

**ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**PROCEEDING OF THE
KABARDINO-BALKARIAN
STATE UNIVERSITY**

ТОМ IV, № 3, 2014

Учредитель: Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова (КБГУ)

Главный редактор **Б.С. КАРАМУРЗОВ**
Первый зам. главного редактора **А.П. САВИНЦЕВ**
Зам. главного редактора **С.К. БАШИЕВА**
Зам. главного редактора **Х.Б. ХОКОНОВ**
Зам. главного редактора **А.А. ШЕБЗУХОВ**
Зам. главного редактора **Г.Б. ШУСТОВ**
Зам. главного редактора **М.М. ЯХУТЛОВ**
Ответственный секретарь **М.Ч. ШОГЕНОВА**

Редакционная коллегия

Волков Ю.Г., Гуфан Ю.М., Муратова Е.Г., Карлик А.Е., Матузов Н.И., Радченко В.П., Радченко О.А.,
Рубаков В.А., Фельдштейн Д.И., Фортвов В.Е., Хавинсон В.Ц., Хохлов А.Р., Хуснутдинова Э.К., Гукешоков М.Х.,
Мустафаева З.А., Кетенчиев Х.А., Кочесоков Р.Х., Мизиев И.А., Шхануков-Лафишев М.Х.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-44485 от 31.03.2011 г.
Подписной индекс в Каталоге «Пресса России» 43720.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Доступ к рефератам статей журнала осуществляется на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru>).

ISSN 2221-7789

Адрес редакции: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
360004. г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Телефоны: (88662) 722313

E-mail: rio@kbsu.ru, <http://izvestia.kbsu.ru>

© Авторы, 2014

© Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 2014

Founder: Kabardino-Balkarian State University (KBSU)

Editor in chief **B.S. KARAMURZOV**
The 1st Deputy Editor **A.P. SAVINTSEV**
Deputy Editor **S.K. BASHIEVA**
Deputy Editor **H.B. KHOKONOV**
Deputy Editor **A.A. SHEBZUHOV**
Deputy Editor **G.B. SHUSTOV**
Deputy Editor **M.M. YAHUTLOV**
Executive sekretary **M.Ch. SHOGENOVA**

Editorial board

Volkov Yu.G., Gufan Yu.M., Dзамиков K.F., Karlik A.E., Matuzov N.I.,
Radchenko O.A., Radchenko V.P., Rubakov V.A., Feldshtein D.I., Fortov V.E.,
Khavinson V.Ts., Hohlov A.R., Khusnutdinova E.K., Gukeshokov M.Kh., Zhambekova R.L.,
Ketenchiev Kh.A., Kochesokov R.Kh., Miziev I.A., Shkhanukov-Lafishev M.Kh.

Registration certificate PI № FS 77-44485 from 31.03.2011

Subscription index in the catalog «Russian Press» 43720

Access to abstracts of articles of the magazine is carried out on the Scientific Electronic Library Online «eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru>).

ISSN 2221-7789

Editorial address: Kabardino-Balkarian State University, 360004, Nalchik, Chernyshevsky st. 173

Phone number: (88662)722313

E-mail: rio@kbsu.ru, <http://izvestia.kbsu.ru>

© Authors, 2014

© Kabardino-Balkarian State University
of H.M. Berbekov, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Запорожец Ю.Б., Минцев В.Б., Грязнов В.К., Фортов В.Е., Рейнгольц Х., Репке Г. Исследование переходного слоя сильнонеидеальной ударно-сжатой плазмы ксенона	6
Петров Ю.В., Иногамов Н.А., Мигдал К.П. Эффективные частоты электронных s-s- и s-d-столкновений в никеле при высоких температурах электронов, вызванных действием фемтосекундных лазерных импульсов	15
Пугачев Л.П., Левашов П.Р., Андреев Н.Е. PIC-моделирование генерации горячих электронов из неоднородной плазмы под воздействием фемтосекундного лазерного импульса	21
Ивлев Г.Д., Гацкевич Е.И., Дворецкий С.А., Михайлов Н.Н., Власенко А.И., Гнатюк В.А., Велещук В.П. Наноимпульсное лазерное воздействие на твердые растворы $Cd_xHg_{1-x}Te$	25
Шеманин В.Г., Аткарская А.Б., Мкртычев О.В. Аналитическое исследование энергетических коэффициентов отражения и преломления света от многослойных плоскопараллельных наносистем	29
Кяров А.Х., Савинцев А.П. Дисперсионное взаимодействие атомов инертных газов	35
Куготова А.М., Кунижев Б.И. Сравнительный анализ процессов разрушения полиметилметакрилата высокоскоростным ударом и импульсным лазерным воздействием	44
Янковский Б.Д., Милявский В.В., Ананьев С.Ю. Неидеальный режим химического преобразования RDX в цилиндрических образцах	48
Горельский В.А., Орлов М.Ю., Орлов Ю.Н., Богомолов Г.Н. Исследование процесса пробития преград удлинненными ударниками	55
Воробьев Ю.В., Майер А.Е. Локализация пластической деформации в окрестности микро- и наноразмерных пор при высокоскоростной деформации металлов	60
Кадатский М.А., Хищенко К.В. Термодинамические свойства латуни при высоких температурах по модели Хартри – Фока – Слэтера	67
Корец А.Я., Королькова И.В., Крылов А.С., Миронов Е.В., Рабчевский Е.В. Исследование влияния последовательной термообработки детонационного алмазосодержащего материала	74
Кузнецов Д.Л., Сурков Ю.С., Уварин В.В., Филатов И.Е., Угодников Г.Г., Никифоров С.А. Конверсия сероуглерода в несамостоятельных и самостоятельных импульсных разрядах в воздухе	79
Филатов И.Е., Никифоров С.А., Сурков Ю.С., Уварин В.В. Действие высокоэнергетического пучка электронов на экотоксичные хлорсодержащие соединения в слое адсорбента	86
Дарьян Л.А., Козлов А.В., Котов А.В., Поварешкин М.Н., Полищук В.П., Шурупов А.В., Шурупова Н.П. Дуговой разряд в минеральном и органическом масле	92
Печеркин В.Я., Василяк Л.М., Ветчинин С.П., Молотков В.И. Возможный механизм отрыва макрочастиц с катода в стримерном разряде	99
Аракелян С.М., Итина Т.Е., Кутровская С.В., Кучерик А.О., Ширкин Л.А., Махалова Е.Ю., Волкова А.Ю., Поварницын М.Е. Исследование процессов получения наночастиц благородных металлов при лазерном воздействии на мишени в жидких средах	104
Попова Т.В., Майер А.Е., Хищенко К.В. Моделирование распространения ударных волн по полиметилметакрилату	109
Быстрый Р.Г., Морозов И.В. Исследование динамики электронов в ионизованных наноразмерных кластерах	115
Требования к оформлению научной статьи, представляемой в журнал «Известия Кабардино-Балкарского государственного университета»	120

