

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
"ВОПРОСЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ"

№ 2(62), 2010

СОДЕРЖАНИЕ

**МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ**

*Зотова А. О., Теплухина И. В.* Возможность обеспечения категории прочности КП-45 в крупногабаритных заготовках из стали марки 15Х2МФА с толщиной стенки до 490 мм для корпусов АЭУ ..... 5

*Дацко О. И., Недыбалюк А. Ф.* Специфические особенности применения мартенситно-старееющей стали с содержанием титана 0,83 и 0,42% ..... 19

*Халиков А. Р.* Математическое моделирование двойных диаграмм состояния конгруэнтного типа 25

*Кикин П. Ю., Перевезенцев В. Н., Русин Е. Е.* Исследование процесса плавления ультрамелкозернистого алюминиевого сплава 1421 при импульсном лазерном воздействии ..... 35

**НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

*Джангуразов Б. Ж., Козлов Г. В., Маламатов А. Х., Микитаев А. К.* Структурный анализ микротвердости нанокompозитов полимер/органоглина ..... 40

*Климова О. Г., Несмелов Д. Д.* Получение и механические свойства композиционных материалов системы W–HfC ..... 45

*Сергеева Е. А.* Влияние плазменной обработки на структуру и свойства высокомолекулярных полиэтиленовых волокон ..... 51

*Лифанов А. Д., Архиреев В. П.* Получение ударопрочного полистирола, стойкого к растрескиванию в циклопентане ..... 58

*Маренников Н. В., Геращенко Д. А., Бурканова Е. Ю., Самоделкин Е. А.* Разработка технологических подходов получения наноструктурированных композиционных порошков методом сверхскокоростного механосинтеза ..... 64

*Шолкин С. Е., Юрков М. А.* Создание управляемой наноструктуры в покрытии, полученном методами газотермического напыления ..... 68

**СВАРКА. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

*Калинин Г. Ю., Бишовков Р. В., Мельников П. В., Березовская Л. А., Могильников В. А., Волков С. А.* Разработка и исследование материала для механизированной сварки корпусных конструкций из немагнитной высокопрочной азотистой стали ..... 75

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ**

*Орыщенко А. С., Попова И. П., Гецов Л. Б.* Методика расчетного определения характеристик ползучести на первой и второй стадиях на основе ограниченного числа изохронных кривых ползучести ..... 83

*Алеутдинова М. И., Фадин В. В., Дураков В. Г.* Износостойкость спеченных металлических композитов при трении по молибдену в условиях скользящего токосъема ..... 96

**ХРОНИКА**

Г. И. КАПЫРИН – выдающийся ученый и организатор науки ..... 104

Авторский указатель ..... 108

Рефераты публикуемых статей ..... 109

Лицензионный договор о предоставлении права на использование статьи ..... 115

Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Рекомендации ..... 117

## РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКУЕМЫХ СТАТЕЙ

УДК 669.15–194.621.039.536.2:539.4

**Возможность обеспечения категории прочности КП-45 в крупногабаритных заготовках из стали марки 15Х2МФА с толщиной стенки до 490 мм для корпусов АЭУ.** Зотова А. О., Теплухина И. В. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 5–18.

Показана возможность получения уровня прочности, соответствующего категории прочности КП-45, и  $T_{к0} \leq -35^\circ\text{C}$  в полуфабрикатах из стали марки 15Х2МФА-А толщиной под термическую обработку до 490 мм за счет оптимизации состава стали, применения прецизионных режимовковки и термической обработки. Представлен опыт изготовления крупногабаритных заготовок с толщиной стенки до 490 мм из стали 15Х2МФА-А усовершенствованного состава (15Х2МФА-А мод. А) с обеспечением категории прочности КП-45 и критической температуры хрупкости ниже  $-35^\circ\text{C}$ .

*Ключевые слова:* сталь корпусная, крупногабаритные заготовки, категория прочности, критическая температура хрупкости.

УДК 537.63

**Об экстремальном изменении свойств материала после воздействия импульсов слабого магнитного поля.** Дацко О. И., Недыбалюк А. Ф. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 19–24.

Исследован эффект экстремального изменения уровня свойств, наблюдаемый в партии образцов из одинакового материала после воздействия на каждый образец импульсов слабого магнитного поля со ступенчато возрастающей напряженностью магнитного поля. Осуществляется проверка сделанного предположения о том, что экстремальное изменение свойств может быть обусловлено не только обработкой магнитным полем, но и исходным структурным состоянием материала образцов. При этом если соседние по порядку образцы в партии имеют в одном случае достаточно одинаковые, а другом – достаточно различные уровни исходного структурного состояния материала, то после воздействия на них импульсов слабого магнитного поля экстремальные изменения могут иметь место соответственно не более чем один раз и более чем один раз.

