

## ABSTRACTS IN RUSSIAN

**Микроструктура приваренных лазером слоев из стали марки 32CrMoV12-28 и мартенситно-стареющего сплава после старения****В. Щербак<sup>1</sup>, Д. Ставрев<sup>2\*</sup>**<sup>1</sup> Акционерное общество «Металл», 9000, Варна, Болгария<sup>2</sup> Технический университет – Варна, Болгария, 9010 Варна, ул. Студентска, 1

\* Тел. +7 10 359 888 606 472; E-mail: d\_stavrev@abv.bg

**Аннотация**

Исследованы возможности применения технологии лазерной приварки для ремонта полостей литейных форм. На поверхность образцов, изготовленных из стали марки 32CrMoV12-28 (DIN), приварен дополнительный материал – мартенситно-стареющий сплав с химическим составом 0,02C–19,3Ni–0,4V–2Cr–14,5Co–4,7Mo–0,25Al–0,2Mn–0,2Si (% масс.). Поверхность обработана импульсным лазером AL 200 Nd: YAG с длиной волны 1064 нм. Для оценки возможности дополнительного упрочнения приваренных слоев образцы нагревали в течение 1 ч при температурах 450, 500, 550 и 600 °С. Микроструктура исследована с помощью световой микроскопии. Микротвердость по Виккерсу измеряли с нагрузкой в 100 г и проводили анализ рентгеновской дифракции. После лазерной приварки получен упрочненный поверхностный слой, микроструктура которого обладает дендритной морфологией, и состоит, в основном, из феррита, насыщенного легирующими элементами. Наблюдаются интерметаллические соединения типа Fe–Cr и Fe–Al. После старения Ni–Al и Ni–Mo фазы осаждаются в максимальном количестве при температуре 550 °С. После старения при данной температуре наблюдалась максимальная твердость в 600...650 HV, в два раза большая, чем на приваренном слое. Следующее повышение температуры приводит к уменьшению твердости до 400...450 HV в связи с нарушением когерентных связей между фазами и преобразованием дендритной морфологии в равноосные кристаллы. В результате исследования, применение лазерной приварки дополнительного материала – мартенситно-стареющего сплава, может быть рекомендовано для ремонта полостей литейных форм.

**Ключевые слова**

Лазерное приваривание; инструментальные стали; мартенситно-стареющие сплавы; интерметаллические фазы.

**Термодинамические свойства многокомпонентных аморфных сплавов в системах Fe–Si–B–Ni и Fe–Si–B–Ni–Co–Cr–Mo****Б. Б. Хина<sup>1\*</sup>, Г. Г. Горанский<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Физико-технический институт Национальной Академии Наук Беларуси, Республика Беларусь, 220141, г. Минск, ул. Купревича, 10;<sup>2</sup> Научно-технологический парк «Политехник», Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь, 220027, г. Минск, пр-кт Независимости, д. 65

\* Тел. (+3 (7529) 302 93 87; E-mail: khina\_brs@mail.ru

**Аннотация**

Химический потенциал железа в аморфной фазе многокомпонентных сплавов Fe – 7,3 % Si – 14,2 % B – 8,26 % Ni (сплав 1) и Fe – 0,32 % Si – 4,8 % B – 6,68 % Ni – 2,42 % Co – 8,88 % Cr – 6,42 % Mo (сплав 2), которые содержат кристаллические и аморфные фазы, определяется на основе экспериментальных результатов и теоретической модели. Сплавы получены путем закаливания расплава со скоростью охлаждения порядка 105 К/с и последующего механического размалывания в мельнице тонкого помола, что приводит к увеличению доли аморфной фазы и улучшению ее термостойкости. Химический потенциал железа в неравновесном сплаве, содержащем аморфную и кристаллическую фазы ( $\alpha$ -твердый раствор на основе железа, FeB, Fe<sub>2</sub>B, FeSi и другие соединения), определены электрохимическим методом. Для химического потенциала железа в аморфной фазе по результатам электрохимических измерений разработана термодинамическая модель с использованием подхода CALPHAD для кристаллических фаз и базы данных SGTE для чистых элементов. При оценке вклада энтальпии и энтропии в химический потенциал Fe в аморфных фазах использована теория несоответствия энтропии. Показано, что размалывание в мельнице улучшает устойчивость многокомпонентных аморфных фаз в указанных системах, что может быть вызвано изменениями в кластерной атомной структуре аморфной фазы вследствие интенсивной пластической деформации.

