

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

**1** том 13  
2003

## Содержание

ЗАРОЧЕНЦЕВ Е.В., ТРОИЦКАЯ Е.П., ЧАБАНЕНКО В.В. Решеточные свойства кристаллов инертных газов при высоких давлениях и температурах.....	7
GRECHNEV G.E., ANUJA R., ERIKSSON O. Magnetic susceptibility of HCP iron and seismic anisotropy of the Earth's core.....	14
БУТЬКО В.Г., ВОЛОШИН В.А., ГУСЕВ А.А. О возможном изменении валентности редкоземельного иона под влиянием высокого давления.....	19
МОЛЛАЕВ А.Ю., АРСЛАНОВ Р.К., ДАУНОВ М.И., САЙПУЛАЕВА Л.А. Явления переноса и фазовые превращения в диарсениде кадмия–олова при высоком давлении.....	29
EREMEICHENKOVA YU.V., METLOV L.S., MOROZOV A.F. Realistic interatomic potential for MD simulations.....	34
МОЛЛАЕВ А.Ю., САЙПУЛАЕВА Л.А., ИВАНОВ Ю.М. Характеристические точки и параметры фазового превращения при всестороннем сжатии в $p$ -CdTe.....	43

ВАРЮХИН В.Н., МАТРОСОВ Н.И., МЕДВЕДСКАЯ Э.А., СЕННИКОВА Л.Ф., ДУГАДКО А.Б., СПУСКАНЮК А.В. Поведение меди при сдвиговой деформации в дробном режиме.....	48
СТОЛЯРОВ В.В., САЛИМГАРЕЕВ Х.Ш., СОШНИКОВА Е.П., БЕЙ-ГЕЛЬЗИМЕР Я.Е., ОРЛОВ Д.В., СЫНКОВ С.Г., РЕШЕТОВ А.Ю. Влияние комбинированной обработки давлением на структуру и свойства титана BT1-0.....	54
КОНСТАНТИНОВА Т.Е., РЮМШИНА Т.А., НОСОЛЕВ И.К., ПИЛИПЕНКО Н.П. Исследование внутреннего трения в титановом сплаве BT22.....	60
ШЕЛЕСТ В.В., ХРИСТОВ А.В., ЛЕВЧЕНКО Г.Г. Влияние деформации на <i>d</i> -электронные состояния центрального иона октаэдрических комплексов сложных молекулярных соединений.....	67
РАССОЛОВ С.Г., ТКАЧ В.И., КАМЕНЕВА В.Ю., ПОПОВ В.В. Зарождение и рост кристаллов $\alpha$ -Fe при линейном нагреве аморфного сплава Fe <sub>85</sub> B <sub>15</sub> .....	75
ДАЦКО О.И., АБРАМОВ В.С. Влияние импульсов слабого магнитного поля на процессы микропластической деформации и деформационного старения.....	84
НАДТОЧИЙ В.А., ЖИХАРЕВ И.В., ГОЛОДЕНКО Н.Н., КИСЕЛЕВ Н.С. Рентгеновские исследования дефектов структуры в приповерхностных слоях монокристаллов германия и кремния, деформированных при 310 К.....	91
ВАРЮХИН В.Н., ДУГАДКО А.Б., МАТРОСОВ Н.И., СПУСКАНЮК В.З., СЕННИКОВА Л.Ф., ПАВЛОВСКАЯ Е.А., ШЕВЧЕНКО Б.А., МИРОНОВА О.Н. Закономерности упрочнения волокнистых наноматериалов, полученных пакетной гидроэкструзией.....	96
БЕЛОШЕНКО В.А., БЕЛОУСОВ Н.Н., ГЛУЩЕНКО А.В., ДУГАДКО А.Б., МАТРОСОВ Н.И., РЕЗАНОВА В.Г., ЦЕБРЕНКО М.В. Твердофазная ориентация композиционных нитей с ультратонкими полипропиленовыми волокнами.....	106
ШУНДАЛОВ В.А., ШАРАФУТДИНОВ А.В., ЛАТЫШ В.В., МИХАЙЛОВ И.Н., ШЕСТАКОВА Л.О. Развитие технологических методов формирования наноструктуры и высокопрочного состояния в процессах интенсивной пластической деформации.....	113
БЕЛОШЕНКО В.А., МЕДВЕДСКАЯ Э.А., МАТРОСОВ Н.И., СПУСКАНЮК В.З., ШЕВЧЕНКО Б.А., ДУГАДКО А.Б. Деформирующий блок для реализации сдвиговой пластической деформации.....	121
ПОЛИЩУК В.С. Магнитно-абразивная обработка – высокоэффективный метод в машиностроении .....	127
АЛИМОВ В.І., КРИМОВ В.М., ШТИХНО А.П. Підвищення властивостей швидкорізальних сталей шляхом поверхневої обробки.....	139
БУСОВ В.Л. Акустический метод обратного рассеяния в опытах под нагрузкой и перспективы его развития.....	145
ПОЛЯКОВ П.И., КУЧЕРЕНКО С.С. Закономерности расположения критических линий и точек в изменениях фазовых переходов и свойств магнитных полупроводников .....	150
К 75-летию Бориса Ивановича БЕРЕСНЕВА.....	157

