

Национальная
академия наук
Украины
Донецкий физико-
технический
институт
им. А.А. Галкина

Физика и Техника Высоких Давлений

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1991 г.
ВЫХОДИТ РАЗ В ТРИ МЕСЯЦА

том 14
4 2004

Содержание

VIII Международная конференция «Высокие давления – 2004. Фундаментальные и прикладные аспекты»	7
<i>VARYUKHIN V.N., BEYGELZIMER Y.Y., EFROS B.M., PROKOF'EVA O.V., PILYUGIN V.P.</i> High pressure effects in severe plastic deformation	9
<i>САИТОВА Л.Р., СЕМЕНОВА И.П., РААБ Г.И., ВАЛИЕВ Р.З.</i> Повышение механических свойств сплава Ti–6Al–4V способами равноканального углового прессования и последующей пластической деформации	19
<i>ПАЩЕНКО В.П., ШТАБА В.А., ВАРЮХИН В.Н., ПАЩЕНКО А.В., ШЕМЯКОВ А.А., ЖИХАРЕВ И.В., ДЬЯКОНОВ В.П., КЛИМОВ А.В., ШИМЧАК Г.</i> Фазовые переходы, баро- и магниторезистивные эффекты в манганит-лантановой керамике и лазерной пленке $\text{La}_{0.6}\text{Mn}_{1.4}\text{O}_{3\pm\delta}$	25
<i>КОРШУНОВ А.И., ВЕДЕРНИКОВА И.И., ПОЛЯКОВ Л.В., КРАВЧЕНКО Т.Н., СМОЛЯКОВ А.А., НИЗОВЦЕВ П.Н.</i> Исследование изменения механических свойств по сечению заготовки после РКУ-прессования	35
<i>ПОДРЕЗОВ Ю.Н.</i> Структурная чувствительность механических свойств наноматериалов	42

<i>ТИХОМИРОВА Г.В., БАБУШКИН А.Н.</i> Релаксационные эффекты в окрестности индуцированных давлением фазовых переходов. Электропроводность галогенидов аммония	52
<i>КУЛЯСОВА О.Б., ИСЛАМГАЛИЕВ Р.К.</i> Повышенная сверхпластичность в наноструктурном магниевом сплаве Mg–10 wt% Gd	56
<i>УЛЬЯНОВА Т.М., КРУТЬКО Н.П., ТИТОВА Л.В., ПАЭМУРД Е.С., МЕДИЧЕНКО С.В., КАЛМЫЧКОВА О.Ю.</i> Наноструктурные порошки тугоплавких оксидов для получения керамики	62
<i>GRECHNEV G.E., PANFILOV A.S., BARANOVSKIY A.E., LOGOSHA A.V., SVECHKAREV I.V.</i> Pressure effect on magnetic susceptibility and exchange interactions in GdM_x ($x = 1, 2, 3, 5$) systems	68
<i>ПАШИНСКАЯ Е.Г., ВАРЮХИН В.Н., ЛЕЙРИХ И.В., АНТОНОВА М.А., ТИЩЕНКО И.И., ТКАЧЕНКО В.М.</i> Исследование накопления дефектов в меди в условиях интенсивного комбинированного нагружения	76
<i>РААБ Г.И.</i> К вопросу промышленного получения объемных ультрамелкозернистых материалов	83
<i>МАЛЫШЕВА С.П., САЛИЩЕВ Г.А., БЕЦОФЕН С.Я.</i> Получение листовых полуфабрикатов из технического титана с субмикроструктурной структурой и их механические свойства	90
<i>ГРИНБЕРГ Б.А., КАЗАНЦЕВА Н.В., ШОРОХОВ Е.В., ПИРОГОВ А.Н., ДОРОФЕЕВ Ю.А.</i> Нейтронографическое и электронно-микроскопическое исследование фазовых превращений в никелевом суперсплаве после ударно-волнового нагружения	97
<i>ВОРОНЦОВ Г.В., ОВСЯННИКОВ С.В., ЛОПАТИН Ю.Н., ЩЕННИКОВ В.В.</i> Многофазные состояния в области фазовых переходов под давлением	104
<i>БЕЛОШЕНКО В.А., БОРЗЕНКО А.П., ГЛАЗУНОВА В.А., ПАКТЕР М.К.</i> Термоусаживающиеся муфты из наполненных эпоксидных композиций	109
<i>ИГНАТЬЕВА Т.А., ВЕЛИКОДНЫЙ А.Н.</i> Электронно-топологические переходы в сплавах рения и их влияние на T_c	117
<i>ЛАВРИНЕНКО Н.М., БЕЛОУСОВ Н.Н.</i> Компьютерное моделирование динамического отклика механической системы на внешнее воздействие	125
<i>МОЛЛАЕВ А.Ю., АРСЛАНОВ Р.К., ДЖАМАМЕДОВ Р.Г., МАРЕНКИН С.Ф., ВАРНАВСКИЙ С.А.</i> Фазовые превращения в ориентированных монокристаллах антимонида кадмия при высоком давлении	132
<i>МОЛЛАЕВ А.Ю., ГАБИБОВ С.Ф., АРСЛАНОВ Р.К.</i> Эволюция энергетического спектра арсенида галлия под давлением	140
<i>АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ЗА 2004 ГОД</i>	144

