

ABSTRACTS IN RUSSIAN

Деформация в режиме сверхпластичности – эффективный метод получения деталей из гетерофазных сплавов на основе никеля с функционально-градиентными свойствами**В. А. Валитов***ФГБУН «Институт проблем сверхпластичности металлов» РАН,
Россия, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. С. Халтурина, д. 39*

Тел. +7(906) 372 79 48. E-mail: Valitov_VA@imsp.ru

Аннотация

На примере деформируемого никелевого сплава типа Ni–13Cr–10,7Co–4,6Mo–3,4Nb–3,2Al–2,6Ti–2,8W и сплава Astroloy показано, что за счет контролируемого изменения режимов деформации и термической обработки в полуфабрикатах и деталях могут быть созданы регламентированные структурные состояния, обеспечивающие достижение требуемых характеристик технологических и эксплуатационных свойств.

Показана возможность использования локальной схемы формообразования в температурно-скоростном режиме сверхпластичности (СП) для изготовления диска газотурбинного двигателя с регламентированным изменением микроструктуры по сечению (мелкозернистой структуры микродуплекс в ступице, смешанной «ожерелье» в полотне и крупнозернистой с извилистыми границами зерен в ободе диска). Результаты механических испытаний образцов свидетельствуют, что такое регламентированное изменение микроструктуры по сечению обеспечивает повышенный комплекс свойств различных зон детали в интервале рабочих температур их эксплуатации. Наиболее высокие прочностные свойства обеспечивает мелкозернистая структура микродуплекс, которая сформирована в зоне детали, работающей при пониженных температурах. В наиболее нагретой зоне детали (полотне) получена крупнозернистая структура с извилистыми границами зерен, что обеспечило достижение максимальных жаропрочных свойств. В зоне полотна, работающей при умеренных температурах, сформирована смешанная структура «ожерелье», обеспечивающая достижение повышенных характеристик как прочностных, так и жаропрочных свойств за счет эффекта субструктурного упрочнения. Аналогичные результаты получены при деформационной обработке порошкового сплава Astroloy. Сравнительный анализ полученных результатов позволяет заключить, что деформация в температурно-скоростном режиме СП в сочетании в термообработкой в ($\gamma+\gamma'$)-области является разновидностью термомеханической обработки, обеспечивающей достижение в никелевых сплавах высокого комплекса кратковременных и жаропрочных свойств, которые предъявляются к деталям ответственного назначения из гетерофазных никелевых сплавов, используемых в конструкциях летательных аппаратов и наземных энергетических установок.

Ключевые слова

Сверхпластичность; прочностные свойства; температурный режим; микродуплексная структура; структура «ожерелье»; мелкозернистая структура; деформации; термическая механическая обработка.

Магнитные свойства магнитотвердых сплавов Mn–Al–C, легированных титаном и железом**И. М. Миляев*, М. И. Алымов, В. С. Юсупов, В. А. Зеленский, А. И. Миляев, А. Б. Анкудинов***ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова» РАН, Россия, 119334, Москва, Ленинский пр-т, д. 49*

* Тел. +7 (499) 135 9431. E-mail: imilyaev@mail.ru

Аннотация

В рамках изучения магнитотвердых сплавов на основе марганца проведено изучение влияния титана и железа в пределах до 5 масс. % на магнитные гистерезисные свойства магнитотвердого сплава 72Mn–27Al–1C. Показано, что и Ti, и Fe при легировании указанного сплава до 2 масс. % повышают его магнитные гистерезисные свойства, а затем их уменьшают. На сплавах 72Mn–27Al–1C–2Ti(Fe) получены: максимальное энергетическое произведение $(BH)_{\max} = 12 \text{ кДж/м}^3 (1,5 \cdot 10^6 \text{ Гс} \cdot \text{Э})$ при остаточной индукции B_r до 0,36 Тл (3600 Гс) и коэрцитивной силе H_{cb} 110...120 кА/м (1400...1500 Э), что соответствует лучшим японским данным для этих сплавов.

