

ICHEPMS-2024



**Book of abstracts of the
2nd International Conference
on High Energy Physics,
Materials Science and
Nanotechnology dedicated to
the memory of ERNST BOOS,
Academician of the NAS of the
Republic of Kazakhstan**



ISBN 978-601-08-3798-0



www.sci.kz

«INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY» LLP SATBAYEV UNIVERSITY

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі
ЭРНСТ ГЕРБЕРТОВИЧ БООСТЫ

еске алуға арналған «Жоғары энергия физикасы, материалтану және нанотехнология»
(ICHEPMS-2024) бойынша 2-ші Халықаралық конференциясының тезистер жинағы
15-16 ақпан, 2024ж.

Сборник тезисов 2ой Международной конференции по физике высоких энергий,
материаловедению и нанотехнологиям (ICHEPMS-2024) посвящённой памяти академика
НАН РК ЭРНСТА ГЕРБЕРТОВИЧА БООСА
15-16 февраля, 2024г.

Collection of abstracts of the 2nd International Conference on High Energy Physics, Materials
Science and Nanotechnology (ICHEPMS-2024) dedicated to the memory of the Academician of
NAS of the Republic of Kazakhstan BOOS ERNST HERBERTOVICH
February 15-16, 2024

Организационный комитет:

Боос Эдуард Эрнстович – доктор физико-математических наук, профессор НИИЯФ МГУ;
Жаутыков Булат Орымбекович – кандидат физико-математических наук, главный научный
сотрудник;

Садыков Турлан Хамзинович – доктор физико-математических наук, заведующий
лабораторией физики космических лучей;

Идрисова Тунык Кайратовна – и.о. директора ТОО «Физико-технический институт»;
Байменов Альжан – PhD, старший научный сотрудник ТОО «Физико-технический институт»

УДК 53

ББК 22.3

Қ18

ISBN 978-601-08-3798-0



PhD Байменов А.Ж. және Кантарбаева Д.О. жалпы редакциясымен.
Под общей редакцией PhD Байменова А.Ж. и Кантарбаевой Д.О.
Under the general editorship of PhD Baimenov A. and Kantarbayeva D.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі Эрнст Гербертович Боосты еске алуға арналған 2-ші Халықаралық ғылыми конференцияның тезистер жинағы, – Алматы, ЖШС ФТИ, 2024. – 70 б. – Ағылш., орыс., қаз.

Жинақта жоғары энергия физикасы, ғарыштық сәулелерді зерттеу, жаңартылатын энергия көздері, материалтану және нанотехнология салаларындағы ғылыми материалдар бар. Бұл жинақтың материалдары ғалымдарды, жоғары оқу орындарының оқытушыларын, магистранттар мен студенттерді қызықтыруы мүмкін. Авторлардың пікірі әрқашан редакторлардың көзқарасын көрсете бермейді. Қолжазбалар тексерілмейді және қайтарылмайды. Ұсынылған материалдардың дұрыстығына автор жауапты. Материалдарды қайта басып шығару кезінде осы жинаққа сілтеме жасау қажет.

Сборник тезисов 2ой Международной конференции по физике высоких энергий, материаловедению и нанотехнологиям посвящённой памяти академика НАН РК Эрнста Гербертовича Бооса, – Алматы, ТОО ФТИ, 2024. – 70 с. – Англ., рус., каз.

В сборнике представлены научные материалы по направлениям физики высоких энергий, исследование космических лучей, возобновляемые источники энергии, материаловедение и нанотехнологии. Материалы данного сборника могут быть интересны ученым, преподавателям высших учебных заведений, магистрантам и студентам. Мнение авторов не всегда отражает точку зрения редакции. Рукописи не рецензируются и не возвращаются. За достоверность предоставленных материалов ответственность несет автор. При перепечатке материалов ссылка на данный сборник обязательна.

Collection of abstracts of the International Scientific Conference, which is dedicated to the memory of Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Ernst Boos, – Almaty, IPT LLP, 2024. – 70 p. – Eng., russ., kaz.

The collection contains scientific materials in the field of high energy physics, cosmic ray research, renewable energy sources, materials science and nanotechnology. The materials of this collection may be of interest to scientists, teachers of higher educational institutions, undergraduates and students. The opinions of authors may not always coincide with the opinions of editors. Manuscripts are not peer-reviewed and will not be returned. The author is responsible for the accuracy of the submitted materials. If reprinting of the content is to take place, reference to this collection is mandatory.

© «Физика-техникалық институты» ЖШС Satbayev University, 15-16 ақпан 2024ж.
ТОО «Физико-технический институт» Satbayev University, 15-16 февраля 2024 г.
«Institute of Physics and Technology» LLP Satbayev University, February 15-16, 2024.

**МАЗМУНЫ
СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS**

ПЕРЕНОС НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ГЕТЕРОГЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ, СОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ НАНО ЧАСТИЦЫ В ПОСТОЯННЫХ И ПЕРЕМЕННЫХ ПОЛЯХ.....	8
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ВЫБОРУ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	9
AUTONOMOUS PHOTOELECTRIC AND PHOTOTHERMAL STATIONS.....	10
COMPARISON OF ENERGY EFFICIENCY	10
SYNTHETIC ZEOLITES AND NANOCOMPOSITES FOR REMOVAL OF MERCURY AND METHYLENE BLUE FROM WASTEWATER	12
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ В ПРИМЕНЕНИИ К ИНТЕГРИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ	13
ATOMIC STRUCTURE OF BULK METALLIC GLASSES AND SUPERCOOLED LIQUIDS STUDIED BY TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY, SCANNING TUNNELING MICROSCOPY, SYNCHROTRON- RADIATION X-RAY DIFFRACTION AND AB-INITIO MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION	13
PREPARATION OF COMPOSITE CARBON-CONTAINING ADSORBENTS BASED ON TEXTILE CORD.....	13
ЭНЕРГЕТИКА НАНОКРИСТАЛЛИТОВ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ	15
ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ	16
STUDYING THE INFLUENCE OF AN ELECTRON BEAM ON CARBON MATERIALS	17
ВАРИЗОННЫЕ ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$	18
SYNTHESIS AND RESEARCH OF CARBON NANOMATERIALS USING THE ELECTRIC DISCHARGE METHOD	19
OBTAINING NANOMATERIALS FROM ACTIVATED BOGATYR COAL BY ELECTRIC ARC METHOD.....	20
СИНТЕЗ БИОУГЛЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЁЛОЧНЫХ ИГРУШЕК СОСЕН ЖЁЛТЫХ ДЕРЕВЬЕВ МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА	22
SYNTHESIS OF NANOFIBERS BASED ON HUMIC ACIDS USING ELECTROSPINNING METHOD.....	23
РАДИОМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ.....	24
SYNTHESIS OF CARBON NANOMATERIALS BY CVD METHOD	25
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР	26
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ	28
ПОЛУЧЕНИЕ АЛМАЗНЫХ ПЛЕНОК С НАНОКРИСТАЛЛАМИ 15R-SiC	29
МЕТОДОМ ГАЗОФАЗНОЙ ЭПИТАКСИИ.....	29
ПОЛУЧЕНИЕ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО СЛОЯ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $(\text{GaAs})_{1-y-z}(\text{Ge}_2)_y(\text{ZnSe})_z$ С НАНО КРИСТАЛЛАМИ ИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ	30
ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК ИТО МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ CVD	31
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ФУНКЦИОНАЛА ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ.....	32
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕРИЕВЫХ ТВЕРДЫХ НОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА В СОЛНЕЧНЫХ РЕАКТОРАХ.....	33

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЯДРА КИСЛОРОДА ^{16}O С ПРОТОНАМИ ПРИ ИМПУЛЬСЕ 3.25 А ГэВ/с	34
ЭКСПЕРИМЕНТ NEWSdm.....	35
КОНВЕКТИВНОЕ СМЕШЕНИЕ В ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ	36
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАРЯЖЕННЫХ ПИОНОВ В $p^{12}\text{C}$ - И $n^{12}\text{C}$ -СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 4.2 ГэВ/с	37
КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПИОНОВ ПРЯМОГО РОЖДЕНИЯ И ОБРАЗОВАННЫХ ОТ РАСПАДА Δ^0 - И Δ^- -ИЗОБАР В $d^{12}\text{C}$ -СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 4.2 А ГэВ/с	38
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШАЛ НА ВЫСОТЕ 3340 М	39
INVESTIGATION OF SURFACE NANOCLUSTERS AND PARAMAGNETIC CENTERS OF ZnO/POR-SI STRUCTURES AS THE BASIS OF SENSORY PROPERTIES.....	40
ВЛИЯНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР ОКСИДА ЦИНКА НА ФРАКТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ	42
INVESTIGATION OF ZINC OXIDE NANOSTRUCTURES FORMED ON POROUS SILICON BY EPR SPECTROSCOPY	43
NOVEL METHOD TO REDUCE INDOOR RADON LEVEL.....	44
SYNTHESIS OF CARBON NANOSORBENTS FROM SHUBARKOL COAL	45
МЕДИЦИНСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И БИОСОВМЕСТИМЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТОМАТОЛОГИИ	47
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ АКТИВНЫХ СИСТЕМАХ СОЛНЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ ..	49
О НАПРАВЛЕНИЯХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОЛНЕЧНОМУ ОБОГРЕВУ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА	50
HADRONIZATION OF QUARK-GLUON PLASMAS.....	51
RECENT ACHIEVEMENTS IN NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	52
BIOMASS-DERIVED CARBONS FOR THE SORPTION OF RADIONUCLIDES	53
МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРОВ ПОР В ПОРИСТОМ УГЛЕРОДЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА	53
THE TESTING A MODEL SOLAR HYDROGEN POWER INSTALLATION SHPI.....	54
АНТИОТРАЖАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ОЛОВА.....	55
ФОТОТЕРМОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В $p\text{Si}-n(\text{Si}_2)_{1-x-y}(\text{GaP})_x(\text{ZnSe})_y$ ($0 \leq x \leq 0.09$, $0 \leq y \leq 0.88$) СТРУКТУРЕ.....	56
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТУННЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ЗАРЯДА	57
ЧЕРЕЗ НАНОМЕТРОВЫЕ СЛОИ ФТОРИДА КАЛЬЦИЯ НА КРЕМНИИ-(111)	57
ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО NH_4VO_3 ДО V_2O_5 ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ВАНАДИЕВЫХ ПРОТОЧНЫХ БАТАРЕЯХ.....	58
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГИЕЙ СЕЛЬСКИХ РЕГИОНОВ	59
IMPACT OF ULTRASONIC IRRADIATION ON THE PHOTOELECTRIC CHARACTERISTICS OF THE HETEROSTRUCTURE BASED ON	60
$n\text{CdS}_x\text{Te}_{1-x} - p\text{Zn}_y\text{Cd}_{1-y}\text{Te}$ SOLID SOLUTIONS	60
БЕСПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОНТЕ-КАРЛО МОДЕЛЬ ДЛЯ ДВУХ КАНАЛОВ ДИССОЦИАЦИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР КИСЛОРОДА НА ИЗОТОП N^{15} ПРОТОН И НА N^{14} И ДЕЙТРОН d ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПРОТОНАМИ ПРИ 3,25 ГЭВ/С НА НУКЛОН.....	61
Si/CdTe HETEROSTRUCTURE FABRICATED VIA VACUUM THERMAL EVAPORATION: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF PROPERTIES.....	62

