

## ABSTRACTS IN RUSSIAN

**Влияние механических воздействий на фазообразование синтезированного материала на основе дисилицида молибдена****П. М. Бажин\***, А. М. Столин, А. П. Чижиков, А. С. Константинов, М. В. Михеев*ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения» РАН,  
Россия, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 8*

\* Тел. +7 (49652) 46 346, E-mail: olimp@ism.ac.ru

**Аннотация**

Показана целесообразность получения материалов на основе дисилицида молибдена в условиях сочетания процесса горения со сдвиговым деформированием продуктов синтеза. Установлено, что механические воздействия оказывают влияние на процессы горения, фазо- и структурообразования материалов, приводящие к изменению размера зерен, их морфологии и качества готового продукта. Сдвиговое деформирование при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе приводит практически к 100%-му выходу порошка дисперсностью менее 500 мкм.

**Ключевые слова**

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез; сдвиговое деформирование; механические воздействия; силициды; синтез; фазообразование.

**Математическое и физическое моделирование процесса раскатки конического вала авиационного назначения****Р. Ю. Сухоруков<sup>1</sup>, А. А. Сидоров<sup>1</sup>, А. И. Алимов<sup>1</sup>, М. И. Нагимов<sup>2</sup>, Ф. З. Утяшев<sup>2\*</sup>**<sup>1</sup> *Институт машиноведения им. А. А. Благонравова РАН, г. Москва, Россия*<sup>2</sup> *Институт проблем сверхпластичности металлов РАН,  
Россия, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Халтурина, д. 39*

\* Тел. +7 (917) 448 86 69, E-mail: imsp@anrb.ru

**Аннотация**

Одним из наиболее перспективных способов изготовления осесимметричных деталей типа диск или полый вал газотурбинных двигателей является локальное деформирование на раскатных станах. Для проектирования данного класса технологических операций и оборудования эффективно применение физического и математического моделирования. Приведены методика и результаты физического и математического конечно-элементного моделирования процесса локального деформирования детали типа конус с цилиндром из хромистой стали 11X11H2B2MФ-Ш. Произведен анализ энергосиловых параметров технологического процесса и анализ возможности разрушения детали в процессе деформирования.

**Ключевые слова**

Изотермическая штамповка; раскатка; конечно-элементный анализ.

**Влияние фуллерена C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub> и углеродных нанотрубок на теплофизические свойства азот- и кислородсодержащих жидкостей (ракетных топлив)****М. М. Сафаров<sup>1\*</sup>, Н. Б. Давлатов<sup>2</sup>, М. М. Гуломов<sup>2</sup>, М. А. Зарипова<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *Филиал НИУ «Московский энергетический институт», г. Душанбе, Республика Таджикистан*<sup>2</sup> *Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими,  
Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, ул. акад. Раджабовых, д. 10*

\* Тел.: +7 (992 37) 221 35 11; E-mail: ttu@ttu.tj

**Аннотация**

Приведены результаты экспериментального исследования теплофизических свойств (теплопроводности, теплоемкости, плотности и температуропроводности) азот-, кислородсодержащих жидкостей как в чистом виде, так и содержащих до 0,5 % фуллереноподобных углеродов и углеродных нанотрубок диаметром 40, 50, 60 нм) в интервале

температур 293...453 К и давления 0,101...49,01 МПа. Для измерения теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности использовался автоматизированный метод монотонного разогрева и регулярного теплового режима первого рода. Общая относительная погрешность измерения теплопроводности, теплоемкости, плотности и температуропроводности при доверительной вероятности  $\alpha = 0,95$  равны соответственно 2,6; 3,4; 0,1; 4,5 %. Используя закон соответственных состояний и экспериментальные данные по теплопроводности, теплоемкости, плотности и температуропроводности исследуемых образцов, получено эмпирическое уравнение, позволяющее рассчитать теплофизические свойства неисследованных жидкостей при различных температурах и давлениях.

**Ключевые слова**

Теплопроводность; теплоемкость; плотность; коэффициент температуропроводности; азотсодержащие жидкости; кислородсодержащие жидкости; метод монотонного разогрева; регулярный тепловой режим первого рода.

---

**Природа и мультимасштабные методы характеристики механических свойств:  
от наноструктурных материалов до единичных макромолекул.****Часть I. Теоретический предел прочности. Размерные эффекты****Ю. И. Головин**

*НОЦ «Нанотехнологии и наноматериалы»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина»,  
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, д. 33*

Тел. +7 (4752) 53 26 80; E-mail: golovin@tsu.tmb.ru

**Аннотация**

Рассмотрены закономерности изменения механических свойств твердых тел и наноструктурных материалов по мере уменьшения характерных размеров объекта, его морфологических или структурных единиц в наномасштабную область до единичных молекул, а также методы их экспериментального определения и исследования. Особое внимание уделено природе размерных эффектов и атомным механизмам деформации и разрушения в наномасштабе. Обсуждены пути достижения теоретического предела прочности и создания высокопрочных материалов.