Ключевые слова

Магнитотвердый сплав; коэрцитивная сила; остаточная индукция; максимальное энергетическое произведение; индукционная плавка; гистерезисграф; марганец; алюминий; углерод.

Компьютерное моделирование новых экспериментальных схем СВС-экструзии**Л. С. Стельмах*, А. М. Столин***ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения» РАН,
Россия, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 8*

* Тел. +7 496 524 63 76. E-mail: stelm@ism.ac.ru

Аннотация

Рассмотрены тепловые и реодинамические модели процессов деформирования порошковых материалов в условиях СВС-экструзии в целях их использования для рекомендаций, прогноза и приемов по применению новых экспериментальных схем. Проведены численные исследования влияния реодинамических и тепловых факторов на процесс уплотнения и формования продуктов горения.

Обоснованы наиболее эффективные приемы получения длинномерных образцов больших диаметров (более 5 мм) и длиной более 100 мм методом СВС-экструзии: увеличение высоты таблетки; повышение температуры горения; улучшение тепловых условий выдавливания: использование теплоизолятора (асбеста толщиной 3 мм) на профилирующей матрице и в ее отверстии, подогрев калибра и матрицы. Даны рекомендации по влиянию масштабного фактора (геометрических размеров исходной заготовки) на особенности получения длинномерных образцов большого диаметра методом СВС-экструзии. Показано, что изменение масштабного фактора существенным образом влияет на длину и качество экструдированных стержней за счет равномерности температурного поля. Обнаружено, что существует предельное значение диаметра исходной заготовки, выше которого материал практически не выдавливается из камеры. Сделанные рекомендации и прогнозы установлены для состава TiC (70%)+Ni(30%).

Ключевые слова

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез; длинномерные изделия; тепловые и реодинамические модели; математическое моделирование; теплоотвод; процессы уплотнения и выдавливания; экструзия.

Синтез литых высокоэнтروпийных сплавов с низким удельным весом методами центробежной СВС-металлургии

В. Н. Санин*, Д. М. Икорников, Д. Е. Андреев, Н. В. Сачкова, В. И. Юхвид

*ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения» РАН,
Россия, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 8*

* Тел.: +7 496 524 6510; факс: +7 496 524 6222. E-mail: svn@ism.ac.ru

Аннотация

За последние несколько лет значительное внимание исследователей в области материаловедения металлических материалов привлекают так называемые высокоэнтропийные сплавы (ВЭС), отличительной чертой которых является присутствие как правило пяти и более элементов с эквитонной концентрацией. Весь спектр материалов на основе ВЭС и их возможных свойств до настоящего времени не раскрыты. Большинство исследований ВЭС сосредоточены на выяснении связи микроструктура–свойства. Незначительное внимание уделено изучению и разработке новых методов получения HEAs. Однако получение таких многокомпонентных сплавов является сложной научно-технологической задачей.

Исследована возможность и приобретен первый положительный опыт по получению высокоэнтропийных литых сплавов CoCrFeNiMnAl_x и CuAlZrTi(LiCr)_x методами СВС-металлургии. Исследована микроструктура полученных сплавов. Анализ полученных данных позволяет сделать заключение о перспективности исследуемых материалов и метода их получения для формирования объемных наноструктурных материалов.