*Ключевые слова:* импульсы слабого магнитного поля, экстремальное изменение уровня свойств, структурное состояние.

УДК 669.017.11

**Математическое моделирование двойных диаграмм состояния конгруэнтного типа.** Халиков А. Р. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 25–34.

Рассматривается одна из проблем прогноза диаграмм состояния – определение эвтектических концентрации двойных диаграмм состояния. Предлагаемый научный подход позволяет определять химический состав бинарной или многокомпонентной эвтектической системы. На базе предложенной модели рассчитаны эвтектические составляющие как постоянные величины элементов. Проведено сравнение результатов численного моделирования с данными натурального эксперимента на примерах конкретных эвтектических сплавов.

*Ключевые слова:* эвтектическая концентрация, диаграмма состояния, моделирование, эвтектическая составляющая.

УДК 669.71:621.745.5:621.9.048.7

**Исследование процесса плавления ультрамелкозернистого алюминиевого сплава 1421 при импульсном лазерном воздействии.** Кикин П. Ю., Перевезенцев В. Н., Русин Е. Е. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 35–39.

Представлены результаты исследований процесса плавления ультрамелкозернистого алюминиевого сплава 1421 (размер зерна  $\sim 1$  мкм) под действием лазерного импульсного излучения. Время начала процесса плавления регистрировали по изменению интенсивности отраженного от поверхности образца импульса лазерного излучения. Начало плавления характеризуется резким повышением поглощающей способности материала и, соответственно, снижением отраженного сигнала.

Установлено что, процессы плавления и испарения при лазерном нагреве при плотностях потока энергии не превышающих  $\sim 2,4 \cdot 10^2$  Дж/см<sup>2</sup>, в ультрамелкозернистом сплаве начинаются раньше и требуют меньших энергозатрат, чем в крупнозернистом сплаве (размер зерна 10–30

мкм). Существенное влияние на сдвиг точки начала процесса плавления ультрамелкозернистых сплавов при импульсном лазерном воздействии оказывает отжиг. С увеличением температуры отжига увеличивается время до начала плавления.

*Ключевые слова:* ультрамелкозернистый алюминиевый сплав, лазерное импульсное излучение, температура отжига.

УДК 678:539.21

**Структурный анализ микротвердости нанокомпозитов полимер/органоглина.** Джангуразов Б. Ж., Козлов Г. В., Маламатов А. Х., Микитаев А. К. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 40–44.

В рамках фрактальной модели выполнен структурный анализ взаимосвязи микротвердости и предела текучести для нанокомпозитов полимер/органоглина. Показано, что отношение микротвердости и предела текучести для таких нанокомпозитов определяется только их структурным состоянием. Указанное состояние однозначно характеризуется фрактальной размерностью структуры.

*Ключевые слова:* нанокомпозит, органоглина, микротвердость, предел текучести, структура.

УДК 621.763:621.762.5:669.27

**Получение и механические свойства композиционных материалов системы W–HfC.** Климова О. Г., Несмелов Д. Д. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 45–50.

Разработана технология получения жаропрочной металлокерамики системы W–HfC с использованием наночастиц вольфрама в качестве активатора спекания. Изучены механические свойства полученных композиционных материалов при комнатной и высокой температурах (1550 °С).

*Ключевые слова:* жаропрочные композиты, вольфрам, активированное спекание, наночастицы вольфрама, высокотемпературные механические свойства

УДК 678.742.2:533.924

**Влияние плазменной обработки на структуру и свойства высокомодульных полиэтиленовых волокон.** Сергеева Е. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 51–57.

Проведена обработка высокопрочных высокомодульных полиэтиленовых волокон высокочастотным емкостным разрядом. Установлен оптимальный режим обработки, позволяющий активировать поверхность без ухудшения внутренней структуры волокна. Получен сверхлегкий высокопрочный композиционный материал.

*Ключевые слова:* высокопрочные высокомодульные полиэтиленовые волокна, плазменная обработка, сверхлегкий высокопрочный композиционный материал.

УДК 678.746.222:539.411.5

**Получение ударопрочного полистирола, стойкого к растрескиванию в циклопентане.** Лифанов А. Д., Архиреев В. П. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 58–63.

Изучены физико-механические свойства ударопрочного полистирола, полученного привитой (со)-полимеризации стирола на смесь бутадиенового и бутадиен-нитрильного каучуков.

