕДСТВОМ ТИТАНОВЫХ ПЛАСТИН С УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИМ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ**

Демьянова А. В., Лепешко Д. А., Митрофанов Е. А. // Наноиндустрия. – 2021. - Т.14, №S6. – С.148-155

Возможность инвазии бактерий и дальнейшего их роста внутри костной ткани и окружающих ее структур является одним из ключевых факторов развития гнойно-воспалительных осложнений в послеоперационном периоде. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование бактериорезистентного углеродсодержащего покрытия, полученного ионно-плазменным осаждением в вакууме, для защиты поверхности минипластин и винтов от адгезии микроорганизмов. Целью работы является исследование возможностей применения углеродсодержащих ионно-плазменных покрытий для уменьшения воспаления тканей у пациентов, которым выполнялся остеосинтез костей челюстно-лицевой области с помощью титановых мини-пластин.

### **1.3.3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГИДРОКСИКИСЛОТАМИ**

Пьянова Л.Г., Лавренов А.В., Корниенко Н.В. // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2020. – Т.56, №6. – С.595-600

Проведен синтез углеродного сорбента, модифицированного молочной и гликолевой кислотами с применением вакуумного ротационного испарителя. Оптимизированы параметры процесса модифицирования углеродного сорбента: продолжительность синтеза, температура поликонденсации, расход модификатора. Исследованы физико-химические свойства исходного и модифицированного сорбентов до и после оптимизации синтеза. Проведены микробиологические исследования, по определению биоспецифических свойств углеродных сорбентов.

### **1.3.4. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ, СТРУКТУРНЫЕ И ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ КАРБОНИЗИРОВАННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ ТКАНИ**

Вольфович Ю.М., Рычагов А.Ю., Киселев М.Р. // Журнал физической химии. – 2020. – Т.94, №11. – С.629-638

Методом высокотемпературной безреагентной активации карбонизированной целлюлозной ткани изготовлены суперконденсаторные (СК) электроды с разными временами  $t$  быстрой активации. Методом эталонной контактной порометрии установлено, что с увеличением  $t$  возрастает как степень гидрофилизации электродов, так и величина площади удельной поверхности. Термогравиметрическим методом установлено, что на кривых масса–температура имеются две ступеньки в интервалах температур от 25 до 100°C и от 500 до 650°C и плато в интервале от 200 до 400°C. Потенциодинамическим методом для симметричных суперконденсаторов (СК) получены вольт-фарадные кривые, которые характерны для двойнослойных СК. С увеличением  $t$  происходит увеличение емкости электродов от 130 до 170 Ф/г в 30%-м растворе КОН, вероятно, вследствие возрастающего влияния поверхностных групп. Установлено, что ток саморазряда возрастает с увеличением  $t$ . При напряжении заряда 1.4 В можно получить максимальную удельную энергию импульсных СК. Проведены ресурсные испытания импульсного симметричного СК на основе активированных угольных электродов с  $t = 60$  с. Показано, что данные СК способны выдерживать длительное циклирование (минимум несколько тысяч циклов) без заметной деградации при незначительном падении емкости.

### **1.3.5. РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ С ПРОТИВОВИРУСНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР**

Балабанов Р.Д. // Сборник трудов по материалам IV Международного конкурса научно-исследовательских работ «Технологические инновации и научные открытия». – С.6-15



Компактированная форма композита ПАНИ/МПУ

Синтезированы композиционные материалы на основе мезопористого углерода, модифицированного полианилином (ПАНИ). Полученные образцы исследованы методами ИК- и рамановской спектроскопии, установлена форма модифицирующего слоя ПАНИ. Измерена удельная поверхность материалов с различным содержанием ПАНИ. Показана возможность компактирования полученных композитов с целью дальнейшего применения в фильтрационных системах без опасности попадания наночастиц в окружающую среду. Проведен обзор противовирусного действия полианилина и композитов «ПАНИ-углеродные наноструктуры» и обоснована возможность применения синтезированных образцов для изготовления обеззараживающих фильтров.

## **1.4. КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БАЗАЛЬТ**

### **1.4.1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ БАЗАЛЬТОВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ**

Фирсов В.В., Кротов А.С., Блазнов А.Н. // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. - №3 (21). – С.76-84

Проведены исследования процесса сушки базальтОВОЛОКНИСТЫХ теплоизоляционных плит из супертонкого штапельного волокна, с измерением температуры внутри образца и изменением массы в процессе сушки. Предложен метод анализа параметров сушки волокнистых теплоизоляционных материалов с реверсивным изменением потока теплоносителя. Сущность метода заключается в математической обработке экспериментальных данных кинетических кривых изменения температуры. Создана математическая модель для описания процесса сушки волокнистых материалов на основе критериев подобия массо-теплопереноса, определены параметры модели. Показаны различия между кинетическими кривыми сушки однонаправленного процесса и реверсивного. Предложен метод разделения кинетики реверсивной сушки на подмножества с построением индивидуальных математических моделей. Адекватность моделей доказана с помощью критерия Фишера.

### **1.4.2. УДЕЛЬНЫЕ ЭНЕРГОЗАТРАТЫ И ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БАЗАЛЬТОВОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

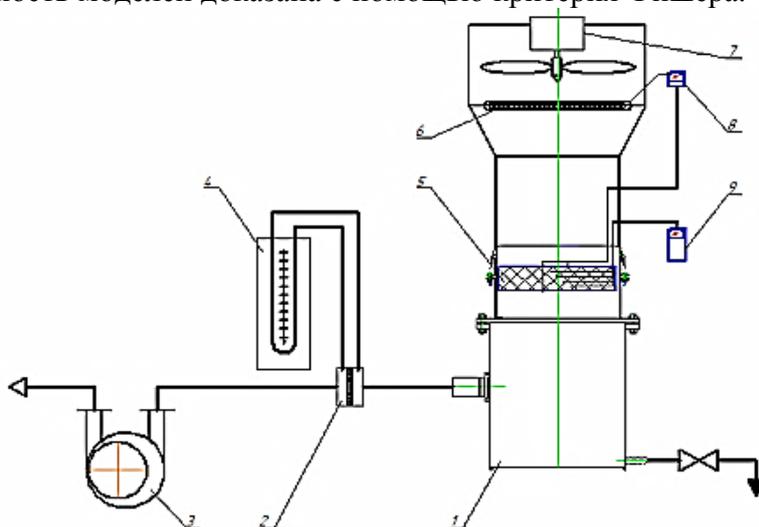
Асанов А.А., Мейманкулова Н.Ч. // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. – 2020. – №1 (67). – С.147-150

В статье рассматриваются исходные материалы и удельные энергозатраты для производства базальтового теплоизоляционного материала.

### 1.4.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ БАЗАЛЬТОВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ

Фирсов В.В., Кротов А.С., Блазнов А.Н. // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. - №3 (21). – С.76-84

Проведены исследования процесса сушки базальтоволокнистых теплоизоляционных плит из супертонкого штапельного волокна, с измерением температуры внутри образца и изменением массы в процессе сушки. Предложен метод анализа параметров сушки волокнистых теплоизоляционных материалов с реверсивным изменением потока теплоносителя. Сущность метода заключается в математической обработке экспериментальных данных кинетических кривых изменения температуры. Создана математическая модель для описания процесса сушки волокнистых материалов на основе критериев подобия массо-теплопереноса, определены параметры модели. Показаны различия между кинетическими кривыми сушки однонаправленного процесса и реверсивного. Предложен метод разделения кинетики реверсивной сушки на подмножества с построением индивидуальных математических моделей. Адекватность моделей доказана с помощью критерия Фишера.



1 – вакуум-фильтр; 2 – устройство сужающее; 3 – вакуум-насос; 4 – дифференциальный манометр; 5 – кассета с образцом; 6 – нагреватель; 7 – вентилятор нагревающий; 8 – цифровой многоканальный термометр; 9 – ТРМ контроллер управления нагревателем цифровой

Рис. 1. Лабораторная установка по исследованию процесса сушки базальтоволокнистых теплоизоляционных плит

### 1.4.4. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ФИБРОБЕТОНА

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

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

#### **1.4.5. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ "КОЛОННА-УГЛЕПЛАСТИКОВАЯ ЛАМЕЛЬ" ПРИ УСИЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

Маяцкая И.А., Языев Б.М., Федченко А.Е. // Строительство и архитектура. – 2021. – Т.9, №1. – С.1-5

Железобетонные элементы конструкций в виде колонн, балок, перекрытий повсеместно применяются в конструкциях зданий и сооружений промышленного и гражданского строительства. В подавляющем большинстве случаев колонны служат опорами для других элементов зданий. Одним из циклов работы железобетонных конструкций является состояние их ремонта и реконструкции, включающие этапы усиления элементов. Возникает проблема усиления железобетонных колонн. В статье рассматривается вопрос об усилении колонн и других элементов конструкций, имеющих цилиндрическую поверхность, полимерными композиционными материалами в виде углепластиковых ламелей. Применение композиционных материалов позволяет увеличить срок эксплуатации и прочность железобетонных конструкций, применяемых в строительстве.