Ключевые слова

Литые высокоэнтропийные сплавы; литые полиметаллические сплавы; СВС-металлургия, самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Особенности образования карбидов железа внутри углеродных нанотрубок

Б.А. Кульницкий, В.Д. Бланк

*ФГБНУ «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов»,
Россия, 142190, г. Москва, г. Троицк, ул. Центральная, д. 7а*

* Тел. +7 499 400 62 25. E-mail: boris@tisnum.ru

Аннотация

Углеродные нанотрубки получены в условиях химического осаждения из газовой фазы с использованием железа в качестве катализатора. Внутри нанотрубок методами электронной микроскопии обнаружены карбиды железа, принадлежащие к разным группам: призматические, в которых атомы углерода находятся в тригональных призматических междуузлиях, а также октаэдрический карбид $\zeta\text{-Fe}_2\text{C}$, где атомы углерода находятся в октаэдрических междуузлиях. Октаэдрические карбиды трудно идентифицировать, поскольку они метастабильны и формируются в нанокolicествах. Считается, что пластическая деформация может преобразовать призматическую упаковку атомов углерода в октаэдрическую. В процессе высокотемпературного роста нанотрубок каталитическая частица подвергается механическому сжатию со стороны стенок нанотрубки, в результате чего внутри нанотрубок образуются и сохраняются различные карбиды, в том числе октаэдрический карбид $\zeta\text{-Fe}_2\text{C}$.

Ключевые слова

Углеродные нанотрубки; электронная микроскопия; карбид железа; катализатор; призматическая структура; октаэдрическая структура; Фурье-образ.

Влияние механических воздействий на гранулометрический состав СВС-материалов на основе TiB₂**П. М. Бажин, А. М. Столин*, А. С. Константинов***ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения» РАН,
Россия, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 8*

* Тел. +7 496 524 63 76. E-mail: amstolin@ism.ac.ru

Аннотация

Рассмотрены вопросы синтеза тугоплавких неорганических материалов на основе TiB₂ в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и механических воздействий. На основе экспериментальных данных показана роль влияния механических воздействий на продукты синтеза. Методами сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа проведено изучение полученных порошковых материалов.

Ключевые слова

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез; механические воздействия; тугоплавкий материал; диборид титана.

Особенности образования соединения сталь + латунь при сварке взрывом**О. Л. Первухина*, И. В. Денисов***ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения» РАН,
Россия, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 8*

* Тел. +7 496 524 65 25. E-mail: opervukhina@mail.ru

Аннотация

При сварке взрывом крупногабаритных листов латуни со сталью экспериментально выявлено разделение на фазовые составляющие приповерхностных слоев латуни в ударно-сжатом газе, приводящее к прекращению образования соединения на длине свыше 1 м. Предложен механизм насыщения газа парами цинка и расплавленными дисперсными частицами меди и латуни и их разделения в потоке газа в процессе сварки взрывом.

Ключевые слова

Латунь; оксиды; параметры; сварка взрывом; ударно-сжатый газ; цинк.

Вольтамперные характеристики туннельных контактов из ферромагнитных материалов**Т. А. Хачатурова***ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина», Украина, 83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, д. 72*

Тел. +7 062 311 52 27. E-mail: khachaturovat@mail.ru

Аннотация

Проведены модельные расчеты вольтамперных характеристик туннельных контактов с ферромагнитными обкладками. Показано, что их вольтамперные характеристики частично отражают энергетический спектр ферромагнитных материалов.

Ключевые слова

Ферромагнитные материалы; магниторезистивные туннельные переходы; двухзонная модель изолятора; энергия Ферми; энергетический спектр электрода.

Оптимизация адсорбционных процессов с циклически изменяющимся давлением при разделении газовых смесей**Е. И. Акулинин*, А. А. Ишин, С. А. Скворцов, Д. С. Дворецкий, С. И. Дворецкий***ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106*

* Тел. +7 909 231 40 61. E-mail: akulinin-2006@yandex.ru

Аннотация

Сформулированы задачи оптимизации режимных переменных (давления на стадии адсорбции и времени цикла адсорбции) и автоматизации процесса адсорбционного разделения газовой смеси и получения водорода в четырехадсорберной установке короткоциклового безнагревной адсорбции. Задача оптимизации относится к классу задач нелинейного программирования, и для ее решения использованы методы штрафных функций и последовательного квадратичного программирования. Для оперативного решения задачи оптимизации и автоматического управления процессом получения водорода разработана двухуровневая

SCADA-система адаптивной оптимизации и управления. Приведены результаты имитационных исследований эффективности функционирования SCADA-системы управления при ступенчатом изменении возмущающих воздействий (концентрации диоксида углерода, температуры и давления газовой смеси) в питании установки короткоциклового безнагревной адсорбции.