# Contents

<i>ZAROCHENTSEV E.V., TROITSKAYA E.P., CHABANENKO V.V.</i> The lattice properties of inert-gas crystals under high pressures and temperatures.....	7
<i>GRECHNEV G.E., AHUJA R., ERIKSSON O.</i> Magnetic susceptibility of HCP iron and seismic anisotropy of the Earth's core.....	14
<i>BUT'KO V.G., VOLOSHIN V.A., GUSEV A.A.</i> On a possible change in rare-earth ion valency under high pressure.....	19
<i>MOLLAEV A.YU., ARSLANOV R.K., DAUNOV M.I., SAYPULAEVA L.A.</i> Transfer phenomena and phase transitions in CdSnAs <sub>2</sub> at high pressure.....	29
<i>EREMEICHENKOVA YU.V., METLOV L.S., MOROZOV A.F.</i> Realistic interatomic potential for MD simulations.....	34
<i>MOLLAEV A.YU., SAYPULAEVA L.A., IVANOV YU.M.</i> Characteristic points and parameters of phase transition at hydrostatic compression in <i>p</i> -CdTe.....	43
<i>VARYUKHIN V.N., MATROSOV N.I., MEDVEDSKAYA E.A., SENNIKOVA L.F., DUGADKO A.B., SPUSKANYUK A.V.</i> Behaviour of copper under shearing strain in fractional mode.....	48

<i>STOLYAROV V.V., SALIMGAREYEV KH.SH., SOSHNIKOVA E.P., BEY- GELZIMER YA.E., ORLOV D.V., SYNKOV S.G., RESHETOV A.YU.</i> Structure and properties of titanium BT1-0 under combined plastic working.....	54
<i>KONSTANTINOVA T.E., RYUMSHINA T.A., NOSOLEV I.K., PILIPEN- KO N.P.</i> Investigation of internal friction in titanium alloy BT22.....	60
<i>SHELEST V.V., KHRISTOV A.V., LEVCHENKO G.G.</i> Effect of deformation on <i>d</i> -electron states of the central ion in octahedral complexes of molecular compounds.....	67
<i>RASSOLOV S.G., TKATCH V.I., KAMENEVA V.YU., POPOV V.V.</i> Nucleation and growth of $\alpha$ -Fe crystals upon linear heating the Fe <sub>85</sub> B <sub>15</sub> amorphous alloy.....	75
<i>DATSKO O.I., ABRAMOV V.S.</i> Influence of weak magnetic field pulses on microplastic deformation and deformation aging processes.....	84
<i>NADTOCHY V.A., ZHIKHAREV I.V., GOLODENKO N.N., KISELEV N.S.</i> X- ray investigation of structure defects in subsurface layers of germanium and silicium single crystals deformed at 310 K.....	91
<i>VARYUKHIN V.N., DUGADKO A.B., MATROSOV N.I., SPUSKA- NYUK V.Z., SENNIKOVA L.F., PAVLOVSKAYA E.A., SHEVCHENKO B.A., MIRONOVA O.N.</i> Regularities in the hardening of fibrous nanomaterials produced by packet hydrostatic extrusion.....	96
<i>BELOSHENKO V.A., BELOUSOV N.N., GLUSHCHENKO A.V., DUGAD- KO A.B., MATROSOV N.I., REZANOVA V.G., TSEBRENKO M.V.</i> Solid-phase orientation of composite filaments with ultrathin polypropylene fibres.....	106
<i>SHUNDALOV V.A., SHARAFUTDINOV A.V., LATYSH V.V., MIKHAI- LOV I.N., SHESTAKOVA L.O.</i> Development of technological methods for the formation of nanostructure and high-strength state during severe plastic deformation processes.....	113
<i>BELOSHENKO V.A., MEDVEDSKAYA E.A., MATROSOV N.I., SPUSKA- NYUK V.Z., SHEVCHENKO B.A., DUGADKO A.B.</i> A deforming unit for the shear plastic deformation realization.....	121
<i>POLISHCHUK V.S.</i> Magnetically abrasive treatment as a high-efficient method in machine building.....	127
<i>ALIMOV V.I., KRYMOV V.N., SHTIKHNO A.P.</i> Improvement of high-speed steel properties by surface treatment.....	139
<i>BUSOV V.L.</i> An ultrasonic backward scattering method in experiments under load and its prospects.....	145
<i>POLYAKOV P.I., KUCHERENKO S.S.</i> Regularities in the location of critical lines and points in changes of phase transitions and properties of magnetic semiconductors.....	150
To the 75-th anniversary of Boris Ivanovich BERESNEV.....	157

PACS: 62.50.-p, 64.10.+h, 64.30.+t

Е.В. Зароченцев, Е.П. Троицкая, В.В. Чабаненко

## РЕШЕТОЧНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Даны обзор и анализ наших расчетов решеточных свойств атомарных кристаллов: Ne, Ar, Kr, Xe. Впервые установлено выполнение соотношения Коши при анализе наиболее точного современного эксперимента по измерениям упругих модулей Kr под давлением. Тем самым доказано предположение о центральном характере межатомного взаимодействия, лежащего в основе подавляющего большинства используемых межатомных модельных потенциалов. Указанное соотношение является хорошим тестом для проверки точности измерений упругих модулей.