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

#### **2.1. ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ГИДРОГЕНИЗИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК, ЛЕГИРОВАННЫХ КРЕМНИЕМ И КИСЛОРОДОМ, НА СВОЙСТВА ИХ ПОВЕРХНОСТИ**

Гренадёрв А.С., Соловьёв А.А., Оскомов К.В. // Журнал технической физики. - 2021. – Т.91, № 1. – С.145-151

Получены гидрогенизированные углеродные пленки, легированные кремнием ( $11.9 \pm 0.4$  at.%) и кислородом ( $1.7 \pm 0.1$  at.%), толщиной  $0.5-7 \mu\text{m}$  на подложках из титана марки ВТ6 и кремния в плазме несамостоятельного дугового разряда с накаливаемым катодом. Исследована зависимость твердости, внутренних напряжений, морфологии поверхности, смачиваемости, а также поверхностного потенциала полученных пленок от их толщины. Показано, что увеличение толщины пленки способствует повышению допустимой нагрузки на материал и его твердости. При этом пленки обладают низкими внутренними напряжениями (менее 600 МПа), а краевой угол смачивания с водой составляет  $75-80^\circ$ . Установлено, что увеличение толщины пленки приводит к повышению отрицательного поверхностного потенциала от 50 до 670 mV. Показано, что увеличение толщины  $a\text{-C:H:SiO}_x$ -пленки приводит к увеличению отрицательного поверхностного потенциала от 50 до 670 mV, что важно для применения этих пленок при производстве медицинских изделий и имплантатов, контактирующих с кровью.

#### **2.2. КОМБИНИРОВАННАЯ ПЛАЗМА В ПРОЦЕССАХ ОБРАБОТКИ ВОЛОКОН**

Хтет Ко Ко Зау, Васильева Т. М., Аунг Чжо У // Наноиндустрия. – 2021. - Т.14, №S6. – С.251-264

Представлены конструкция реакторов и технологические подходы для обработки тонких целлюлозных, углеродных и базальтовых волокон в плазме форвакуумного давления в целях модификации их поверхности и улучшения функциональных свойств.

### **2.3. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР ГИБРИДНОГО ТИПА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

Хтет Вэй Ян Чжо, Васильева Т. М., Васильев М. Н. // Наноиндустрия. – 2021. - Т.14, №S6. – С.106-112

Представлена конструкция генераторов электронно-пучковой и гибридной плазмы и результаты их технологических испытаний для переработки целлюлозы и целлюлозосодержащих материалов. Показано увеличение коэффициента полезного использования плазмохимически обработанного целлюлозосодержащего сырья и повышение экологической безопасности его последующей переработки.

### **2.4. ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ФТОРУГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ НЧ-ПЛАЗМОТРОНА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ**

Шведов А. В., Елинсон В. М., Кузькин В. И. // Наноиндустрия. – 2021. - Т.14, №S6. – С.202-210

В работе представлены результаты исследования спектров поглощения фторуглеродных покрытий, полученных при помощи низкочастотного плазмотрона низкотемпературной плазмы атмосферного давления. Рассмотрены амплитуды пиков поглощения и установлен химический состав покрытий. Определена ширина запрещенной зоны по методу Тауца.

### **2.5. СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ КОМПОЗИТНЫХ АЭРОГЕЛЕЙ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН–ОКСИД ГРАФЕНА**

Корепанов В.И., Кабачков Е.Н., Баскаков С.А. // Журнал физической химии. – 2020. – Т.94, №11. – С.1642-1646

Получены и описаны спектры комбинационного рассеяния (КР) композитных аэрогелей политетрафторэтилен–оксид графена (восстановленный оксид графена). Для описания спектров в области  $800\text{-}2100\text{ см}^{-1}$  использованы пять пиков: два гауссиана и три псевдо-фогтовские функции. Установлено, что восстановление гидразином и термическое восстановление по-разному влияют на положение отдельных компонент в спектрах КР. Любая из используемых в настоящей работе обработок (восстановление в гидразине, последующий отжиг при  $250^\circ\text{C}$ , отжиг при  $370^\circ\text{C}$ ) композитного аэрогеля ПТФЭ-ОГ(ВОГ) приводит к уменьшению среднего размера графеновых кристаллитов.

### **2.6. ПОЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ КАРБИДА КРЕМНИЯ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ИНИЦИИРОВАНИЯ ДУГОВОГО РАЗРЯДА**

Исследован плазмодинамический синтез в системе *Si-C*. Монокристаллические частицы кубического карбида кремния средним размером до  $\sim 70$  нм сформированы в сверхзвуковой струе углеродо-кремниевой электроразрядной плазмы, генерированной коаксиальным магнитоплазменным ускорителем с графитовыми электродами. Показано влияние способа инициирования дугового разряда в ускорительном канале на фазовый и гранулометрический состав продукта синтеза. Процесс предиионизации прекурсоров, происходящий при

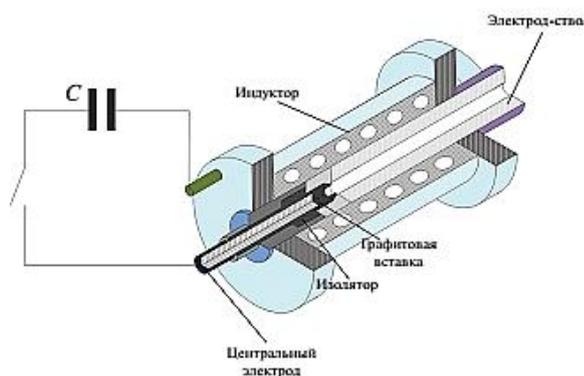


Рис. 1. Общая конструкция КМПУ.

использовании графитизации канала формирования плазменной структуры, позволяет осуществлять их более эффективную возгонку и получение частиц  $\beta$ -SiC без примесей материала прекурсоров (~99%). Общая конструкция КМПУ представлена на рис. В канал формирования плазменной структуры, образуемый изолятором центрального электрода и графитовой вставкой, закладываются исходные прекурсоры – смесь порошкообразных кремния Si и углерода C в соотношении, близком к стехиометрическому. Такой метод характеризуется быстрым действием (длительность процесса менее 1 мс), высокой скоростью кристаллизации и монокристаллической структурой частиц продукта.

### 3. НАНОМАТЕРИАЛЫ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ГРАФЕН

#### 3.1. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИОНИЗАЦИОННОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Климин В.С., Резван А.А., Морозова Ю.В. // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. – 2020. - №1-1. – С.343-344

Была разработана конструкция и лабораторно-технологическая инструкция изготовления ионизационного анализатора газа с чувствительным элементом на основе массива углеродных наноструктур. Рассмотрено применение плазменных технологий для формирования рабочей области, каркаса и диффузионного барьера анализатора. Так использование плазмы в процессах обработки и формирования позволили снизить общее время роста углеродных наноразмерных структур до 21 минуты. По результатам экспериментального ряда исследований было получено, что сформированная полезная модель сенсора обладает характеристиками чувствительности к молекулам оксида азота и донорным молекулам аммиака, этанола и парам воды.

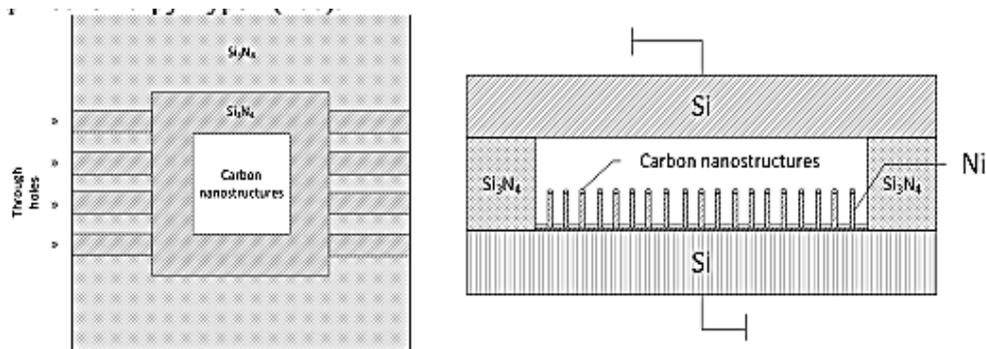


Рис. 1. Схематическое представление ионизационного газоанализатора: вид сверху (а) и в разрезе (б).

### **3.2. ВЛИЯНИЕ АБСОРБЦИИ ГЕЛИЯ И ВОДОРОДА НА ЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Умаев С. М., Борисенко Д. Н., Колесников Н. Н. // Наноиндустрия. – 2021. - Т.14, №S6. – С.75-82

Экспериментально установлено, что эмиссионные свойства источников на основе углеродных нанотрубок деградируют после 20 часов выдержки в жидком гелии и улучшаются после двухчасовой выдержки в атмосфере водорода при давлении 100 атм и температуре 300°С.

### **3.3. МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Гусев К.В., Ванин А.И., Соловьев В.Г. // Письма в журнал технической физики. - 2020. – Т.46. №11. - С. 8-10

Методом сканирующей электронной микроскопии высокого разрешения получены прямые экспериментальные доказательства существования нескольких механизмов упрочнения полимерных композитов, модифицированных одностенными углеродными нанотрубками. Углеродные нанотрубки, обладающие уникальными механическими характеристиками, могут также играть роль ”мостиков“, предотвращающих развитие микротрещин.

### **3.4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ В УГЛЕРОДНЫХ ЭЛЕКТРОСПИННИНГОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛАХ**

Скупов К.М., Пономарев И.И., Вольфович Ю.М. // Известия Академии Наук. Серия Химическая. – 2020. - №6. – С.1106-1113

Обработка смесью серной и азотной кислот электроспиннингового пирополимерного мата на основе пиролизованых нановолокон полиакрилонитрила и полибензимидазола приводит к резкому увеличению удельной площади поверхности макро- и мезопор при полном исчезновении микропор в соответствии с данными эталонной контактной порометрии. После кислотной обработки наблюдается гидрофилизация пор с радиусом менее 10 нм. Данные эффекты в совокупности приводят к более высоким характеристикам мембранно-электродного блока среднетемпературного топливного элемента на полибензимидазольной мембране при использовании данного материала в качестве катода после платинирования.