**Ключевые слова**

Аморфные сплавы; химический потенциал; парциальная молярная энтальпия; энтропия несоответствия; парциальная молярная энтропия; подход CALPHAD.

**Известковые сухие строительные смеси, модифицированные комплексной добавкой на основе золя кремниевой кислоты****С. А. Монтаев, В. И. Логанина, Н. Б. Адилова\*, Б. Т. Шакешев***Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Казахстан, 090009, Западно-Казахстанская обл., г. Уральск, ул. Жангир хана, 51**\* Тел. +7 (7112) 51 61 33; E-mail: adnur@mail.ru***Аннотация**

Представлены известковые составы, предназначенные для реставрации памятников архитектуры и зданий исторической застройки, а также для отделки вновь возводимых объектов. Рекомендовано для повышения качества известковых составов вводить в их рецептуру наноструктурирующие добавки (золь кремниевой кислоты и его модификации, гидросиликаты натрия, органоминеральные добавки). Предложена технология получения модифицирующих добавок, в том числе с применением местных материалов. Установлены закономерности твердения известковых композиций с модифицирующими добавками. Рассмотрена совместимость модифицированных смесей с поверхностями, ранее окрашенными известковой краской. Подобраны виды пигментов, позволяющие разнообразить цветовую гамму покрытий.

**Ключевые слова**

Опока; комплексные добавки; срок старения; стабилизация.

---

**Природа и мультимасштабные методы характеристики механических свойств: от наноструктурных материалов до единичных макромолекул****Часть II. Прочность низкоразмерных материалов****Ю. И. Головин***НОЦ «Нанотехнологии и наноматериалы»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина»,  
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, д. 33;  
Химический факультет, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 3**Тел. +7 (4752) 53 26 80; E-mail: golovin@tsu.tmb.ru***Аннотация**

Проанализированы экспериментальные данные, касающиеся механических свойств низкоразмерных объектов и материалов: пленочных покрытий, тонких приповерхностных слоев, сверхрешеток, наностолбиков, волокон, нанотрубок и макромолекул. Для нанокристаллических материалов рассмотрены зависимости твердости, предела текучести и прочности от размеров зерна. Обсуждаются границы применимости соотношения Холла–Петча и физические причины, вызывающие отклонения от него. Рассмотрена динамика поведения единичных молекул под действием растущей или постоянной приложенной силы. Приведены оценки роли механических характеристик биологических макромолекул в функционировании живых систем.

**Ключевые слова**

Механические свойства низкоразмерных материалов; тонкие пленки; сверхрешетки; наностолбики; волокна; углеродные нанотрубки; макромолекулы.

---

**Влияние углеродных нанотрубок «Таунит» на свойства гальванических и анодно-оксидных покрытий****Д. Н. Симагин\*, А. А. Гравин, В. Ю. Кулаков, Ю. В. Литовка, И. А. Дьяков***Кафедра «Системы автоматизированной поддержки принятия решений»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Ленинградская, д. 1**\*Тел. + 7 (4752) 63 26 01; E-mail: nanotam@yandex.ru***Аннотация**