ELECTROLUMINESCENT PROPERTIES OF PHOTODIODE STRUCTURES BASED ON PEROVSKITES	63
PHOTOTHERMOVOLTAIC EFFECT IN NGASB BINARY COMPOUND	64
ANALYZING THE IMPACT OF BUFFER LAYER THICKNESS ON THE PERFORMANCE OF Sb ₂ Se ₃ SOLAR CELLS VIA SCAPS-1D SIMULATION	65
STUDY OF SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE CIGS SOLAR CELLS	66
СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ОКСИДА ЦИНКА, СИНТЕЗИРОВАННОГО ЗОЛЬ- ГЕЛЬ МЕТОДОМ.....	67
DETERMINING AN EFFECTIVE TYPE OF BATTERIES FOR A SOLAR ENERGY STORAGE SYSTEM	68
IMPROVING THE EFFICIENCY OF MICRO-HYDROELECTRIC PLANTS OPERATING IN SMALL WATER STREAMS	69
ВАХ ОБРАТНО СМЕЩЕННОГО 4H-SiC $p - n - n^+$ - ПЕРЕХОДА	70
INVESTIGATION MECHANISM EROSION OF MOLYBDENUM EXPOSED TO PLASMA FLOWS	71
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОНИТИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ	71
DETERMINING THE RATIONAL CONFIGURATION OF A HYBRID MICROGRID BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES.....	73
КОГЕРЕНТНАЯ ДИНАМИКА ДИПОЛЯРИТОННОГО ОПТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ МИКРОРЕЗОНАТОРЕ	74
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ.....	75
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОТЕПЛООВОГО УСТРОЙСТВА НОВОГО ТИПА ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	76
МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ.....	77
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БУМАГИ.....	78
ИССЛЕДОВАНИЕ СИММЕТРИЧНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ БИОМАССЫ С ОРГАНИЧЕСКИМИ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ	79
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ ИЗ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА МИКРОКРЕМНИЗЕМА	80
ГЕТЕРОҚҰРЫЛЫМДЫ КҮН БАТАРЕЯЛАРЫНА АРНАЛҒАН МЫРЫШ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ НАНОҚҰРЫЛЫМДЫ МАТЕРИАЛДАР	81
МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕЙТРОННЫХ МОНИТОРОВ ДЛЯ ВХОЖДЕНИЯ В МИРОВУЮ СЕТЬ НЕЙТРОННЫХ МОНИТОРОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ ПО ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ	82
ИЗМЕНЕНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ В ПРОЦЕССЕ ПОСТРАДИАЦИОННЫХ ИЗОХРОННЫХ ОТЖИГОВ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ 12X18N10T И 08X16N11M3, ОБЛУЧЕННЫХ В РЕАКТОРАХ БН-350 И ВВР-К.	83
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРУШЕНИЯ ФЕРРИТО-МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ ЭП-450, ОБЛУЧЕННОЙ НЕЙТРОНАМИ В РЕАКТОРЕ БН-350	84
ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕР ӘДІСІНІҢ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ МЕН ӨЗЕКТІЛІГІ	85
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ПИЛОТИРУЕМЫХ КОМПЛЕКСАХ.....	86
ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ ФОРМУ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ?	88
ОПТОЭЛЕКТРОНДЫ ҚҰРЫЛҒЫЛАР ҮШІН КЕРІ КОНТАКТІЛІ ҚҰРЫЛЫМДАР: ҚОЛДАНЫЛУЫ МЕН ПЕРСПЕКТИВАСЫ	89

КЕРІ КОНТАКТТЫ ПЕРОВСКИТТІК КҮН ЭЛЕМЕНТТЕРІН САНДЫҚ ӘДІСПЕН ЗЕРТТЕУ	90
ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ.....	90
SrTiO ₃ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН БІРӨЛШЕМДІ ТАЛШЫҚТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ	92
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАЛЬКОГЕНИДА СЕЛЕНИДА СУРЬМЫ МЕТОДОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.....	93
SYNTHESIS OF PLASMONICS STRUCTURES Me-PNP/por-Si.....	94
PLASTICS IN THE ECOSYSTEM AND ITS CONNECTION WITH THE OZONE LAYER.....	95
FROM LOW MOLECULAR WEIGHT ORGANOGELATORS TO WEAK INTERMOLECULAR INTERACTIONS	96
TRANSVERSE MOMENTUM DISTRIBUTIONS OF THE CHARGED PARTICLES IN p+Pb COLLISIONS AT THE LARGE HADRON COLLIDER.....	97
AVERAGE TRANSVERSE MOMENTA OF THE CHARGED PARTICLES IN Au+Au COLLISIONS FROM THE BES PROGRAM AT THE RHIC	98
АВТОНОМНАЯ ПЕРЕДВИЖНАЯ ОПРЕСНИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА	99
MEAN TRANSVERSE MOMENTA OF PARTICLES IN Au+Au AND Pb+Pb COLLISIONS IN $(s_{nn})^{1/2}=62-5020$ GeV ENERGY INTERVAL AT THE RHIC AND LHC	99
SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF MATERIALS AT NITROGEN TEMPERATURE	102
ВОСПОМИНАНИЯ ОБ ЭРНСТЕ ГЕРБЕРТОВИЧЕ БООС	104

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ КОНФЕРЕНЦИИ**ПЕРЕНОС НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ГЕТЕРОГЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ,
СОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ НАНО ЧАСТИЦЫ В ПОСТОЯННЫХ И
ПЕРЕМЕННЫХ ПОЛЯХ**

Саидкулов Д.Р., Рахимова Я.М., Боймуратов Ф.Т.* , Камилов Ш.Х., Карабаева М., У.Абдурахманов
Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека. Ташкент, Узбекистан

*Alfraganus University. Ташкент, Узбекистан
e-mail: fboymuratov78@gmail.com

Гетерогенные материалы, содержащие нано частицы, с проводящими включениями имеют большой прикладной потенциал, что стимулирует изучение переноса носителей заряда в таких системах.

Цель данной работы заключается в сравнении и анализе полученных результатов по исследованию температурной зависимости проводимости гетерогенных материалов на основе пирополимеров, а также керамики и полимеров, содержащих нано частицы металлов.

Ранее авторами данной работы было показано [1], что типичным представителем пирополимеров являются термообработанные продукты полиакрилонитрила (ПАН), при низких температурах термообработки (ТТО) ≤ 200 °С, является диэлектриком, а при ТТО ≥ 200 °С приобретает полупроводниковые свойства. Ответственными за электрические свойства полупроводникового ПАН являются области полисопряжения.

Нами также, методом термического разложения формиата металлов, были получены гетерогенные материалы, представляющие собой металлсодержащие наночастицы, стабилизированные в объеме матриц из керамики и полимеров, исследованы зависимости их электропроводности (σ) и диэлектрической проницаемости (ϵ) от объемного содержания наночастиц металлов (V) [2-3].

На основе сравнения и анализа полученных результатов по температурной зависимости проводимости пирополимеров, а также керамики и полимеров, содержащих нано частицы никеля, заключено, что формирования пирополимеров, а также керамики и полимеров, содержащих нано частицы никеля, в первом приближении можно представить в виде процесса наполнения диэлектрика нано дисперсными «металлическими» частицами – подобно легированным компенсированным полупроводникам.

Предложена энергетическая модель структуры, объясняющая перенос носителей заряда в таких гетерогенных материалах, содержащих нано частицы с проводящими включениями в постоянных и переменных полях.

Литература

1. У. Абдурахманов, А.Г.Забродский., М.А.Магруппов., А.В.Умаров Прыжковая проводимость и переход металл - диэлектрик в полупроводниковых пирополимерах. ФТТ.1986.Т.28.№12.С.3680-3686.
2. U. Abdurakhmanov, Sh. Sharipov, Y. Rakhimova, M. Karabaeva, M. Baydjanov. Conductivity and Permittivity of Nickel-Nanoparticle-Containing Ceramic Materials in the Vicinity of Percolation Threshold.// J. Am. Ceram.Soc.2006.V.89.№ 9. pp. 2946–2948.
3. U. Abdurakhmanov, F. T. Boitmuratov, G. I. Mukhamedov, A. S. Fionov, and G. Yu. Yurkov. Electric Conductivity of Composite Materials Based on Phenylon Matrices and Nickel Particles.// Journal of Communications Technology and Electronics, 2010, Vol. 55, No. 2, pp. 221–224.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ВЫБОРУ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ

Бердиев Д.М.*, Умарова М.А.

Ташкентский Государственный технический университет им. И. Каримова, г. Ташкент, Узбекистан

*e-mail: berdiyev_mf@mail.ru

Введение. Абразивное изнашивание является основной причиной выхода из строя металлических деталей. Изготовление деталей из быстроизнашиваемого материала часто не обосновано и, как правило, обусловлено инертностью производства [1, 2]. В ремонтном производстве данная тенденция часто связана с отсутствием или недостатком необходимых износостойких марок сталей, что может привести к преждевременному выходу из строя при эксплуатации отремонтированных узлов. Выбор сталей для изготовления ответственных деталей должен основываться на показателях их износостойкости [3].

Задачи настоящего исследования: выполнение подготовительной термической обработки на экстремальных режимах с завершающей термической обработкой; установление связей между параметрами структуры сталей и их абразивной износостойкостью; создание программы выбора материалов и способов упрочнения для достижения требуемой износостойкости изготавливаемых деталей.

Методы. Исследовали углеродистые стали (от технического железа до У8) и малолегированную сталь 65Г. Для создания в исследуемых сталях разных структур образцы подвергали термической обработке. В ходе исследований при изучении композиционного количества химических элементов в сплавах и их структуры применялись аттестованный химический метод и спектральный рентгеновский анализатор Shimadzu, ионный хроматограф Metrohm 850 Professional IC, (SEM-EDX) Zeiss EVO MA 10, а также сканирующие электронные микроскопы /Aztec Energy Advanced X-Act для создания программы использовался язык программирования C++. Испытания материалов на абразивное изнашивание осуществляли на приборе ПВ-7.

Результаты. Для определения закономерностей структурообразования предварительную нормализацию сталей выполняли при разных температурах (выше A_{c3} (или A_{c1}) + 30÷50 °C до 1200 °C). Была установлена экстремальная температура нормализации (1100 °C), при которой после (γ - α)-превращения формируется ферритная фаза с максимальной плотностью дислокаций.