### **3.5. ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ В ПРИСУТСТВИИ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Кондрашов С.В. // Клеи. Герметики. Технологии. – 2020. - №11. – С.29-38

Проведено комплексное исследование влияния функционализированных углеродных нанотрубок (ФУНТ) на кинетику протекания реакции отверждения, на микроструктуру, термо- и физико-механические свойства эпоксидных композиций. Методами ДСК, СЭМ и ПЭМ установлено, что влияние ФУНТ на реакцию отверждения зависит от исходных условий ее протекания. Полученные результаты объяснены в рамках гипотезы о фронтальном механизме протекания реакции отверждения. Проведена верификация этой гипотезы путем проведения модельного эксперимента по отверждению эпоксидного олигомера отвердителем, локализованным на поверхности ФУНТ.

### 3.6. ГРАФЕН - СВОЙСТВА, ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРСПЕКТИВЫ

Якупов Р.Р. // Сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции «Технологии энергообеспечения. Аппараты и машины жизнеобеспечения». – 2020. – Том. Часть 2. - С.196-200

Развитие такой отрасли науки и техники, как нанотехнологии, позволило найти применение удивительным свойствам углерода. Одним из самых ярких событий в науке стало открытие в 2004 году уникального материала графена. В статье раскрывается суть открытия, проблемы получения, возможности и перспективы использования графена.

### 3.7. ЭЛЕКТРОД ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ СИНТЕЗИРОВАННОГО МНОГОСЛОЙНОГО ОКСИДА ГРАФЕНА

Горшков Н.В., Яковлева Е.В., Краснов В.В. // Журнал прикладной химии. – 2021. – Т.94. №3. – С.388-396

Анодным окислением дисперсного графита синтезирован многослойный оксид графена, показана эффективность его использования в качестве электродного материала суперконденсатора. В спиртовой суспензии толщина частиц многослойного оксида графена составляет менее 0.1 мкм с площадью более 100 мкм<sup>2</sup>. Электрод из многослойного оксида графена имеет высокую удельную емкость 107 Ф·г<sup>-1</sup> и высокую сохранность заряда 97% после 5000 циклов при циклировании током 2 А·г<sup>-1</sup>. Электрод из многослойного оксида графена показал максимальную удельную энергию 8.7 Вт·ч·кг<sup>-1</sup> при плотности тока 0.1 А·г<sup>-1</sup> и максимальную мощность 2291.1 Вт·кг<sup>-1</sup> при плотности тока 4 А·г<sup>-1</sup>. Анализ данных импеданса при различных напряжениях постоянного тока показал, что после 5000 циклов сопротивление переноса заряда увеличивается на 26%. Установлено, что многослойный оксид графена, синтезированный электрохимическим способом, является перспективным электродным материалом для создания симметричного суперконденсатора.

### 3.8. МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА В ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТАХ, АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНОМ, НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАК ПРОЧНОСТИ, ТАК И УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ

**Graphene-based modification on the interface in fibre reinforced cementitious composites for improving both strength and toughness / Xupei Yao, Ezzatollah Shamsaei, WeiWang // Carbon - 2020. - Vol.170, December. - P.493-502**

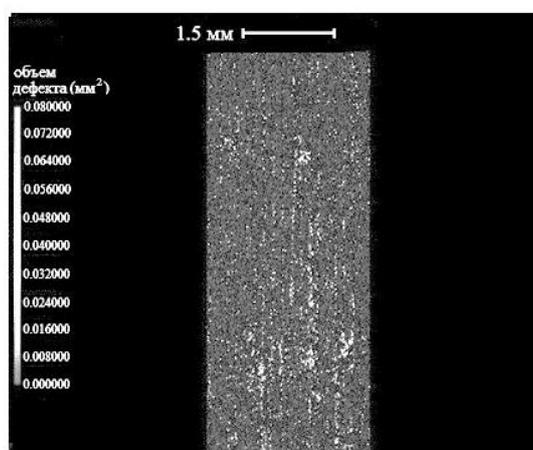
Достижение высокой прочности и высокой ударной вязкости является важным требованием для большинства конструкционных материалов. Однако эти свойства обычно исключают друг друга. Чтобы разрешить конфликт между прочностью и ударной вязкостью в цементных композитах (ЦКАВ), армированных волокном на основе поливинилового спирта (ПВС), в этом исследовании представлены относительно слабые границы раздела в ЦКАВ, при одновременном улучшении цементной матрицы вблизи волокна путем нанесения наноллистов из оксидированного графена (НОГ) на поверхность ПВС-волокон. Слабые границы раздела были введены из-за скольжения между наноллистами, в то время как цементная матрица в непосредственной близости от волокна была уплотнена из-за сильного взаимодействия наноллистов с цементом. В результате это покрытие НОГ одновременно улучшило прочность на разрыв и ударную вязкость на 32,0% и 10,0%. (Ш.) (Англ)

#### 4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. СЫРЬЕ

##### **4.1. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОРИСТОСТИ ОДНОНАПРАВЛЕННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНО-УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА**

Соколовская Ю.Г., Подымова Н.Б., Карабутов А.А. //Дефектоскопия. – 2020. - №3. – С.14-22

Предложен и экспериментально реализован метод оценки пористости углепластиков, основанный на измерении их акустических импедансов. Акустический импеданс исследуемого образца измеряется по величине первообразной ультразвукового импульса, отраженного от границы раздела иммерсионная жидкость-образец. Исследованные образцы представляют собой



*образца углепластика*

однонаправленные углепластики с различным объемным содержанием матрицы и наполнителя. Обнаружено, что в исследованных образцах распределение локальной пористости является неравномерным вдоль плоскости укладки углеродных волокон. Величина пористости, усредненной по результатам оптико-акустических измерений, с учетом погрешностей измерения согласуется с данными рентгеновской томографии. Представленный в настоящей работе метод оценки величины пористости не требует определения объема и массы исследуемого объекта и может быть использован для диагностики композитных конструкций сложной формы. Рис.

*Пример томографического изображения пористого*

##### **4.2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РАЗРУШЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА, АРМИРОВАННОГО БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ, ОСНОВАННОЕ НА ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**

Ван Ян, Ян Чао, Ван На // Дефектоскопия. – 2020. - №4. – С.22-31

Для исследования влияния базальтового волокна на процесс и механизм разрушения материалов на основе цемента при осевом сжатии были измерены сигналы акустической эмиссии (АЭ), связанные с цементным раствором, армированным базальтовым волокном (ЦРАБВ) с пятью значениями объемного содержания волокна (0 ~ 2,0 %) при осевом сжатии. Статистический анализ вейвлет-коэффициентов энергетического спектра и вейвлет-коэффициентов разложения проводился после шумоподавления до порогового значения и оценки шума исходных сигналов с помощью дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) на основе алгоритма Малла. Результаты показывают, что прочность на осевое сжатие и показатели акустической эмиссии уменьшаются с увеличением содержания волокна. В процессе разрушения ЦРАБВ при осевом сжатии основная полоса частот энергии концентрируется на полосах sa7 (седьмой уровень разложения, 0 ~ 19,5 кГц), sd5 (пятый уровень разложения, 78 ~ 156 кГц) и sd4 (четвертый уровень разложения, 156 ~ 312,5 кГц), соответствующих вейвлет-разложению.

### 4.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ КАЧЕСТВО

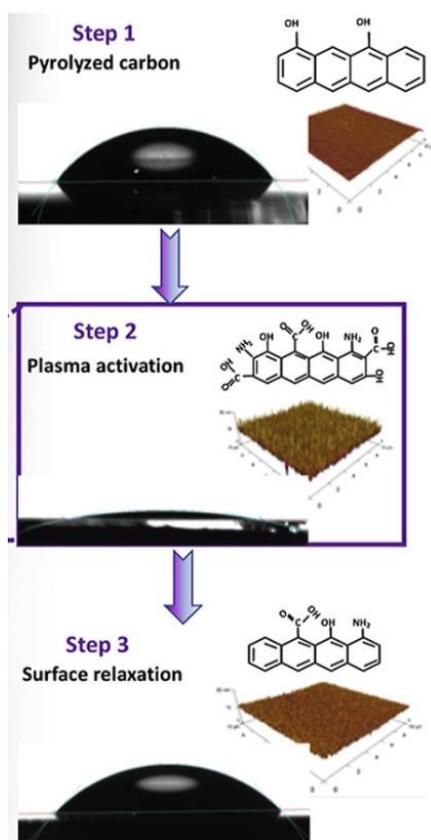
Худобердин Н.И., Маунг П.П. // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. - №2. – С.45-48

Приведены результаты экспериментальных исследований свойств углепластиков в зависимости от технологии отверждения и используемого оборудования. Для отверждения использованы три типа оборудования: стандартный сушильный шкаф, стенд с эластичной мембраной и подогреваемой рабочей поверхностью и передвижная установка, оснащенная инфракрасными лампами. В результате проведенных исследований установлено, что наиболее высокие показатели прочности при межслоевом сдвиге достигаются при использовании сушильного шкафа. Однако при таком способе отверждения невозможно реализовать на практике технологию, при которой вакуумный насос не отключается в процессе нагрева. Применение для отверждения переносной ИК-установки и специального стенда позволяет такую технологию реализовать, что приводит к существенному повышению прочности при межслоевом сдвиге до 63-65 МПа и снижению пористости до 3,4%.

