

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
"ВОПРОСЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ"**

№ 1(61), 2010

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

- Муравьев В. И., Фролов А. В., Башков О. В., Кириков А. В., Тарасов Е. А.* Особенности акустической эмиссии во время фазовых превращений в сталях 5
- Начинкин В. П.* Специфические особенности применения мартенситно-старееющей стали с содержанием титана 0,83 и 0,42% 16
- Оленин М. И., Павлов В. Н., Быковский Н. Г.; Осипова И. С., Башаева Е. Н., Сорокин А. В., Фомцов В. М., Проломов В. В.* Разработка режимов термической обработки материалов крепежных элементов, используемых в контейнерах для перевозки и длительного хранения отработавшего ядерного топлива 25
- Иванов А. Ю., Сулягин Р. В., Орлов В. В., Круглова А. А., Шарапова Д. М., Иванов С. Ю.* Исследование структуры зоны термического влияния сварного соединения из стали класса прочности Х80 после имитационного моделирования термических воздействий 31
- Барахтин Б. К., Дроздова Н. Ф., Савенков Г. Г., Федосеев М. Л.* Структурные изменения в медной плоской мишени, вызванные наносекундным ударом концентрированного потока энергии большой мощности 40

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- Порозова С. Е., Кульметьева В. Б., Зиганшин И. Р., Торсунов М. Ф.* Сравнительная характеристика результатов определения содержания моноклинной фазы в диоксиде циркония 46
- Ермаков А. Н., Мишарина И. В., Григоров И. Г., Ермакова О. Н., Бекетов И. В., Зайнулин Ю. Г.* Фазообразование и микроструктура композиций TiN–Ni–AlN, спеченных в вакууме 53
- Богун В. С., Бахарева В. Е., Анисимов А. В.* Подшипники скольжения из антифрикционных углепластиков для центробежных насосов энергетических установок 60
- Насибулина Л. И., Мудимела П. Р. Насибулин А. Г., Кольцова Т. С., Толочко О. В., Кауппинен Э. И.* Синтез углеродных нанотрубок и нановолокон на частицах кремнезема и цемента 66
- Корнопольцев В. Н., Могнонов Д. М.* Диоксид свинца как модификатор композиционных материалов на основе политетрафторэтилена 72

СВАРКА И НАПЛАВКА. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИПОИ

- Вайнерман А. Е., Веретенников М. М.* Исследования наплавки медно-никелевого сплава с высоким содержанием никеля на алюминиево-никелевую бронзу 78
- Прибытков Г. А., Андреева И. А.* Структура паяных соединений титана BT1-0 со спеченным порошковым титаном 86

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

- Викторов Н. А.* Влияние скорости деформации на сопротивление деформации при растяжении аустенитной стали 10X18H10 95
- Лебедев Е. Л.* Закономерности трещинообразования в пластинах из сплавов АМгб и Д16 в присутствии локально нанесенной капли галлия. Оценка масштабного фактора 99

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

- Элов Г. А., Печенкин В. А.* Моделирование эволюции медно-никелевых выделений в корпусных сталях реакторов на тепловых нейтронах 108

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

<i>Малышев В. Н.</i> Коррозионное растрескивание стали X18H10T в однонормальном растворе соляной кислоты при комнатной температуре, инициируемое наводороживанием	117
Авторский указатель	126
Рефераты публикуемых статей	127
Лицензионный договор о предоставлении права на использование статьи	135
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ВОПРОСЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ». ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЕЙ. РЕКОМЕНДАЦИИ	

РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКУЕМЫХ СТАТЕЙ

УДК 620.179.17:669.14.018.29:669.017.3

Особенности акустической эмиссии во время фазовых превращений в сталях. Муравьев В. И., Фролов А. В., Башков О. В., Кириков А. В., Тарасов Е. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 5–15.

Представлены результаты исследования параметров сигналов акустической эмиссии (АЭ), сопровождающих фазовые превращения в сталях во время различных видов термической обработки (на примере конструкционной стали 5 и аустенитной стали 12Х18Н10Т). Целью исследования является создание предпосылок применения АЭ метода в качестве универсального инструмента исследования и контроля процессов термических фазовых переходов в реальном времени с высокой точностью и приемлемой трудоемкостью, что, в свою очередь, позволит повысить эффективность операций термической обработки сталей и сплавов.