Исследованы свойства покрытий, полученных электроосаждением из электролитов, содержащих углеродные нанотрубки «Таунит». Разработана технология нанесения цинкового покрытия из электролита с добавками нанокремнезема для повышения защитной способности от коррозии. Углеродные нанотрубки (УНТ) являются дополнительными центрами кристаллизации, что приводит к уменьшению размеров кристаллов покрытия. Потенциодинамический метод определения скорости коррозии показал, что скорость коррозии снижается в 4 раза в присутствии углеродных нанотрубок «Таунит» в электролите при концентрации 100 мг/л. Предположено, что повышенная коррозионная стойкость обусловлена изменением структуры цинкового покрытия. Исследованы свойства покрытий, полученных электроосаждением из электролитов, содержащих УНТ марки «Таунит». Установлено, что анодное окисление в электролитах, содержащих УНТ «Таунит», приводит к изменению морфологии покрытия и улучшению теплоотдающих свойств в воздушной среде. Выявлено влияние различных концентраций углеродных наноматериалов (УНМ) в электролите серебрения на характеристики покрытий. Проведено исследование наномодифицированных палладиевых гальванических покрытий, в результате которого выявлено влияние различных концентраций УНМ в электролите палладирования на микроструктуру и механические свойства покрытий.

**Ключевые слова**

Углеродные нанотрубки «Таунит»; цинковые покрытия; защита от коррозии; анодирование; серебрение; палладирование.

## Исследование процессов структурообразования в кондитерских массах

П. М. Смолихина\*, Е. И. Муратова, С. И. Дворецкий

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 292000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106*

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

### Аннотация

Выявлена необходимость комплексного изучения реологических свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для обоснования оптимальных режимов производства и получения изделий с заданными структурно-механическими характеристиками. Установлен характер изменения пластической прочности полуфабрикатов в зависимости от режимов выстойки и влияния добавок растительного происхождения на процесс структурообразования. Изучено влияние фитодобавок и овощных порошков на прочность адгезионных контактов между слоями конфетных масс при формировании многослойных кондитерских изделий. Представлены результаты моделирования определения оптимального соотношения рецептурных ингредиентов, обеспечивающих заданные структурно-механические характеристики корпусов жележных конфет. На основании результатов исследований влияния дозировки и дисперсности фитодобавок и овощных порошков на вязкость конфетных масс при различных температурах и скоростях деформации разработаны рекомендации для выбора режимов термомеханической обработки помадной и жележной масс при темперировании и отливке.

### Ключевые слова

Адгезия; реология; пластическая прочность; структурообразование; кондитерские массы.

## Математическое моделирование процесса растворения гранул персульфата аммония в серной кислоте

Е. Н. Туголуков\*, Е. В. Галунин, А. В. Таров, Н. Р. Меметов, 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 (910) 853 31 56; E-mail: tugolukov.en@mail.ru

### Аннотация

Технология получения многослойных графеновых материалов методом интеркалирования графита включает процесс растворения твердых гранул при приготовлении раствора персульфата аммония в серной кислоте. Цель математического моделирования процесса получения многослойных графеновых материалов – разработка методики расчета оборудования для промышленного производства графеновых материалов. Использован интервальный алгоритм моделирования процессов с подвижными границами раздела фаз. Представлены математические модели процессов растворения твердых гранул персульфата аммония в серной кислоте при отсутствии и наличии перемешивания. Рассмотрены условия массоотдачи с поверхности гранулы. Разработанная математическая модель позволяет оценить кинетику и время полного растворения гранул в зависимости от условий осуществления процесса, а также условия осуществления процесса, обеспечивающие его завершение за заданное время.

### Ключевые слова

Математическое моделирование; метод конечных интегральных преобразований; растворение гранул.

## Термохимическое исследование процесса отверждения толстостенных конструкций из полимерных композитов для промышленного применения

О. С. Дмитриев\*, А. А. Живенкова, А. О. Дмитриев

*Кафедра физики, ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112*

\* Tel.: + 7 (4752) 63 03 69; E-mail: phys@nnn.tstu.ru

### Аннотация

Исследование способствует пониманию термохимических процессов, происходящих при отверждении полимерных композитов, особенно в толстостенных конструкциях. Во время производственного процесса термохимические свойства материала претерпевают значительные изменения и зависят от большого числа факторов. Главной частью данного исследования является улучшение стратегии и экспериментальное изучение поведения свойств материала в течение процесса изготовления полимерного композита. Исследование термохимических свойств, моделирование процесса отверждения и расчет оптимальных технологических режимов производства толстостенных конструкций из полимерных композитов выполнены с помощью специализированной информационно-измерительной системы. Представлены результаты исследования термохимических свойств в процессе отверждения полимерных композитов и оптимальные режимы отверждения для промышленного применения при производстве толстостенных конструкций.

