



## **Тэхніка**

УДК 669.76:548.24

### **Чикова Т.С. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВОЙНИКОВЫХ ПРОСЛОЕК В МЕТАЛЛАХ**

**Ключевые слова:** пластическая деформация, механическое двойникование, моделирование, реологические свойства, металлы, гистерезис, эффект Баушингера.

Проведено феноменологическое описание реологических свойств единичных двойниковых прослоек в металлах. На основании модели стандартного твердого тела получены аналитические зависимости напряжений и деформаций при двойниковании металлических кристаллов под действием знакопеременных нагрузок. Теоретически изучены гистерезисные свойства двойниковых границ и эффект Баушингера на двойниковых границах. Эффект Баушингера при двойниковании состоит в том, что если кристалл нагружается сначала в прямом, а затем в обратном направлении, то с изменением знака нагрузки двойниковые границы начинают перемещаться при более низком уровне напряжения по сравнению с напряжением, при котором прервано прямое двойникование. Предложены методики расчета декремента затухания и параметра эффекта Баушингера для единичных двойниковых прослоек в металле. Проведено сравнение результатов расчетов с данными экспериментального изучения изменения размеров двойниковых прослоек при различных режимах знакопеременного нагружения кристаллов висмута и цинка.

**Рис. – 5. Библиограф. – 9 назв.**

УДК 535.14+621.373

### **Лецик С.Д., Шупан П.И., Лежава А.Г. ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ХРОМА ИЗ НАНОЭЛЕКТРОЛИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ ТВЕРДОФАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

**Ключевые слова:** импульсная лазерная абляция, наночастицы, наноэлектродит, микроскопия, электрохимические покрытия.

Цель работы – исследование процесса формирования и характеристик гальванических функциональных покрытий на основе хрома из электролитов, содержащих наночастицы, полученные методом импульсной лазерной абляции графита в водной среде. Научная новизна работы состоит в том, что впервые экспериментально исследован процесс электроосаждения гальванического хрома из электролита с добавлением водной суспензии наночастиц, полученных лазерной абляцией твердофазных материалов в воде, и изучены морфологические характеристики сформированных таким образом покрытий. Практическая значимость работы обусловлена возможностью использования полученных экспериментальных данных для формирования теоретических и технологических основ осаждения композиционных электролитических покрытий из наноэлектродитов, полученных методом импульсной лазерной абляции твердых веществ в водной среде. Результаты будут полезны при создании функциональных покрытий, обладающих улучшенными характеристиками, в гальванических технологиях.

**Рис. – 5. Библиограф. – 8 назв.**

УДК 621.74.043.2+621.7.079

### **Пивоварчик А.А. РАЗРАБОТКА СОСТАВА РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ С ВЫСОКОЙ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

**Ключевые слова:** разделительные покрытия, литье под давлением, алюминиевые сплавы, поверхностно-активные вещества, soapstock, седиментационная устойчивость.

Цель данной работы – разработка состава разделительного покрытия на основе высокомолекулярных соединений для литья алюминиевых сплавов под высоким давлением. Научная новизна работы состоит в получении новых экспериментальных данных по влиянию soapstock на седиментационную устойчивость разделительных покрытий,

используемых при литье под давлением алюминиевых сплавов. В статье приведены результаты экспериментальных исследований по разработке состава разделительного покрытия на основе полиметилсилоксановых жидкостей с использованием в качестве поверхностно-активных веществ (ПАВ) неионогенного ПАВ и соапстока в качестве стабилизатора и разрыхлителя эмульсии. Результаты исследований будут полезны технологам при разработке состава разделительного покрытия для смазывания пресс-форм при литье алюминиевых сплавов под давлением.

**Библиограф. – 4 назв.**

УДК 621.88+621.762

**Калиниченко В.А., Калиниченко М.Л., Григорчик А.Н. НОВЫЙ МЕТОД КРЕПЛЕНИЯ ПОРИСТЫХ И КОМПАКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА**

**Ключевые слова:** компактно-пористые материалы, двухкомпонентные клеи, титановый порошок, компактная подложка, электросопротивление, прочность на разрыв, пористость, толщина клеевого состава.