Показана возможность применения АЭ метода для исследований фазовых превращений в процессе термической обработки и определения соответствующих критических точек в конструкционной стали 5. Выявлено, что наиболее информативными параметрами для указанных целей АЭ является мощность АЭ и особенно спектр АЭ сигналов, позволяющий не только определять границы фазовых превращений, но и дифференцировать типы источников сигналов АЭ. Определено, что спектры АЭ сигналов определяются не только видом термической обработки, но и маркой материала и режимом термообработки. Обнаруженные особенности акустической эмиссии, сопровождающей фазовые превращения при термической обработке сталей, в перспективе могут быть применены для оптимизации технологических процессов термической обработки сплавов, позволяющих комплексно улучшить эксплуатационные характеристики изделий из них. Но для практического применения обнаруженных закономерностей необходимо более тщательное их изучение и подтверждение результатов на других типах материалов и при других режимах термической обработки, а также необходимо сравнение полученных результатов с результатами исследования классическими методами с целью разработки практической методики определения границ фазовых превращений и оценки точности предлагаемого метода.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, мартенситное, перлитное, аустенитное, фазовые превращения, сталь 5, суммарный счет, суммарная энергия, активность, мощность, спектральная плотность.

УДК 669.15–194.55:539.389.3

Специфические особенности применения мартенситно-старееющей стали с содержанием титана 0,83 и 0,42%. Начинкин В. П. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 16–24.

Проведены экспериментальные исследования физических свойств мартенситно-старееющей стали, в процессе старения и азотирования которой происходят структурные изменения – выделение интерметаллидных фаз, распад мартенсита и образование реверсивного аустенита. Исследования проведены применительно к высокоскоростным судовым зубчатым передачам, изготовленным из стали с содержанием титана 0,83 и 0,42%.

Ключевые слова: мартенситно-старееющая сталь, высокоскоростные зубчатые передачи, структурные превращения.

УДК 669.15–194:621.78:621.039.746:621.642

Разработка режимов термической обработки материалов крепежных элементов, используемых в контейнерах для перевозки и длительного хранения отработавшего ядерного топлива. Оленин М. И., Павлов В. Н., Быковский Н. Г.; Осипова И. С., Башаева Е. Н., Сорокин А. В., Фомцов В. М., Проломов В. В. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 25–30.

Приводятся результаты исследований по разработке режимов термической обработки заготовок для крепежных элементов из стали марок 38ХН3МФА и 07Х16Н4Б, обеспечивающей получение ударной вязкости на уровне $KCV^{-50} \geq 59$ Дж/см² при соблюдении требований по категории прочности: КП685 для стали марки 38ХН3МФА и КП735 для стали марки 07Х16Н4Б. Разработанный режим термической обработки позволяет получать на одной плавке стали марки 07Х16Н4Б гарантированное по условию свинчивания различие значений твердости (не менее 12НВ) для пары болт–гайка.

Ключевые слова: сталь, крепежные элементы, контейнеры для отработавшего ядерного топлива, термическая обработка, ударная вязкость.

УДК 621.791.051.6:621.78:669.14.018.295

Исследование структуры зоны термического влияния сварного соединения из стали класса прочности X80 после имитационного моделирования термических воздействий. Иванов А. Ю., Сулягин Р. В., Орлов В. В., Круглова А. А., Шарапова Д. М., Иванов С. Ю. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 31–39.

Исследованы структура и свойства зоны термического влияния сварного соединения труб из стали класса прочности X80. Было установлено, что на участке крупного зерна происходит формирование бейнитной структуры, а на участке полной перекристаллизации – структуры мелкозернистого феррита, что согласуется с результатами, полученными при имитации термических воздействий при сварке путем построения термокинетических диаграмм с нагревом до различных температур.

Ключевые слова: сталь, сварное соединение, зона термического влияния, моделирование термических воздействий.

УДК 539.2:539.411.5

Структурные изменения в медной плоской мишени, вызванные наносекундным ударом концентрированного потока энергии большой мощности. Барахтин Б. К., Дроздова Н. Ф., Савенков Г. Г., Федосеев М. Л. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 40–45

Методами световой металлографии, электронной растровой микроскопии и рентгеноструктурного анализа показано, что в результате концентрированного воздействия электронного пучка энергией 650 кэВ в течение 40 нс в плоской медной мишени формируется полимасштабная структура, в которой минимальный размер кристаллитов составляет 30–60 нм.

Ключевые слова: электронный пучок, пластическая деформация, разрушение, структура, наноразмерное состояние.

УДК 666.762.52:543.424

Сравнительная характеристика результатов определения содержания моноклинной фазы в диоксиде циркония. Порозова С. Е., Кульметьева В. Б., Зиганшин И. Р., Торсунов М. Ф. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 46–52.