Составлены количественные взаимосвязи между структурными показателями и значениями износостойкости сталей и на основе этого разработана компьютерная программа для определения химического состава стали, обеспечивающего износостойкость на необходимом уровне в традиционном, а также нетрадиционном режимах термической обработки.

В результате влияния температуры нагрева установлено, что в сталях формируются «сильные» и «слабые» структурные параметры, влияющие на величину износостойкости, и по этим структурным факторам определена термическая устойчивость. Разработано математическое выражение связи между структурными параметрами и величинами износостойкости сталей при различных температурах нагрева, из которого можно выбрать химический состав и режим термической обработки сталей, обеспечивающих требуемую величину износостойкости на основе современной компьютерной программы.

Для определения режима термообработки на современном компьютере традиционным и нетрадиционным способом разработана программа на языке C++, что повышает производительность деталей.

Выводы. С использованием современной компьютерной программы определен химический состав сталей и разработана методика определения традиционного и нетрадиционного режимов термической обработки, повышающих срок службы деталей.

AUTONOMOUS PHOTOELECTRIC AND PHOTOTHERMAL STATIONS COMPARISON OF ENERGY EFFICIENCY

¹Tursunov M.N., ¹Sabirov X., ^{2*}Kholov U.R., ¹Eshmatov M.M.

¹Physical-Technical Institute, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

²Karshi engineering-economics institute, Karshi, Uzbekistan

*e-mail: uygunshams@mail.ru

Key words: photoelectric battery, electric energy, power, economic efficiency, thermal energy.

Introduction. Improving the technical performance of devices in the production of electric and thermal energy using photoelectric batteries. For the needs of the population research the directions of effective application and cooling the back surface of a photoelectric battery with an average nominal power of 340 W on the justification of use from the point of view of cost – effectiveness and increasing the energy efficiency by directing the maximum amount of solar radiation to the frontal surface, ensuring that the electric energy produced in autonomous use increases by 20-50 % depending on the change of intervals. Electricity is mainly used for domestic needs in rural households [1]. It is difficult to obtain electricity and hot water due to the limited reserves of oil, gas and coal fuels[2]. Therefore, it is possible to cover the demand for continuous electricity by autonomous use of photoelectric and photothermal batteries[3].

Research method. As a result of the conducted research, the volt-ampere and volt-watt characteristics of 340 W photoelectric battery (PVB), the operating voltage, the short-circuit current and the environmental parameters were measured using modern measuring devices.

Experimental results. An improved heat collector (HC) was developed to increase the efficiency of PVB [4]. The installation angle of the reflectors that increase the solar radiation current density was adjusted with a difference of 2°-5° in the upper and lower angles compared to the installation angle of the photothermal battery PVB. The temperature of the water coming out of the HC was always kept at equilibrium at 40 °C in order not to drop the open-circuit voltage of the PVTB. At this temperature, it was found that the daily the average open-circuit voltage of the PVTB can be restored to 41 V in summer, 42 V in spring, 41.5 V in autumn, and 43 V in winter when using a 340 W PVB.

Conclusion. In the article, it was researched that 0.7 tons of traditional fuel sources can be saved for a year and nature can be saved from 3.1 tons of CO₂ released during combustion when using 2 PVTB's of 340 W for a family of 3-5 people. During the research, the advantages of autonomous photothermal plants in providing continuous electricity and hot water to residents living far from centralized energy networks were learnt[5].

References

- 1.M.N.Tursunov, X.Sabirov, I.A.Yuldoshev, U.R.Xolov.Evaluation of energy efficiency of photoelectric heat batteries with mechanism of solar observation, Technical science and innovation, №4(14), 2022, pp. 100-106.
2. R.Muminov, M.Tursunov, I.Yuldoshev, H.Sabirov, U. Kholov, T.Akhtamov.Features of optimization of increasing the efficiency of an autonomous photo thermal installation for rural regions, E3S Web of Conferences 216, 01146, 2020, pp. 2-6.
3. M.N.Tursunov, X.Sabirov, U.R.Xolov. Efficiency of electric and thermal energy of solar photo thermal battery, 2022, International conference, DOI: 10.34660/INF.2022.39.81.128.
4. M.N.Tursunov, X.Sabirov, U. Kholov, M.M.Eshmatov. As an active method for efficient cooling of a photovoltaic battery a new constructive photo-thermal battery, Fundamental and applied problems of modern physics, 2023, pp. 179-183.
5. M.N.Tursunov, X.Sabirov, U.R.Xolov. protecting the environment from greenhouse gases using an autonomous photothermal plant, alternative energy, №1(2), pp. 22-27.

ВЫРАЩИВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОЕВ СОЕДИНЕНИЙ A^2B^6 НА КРЕМНИЕВЫХ ПОДЛОЖКАХ

¹Сапаев Б., ²Сапаев И.Б.

¹Alfraganus University. Ташкент, Узбекистан

²Национальный исследовательский университет, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Узбекистан

e-mail: sapaev.60@mail.ru

Введение. Одним из приоритетных направлений развития полупроводникового материаловедения является расширение ассортимента пленочных полупроводников путем создания нового класса полупроводников с заранее заданными физическими свойствами, в том числе и непрерывных твердых растворов. Исходя из этого, нами были сделаны попытки выращивания пленок соединений A^2B^6 на кремниевых подложках. Поскольку кремниевые подложки намного дешевле по сравнению с подложками, изготовленными из соединений A^3B^5 , A^2B^6 .

Это очень актуально с практической точки зрения, кроме этого, не менее актуально с фундаментальных соображений, так как изучения физических механизмов, происходящих в гетеропереходах, созданных между элементарным полупроводником кремния и соединений A^2B^6 дает толчок для создания новых поколений современных полупроводниковых приборов.

Методы. В данной работе излагаются результаты технологических и некоторых электрофизических исследований по системе A^2B^6 (теллурида кадмия, сульфида кадмия сульфида цинка) и кремния.

Нами выращены слои теллурида кадмия, сульфида кадмия и сульфида цинка на поли- и моно - кристаллических кремниевых подложках методом вакуумного испарения. Экспериментальным путем найдены оптимальный температурный интервал подложки и оптимальный температурный интервал испарения источника для выращивания пленок вышеуказанных соединений A^2B^6 , а также найдены оптимальные значения для других технологических параметров этого процесса.

Результаты и выводы. Определен состав химических компонентов пленки на поверхности и по сечению рентгеновским методом при помощи микроанализатора “Jeol” JSM 5910 LV-Japan. Результаты анализа показывают, что действительно было получено пленки CdTe, CdS и ZnS на кремниевых подложках рис.1 а), б), в).

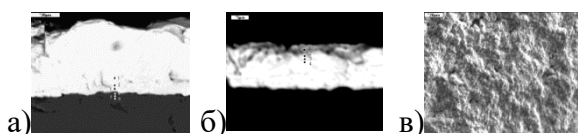


Рисунок 1 - Кремниевые подложки

Литература

1. Сапаев И.Б. Особенности электрических и фотоэлектрических свойств $Au - pSi - nCdS - p+nCdS$ -гетероструктур // ДАН РУз, 2013, № 2. – С.24-27.
2. Sapaev I.B., Sapaev B., Aitbaev B. Получение пленок CdS на Si подложках методом вакуумного испарения // International conference “Crystal materials 2010” ICCM 2010. Program and Abstracts Book. Kharkov, Ukraine. – С. 42

SYNTHETIC ZEOLITES AND NANOCOMPOSITES FOR REMOVAL OF MERCURY AND METHYLENE BLUE FROM WASTEWATER

^{1,2*}Zhandos Tauanov, ^{1,2}Saule Zharylkan, ^{1,2}Madina Suleimenova, ^{1,2}Shynggyskhan Sultakhan

¹LLP “Scientific Production Technical Center “Zhalyn”, Almaty, Kazakhstan

²al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*email: tauanov.zhandos@kaznu.kz; tauanov.zhandos@gmail.com

Keywords: Synthetic zeolite, nanocomposite, mercury ions, adsorption, methylene blue, silver nanoparticles.

Abstract This study presents the comprehensive synthesis and characterization of synthetic porous silica (RHS) powder extracted from rice husk, achieving a high purity level of approximately 96-99% [1]. The RHS was employed as a silica source and converted into a sodium silicate solution using 2M NaOH, with NaAlO₂ as an alumina source for zeolite synthesis. The ensuing hydrothermal reaction, conducted at 175°C for 8 hours in a stainless-steel autoclave reactor, formed a zeolitic phase identified as Analcime. Following this, the zeolite (RHZ) underwent surface modification with cysteine for targeted removal of methylene blue. Additionally, impregnation with 2wt.% silver nanoparticles (Ag NPs) via ion exchange and reduction reactions, producing a nanocomposite denoted as RHZ-Ag, was employed to remove mercury ions from contaminated water through physical and chemical sorption processes. Characterization through X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF) spectroscopy confirmed successful synthesis and phase formation. Microscopic analyses using scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) revealed spherical-like particles with an acceptable size distribution. Nitrogen adsorption highlighted a high surface area with a microporous structure in both RHZ and RHZ-Ag. The study underscores the successful synthesis, surface modification, and impregnation of silver nanoparticles onto zeolite derived from rice husk, presenting multifunctional materials with promising properties for the targeted removal of mercury and methylene blue from water sources [1-2].

Acknowledgement

The authors would like to acknowledge the funding of the research project AP14869646, “Development of a method for obtaining synthetic zeolites and nanocomposites to remove mercury and cationic dyes from water” (2022-2024), funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.

References

1. Tauanov, Z., Tsakiridis, P.E., Mikhlovsky, S.V., Inglezakis, V.J. (2018) 'Synthetic coal fly ash-derived zeolites doped with silver nanoparticles for mercury (II) removal from water', Journal of Environmental Management, 224, 164-171. Available at: 10.1016/j.jenvman.2018.07.049 (Accessed: 08/01/2024).
2. Suleimenova, M., Zharylkans, S., Mekenova, M., Mutushev, A., Azat, S., Tolepova A., Baimenov, A., Satayeva, A., Tauanov, Z. (2023) 'Fusion-assisted hydrothermal synthesis of technogenic-waste-derived zeolites and nanocomposites: synthesis, characterization, and mercury (II) adsorption', International Journal of Molecular Sciences, 24, 11317. Available at: 10.3390/ijms241411317 (Accessed: 08/01/2024).