### 4.4. ЭФФЕКТ СТАРЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ОБРАБОТАННЫХ ПЛАЗМОЙ: ЯВЛЕНИЕ, КОТОРОЕ НЕ ЗАМЕЧАЮТ

**Aging effect of plasma-treated carbon surfaces: An overlooked phenomenon** / Jose I.Mendez-Linana, EuthOrtiz-Ortega //Carbon - 2020. - Vol.169, November. - P.32-44

Углеродные поверхности становятся более активированными при плазменной обработке, увеличивая поверхностную энергию, смачиваемость и био-сопряжение. Однако, на активированные поверхности влияет эффект старения или явление переориентации, о чем редко сообщается, что относится к потере поверхностной активности со временем. Образованные активированные плазмой поверхностные функциональные группы страдают от короткого срока хранения, поскольку они переориентируются, чтобы занять более низкие энергетические состояния. В этом исследовании тщательно оцениваются плазменные пиролизованные углеродные платформы с плазменным излучением. Нетронутые, немедленно обработанные и состаренные образцы углерода были исследованы методами SEM, AFM, WCA и XPS для наблюдения за физическими и химическими изменениями поверхностей. Кроме того, электрохимические анализы показали радикальные изменения характеристик поверхности сразу после обработки; активация, которая длилась недолго, независимо от выбора плазмы. Со временем были зарегистрированы явные признаки инактивации поверхности, проявляющиеся в виде уменьшения шероховатости, увеличения угла контакта с водой и значительных изменений химического состава поверхности, емкости и сопротивления. Рис. Шаг 1 – пиролизованная углеродная платформа, шаг 2 – плазменная обработка, шаг 3 – релаксация поверхности. (Ш.) (Англ)



#### **4.5. ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА ПРОПИТКИ ЭЛЕКТРОДНОГО ГРАФИТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЖАРОСТОЙКОСТИ**

Ерохина О.О., Еремин Р.Н. // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие". – 2020. - С.42-45

В данной статье представлены результаты работы по отработке методики пропитки электродного графита для повышения его жаростойкости в лабораторных условиях, а также установка для ее реализации. Были проведены эксперименты по смачиваемости поверхности образца пропиточным раствором с ПАВ и без ПАВ. Предложены параметры вакуумирования образца, а также оценено влияние режима сушки на величину привеса при использовании полного факторного эксперимента и  $t$ -критерия Стюдента.

#### **4.6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПАЙКИ И РЕАКЦИОННОГО СВЯЗЫВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

Кулик В.И., Нилов А.С. // Транспортное, горное и строительное машиностроение: Наука и производство. – 2021. - №10. – С.15-19

Проведен анализ применения методов пайки и реакционного связывания для получения высокотемпературного неразъемного соединения карбидокремниевых КМК с углеродсодержащими материалами. Показано, что эти технологии позволяют создавать надежные и достаточно прочные соединения деталей из данных материалов.

#### **4.7. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ**

Щегольков А.В., Комаров Ф.Ф., Липкин М.С. // Перспективные материалы. - 2021. - №2. – С.66-76

Исследованы условия и возможности интеркаляции гексафторфосфат-анионов в электроды на основе углеродных нанотрубок (УНТ). Для этого были изготовлены катоды на основе УНТ, синтезированные на различных катализаторах. В результате были получены электродные материалы при различных концентрациях УНТ/графит: УНТ-4Ф, УНТ-6 и УНТ-6Ф. Полученные электроды были исследованы методом циклической вольтамперометрии (ЦВА) в электролите растворенной соли  $\text{LiPF}_6$  на основе растворителей EC:DEC этиленкарбонат: диэтилкарбонат (в соотношении 1:1:1) с примесью 3 масс. % винилкарбоната (VC) при скорости развертки 4 мВ/с. На основе полученных ЦВА-зависимостей была определена удельная зарядная/разрядная емкость электродов УНТ-4Ф, УНТ-6 и УНТ-6Ф. Получены зависимости среднего коэффициента использования электродов от времени заряда при постоянном токе от номера цикла при заряде равном 300 с. Для хроноамперограмм отдельных ступеней УНТ-6Ф электрода был проведен расчет значений коэффициентов диффузии лития.

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

### 5.1. УПРОЧНЯЮЩИЕ УГЛЕРОДНЫЕ АЛМАЗНЫЕ И АЛМАЗОПОДОБНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Панфилов Ю. В. // Наноиндустрия. – 2021. - Т.14, №56. – С.67-74

Проанализированы методы химического и физического осаждения углеродных алмазных и алмазоподобных покрытий на режущий инструмент и детали машин. Описаны структура и состав покрытий, определяющие их твердость, коэффициент трения и износостойкость. Показаны пути развития упрочняющих углеродных покрытий.

### 5.2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ И ФТОРУГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫЕ ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ НАНЕСЕНИЯ

Шведов А.В., Елинсон В. М., Щур П.А. // Наноиндустрия. – 2021. - Т.14, №56. – С.192-201

В работе показана возможность формирования углеродных и фторуглеродных покрытий в непрерывном (динамическом) режиме осаждения из газовой фазы при атмосферном давлении с использованием низкочастотного плазмотрона низкотемпературной плазмы. Установлен контактный угол смачивания полученных покрытий и проведено исследование с помощью АСМ.

### 5.3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЛАМЕНТОВ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ С УГЛЕРОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ

Кулешов Г.Е., Бадьин А.В., Билинский К.В. // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. – 2020. - №1-1. – С.282-283

Представлены результаты исследования комплексной диэлектрической проницаемости и электромагнитного отклика от полимерных композиционных материалов полученных по аддитивной технологии из филаментов, содержащих различные углеродные наполнители. Созданы новые радиофиламенты с МУНТ. *PLA-Conductive* может быть использованы для создания тонкого, легкого экранирующего покрытия.

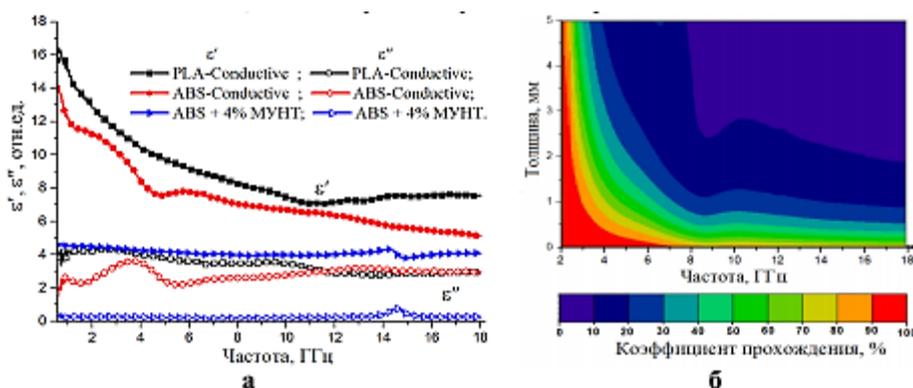


Рис. 1. Комплексная диэлектрическая проницаемость образцов на основе углеродосодержащих филаментов (а) и экранирующая способность материала на основе PLA-Conductive.

#### **5.4. ИМПУЛЬСНЫЕ АВТОЭМИССИОННЫЕ ВАХ ДЛЯ НАНОКЛАСТЕРНЫХ АЛМАЗО-ГРАФИТОВЫХ СТРУКТУР НА КАТОДЕ**

Давидович М.В., Яфаров Р.К. // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. – 2020. - №1-1. – С.65-66

Представлены автоэмиссионные свойства углеродных нанокластерных структур и пленок на их основе, приведены экспериментальные данные, в том числе ВАХ при статическом и импульсном режимах. Проведен анализ размерных эффектов, эффекта проникновения поля, эффекта гистерезиса. Даны их теоретические объяснения.

#### **5.5. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ, С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОКРЕМНЕЗЕМНОЙ МАТРИЦЫ**

**Improvement in fatigue life of carbon fibre reinforced polymer composites via a Nano-Silica Modified Matrix / Mithil Kamble, Aniruddha Singh Lakhot, Stephen F. Bartolucci // Carbon - 2020. - Vol.170, December. - P.220-224**

Полимерные композиты (ПК), армированные углеродным волокном (УВ), становятся все более популярным материалом в различных конструкционных областях с высокими эксплуатационными характеристиками, включая аэрокосмическую, оборонную, ветроэнергетическую и автомобильную промышленность. Ключевым ограничением этих материалов является их низкая долговечность, вызванная возникновением и ростом небольших трещин в эпоксидной матрице. Показано, что включение нанокремнезема в эпоксидную смолу приводит к получению наномодифицированного углепластика с повышенным в 6-7 раз усталостным ресурсом в режиме многоциклового усталости. Механизм наблюдаемого улучшения характеристик заключается в способности нанокремнезема нарушать и продлевать процесс распространения зарождающихся трещин. Это, в свою очередь, отсрочивает возможное разрушение углепластика, что приводит к увеличению долговечности. Возможность достижения таких результатов с помощью наночастиц кремнезема имеет серьезные практические последствия, поскольку наночастицы кремния легкодоступны и экономически недороги для крупномасштабных промышленных применений.

#### **5.6. ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ И СКОРОСТИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В ПОДШИПНИКЕ СКОЛЬЖЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Рошин М.Н., Кривошеев А.Ю. // Транспортное, горное и строительное машиностроение: Наука и производство. – 2021. - №10. – С.52-55

В статье рассматриваются вопросы испытания углеродосодержащих композитов со сталью в условиях высоких температур. Исследуются антифрикционные свойства углеродных композитов при трении по стали при скорости 0,16 м/с и контактном давлении 0,67 МПа. Экспериментально показано, что материал "Хардкарб-Т" в диапазоне температур 300...700°C, скорости 0,16 м/с имеет лучшие антифрикционные свойства, чем материал «Аргалон-2D». Коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" в диапазоне температур 300...700°C изменяется от 0,29 до 0,32. При нагрузке 0,67 МПа, скорости скольжения 0,16 м/с и температуре 700°C коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" ниже на 28 %, чем материала «Аргалон-2D».