Цель работы – оценка возможности изготовления компактно-пористых материалов на основе пористого титана, получаемого методом порошковой металлургии, и компактной основы (подложки) из беспористого титана или нержавеющей стали с использованием клеевых соединений. В настоящее время в Республике Беларусь такое направление исследований и разработок представлено слабо, хотя мировой опыт автомобилестроения и авиастроения свидетельствует о перспективности подобных работ. Для определения электропроводности и деформационно-прочностных свойств связки компактного материала с пористой составляющей, скрепленной на основе промышленного клея, были подготовлены две группы образцов. Испытания образцов первой группы были проведены для предварительного отбора промышленных марок клея, а образцов второй группы – для оценки исследуемых параметров склейки компактов с порошком титана. С учетом результатов проведенных испытаний подтверждена возможность применения клеевых составов для производства изделий промышленного назначения на основе пористого и компактного титана.

**Рис. – 7. Табл. – 2. Библиограф. – 2 назв.**

УДК 621.22:538.975

**Чекан Н.М., Овчинников Е.В. ТЕРМОСТОЙКИЕ ВАКУУМНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

**Ключевые слова:** покрытие, поверхностная энергия, морфология, структура, свойства.

Рассмотрены структура и морфология многослойных композиционных покрытий на базе карбонитридов циркония при различных условиях формирования покрытия. Исследовано энергетическое состояние поверхностных слоев покрытий на основе ZrCN. Исходя из полученных результатов исследований по изучению процессов смачивания рассчитана поверхностная энергия разработанных покрытий. Установлены количественные значения величины адгезии покрытия ZrCN к стали 12X18H10T. Определены области нормальной нагрузки с наименьшим коэффициентом трения для покрытия ZrCN. Полученные результаты были использованы для нанесения упрочняющих жаростойких покрытий на основе ZrCN на партии металлообрабатывающего инструмента и технологической литейной оснастки, которые проходят испытания в производственных условиях.

**Рис. – 7. Табл. – 1. Библиограф. – 21 назв.**

УДК 614.843(476)

**Здор Г.Н., Потеха А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ СИСТЕМ ПОЖАРНОГО СТАЦИОНАРНОГО РОБОТА**

**Ключевые слова:** пожарный стационарный робот, генетические алгоритмы, эволюционное моделирование, направления совершенствования.

Приведены сведения о моделировании эволюции систем пожарного стационарного робота (ПСР). Основой методологии исследований являлись генетические алгоритмы и оригинальные авторские разработки. Ранжирование подсистем ПСР производили на основании исторических данных о развитии физической науки. В качестве функции приспособленности использовали S-образную функцию, хорошо описывающую все стадии жизненного цикла технической системы. Проведенные исследования позволяют утверждать, что в настоящее время прогресс в деле создания инновационных пожарных стационарных роботов определяется конструктивно-технологическими решениями в области систем управления и технического зрения. Реализация на практике новых систем управления будет

основываться не только на использовании вычислительной техники, но и технологий искусственного интеллекта и искусственного разума. Совершенствование систем технического зрения в своей долгосрочной перспективе может привести к реализации на практике принципа предупреждения, а не ликвидации чрезвычайной ситуации – пожаров.

**Рис. – 1. Табл. – 6. Библиограф. – 12 назв.**

УДК 614.843(476)

### ***Потеха В.Л., Кузнецова Е.В.* ЭВОЛЮЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ**

**Ключевые слова:** эволюционное моделирование, надежность, система автоматического пожаротушения, автотранспортная техника.