**Ключевые слова**

Механические свойства наноструктурных материалов; наноиндентирование; силовая спектроскопия единичных молекул; теоретический предел прочности; размерные эффекты в механических свойствах; атомные механизмы пластической деформации в наномасштабе.

---

**Жидкофазная адсорбция органического красителя на стандартных  
и наномодифицированных активированных углях:  
равновесные и кинетические исследования****И. В. Романцова\*, А. Е. Бураков, А. Е. Кучерова, Е. А. Нескоромная, А. В. Бабкин, А. Г. Ткачев**

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Ленинградская, д. 1*

\* Тел. +7 (953) 703 37 13; E-mail: iris\_tamb68@mail.ru

**Аннотация**

Рассмотрено изучение кинетических параметров адсорбции органического красителя (метилового оранжевого) из водных растворов на стандартных и наномодифицированных углеродных материалах в статических условиях. Коммерчески доступный кокосовый активированный уголь NWC использован как исходный материал, который модифицирован многостенными углеродными нанотрубками. Углеродные нанотрубки синтезированы каталитическим пиролизом углеводородов на металлоксидном катализаторе, полученном цитратным золь-гель методом. Концентрация метилового оранжевого в растворе определены спектрофотометрически (длина волны 400 нм). Для каждого типа адсорбента (стандартного и наномодифицированного) наблюдалось химическое взаимодействие между функциональными группами и молекулами красителя. Кинетика адсорбции для двух видов активированного угля проанализирована с помощью моделей псевдо-первого и псевдо-второго порядков, при этом модель псевдо-второго порядка описывает процесс с коэффициентом корреляции 0,99. Вычислены константы скорости адсорбции. Обнаружено, что равновесие в процессе адсорбции метилового оранжевого на наномодифицированном активированном угле достигается

---

в 1,5 раза быстрее, чем на исходном угле, а также адсорбционная способность модифицированного образца в 2,1 раза выше, чем у стандартного. Полученные результаты позволяют предположить, что наномодифицированные активированные угли могут быть использованы как перспективный сорбент для удаления органических загрязнителей из сточных вод.

#### Ключевые слова

Жидкофазная адсорбция; активированный уголь; органические загрязнители; углеродные нанотрубки; кинетика; константы скорости адсорбции.

### Перспективный композиционный материал для систем регенерации воздуха индивидуального и коллективного типов

Т. В. Гладышева<sup>1</sup>, Н. Ф. Гладышев<sup>1</sup>, С. И. Дворецкий<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> НОЦ «Новые химические технологии», г. Тамбов, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Ленинградская, д. 1

\* Тел. +7 (4752) 63 94 42; E-mail: sdvoretzky@tstu.ru

#### Аннотация

Разработаны композиционный полимерно-неорганический материал (на основе надпероксида калия), сочетающий комбинацию свойств полимерной матрицы (гибкость, устойчивость к механическим воздействиям и др.) и функционального наполнителя, и экологически чистая технология получения регенеративного продукта для систем регенерации воздуха обитаемых объектов (космических, подводных и др.). Технология заключается в нанесении щелочного раствора пероксида водорода на индифферентную пористую волокнистую матрицу из стекловолокна с последующей термообработкой при атмосферном давлении в потоке горячего, очищенного от диоксида углерода воздуха, или в вакууме. Нанокристаллы надпероксида калия, синтезированные из щелочного раствора пероксида водорода, прочно закрепляются на стекловолочке, что препятствует образованию пыли при эксплуатации регенеративного продукта. Кроме того, большое число активных центров при развитой поверхности материала обеспечивает повышенную (на 30...40 %) сорбционную емкость регенеративного продукта на матрице по диоксиду углерода по сравнению с регенеративным продуктом в форме гранул. Применение полимерно-неорганических адсорбирующих материалов в устройствах регенерации воздуха позволяет снизить массу и габариты изделий и при этом существенно повысить их физиолого-гигиенические показатели.