Contents

VIII International Conference «High Pressure 2004: Fundamental and applied Aspects»	7
<i>VARYUKHIN V.N., BEYGELZIMER Y.Y., EFROS B.M., PROKOF'EVA O.V., PITYUGIN V.P.</i> High pressure effects in severe plastic deformation	9
<i>SAITOVA L.R., SEMENOVA I.P., RAAB G.I., VALIEV R.Z.</i> Improvement of mechanical properties of Ti-6Al-4V alloy by methods of equal-channel angular pressing followed by plastic deformation	19
<i>PASHCHENKO V.P., SHTABA V.A., VARYUKHIN V.N., PASHCHENKO A.V., SHEMYAKOV A.A., ZHIKHAREV I.V., DYAKONOV V.P., KLI-MOV A.V., SZYMCZAK H.</i> Phase transitions, baro- and magnetoresistive effects in manganite-lanthanum ceramics and laser-deposited $\text{La}_{0.6}\text{Mn}_{1.4}\text{O}_{3\pm\delta}$	25
<i>KORSHUNOV A.I., VEDERNIKOVA I.I., POLYAKOV L.V., KRAVCHENKO T.N., SMOLYAKOV A.A., NIZOVITSEV P.N.</i> Response of mechanical properties across the sample to ECAP	35
<i>PODREZOV YU.N.</i> Structural sensitivity of mechanical properties of nanomaterials	42

<i>TIKHOMIROVA G.V., BABUSHKIN A.N.</i> Relaxation effects at pressure induced phase transitions. Ammonium halides resistance	52
Kulyasova O.B., Islamgaliev R.K. Increased superplasticity in nanostructural magnesium alloy Mg–10 wt% Gd	56
<i>ULYANOVA T.M., KRUT'KO N.P., TITOVA L.V., PAEMURD E.S., MEDICHENKO S.V., KALMYCHKOVA O.YU.</i> Nanostructured refractory oxide powders for ceramics production	62
<i>GRECHNEV G.E., PANFILOV A.S., BARANOVSKIY A.E., LOGOSHA A.V., SVECHKAREV I.V.</i> Pressure effect on magnetic susceptibility and exchange interactions in GdM_x ($x = 1, 2, 3, 5$) systems	68
<i>PASHINSKAYA E.G., VARYUKHIN V.N., LEYRICH I.V., ANTONOVA M.A., TISHCHENKO I.I., TKACHENKO V.M.</i> Investigation of defect accumulation in copper under severe combined loading	76
<i>RAAB G.I.</i> On the problem of industrial production of bulk ultrafine-grained materials	83
<i>SALISHCHEV G.A., MALYSHEVA S.P., BETSOFEN S.YA.</i> Production of sheet half-finished products from titanium with submicrocrystalline structure and their mechanical properties	90
<i>GRINBERG B.A., KAZANTSEVA N.V., SHOROKHOV E.V., PYROGOV A.N., DOROFEYEV YU.A.</i> Neutron diffraction and electron microscopy investigation of phase transformations in nickel superalloy after shock wave loading	97
<i>VORONTSOV G.V., OVSYANNIKOV S.V., LOPATIN YU. N., SHCHENNIKOV V.V.</i> Multiphase states in region of pressure-induced phase transitions	104
<i>BELOSHENKO V.A., BORZENKO A.P., GLAZUNOVA V.A., PAKTER M.K.</i> Thermally shrinkable couplings from filled epoxy compositions	109
<i>IGNATYEVA T.A., VELIKODNY A.N.</i> Electron topological transitions in rhenium alloys and their influence on T_c	117
<i>LAVRINENKO N.M., BELOUSOV N.N.</i> Computer simulation of mechanical system dynamic response to external influences	125
<i>MOLLAYEV A.YU., ARSLANOV R.K., DZHAMAMEDOV R.G., MARENKIN S.F., VARNAVSKY S.A.</i> Phase transformations in oriented monocrystals of CdSb at high pressure	132
<i>MOLLAYEV A.YU., GABIBOV S.F., ARSLANOV R.K.</i> An evolution of the energy spectrum of GaAs under pressure	140
<i>AUTHOR'S INDEX 2004</i>	144

Зміст

VIII Міжнародна конференція «Високий тиск – 2004: фундаментальні та прикладні аспекти»	7
<i>VARYUKHIN V.N., BEYGELZIMER Y.Y., EFROS B.M., PROKOF'EVA O.V., PITYUGIN V.P.</i> High Pressure Effects in Severe Plastic Deformation	9
<i>САЙТОВА Л.Р., СЕМЕНОВА І.П., РААБ Г.І., ВАЛІЄВ Р.З.</i> Підвищення механічних властивостей сплавів Ti–6Al–4V методами рівноканального кутового пресування і подальшої пластичної деформації	19
<i>ПАЩЕНКО В.П., ШТАБА В.А., ВАРЮХІН В.М., ПАЩЕНКО О.В., ШЕМЯКОВ А.А., ЖИХАРЄВ І.В., Д'ЯКОНОВ В.П., КЛІМОВ А.В., ШИМЧАК Г.</i> Фазові переходи, баро- і магніторезистивні ефекти у манганіт-лантановій кераміці та лазерній плівці $\text{La}_{0.6}\text{Mn}_{1.4}\text{O}_{3\pm\delta}$	25
<i>КОРШУНОВ А.І., ВСДЕРНІКОВА І.І., ПОЛЯКОВ Л.В., КРАВЧЕНКО Т.Н., СМОЛЯКОВ А.А., НІЗОВЦЕВ П.Н.</i> Дослідження зміни механічних властивостей по перерізу заготовки після РКК-пресування	35
<i>ПОДРЕЗОВ Ю.М.</i> Структурна чутливість механічних властивостей наноматеріалів	42