PACS: 75.10.Lp, 75.20.-g, 91.25.Ey, 91.35.Cb

G.E. Grechnev<sup>1</sup>, R. Ahuja<sup>2</sup>, O. Eriksson<sup>2</sup>

## MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF HCP IRON AND SEISMIC ANISOTROPY OF THE EARTH'S CORE

<sup>1</sup>B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the National Academy  
of Sciences of Ukraine  
47 Lenin Ave., Kharkov, 61103, Ukraine

<sup>2</sup>Department of Physics, University of Uppsala  
S-75121 Uppsala, Sweden

The seismic anisotropy of the Earth was proposed to be due to a preferred orientation of HCP iron crystals that constitutes the dominating element in the core. The suggested mechanism involves the anisotropy of the magnetic susceptibility  $\chi$  of HCP iron, and it is argued that if  $\chi$  is sufficiently anisotropic, a preferential orientation of the HCP crystals may occur. We have calculated ab initio  $\chi$  and the anisotropy energy of HCP iron for pressures and temperatures corresponding to the Earth's inner core conditions. Our calculations demonstrate that  $\chi$  is smaller when the field is along the c-axis of HCP iron. Hence, a toroidal magnetic field is shown to orient HCP Fe with c-axis along the north-south direction, and combined with the data on elastic constants this explains the seismic anisotropy.

PACS: 62.50.+p

В.Г. Бутько, В.А. Волошин, А.А. Гусев

## О ВОЗМОЖНОМ ИЗМЕНЕНИИ ВАЛЕНТНОСТИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ИОНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Предполагается, что валентность может изменяться под влиянием высокого давления без изменения стехиометрических соотношений. Для проверки этой гипотезы проведен расчет распределения

электронной плотности (ЭП) кристалла  $\text{PrO}_2$  при различных давлениях и вычислены соответствующие средние заряды ионов. Сопоставление этих данных с электронной структурой ионов Pr и O показывает, что валентность празеодима увеличивается до 11, а каждого иона кислорода – до 5.5.

PACS: 72.20.-i

А.Ю. Моллаев, Р.К. Арсланов, М.И. Даунов, Л.А. Сайпулаева

# ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ДИАРСЕНИДЕ КАДМИЯ–ОЛОВА ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ

Институт физики Дагестанского научного центра РАН  
Россия, 367003, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 94

На монокристаллических образцах  $\text{CdSnAs}_2$  исследованы удельное электросопротивление и коэффициент Холла при гидростатическом давлении до 9 ГПа. Измерения проведены при подъеме и сбросе давления в области комнатных температур на образцах двух типов: легированных медью и специально нелегированных. Проанализирована динамика изменения электросопротивления и коэффициента Холла с повышением давления. При  $P = 4.2$  ГПа обнаружен необратимый фазовый переход, сопровождающийся разложением вещества. По модели гетерофазная структура–эффективная среда рассчитано изменение фазового состава с ростом давления в области фазового перехода.

PACS: 62.50.+p

Yu.V. Ereimeichenkova, L.S. Metlov, A.F. Morozov

# REALISTIC INTERATOMIC POTENTIAL FOR MD SIMULATIONS

Donetsk Physics & Technology Institute named after A. Galkin NAS of Ukraine  
72, R. Luxemburg str. Donetsk, 83114, Ukraine

The coefficients of interatomic potential of simple form Exp-6 for neon are obtained. Repulsive part is calculated ab-initio in the Hartree-Fock approximation using the basis of atomic orbitals orthogonalized exactly on different lattice sites. Attractive part is determined empirically using single fitting parameter. The potential obtained describes well the equation of state and elastic moduli of neon crystal in a wide range of interatomic distances and it is appropriate for molecular dynamic simulations of high-temperature properties and phenomena in crystals and liquids.

PACS: 72.20.-i

А.Ю. Моллаев<sup>1</sup>, Л.А. Сайпулаева<sup>1</sup>, Ю.М. Иванов<sup>2</sup>

# ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ ТОЧКИ И ПАРАМЕТРЫ ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ВСЕСТОРОННЕМ СЖАТИИ В p-CdTe

<sup>1</sup>Институт физики ДНЦ РАН  
Россия, 367003, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 94

<sup>2</sup>Институт кристаллографии РАН  
117333, г. Москва, В-333, Ленинский проспект, 59

В р-CdTe на барических зависимостях электросопротивления в области давлений  $P = 0\text{--}4$  ГПа при повышении давления наблюдались два четких фазовых перехода при значениях 1.8 и 3.2 ГПа: цинковая обманка–киноварь, киноварь–натрий хлор. При сбросе давления удалось зафиксировать только один фазовый переход при  $P = 2$  ГПа. На основе собственных экспериментальных данных и теории формирования гетерофазных структур при высоком давлении определены некоторые характеристические точки и параметры фазового перехода. Согласно модели гетерофазная структура–эффективная среда рассчитана динамика изменения исходной фазы I от давления в области фазового перехода.

PACS: 81.40.–z

В.Н. Варюхин, Н.И. Матросов, Э.А. Медведская,  
Л.Ф. Сенникова, А.Б. Дугадко, А.В. Спусканюк

### ПОВЕДЕНИЕ МЕДИ ПРИ СДВИГОВОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ДРОБНОМ РЕЖИМЕ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Исследовано поведение меди при обработке равноканальным угловым прессованием (РКУП) с дробным режимом деформации. Показана возможность формирования в меди субмикроструктурного (СМК) состояния.