CONTENTS

Foreword	3
Zaporozhets Yu.B., Mintsev V.B., Gryaznov V.K., Fortov V.E., Reinholz H., Röpke G. Transitive layer investigation of explosively driven strongly coupled xenon plasma	6
Petrov Yu.V., Inogamov N.A., Migdal K.P. Effective frequencies of s-s- and s-d-electron collisions in nickel at high temperatures of electrons caused by the action of femtosecond laser pulses ..	15
Pugachev L.P., Levashov P.R., Andreev N.E. PIC modeling of hot electrons generation from inhomogeneous plasma under the action of femtosecond laser pulses	21
Ivlev G.D., Gatskevich E.I., Dvoretzky S.A., Mikhailov N.N., Vlasenko A.I., Gnatyuk V.A., Veleschuk V.P. Nanopulsed laser action on $Cd_xHg_{1-x}Te$ solid solutions	25
Shemanin V.G., Atkarskaya A.B., Mkrtychev O.V. The energy reflecting coefficients and refractive indexes at multilayers nanosystems analytical studies	29
Kyarov A.Kh., Savintsev A.P. Dispersion interaction of atoms inert gases	35
Kugotova A.M., Kunizhev B.I. Comparative analysis of processes of polymethylmethacrylate destruction by high-speed impact and pulse laser action	44
Yankovskiy B.D., Milyavskiy V.V., Anan'ev S.Yu. Nonideal regime of chemical conversion of RDX in cylindrical sample	48
Gorelsky V.A., Orlov M.Yu., Orlov Yu.N., Bogomolov G.N. The investigation of the process of penetration of layered barriers long projectiles	55
Vorobyov Yu.V., Mayer A.E. Localization of plastic deformation in surrounds of micro- and nano-pores at high strain rates in metals	60
Kadatsky M.A., Khishchenko K.V. Thermodynamic properties of brass at high temperatures in the framework of Hartree – Fock – Slater model	67
Korets A.Ya., Korolkova I.V., Krylov A.S., Mironov E.V., Rabchevskii E.V. Research into influence of continual thermal treatment on the detonation diamond-containing material	74
Kuznetsov D.L., Surkov Yu.S., Uvarin V.V., Filatov I.E., Ugodnikov G.G., Nikiforov S.A. Carbon disulfide conversion in non-self-sustained and self-sustained pulsed discharges in air	79
Filatov I.E., Nikiforov S.A., Surkov Yu.S., Uvarin V.V. Action of high-energy electron beam on ecotoxic chlorinated compounds in adsorbent layer	86
Darian L.A., Kotov A.V., Kozlov A.V., Povareshkin M.N., Polistchok V.P., Shurupov A.V., Shurupova N.P. Arc discharge in mineral and organic oil	92
Pecherkin V.Ya., Vetchinin S.P., Molotkov V.I., Vasilyak L.M. The possible mechanism of macroparticle ejection from the cathode in streamer discharge	99
Arakelyan S.M., Itina T.E., Kutrovskaya S.V., Kucherik A.O., Shirkin L.A., Mahalova E.Yu., Volkova A.Yu., Povarnitsyn M.E. Study of producing noble metal nanoparticles by laser irradiation of targets in liquid media	104
Popova T.V., Mayer A.E., Khishchenko K.V. Modeling of shock wave propagation in polymethylmethacrylate	109
Bystryi R.G., Morozov I.V. Study of electron dynamics in ionized nanosized clusters	115
The demand to the design of the scientific article, represented in the journal «Proceeding of the Kabardino-Balkarian State University»	120

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ СИЛЬНОНЕИДЕАЛЬНОЙ УДАРНО-СЖАТОЙ ПЛАЗМЫ КСЕНОНА

*Запорожец Ю.Б.¹, Минцев В.Б.¹, Грязнов В.К.¹, Фортов В.Е.², Рейнгольц Х.³, Репке Г.³

¹Институт проблем химической физики РАН

²Объединенный институт высоких температур РАН

³Университет Ростoka, Германия

*yubz@icp.ac.ru

Выполнены новые эксперименты, в которых изучались поляризационные свойства сильнонеидеальной ударно-сжатой плазмы ксенона, имеющей параметр кулоновской неидеальности до $\Gamma = 2.4$ с использованием зондирующего излучения с $\lambda_{\text{лаз}} = 1064$ нм, $\lambda_{\text{лаз}} = 694$ нм и $\lambda_{\text{лаз}} = 532$ нм при углах взаимодействия плазменного объекта и электромагнитной волны до $\theta = 75^\circ$. Моделирование взаимодействия плазменного объекта с электромагнитной волной осуществлено на основе численного интегрирования системы уравнений Максвелла с учетом рассеяния электронов на атомах и изменения температуры в переходном слое плазмы.