Ключевые слова

Разделение газовой смеси; водород; диоксид углерода; динамика процесса; математическая модель; оптимизация; возмущающие воздействия; управление.

Аналитическая оценка извлеченного количества вещества сорбата и динамической емкости сорбента в условиях сорбционной очистки проточных растворов

В. И. Вигдорович^{1,2}, Т. В. Жуковская², Л. Е. Цыганкова^{3*}, М. Н. Есина³, Н. В. Шель²

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, 392022, г. Тамбов, Ново-Рубежный пер., д. 28;

² ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106;

³ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», Россия, 392000, ул. Интернациональная, д. 33

*Тел. +7 4752 72 36 55. E-mail: vits21@mail.ru

Аннотация

Предложен расчетный метод оценки количества вещества адсорбата N и динамической емкости сорбента Q в условиях очистки от загрязнителей проточных растворов. Рассмотренные подходы действительны при использовании сорбентов и удалении сорбатов любой природы из проточных сред независимо от величины линейной и соответственно объемной скоростей потока элюата в условиях ламинарного течения жидкости.

Классическая кинетическая кривая сорбции в самом общем виде включает три временных участка от начала процесса: интервал времени, в котором адсорбат отсутствует в растворе, выходящем из адсорбера; временной интервал, в котором коэффициент сорбции ρ_{τ_i} , равный $(C_0 - C_{\tau_i})/C_0$, является функцией τ_i , величина ρ_{τ_i} систематически снижается с ростом τ_i от начала процесса. Соответственно возрастает концентрация загрязнителей в растворах, выходящих из адсорбера; интервал времени с ρ_{τ_i} , равным нулю, когда динамическая емкость сорбента при заданной линейной скорости потока через адсорбер полностью насыщена.

Особенность предлагаемого подхода – возможность его использования независимо от вида и сложности функции $\rho_{\tau_i} = f(\tau_i)$ при постоянной линейной скорости потока и других условиях ведения процесса.

Способ позволяет рассчитать величины N и Q к любому моменту времени от начала сорбции при отсутствии экспериментальной оценки величины ρ_{τ_i} ; оценить рассчитанное время непрерывной работы сорбента до его замены или регенерации. Он основан на использовании β -сплайновых кривых, что базируется на свойствах геометрической непрерывности, используемых при решении задач геометрического моделирования посредством кубических многочленов.

Ключевые слова

Адсорбционная способность; загрязняющие вещества; ламинарный поток растворов; β -сплайновые кривые.

Цементные и гипсовые бетоны с заполнителями из строительных и техногенных отходов

В. П. Ярцев

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112

Тел. +7 963 159 99 16. E-mail: Jarcev21@rambler.ru

Аннотация

Разработаны составы цементных и гипсовых бетонов с наполнителями из твердых строительных и техногенных отходов. Наиболее распространенными строительными отходами являются бой керамики и неорганического стекла.

Фосфогипс – один из многотоннажных техногенных отходов химической промышленности Тамбовской области. Проведены комплексные исследования различных составов бетонов. Установлены оптимальные концентрации и размеры зерен наполнителей. Изучены их основные эксплуатационные свойства и механизм деформирования и разрушения под нагрузкой. Предложен способ прогнозирования механической долговечности и деформативности в реальных условиях эксплуатации. Приведен пример для ограждающих навесных бетонных плит.

Ключевые слова

Бетон; отходы неорганического стекла; асбестоцементные отходы; отходы керамзита; фосфогипс; климатические воздействия; механическая долговечность и деформативность.