Обоснована методологическая целесообразность использования эволюционного моделирования при отслеживании динамики изменения состояний совершенствуемых технических подсистем для обеспечения современного уровня противопожарной защиты автотранспортной техники (АТТ). В качестве исследуемого объекта рассмотрена усовершенствованная система автоматического пожаротушения (САП) по патенту EP 1500412. Ранжирование подсистем САП осуществляли методом экспертных оценок. Полученные в результате расчетов значения фенотипов подсистем генерируемых поколений хромосом позволяют определить тенденции их эволюции и сделать выводы о перспективах использования при повышении надежности и безопасности АТТ. Итерационный рост значений функции приспособленности свидетельствует о повышении инновационности элементов САП автотранспортной техники. На основании проведенных исследований сделан вывод о том, что наиболее перспективные направления повышения инновационности рассмотренной системы автоматического пожаротушения заключены в совершенствовании конструкций воздушных емкостей под давлением, пиропатрона подушек безопасности и бортового компьютера.

**Рис. – 3. Табл. – 5. Библиограф. – 9 назв.**

УДК 620.022(075.8)

### ***Лиопо В.А., Овчинников Е.В., Ситкевич А.Л.* ВЛИЯНИЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ЧАСТИЦ МОДИФИКАТОРА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Ключевые слова:** кластеры, жидкость, температура расплава, квазикристаллы, морфология, полимеры.

Рассмотрены механизмы формирования металлических кластерных систем. Предложена статистическая модель расчета изменения степени кластеризации ( $q$ ), которая позволяет найти максимальное и минимальное значения  $q$ , выбрать наиболее оптимальную температуру расплава для получения объектов методом резкого охлаждения и объясняет, почему при таких методах можно получить квазикристаллические объекты. Установлена общая схема зависимости степени кластеризации от температуры расплава и потенциала межатомного взаимодействия. Показано, что кластерные структуры металлов являются активными модификаторами термопластичных полимеров.

**Рис. – 9. Библиограф. – 14 назв.**

УДК 621.891:678.01

### ***Тартаковский З.Л., Шаповалов В.М.* ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ**

**Ключевые слова:** рециклинг, смеси вторичных термопластов, полимерные композиции, технологические свойства, многократная переработка, структура, диэлектрическая прочность.

В результате проведенных исследований установлено, что структура и свойства полимерных композиций на основе смесей вторичных термопластов зависят от кратности ее переработки. Показано, что при двукратном температурно-силовом воздействии на полимерные смеси на основе отходов ПС/ПЭ и ПЭ/ППУ наблюдается интенсификация процесса диспергирования полистирола и полиуретана в полимерной матрице, обеспечивающая формирование более однородной структуры материала. Установлено, что летучие золы (ЛЗ) являются эффективными физическими модификаторами вторичных полимеров без существенного изменения их технологических свойств. Анализ изменения плотности композитов на основе вторичных полимеров и летучих зол и микросфер (МФ) свидетельствует, что при наполнении ими исследуемых полимеров до 10 мас. % наблюдается снижение их плотности. Аномалия снижения плотности в интервале 10 мас. % обусловлена, по-видимому, особенностями структуры ЛЗ и МФ, в которых присутствуют поры и газовые включения. С использованием исследованных смесей обеспечивается также эффективное получение электроизоляционных материалов с требуемым уровнем эксплуатационных свойств.

**Рис. – 4. Табл. – 1. Библиограф. – 7 назв.**

**Барсуков В.Г., Кудян С.Г. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
ЦЕНТРОБЕЖНОГО И ЭКСТРУЗИОННОГО МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ  
ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Ключевые слова:** расплав полимера, реологическая модель, центробежное формование, волокнисто-пористый материал, экструзия.

Цель работы – разработка инженерных методик расчетов кинематических и силовых параметров процессов формирования волокнисто-пористых полимерных материалов с использованием центробежных устройств капиллярного типа и выполнение с их помощью сравнительного реологического анализа центробежного и экструзионного способов производства таких материалов. Исследованы реологические аспекты получения волокнисто-пористых материалов из расплавов термопластичных полимеров с использованием центробежных капиллярных устройств. Разработаны инженерные методики и получены аналитические зависимости для расчета кинематических (распределение скоростей по сечению канала, объемный расход) и силовых (изменение давления по длине канала) параметров центробежного капиллярного устройства при течении ньютоновских и неньютоновских вязких жидкостей, моделирующих расплавы полимеров. Выполнен сравнительный анализ производительности устройств при центробежном и экструзионном способах формирования полимерных волокнисто-пористых материалов. Разработанные методики расчета могут быть применены в инженерной практике при создании высокоэффективных технологических процессов получения таких материалов, в том числе при проектировании соответствующей формообразующей оснастки.