Ключевые слова: сильнонеидеальная плазма, ударно-сжатая плазма, переходной слой, поляризационные характеристики.

TRANSITIVE LAYER INVESTIGATION OF EXPLOSIVELY DRIVEN STRONGLY COUPLED XENON PLASMA

Zaporozhets Yu.B.¹, Mintsev V.B.¹, Gryaznov V.K.¹, Fortov V.E.², Reinholz H.³, Röpke G.³

¹Institute of Problem of Chemical Physics RAS

²Joint Institute for High Temperatures RAS

³Rostock University (Universität Rostock), Germany

The results of new experiments on angular dependence of s – and p -polarized reflectivities of strongly correlated xenon plasma at several wavelengths are presented. The study of polarized reflectivity properties of explosively driven dense plasma was accomplished using laser light of wavelength $\lambda = 1064\text{nm}$, $\lambda = 694\text{ nm}$ and $\lambda = 532\text{ nm}$ at incident angles up to $\theta = 75$. With density $\rho = 3.5\text{g/cm}^3$, pressures $P = 14\text{ GPa}$ and temperatures up to $T \sim 3 \cdot 10^4\text{ K}$ of the investigated plasma, conditions with strong Coulomb interaction (the nonideality parameter up to $\Gamma \sim 2.4$) were present. For determination of the equilibrium properties of explosively driven plasma, appropriate gas dynamics calculations were carried out. The integration of Maxwell equations are based on an interpolation formula for dc conductivity. Results of the calculations with layer temperature profile and ea-collisions as factor are presented too.

Keywords: strongly correlated plasma, shock-compressed plasma, polarized reflectivity, transitive layer.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ S-S- И S-D-СТОЛКНОВЕНИЙ В НИКЕЛЕ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ЭЛЕКТРОНОВ, ВЫЗВАННЫХ ДЕЙСТВИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ

*Петров Ю.В.¹, Иногамов Н.А.¹, Мигдал К.П.²

¹ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН

²Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова

*uvp49@mail.ru

Вычисляются эффективные частоты межэлектронных s-s- и s-d-столкновений в переходном металле (никель), в котором при действии фемтосекундных лазерных импульсов оптического диапазона частот происходит нагрев как s-, так и d-электронов. Показан большой вклад s-d-рассеяния в общую частоту столкновений s-электронов с другими электронами в металле при умеренных (до 1 эВ) электронных температурах.

Ключевые слова: фемтосекундные лазерные импульсы, электрон-электронные столкновения, переходные металлы.

EFFECTIVE FREQUENCIES OF S-S AND S-D ELECTRON COLLISIONS IN NICKEL AT HIGH TEMPERATURES OF ELECTRONS CAUSED BY THE ACTION OF FEMTOSECOND LASER PULSES

Petrov Y.V.¹, Inogamov N.A.¹, Migdal K.P.²

¹*Landau ITP RAS*

²*VNIIA*

Effective frequencies of s-s and s-d electron collisions are calculated for the transition metal (nickel) with electrons heated by the femtosecond laser pulses of the optical frequency diapazone. It is shown that s-d scattering contributes to a great extent to the frequency of collisions of s-electrons with other electrons in the transition metal at moderate electron temperatures (up to 1 eV).

Keywords: femtosecond laser pulses, electron-electron collisions, transition metals.

УДК 533.9.01

PIC-МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ГОРЯЧИХ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ НЕОДНОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА

***Пугачев Л.П.^{1,2}, Левашов П.Р.^{1,2}, Андреев Н.Е.^{1,2}**

¹*Объединенный институт высоких температур РАН*

²*Московский физико-технический институт*

* pugachev@ihed.ras.ru

При воздействии на твердотельную мишень предимпульса, которым обладают лазерные системы, основанные на технике усиления chirпированных импульсов, вещество ионизуется, образуя поверхностный слой плазмы. Под воздействием основного импульса электроны плазмы нагреваются. В настоящей работе численно исследуется зависимость спектра горячих электронов от размера неоднородности поверхностного слоя плазмы при воздействии на него основного лазерного импульса.

Ключевые слова: фемтосекундный лазерный импульс, твердотельная мишень, лазерно-плазменное взаимодействие, генерация горячих электронов, энергетические электронные спектры.

PIC MODELING OF HOT ELECTRONS GENERATION FROM INHOMOGENEOUS PLASMA UNDER THE ACTION OF FEMTOSECOND LASER PULSES

Pugachev L.P.^{1,2}, Levashov P.R.^{1,2}, Andreev N.E.^{1,2}

¹*Joint Institute for High Temperatures RAS*

²*Moscow Institute of Physics and Technology (State University)*

The irradiation of the prepulse of the laser system based upon the chirped-pulse amplification technique on the solid target causes the ionization of matter to form the surface plasma layer. Under the action of the main pulse plasma electrons are heated. In this paper the dependence of hot electron spectra on the initial scale length of plasma inhomogeneity created by the prepulse are investigated numerically.

Keywords: femtosecond laser pulse, solid target, laser-plasma interaction, hot electrons generation, electron energy spectra.