PACS: 81.40.–z

В.В. Столяров<sup>1</sup>, Х.Ш. Салимгареев<sup>1</sup>, Е.П. Сошникова<sup>1</sup>,  
Я.Е. Бейгельзимер<sup>2</sup>, Д.В. Орлов<sup>3</sup>, С.Г. Сынков<sup>2</sup>, А.Ю. Решетов<sup>2</sup>

### ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ТИТАНА ВТ1-0

<sup>1</sup>Институт физики перспективных материалов, Уфимский государственный  
авиационный технический университет  
Россия, 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

<sup>2</sup>Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
Украина, 83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

<sup>3</sup>Донецкий национальный технический университет  
Украина, 83000, г. Донецк, ул. Артема, 58

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния комбинированной обработки давлением на структуру и свойства титана ВТ1-0. На первой стадии обработки образцы подвергались винтовому прессованию (ВП), после чего производилась прокатка темплетов, вырезанных из этих образцов. Показано, что прокатка после ВП значительно увеличивает прочностные характеристики в продольном направлении, приближая к значениям в поперечном направлении, а пластичность даже превышает исходную величину. При этом анизотропия механических свойств в зависимости от направления уменьшается по сравнению с состоянием до прокатки, что говорит о перспективности выбранной комбинации деформационной обработки.

PACS: 62.40.+i, 61.66.Dk

Т.Е. Константинова<sup>1</sup>, Т.А. Рюмшина<sup>2</sup>, И.К. Носолев<sup>1</sup>, Н.П. Пилипенко<sup>1</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ В ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ ВТ22

Исследовано влияние различной термомеханической обработки титанового сплава ВТ22 на температурные зависимости внутреннего трения (ВТ) в области температур 80–300 К. В интервале 140–160 К обнаружен пик ВТ, появление которого связывается с существованием низкотемпературного мартенситного перехода. Исследовано влияние температуры отжига, одноосной деформации и гидроэкструзии на положение пика.

PACS: 63.20.Kr, 64.70.–p, 64.90.+b, 71.70.–d, 71.70.Ch, 71.90.+q, 75.60.–d

В.В. Шелест, А.В. Христов, Г.Г. Левченко

## ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ НА d-ЭЛЕКТРОННЫЕ СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ИОНА ОКТАЭДРИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СЛОЖНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Исследуется расщепление энергетических уровней одного d-электрона в кристаллическом поле деформированного октаэдрического комплекса, являющегося основной составной частью сложной молекулярной системы. Сложное молекулярное соединение трактуется как упругий континуум, содержащий вкрапленные в него октаэдрические комплексы. Используется метод последовательной деформации исходной пространственной конфигурации. Искажения октаэдра описываются тензорами бесконечно малых деформаций, обусловленных внутренней деформацией комплекса (эффект Яна–Теллера) и упругим воздействием на октаэдр окружающей среды. Показано, что конкурентное влияние внутренней и внешней деформаций может приводить к нетривиальному поведению расщепления уровней энергии. Экстраполяция выводов модели на большее число d-электронов координированного иона позволяет предположить возможность (при определенных условиях) повышения вероятности высокоспиновых состояний (в молекулярных системах, содержащих индуцируемые температурой высокоспиновые комплексы переходных металлов) под влиянием внешнего давления.

PACS: 61.43.Dq, 64.60.Qb, 81.10.Aj, 82.20.Mj

С.Г. Рассолов, В.И. Ткач, В.Ю. Каменева, В.В. Попов

## ЗАРОЖДЕНИЕ И РОСТ КРИСТАЛЛОВ $\alpha$ -Fe ПРИ ЛИНЕЙНОМ НАГРЕВЕ АМОРФНОГО СПЛАВА Fe<sub>85</sub>B<sub>15</sub>

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Методами рентгеновской дифрактометрии, дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и измерения электросопротивления исследован процесс образования кристаллов твердого раствора на основе  $\alpha$ -Fe в аморфном сплаве Fe<sub>85</sub>B<sub>15</sub> при нагреве с постоянной скоростью. Анализ экспериментальных данных проведен с помощью предложенной в работе аналитической модели, которая базируется на комбинации уравнения Колмогорова и соотношения, описывающего зависимость скорости контролируемого диффузией роста кристаллов от температуры и скорости на-

грева. Оценены значения параметров модели, при которых экспериментальные и расчетные данные согласуются друг с другом, и предсказаны условия формирования нанокристаллической структуры в исследованном стекле.

PACS: 62.90.+k

О.И. Дацко, В.С. Абрамов

### ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСОВ СЛАБОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕССЫ МИКРОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ДЕФОРМАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Исследовалось влияние импульсов слабого магнитного поля (ИСМП) на характер процессов микропластической деформации (МПД) и деформационного старения (ДС) материала с помощью метода низкочастотного внутреннего трения (ВТ).