*Ключевые слова:* ударопрочный полистирол, стойкость к растрескиванию в циклопентане.

УДК 621.762.2

**Разработка технологических подходов получения наноструктурированных композиционных порошков методом сверхсверхскоростного механосинтеза.** Маренников Н. В., Геращенко Д. А., Бурканова Е. Ю., Самоделкин Е. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 64–67.

Предложен подход к созданию наноструктурированных порошковых материалов системы металл–керамика. Показана перспективность метода универсальной дезинтеграторно-активаторной технологии для создания композиционных порошков. На основе полученных порошков были созданы покрытия методом холодного газодинамического напыления. Твердость таких покрытий достигала значения 3,3 ГПа (для сравнения – твердость покрытий на основе обычного алюминия 0,8 ГПа).

*Ключевые слова:* наноструктурированные порошковые материалы, дезинтеграторно-активаторная технология, метод холодного газодинамического напыления, твердость покрытий.

УДК 621.793.7:621.762.2

**Создание управляемой наноструктуры в покрытии, полученном методами газотермического напыления.** Шолкин С. Е., Юрков М. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 68–74

Произведен сравнительный анализ методов грануляции нанопорошковых материалов: распылительной сушки и грануляции с использованием материала связки для создания наноструктурированных порошков. Показано, что полученные методом распылительной сушки частицы обладают сферической формой, а продукты грануляции с использованием материала связки – осколочной, все наноструктурированные частицы представляют собой агломераты частиц нано- и наднанометрового (менее 300 нм) размера. Методом микроплазменного напыления произведено напыление полученных порошков с сохранением размера нанометрового структурного элемента нанопорошка.

Для создания наноструктурированного покрытия с повышенным уровнем свойств разработана технология нанесения функционально-градиентного покрытия из двух дозаторов. Нанесено покрытие с градиентом содержания системы Al–Zn–Sn и субмикронного порошка оксида алюминия. Нанесение такого покрытия позволяет добиться увеличения твердости с 60HV до 340HV. Покрытие использовано для нанесения износо- и коррозионно-стойких покрытий для пар трения автотранспорта, восстановления и ремонта двигателя внутреннего сгорания.

*Ключевые слова:* микроплазменное напыление, наноструктурированный порошок, наноструктурированное покрытие, функционально-градиентное покрытие.

УДК 669.15'786–194:621.791–112.81

**Разработка и исследование материала для механизированной сварки корпусных конструкций из немагнитной высокопрочной азотистой стали.** Калинин Г. Ю., Бишонов Р. В., Мельников П. В., Березовская Л. А., Могильников В. А., Волков С. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 75–82.

Разработан базовый состав и проведены исследования материала, предназначенного для использования в качестве присадочной проволоки для механизированной сварки корпусных конструкций из немагнитной высокопрочной азотистой стали.

*Ключевые слова:* немагнитная высокопрочная азотистая сталь, корпусные конструкции, сварочные материалы.

УДК 539.376

**Методика расчетного определения характеристик ползучести на первой и второй стадиях на основе ограниченного числа изохронных кривых ползучести.** Орыщенко А. С., Попова И. П., Гецов Л. Б. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 83–95.

Разработан и верифицирован метод расчетного определения характеристик ползучести на основе ограниченного числа изохронных кривых ползучести применительно к произвольным температуре и времени, обеспечивающий минимальную погрешность (минимум среднеквадратического отклонения) результатов расчета по сравнению с экспериментальными данными; определены температурные границы применимости метода.

*Ключевые слова:* метод расчетного определения характеристик ползучести, изохронные кривые ползучести, температурные границы применимости метода.

УДК 621.891:539.538:621.763

**Износостойкость спеченных металлических композитов при трении по молибдену в условиях скользящего токосяема.** Алеутдинова М. И., Фадин В. В., Дураков В. Г. – Вопросы материаловедения, 2010, № 2(62), с. 96–103.

Определены вольтамперная характеристика и интенсивность изнашивания зоны трения спеченных металлических композитов в условиях токосяема без смазки со скоростью 5 м/с и давлении

0,13 МПа. Показано, что скольжение по молибденовому контртелу позволяет композитам на стальной основе быть работоспособными при плотности тока до 70 А/см<sup>2</sup>. Установлено, что введение сплава Pb–Sn в зону трения увеличивает износостойкость скользящего электроконтакта металлический композит–молибден.

*Ключевые слова:* скользящий электроконтакт, спеченный композит, контртело, интенсивность изнашивания, трение, вторичные структуры.