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ В ПРИМЕНЕНИИ К ИНТЕГРИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ

Боос Герман Эрнстович
Университет Вупперталя, г. Вупперталь, Германия

Тезисы доклада:

1. Что такое математическая физика и чем она занимается?
2. Классическая интегрируемость по Лиувиллю. Примеры.
3. Квантово-механическое описание многочастичных систем.
4. Фазовые переходы и критические явления на примере воды и ферромагнетика. Введение решёток.
5. Универсальность и интегрируемые модели. Спиновые цепочки Гейзенберга (XXX, XXZ модели)
6. Корреляционные функции локальных операторов. Факторизация корреляционных функций. Скрытая фермионная структура.
7. Применение к конформным теориям поля и модели синус-Гордон.

ATOMIC STRUCTURE OF BULK METALLIC GLASSES AND SUPERCOOLED LIQUIDS STUDIED BY TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY, SCANNING TUNNELING MICROSCOPY, SYNCHROTRON-RADIATION X-RAY DIFFRACTION AND AB-INITIO MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION

D. V. Louzguine
Advanced Institute for Materials Research (WPI-AIMR), Tohoku University, Aoba-Ku, Japan

The topological structure of bulk metallic glasses is studied in detail at atomic resolution together with EDX chemical mapping by transmission electron microscopy (TEM) and ultra-high vacuum scanning tunneling microscopy/spectroscopy (STM). These modern structural characterization techniques reveal the details of atomic structure. Crystallization of metallic glasses and supercooled liquids is also studied on heating in-situ in TEM. Moreover, structural changes in bulk glass-forming liquid alloys on cooling from above the equilibrium liquidus temperature were studied by synchrotron radiation X-ray diffraction and first-principles molecular dynamics (MD) simulation. It is found that the structural changes are responsible for the *fragility* (non-Arrhenius temperature dependence of viscosity) of the supercooled liquids. The direct atomic structure observation supported by MD simulation was used to understand the observed structural and electronic features.

PREPARATION OF COMPOSITE CARBON-CONTAINING ADSORBENTS BASED ON TEXTILE CORD

Kozhamuratova U.M., Kazankapova M.K., Yermagambet B.T.
«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan

Keywords: adsorbents, textile cord, tire remnants, porous carbon materials, organic waste.

Introduction: The environmentally acceptable management of excess tires, which belong to the category of solid waste, and which are discarded every year worldwide by more than three million, is a problem worldwide [1]. When tires burn, harmful combustion products, including

carcinogens, are released into the atmosphere [2]. In this paper, we consider the creation of a domestic technology for the production of carbon materials, characterized in that the remnants of recycling automobile tires-textile cord will be used as raw materials.

Materials and methods: The study used methods for obtaining carbon adsorbents (carbonation and activation) in laboratory conditions, methods for determining their physico-chemical and adsorption properties. Instruments were used: laboratory quartz reactor, rotary tubular furnace BR-12NRT, thermogravimetric analyzer, gas chromatograph, scanning electron microscopy, energy dispersion elemental analysis, SEM, etc.

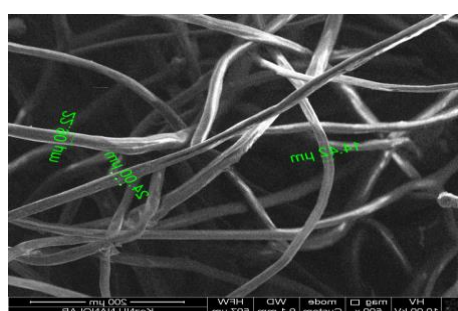
Results: According to the results, the volatility and humidity of activated adsorbents from textile cord decreased with increasing temperature from 300 to 800 °C, since heat treatment and activation with water vapor led to the release of weakly bound volatile components in the sample, resulting in the formation of porous materials, which increases the specific surface area from 2.26 to 197.86 m²/g.

The elemental composition of the initial textile cord (a) and activated textile cord (b) are presented below. The results of the elemental analysis show that after the process of carbonization and activation (800°C) of the textile cord, most of the heteroatoms are removed in the form of gaseous products. Accordingly, the carbon concentration increases from 74.10 to 89.64 wt. %. In Figure 1 (a), fiber particles with a diameter of 10 to 25 microns are clearly visible, the structural elements take the form of fibrils – filamentous formations. The results of the analysis of micrographs show (Fig.1 (b)) that after heat treatment, the surface structure changes with smaller particle sizes, fine carbon nanoparticles with a diameter from 70 to 90 nm were formed, this may be due to the fact that as a result of carbonization and activation, the forming reactively-capable radicals interact with each other to form new substances.

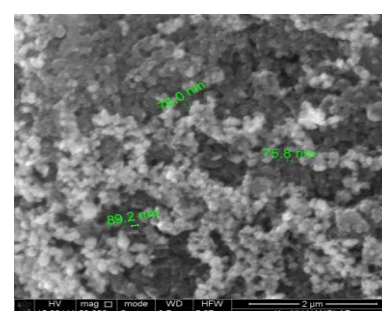
Table 1 - Physico-chemical characteristics of the samples

Name of the samples	W _t , %	A _r , %	V _d , %	V _Σ , cm ³ /g	ρ, g/cm ³	pH	A _{M.O} , мг/г	S _{BET} , м ² /г
The original textile cord	0,21	5,09	75.82	2,62	0,098	7,74	7,5	2,255
Activated Textile cord	0,64	35,98	9,43	1,165	0,326	9,01	53,5	197,865

Element	Original	Activated
C	74.10	89.64
O	20.76	6.23
Na	0.32	0.86
Al	0.15	0.08
Si	0.29	0.20
S	0.60	0.29
Ca	0.34	0.49
Fe	0.90	0.05
Cu	0.62	0.30
Zn	1.91	0.32



a)



b)

Figure 1 -Elemental composition and SEM images of the original (a) and activated (b) textile cord

Conclusions. The resulting porous-carbon material was processed for the purification of iron, oil and gases, where the degree of purification of iron with an adsorbent based on textile cord was 75-80%, oil - 80-90%, gases (%): H₂-99.6; CO₂-96.4; CH₄-97.8; CO-99.3; H₂S-84.4. Thus, the proposed method of processing textile cord from the recycling of automobile tires by carbonization

and activation allows not only to recycle worn-out automobile tires, but also to obtain products that can be used in various sectors of the national economy.

List of references

1. Resolution of the all-Russian Conference "new state economic policy in the real sector of the economy", 22.11.2005, Moscow, Kremlin.
2. Investigation of the process of oxygen-free pyrolysis of worn car tires / Yu.A. Novichok, T.V. Petrenko, V.I. Bratchun // Bulletin of the Donbass National Academy of Building Architecture pp. 63-67.

The research was carried out with the financial support of the Science Committee of the MSHE RK (Grant No. AR19577512. Development of scientific and technical foundations for the production of microporous carbon nanomaterials for the separation and storage of hydrogen).

ЭНЕРГЕТИКА НАНОКРИСТАЛЛИТОВ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Тыныштыкбаев К.Б.

Физико-технический институт Сәтбаев Университет, Алматы

Рассмотрена энергетика 3d-нанокристаллитов пористого кремния nc-PS применительно к процессам низкотемпературного синтеза пленок графеноподобных нанокмполитов. Показано, что энергетика nc-PS обусловлена избыточной поверхностной энергией нанокристаллитов пористого Si и наноразмерными эффектами, возникающими на локальных участках атомарно-шероховатой поверхности PS. Самоорганизация наноразмерных систем пор с образованием периодически упорядоченных структур на реальной поверхности пористого Si определяется квантовыми эффектами, которые обусловлены шероховатостью поверхности в виде атомных ступеней, выступов и определяют появление дальнедействующих, капиллярно-упругих сил поверхности. Помимо дальнедействующих поверхностных капиллярно-упругих сил, важную роль играют дефектно-деформационные силы границы интерфейса нанокристалл/матрица монокристаллического кремния, которые являются, по существу, граничными условиями мета-поверхностей двумерного (2DM) и квазидвумерного (Q2DM) материалов, которые резко изменяют физические свойства кристаллических решеток матрицы Si.

В докладе рассмотрены особенности этих сил и их влияние на энергетику низкотемпературного синтеза графеноподобных углеродных нанокмполитов на поверхности пористого кремния и плазменных структур Me-PNP/PS.

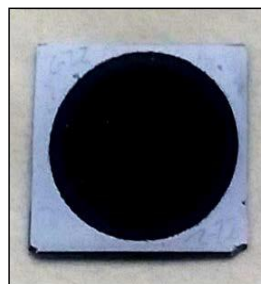
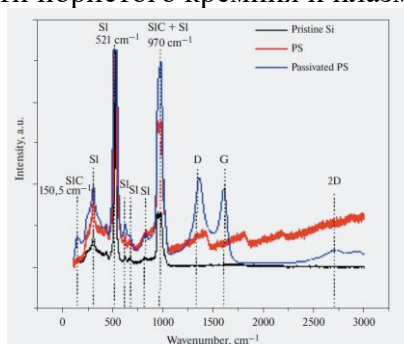


Рисунок 1- Спектры КРС образцов исходного c-Si, PS и карбонизированного при температуре 1050 °C PS <C> /Diamond and Related Materials, 2019. 92, 53–60/. Справа: фото PS, видео: <https://disk.yandex.ru/d/KQENPx6Z4gWdw>

Работа финансировалась КН МОН РК BR21881954

Литература

1. Электронная техника. Серия 3 Микроэлектроника. 2023, 2(190)76 – 94 DOI: 10.7868/S2410993223010098

ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

Марипов И. И., Отабоев С. К.
¹ФТИ АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

Ключевые слова: детектора, гамма-квант, спектр, заряд, электрон

Ведение. Была разработана технология химической обработки пластин, деталей сложной конфигурации до заданных толщин и параметров шероховатости поверхности. Для этого были изучены следующие процессы:

Методы;

- химическая обработка в смеси кислот на установке динамического травления с точным контролем ведения процесса;
- химическое выявление дефектов кристаллической структуры полупроводниковых материалов;
- измерены глубина и ширина профиля на микроскопах;
- приготовление сложных растворов для травления и химической обработки, электролитов;

Для травления кремниевых пластин использовались фторопластовые ванны и была выбрана оптимальная смесь кислот: плавиковой HF , азотной HNO_3 и уксусной кислотой CH_3COOH в соотношении 1:5:1 соответственно. Перед травлением пластины обрабатывались органическими растворителями. В процессе травления проводилась изучалась зависимость скорости травления от температуры. Чем ниже температура тем меньше скорость травления. Оптимальной считалась скорость 4мкм/мин. Для получения полированной поверхности травление проводилось в течение 15÷20 минут. Регулирование процесса травления по заданным режимам описано в [1,2].

Результаты. На рис.1 представлено изображение пластины кремния, полученное сканирующим электронным микроскопом — SEM после технологических процессов.