PACS: 71.10.–W

В.А. Надточий<sup>1</sup>, И.В. Жихарев<sup>1,2</sup>, Н.Н. Голоденко<sup>1</sup>, Н.С. Киселев<sup>1</sup>

### РЕНТГЕНОВСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ В ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГЕРМАНИЯ И КРЕМНИЯ, ДЕФОРМИРОВАННЫХ ПРИ 310 К

<sup>1</sup>Славянский государственный педагогический университет  
84116, Донецкая обл., г. Славянск, ул. Ген. Батюка, 19

<sup>2</sup>Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Использован метод рентгеновской дифракции в стандартной геометрии Вульфа–Брэгга для исследования плотности дефектов в приповерхностных слоях деформированных монокристаллов германия и кремния. Исследования поверхности рентгеновских максимумов в системе подвижного образца и неподвижного детектора показали, что распределения интенсивностей пучков, отраженных от поверхностей деформированных и недеформированных кристаллов, отличаются. По виду кривых распределения интенсивностей в максимуме рентгеновских рефлексов эталонного и исследуемого образцов можно дать качественную оценку увеличения плотности дефектов.

PACS: 81.40.Ef, 81.20.Jz, 81.40.–z

В.Н. Варюхин, А.Б. Дугадко, Н.И. Матросов, В.З. Спусканюк,  
Л.Ф. Сенникова, Е.А. Павловская, Б.А. Шевченко, О.Н. Миронова

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПАКЕТНОЙ ГИДРОЭКСТРУЗИЕЙ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Методом пакетной гидроэкструзии получены волокнистые материалы (ВМ): медь волокнистого строения (МВС) и волокнистый композиционный материал (ВКМ) Cu–NbTi с наноразмерными волокнами. Установлены закономерности упрочнения ВМ, и достигнуты сверхвысокие значения прочности. В области наноразмеров волокон после термических воздействий обнаружен нетривиальный характер процессов возврата свойств, рекристаллизации и диффузионного взаимодействия компонентов ВКМ.

PACS: 81.20.Ti, 81.40.–z

В.А. Белошенко<sup>1</sup>, Н.Н. Белоусов<sup>1</sup>, А.В. Глущенко<sup>1</sup>, А.Б. Дугадко<sup>1</sup>,  
Н.И. Матросов<sup>1</sup>, В.Г. Резанова<sup>2</sup>, М.В. Цебренько<sup>2</sup>

#### ТВЕРДОФАЗНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ НИТЕЙ С УЛЬТРАТОНКИМИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫМИ ВОЛОКНАМИ

<sup>1</sup>Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

<sup>2</sup>Киевский национальный университет технологий и дизайна  
01601, г. Киев, ул. Немировича-Данченко, 2

Исследовано влияние деформации волочением при различных баротермических условиях на твердофазную ориентацию композиционных нитей с ультратонкими полипропиленовыми (ПП) волокнами. Установлена взаимосвязь структурного состояния, механических свойств и параметров термоусадки с условиями обработки.

PACS: 81.40.–z

В.А. Шундалов, А.В. Шарафутдинов, В.В. Латыш,  
И.Н. Михайлов, Л.О. Шестакова

#### РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРЫ И ВЫСОКОПРОЧНОГО СОСТОЯНИЯ В ПРОЦЕССАХ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Государственное унитарное предприятие «Научное конструкторско-технологическое бюро «Искра»  
г. Уфа, Россия

Исследованы три технологические схемы интенсивной пластической деформации (ИПД): осадка с кручением, осадка–протяжка и осадка–протяжка в сочетании с прессованием. Описаны структуры и свойства образцов из молибдена и вольфрама, обработанных по этим схемам. Показано, что в исследованных образцах в результате ИПД по разным схемам формируются нанокристаллические (НК) структуры.

PACS: 81.40.–z

В.А. Белошенко, Э.А. Медведская, Н.И. Матросов,  
В.З. Спусканюк, Б.А. Шевченко, А.Б. Дугадко

#### ДЕФОРМИРУЮЩИЙ БЛОК ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СДВИГОВОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Разработан деформирующий блок, позволяющий осуществлять процесс сдвиговой деформации в дробном режиме. Исследованы его технологические возможности.

УДК 621.762

В.С. Полищук

## МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА – ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД В МАШИНОСТРОЕНИИ

Научно-технологический центр «Реактивэлектрон» НАН Украины  
83096, г. Донецк, ул. Бакинских комиссаров, 17а

Рассмотрены особенности и эффективность абразивной обработки с использованием магнитного поля и технологические методы получения композиционных магнитно-абразивных порошков с различным химическим и фазовым составом, структурой и формой. Показана целесообразность использования карбидов переходных металлов в качестве абразивной компоненты магнитно-абразивных порошков (МАП).

УДК 621.785

В.І. Алімов, В.М. Кримов, А.П. Штихно

## ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ ШЛЯХОМ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ

Донецький національний технічний університет  
83000, м. Донецьк, вул. Артема, 58

Досліджували вплив деформування гідроекструзією, поверхневої плазмової обробки та різних видів термічної обробки на структуру і властивості деяких швидкорізальних сталей. Встановлено, що гідроекструзія є ефективним засобом підвищення властивостей порошкових швидкорізальних сталей. Плазмове поверхнєве зміцнення може стати додатковим способом покращення експлуатаційних властивостей інструмента.

PACS: 62.20.Fe, 62.80.+f

В.Л. Бусов

## АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ В ОПЫТАХ ПОД НАГРУЗКОЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Краматорский экономико-гуманитарный институт  
84300, г. Краматорск, ул. Парковая, 43а

Рассмотрен акустический метод обратного рассеяния (схема прозвучивания, алгоритмы обработки осциллограмм принятого сигнала), предложено его практическое использование. Кратко описаны три возможных направления применения данного метода контроля образцов и изделий в условиях эксплуатации под нагрузкой.