<i>ТИХОМИРОВА Г.В., БАБУШКІН О.М.</i> Релаксаційні ефекти поблизу індукованих тиском фазових переходів. Електропровідність галогенідів амонію	52
<i>КУЛЯСОВА О.Б., ІСЛАМГАЛІЄВ Р.К.</i> Підвищена надпластичність у наноструктурному магнійовому сплавi Mg–10 wt% Gd	56
<i>УЛЬЯНОВА Т.М., КРУТЬКО Н.П., ТИТОВА Л.В., ПАЕМУРД Є.С., МЕДИЧЕНКО С.В., КАЛМИЧКОВА О.Ю.</i> Наноструктурні порошки тугоплавких оксидів для отримання кераміки	62
<i>GRECHNEV G.E., PANFILOV A.S., BARANOVSKIY A.E., LOGOSHA A.V., SVECHKAREV I.V.</i> Pressure effect on magnetic susceptibility and exchange interactions in GdM_x ($x = 1, 2, 3, 5$) systems	68
<i>ПАШИНСЬКА Є.Г., ВАРЮХІН В.М., ЛЕЙРІХ І.В., АНТОНОВА М.А., ТИЩЕНКО І.І., ТКАЧЕНКО В.М.</i> Дослідження накопичення дефектів у міді в умовах інтенсивного комбінованого навантаження	76
<i>РААБ Г.І.</i> До питання промислового виробництва об'ємних ультрадрібнозернистих матеріалів	83
<i>МАЛИШЕВА С.П., САЛІЩЕВ Г.А., БЕЦОФЕН С.Я.</i> Виготовлення листових напівфабрикатів із технічного титану з субмікроструктурною структурою і їхні механічні властивості	90
<i>ГРІНБЕРГ Б.А., КАЗАНЦЕВА Н.В., ШОРОХОВ Е.В., ПИРОГОВ А.Н., ДОРОФЄЄВ Ю.А.</i> Нейтронографічне і електронно-мікроскопічне дослідження фазових перетворень в нікелевому суперсплавi після ударно-хвильового навантаження	97
<i>ВОРОНЦОВ Г.В., ОВСЯННИКОВ С.В., ЛОПАТІН Ю.Н., ЩЕННИКОВ В.В.</i> Багатофазні стани поблизу фазових переходів під тиском	104
<i>БЄЛОШЕНКО В.О., БОРЗЕНКО О.П., ГЛАЗУНОВА В.О., ПАКТЕР М.К.</i> Муфти, що термоусаджуються із наповнених епоксидних композицій	109
<i>ІГНАТЬЄВА Т.А., ВЕЛИКОДНИЙ А.Н.</i> Електронно-топологічні переходи в сплавах ренію і їхній вплив на T_c	117
<i>ЛАВРІНЕНКО Н.М., БЄЛОУСОВ М.М.</i> Комп'ютерне моделювання динамічного відгуку механічної системи на зовнішній вплив	125
<i>МОЛЛАЄВ А.Ю., АРСЛАНОВ Р.К., ДЖАМАМЕДОВ Р.Г., МАРЕНКІН С.Ф., ВАРНАВСЬКИЙ С.А.</i> Фазові перетворення в орієнтованих монокристалах антимоніду кадмію при високому тиску	132
<i>МОЛЛАЄВ А.Ю., ГАБІБОВ С.Ф., АРСЛАНОВ Р.К.</i> Еволюція енергетичного спектра арсеніду галію під тиском	140
<i>АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК ЗА 2003 РІК</i>	144

PACS: 61.72.Qq, 81.40.-z, 81.40.Vw

V.N. Varyukhin, Y.Y. Beygelzimer, B.M. Efros, O.V. Prokof'eva,
V.P. Pilyugin

HIGH PRESSURE EFFECTS IN SEVERE PLASTIC DEFORMATION

The analysis is made of effect and physical mechanisms of the influence of pressure on metal materials that are in the state of plastic flow, as well as on characteristics of materials undergone severe plastic deformation under pressure.

PACS: 81.40.-z

Л.Р. Саитова, И.П. Семенова, Г.И. Рааб, Р.З. Валиев

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА Ti-6Al-4V СПОСОБАМИ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Исследованы пути повышения прочностных свойств в двухфазном титановом сплаве Ti-6Al-4V интенсивной пластической деформацией (ИПД) и термомеханической обработкой. Установлено, что интенсивное измельчение структуры в сплаве на стадии равноканального углового прессования (РКУП) дает основной вклад в его прочность. Показано, что изменение исходной микроструктуры перед РКУП оказывает значительное влияние на последующее структурообразование и механические свойства. Низкотемпературная экструзия РКУП-заготовок приводит к дополнительному измельчению структуры, накоплению дефектов кристаллической решетки, что обуславливает в итоге упрочнение сплава почти на 40% по сравнению с отожженным состоянием.

PACS: 73.61.-г, 75.50.Lw, 62.50.+p

В.П. Пащенко, В.А. Штаба, В.Н. Варюхин, А.В. Пащенко,
А.А. Шемяков, И.В. Жихарев, В.П. Дьяконов', А.В. Климов, Г. Шимчак

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ, БАРО- И МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЕ ЭФФЕКТЫ В МАНГАНИТ-ЛАНТАНОВОЙ КЕРАМИКЕ И ЛАЗЕРНОЙ ПЛЕНКЕ $\text{La}_{0.6}\text{Mn}_{1.4}\text{O}_{3\pm\delta}$

Исследовано влияние температуры ($T = 77\text{--}350\text{ K}$), напряженности магнитного поля ($H = 0\text{--}8\text{ kOe}$) и высокого гидростатического давления (ВГД $P = 0\text{--}1.8\text{ GPa}$) на электросопротивление ρ манганит-лантановых керамических и пленочных образцов $\text{La}_{0.6}\text{Mn}_{1.4}\text{O}_3$, которые были аттестованы рентгеноструктурным и ЯМР-методами. Вблизи температуры фазового перехода металл-полупроводник (T_{ms}) обнаружены магнито- и барорезистивные эффекты (МРЭ, БРЭ). Показано, что увеличение H и P приводит к уменьшению ρ и соответственно к увеличению МРЭ и БРЭ керамических и пленочных образцов. Определена энергия активации электропроводности в полупроводниковой области для исследуемых образцов. Сравнительно низкие значения энергии активации объяснены высокой дефектностью кристаллической решетки манганит-лантановой перовскитовой структуры. Близкий к линейному характер барической зависимости сопротивления позволяет использовать манганит-лантановые образцы в качестве датчиков давления.