УДК 621.315.592

НАНОИМПУЛЬСНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ $Cd_xHg_{1-x}Te$

Ивлев Г.Д.¹, * Гацкевич Е.И.², Дворецкий С.А.³, Михайлов Н.Н.³,
Власенко А.И.⁴, Гнатюк В.А.⁴, Велещук В.П.⁴

¹ Белорусский государственный университет

² Белорусский национальный технический университет

³ Институт физики полупроводников СО РАН

⁴ Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины

*gatskevich_elena@yahoo.com

Методом оптического зондирования исследовано воздействие импульсов излучения рубинового лазера длительностью 80 нс на эпитаксиальные слои твердого раствора $Cd_xHg_{1-x}Te$ на подложках GaAs. Оптическое зондирование проводилось с помощью лазера на стекле, активированном неодимом на длинах волн $\lambda_1=1,06$ и $\lambda_2=0,53$ мкм. Установлено, что в указанных режимах облучения плавление образцов начинается при плотности энергии в импульсе рубинового лазера ≈ 60 мДж/см², порог разрушения образцов соответствует ≈ 300 мДж/см². При превышении порога плавления динамика отражательной способности на λ_1 определяется интерференционными эффектами при отражении зондирующего излучения от системы, состоящей из жидкого и нагретого слоев $Cd_xHg_{1-x}Te$ и подложки. На λ_2 изменения в отражательной способности не зафиксированы.

Ключевые слова: оптическое зондирование, импульсное лазерное облучение, CdHgTe, отражательная способность.

NANOPULSED LASER ACTION ON $Cd_xHg_{1-x}Te$ SOLID SOLUTIONS

Ivlev G.D.¹, Gatskevich E.I.², Dvoretzky S.A.³, Mikhailov N.N.³,
Vlasenko A.I.⁴, Gnatyuk V.A.⁴, Veleschuk V.P.⁴

¹ Belarusian State University

² Belarusian National Technical University

³ Institute of Semiconductor Physics SB RAS

⁴ V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics NAS of Ukraine

The action of 80 ns pulses of ruby laser radiation on epitaxial layers of $Cd_xHg_{1-x}Te$ solid solution on GaAs substrate has been studied by optical probing method. Time-resolved reflectivity measurements on wavelengths $\lambda_1=1,06$ and $\lambda_2=0,53\mu m$ were carried out by use of a Nd:Glass laser. It is shown that sample surface melting starts at ruby laser energy density ≈ 60 mJ/cm² in indicated regimes of laser irradiation, the breakdown threshold corresponds to ≈ 300 mJ/cm². At the exceeding of melting threshold, reflectivity dynamics at λ_1 is determined by interference effects under reflection of probing radiation from the system consisting of $Cd_xHg_{1-x}Te$ liquid and heated layers and substrate. The changes in reflectivity at λ_2 are not detected.

Keywords: optical probing, pulsed laser irradiation, CdHgTe, reflectivity.

УДК 535.391.4.015.1

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА ОТ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Шеманин В.Г.¹, Аткарская А.Б.², *Мкртычев О.В.²

¹ Новороссийский политехнический институт, филиал КубГТУ

² Филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова в г. Новороссийске

*oleg214@ya.ru

Проведён теоретический анализ и компьютерное моделирование взаимодействия монохроматического излучения с системой плоскопараллельных слоёв. Проведено экспериментальное исследование

оптических свойств тонкоплёночных покрытий на длине волны 632 нм, точнее, определение показателя преломления и толщин тонких плёнок по результатам теоретического рассмотрения.

Ключевые слова: оптика тонких плёнок, многослойные покрытия, преломления.

THE ENERGY REFLECTING COEFFICIENTS AND REFRACTIVE INDEXES AT MULTYLAYERS NANOSYSTEMS ANALYTICAL STUDIES

Shemanin V.G.¹, Atkarskaya A.B.², Mkrtychev O.V.²

¹ *KubSTU, Novorossiysk Polytechnic Institute*

² *V.G. Shukhov BSTU, Novorossiysk branch*

The theoretical analysis and computer simulation of the monochromatic laser radiation interaction with the nanofilms system have been fulfilled. These nanofilms optical properties at the 632,8 wave length were experimental studied. The nanofilms refractive index and thickness values have been determined by the theoretical treatment.

Keywords: nanofilms optics, multylayers cover, refractive index.

УДК 539.194

ДИСПЕРСИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМОВ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

Кяров А.Х., *Савинцев А.П.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*pnr@kbsu.ru

В рамках теории функционала плотности получены выражения для определения Ван-дер-Ваальсовских констант атомов инертных газов. Расчет флуктуационных моментов осуществлен с использованием вариационной процедуры.

Ключевые слова: теория функционала плотности, силы Ван-дер-Ваальса, флуктуация, вариационный параметр, атом, инертный газ.

DISPERSION INTERACTION OF ATOMS INERT GASES

Kyarov A.Kh., Savintsev A.P.

Kabardino-Balkarian State University

Within the theory of inhomogeneous electron gas model is considered for the calculation of static quadrupole and octupole polarizabilities of rare gas atoms. The analysis confirms the high accuracy of the new model. Highlighted as one of its main advantages – simplicity and physical transparency, and lack of computational problems.

Keywords: density functional theory, Van der Waals forces, fluctuation, variational parameter, atom, inert gas.

УДК 539

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ УДАРОМ И ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

*Куготова А.М., Кунижев Б.И.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*kam-02@mail.ru

В работе показано, что использование лазерных импульсов более эффективно для создания условий для откольного разрушения по сравнению с высокоскоростным ударом, хотя общая схема развития

гидродинамических процессов остается одной и той же в том и другом случае. Сделан вывод о том, что механизмы кратерообразования и разрушения при этих импульсных ударных разрушениях существенно различаются.