### **5.7. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Галкина Е.А. // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. - №2. – С.41-44

В данной статье рассматриваются особенности организации процесса хранения волокнистых наполнителей, используемых для производства и ремонта машин. Приведены наиболее распространенные нарушения условий хранения волокнистых наполнителей и их негативное влияние на качество сырья (волокна) и готовых изделий

### **5.8. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРИВОДНЫХ ВАЛОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ОБЗОР)**

Осадчий К.Е. // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. - №2. – С.17-20

Приведены преимущества приводных валов, изготовленных с применением полимерных композиционных материалов (ПКМ). Рассмотрены основные факторы, влияющие на долговечность приводного вала из ПКМ. Описаны основные области, где успешно применяют приводные валы с использованием волокнистых композитов.

### **5.9. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ**

Нирусин Р.В., Золкин А.Л., Семенов Е.Д. // Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Техника и технология современных производств». – 2021. – С.161-165

В данной статье рассмотрены технологические аспекты развития использования композитных материалов в самолетостроении на современном этапе развития общества. Авиастроение является одной из высокотехнологичных отраслей промышленности, где современные полимерные и композиционные материалы играют решающие роли. В своё время именно полимерные материалы позволили самолетам подняться на высоту 10 тысяч метров. В связи с этим в развитии композитных и полимерных материалах будущее всей авиации мира.

### **5.10. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗЦА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Абдула Ж., Галагузова Т., Есдаулетова Ж. // Сборнике трудов конференции «Современные проблемы науки и образования». – 2020. – С.132-135

Исследования физико-химических свойств и динамическая модель образца из композиционных полимерных материалов с одномерным армированием – является целью настоящей работы. Возможность управления свойствами вновь создаваемых материалов, особенно хорошо реализуемая при проектировании гибридных композитов, оказывает существенное влияние на совершенствование технического проектирования. Традиционно выбор материала и проектирование компонентов конструкции было отдельными задачами; частично это объясняется тем, что однородные материалы, например металлы и сплавы, не позволяли эффективно контролировать из свойства.

## 6. ОБЗОР РЫНКОВ И ПРОИЗВОДСТВА

### 6.1. ОБЩЕДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В ХИМИИ, БИОХИМИИ И ФАРМАЦЕВТИКЕ: ПРИЛОЖЕНИЯ, МАТЕРИАЛЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Гордеев Е.Г., Анаников В.П. // Успехи химии. – 2020. – Т.89, №12. – С.1507-1561

В обзоре рассмотрены репрезентативные примеры применения 3D-печати в органическом синтезе, биохимии и биотехнологии, аналитической химии, фармацевтике и химическом образовании. Показано, что аддитивные технологии открывают новые перспективы в развитии этих областей. Обсуждены особенности широко распространенных методов 3D-печати - послойного наплавления полимеров и стереолитографии - в контексте химических приложений. Отмечена ключевая характеристика данных методов - общедоступность технологий и материалов.

### 6.2. ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Якупов Р.Р. // Сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции «Технологии энергообеспечения. Аппараты и машины жизнеобеспечения». – 2020. – Том. Часть 2. - С.188-195

В настоящее время, работая над повышением авиатранспортной эффективности (при обеспечении уровня комфорта, требований по безопасности и экологии), мировая авиаиндустрия активно переходит от металлических конструкций к новому типу



конструктивных решений на основе композиционных материалов. В названии многих КМ заложены типы волокон и матриц: углепластики, стеклопластики и прочие материалы. Первое слово характеризует тип упрочнителей - углеродные, стеклянные, а также другие волокна и ткани, а второе – типы связующего: пластики на основе различных смол или специальных клеев. Рис. *Классификация композитных материалов.*

### 6.3. О СОЗДАНИИ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ. О ПРИМЕНЕНИИ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Паламарчук А.А. // Статья в сборнике трудов конференции «Современные технологии в мировом научном пространстве». – 2021. – С.51-59

Можно смело утверждать, что нынешнее автомобилестроение и остальные отрасли промышленности немислимы без полимерных композиционных материалов. Неудивительно, что в последнее время интенсивно развивается и дисциплина о полимерных композиционных материалов. Сегодняшнее материаловедение в значительной мере посвящено разработке композиционных материалов.

## **7. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СООБЩЕНИЯ**

**АКАДЕМИК Е.Н. КАБЛОВ: «ДЛЯ ОСВОЕНИЯ КОСМОСА НУЖНЫ НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**

<http://www.nanometer.ru/> . – 2021. - май



В этом году весь мир отмечает 60-летие первого полета человека в космос. Успех миссии Юрия Гагарина стал возможен благодаря слаженной работе многих людей: физиков, математиков, конструкторов, инженеров-проектировщиков и, конечно, материаловедов. «Научная Россия» обсудила с академиком РАН Евгением Кабловым основные вехи в развитии космического и авиационного материаловедения.

Он рассказал о становлении новой науки в СССР — авиационного материаловедения, о вкладе в создание материалов и технологий для космической отрасли, о легендарной космической программе «Буран», о разработке Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года. При этом были учтены пожелания и потребности крупных госкорпораций. И здесь очень важно соблюдение принципа неразрывности цепочки «материал-технология-конструкция-оборудование» — и все это вкуче с цифровыми технологиями. Сегодняшняя наука и ситуация в мире требует особого внимания к подготовке генеральных конструкторов. Это очень востребованное и крайне необходимое направление.

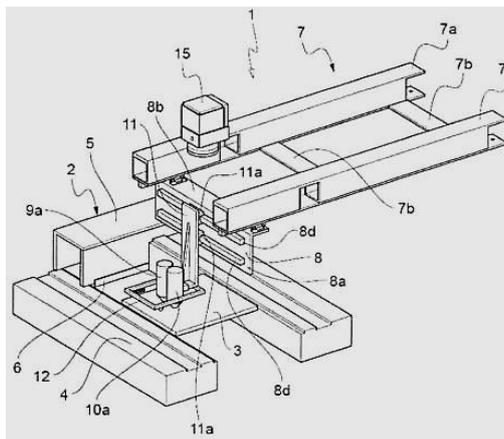
## **8. ПАТЕНТЫ**

### **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

#### **1. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕРЕОЛИТОГРАФИЕЙ СЫРЫХ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ИЗ КЕРАМИЧЕСКОГО ИЛИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ФОТОТЕРМИЧЕСКИМ ПУТЕМ**

**Патент RU № 2739093 от 21.12.2020 года. З. № 2020124174 от 21.07.2020 года.**  
Патентообладатель С.А.С ЗДСерам-Сэнто (FR)– В33У 10/00

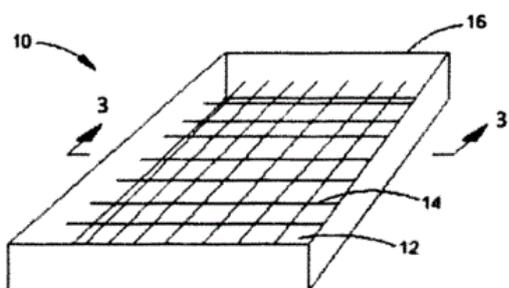
Изобретение относится к способу изготовления стереолитографией сырой детали, изготавливаемой из керамического или металлического материала, причём способ содержит этапы, на которых: керамический или металлический материал, образованный, по меньшей мере, одним керамическим или металлическим порошком соответственно, и органическую часть, содержащую, по меньшей мере, один мономер и/или олигомер и, по меньшей мере, один инициатор полимеризации упомянутого одного или более мономеров и/или олигомеров, последовательно отверждают упомянутой полимеризацией согласно шаблону, определяемому для каждого слоя, причём первый слой образуют на конструктивной платформе, а каждый другой слой образуют и затем отверждают на предыдущем слое, при этом в качестве инициатора используют, по меньшей мере, один



термический инициатор, который способен создавать инициирование термической полимеризации под действием термической энергии, выделяемой упомянутым керамическим или металлическим материалом, соответственно, во время воздействия на последний, по меньшей мере, одного источника облучения, выбираемого из источников УФ, видимого или ИК излучения. Технический результат: повышение реакционной способности полимеров за счёт использования термического инициатора, что облегчает конструирование объектов стереолитографией.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ С АРМИРОВАНИЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент RU № 2739286 от 22.12.2020 года. З. № 2018111114 от 30.08.2016 года. Международная заявка WO № 2017035584 от 09.03.2017 года. Патентообладатель ПБЮА НЬЮ ВОРЛД ПиТиУай ЛТД (AU)– В33У 10/00



Изобретение относится к аддитивной технологии для производства корпуса из композитных материалов. В частности, но не исключительно, настоящее изобретение относится к аддитивной технологии производства упрочненных композитных материалов стеновых панелей, ферменных конструкций и балок для кровли и пола, колонн и облицовки. Аддитивная технология включает обеспечение опорной конструкции, на

основании которой будет формироваться композитный материал. Устанавливают упрочняющий материал рядом с опорной конструкцией. Причем упрочняющий материал имеет заданную форму и выбирается из группы, в которую входит сталь, графен, углеродное волокно или стекловолокно. Осуществляют постепенное нанесение матричного материала на опорную конструкцию, чтобы покрыть упрочняющий материал. При этом матричный материал наносится из форсунки, движущейся относительно опорной конструкции. Причем матричный материал содержит полимер. Техническим результатом является расширение арсенала средств и увеличение прочности изделия

## 3. СПОСОБ И МАШИНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ ОДНОГО ИЗДЕЛИЯ, СДЕЛАННОГО ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ ИЗ ОДНОГО КЕРАМИЧЕСКОГО И/ИЛИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Патент RU № 2686748 от 30.04.2019 года. З. № 2018129995 от 17.08.2018 года. Патентообладатель С.А.С 3ДСерам-Сэнто (FR)– В33У 10/00