PACS: 81.40.-z, 62.20.-x

А.И. Коршунов, И.И. Ведерникова, Л.В. Поляков, Т.Н. Кравченко,
А.А. Смоляков, П.Н. Низовцев

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПО СЕЧЕНИЮ ЗАГОТОВКИ ПОСЛЕ РКУ-ПРЕССОВАНИЯ

На примере отожженной меди марки М1 (содержание меди не менее 99.9%) изучено влияние количества проходов при равноканальном угловом (РКУ) прессовании на неравномерность механических свойств по сечению заготовки. Исследования проведены на заготовках квадратного сечения (сторона квадрата 8 мм), вырезанных из листа толщиной 8 мм вдоль направления проката. Установлено распределение микротвердости по сечению образца. На микрообразцах диаметром 1.5 мм, вырезанных вдоль направления прессования, определены механические свойства при растяжении (предел прочности, условный предел текучести и относительное удлинение) в 9 точках по сечению образца. Исследования проведены после 1- и 2-го проходов по маршрутам В_С и С.

PACS: 62.20.Fe

Ю.Н. Подрезов

СТРУКТУРНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Предложена методология анализа структурной чувствительности механического поведения предварительно деформированных материалов. Использован комплексный метод исследований механических свойств, включающий испытания на одноосное растяжение, 4-точечный изгиб и одноосное сжатие. Продемонстрирована стадийность кривых деформационного упрочнения, которая связывается со структурными изменениями материалов, подвергнутых интенсивной пластической деформации (ИПД).

PACS: 81.40.Vw, 72.80.-r, 72.60.+g

Г.В. Тихомирова, А.Н. Бабушкин

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ОКРЕСТНОСТИ ИНДУЦИРОВАННЫХ ДАВЛЕНИЕМ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ГАЛОГЕНИДОВ АММОНИЯ

Исследованы зависимости от времени электропроводности образцов NH₄X (X = F, Cl, Br), находящихся в проводящих состояниях. При давлениях, существенно превышающих давления перехода в проводящие состояния, сопротивление меняется во времени по экспоненциальному закону. Характерные времена релаксации составляют десятки секунд. В окрестности переходов наблюдаются существенные отклонения от монотонности.

PACS: 81.40.-z

О.Б. Кулясова, Р.К. Исламгалиев

ПОВЫШЕННАЯ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТЬ В НАНОСТРУКТУРНОМ МАГНИЕВОМ СПЛАВЕ Mg–10 wt% Gd

Рассмотрены особенности структуры и сверхпластичности нанокристаллических образцов магниевого сплава Mg–10 wt% Gd, полученных интенсивной пластической деформацией кручением (ИПДК) под высоким давлением. Изучена эволюция структуры при in situ нагреве в колонне просвечивающего электронного микроскопа. Продемонстрирована повышенная сверхпластичность, выявлены оптимальная температура и скорость сверхпластической деформации, определены значения параметра скоростной чувствительности напряжения течения.

УДК 661.862-83

Т.М. Ульянова, Н.П. Крутько, Л.В. Титова, Е.С. Пазмурд,
С.В. Медиченко, О.Ю. Калмычкова

НАНОСТРУКТУРНЫЕ ПОРОШКИ ТУГОПЛАВКИХ ОКСИДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИКИ

Исследован процесс получения наноструктурных волокнистых порошков тугоплавких оксидов алюминия и циркония. Установлен механизм формирования структуры волокнистых оксидов, обладающих сложной архитектурой, включающей наночастицы оксидов металлов, нанопоры и микрокапилляры. На основании выполненного расчета размеров кристаллитов оксидов металлов установлено, что кристаллографические трансформации оксидов вызывают диспергирование вещества. Структурные превращения волокнистых оксидов сопровождаются изменением характера пористости и размера пор. Установлена корреляция между структурой, размером частиц и физико-химическими свойствами порошков. Полученные закономерности позволяют предсказывать свойства и регулировать технологию синтеза наноструктурных волокнистых оксидных материалов, которые могут использоваться для получения плотной керамики с применением техники высоких давлений.

PACS: 71.20.Eh, 75.10.Lp, 75.30.Cr

G.E. Grechnev, A.S. Panfilov, A.E. Baranovskiy, A.V. Logosha,
I.V. Svechkarev

PRESSURE EFFECT ON MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND EXCHANGE INTERACTIONS IN GdM_x ($x = 1, 2, 3, 5$) SYSTEMS

Effect of pressure on electronic structure and magnetic properties of GdM_x ($x = 1, 2, 3, 5$) systems is studied experimentally and theoretically. By employing the ab initio electronic structure calculations, the magnetic susceptibilities, saturation moments, exchange parameters, magnetic ordering temperature and their pressure derivatives are evaluated and appeared to be consistent with available experimental data. The obtained results are expected to promote further advance in the theory of magnetic ordering in rare-earth systems.