PACS: 73.61.-г, 62.50.+р

П.И. Поляков, С.С. Кучеренко

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ  
ЛИНИЙ И ТОЧЕК В ИЗМЕНЕНИЯХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ  
И СВОЙСТВ МАГНИТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ**

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины  
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72  
poljakov@mail.fti.ac.donetsk.ua

Проведен анализ корреляции электропроводности и ферромагнетизма в поли- и монокристаллических манганитах, выделены критические линии и точки. В изменениях структурного фазового перехода (ФП) и свойств под влиянием Р и Н выявлена роль термо- и магнитоупругой анизотропий. Определено значение упругоанизотропных деформирующих (УАД) напряжений в изменениях структурного ФП и свойств до и после него при смене приоритетов влияния Н и Т.

PACS: 62.50.-p, 64.10.+h, 64.30.+t

E.V. Zarochentsev, E.P. Troitskaya, V.V. Chabanenko

#### THE LATTICE PROPERTIES OF INERT-GAS CRYSTALS UNDER HIGH PRESSURES AND TEMPERATURES

A review and an analysis of our calculations of the lattice properties for monatomic crystals of Ne, Ar, Kr, Xe are given. At the analysis of the most accurate at present experiment on measuring the elastic moduli for Kr under pressure, the Cauchy condition was found to be satisfied. Thus, it has been proved that the interatomic interaction, being the basis for an overwhelming majority of the model interatomic potentials, is of central character. The mentioned condition is a good test for checking the measurements of the elastic moduli for accuracy.

PACS: 75.10.Lp, 75.20.-g, 91.25.Ey, 91.35.Cb

G.E. Grechnev, R. Ahuja, O. Eriksson

#### MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF HCP IRON AND SEISMIC ANISOTROPY OF THE EARTH'S CORE

The seismic anisotropy of the Earth was proposed to be due to a preferred orientation of HCP iron crystals that constitutes the dominating element in the core. The suggested mechanism involves the anisotropy of the magnetic susceptibility  $\chi$  of HCP iron, and it is argued that if  $\chi$  is sufficiently anisotropic, a preferential orientation of the HCP crystals may occur. We have calculated ab initio  $\chi$  and the anisotropy energy of HCP iron for pressures and temperatures corresponding to the Earth's inner core conditions. Our calculations demonstrate that  $\chi$  is smaller when the field is along the c-axis of HCP iron. Hence, a toroidal magnetic field is shown to orient HCP Fe with c-axis along the north-south direction, and combined with the data on elastic constants this explains the seismic anisotropy.

PACS: 62.50.+p

V.G. But'ko, V.A. Voloshin, A.A. Gusev

#### ON A POSSIBLE CHANGE IN RARE-EARTH ION VALENCY UNDER HIGH PRESSURE

It is assumed that the valency can be changed under high pressure with no changes in stoichiometric relations. To check the hypothesis, a calculation has been performed of the electron density (ED) distribution for  $\text{PrO}_2$  crystal at different pressures and of the average ionic charges. Comparison of the obtained data with the electronic structure of Pr and O ions shows that the praseodymium valency increases to 11, that of each oxygen ion – to 5.5.

PACS: 72.20.-i

A.Yu. Mollaev, R.K. Arslanov, M.I. Daunov, L.A. Saypulaeva

#### TRANSFER PHENOMENA AND PHASE TRANSITIONS IN $\text{CdSnAs}_2$ AT HIGH PRESSURE

Hall coefficient and specific electroresistance have been investigated in monocrystalline samples of  $\text{CdSnAs}_2$  at hydrostatic pressure up to 9 GPa. The measurements have been carried out on samples of two types: doped by copper and specially undoped ones at increase and decrease of pressure in the room-temperature range. The dynamics of changes in specific electroresistance and Hall effect change with pressure increase has been analyzed. Irreversible phase transition accompanied by the decomposition of the material has been revealed at  $P = 4.2$  GPa. The change of phase composition with pressure increase in the region of phase transition is calculated by the heterophase structure-effective medium model.

PACS: 62.50.+p

Yu.V. Ereimeichenkova, L.S. Metlov, A.F. Morozov

#### REALISTIC INTERATOMIC POTENTIAL FOR MD SIMULATIONS

The coefficients of interatomic potential of simple form Exp-6 for neon are obtained. Repulsive part is calculated ab-initio in the Hartree-Fock approximation using the basis of atomic orbitals orthogonalized exactly on different lattice sites. Attractive part is determined empirically using single fitting parameter. The potential obtained describes well the equation of state and elastic moduli of neon crystal in a wide range of interatomic distances and it is appropriate for molecular dynamic simulations of high-temperature properties and phenomena in crystals and liquids.