Ключевые слова: кратерообразование, высокоскоростной удар, полиметилметакрилат, хрупкое разрушение, осевое напряжение, глубина кратера.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROCESSES OF POLYMETHYLMETHACRYLATE DESTRUCTION BY HIGH-SPEED IMPACT AND PULSE LASER ACTION

Kugotova A.M., Kunizhev B.I.

Kabardino-Balkarian State University

It has been shown in this paper that the use of the laser pulses is more effective in creating conditions for the split destruction compared to the high-speed impact in spite of the fact that the general scheme of percolation of the hydrodynamical processes remains the same in both cases. The conclusion has been deduced that the mechanisms of the crater formation and of the destruction at these impulse shock impacts differ in a great extent.

Keywords: crater formation, high-speed impact, polymethylmethacrylate, brittle destruction, axial strain, depth of a crater.

УДК 662.2-39

НЕИДЕАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ RDX В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБРАЗЦАХ

*Янковский Б.Д., Милявский В.В., Ананьев С.Ю.

Объединенный институт высоких температур РАН

*yiy2004@mail.ru

Проведено экспериментальное определение скорости ударно-волнового химического преобразования порошкообразного RDX ((CH₂)₃N₃(NO₂)₃) в цилиндрических образцах разной плотности в диапазоне изменения диаметра 10–36 мм. Экспериментальные результаты проанализированы в рамках общепринятых эмпирических соотношений о зависимости скорости ударно-волнового преобразования либо от плотности, либо от диаметра образца. На основе анализа получены два эквивалентных в геометрическом представлении соотношения, обобщающие функциональную связь названных параметров образца.

Ключевые слова: ударные волны, химические преобразования, неидеальный режим, цилиндрические образцы.

NONIDEAL REGIME OF CHEMICAL CONVERSION OF RDX IN CYLINDRICAL SAMPLE

Yankovskiy B.D., Milyavskiy V.V., Anan'ev S.Yu.

Joint Institute for High Temperatures RAS

Experimental definition of speed of chemical conversion of powdered RDX ((CH₂)₃N₃(NO₂)₃) induced by shock wave in cylindrical samples of different density in the range 10–36 mm of diameter change is carried out. Experimental results in the framework of standard empirical relations about dependence of speed of shock-wave conversion or from density or diameter of a sample are analyzed. On the basis of the analysis two relationship are received which generalize functional connection of named parameters of a sample and are equivalent in geometrical form.

Keywords: shock waves, chemical conversion, a nonideal regime, parameters.

УДК 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОБИТИЯ СЛОИСТЫХ ПРЕГРАД УДЛИНЕННЫМИ УДАРНИКАМИ

Горельский В.А., * Орлов М.Ю., Орлов Ю.Н., Богомолов Г.Н.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

*orloff_m@mail.ru

Представлены результаты численных исследований процесса пробития удлиненными ударниками слоистых преград. В качестве ударников выбраны одинаковые по массе и диаметру стальные цилиндры с различными формами головных частей. Объект исследования – это трехслойные преграды с дополнительным «усиливающим» слоем, который располагался в различных частях преграды. Серия вычислительных экспериментов проведена в осесимметричной постановке при помощи пользовательского многофункционального программного комплекса для расчета динамических многоконтактных задач МДТТ. Результаты приведены в виде текущих конфигураций взаимодействующих тел, а также графиков и таблиц.

Ключевые слова: модель, метод, расчет, удар, ударник, преграда, пробитие.

THE INVESTIGATION OF THE PROCESS OF PENETRATION OF LAYERED BARRIERS LONG PROJECTILES

Gorelsky V.A., Orlov M.Yu., Orlov Yu.N., Bogomolov G.N.

Tomsk State University

The results of numerical studies of the process of penetration of elongated projectiles laminated targets are presented. The projectiles were the same mass and diameter steel cylinders with various forms of warheads. The object of research are three-layer barrier with additional "reinforcing" layer. The layer was located in different parts of the barriers. A series of computational experiments carried out in axisymmetric formulation using the software package. The results are given in the form of the current configurations of the projectile and barriers, as well as graphs and tables.

Keywords: model, method, numerical, impact, projectile, plate, penetrating.

УДК 539.379.4

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ОКРЕСТНОСТИ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОР ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛОВ

Воробьев Ю.В., * Майер А.Е.

Челябинский государственный университет

*mayer@csu.ru

В данной статье представлены результаты континуального (на основе модели дислокационной пластичности) и молекулярно-динамического моделирования высокоскоростной пластической деформации металлов с порами. Показано, что поры выступают в качестве концентраторов напряжений и вызывают локализацию пластического течения на масштабах много больше собственных размеров. Эффективность поры как инициатора локализации существенно больше, чем эффективность возмущения поля плотности дислокаций или температуры, исследованных ранее.

Ключевые слова: локализация пластической деформации, металл, поры, континуальное моделирование, молекулярная динамика.

LOCALIZATION OF PLASTIC DEFORMATION IN SURROUNDS OF MICRO- AND NANO-PORES AT HIGH STRAIN RATES IN METALS

Vorobyov Yu.V., Mayer A.E.

Chelyabinsk State University

In this paper we present the results of the continuous modeling (based on dislocation plasticity model) and molecular dynamics simulations of high strain rate plastic deformation of metal with pores. It is shown that pores act as stress concentrators which cause localization of plastic flow at the spatial scale much larger than their size. Effectiveness of pore as a localization initiator is much higher than the effectiveness of perturbations of dislocation density and temperature, which were studied before.

Keywords: localization of plastic deformation, metal, pore, continuous modeling, molecular dynamics.

УДК 536.2

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАТУНИ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В РАМКАХ МОДЕЛИ ХАРТРИ – ФОКА – СЛЭТЕРА

*Кадатский М.А., Хищенко К.В.