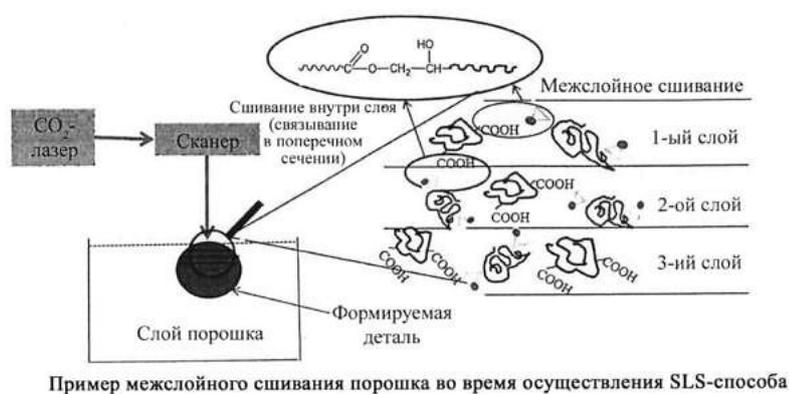
### Формула изобретения

Изобретение относится к технологии аддитивного производства и может быть использовано для изготовления керамических или металлических изделий. Строится компьютерная модель изделия. Упомянутое изделие образуется на рабочем лотке

посредством технологии аддитивного производства из керамической или металлической фотоотверждаемой композиции (СРСб или МРСб). В соответствии с изобретением приготавливается по меньшей мере один материал, отличающийся от упомянутого СРСб или МРСб, который является абляционным органическим материалом (MOS), способным разрушаться нагреванием во время процесса удаления связующего, или дополнительная керамическая или металлическая композиция СРСа или МРСа; образуются последовательные слои СРСб или МРСб, которые каждый раз отверждаются облучением в соответствии с образцом, предварительно определенным из модели для упомянутого слоя. Для образования полых частей детали и/или для вставления в полость детали по меньшей мере одной части из другого керамического или металлического материала выполняются следующие этапы: образование с помощью обработки по меньшей мере одного углубления по меньшей мере в одном отвержденном слое СРСб или МРСб от его верхней поверхности; помещение в упомянутое по меньшей мере одно углубление MOS, или СРСа, или МРСа для его заполнения; отверждение MOS, или СРСа, или МРСа, расположенного в упомянутом по меньшей мере одном углублении для получения твердой горизонтальной поверхности на таком же уровне, что и лежащий рядом слой СРСб или МРСб. Отформованная деталь подвергается операциям очищения, удаления связующего и спеканию. Технический результат изобретения – изготовление изделий сложной формы с полостями с возможным размещением в полостях структур из другого керамического или металлического материала. Изобретение относится к способу изготовления стереолитографией сырой детали, изготавливаемой из керамического или металлического материала, причём способ содержит этапы, на которых: керамический или металлический материал, образованный, по меньшей мере, одним керамическим или металлическим порошком соответственно, и органическую часть, содержащую, по меньшей мере, один мономер и/или олигомер и, по меньшей мере, один инициатор полимеризации упомянутого

#### 4. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОРЕАКТИВНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ПОРОШКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ

Патент RU № 2695168 от 22.07.2019 года. З. № 2018110304 от 14.09.2016 года. Международная заявка WO № 2017046132 от 23.03.2017 года. Патентообладатель ТАЙГЕР КОЭТИНГЗ ГМБХ УНД КО. КГ (АТ)– В33У 10/00



каждом прогоне SLS-способа полимерный связующий материал по меньшей мере частично отверждается внутри формируемого слоя и по меньшей мере частично сшивается с предыдущим слоем. Кроме того, изобретение относится к SLS-способу, в котором применяют такую термореактивную полимерную порошковую композицию, и к печатному 3D-изделию, полученному с применением такой термореактивной полимерной порошковой композиции.

Настоящее изобретение относится к применению термореактивной полимерной порошковой композиции в способе селективного лазерного спекания (SLS) для получения термореактивного полимерного 3D-материала, причём композиция содержит по меньшей мере один отверждаемый полимерный связующий материал, и при

## **5. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, СДЕЛАННЫХ ИЗ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Патент RU № 2700356 от 16.09.2019 года.** З. № 2018142836 от 04.12.2018 года.  
Патентообладатель С.А.С ЗДСерам-Сэнто (FR)– В33У 10/00

Изобретение относится к изготовлению деталей из керамического материала с использованием аддитивных или стереолитографических технологий. Техническим результатом является обеспечение предотвращения какой-либо деформации деталей при изготовлении, очистке и обжиге. Предложен способ изготовления детали, в котором деталь образуется в сыром состоянии из фотоотверждаемой керамической композиции. При этом способ содержит следующие этапы: на рабочей платформе стереолитографической машины изготавливается посредством технологии аддитивного производства одновременно, но отдельно из одной и той же пастообразной фотоотверждаемой керамической композиции: сырая сборка, составленная из опоры сырой детали и сырой детали на опоре, свободная поверхность последней имеет отпечаток первой поверхности сырой детали; и сырой форматор, составленный из детали, сделанной из керамического материала, свободная поверхность которого имеет отпечаток второй поверхности сырой детали, противоположной первой поверхности; в печь на сырой форматор, полученный таким образом, с развернутым вверх отпечатком, помещается упомянутая сырая сборка, полученная таким образом с ее сырой деталью, развернутой вниз, чтобы она вместились в отпечаток форматора, и сырая деталь, таким образом удерживаемая между форматором и опорой, где деталь подвергается удалению связующего и спеканию.

## **6. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ**

**Патент RU № 2729761 от 03.09.2019 года.** З. № 2018144912 от 18.12.2018 года.  
Патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова" (RU)– В33У 10/00

Изобретение относится к способам изготовления изделий из огнеупорных материалов методом трехмерной печати и может найти применение в различных отраслях машиностроения. Способ заключается в том, что при изготовлении изделия из огнеупорных материалов методом трехмерной печати в камере формирования образуют первичный слой порошкообразного керамического материала, представляющего собой однородную смесь, состоящую из крупнозернистой и мелкозернистой фракций. В качестве компонентов крупнозернистой и мелкозернистой фракций используют карбид кремния и/или карбид бора и/или нитриды кремния, алюминия, бора и/или каустический периклазовый порошок и/или графит. При этом массовая доля крупнозернистой фракции составляет от 50 до 80%, а мелкозернистая фракция представляет собой смесь дисперсной, ультрадисперсной и нанодисперсной фракций, каждая из которых составляет определенную массовую долю. Наносят жидкое связующее на ограниченную область, соответствующую конфигурации поперечного сечения изделия. Образуют последующие слои порошкообразного керамического материала и жидкого связующего до окончания формирования изделия. Извлекают излишки порошкообразного керамического материала из камеры формирования. Отверждают изделие путем нагрева до определенной температуры и подвергают изделие последующему отжигу при температуре от 1700 до

2000°C. Техническим результатом изобретения является обеспечения изотропности свойств при повышенной термочности.

Пример 1				
Огнеупорный материал	Размер зерен, мкм	Масс.%	Жидкое связующее	Масс.% (добавка связующего)
Нитрид кремния Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	100,0	50,0	Хлорид магния	10,0
Нитрид кремния Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	5,0	6,0	Лигносульфат	5,0
Карбид кремния SiC	50,0	10,0		
Карбид кремния SiC	0,15	5,0		
Каустический периклазовый порошок	Менее 50,0	29,0		

Пример 2				
Огнеупорный материал	Размер зерен, мкм	Масс.%	Жидкое связующее	Масс.% (добавка связующего)
Нитрид бора BN	95,0	55,0	Лигносульфат	15,0
Нитрид бора BN	5,0	15,0		
Карбид кремния SiC	50,0	10,0		
Карбид кремния SiC	0,15	2,5		
Каустический периклазовый порошок	Менее 50,0	17,5		

Пример 3				
Огнеупорный материал	Размер зерен, мкм	Масс.%	Жидкое связующее	Масс.% (добавка связующего)
Нитрид алюминия AlN	90,0	70,0	Новолачная фенолформальдегидная смола	15,0
Нитрид алюминия AlN	5,0	7,0	Этиленгликоль	5,0
Карбид кремния SiC	50,0	10,0		
Карбид кремния SiC	0,15	3,0		
Графит	Менее 50,0	10,0		

Пример 4				
Огнеупорный материал	Размер зерен, мкм	Масс.%	Жидкое связующее	Масс.% (добавка связующего)
Карбид бора B <sub>4</sub> C	85,0	70,0	Водный раствор этиленгликоля	5,0
Карбид бора B <sub>4</sub> C	5,0	7,0	Химико-керамическое связующее	8,0
Карбид кремния SiC	50,0	10,0		
Карбид кремния SiC	0,15	3,0		
Графит	Менее 50,0	10,0		

Пример 5				
Огнеупорный материал	Размер зерен, мкм	Масс.%	Жидкое связующее	Масс.% (добавка связующего)
Нитрид алюминия AlN	80,0	65,0	Поливиниловый спирт	15,0
Нитрид алюминия AlN	5,0	10,0	Лигносульфат	3,0
Нитрид кремния Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	50,0	12,0		
Нитрид кремния Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	0,15	3,0		
Карбид кремния SiC	50,0	10,0		

## 7. СПОСОБ И МАШИНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ, СДЕЛАННЫХ ИЗ КЕРАМИЧЕСКОГО ИЛИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Патент RU № 2701263 от 25.09.2019 года. З. № 2018129992 от 17.08.2018 года. Патентообладатель С.А.С ЗДСерам-Сэнт (FR)– В33У 10/00

Группа изобретений относится к способу и машине для изготовления сырых изделий, сделанных по меньшей мере из одного материала, выбранного из керамических

материалов и металлических материалов с использованием технологии аддитивных процессов. Изобретение заключается в выборе суспензии керамической или металлической фотоотверждаемой композиции (CPC или MPC); подготовки абляционного органического материала (SOM), способного образовывать фотоотверждаемый слой и быть разрушенным нагреванием; изготовлении одного или более изделий на рабочем лотке, формируя последовательные слои SOM. При этом каждый слой SOM подвергается отверждению облучением. Одно или более изделий на базе CPC или MPC изготавливается путем образования и обработки по меньшей мере одного углубления по меньшей мере в одном слое отвержденного SOM. Помещают внутрь одного или более углублений CPC или MPC. Отверждают облучением CPC или MPC для получения твердой горизонтальной поверхности такого же уровня, что и прилегающий слой отвержденного SOM. При формировании каждого углубления его границы определяются в соответствии с одним или более образцом, предварительно определенным из компьютерной модели, и его глубина/глубины выбираются, чтобы обеспечить сплошность одного или более изготавливаемых изделий. Получают одно или более сырых изделий, вставленных в SOM, которые подвергаются очистке от связующего путем нагревания, чтобы разрушить SOM, в котором они находятся. Техническим результатом является оптимизация очистки изделия, предотвращение разрушения изделий, имеющих консольные поверхности.