Содержание моноклинной фазы в порошках частично стабилизированного оксидом иттрия диоксида циркония определяли по соотношению интенсивностей пиков соответствующих фаз на дифрактограммах и спектрах комбинационного рассеяния света и по методу Ритвельда. Показано, что изменения содержания моноклинной фазы в серии измерений по одному методу имеют одинаковую тенденцию вне зависимости от метода измерения. Результаты расчетов по спектрам комбинационного рассеяния света завышены по сравнению с результатами определения по методу Ритвельда. Результаты расчетов по соотношению интенсивностей пиков на дифрактограммах по сравнению с результатами определения по методу Ритвельда занижены. Уменьшение различий между результатами измерений по трем методам свидетельствует о снижении структурной неоднородности диоксида циркония.

Ключевые слова: диоксид циркония, моноклинная фаза, тетрагональная фаза, спектроскопия комбинационного рассеяния света, рентгеноструктурный анализ, метод Ритвельда.

УДК 621.763:621.762.5

Фазообразование и микроструктура композиций TiN–Ni–AlN, спеченных в вакууме. Ермаков А. Н., Мишарина И. В., Григоров И. Г., Ермакова О. Н., Бекетов И. В., Зайнулин Ю. Г. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 53–59.

Методами рентгенофазового, электронно-микроскопического и микрорентгеноспектрального анализов исследовано фазообразование и микроструктура сплавов нитрид титана – никель с добавками нанопорошка нитрида алюминия AlN. Взаимодействие характеризуется перераспределением алюминия между тугоплавкой и связующей фазами с образованием нестехиометрического и титан-алюминиевого нитрида $Ti_{1-x}Al_xN_{1-y}$ и никелида алюминия Ni_3Al и Ni различных модификаций. Количество образующихся фаз и их состав определяется кинетическими параметрами процесса.

Ключевые слова: фазообразование, микроструктура, жидкофазное спекание, нитрид титана, никель, рентгенофазовый анализ, растровая электронная микроскопия.

УДК 678.067:539.538:621.822.5

Подшипники скольжения из антифрикционных углепластиков для центробежных насосов энергетических установок. Богун В. С., Бахарева В. Е., Анисимов А. В. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 60–65.

Разработаны полимерные композиционные материалы нового класса, предназначенные для изготовления деталей насосов энергетических установок. Проведенный комплекс исследований показал, что разработанные материалы обеспечивают надежную эксплуатацию подшипников с температурой смазывающей жидкости 60–125°C в составе серийных (ПКБТ-230 Р, КПТН-2 Р и др.) и перспективных насосных агрегатов СЭУ, ТЭС и АЭС.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, энергетические установки, детали насосов, подшипники скольжения.

УДК 661.66:539.2:66.091.3: 669.14.046:581.2

Синтез углеродных нанотрубок и нановолокон на частицах кремнезема и цемента. Насибулина Л. И., Мудимела П. Р. Насибулин А.Г., Кольцова Т.С., Толочко О. В., Кауппинен Э. И. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 66–71.

Предложен простой способ прямого синтеза углеродных наноматериалов на поверхности матричных частиц. В качестве матричных частиц использовались частицы кремнезема, пропитанных солью железа, и непосредственно на частицах цемента без добавления катализатора. В качестве источника углерода был использован ацетилен.

Ключевые слова: газофазный синтез, композиционный материал, цемент, углеродные нанотрубки.

УДК 678.743.41

Диоксид свинца как модификатор композиционных материалов на основе политетрафторэтилена. Корнопольцев В. Н., Могнонов Д. М. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 72–77.

Исследована возможность модифицирования надмолекулярной структуры политетрафторэтилена при получении композиционных материалов. Интерес представляют модификаторы, химически активные при температурах спекания полимера.

Ключевые слова: политетрафторэтилен, модификация, шпинель кобальта, диоксид свинца, физико-механические свойства, высоконаполненный, композиционный материал.

УДК 621.791.92:669.35'24

Исследования наплавов медно-никелевого сплава с высоким содержанием никеля на алюминиево-никелевую бронзу. Вайнерман А. Е., Веретенников М. М. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 78–85.

Рассмотрены особенности наплавки медно-никелевого сплава с высоким содержанием никеля на алюминиево-никелевую бронзу. Выполнена расчетная и экспериментальная проверка химического состава металла наплавов. Показано, что аргонодуговую наплавку следует выполнять на переменном токе на минимальной погонной энергии не менее чем в 2 слоя.