*Объединенный институт высоких температур РАН
Московский физико-технический институт*

*makkad@yandex.ru

Представлены некоторые результаты расчетов термодинамических характеристик латуни ЛА90-1 (сплава меди 90 % по весу, цинка 9 % по весу и алюминия 1 % по весу) при высоких температурах по модели Хартри – Фока – Слэтера. Проводится анализ взаимодействия вещества малой добавки (алюминия) с другими компонентами сплава. Дано сравнение расчетных характеристик с результатами других теоретических подходов: модели Томаса – Ферми и модели постоянной плотности электронов.

Ключевые слова: квантово-статистические расчеты, модель Хартри – Фока – Слэтера, модель Томаса – Ферми, сплав, латунь, медь, цинк, алюминий, высокие температуры.

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF BRASS AT HIGH TEMPERATURES IN THE FRAMEWORK OF HARTREE – FOCK – SLATER MODEL

Kadatsky M.A., Khishchenko K.V.

*Joint Institute for High Temperatures RAS
Moscow Institute of Physics and Technology*

Some results of calculations of thermodynamic properties of brass LA90-1 (alloy of copper 90 % by weight, zinc 9 % by weight, and aluminum 1 % by weight) at high temperatures in the framework of Hartree – Fock – Slater model are presented. Interaction of substance of small addition (aluminum) with other components of the alloy is analyzed. Calculated characteristics are compared with results of other theoretical approaches: Thomas – Fermi model as well as constant-electron-density model.

Keywords: quantum-statistical calculations, Hartree – Fock – Slater model, Thomas – Fermi model, alloy, brass, copper, zinc, aluminum, high temperatures.

УДК 534.222

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ДЕТОНАЦИОННЫЙ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ

*Корец А.Я.¹, Королькова И.В.², Крылов А.С.³, Миронов Е.В.¹, Рабчевский Е.В.²

¹*Сибирский федеральный университет*

²*ИХХТ КНЦ СО РАН*

³*Институт физики, КНЦ СО РАН*

[*korets1947@rambler.ru](mailto:korets1947@rambler.ru)

С целью исследования изменений, происходящих в структуре частиц, полученных в высокоэнергетических условиях взрыва, была произведена термообработка образцов детонационного алмазосодержащего материала в интервале так называемого «кислородного окна» 430 °С. Продолжительность термообработки изменялась от 0,5 часа до 48 часов. Были проведены эксперименты и проанализированы результаты ИК-поглощения, комбинационного рассеяния света, рентгеновской дифракции и динамического рассеяния света термообработанных образцов.

Ключевые слова: детонационный синтез материалов, структурная неоднородность, детонационный алмазосодержащий материал.

RESEARCH INTO INFLUENCE OF CONTINUAL THERMAL TREATMENT ON THE DETONATION DIAMOND-CONTAINING MATERIAL

Korets A.Ya.¹, Korolkova I.V.², Krylov A.S.³, Mironov E.V.¹, Rabchevskii E.V.²

¹*Siberian Federal University*

²*Institute of Chemistry and Chemical Technology SO RAS*

³*Institute of Physics SO RAS*

Thermal treatment of detonation diamond-containing material in the interval of so-called «oxygen window» 430 C to investigate changes in the structure of the particles obtained under explosion conditions was performed. The duration of the thermal treatment varied from 0.5 to 48 hours. Infrared and Raman experiments and data of X-Ray diffraction and dynamic light scattering of the treatment samples were carried out.

Keywords: detonation synthesis, structural heterogeneity, detonation diamond-containing material.

УДК 533.92; 537.562

КОНВЕРСИЯ СЕРОУГЛЕРОДА В НЕСАМОСТОЯТЕЛЬНЫХ И САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РАЗРЯДАХ В ВОЗДУХЕ

Кузнецов Д.Л., Сурков Ю.С., Уварин В.В., Филатов И.Е., Угодников Г.Г., Никифоров С.А.

Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук

kdl@iep.uran.ru

Приведены результаты экспериментальных исследований процессов конверсии сероуглерода в воздухе под действием импульсного несамостоятельного разряда, инициируемого электронным пучком. Исследовано влияние напряженности электрического поля в разряде на эффективность конверсии. Создана установка для исследования конверсии сероуглерода в плазме, создаваемой стримерным коронным разрядом. Обнаружено влияние концентрации сероуглерода в воздухе на параметры формируемой стримерной короны.

Ключевые слова: сероуглерод, конверсия, несамостоятельный разряд, стримерная корона, плазма.

CARBON DISULFIDE CONVERSION IN NON-SELF-SUSTAINED AND SELF-SUSTAINED PULSED DISCHARGES IN AIR

Kuznetsov D.L., Surkov Yu.S., Uvarin V.V., Filatov I.E., Ugodnikov G.G., Nikiforov S.A.

Institute of Electrophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Results of experimental researches of processes of carbon disulfide conversion in air under action of pulsed non-self-sustained discharge initiated by electron beam are presented. An influence of electric field strength in the discharge on efficiency of the conversion was investigated. An installation for research of carbon

disulfide conversion in streamer corona generated plasma is created. An influence of carbon disulfide concentration in air on parameters of the formed streamer corona is discovered.

Keywords: carbon disulfide, conversion, non-self-sustained discharge, streamer corona, plasma.