## **8. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛЯТА КРЕМНИЯ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕАКЦИОННОСВЯЗАННЫХ НИТРИДОВ И КАРБИДОВ КРЕМНИЯ**

**Патент RU № 2708003 от 03.12.2019 года.** З. № 2019108122 от 21.03.2019 года. Патентообладатель Акционерное общество "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология" им. А.Г. Ромашина" (RU)– В33У 30/00

Изобретение относится к области порошковой металлургии, а именно к технологии получения гранулятов керамических порошковых композиций и может быть использовано в производстве керамики, в частности аддитивным способом, в авиационной промышленности и двигателестроении. Технический результат заявляемого изобретения заключается в получении гранул кремния околосферической формы заданного гранулометрического состава для получения изделий из реакционносвязанных нитритов и карбидов кремния сложной формы. Представлен способ получения гранулята кремния, для аддитивного производства изделий из реакционносвязанных нитридов и карбидов кремния, включающий приготовление кремниевого шликера на водной основе с добавлением поливинилового спирта, гранулирование и сушку. Гранулят сушат до уровня влажности 5-15%, протирают через систему сит с размерами ячеек 400-800 мкм, просушивают до уровня влажности не более 1%, протирают через сито с размером ячеек 100 мкм, повторно просушивают до прекращения потери массы, механически обрабатывают и фракционируют через систему сит с размерами ячеек 25-100 мкм при амплитуде колебания сит не менее 0,1 мм до приобретения гранулами сферической формы. Дополнительно механическую обработку и фракционирование гранул проводят с добавлением мелющих тел. Осуществление предлагаемого способа позволяет получать гранулят кремния для применения в аддитивных методах производства и, как следствие, изготавливать изделия сложных форм на основе реакционносвязанных нитридов и карбидов кремния.

## **КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **9. ДЛИННОМЕРНАЯ МАЛОГО ДИАМЕТРА ТОНКОСТЕННАЯ ТРУБА ИЗ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

**Патент RU № 2747636 от 11.05.2021 года.** З. № 2019142564 от 16.12.2019 года. Патентообладатель Акционерное общество "Уральский научно-исследовательский институт композиционных материалов" (RU)– С04В 35/83

Изобретение относится к конструкциям из углерод-углеродного композиционного материала и может быть использовано в силовых ферменных конструкциях, работающих в безвоздушной среде при высоких температурах. Длинномерная малого диаметра тонкостенная труба, нарабатываемая на круглоткацкой машине, имеет армирование каркасом 3D-структуры. Способ формирования указанного изделия заключается в формировании каркаса 3D-структуры из высокомодульных углеродных волокон на установленной в круглоткацкую машину формообразующей оправке. После проводят насыщение каркаса пироуглеродом термоградиентным методом. При этом в качестве оправки используют трубу из тугоплавкого металла титана или ниобия, на которую перед формированием каркаса наклеивают графитовую фольгу. Изготовленная таким способом труба имеет существенно более высокую прочность на изгиб и межслоевой сдвиг.

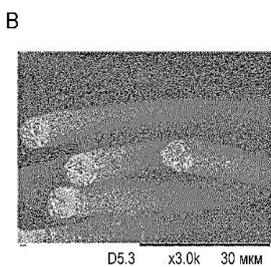
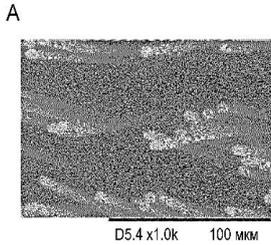
### **10. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В ФОРМЕ ОБОЛОЧКИ**

**Патент RU № 2747635 от 11.05.2021 года.** З. № 2019141169 от 11.12.2019 года. Патентообладатель Акционерное общество "Уральский научно-исследовательский институт композиционных материалов" (RU)– С04В 35/83

Изобретение относится к углеродным композиционным материалам, изделия из которых предназначены для авиакосмической и химико-металлургической промышленности, работающим при высоких температурах в неокислительных средах. Способ изготовления изделий из углерод-углеродного композиционного материала в форме оболочки, включающий формирование из углеродных волокон каркаса объемной структуры путем наработки его на установленной в круглоткацкую машину формообразующей оправке и насыщение его пироуглеродом из газовой фазы, заключается в том, что наработку каркаса и его насыщение проводят на одной и той же формообразующей оправке из термостойкого материала со сформированным на ней разделительным слоем. В качестве материала разделительного слоя используют газетную бумагу, целлофан, графитовую фольгу, покрытие из термостойкого материала низкой проницаемости. Формообразующую оправку выполняют из материала с КЛТР, превышающим КЛТР формируемого углерод-углеродного композиционного материала. При изготовлении изделий конической или оживальной формы каркас фиксируют на оправке путём выполнения на ней со стороны большего диаметра цилиндрического участка или участка с обратной конусностью или штифтами из термостойкого материала. Изобретение позволяет снизить затраты и цикл на изготовление изделий в виде оболочек конической, цилиндрически-конической и оживальной формы.

## 11. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ИЗ БИОПРЕКУРСОРОВ И ПОЛУЧАЕМЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА

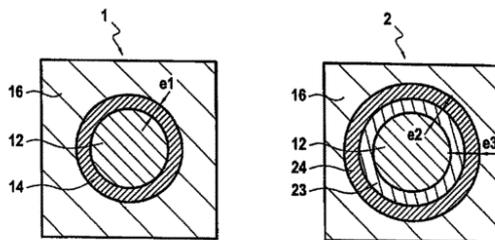
Патент RU № 2748422 от 25.05.2021 года. З. № 2019116178 от 26.10.2017 года.  
Международная заявка WO № 2018078288 от 03.05.2018 года. Патентообладатель АРКЕМА  
ФРАНС (FR) - C04B 35/83



Изобретение относится к области углеродных волокон, и более конкретно к углеродным волокнам, производимым из получаемых из биисточников прекурсоров. Способ получения углеродистого волокна или набора волокон включает объединение структурированного прекурсора, содержащего волокно или набор волокон гидроцеллюлозы, и неструктурированного прекурсора, содержащего лигнин или его производное, в форме раствора, имеющего вязкость менее чем 15000 мПа/с для получения волокна или набора волокон гидроцеллюлозы, покрытых лигнином или его производным. Причем способ дополнительно содержит стадию термической и размерной стабилизации и стадию карбонизации. Обеспечивается уменьшение количества стадий получения углеродных волокон, снижение энергозатрат, получение углеродных волокон с высокой механической стабильностью, высоким выходом по углероду и пониженной плотностью

## 12. ДЕТАЛЬ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ВКЛЮЧАЮЩАЯ В СЕБЯ МЕЖФАЗНЫЙ СЛОЙ ЛЕГИРОВАННОГО АЛЮМИНИЕМ НИТРИДА БОРА

Патент RU № 2747836 от 14.05.2021 года. З. № 2019119837 от 22.11.2017 года.  
Международная заявка WO № 2018078288 от 03.05.2018 года. Патентообладатель САФРАН  
СЕРАМИКС (FR), САНТР НАСЪОНАЛЬ ДЕ ЛЯ РЕШЕРШ СЪЯНТИФИК (FR) - C04B 35/84



ФИГ. 1

ФИГ. 2



ФИГ. 3

Настоящее изобретение относится к детали из композиционного материала, содержащей волокнистый наполнитель, изготовленный из углеродных или керамических нитей, и керамическую матрицу. Такая деталь может быть использована в горячих участках газотурбинных двигателей. Упомянутая деталь также содержит первый межфазный слой, покрывающий нити и расположенный между нитями и матрицей, причем упомянутый первый межфазный слой состоит из нитрида бора, легированного алюминием, и имеет содержание атомов алюминия, лежащее в диапазоне 5-15%. Для изготовления детали образуют на пучках волокон первый межфазный слой, получают предварительно отформованную волоконную заготовку посредством текстильных операций и образуют матрицу способом химической паровой инфильтрации или осаждения. Технический результат изобретения – улучшение стойкости детали при высоких температурах и во влажной атмосфере

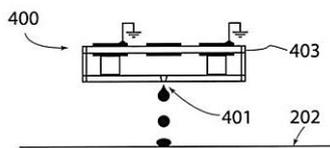
### 13. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКОВ С ФТАЛОНИТРИЛЬНЫМИ МАТРИЦАМИ

Патент RU № 2745825 от 01.04.2021 года. З. № 2020124815 от 27.07.2020 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (МГУ) (RU) - С04В 35/524