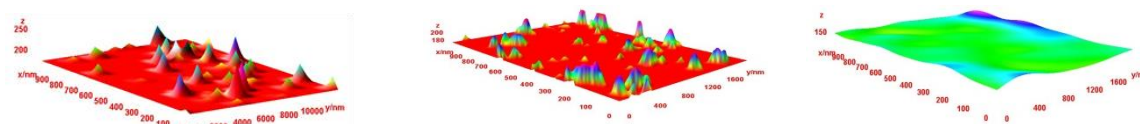


Рисунок 1 - а) после резки пластины кремния; б) после механической обработки пластины кремния; в) после химической обработки пластины кремния

Из рисунка 2 (а) видно, что после резки на поверхности пластины кремния образованы неровности 250 нм; после механической обработки образованы неровности 200 нм - 2 (б) и после химической также образованы неровности 150 нм на рисунке 2 (с).

Выводы. Показано, что после всего технологического процесса на поверхности кремния уменьшается шероховатость. Готовые кремниевые образцы помещали в корпус.

Литература

1. Азимов С.А., Муминов Р.А., Шамирзаев С.Х., Яфасов А.Я. “Кремний литиевые детекторы ядерного излучения.” Ташкент: Фан, 1981. С.3-87.
2. И.А. Случинская // Основы материаловедения и технологии полупроводников // Москва-2002. С. 283-319.

STUDYING THE INFLUENCE OF AN ELECTRON BEAM ON CARBON MATERIALS

Kazankapova M.K., Yermagambet B.T., Kalenova A.M.
«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan

Keywords: carbon, electron irradiation, nanomaterials, PCM (porous carbon materials), CNTs (carbon nanotubes).

Introduction. Irradiation with electron beams [1-3] is currently widely used to change the properties of various carbon materials, including carbon nanotubes, by creating defects that can improve the functional characteristics of devices formed on their basis. The physics of collisions of high-energy electrons with carbon atoms in nanostructured materials is discussed in detail in the works of Banhart and Krashenninnikov [4, 5].

Methods. In order to study the effect of the impact of an electron beam (on an industrial electron accelerator) on carbon materials, JSC Nuclear Technologies Park carried out radiation treatment of carbon PCMs based on Shoptkyol brown coal on an industrial electron accelerator ILU-10, according to the technical specifications. The absorbed dose was 400 kGy, the samples were subjected to 4-fold passage of the subfascicular space.



Figure 1 – Radiation treatment of samples at 400 kGy in an inert gas mixture (nitrogen and carbon dioxide in a ratio of 1/1)

Results. According to the results of the analysis of PCM based on “Shoptkyol” coal with impregnated KOH (1:0.5), the initial specific surface area is 271.80 m²/g, after electron irradiation the figure is increased to 376.75 m²/g, which may be due to additional activation by electron beam in the presence of CO₂, which promotes the formation of a porous structure and an increase in the internal surface of the material.

When analyzing the morphology of the surface of the samples, it was found that carbon nanotubes were formed in the sample after irradiation (Figure 2 (b)) with a diameter of 144.2-160.3 nm, which are not observed in the original PCM (Figure 2 (a)), which further contributes to the increase specific surface area of the sample. The formation of CNTs is possible by gas-phase deposition of carbon matrices on the surface of metal active particles (for example, titanium or iron) present in the composition of the product, which can act as a catalyst; this can also be associated with the formation of very high temperatures and pressures inside certain areas of the PCM, which leads to the formation of new carbon formations.

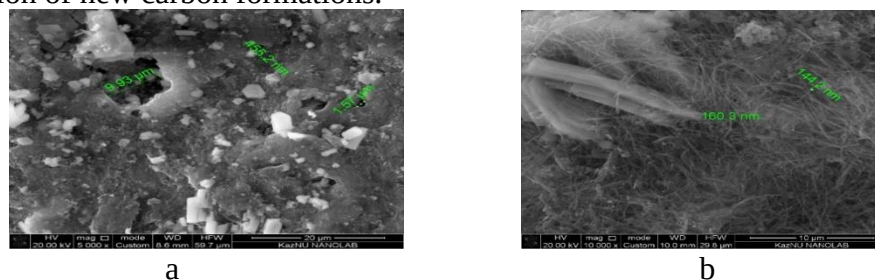


Figure 2 – Electron microscopic images of the activated adsorbent “Shoptkyol:KOH” (1:0.5):
a – before irradiation; b – after irradiation

PCMs were tested for gas purification at Sorbents of Kuzbass LLC (Kemerovo, Russia). According to the specific retained volume of gases and the selectivity coefficient of gas separation, PCMs showed the best performance in purifying carbon dioxide, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, propane, methane, which allows them to be used for purifying flue gases. PUM “Shoptykol impregnated with KOH” (irradiated) in comparison with the untreated initial sample showed the highest retention volume for carbon dioxide ($159.9 \text{ cm}^3/\text{g}$), propane ($14 \text{ cm}^3/\text{g}$) and butane ($46.5 \text{ cm}^3/\text{g}$).

Conclusions. Thus, a carbon nanocomposite can be obtained using a one-stage technology as a result of the simultaneous formation of carbon nanoparticles and the carbon matrix connecting them with the formation of a nanocomposite of the carbon-carbon system in the same reactor by impregnation with alkali, heating at high temperature ($800\text{--}900^\circ\text{C}$) and by electronic irradiation.

The research was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR19577512. Development of scientific and technical foundations for the production of microporous carbon nanomaterials for the separation and storage of hydrogen).

List of references

1. Yang, J.-Q. Electron irradiation-induced change of structure and damage mechanisms in multi-walled carbon nanotubes / J.-Q. Yang, X.-J. Li, C.-M. Liu, G.-L. Ma, F. Gao // Chinese Physics B. – 2015. – Vol. 24. – № 11 – P. 116103.
2. Evora, M.C. Study of an alternative process for oxidizing vapor grown carbon nanofibers using electron beam accelerators / M.C. Evora, D. Klosterman, K. Lafdi, L. Li, L.G.A. Silva // Radiation Physics and Chemistry. – 2013. – Vol. 84. – P. 105–110.
3. Jung, M.-J. Effects of E-Beam Irradiation on the Chemical, Physical, and Electrochemical Properties of Activated Carbons for Electric Double-Layer Capacitors / M.-J. Jung, M.-S. Park, Y.-S. Lee // Journal of Nanomaterials. – 2015. – Vol. 2015. Article ID 240264.
4. Krasheninnikov, A.V. Engineering of nanostructured carbon materials with electron or ion beams / A.V. Krasheninnikov, F. Banhart // Nature Materials. – 2007. – Vol. 6. – P. 723–733.
5. Banhart, F. Irradiation of carbon nanotubes with a focused electron beam in the electron microscope / F. Banhart // Journal of Materials Science. – 2006. – Vol. 41. – P. 4505–4511.

ВАРИЗОННЫЕ ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$

А.Раззоков, Д.Кошчанова, Р.Отажоннова, С. Аманбоев
Ургенчский Государственный Университет, г.Ургенч, Узбекистан

Ключевые слова: варизонные, твердые растворы, эпитаксиальных слоев, дислокации.

Введение. Варизонные твердые растворы дают возможности варьировать основными электрофизическими и фотоэлектрическими параметрами полупроводниковых материалов в широких пределах при изменении их химических составов [1]. Однако до настоящего времени морфологические исследования, обуславливающие фотоэлектрические и электрофизические свойства $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ эпитаксиальных слоев, изучены недостаточно. Дефекты и дислокации на границе раздела подложка-пленка служат дополнительными центрами рекомбинации, что ухудшает инжекционные свойства в гомо- и гетеропереходах структуры. Поэтому подбор компонентов и химических соединений, образующих необходимые твердые растворы, связан со многими параметрами, которые обязательно нужно учитывать: достаточной растворимостью компонентов в растворителе при заданной температуре; незначительным рассогласованием параметров решетки и коэффициента термического расширения кристаллообразующих химических соединений и подложки, кристаллических ориентаций.

Методы и результаты. В этой работе были исследованы условия образования твердых растворов на базе соединений ZnSe, GeGe и особенности их структуры, так как известно, что твердые растворы на основе системы Ge-ZnSe, в зависимости от химического состава, позволяют варьировать основными электрофизическими и оптическими параметрами полупроводникового материала в широких пределах. Кристаллически совершенные эпитаксиальные слои $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ выращивались из ограниченного оловянного раствора-расплава с принудительным охлаждением (со скоростью 1-1.5 К/минут) в температурном интервале от 1023 К до 803 К на подложках Ge(100), Ge(111), GaAs(100), GaAs(111). Детальное описание использованной методики представлено в [2], а состав раствора-расплава, используемого в работе, определялся опытным путем на основе диаграмм состояния. Полученные эпитаксиальные слои являлись монокристаллическими и имели решетку типа сфалерита, что подтверждают XRD-исследования. Взаимное замещение компонентов в решетке не приводило к ее заметной деформации. То есть, при замещении расположенных рядом в решетке атомов Zn и Se атомами германия, энергия упругих искажений кристаллической решетки была минимальной, следовательно реализовалась возможность образования непрерывного ряда твердых растворов замещения, который можно обозначить как $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$.

Выводы. Определены оптимальные режимы, которые могут быть использованы при получении твердых растворов $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ на подложке Ge, GaAs с заданными электрофизическими параметрами для изготовления приборов на их основе.

Литература

1. Huang W. et al. Composition-dependent perfect band gap tuning of $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ solid solutions for efficient photocatalysis //Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2019. – Vol. 130. – P. 41-45.
2. Saidov A. S., Razzokov A. S. Obtaining and morphological studies of epitaxial layers of the $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ solid solution //Siberian Physical Journal. – 2020. – Vol. 15. – №. 2. – P. 84-91.

SYNTHESIS AND RESEARCH OF CARBON NANOMATERIALS USING THE ELECTRIC DISCHARGE METHOD

Malgazhdarova A.B., Kazankapova M.K., Yermagambet B.T.
«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan
Email: maira_1986@mail.ru

Key words: Electric discharge method, graphite, carbon nanomaterial, pyrolysis gases, CNT.

Introduction: Currently, all areas of carbon nanotechnology are being intensively developed, which can lead to the development of reliable methods for producing carbon nanotubes (CNTs) with certain specified properties and reproducibility of results [1]. Electric discharge method is widely used to produce good quality carbon nanotubes (CNTs) because it is performed at very high temperature [2].

Materials and methods: Nanomaterials were obtained using the electric arc discharge method (100 A, 75 B). Pyrolysis gas (CO_2 , propane+propylene, O_2 , H_2) was used as a carbon source, graphite was used as an electrode and a copper plate was used as a substrate. The instruments used were a laboratory carbonization furnace, gas chromatograph and scanning electron microscopy, Raman spectroscopy.