PACS: 67.72.Ji

Е.Г. Пашинская, В.Н. Варюхин, И.В. Лейрих, М.А. Антонова,
И.И. Тищенко, В.М. Ткаченко

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В МЕДИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО КОМБИНИРОВАННОГО НАГРУЖЕНИЯ

Представлены данные о процессах накопления дефектов в условиях интенсивной холодной комбинированной деформации (ИХКД) кручением и растяжением при постоянной нагрузке на образцах медной проволоки после отжига. Показано, что изменения микротвердости и электросопротивления имеют сложный характер в зависимости от общего количества оборотов и от направления вращения. Наблюдаемые изменения свойств связаны с изменением количества вакансий: увеличением – при кручении в одну сторону; уменьшением – при кручении в противоположную сторону (на начальных стадиях) вследствие развития процессов аннигиляции.

PACS: 81.40.–z

Г.И. Рааб

К ВОПРОСУ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Приведены результаты исследований и анализа наиболее перспективных схем равноканального углового прессования (РКУП) металлических материалов. Показаны перспектива и пути реализации эффективных промышленных процессов получения объемных ультрамелкозернистых (УМЗ) материалов с высоким уровнем технических и технологических свойств.

PACS: 81.40.–z

С.П. Малышева, Г.А. Салищев, С.Я. Бецофен

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИСТОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ТИТАНА С СУБМИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ И ИХ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Исследованы особенности изготовления листовых полуфабрикатов с субмикrokристаллической (СМК) структурой из технического титана ВТ1-0. Предварительно СМК-структура была получена в заготовках тепловой всесторонней интенсивной пластической деформацией (ИПД). Заготовки имеют смешанную микроструктуру – наблюдаются высокая плотность дислокаций, зерна, субзерна, элементы полосовой структуры, участки с мелкими (0.1 мкм) и крупными (до 1–2 мкм) зернами. В образцах имеется слабая текстура. Для увеличения пластичности заготовки отжигали при температуре возврата. Изготовлены ленты толщиной 0.8 мм и фольги толщиной 0.1 мм прокаткой при комнатной температуре. В процессе прокатки структура лент и фольг дополнительно измельчается, становится более однородной, в полуфабрикатах формируется типичная текстура прокатки. Тип текстуры не зависит от размера зерен заготовки, но в СМК-титане форми-

руется базисная текстура при меньших степенях деформации. Ленты и фольги из СМК-титана обладают высокими механическими свойствами, которые приближаются к свойствам двухфазных титановых сплавов.

PACS: 61.12.Ex, 61.16.Bg

Б.А. Гринберг, Н.В. Казанцева, Е.В. Шорохов, А.Н. Пирогов,
Ю.А. Дорофеев

НЕЙТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В НИКЕЛЕВОМ СУ- ПЕРСПЛАВЕ ПОСЛЕ УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ

Методами нейтронографии и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с высоким разрешением в образцах жаропрочного никелевого суперсплава (90% γ' -фазы) после ударно-волнового нагружения обнаружено фазовое превращение исходной γ' -фазы ($L1_2$) в метастабильную длиннопериодную тетрагональную фазу DO_{22} , имеющую строгую ориентацию по базису фазы $L1_2$. При повышении давления количество фазы DO_{22} увеличивается. После нагружения 100 GPa большие области фазы DO_{22} с тонкими механическими микродвойниками наблюдаются вблизи трещин.

PACS: 72.20.Pa, 72.20.Mu, 72.80.Tm, 84.60.Bk, 07.35.+k, 81.30.-t

Г.В. Воронцов, С.В. Овсянников, Ю.Н. Лопатин, В.В. Щенников

МНОГОФАЗНЫЕ СОСТОЯНИЯ В ОБЛАСТИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Институт физики металлов УрО РАН
ул. Софьи Ковалевской, 18, г. Екатеринбург, 620219, Россия

В представленной работе приведены уравнения, описывающие зависимость эффективных свойств (электрических, тепловых, гальваномагнитных и др.) многокомпонентных систем от концентрации и конфигурации включений. Приведены примеры вычислений термоэлектрической эффективности и добротности для таких систем. Предложенный подход может быть использован для получения структур с оптимальными свойствами.

PACS: 74.72.Lw, 81.40.L

В.А. Белошенко, А.П. Борзенко, В.А. Глазунова, М.К. Пактер

ТЕРМОУСАЖИВАЮЩИЕСЯ МУФТЫ ИЗ НАПОЛНЕННЫХ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Изучены физико-механические характеристики термоусаживающихся муфт, изготовленных из композиций, наполненных наноразмерными порошками ZrO_2 . Показано, что в случае порошков, содержащих агрегаты из сильно связанных частиц

ZrO₂, пластичность и максимальная степень термоусадки муфт в зависимости от концентрации наполнителя изменяются экстремально, достигая наибольших значений в области концентраций ZrO₂, соответствующей 20 wt%. Явление пластификации объясняется особенностями деформации агрегатов наполнителя и их способностью к избирательной адсорбции компонентов эпоксидной композиции.

PACS: 81.40.-z

Т.А. Игнатьева, А.Н. Великодный

ЭЛЕКТРОННО-ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ В СПЛАВАХ РЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА T_c

Исследованы зависимости температуры сверхпроводящего перехода $T_c(C)$ и ее производной $(1/T_c)(\partial T_c/\partial P)(C)$ от содержания примеси молибдена в сплавах $Re_{1-x}Mo_x$. Обнаружены нелинейное увеличение T_c и минимум на зависимости $(1/T_c)(\partial T_c/\partial P)(C)$, которые указывают на изменение топологии поверхности Ферми (ПФ) рения. Проведено количественное сравнение экспериментальных результатов с теорией и определены значения параметров, характеризующих электронный топологический переход (ЭТП). Показано, что сильный рост T_c в значительной степени обусловлен топологической добавкой δT_c .