Ключевые слова: медно-никелевый сплав, алюминиево-никелевая бронза, аргонодуговая наплавка.

УДК 621.791.3:669.26

Структура паяных соединений титана ВТ1-0 со спеченным порошковым титаном. Прибытков Г. А., Андреева И. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 86–94.

Исследованы микроструктура, фазовый и элементный состав паяного шва и прилегающих диффузионных зон, возникающих при контактно-реактивной пайке титана через прослойки из никеля, малоуглеродистой стали и никелевого сплава 79НМ. На основе результатов структурных исследований и измерений микротвердости обсуждена проблема надежности паяных соединений.

Ключевые слова: титан, контактно-реактивная пайка, надежность паяных соединений.

УДК 669.15–194.56:539.382.2

Влияние скорости деформации на сопротивление деформации при растяжении аустенитной стали 10X18H10. Викторов Н. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 95–98.

Исследовано влияние различных скоростей деформации на сопротивление деформации аустенитной стали 10X18H10 в интервале температур 500–1000°C. Растяжение образцов осуществлялось в вакууме со скоростями деформации $\dot{\epsilon}_1 = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$; $\dot{\epsilon}_2 = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и $\dot{\epsilon}_3 = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$. Обнаружено, что наибольшее сопротивление деформации и временное сопротивление во всем диапазоне температур наблюдается при самой меньшей скорости деформации $\dot{\epsilon}_1 = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$. Полученные данные можно использовать при проведении термомеханической обработке и штамповке

Ключевые слова: сталь 10X18H10, скорость деформации, растяжение, штамповка, предел прочности.

УДК 669.715:669.871:539.219.2

Закономерности трещинообразования в пластинах из сплавов АМг6 и Д16 в присутствии локально нанесенной капли галлия. Оценка масштабного фактора. Лебедев Е. Л. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 99–107.

Представлена закономерность трещинообразования в конструкционных алюминиевых сплавах в присутствии галлия. Данная закономерность объяснена конкуренцией диффузии галлия вдоль стенок трещины к ее устью и диффузией галлия в объем образца. Выполнена оценка масштабного фактора. Введен коэффициент пропорциональности.

Ключевые слова: сплавы алюминиевые, диффузия галлия, трещинообразование, масштабный фактор.

УДК 669.15–194.621.039.536.2:539.422.22

Моделирование эволюции медно-никелевых выделений в корпусных сталях реакторов на тепловых нейтронах. Эпов Г. А., Печенкин В. А. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 108–116.

Повышение температуры хрупковязкого перехода корпусных сталей в процессе эксплуатации ядерных реакторов на тепловых нейтронах может существенно ограничить их дальнейшую работоспособность. Это явление связывают с образованием и ростом в облученных сталях выделений с повышенными концентрациями примесных элементов. Установлено, что наиболее часто в таких выделениях встречается медь и никель. В настоящей работе разработана модель радиационно-индуцированных выделений, состоящих из двух компонентов один из которых (медь) отвечает главным образом за их образование, а другой (никель) – за их рост. С помощью модели рассчитаны эволюция медно-никелевых выделений в корпусных сталях ВВЭР и связанное с этим увеличение предела текучести этих сталей под облучением. В данном подходе при полном отсутствии меди один никель не приводит к радиационному охрупчиванию корпусных сталей. Расчеты показали, что увеличение содержания никеля особенно сильно сказывается на радиационном охрупчивании сталей с содержанием меди в интервале 0,05–0,09%.

Ключевые слова: радиационно-индуцированные выделения, корпусная сталь, охрупчивание.

УДК 669.14.018.8:620.193.4

Коррозионное растрескивание стали X18H10T в однонормальном растворе соляной кислоты при комнатной температуре, инициируемое наводороживанием. Малышев В. Н. – Вопросы материаловедения, 2010, № 1(61), с. 117–125.

Приведены результаты испытаний плоских образцов толщиной ~0,14 мм из стали X18H10T на коррозионное растрескивание в 1N растворе HCl, в ходе которых фиксировали текущую деформацию образцов и оценивали интенсивность наводороживания металла после их разрушения. Показано, что внедряемый при коррозии в сталь водород, перед тем как вызвать разрушение из-за наводороживания поверхностных слоев, способствует повышению ползучести металла. Предложена расчетная модель для оценки степени наводороживания поверхностных слоев при коррозии в зависимости от коэффициентов диффузии водорода, скорости и времени коррозионного растрескивания.

Ключевые слова: сталь коррозионно-стойкая, коррозионное растрескивание, наводороживание, ползучесть.