Results: SEM images of nanomaterials obtained from the electrode show the formation of flakes and small spherical agglomerates with particle sizes of 38-53.5 nm. Raman results of a sample show the formation of few-layer graphene or CNT. The Raman spectra show the well-known D band at 1360 cm^{-1} and the G band at 1575 cm^{-1} . The degree of graphitization is 88.98%. The ID/IG intensity ratio is widely used to evaluate the quality of carbon materials. The intensity

obtained at 1173 K in a nitrogen environment was used as electrodes. The physicochemical characteristics and surface morphology of the samples under study were studied. The electrical resistance (R), electrical capacitance (C) and dielectric constant (ϵ) of a graphene-containing material in the temperature range 293–483 K were determined for the first time.

Results. Elemental composition (%) of the carbon material formed on the surface of activated "Bogatyr" coal after the electric arc method: C-77.82; O-8.43; Na-0.15; Mg-0.19; Al-2.05; Si-5.49; S-0.11; Ca-0.17; Fe-5.58.

The results of scanning electron microscope analysis of the carbon material formed in the reactor showed the formation of flocculent carbon particles, possibly CNTs, with particle sizes 90,7 – 612,0 nm.

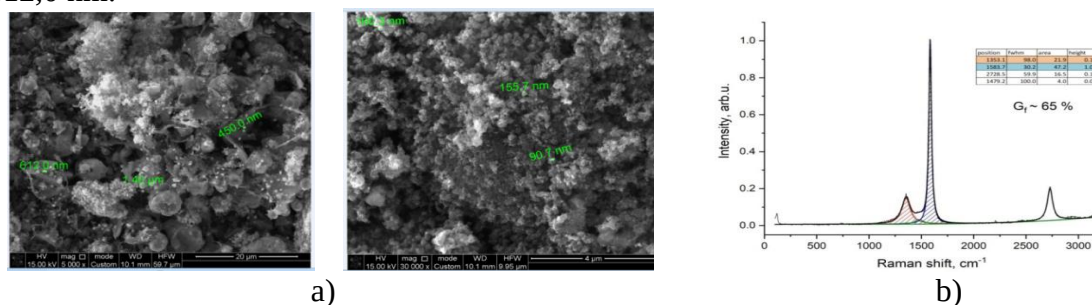


Figure 1 –SEM images (a) and Raman spectrum (a) of a nanomaterial obtained by the electric discharge method (100 A, 75 V)

The Raman spectrum of the sample shows a signal with characteristic peaks D and G (1353 cm⁻¹ and 1584 cm⁻¹). The D band is a disordered band associated with structural defects and amorphous carbon, while the G band represents the stretching of sp² C–C pairs. In addition, the Raman spectrum of the sample shows a 2D peak, which indicates the formation of CNTs, observed at 2728 cm⁻¹. The ratio of the intensities of the D and G peaks (I_D/I_G = 0.1) indicates a small number of defects in the material in question. The ratio of the intensities of G and 2D peaks characterizes single- and multilayer graphene. In our case, I_G / I_{2D} is 0.6, which confirms the formation of single-layer graphene (for single-layer graphene the ratio is 0.6-1). The degree of graphitization is 65 %.

The electrical properties of the sample were studied. The dielectric constant of material has a gigantic value already at 293 K and 1 kHz, equal to 3,7·10⁷ and which reaches a colossal value at 483 K - 2,88·10⁸. The values of ϵ decrease when moving from 1 kHz to 10 kHz, while having quite high values: 7,09·10⁵ (293 K, 10 kHz) and 1,0·10⁷ (483 K, 10 kHz).

Nanomaterial exhibits semiconductor conductivity throughout the entire temperature range studied (293-483 K). The band gap of nanomaterial in the range 293-483 K is 0.38 eV and it can be classified as a narrow-gap semiconductor. The material is of interest for semiconductor and microcapacitor technology.

Conclusions. The use of graphene as electrodes for batteries, capacitors to replace lithium-ion batteries, as well as to obtain high-strength composite materials by adding small amounts of graphene in the electronics and construction industries will solve environmental problems.

References

1. M. Mohan, V.K. Sharma, E. A. Kumar, V. Gayathri. Hydrogen Storage in Carbon Materials – A Review // Energy storage. - Vol.1, Iss.2. April 2019. e35. <https://doi.org/10.1002/est2.35>
2. Panella B, Hirscher M, Roth S. Hydrogen adsorption in different carbon nanostructures. Carbon 2005; 43: 2209-2214.

The research was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR19577512. Development of scientific and technical foundations for the production of microporous carbon nanomaterials for the separation and storage of hydrogen).

СИНТЕЗ БИОУГЛЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЁЛОЧНЫХ ИГРУШЕК СОСЕН ЖЁЛТЫХ ДЕРЕВЬЕВ МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА

Турабджанов С.М., Рахимова Л.С., Арипов А.Х.

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, кафедра “Экология и охрана окружающей среды”, г.Ташкент

Введение. Основываясь на мировом опыте функционирования промышленных водоочистных технологий, весьма перспективным для Узбекистана, особенно в свете стратегических установок Президента РУз Мирзиёева Ш.М., видится становление адсорбционных технологий на основе местного минерального и минерально-органического сырья. На сегодняшний день распространенным и высокоэффективным методом водоочистки и водоподготовки является адсорбция для очистки промстоков из местных адсорбентов. Совсем недавно, биоуголь вызвал значительный интерес в области охраны окружающей среды, из-за его эффективности в удалении как неорганических и органических загрязнителей из почвы и водного раствора. Биоуголь постепенно рассматривается как альтернативный агент для выделения тяжелых металлов в технологии очистки сточных вод.

Материалы и методы. Отходы опавших ёлочных игрушек сосен жёлтых деревьев вовремя осеннего сезона, являются продуктами жизнедеятельности растений содержащие в составе в основном клетчатки, эфиров жирных кислот, фенольные соединения. Такой химический состав позволил нам использовать *Pinus ponderosa* в качестве местного сырья при получении биоугля пиролизным методом при разных температурах.

Результаты. Взвешенные примеси были удалены путем интенсивного промывания водопроводной водой, а затем высушивались на солнце в течение четырех дней. Сушеные ёлочные игрушки прессовали, затем несколько раз промывали дистиллированной водой, сушили при 50-60°C. После добавляли определенное количество бензола или 10%-ного раствора КОН в качестве порообразователя. Затем порошок ёлочных игрушек были преобразованы в биоуголь в бескислородной среде в 450±5°C в течение 3-4 часов (рисунок). При высоких температурах до 500°C можно получить биоуголь (твердая часть пиролиза) низким выходом (до 16%) продукта. Однако количество пирокоденсата вовремя пиролиза увеличивается до 50%. В это же время при низких температурах 350-395°C биоуголь получали с высоким выходом (58%) по сравнению 500°C. Надо особо подчеркнуть то, что в интервале 2,5-3 часов в пределах 400-450°C температуры биоуголь получали с удовлетворительным выходом и эти параметры являются оптимальными при получении биоугля в качестве адсорбента.

Заключение. Предварительные экспериментальные данные по получению биоугля на основе *Pinus ponderosa* с целью улавливания загрязнителей органического и неорганического происхождения являются перспективными. Наши дальнейшие исследования будут направлены на изучение механизма изотермы и кинетики адсорбции полученными адсорбентами на основе *Pinus ponderosa*.

Литература

1. Мирзиёев Ш.М. Критический анализ, жесткая дисциплина и персональная ответственность должны стать повседневной нормой в деятельности каждого руководителя. Народное слово. 16 января 2017 г.
2. Тягунов Г.В., Ярошенко Ю.Г. Экология // М.Интермет Инжиниринг, 2000. С.

SYNTHESIS OF NANOFIBERS BASED ON HUMIC ACIDS USING ELECTROSPINNING METHOD

¹Mendaliyev G.K., ¹Samatkyzy A., ²Abdeshova A. B., ¹Kazankapova M.K., ¹Yermagambet B.T.

¹«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan;

²ENU named after L.N. Gumilyov Astana, Kazakhstan;

Email: abdeshovaa.03@gmail.com

Keywords: carbon, nanomaterial, carbon nanofibers, humic acid, electrospinning

Introduction. Carbon nanofibers are a material consisting of very thin fibers made of carbon nanotubes or graphene. They have unique properties that make nanomaterials promising for use in a wide range of applications[1-2]. Carbon nanofibers have high strength and stiffness at very low weight. One of the main advantages of carbon nanofibers is their high electrical conductivity. Due to this property, they can be used in a variety of electronic devices, including sensors, batteries and capacitors, as well as in solar panels and other devices that require efficient energy transfer. Carbon nanofibers also have excellent chemical resistance and thermal stability. They are corrosion resistant and can withstand very high temperatures without deformation or decomposition [3-4].

Methods. In order to obtain carbon nanofibers, the electrospinning method was used. An electric voltage of 20 kW is supplied to the solution with the help of a pump syringe. The high voltage induces eponymous electric charges in the solution, and as a result, this coulomb electrostatic interaction attracts the thin stream of the solution. The flow of polymer under the influence of electrostatic force contributes to the formation of ultra-fine fibers. In this process, the solvent evaporates and a nanofiber polymer mat is formed on the surface of the collector. 10g of urea dissolves in 20 ml of dist water. Then add 2g polyvinyl alcohol and mix at 70⁰C on an electric stove. After dissolution, 2g of humic acid is added and treated for 15 minutes at 70⁰C in an ultrasonic bath. The resulting solution is poured into a syringe and passed through an electrospinning unit. The study of the elemental composition, structure and dimension of CNFs was carried out using energy-dispersive X-ray spectroscopy on an SEM device (Quanta 3D 200i) with an attachment for energy-dispersive analysis from EDAX.

Results. The elemental composition and SEM image of the nanofiber obtained by the electrospinning method are given in Fig. 1.

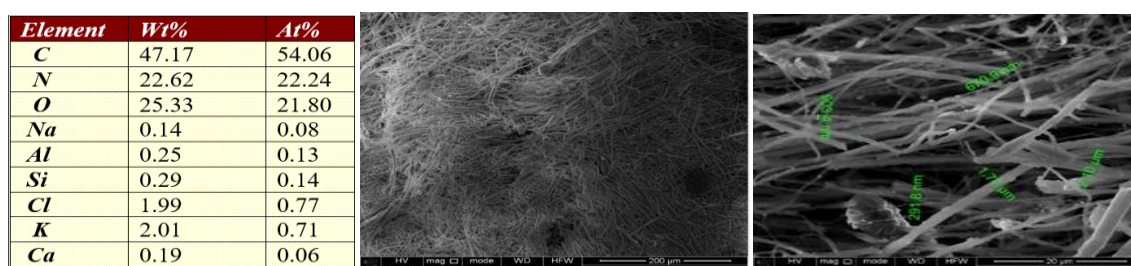


Figure 1 - Elemental composition and scanning electron microscope image of nanofibers based on urea, PVA, humic acid

According to the research, 47.17 % of carbon is due to the presence of carbon-forming organic matter in the composition, while 2.01 % of potassium may be due to humic acid, because humic acid is derived from humate potassium salt. 22.24% of nitrogen is due to the presence of urea and humic acid. Based on SEM results, fibers with a diameter of 291 nm to 1.77 μ m were formed. The obtained material is further oxidized and carbonized. The physico-chemical, adsorption properties of the synthesized carbon fibers are studied, and it is planned to use them in hydrogen gas storage.