PACS: 61.50.Ks

Н.М. Лавриненко, Н.Н. Белоусов

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТКЛИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Методом компьютерного моделирования изучена динамическая реакция механической системы на внешнее периодическое воздействие в условиях резонанса. Показано, что спектр собственных колебаний механической системы, лишенной демпфирования, не совпадает со спектром вынужденных колебаний. На амплитудно-частотной зависимости обнаружен пик, превосходящий на порядок все остальные. Частота, при которой возникают аномально большие амплитуды смещения, зависит как от геометрических параметров механической системы, так и от свойств материала. Показано, что уменьшение размеров конструкции более чем на два порядка с сохранением ее конфигурации не отражается на функциональных особенностях микросистемы.

PACS: 72.20.-i

А.Ю. Моллаев, Р.К. Арсланов, Р.Г. Джамамедов, С.Ф. Маренкин, С.А. Варнавский

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ АНТИМОНИДА КАДМИЯ ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ

На монокристаллических образцах p -CdSb, ориентированных по кристаллографическим направлениям $[001]$ и $[010]$, в области комнатных температур при высо-

ком гидростатическом давлении до 7 GPa, при подъеме и сбросе давления измерены удельное электросопротивление ρ и коэффициент Холла R_H . На барических зависимостях $\rho(P)$ и $R_H(P)$ обнаружены структурные фазовые переходы, определены характеристические точки и параметры фазового превращения, рассчитано изменение фазового состава с повышением давления. Методом Лауэ проведена проверка образцов разной ориентации на монокристалличность до и после приложения давления.

PACS: 72.20.-i

А.Ю. Моллаев, С.Ф. Габибов, Р.К. Арсланов

ЭВОЛЮЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

*При высоком гидростатическом давлении до 9 GPa по результатам измерения удельного электросопротивления ρ и коэффициента Холла R_H исследована эволюция энергетического спектра *n*- и *p*-GaAs в области междолинных переходов. Результаты интерпретированы на основе простой двухдолинной модели зоны проводимости.*

PACS: 61.72.Qq, 81.40.-z, 81.40.Vw

*V.N. Varyukhin, Y.Y. Beygelzimer, B.M. Efros, O.V. Prokof'eva,
V.P. Pilyugin*

HIGH PRESSURE EFFECTS IN SEVERE PLASTIC DEFORMATION

The analysis is made of effect and physical mechanisms of the influence of pressure on metal materials that are in the state of plastic flow, as well as on characteristics of materials undergone severe plastic deformation under pressure.

L.R. Saitova, I.P. Semenova, G.I. Raab, R.Z. Valiev

IMPROVEMENT OF MECHANICAL PROPERTIES OF Ti-6Al-4V ALLOY BY METHODS OF EQUAL-CHANNEL ANGULAR PRESSING FOLLOWED BY PLASTIC DEFORMATION

The methods of strength enhancement in two-phase titanium alloy Ti-6Al-4V using severe plastic deformation (SPD) and thermomechanical treatment have been investigated. It was established that structure refinement by ECAP enabled to enhance greatly the alloy strength. The change of the initial structure before ECAP is shown to have a great effect on the consequent structure formation and mechanical properties. Low-temperature extrusion of ECAP-billets results in an additional structure refinement, accumulation of crystalline lattice defects, which enabled to increase the strength of the alloy by about 40% in comparison with the annealed state.

*V.P. Pashchenko, V.A. Shtaba, V.N. Varyukhin, A.V. Pashchenko, A.A. Shemyakov,
I.V. Zhikharev, V.P. Dyakonov, A.V. Klimov, H. Szymczak*

PHASE TRANSITIONS, BARO- AND MAGNETORESISTIVE EFFECTS IN MANGANITE-LANTHANUM CERAMICS AND LASER-DEPOSITED $\text{La}_{0.6}\text{Mn}_{1.4}\text{O}_{3\pm\delta}$

The influence of temperature ($T = 77\text{--}350\text{ K}$), magnetic field strength ($H = 0\text{--}8\text{ kOe}$) and high hydrostatic pressure ($P = 0\text{--}1.8\text{ GPa}$) on electrical resistance ρ of ceramic and film manganite-lanthanum samples $\text{La}_{0.6}\text{Mn}_{1.4}\text{O}_3$ was investigated. The samples have been tested by X-ray diffraction and NMR methods. Magneto- and baroresistive effects (MRE, BRE) were revealed near the temperature point of metal-semiconductor phase transition (T_{ms}). It was shown that the increase in H and P decreases ρ and, consequently, increases MRE and BRE for ceramic and film samples. The activation energy of electrical conductivity for semiconductive area was defined for the investigated samples. The low values of the activation energy were explained by high defects of the crystal lattice of perovskites and by the co-existence of several mechanisms of conductance. Almost linear character of the pressure dependence of resistance makes it possible to use the manganite-lanthanum samples as pressure gauges.

A.I. Korshunov, I.I. Vedernikova, L.V. Polyakov, T.N. Kravchenko, A.A. Smolyakov, P.N. Nizovtsev

RESPONSE OF MECHANICAL PROPERTIES ACROSS THE SAMPLE TO ECAP

Heterogeneity in mechanical properties across the sample depending on the number of equal-channel angular pressing (ECAP) passes was studied using annealed copper M1 (min. Cu content 99.9%) as a test material. The samples under examination had a square section with a side length of 8 mm and were cut out from an 8-mm thick sheet along the rolling direction. Microhardness distribution across the sample was determined. Mechanical properties at tension (tensile strength, conventional yield strength, and elongation at rupture) were determined at 9 points across the sample using small-size specimens, 1.5 mm in diameter, cut out along the pressing direction. The investigations were carried out after first and second passes by routes B_C and C.