### Ключевые слова

Производственный процесс; оптимальные режимы отверждения; полимерные композиты; моделирование; термохимические свойства; толстостенные конструкции.

**Разработка долговечных декоративно-защитных плит на основе древесных композитов  
для фасадной отделки зданий**

**А. В. Ерофеев\*, В. П. Ярцев**

*Кафедра «Конструкции зданий и сооружений»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112*

\* Тел.: + 7 (910) 851 67 44; E-mail: av.erofeev@ya.ru

**Аннотация**

Разработан материал для финишной облицовки фасадов зданий. Декоративно-защитные плиты для фасадной отделки зданий представлены в виде слоистого композита, состоящего из подложки (основы), связующего и материала декоративного слоя. Технология изготовления состоит из четырех этапов. Атмосферные воздействия смоделированы климатическими испытаниями. Определен оптимальный расход материала декоративного слоя на единицу площади. Прочность и долговечность декоративно-защитных плит зависит от материала основы. Под воздействием атмосферных факторов и растворов агрессивных сред наблюдается снижение прочности плит. Эксплуатационная долговечность разработанных плит составляет не менее 15 лет. На основании проведенных исследований рекомендовано применять фанеру марки ФСФ в качестве основы декоративно-защитных плит. Экономическая обоснованность применения плит базируется на сравнении стоимости устройства финишной отделки жилого дома при использовании декоративно-защитных плит на основе фанеры, облицовочного кирпича, винилового сайдинга и керамогранита.

**Ключевые слова**

Фасадная отделка; системы утепления; защита утеплителя; древесные композиты; влияние атмосферных воздействий; эксплуатационная долговечность.

---

**Рентгенодифрактометрические исследования структурных характеристик  
полупроницаемых мембран МГА-95 и ESPA**

**В. Ю. Попов, И. В. Хорохорина, Ю. М. Головин, В. М. Поликарпов, С. И. Лазарев\***

*Кафедра «Прикладная геометрия и компьютерная графика»,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112*

\* Тел. +7 (4752) 63 03 70; E-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

**Аннотация**

Дано описание результатов исследований аморфных и кристаллических областей в полупроницаемой мембране МГА-95 с учетом влияния потока из трех процессов – миграции, диффузии и конвекции потоков растворенного вещества и растворителя. Полученные данные устанавливают, что в процессе набухания происходит изменение надмолекулярной структуры материала мембраны вследствие изменения кристаллических и аморфных областей ее образца. Получены данные по аморфным областям для образцов воздушно-сухого, набухшего и бывшего в эксплуатации полупроницаемой мембраны. Представлен сравнительный анализ дифрактограмм новой и бывшей в эксплуатации мембраны МГА-95. Отмечено, что фактор наложения внешнего воздействия играет стимулирующую роль на перенос вещества, но не на внутримолекулярные структурные изменения основы мембраны. По результатам исследований и интерпретации экспериментальных данных определены размеры пор методом малоуглового рентгеновского рассеяния для мембран обратносомотического типа – это МГА-95 и ESPA. Полученные данные позволили сделать выводы по относительной однородности распределения пор по толщине активного слоя мембраны, а также определить их конфигурацию. Получены экспериментальные данные по морфологии поровой поверхности полупроницаемых мембран, согласно которым отмечается, что сорбционное пространство мембран МГА-95, ESPA образовано порами нескольких видов с различной морфологией поверхности: поры меньшего радиуса с более гладкой поверхностью, крупные поры – с изрезанной. Число пор большого радиуса – 12,9 и 16,8 нм – равно 20 и 35,6 % для МГА-95, ESPA соответственно. Рассчитаны значения удельных поверхностей, значения которых оказались равными для мембран: МГА-95 –  $c_{уд} = 9.15 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ ; ESPA –  $c_{уд} = 5.95 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ .

**Ключевые слова**

Мембрана; аморфная структура; радиус пор; морфология; капилляры; кристалличность; удельная поверхность.

---