Conclusions. The study uses available materials such as humic acid from oxidized brown coal, polyvinyl alcohol and lactic acid. We used the electrospinning method to produce CNFs,

which is a versatile and efficient method for producing continuous nanofibers from submicron diameters to nanometer diameters, the technology can be easily used in the laboratory and can be scaled up to an industrial process.

References

1. A. V. Melechko, V. I. Merkulov, T. E. McKnight, M. A. Guillorn, K. L. Klein, D. H. Lowndes, and M. L. Simpson. Carbon Fibers and Their Composites // J. Appl. Phys. – 2005 – V. 97 – P.39.
2. Nascimento ML, Araújo ES, Cordeiro ER, de Oliveira AH, de Oliveira HP (2015). "A Literature Investigation about Electrospinning and Nanofibers: Historical Trends, Current Status and Future Challenges". Recent Patents on Nanotechnology. 9 (2): 76–85.
3. Zheng MH, Zhang Z, Kotaki M, Ramakrishna S (2003) A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites. Compos Sci Technol 63:2223–2253
4. Ramakrishna, S., et al., Electrospun nanofibers: solving global issues. Materials Today, 2006. 9(3): p. 40-50.

The research was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR19577512. Development of scientific and technical foundations for the production of microporous carbon nanomaterials for the separation and storage of hydrogen).

РАДИОМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

¹Раджапов С.А., ¹Муллағалиева Ф.Г., ²Нурбоев К.М., ¹Раджапов Б.С.

¹ФТИ АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

²Навоийское отделение АН РУз, Узбекистан

Ключевые слова: кремний, радон, радиометр, гамма излучение, эксхалация радона.

Введение. Деформационные процессы постоянно протекающие в земной коре вызывают изменение интенсивности поступления радона в атмосферу, что может являться предпосылками деформационных процессов в недрах Земли. Исследование всплесков объемной активности радона в почвенном воздухе может применяться для прогноза деформационных процессов земной коры и землетрясений. Создание устройства с детекторами для измерения ионизирующих излучений является актуальной задачей.

Метод. Было разработано радиометрическое устройство, состоящее из двух или трех радиометров. В каждом из радиометров используется определенный тип высокочувствительных детекторов одновременно измеряющие объемную активность радона в почвенном воздухе и активность гамма излучения, а также температуру и влажность. Устройство также может одновременно измерять объемную активность радона в воде, почве и воздухе. Технология изготовления разработанных детекторов и структура устройства на основе высокочувствительных детекторов описана в работе [1].

Результат. Были проведены измерения объёмной активности радона на станции Физико-технического института АН РУз г. Ташкента. Результаты исследований показали, что в период деформационных процессов земной коры наблюдается активность эксхалации радона и как следствие через 6-40 часов происходит землетрясение.

На рис.1 представлена динамика эксхалации радона перед тектоническими землетрясениями. За период с 01.01.24г.-31.01.24г произошло 15 землетрясений с магнитудами 4-7 на территории между Афганистаном, Таджикистан, Киргизстан, Китай и Казахстан(Алматы). Расстояние до эпицентров землетрясений составляет до 650-900км. Время между активностью концентраций радона и землетрясением составило от 6 до 14 часов. см [2].

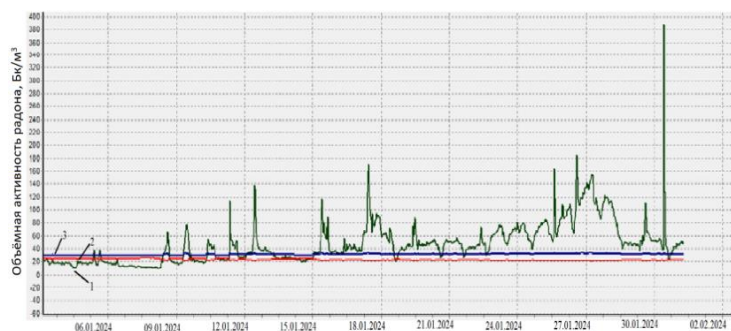


Рисунок 1 - динамика эксхалиции радона

Рис.1. Динамика эксхалиции радона за период с 01.01.24г.-31.01.24г. перед землетрясениями см.[2].

1-объемная активность радона,
2-температура, 3-влажность.

Вывод. В данной работе проведены исследования радиометрами и получены аномальные всплески концентрации радона перед деформациями и сопоставленные в последствии землетрясением. Реализации прогноза землетрясений требует создания системы мониторинга по всей сейсмоактивной территории.

Список литературы.

- 1.Нурбоев К.М., Муллагалиева Ф.Г., Отабоев С.К., Марипов И.И. Разработка многоканального радиометра на основе кремниевых детекторов больших размеров для экологических исследований // Горный вестник Узбекистана. № 4 (95) 2023.–72-74с. DOI:10.54073/GV.2024.4.95.018.
- 2.ds.iris.edu>seismon/index.phtml. Последние землетрясения в регионе Центральной Азии.

SYNTHESIS OF CARBON NANOMATERIALS BY CVD METHOD

Mendaliyev G.K., Samatkyzy A., Kazankapova M.K., Yermagambet B.T.
«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan

Keywords: carbon, methane, nanomaterial, CNTs, CVD

Introduction. CVD methods are constantly being improved and expanded in new directions. It is CVD, due to its simplicity and low cost, that is currently a promising technology for the mass production of CNTs and graphene, the cost of which on the market for 1 kg ranges from 20 to 100 \$ and from 100 to 450 \$, respectively, from the purity of the product. Chemical vapor deposition makes it possible to obtain nanoparticles through high-temperature decomposition reactions or the interaction of gaseous precursors on a sample or substrate (production of films) or in the volume of a reactor/chamber (production of powders).

Methods. In the work, experiments on CNTs synthesis were carried out by chemical vapor deposition on copper substrates at atmospheric pressure. Methane was used as a precursor gas, and copper foil with a thickness of 30 μm was used as a substrate. The formation of graphene on copper is much simpler: a carbon-containing gas decomposes into carbon and hydrogen atoms, and carbon falls on the surface of the metal and forms a graphene film. In addition, carbon atoms are not distributed in the copper volume, because the solubility of carbon in copper is very low (1000 times lower than in nickel). In addition, the formation of the second layer of graphene on copper does not occur, because copper acts as a catalyst in gas decomposition, and copper is covered by graphene and its catalytic activity decreases sharply.

Results. The experiment was conducted at a temperature of 900°C in a tube furnace BR-12NT, the composition of the gas mixture is $\text{Ar} + \text{H}_2 + \text{CH}_4$. According to the results of the SEM

study, it can be seen that carbon nanotubes of $d \sim 40-80$ nm were formed on the surface of the copper plate (Fig. 1 (a)). The contact AFM method allows one to study the morphology of solid-state samples and evaluate roughness. It is possible to obtain both a 2D 1-figure (b) and a 3D 1-figure (c) AFM image.

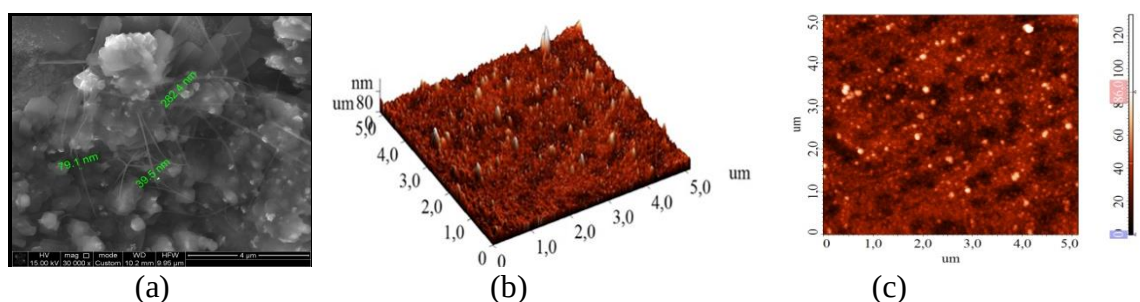


Figure 1 – SEM (a) and AFM (b-2D, c-3D) images of CNT

Conclusions. Synthesis of CNTs on copper surface, process parameters and properties of obtained product were studied by CVD method using methane as carbon source, argon and hydrogen as buffer gases on a large scale. To synthesize CNTs, we used the method of gas-phase chemical deposition (CVD) of gases (CH_4), which allows us to utilize greenhouse and acid gases, which will have a beneficial effect on the environmental situation.

The research was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR19577512. Development of scientific and technical foundations for the production of microporous carbon nanomaterials for the separation and storage of hydrogen).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

Лебедев И.А., Федосимова А.И., Ибраимова С.А., Муканов Е.Б.

Физико-технический институт, Satbayev University, ул.Ш. Ибрагимова 11, Алматы, Казахстан

e-mail: ananastasia@list.ru

Ключевые слова: ядро-ядерные столкновения, флуктуации, ядерная фотоэмульсия, псевдобыстротные корреляции, фрагментация ядер.

Введение Изучение многочастичных корреляций и флуктуаций распределения вторичных частиц часто используется для поиска кварк-глюонной плазмы, поскольку образование вторичных частиц из фэйрбола носит коллективный характер. Трудность в идентификации образования кварк-глюонной плазмы заключается главным образом в том, что она образуется на обширном фоне из-за обычных процессов сильного взаимодействия. Начальное состояние, о котором обычно имеется очень мало прямой экспериментальной информации, приводит к значительным флуктуациям в распределении вторичных частиц и фрагментов. При центральном столкновении взаимодействует максимальное число нуклонов. Если столкновение периферийное, то перекрытие ядер является неполным, и кварк-глюонная плазма генерируется только частью протонов и нейтронов из каждого ядра. Следовательно, фэйрбол расширяется асимметрично.

Таким образом, в зависимости от геометрии столкновения должны быть обнаружены флуктуации среднего значения распределения псевдобыстроты вторичных частиц. Для изучения этих флуктуаций были проанализированы взаимодействия ядер золота с энергией 10,7 ГэВ и ядер кремния с энергией 14,6 ГэВ с ядрами фотоэмульсии. В каждом событии была рассчитана средняя псевдобыстрота $\langle \eta \rangle$ для поиска возможного отклонения

направления испускания вторичных частиц из-за геометрии столкновения или других причин. Затем было построено распределение средней псевдобыстроты, рассчитанное для каждого отдельного события.