Yu.N. Podrezov

STRUCTURAL SENSITIVITY OF MECHANICAL PROPERTIES OF NANOMATERIALS

A methodology of the analysis of structural sensitivity of predeformed materials mechanical behaviour is proposed. A complex method of investigating the mechanical properties, which includes uniaxial-tension tests, 4-point bending and uniaxial compression, is used. A stage-like character of deformation hardening is demonstrated. It is related to structural changes of materials subject to severe plastic deformation (SPD).

G.V. Tikhomirova, A.N. Babushkin

RELAXATION EFFECTS AT PRESSURE INDUCED PHASE TRANSITIONS. AMMONIUM HALIDES RESISTANCE

The time dependences of resistance of the conducting states of NH₄X (X = F, Cl, Br) was studied. At the pressures essentially exceeding pressures of transition to conducting states the resistance varies with time exponentially. Typical relaxation times exceed tens seconds. In the vicinity of transitions essential deviations from monotony are observed.

O.B. Kulyasova, R.K. Islamgaliev

INCREASED SUPERPLASTICITY IN NANOSTRUCTURAL MAGNESIUM ALLOY Mg–10 wt% Gd

Peculiarities of structure and superplasticity of Mg–10 wt% Gd alloy nanocrystalline samples obtained by torsional severe plastic deformation (TSPD) under high pressure have been considered. The evolution of structure during the *in situ* heating in the column of transmission electron microscope has been studied. The increased superplasticity has been demonstrated, the optimal temperature and rate of superplastic deformation have been revealed, and values of parameter of flow-stress response to the velocity have been determined.

*T.M. Ulyanova, N.P. Krut'ko, L.V. Titova, E.S. Paemurd, S.V. Medichenko,
O.Yu. Kalmychkova*

NANOSTRUCTURED REFRACTORY OXIDE POWDERS FOR CERAMICS PRODUCTION

Processes for fabricating the nanostructured fibrous powders from alumina and zirconia are studied. The mechanism of formation of the structure of fibrous oxides with a complex architecture involving metal oxide nanoparticles, nanopores and microcapillaries was established. Relying on the calculations of metal oxide crystallite sizes it was found that crystallographic transformations of oxides cause them to disperse. Structural transformations in fibrous oxides are accompanied by changes in the character of porosity and pore sizes. The correlation between structure of substances, particle sizes and physical-chemical properties of powders was found. The obtained regularities allow one to predict the properties and to control the production technology of nanostructured fibrous oxide materials. These powders may be used for fabricating the dense ceramics by high-pressure techniques.

PACS: 71.20.Eh, 75.10.Lp, 75.30.Cr

G.E. Grechnev, A.S. Panfilov, A.E. Baranovskiy, A.V. Logosha,
I.V. Svechkarev

PRESSURE EFFECT ON MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND EXCHANGE INTERACTIONS IN GdM_x ($x = 1, 2, 3, 5$) SYSTEMS

Effect of pressure on electronic structure and magnetic properties of GdM_x ($x = 1, 2, 3, 5$) systems is studied experimentally and theoretically. By employing the ab initio electronic structure calculations, the magnetic susceptibilities, saturation moments, exchange parameters, magnetic ordering temperature and their pressure derivatives are evaluated and appeared to be consistent with available experimental data. The obtained results are expected to promote further advance in the theory of magnetic ordering in rare-earth systems.

*E.G. Pashinskaya, V.N. Varyukhin, I.V. Leyrich, M.A. Antonova, I.I. Tishchenko,
V.M. Tkachenko*

INVESTIGATION OF DEFECT ACCUMULATION IN COPPER UNDER SEVERE COMBINED LOADING

Data are represented on the processes of defect accumulation in samples of annealed copper wire under severe combined cold torsional and tensile deformation at constant load. Changes in microhardness and electrical resistance are shown to be of complex character depending on the total quantity of revolutions and direction of rotation. The observed changes of properties are associated with changes in the quantity of vacancies: the increasing upon torsion in one direction and decreasing at the initial stages of torsion in the opposite one on account of partial annihilation processes developed.

G.I. Raab

ON THE PROBLEM OF INDUSTRIAL PRODUCTION OF BULK ULTRAFINE-GRAINED MATERIALS

Results of investigation and analysis of the most prospective scheme of the equal-channel angular pressing (ECAP) of metallic materials are given. Prospects and ways of implementation of effective industrial processes of producing the bulk ultrafine-grained (UFG) materials with a high level of technical and technological properties are shown.

G.A. Salishchev, S.P. Malysheva, S.Ya. Betsofen

PRODUCTION OF SHEET HALF-FINISHED PRODUCTS FROM TITANIUM WITH SUBMICROCRYSTALLINE STRUCTURE AND THEIR MECHANICAL PROPERTIES

Processing to manufacture sheet half-finished products with submicrocrystalline (SMC) structure from commercial titanium preforms produced by warm multiple severe plastic deformation (SPD) was studied. It is shown that microstructure in preforms is of mixed type: submicron-sized grains and subgrains (0.1 μm), coarse grains (up to 1–2 μm), banded structure are observed. The texture in preforms is weak prominent. For cold rolling of ribbons and foils to prevent fracture, the preforms should be annealed at temperatures of recovery. Ribbons, 0.8 mm thick, and foils, 0.1 mm thick, were produced from SMC titanium by rolling. During rolling the microstructure of ribbons and foils undergoes additional refinement, it becomes homogeneous and a basal type texture is formed. The type of texture does not depend on titanium grain size but in SMC titanium the formation of basal components of texture occurs at less strain. Ribbons and foils from titanium possess excellent mechanical properties, which are not below those of some two-phase titanium alloys.