УДК 533.92; 541.15

ДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНОГО ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ НА ЭКОТОКСИЧНЫЕ ХЛОРСОДЕРЖАЮЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ В СЛОЕ АДсорбЕНТА

***Филатов И.Е., Никифоров С.А., Сурков Ю.С., Уварин В.В.**

Институт электрофизики Уральского отделения РАН

***fil@iep.uran.ru**

В работе приведены результаты исследования воздействия высокоэнергетического пучка электронов на хлорфенолы и полихлорбифенилы в слое адсорбента. Анализ продуктов превращения выполнялся с помощью хроматомасс-спектрометрического метода. Показаны основные направления превращения хлорфенолов и полихлорбифенилов в слое адсорбента: окисление, дехлорирование и миграция хлора.

Ключевые слова: пучок электронов, конверсия экологических токсинов, реакции в слое адсорбента, полихлорфенолы, полихлорбифенилы, хроматомасс-спектрометрия, PCB, GC/MS.

ACTION OF HIGH-ENERGY ELECTRON BEAM ON ECOTOXIC CHLORINATED COMPOUNDS IN ADSORBENT LAYER

Filatitov I.E., Nikiforov S.A., Surkov Yu.S., Uvarin V.V.

Institute of Electrophysics UB RAS

This paper presents the results of research on the action of high-energy electron beam on chlorophenols and PCBs in the adsorbent layer. Analysis of the transformation products is made with help of GC/MS method. The basic directions of the transformation of chlorophenols and polychlorinated biphenyls in a layer of adsorbent are: oxidation, dechlorination, and migration of chlorine atom.

Keywords: electron beam, conversion of environmental toxins, reaction in adsorbent layer, polychlorophenols, polychlorinated biphenyls, chromatography-mass spectrometry, PCBs, GC/MS.

УДК 537.528

ДУГОВОЙ РАЗРЯД В МИНЕРАЛЬНОМ И ОРГАНИЧЕСКОМ МАСЛЕ

**Дарьян Л.А.¹, Козлов А.В.², Котов А.В.², Поварешкин М.Н.²,
Полищук В.П.², *Шурупов А.В.², Шурупова Н.П.²**

¹*ЗАО «Техническая инспекция ЕЭС»*

²*Объединенный институт высоких температур РАН*

***shurupov@fites.ru**

Представлены экспериментальные исследования дугового разряда в различных маслах в условиях, реализующихся при коротком замыкании в высоковольтном маслонеполненном электрооборудовании. Ток разряда до 15 кА, длительность разряда около 9 мс. Получены данные о вольт-амперной характеристике разряда, давлении в жидкости, коэффициенте газообразования. Приведены оценки параметров плазмы в дуге.

Ключевые слова: дуговой разряд, изоляционная жидкость, импульсное давление.

ARC DISCHARGE IN MINERAL AND ORGANIC OIL

Darian L.A.¹, Kotov A.V.², Kozlov A.V.², Povareskin M.N.²,
Polistchok V.P.², Shurupov A.V.², Shurupova N.P.²

¹JSC «UES Technical Inspection»

²Joint Institute for High Temperatures RAS

Experimental researches of arc discharge in a variety of oils are presented. The tests conditions were typical for the short circuit in high-voltage oil-filled electrical equipment. Discharge current was up to 15 kA, the duration of the discharge was about 9 milliseconds. Data on current-voltage characteristic of the discharge, pressures in the fluid, and the rates of gas formation were obtained. Estimations of plasma parameters in arc have been presented.

Keywords: arc discharge, insulating liquid, pulse pressure.

УДК 537.523

ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ОТРЫВА МАКРОЧАСТИЦ С КАТОДА В СТРИМЕРНОМ РАЗРЯДЕ

*Печеркин В.Я., Василяк Л.М., Ветчинин С.П., Молотков В.И.

Объединенный институт высоких температур РАН

*vpecherkin@yandex.ru

Исследован поляризационный механизм зарядки макрочастиц, связанный с разделением заряда на поверхности частиц под действием сильного внешнего электрического поля. Показана возможность получения экстремально высоких значений заряда на металлических и диэлектрических частицах при атмосферном давлении в воздухе в однородном электрическом поле с напряженностью $E_0 \sim 1-10$ кВ/см.

Ключевые слова: макрочастица, коронный разряд, стример, поляризация.

THE POSSIBLE MECHANISM OF MACROPARTICLE EJECTION FROM THE CATHODE IN STREAMER DISCHARGE

Pecherkin V.Ya., Vetchinin S.P., Molotkov V.I., Vasilyak L.M.

Joint Institute for High Temperatures RAS

We are studied polarization mechanism of particle charging, which is acted to the separation of charge on the surface of particles under the influence of the strong external electric field. The possibility of extremely high values of the charge on metal and dielectric particles in the air of atmospheric pressure in the homogeneous electric field with the strength of 1–10 kV/cm is showed.

Keywords: particulate, corona discharge, streamer, polarization.

УДК 538.975

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА МИШЕНИ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

¹Аракелян С.М., ²Итина Т.Е., ¹Кутровская С.В., ¹Кучерик А.О.*,
¹Ширкин Л.А., ¹Махалова Е.Ю., ¹Волкова А.Ю., ³Поварницын М.Е.

¹Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

²Лаборатория Хуберта Курьена в Сент-Этьене

³Объединенный институт высоких температур РАН

*kucherik@vlsu.ru

В работе представлены результаты исследования процессов формирования наночастиц благородных металлов (Au, Ag), помещенных в жидкость. Для получения коллоидных растворов наночастиц использовано непрерывное/квазинепрерывное лазерное излучение умеренной интенсивности $I = 10^5 - 10^6 \text{ Вт/см}^2$. Исследована зависимость размеров получаемых частиц от условий лазерного воздействия и выбора вещества жидкой фазы формируемого коллоида.

Ключевые слова: лазерное воздействие на вещество, коллоидные системы, наночастицы благородных металлов.