**Рис. – 1. Табл. – 1. Библиограф. – 9 назв.**

**Барсуков В.В., Тарасюк В., Гракович П.Н., Барсуков В.Г. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ  
ТРЕНИЯ И ПЕРЕПАДОВ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПРЕССОВАНИИ КОМПОЗИТОВ  
НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

**Ключевые слова:** фторопласт, композиции, прессование, межчастичное трение, внешнее трение, напряженное состояние.

Цель работы – оценка диапазонов изменения осевого и бокового давлений, а также удельных сил трения при прессовании заготовок из композитов на основе фторопласта. Разработаны методики и получены аналитические зависимости для прогнозирования перепада осевого и бокового давлений по высоте прессуемой заготовки. Выполнена количественная оценка перепадов этих давлений по высоте формируемых заготовок при прессовании заготовок типа «втулка» и «цилиндр». С использованием специальной измерительной пресс-формы получены экспериментальные данные о распределении давления по высоте образца и по дну пресс-формы. Согласование теоретических и экспериментальных значений подтверждает корректность принятых расчетных схем. Установлены оценочные значения удельных сил трения, а также коэффициентов внешнего трения для законов трения Кулона и Зибеля–Прандтля. Разработанные методики расчета могут быть применены в инженерной практике при создании высокоэффективных технологий получения композиционных материалов, в том числе при проектировании соответствующей формообразующей оснастки.

**Рис. – 5. Табл. – 2. Библиограф. – 12 назв.**

**Волик А.Р. УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ТЕХНИЧЕСКОЙ ТКАНЬЮ  
ПТК «ХИМВОЛОКНО» ОАО «ГРОДНО АЗОТ»**

**Ключевые слова:** композитный материал, ткань, усиление, арматура, испытание, балки, разрушающий момент.

Композитные материалы находят всё большее применение в строительстве. Одним из возможных применений тканей из композитных материалов является их использование в качестве внешнего армирования растянутых зон строительных конструкций. Такая технология позволяет увеличить несущую способность конструкций, работающих на изгиб. В статье представлены результаты экспериментальных исследований механических свойств технической ткани ПТК «Химволокно». Определены механические характеристики технической ткани: предел прочности, предельные деформации, модуль упругости. Представлен анализ теоретических исследований несущей способности железобетонных балок, усиленных технической тканью производства ПТК «Химволокно» ОАО «Гродно Азот». Проведен анализ влияния дополнительного внешнего армирования растянутой зоны железобетонных балок технической тканью на несущую способность. Проведен анализ влияния процента внешнего армирования, процента армирования металлической арматурой и класса бетона на эффективность внешнего армирования.

**Рис. – 8. Табл. – 2. Библиограф. – 7 назв.**

**Торган А.Б. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВКЛАДА ПЛАСТИЧНОЙ И ВЯЗКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ  
В СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕЧЕНИЮ МАКАРОННОГО ТЕСТА**

**Ключевые слова:** макаронное тесто, формование, канал, течение, сопротивление, давление, скорость, производительность.

Цель работы – разработка методики и установление с ее помощью соотношения между пластичной и вязкой составляющими общего гидродинамического сопротивления при течении макаронного теста в канале ступенчато-переменного сечения. Разработана методика определения минимального давления формования, необходимого для преодоления предела текучести при сдвиге (предельного сопротивления сдвигу) макаронного теста, находящегося в каналах кругового, кольцевого, прямоугольного и произвольного сечений. Выполнена расчетная оценка этого давления при формовании теста первого и высшего сорта, а также теста на основе полукрупки для промышленно используемых типоразмеров каналов ступенчато-переменного сечения. Показано, что в общем гидродинамическом сопротивлении преобладает вклад составляющей, обусловленной вязким сдвиговым деформированием при течении. Предложена методика приближенной расчетной оценки скоростных и силовых параметров течения макаронного теста в каналах ступенчато-переменного сечения с использованием модели Бингама. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании формующей оснастки, а также при разработке методов расчета процессов формования макаронного теста.