#### Ключевые слова

Химическая регенерация воздуха; регенеративный продукт; стекловолокнистая полимерная матрица; надпероксид калия; нанокристаллы; диоксид углерода; кислород; хемосорбция; кинетика; коэффициент регенерации; сорбционная емкость; кажущаяся плотность; сорбционная активность

### Особенности технологии комбинированной твердофазной экструзии, формирования структуры и свойств фторполимерных молекулярных композитов

В. Л. Полуэктов<sup>1</sup>, В. В. Худяков<sup>1</sup>, В. М. Бузник<sup>2</sup>, Г. С. Баронин<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> НОЦ ТамбГТУ–ИСМАН «Твердофазные технологии», Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112Е

<sup>2</sup> ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», г. Москва, Россия

\* Тел. +7 (4752) 63 03 95; E-mail: baronin-gs@yandex.ru

#### Аннотация

Рассмотрены особенности реализации двух методов твердофазной экструзии полимеров за один технологический цикл, как основного инструмента структурной модификации полимерных систем. Представлены результаты смежной работы по исследованию новых методов получения нанокompозитов на основе фторполимера из газовой фазы и оценки их эксплуатационных свойств. Объектами работы послужили нанокompозиты на основе политерафторэтилена (ПТФЭ), включающего металлические и керамические наночастицы и ультрадисперсный ПТФЭ, полученного молекулярным смешением из газовой фазы. Применены методы исследования эксплуатационных свойств полимерных композитов: определение удельной скорости поглощения энергии в зависимости от температуры образцов в режиме дифференциально сканирующей калориметрии, измерения величины разрушающего напряжения в условиях поперечного среза исходных и модифицированных образцов, определение теплостойкости и внутренних ориентационных напряжений методом построения диаграмм изометрического нагрева, определение тепло- и температуропроводности, оценка износостойкости в режиме абразивного износа. По результатам проведенных исследований по оценке технологических и эксплуатационных характеристик полученных образцов сделан вывод о характере и степени

влияния предлагаемого твердофазного метода переработки на структуру полимерных материалов на основе политетрафторэтилена и возможности регулирования их свойств. Проведена сравнительная оценка предлагаемого метода с традиционными методами по переработки полимерных композиций. Рассмотрены возможности практического применения предлагаемого инструмента и метода комбинированной твердофазной экструзии многокомпонентных полимерных систем.

**Ключевые слова**

Твердофазная экструзия; политетрафторэтилен; пластическая деформация; прочностные и теплофизические свойства; металлические и керамические наночастицы.

---

**Метод отсчетных поверхностей для слоистых композитных оболочек из функциональных материалов**

**Г. М. Куликов<sup>\*</sup>, А. А. Мамонтов, С. В. Плотникова, М. Г. Куликов, С. А. Мамонтов**

*Кафедра «Конструкции зданий и сооружений»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106*

\* Тел. +7 (4752) 63 04 41; E-mail: gmkulikov@mail.ru

**Аннотация**

Представлена реализация метода отсчетных поверхностей для расчета напряжений в трехмерной постановке в слоистых упругих и электроупругих оболочках из функциональных материалов. Метод отсчетных поверхностей основан на введении в  $n$ -м слое  $I_n$  неравномерно расположенных отсчетных поверхностей, параллельных срединной поверхности оболочки в целях введения электрических потенциалов и перемещений этих поверхностей в качестве искомых функций. Такой выбор неизвестных позволяет представить соотношения предложенной теории оболочек из функциональных материалов в очень компактной форме. Отсчетные поверхности внутри каждого слоя располагаются в узловых точках полинома Чебышева, что существенно улучшает сходимость метода отсчетных поверхностей.

**Ключевые слова**

Функциональный материал; слоистая пьезоэлектрическая оболочка; метод отсчетных поверхностей; геометрически точный трехмерный элемент оболочки.

---

**Измерение коэффициента температуропроводности многослойных графеновых нанопластинок методом периодического нагрева**

**Д. А. Любимова<sup>\*</sup>, С. В. Пономарев, А. Г. Дивин**

*Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 116*

\* Тел. +7 (953) 706 52 03; E-mail: divinadar@yandex.ru

**Аннотация**

Даны описания способов повышения точности измерения теплофизических свойств (коэффициента температуропроводности) материалов. Знание таких характеристик является одним из самых важных факторов в моделировании промышленных процессов, так как их определение с высокой точностью может помочь в достижении экономии энергии и сокращения расточительного потребления энергетических ресурсов при разработке новых теплоизоляционных материалов, технологий, а также строительства зданий и сооружений. Предлагаемый способ основан на периодическом нагреве и может быть использован для повышения точности измерений и нахождения оптимальных параметров для производства теплоизоляционных материалов. Периодические колебания температуры сгенерированы с помощью элемента Пельтье. Разработаны математические и физические модели; измерительная установка автоматизирована с использованием графической среды программирования LabView. Выполнен анализ возможных источников погрешностей и предложены способы уменьшения их значений. Оборудование экспериментально откалибровано с использованием стандартного материала (оргстекла); полученные данные подтвердили целесообразность разработанной математической модели. Проведен ряд экспериментов с наноматериалом – графеновыми нанопластинками (ГНП). Предложенный метод и экспериментальная измерительная установка позволили выявить сильную зависимость между температуропроводностью ГНП и содержанием влаги.

**Ключевые слова**

Периодический нагрев; теплоизоляционные материалы; графеновые нанопластинки; коэффициент температуропроводности; погрешность измерения.

---