PACS: 72.20.-i

A.Yu. Mollaev, L.A. Saypulaeva, Yu.M. Ivanov

#### CHARACTERISTIC POINTS AND PARAMETERS OF PHASE TRANSITION AT HYDROSTATIC COMPRESSION IN p-CdTe

Two clear phase transitions have been observed in p-CdTe on baric dependences of electroresistance in the pressure range  $P = 0-4$  GPa: a zinc-blende-cinnabar transition and a cinnabar-rock salt transition at 1.8 and 3.2 GPa, respectively. One phase transition was only fixed when decreasing the pressure down to  $P = 2$  GPa. Some characteristic points and parameters of phase transition are defined on the basis of our own experimental data and the theory of heterophase structures formation at high pressure. In accordance with the heterophase structure-effective medium model the dynamics of the initial phase I versus pressure in the region of phase transition has been calculated.

PACS: 81.40.-z

V.N. Varyukhin, N.I. Matrosov, E.A. Medvedskaya,  
L.F. Sennikova, A.B. Dugadko, A.V. Spuskanyuk

#### BEHAVIOUR OF COPPER UNDER SHEARING STRAIN IN FRACTIONAL MODE

The behaviour of copper under the equal-channel angular extrusion (ECAE) in the fractional mode of straining has been investigated. It is shown that in copper a submicrocrystalline (SMC) state can be formed.

PACS: 81.40.-z

V.V. Stolyarov, Kh.Sh. Salimgareyev, E.P. Soshnikova, Ya.E. Beygelzimer, D.V. Orlov,  
S.G. Synkov, A.Yu. Reshetov

#### STRUCTURE AND PROPERTIES OF TITANIUM BT1-0 UNDER COMBINED PLASTIC WORKING

The results are given of experimental investigations of structure and properties of titanium BT1-0 under combined plastic working. At the first stage, the samples were subjected to twist extrusion (TE), next the templates cut from the same samples were rolled. The TE followed by rolling is shown to considerably improve the strength characteristics in longitudinal direction making them closer to values in transverse direction, whereas the plasticity is even higher than the initial one. Moreover, anisotropy of the mechanical properties decreases, depending on the direction, as compared to the prerolling state, thus speaking of the combined deformational treatment as a prospective one.

PACS: 62.40.+i, 61.66.Dk

T.E. Konstantinova, T.A. Ryumshina, I.K. Nosolev, N.P. Pilipenko

#### INVESTIGATION OF INTERNAL FRICTION IN TITANIUM ALLOY BT22

The influence of different thermomechanical treatment of titanium alloy BT22 on the temperature dependence of internal friction (IF) in the range of low temperatures 80–300 K was investigated. The peak of IF was revealed at 140–160 K. Its occurrence is due to low-temperature martensitic transition. Influence of annealing temperature, uniaxial strain and hydroextrusion on the peak position was investigated.

PACS: 63.20.Kr, 64.70.-p, 64.90.+b, 71.70.-d, 71.70.Ch, 71.90.+q, 75.60.-d

V.V. Shelest, A.V. Khristov, G.G. Levchenko

#### EFFECT OF DEFORMATION ON d-ELECTRON STATES OF THE CENTRAL ION IN OCTAHEDRAL COMPLEXES OF MOLECULAR COMPOUNDS

Splitting of d-electron energy levels in the crystalline field of deformed octahedral complex, that is the basic component of a complex molecular system, is investigated. Complex molecular compound is treated as the elastic continuum with the embedded octahedral complexes. The method of consecutive deformation of the initial spatial configuration is used. Octahedron distortions are described by tensors of infinitesimal strain caused by internal deformation of the complex (the Jahn-Teller effect) and environmental elastic action on the octahedron. It is shown that the competing action of internal and external deformation may result in nontrivial behaviour of the energy-level splitting. Conclusions of the model extrapolated to a greater number of d-electrons of the coordinated ion allow to assume that under definite conditions the probability of high-spin states (in molecular systems containing the temperature induced high-spin complexes of transition metals) can be higher under the influence of external pressure.

PACS: 61.43.Dq, 64.60.Qb, 81.10.Aj, 82.20.Mj

S.G. Rassolov, V.I. Tkatch, V.Yu. Kameneva, V.V. Popov

#### NUCLEATION AND GROWTH OF $\alpha$ -Fe CRYSTALS UPON LINEAR HEATING THE Fe<sub>85</sub>B<sub>15</sub> AMORPHOUS ALLOY

The process of formation of the  $\alpha$ -Fe solid solution crystals at constant-rate heating the Fe<sub>85</sub>B<sub>15</sub> amorphous alloy has been studied by means of X-ray diffractometry, differential scanning calorimetry (DSC) and resistance measurements. The experimental data have been analyzed using the proposed analytical model based on combination of Kolmogorov equation and the relation describing the dependence of the rate of diffusion-controlled crystal growth on temperature and heating rate. The values of the model parameters providing a good agreement between the calculated and experimental data have been estimated and the conditions required for nanocrystalline structure formation in the glass investigated have been predicted.

PACS: 62.90.+k

O.I. Datsko, V.S. Abramov

#### INFLUENCE OF WEAK MAGNETIC FIELD PULSES ON MICROPLASTIC DEFORMATION AND DEFORMATION AGING PROCESSES

The low-frequency internal friction method has been used to investigate the influence of weak magnetic field pulses on the character of microplastic deformation, aging processes in materials.

