

Том 10, № 3 (2008)

Содержание

Математическое моделирование физико-химических процессов

Условия применимости электронного спектра радикала C2 для диагностики низкотемпературной плазмы.

С. И. Бурдюгов, В. Г. Халтурин 255-258

Структура течения воды в наноканалах.

А. А. Вахрушев, А. М. Липанов, А. В. Вахрушев 259-267

Математическое моделирование химически реагирующих течений.

М. А. Корепанов 268-279

Решение трехмерных задач гидромеханики на многопроцессорных вычислительных системах.

А. М. Липанов, В. В. Андреев 280-294

Кластеры, кластерные системы и материалы

Фотостимулирование физико-химических процессов в поверхностных слоях металлов.

А. А. Колотов, В. Я. Баянкин, Ф. З. Гильмутдинов 295-299

Формирование углеродных наноструктур и пространственно-энергетический критерий стабилизации.

Г. А. Кораблев, В. И. Кодолов, Г. Е. Заиков 300-308

Межфазные слои и процессы взаимодействия в них

Методики исследования рабочей поверхности вала компрессора обработанного по нанотехнологии «РВС».

Т. Ф. Бикмухаметов, А. В. Сисанбаев 309-312

Влияние переходных металлов на процессы формирования и свойства многокомпонентных диффузионных покрытий на титановых сплавах.

И. Н. Бурнышев, О. М. Валиахметова, В. Ф. Лыс 313-319

Исследовано влияние облучения ионами N⁺ и Ar⁺ с энергией 40 кэВ дозами от 10¹⁵ до 10¹⁷ ион/см² на механические свойства, морфологию поверхности и состав поверхностных слоев углеродистой стали Ст3. Показано немонотонное изменение микротвердости и усталости

П. В. Быков, В. Л. Воробьев, В. Я. Воробьев 320-324

Механизмы ускорения процессов диффузии при деформировании нанокристаллических структур металлов и сплавов.

Л. С. Васильев, И. Л. Ломаев 325-331

Влияние структуры макромолекулярного клубка на активность функциональных групп при сополиконденсации.

Г. В. Козлов, Г. Б. Шустов, Г. Е. Заиков 332-335

Влияние интенсивной пластической деформации на фазовые превращения в стали 08Х15Н5Д2Т при термообработке в замкнутом объеме.

Т. М. Махнева 336-341

Структурно-фазовые превращения при механоактивации термообработке тройной системы Fe-Ti-C

И. В. Повстугар, Г. А. Дорофеев, Е. П. Елсуков 342-347

Рентгеноэлектронный анализ карбоксильных групп.

А. А. Шаков 348-353

Квантово-химические расчеты

Термодинамическое моделирование термического поведения расплавов $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

Н. М. Барбин 354-360

Частоты колебаний в инфракрасной области и рентгенометрические данные ди- и моно- фторфосфатов урана.

В. Г. Петров 361-369

Нанoeлектронные приборы и устройства

Формирование состава рабочих поверхностей каналов микроканальных пластин, изготовленных с использованием стекловолоконных технологий.

В. И. Кожевников, О. М. Канунникова, О. Ю. Гончаров 370-376

УДК [538.91+539.219.3+539.4.011+669.017.3]:537.9

МЕХАНИЗМЫ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДИФФУЗИИ ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

ВАСИЛЬЕВ Л.С., ЛОМАЕВ И.Л.

Физико-технический институт УрО РАН, Ижевск, Россия, uds@pti.udm.ru

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены механизмы ускорения процессов диффузионного массопереноса в нанокристаллических металлах и сплавах при их пластическом деформировании. Показано, что скорость диффузии в условиях деформирования может значительно превышать скорости диффузии в недеформируемых наноматериалах. Причиной этого является повышенная концентрация вакансий, генерируемая процессами деформационных полиморфных превращений и нанокристаллизации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: диффузия, деформация, нанокристаллическая решетка, металлы и сплавы.

ВВЕДЕНИЕ

Процессы ускоренной диффузии в наноструктурах неоднократно отмечались при экспериментальных наблюдениях многочисленных эффектов, связанных с массопереносом в деформируемых металлах и сплавах. В настоящее время не существует единой интерпретации механизмов этого явления [1].

Известно, что в ненагруженном состоянии металлов диффузионный массоперенос в наноструктурах ускоряется благодаря уменьшению энергии активации диффузии по межкристаллитным границам и стыкам зерен [1]. Дополнительно к этому при деформировании металлов могут генерироваться потоки неравновесных вакансий, которые также будут ускорять диффузионный массоперенос примеси замещения. Однако причины возникновения этих потоков в наноструктурированных металлах и в металлах, не обладающих наноструктурой, могут существенно отличаться.

В обычных металлах зарождение потоков неравновесных вакансий связано с механизмами переползания ступенек на движущихся винтовых дислокациях. В наноструктурах с размером кристаллитов $d \leq (20 \div 30)$ нм дислокации отсутствуют, поэтому возможные источники неравновесных вакансий могут иметь только недислокационное происхождение. В первую очередь к ним следует отнести подвижные межкристаллитные и межфазные границы, являющиеся хорошо развитой подсистемой планарных дефектов в наноструктурах металлов и сплавов [1]. Эти границы занимают значительную часть объема наноструктуры (10÷30)%, поэтому следует ожидать, что при их движении, вызванном деформацией, будет возникать большое количество неравновесных точечных дефектов различного типа.

Другим примером источников неравновесных вакансий в наноструктурах являются процессы полиморфных фазовых превращений и растворения фаз на основе химических соединений металлов с примесями, протекающие при пластическом деформировании металлов. В этом случае объемные эффекты от фазовых превращений и диффузионного перераспределения примесей могут давать вклад в процессы генерации неравновесных точечных дефектов.

Поскольку влияние указанных явлений на диффузионный массоперенос в наноструктурах систематически пока не изучалось, целью работы было исследование причин ускорения диффузии при пластическом деформировании наноструктурированных металлов и сплавов.