B.A. Grinberg, N.V. Kazantseva, E.V. Shorokhov, A.N. Pyrogov, Yu.A. Dorofeyev

NEUTRON DIFFRACTION AND ELECTRON MICROSCOPY INVESTIGATION OF PHASE TRANSFORMATIONS IN NICKEL SUPERALLOY AFTER SHOCK WAVE LOADING

By the methods of neutron diffraction analysis and high-resolution transmission electron microscopy (TEM), the phase transformation of initial γ' ($L1_2$) phase to metastable long-period tetragonal phase DO_{22} in nickel superalloy (90% γ' -phase) after shock wave loading has been found. It was found that the long-period tetragonal phase DO_{22} and γ' ($L1_2$) phases have a definite lattice orientation relationship, namely: basis orientation. The quantity of DO_{22} phase increases with pressure. TEM study found that the deformation microtwins of the DO_{22} -phase arouse near the cracks in the sample after 100 GPa loading.

G.V. Vorontsov, S.V. Ovsyannikov, Yu. N. Lopatin, V.V. Shchennikov

MULTIPHASE STATES IN REGION OF PRESSURE-INDUCED PHASE TRANSITIONS

Multi-component structures (heterophases, layered, porous, composite) present a stable interest for different fields of science and engineering. In the present paper the equations are discussed describing the dependence of several effective properties (electrical, thermal, galvanomagnetic, etc.) of such systems on concentration and configuration of inclusions. The examples are given of calculation of complex properties like thermoelectric effectiveness and figure of merit of multicomponent structures. The approach offered may be used for control as well as for optimal design of structures with advanced characteristics.

V.A. Beloshenko, A.P. Borzenko, V.A. Glazunova, M.K. Pakter

THERMALLY SHRINKABLE COUPLINGS FROM FILLED EPOXY COMPOSITIONS

Physical and mechanical characteristics of thermally shrinkable couplings from compositions filled with nanodimensional ZrO_2 powders have been studied. It is shown that in the case of powders with aggregates of strongly coupled ZrO_2 particles there is an extreme variation of plasticity and maximum degree of thermal shrinkage depending on filler concentration. They reach the highest values in the region of ZrO_2 concentrations corresponding to 20 wt%. Plasticization phenomenon is explained by a peculiar deformation of filler aggregates and their capacity for selective adsorption of components of the epoxy composition.

T.A. Ignatyeva, A.N. Velikodny

ELECTRON TOPOLOGICAL TRANSITIONS IN RHENIUM ALLOYS AND THEIR INFLUENCE ON T_c

The dependences of superconducting transition temperature $T_c(C)$ and its derivative $(1/T_c)(\partial T_c/\partial P)(C)$ on molybdenum impurity content are investigated. Nonlinear increase of T_c and minimum in the dependence of $(1/T_c)(\partial T_c/\partial P)(C)$ are revealed, which indicate a change in topology of rhenium Fermi surface. A quantitative comparison between the experimental data and the theoretically calculated results is made and the numerical values of the parameters describing the electron topological transition are determined. It is shown that a substantial rise in the superconducting transition temperature T_c of rhenium under the action of molybdenum impurities is largely determined by the topological addition δT_c .

N.M. Lavrinenko, N.N. Belousov

COMPUTER SIMULATION OF MECHANICAL SYSTEM DYNAMIC RESPONSE TO EXTERNAL INFLUENCES

Dynamic reaction of a mechanical system to a periodic external influence under the resonance conditions has been studied by computer simulation method. It is shown that the spectrum of natural oscillations of damping-free mechanical system differs from that of

forced oscillations. On the frequency-amplitude dependence there is a peak the order of magnitude higher than the rest ones. The frequency with which there are anomalously large amplitudes of shifting depends on both the geometrical parameters of the mechanical system and material properties. It is shown that a more than two orders of magnitude decrease of structure parameters, the configuration being preserved, does not influence the functional properties of the microsystem.

A.Yu. Mollayev, R.K. Arslanov, R.G. Dzhamamedov, S.F. Marenkin, S.A. Varnavsky

PHASE TRANSFORMATIONS IN ORIENTED MONOCRYSTALS OF CdSb AT HIGH PRESSURE

The specific resistance ρ and Hall coefficient R_H have been measured on the monocrystal samples p -CdSb oriented along crystallographic directions [001] and [010] in the region of room temperature at high hydrostatic pressure up to 7 GPa with increase and decrease of the pressure. On the $\rho(P)$ and $R_H(P)$ dependences the structural phase transitions have been revealed, characteristic points and parameters of the phase transformation have been determined, and changes in phase composition with pressure increase have been calculated. Samples of different orientation have been tested for monocrystallinity by the Laue method before and after pressure application.

A.Yu. Mollayev, S.F. Gabibov, R.K. Arslanov

AN EVOLUTION OF THE ENERGY SPECTRUM OF GaAs UNDER PRESSURE

According to measurements of the specific resistance ρ and Hall coefficient R_H there has been studied an evolution of the energy spectrum of n - and p -GaAs in a region of intervalley transitions at high hydrostatic pressure up to 9 GPa. The results have been interpreted on the basis of a simple two-valley model of the conduction band.