PACS: 71.10.-W

V.A. Nadtochy, I.V. Zhikharev, N.N. Golodenko, N.S. Kiselev

#### X-RAY INVESTIGATION OF STRUCTURE DEFECTS IN SUBSURFACE LAYERS OF GERMANIUM AND SILICIUM SINGLE CRYSTALS DEFORMED AT 310 K

X-ray diffraction method in standard Bragg geometry was used to investigate the density of defects in subsurface layers of deformed Ge and Si single crystals. X-ray maxima distribution was explored in the movable sample and motionless detector system. It was shown that intensity distributions of X-ray beams reflected from the surfaces of deformed and undeformed samples were different. Qualitative estimation of defects density in deformed crystal can be made by examination of X-ray reflexes intensity distributions on deformed and undeformed samples.

PACS: 81.40.Ef, 81.20.Jz, 81.40.-z

V.N. Varyukhin, A.B. Dugadko, N.I. Matrosov, V.Z. Spuskanyuk, L.F. Sennikova,  
E.A. Pavlovskaya, B.A. Shevchenko, O.N. Mironova

#### REGULARITIES IN THE HARDENING OF FIBROUS NANOMATERIALS PRODUCED BY PACKET HYDROSTATIC EXTRUSION

Packet hydrostatic extrusion method was used to produce fiber materials (FM): copper of fibrous structure (CFS) and fibrous composite material (FCM) Cu-NbTi with fibers of nanosize. Regularities of FM strengthening have been determined and superhigh values of strength have been attained. In nanodimensional region, after thermal effects, a nontrivial character of such processes as the recovery of properties, recrystallization and diffusional interaction of FCM components has been revealed.

PACS: 81.20.Ti, 81.40.-z

V.A. Beloshenko, N.N. Belousov, A.V. Glushchenko, A.B. Dugadko,  
N.I. Matrosov, V.G. Rezanova, M.V. Tsebrenko

#### SOLID-PHASE ORIENTATION OF COMPOSITE FILAMENTS WITH ULTRATHIN POLYPROPYLENE FIBRES

The influence of drawing under different barometric conditions on solid-phase orientation of composite filaments with ultrathin polypropylene (PP) fibres has been investigated. A correlation between the structural state, mechanical properties, parameters of thermal shrinkage and conditions of processing has been revealed.

PACS: 81.40.-z

V.A. Shundalov, A.V. Sharafutdinov, V.V. Latysh,  
I.N. Mikhailov, L.O. Shestakova

#### DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL METHODS FOR THE FORMATION OF NANOSTRUCTURE AND HIGH-STRENGTH STATE DURING SEVERE PLASTIC DE- FORMATION PROCESSES

Three technological schemes of severe plastic deformation (SPD), such as torsional upsetting, upsetting-broaching and upsetting-broaching combined with extrusion have been investigated. Structure and properties of molybdenum and tungsten specimens treated according to the above schemes are described. It is shown that in the investigated specimens the nanocrystalline (NC) structures are formed as a result of SPD schemes.

PACS: 81.40.-z

V.A. Beloshenko, E.A. Medvedskaya, N.I. Matrosov, V.Z. Spuskanyuk,  
B.A. Shevchenko, A.B. Dugadko

#### A DEFORMING UNIT FOR THE SHEAR PLASTIC DEFORMATION REALIZATION

A deforming unit has been designed to realize the process of shear deformation in fractional regime. Technological potentialities of the unit have been investigated.

UDK 621.762

V.S. Polishchuk

#### MAGNETICALLY ABRASIVE TREATMENT AS A HIGH-EFFICIENT METHOD IN MACHINE BUILDING

Peculiarities and efficiency of the abrasive treatment in the presence of magnetic field and technological methods for the production of composite magnetically abrasive powders of various chemical and phase composition, structure and form have been considered. Transition-metal carbides are shown to be appropriate abrasive component of magnetically abrasive powders (MAP).

UDK 621.785

V.I. Alimov, V.N. Krymov, A.P. Shtikhno

#### IMPROVEMENT OF HIGH-SPEED STEEL PROPERTIES BY SURFACE TREATMENT

Influence of deformation by hydroextrusion, plasma processing of the surface and thermal treatment of different kinds on structure and properties of some high-speed steels has been investigated. Hydroextrusion is shown to be an effective method of improving the properties of powder high-speed steels. Surface strengthening by plasma can be used as an additional method for the improvement of operational properties of tools.

PACS: 62.20.Fe, 62.80.+f

V.L. Busov

#### AN ULTRASONIC BACKWARD SCATTERING METHOD IN EXPERIMENTS UNDER LOAD AND ITS PROSPECTS

An ultrasonic backward scattering method and its ultrasonic test configurations, mathematical models for backward scattering signal processing, use in industrial fields are presented. Three possible ways for method using in situ for controlling the specimens and wares at maintenance conditions are considered.

PACS: 73.61.-r, 62.50.+p

P.I. Polyakov, S.S. Kucherenko

#### REGULARITIES IN THE LOCATION OF CRITICAL LINES AND POINTS IN CHANGES OF PHASE TRANSITIONS AND PROPERTIES OF MAGNETIC SEMICONDUCTORS

A correlation of electric conduction and ferromagnetism in poly- and single-crystalline manganites has been analyzed and critical lines and points have been localized. The role of thermo- and magnetoelastic anisotropies in changes of structural phase transition and properties under the influence of P and H has been revealed. A significance of elastically anisotropic deforming stresses in changes of PT and properties before and after the transition with changes in priority of H and T effects has been determined.