STUDY OF PRODUCING NOBLE METAL NANOPARTICLES BY LASER IRRADIATION OF TARGETS IN LIQUID MEDIA

¹Arakelyan S.M., ²Itina T.E., ¹Kutrovskaya S.V., ¹Kucherik A.O., ¹Shirkin L.A.,
¹Mahalova E.Yu., ¹Volkova A.Yu., ³Povarnitsyn M.E.

¹*Stoletovs' Vladimir State University*

²*Hubert Curien Laboratory Saint-Etienne*

³*Joint Institute for High Temperatures RAS*

The paper presents the results of investigations of the formation of nanoparticles of noble metals (Au, Ag) in liquids. For nanoparticle generation in colloids, a continuous-wave/quasi-continuous-wave laser radiation of moderate intensity $I = 10^5 - 10^6 \text{ W/cm}^2$ is used. The dependence of the nanoparticle size on the parameters of laser radiation and choice of the liquid phase substance is investigated.

Keywords: laser-matter interaction, colloidal systems, nanoparticles of noble metals.

УДК 539.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН ПО ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ

Попова Т.В.¹, *Майер А.Е.¹, Хищенко К.В.²

¹*Челябинский государственный университет*

²*Объединенный институт высоких температур РАН*

*mayer@csu.ru

На основе моделей вязкоупругих сред Фойгта и Максвелла проводится моделирование высокоскоростного соударения плоских пластин из полиметилметакрилата. Рассчитаны профили скорости свободной поверхности и скорость ударной волны при разных скоростях соударения, представлены результаты сравнения численных расчетов с экспериментальными данными. Модель Максвелла с постоянным временем релаксации позволяет описать структуру фронта ударной волны, волна разрежения описывается существенно хуже. Учет вязкоупругих свойств материала позволяет лучше описать зависимость скорости ударной волны от скачка скорости вещества на ней в области малых скоростей соударения.

Ключевые слова: полимерные материалы, полиметилметакрилат, ударная волна, скорость свободной поверхности, вязкоупругие среды, модель Максвелла.

MODELING OF SHOCK WAVE PROPAGATION IN POLYMETHYLMETHACRYLATE

Popova T.V.¹, Mayer A.E.¹, Khishchenko K.V.²

¹*Chelyabinsk State University*

²*Joint Institute for High Temperatures RAS*

High-velocity impact of plane plates of polymethylmethacrylate is modeled basing on viscoelastic medium models of Voigt and Maxwell. Calculated profiles of the free-surface velocity and the dependence of the shock-wave velocity upon the particle velocity jump are compared with experimental data. Maxwell model with constant relaxation time allows us to describe the structure of the shock wave front, rarefaction wave is described

significantly worse. Taking into account the viscoelastic properties of the material allows one to describe better the dependence of the shock-wave velocity upon the particle velocity jump at low velocities of impact.

Keywords: polymer materials, polymethylmethacrylate, shock wave, free-surface velocity, viscoelastic media, Maxwell model.

УДК 533.951.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОНОВ В ИОНИЗОВАННЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ КЛАСТЕРАХ

Быстрый Р.Г.^{1,2}, *Морозов И.В.^{1,2,3}

¹Объединенный институт высоких температур РАН

²Высшая школа экономики, НИУ

³Московский физико-технический институт, НИУ

*morozov@ihed.ras.ru

Методом молекулярной динамики исследованы основные моды коллективных колебаний электронов в неидеальной наноплазме, образованной при воздействии фемтосекундных лазерных импульсов на металлические кластеры. Определены относительные амплитуды и частоты колебаний Ми и плазменных колебаний (поверхностных и объемных плазмонов) в зависимости от размера кластера в диапазоне от 55 до 10^5 атомов. Найдено пороговое значение размера кластера, при котором возможно возникновение плазменных колебаний. Результаты моделирования качественно сопоставлены с экспериментами по облучению кластеров двумя лазерными импульсами по схеме pump-probe.

Ключевые слова: молекулярная динамика, металлические кластеры, лазерная плазма, объемные плазмоны, поверхностные плазмоны, резонанс Ми, неидеальная плазма, графические ускорители.

STUDY OF ELECTRON DYNAMICS IN IONIZED NANOSIZED CLUSTERS

Bystryi R.G.^{1,2}, Morozov I.V.^{1,2,3}

¹Joint Institute for High Temperatures of RAS

²Higher School of Economics, State University

³Moscow Institute of Physics and Technology, State University

The method of molecular dynamics is used to study the dominant collective oscillation modes of electrons in nonideal nanoplasmas created by an impact of femtosecond laser pulses on metal clusters. Relative amplitudes and frequencies of Mie and plasma oscillations (surface and volume plasmons) are obtained depending on the cluster size ranging from 55 to 10^5 atoms. A threshold value of the cluster size is found when the plasma oscillations can be observed. The simulation results are compared qualitatively with the experimental results for the cluster irradiation by two laser pulses with respect to the pump-probe scheme.

Keywords: molecular dynamics, metal cluster, laser plasma, volume plasmon, surface, plasmon, Mie resonance, nonideal plasmas, GPGPU.

**ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**PROCEEDING OF THE
KABARDINO-BALKARIAN
STATE UNIVERSITY**

ТОМ IV, № 3, 2014

Редактор *Л.З. Кулова*
Компьютерная верстка *Е.Л. Шериевой*
Корректор *Л.З. Кулова*

В печать 17.06.2014. Формат 60x84 ¹/₈.
Печать трафаретная. Бумага офсетная. 13.02 усл.п.л. 13.0 уч.-изд.л.
Тираж 1000 экз. Заказ № 7156.
Кабардино-Балкарский государственный университет.
360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.

Полиграфическое подразделение КБГУ.
360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.