**Рис. – 4. Табл. – 4. Библиограф. – 5 назв.**

**Клишанец Е.Т., Троцкая Т.П., Апанович З.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ХИТИНА  
РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Ключевые слова:** хитин, хитозан, биосорбент, биомасса *Aspergillus niger*, хитин-глюкановый комплекс.

В последнее время особенно возрастает интерес к полимеру хитину и его производным. Способы получения хитина и хитозана зависят от предъявляемых требований к конечному продукту. Для Республики Беларусь получение хитина и хитозана из нерыбных продуктов моря не представляется возможным. Для нашей страны целесообразным является добывать эти биополимеры из насекомых или биомассы грибов. Целью научного исследования является выявление особенностей состава, физико-химических свойств хитин-глюканового комплекса, полученного из продуцента лимонной кислоты *Aspergillus niger*, и научное обоснование возможностей и способов его использования в качестве биосорбента для лечебно-профилактического питания. Клеточная стенка гриба *Aspergillus niger* (отхода производства лимонной кислоты) содержит 20–25 % хитина. При выделении хитин-глюканового комплекса из этого вида сырья не только не требуется затрат на его добычу, но при этом достигается одновременная утилизация отходов биомассы.

**Табл. – 1. Библиограф. – 8 назв.**

**Сосновский С.В. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ**

**Ключевые слова:** центробежные насосы, конструкции насосов, сырая нефть, магистральные нефтепроводы, эффективность использования.

В статье приведены данные о номенклатуре и характеристиках насосного оборудования, применяемого на нефтепроводе «Дружба» и на зарубежных магистральных нефтепроводах, а также отражены основные проблемы его эффективного использования. Сделано заключение, что экономичная эксплуатация насосного оборудования является главной задачей при осуществлении магистрального транспорта нефти. На настоящий момент важнейшей проблемой, связанной с эффективностью его применения, является снижение КПД центробежных магистральных насосов вследствие изнашивания поверхностей рабочих колес и их уплотнительных колец в области щелевых уплотнений. Основной путь решения этой проблемы заключается в повышении износостойкости материалов деталей щелевых уплотнений и уменьшении величины биения роторов насосов.

**Рис. – 6. Библиограф. – 16 назв.**

**Башмаков В.И., Чикова Т.С. АТОМ ВОЕННЫЙ И МИРНЫЙ.  
70 ЛЕТ СО ДНЯ АТОМНОЙ БОМБАРДИРОВКИ ХИРОСИМЫ И НАГАСАКИ**

**Ключевые слова:** Хиросима, Нагасаки, атом, атомное ядро, радиоактивность, атомная бомба, атомная энергетика, использование атомной энергии.

Изложены исторические сведения об атомных бомбардировках японских городов Хиросима и Нагасаки в августе 1945 г. Приведены технические данные о сброшенных атомных бомбах «Малыш» – на Хиросиму и «Толстяк» – на Нагасаки. Описаны результаты последствий атомных бомбардировок. Проанализированы этапы изучения структуры и свойств атома и атомного ядра и научный вклад ученых в теоретические основы создания атомного оружия и атомной энергетике. Рассмотрены условия и последовательность создания первой атомной бомбы в США и СССР. Охарактеризовано современное состояние оснащения стран мирового сообщества атомным оружием. Приведены исторические факты развития атомной энергетике. Даны основные технические характеристики современных атомных электростанций. Показаны возможности и перспективы использования атомной энергии в мирных целях.

**Рис. – 8. Библиограф. – 45 назв.**