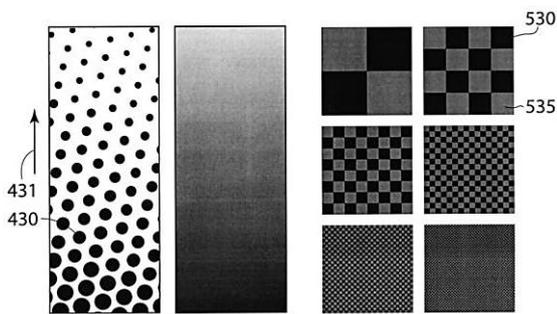
Изобретение может быть использовано в самолетостроении, химической промышленности, металлургии. Для получения углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) из углепластиков с фталонитрильными матрицами дважды проводят пропитку углеродного наполнителя фталонитрильным связующим с последующей карбонизацией образцов в неокислительной атмосфере. При этом сначала образцы нагревают до температуры  $1000 \pm 5^\circ\text{C}$ , а повторно до  $1800 \pm 10^\circ\text{C}$ . Нагрев осуществляют со скоростью  $0,1 - 2^\circ\text{C}/\text{мин}$  с выдержкой в течение 1-10 ч. После этого проводят процесс пиронасыщения полученного материала в атмосфере метана при температуре  $1800 \pm 10^\circ\text{C}$  в течение 1-10 ч. Предложен углерод-углеродный композиционный материал, полученный указанным способом. Изобретение позволяет получить УУКМ, характеризующийся прочностью при межслоевом сдвиге 9,3 - 9,6 МПа, пористостью 0,1 - 0,3 %, плотностью 1,72 - 1,74 г/см<sup>3</sup>, прочностью при сжатии 79,5 - 93,6 МПа, модулем упругости 12,0 - 13,8 ГПа.

### 14. СПОСОБ ЛОКАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ ДЛЯ СМОЛЫ СУХОЙ ЗАГОТОВКИ

Патент RU № 2747007 от 01.04.2021 года. З. № 2017120350 от 09.06.2017 года. Патентообладатель ЗЕ БОИНГ КОМПАНИ (US) - В29С 70/44

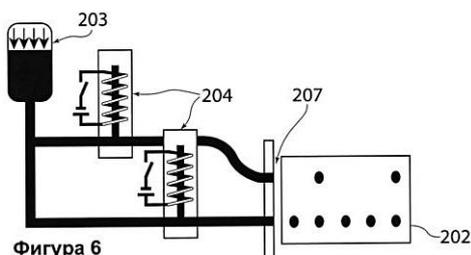


Фигура 3



Фигура 4

Фигура 5



Фигура 6

Изобретение относится к способу локального влияния на проницаемость смолы сухой заготовки, имеющей один или более армирующих слоев. Техническим результатом является улучшение пропитки заготовок, имеющих сложную геометрию. Технический результат достигается способом, который включает нанесение избирательно проницаемой оболочки на один из армирующих слоев сухой заготовки. Причем избирательно проницаемая оболочка имеет узор оболочки, пространственная плотность которого выбирается в зависимости от проницаемости смолы по меньшей мере части сухой заготовки для достижения требуемого объема инфузии смолы, и выполнена с возможностью растворения или плавления в смоле с приданием заготовке, по меньшей мере локально, ударной вязкости после инфузии смолы и отверждения сухой заготовки. Обеспечиваются инфузия смолы в сухую заготовку и направление смолы через избирательно проницаемую оболочку таким образом, что смола пропитывает сухую заготовку.

## 15. КОМПОЗИТНАЯ ФОРМООБРАЗУЮЩАЯ ОСНАСТКА

**Патент RU № 2743949 от 01.03.2021 года.** З. № 2019142309 от 16.12.2019 года.  
Патентообладатель Акционерное общество "Пермский завод "Машиностроитель" (RU) - В29С 70/34

Изобретение относится к композитной формообразующей оснастке и может быть использовано для изготовления конструкций из полимерных композиционных материалов. Техническим результатом является повышение качества и точности формуемой поверхности изделия из полимерных композиционных материалов. Технический результат достигается композитной формообразующей оснасткой, которая содержит не менее 2-х обшивок с формообразующей поверхностью, идентичной профилю формуемого изделия. Обшивки на части толщины сопрягаемых между собой боковых сторон имеют равномерные занижения в виде выполненных со стороны формообразующей поверхности идентичных по профилю скосов, предназначенных для установки обшивок внахлест и обеспечивающих возможность их перемещения относительно друг друга в пределах величины уменьшения профиля изделия вследствие усадки полимерной матрицы композиционного материала изделия под воздействием температуры и давления в процессе режима отверждения. По сопрягаемым боковым сторонам обшивок у одной обшивки уменьшение толщины выполнено в направлении к формообразующей поверхности до минимально возможной толщины кромки обшивки, а у другой - в направлении от формообразующей поверхности. Поверхности сопрягаемых обшивок вне профиля занижения толщины параллельны друг другу и предназначены для ограничения перемещения обшивок в пределах, необходимых и достаточных для компенсации уменьшения профиля изделия вследствие термической усадки полимерной матрицы композиционного материала.

## 16. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ САМОСМАЗЫВАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ГРАФИТА

**Патент RU № 2748329 от 25.05.2021 года.** З. № 2020127800 от 20.08.2020 года.  
Патентообладатель Публичное акционерное общество "Авиационная корпорация "Рубин"  
Автор(ы): Панков Михаил Игоревич (RU), Кулаков Валерий Васильевич (RU), Лаврухин Сергей Петрович (RU), Лучкин Максим Сергеевич (RU) (RU) -С04В 35/532

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в торцовых уплотнениях узлов трения авиационной и наземной техники, где требуется работоспособность материалов в условиях вакуума, избыточных давлений, сухого трения, повышенной влажности и отрицательных температур. Технический результат заявленного изобретения заключается в достижении более высоких значений герметичности и снижении газопроницаемости самосмазывающегося материала. Продукт механической обработки искусственного мелкозернистого графита (искусственный графит с температурой обработки не менее 2400°C) рассеивают для получения фракционного состава минус 90 мкм не менее 97%. Пек каменноугольный высокотемпературный измельчают до получения не менее 97 % фракции с размером частиц минус 90 мкм. Отобранные фракции искусственного графита нужного размера и твердой смазки – нитрида бора перемешивают в подогреваемом смесителе до достижения температуры массы 150-200°C, затем добавляют высокотемпературный пек, органическую добавку (кислота олеиновая) и догревают до температуры массы 160-200°C. Полученную массу измельчают до пресс-порошка с гранулометрическим составом не менее 97 % фракции минус 90 мкм, осуществляют магнитную сепарацию, затем формируют заготовки, после проводят обжиг при температуре до 1000 °С. В диапазоне 400-600 °С скорость нагрева не более 5°С в час. Обожженные заготовки, содержащие продукт механической обработки

искусственного мелкозернистого графита в количестве 70-75 мас.%, нитрид бора в количестве 8-12 мас.%, связанные пековым коксом в количестве 16-22 мас.%, с открытой пористостью 10-20 % дополнительно уплотняют каменноугольным пеком с температурой размягчения 65-110°C и осуществляют высокотемпературную обработку при 1500-2050°C, далее заготовки пропитывают раствором фурфуролилового спирта и полимеризуют при температурах 250-300°C до достижения требуемых показателей герметичности материала.

## МЕДИЦИНА

### **17. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ОБРАЗЦА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ**

**Патент RU № 2699144 от 12.08.2020 года.** З. № 2019127209 от 29.08.2019 года. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН) (RU)– В33У 10/00

Изобретение относится к медицине, в частности биокерамическим материалам, предназначенным для изготовления костных имплантатов и/или замещения дефектов при различных костных патологиях. Технический результат изобретения - получение керамических образцов на основе  $\beta$ -трикальцийфосфата с общей пористостью до 80%.

### **18. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМОГО ПОКРЫТИЯ С ВЫСОКОЙ ГИДРОФИЛЬНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРА**

**Патент RU № 2746725 от 19.04.2021 года.** З. № 2019143991 от 26.12.2019 года. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "Московский институт электронной техники" (RU)– А61L 27/00

Изобретение относится к медицине, а именно к способу получения покрытия с высокой гидрофильностью на основе биodeградируемого полимера. Способ получения покрытия с высокой гидрофильностью на основе биodeградируемого полимера путем нанесения на поверхность, в том числе поверхность имплантатов, раствора с последующей обработкой поверхности в плазме, при этом в качестве основного растворителя в составе раствора используют один из следующих растворителей, обладающих температурой кипения до 110°C, или их смесь: тетрагидрофуран, дихлорметан, диоксан, этилацетат, причем для приготовления раствора в качестве биodeградируемого полимера используют сополимер лактида и капролактона, причем дополнительно осуществляют добавление в раствор от 0,5% до 20% по массе по отношению к основному растворителю веществ, играющих роль модифицирующей добавки и представляющих собой хотя бы одно из следующих веществ: бензальдегид, ацетофенон; для удаления остаточного количества основного растворителя из получаемого покрытия осуществляют термообработку покрытия при температуре, не превышающей температуру стеклования биodeградируемого полимера, при этом последующую обработку покрытия в плазме проводят в камере с низкотемпературной плазмой, формируемой высокочастотным генератором при удельной мощности не более 60 мВт/см<sup>2</sup> в течение не более 100 с и энергии ионов менее 100 эВ. Вышеописанный способ позволяет формировать покрытия с существенным улучшением гидрофильности – уменьшение по углу смачивания водой составляет около 5-10°, способ также позволяет достичь существенного увеличения

времени сохранения сформированной гидрофильности поверхности. Изобретение относится к медицине, в частности биокерамическим материалам, предназначенным для изготовления костных имплантатов и/или замещения дефектов при различных костных патологиях.