Было установлено, что распределение $\langle \eta \rangle$ для взаимодействий Au + Em является асимметричным типом и представляет собой двугорбовое распределение со средними значениями пиков $\langle \eta \rangle \sim 2,35$ и $\langle \eta \rangle \sim 2,85$. Для сравнения то же распределение для экспериментальных данных Si+Em не имеет характерного выпуклости в области большого $\langle \eta \rangle$.

На основе анализа поведения индекса Херста события были разделены на несколько типов: некоррелированные, с короткодействующими корреляциями, с далекодействующими корреляциями и смешанный тип. События разных типов существенно различаются фрагментацией ядра-снаряда, множественностью вторичных частиц и псевдобыстротным распределением. События смешанного типа имеют «аномальное» распределение псевдобыстрот: образуются две группы вторичных частиц с существенно различающимися псевдобыстротами. События в основном соответствуют центральным взаимодействиям тяжелых ядер Au с легкими ядрами CNO. Во взаимодействиях средних ядер Si с ядрами фотоэмульсии «аномальные» распределения псевдобыстрот не обнаружены. Вопрос о том, почему аномальное распределение псевдобыстрот (обнаруженное во взаимодействиях Au + CNO) не наблюдается во взаимодействиях Si + CNO, требует тщательного изучения. Вероятно, это связано с существенно разной степенью асимметрии взаимодействующих ядер.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства Образования и Науки Республики Казахстан (грант № AP14869032).

Литература

1. Cunqueiro L., Sickles A.M. Studying the QGP with Jets at the LHC and RHIC // *Progress in particles and nuclear physics* 2022, 124, 103940 <https://doi.org/10.1016/j.ppnp.2022.103940>
2. Olimov, K.K.; Liu, F.-H.; Musaev, K.A.; Olimov, A.K.; Tukhtaev, B.J.; Saidkhanov, N.S.; Yuldashev, B.S.; Olimov, K.; Gulamov, K.G. Particle species and collision energy dependencies of the midrapidity average transverse momenta of identified charged particles in Au+Au and Pb+Pb collisions in $(\sqrt{s_{NN}})^{1/2} = 62-5020\text{ GeV}$ energy range at RHIC and LHC. *Int. J. Mod. Phys. E* 2021, 30, 2150029. <https://doi.org/10.1142/s0218301321500294>.
3. Hauksson S., Jeon S., Gale C. Probes of the quark-gluon plasma and plasma instabilities // *Physical Review C* 2021 103(6) N.064904 DOI10.1103/PhysRevC.103.064904
4. Abelev, B.; Adam, J.; Adamová, D.; Adare, A.; Aggarwal, M.; Rinella, G.A.; Agocs, A.; Agostinelli, A.; Salazar, S.A.; Ahammed, Z.; et al. Centrality dependence of charged particle production at large transverse momentum in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76\text{ TeV}$. *Phys. Lett. B* 2013, 720, 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2013.01.051>.
5. Adams, J.; Aggarwal, M.M.; Ahammed, Z.; Amonett, J.; Anderson, B.D.; Arkhipkin, D.; Averichev, G.S.; Badyal, S.K.; Bai, Y.; Balewski, J.; et al. Experimental and theoretical challenges in the search for the quark-gluon plasma: The STAR Collaboration's critical assessment of the evidence from RHIC collisions. *Nucl. Phys. A* 2005, 757, 102–183. <https://doi.org/10.1016/j.nuclphysa.2005.03.085>.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Кабулов Р.Р.

Физико-технический институт АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан

krr1982@bk.ru

Ключевые слова: солнечный элемент, поликристаллический кремний, коэффициент полезного действия, симулятор солнечного излучения.

Введение: Исследование фотоэлектрических характеристик солнечного элемента (СЭ) при различных температурах окружающей среды даст возможность установить энергетические потери, имеющие место в СЭ и установить температурный диапазон, где эффективно будут функционировать фотомодули состоящие из СЭ с заданными параметрами.

Методы: В данной работе были проведены экспериментальные исследования нагрузочных вольтамперных характеристик (ВАХ) СЭ площадью 2 см^2 на основе поликристаллического кремния (pc-Si), при различных температурах (Т) в условиях нормального освещения $P_{\text{норм}} = 80 \text{ мВт/см}^2$, от симулятора солнечного излучения. Образец при «стандартных тестовых условиях» - Standard Test Conditions (STC), $P = 1 \text{ кВт/м}^2$, $T = 25^\circ\text{C}$ [1], имел коэффициент полезного действия (КПД) $= 17.0 \pm 0.2\%$. Экспериментальные исследования проведены на исследовательском комплексе Oriel Sol 3A класса AAA с использованием симулятора солнечного излучения Модель - 94043A.

Результаты: Экспериментальные исследования показали, что с ростом Т КПД pc-Si СЭ (рис.1) уменьшается линейно от $\approx 17\%$ до $\approx 13\%$.

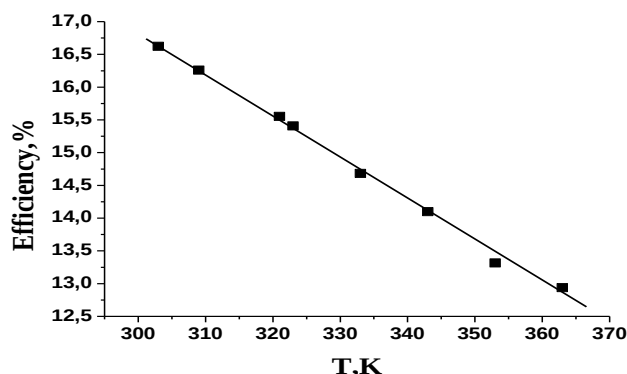


Рис.1. Температурная зависимость КПД (Efficiency) поли-Si СЭ

Выводы: Известно, что в отличие от идеального СЭ, реальный СЭ характеризуется наличием последовательного ($R_{\text{пос}}$) и шунтирующего ($R_{\text{ш}}$) сопротивлений [2]. Наблюдаемое поведение КПД (рис.1) с ростом Т с изменением $R_{\text{пос}}$ и $R_{\text{ш}}$ под действием Р [2]. Из экспериментов установлено, что $R_{\text{пос}}$ растет с ростом Т, а $R_{\text{ш}}$ уменьшается. Рост $R_{\text{пос}}$ и уменьшение $R_{\text{ш}}$ приводит к нежелательным потерям фотогенерированной мощности СЭ.

Литература

1. Advanced Characterization Techniques for thin Solar Cells. Edited by Daniel Abou-Ras, Thomas Kirchartz, & Uve Rau, 2011 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr.12, 69469 Weinheim, Germany. p. 564.
2. Sze S.M., Kwok K.Ng., Physics of Semiconductor Devices. Hoboken-New Jersey: Wiley-Interscience Publication, 3rd ed., 2007, P.823.

ПОЛУЧЕНИЕ АЛМАЗНЫХ ПЛЕНОК С НАНОКРИСТАЛЛАМИ 15R-SiC МЕТОДОМ ГАЗОФАЗНОЙ ЭПИТАКСИИ

Саидов А.С., Кутлимратов А., Усмонов Ш.Н., Рахмонов У.Х.
Физико-технический институт АН РУз, Ташкент, Узбекистан
e-mail: kutlimratov5401@mail.ru

Ключевые слова: пленка алмаза, метод CVD, эпитаксия, нанослой, карбид кремния

Алмаз, кроме твердости, химической и термостойкости, представляет еще большой интерес как полупроводниковый материал с шириной запрещенной зоны ~ 5.5 эВ [1]. В создании приборов электроники используются его эпитаксиальные пленки, выращенные на различных подложках. Алмазные плёнки получают различными методами, среди которых особое место занимает метод CVD [2].

Нами алмазные пленки выращивались на кварцевых и кремниевых подложках, так как кварц представляет большой интерес как материал, устойчивый к воздействию высоких температур (до 1000°C) и агрессивной среде, а кремний, наиболее изученный материал с технологической точки зрения. КТР кварца $(0.57-1.32) \cdot 10^{-6}$ 1/К, а КТР алмаза $(0.9-1.45) \cdot 10^{-6}$ 1/К, что позволяет получать пленки, пригодные для создания приборов оптоэлектроники. Рост алмазных пленок осуществлялся CVD методом в среде смеси паров водород-метанол ($\text{H}-\text{CH}_3\text{OH}-\text{NH}_3$) с добавлением некоторого количества аммиака (NH_3). При этом некоторые технологические особенности были заимствованы из литературы [3], а также учтены результаты наших прежних исследований [4].

Анализ рамановского спектра выращенной алмазной пленки показал, что на спектре видны более широкие пики с центрами около 1351 см^{-1} и 1603 см^{-1} , обусловленные алмазом и графитом (неупорядоченным углеродом sp^2), соответственно, и относительно низкий и широкий пик с центром около 1570 см^{-1} , соответствующий политипу карбида кремния 15R-SiC. Вид этого пика показывает, что политип 15R-SiC находится в поликристаллической алмазной пленке в виде нанокристаллических частиц. Все это показывает, что в алмазных пленках присутствуют как нанокристаллы политипа 15R-SiC, так и графитовые включения. При этом следует учесть, что тонкая структура не может быть легко определена по спектру, снятому при комнатной температуре. Кроме того, мы предполагаем, что политип карбида кремния 15R-SiC расположен еще и в виде тонкой пленки, играющей роль переходного буферного нанослоя между подложкой и алмазной пленкой, о чем свидетельствуют более узкие и низкие по высоте пики при 770 см^{-1} и 795 см^{-1} , а также при 980 см^{-1} .

Работа выполнена в рамках фундаментальных исследований по проекту лаборатории «Рост полупроводниковых кристаллов» Физико-технического института АН РУз

Литература

1. Feoktistov N.A., Grudinkin S.A., Golubev V.G. *et al.* Evolution of the Morphology of Diamond Particles and Mechanism of Their Growth during the Synthesis by Chemical Vapor Deposition. *Physics of the Solid State*, 2015, Vol. 57, No. 11, pp. 2184–2190.
2. Романов Д.А. Особенности формирования реальной структуры эпитаксиальных CVD-пленок алмаза с природным и модифицированным изотопным составом. Автореф. дисс. к.ф.-м.н. – Москва. 2021. – 16 с.
3. Вихарев А.Л., Богданов С.А., Овечкин Н.М. *и др.* Исследование нелегированных нанокристаллических алмазных пленок, выращенных из газовой фазы в плазме СВЧ разряда. *ФТП*, 2021, том 55, вып. 1. -С.49-58.
4. Kutlimratov A., Rakhmonov U. Properties of diamond films obtained on silicon substrates by the method of chemical steam-gas deposition. *Journal The scientific heritage*. (Budapesht, Hungary). 2021. Vol.1, No 77(77)/ –P.37-41.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО СЛОЯ ТВЕРДОГО РАСТВОРА (GaAs)_{1-y}-(Ge₂)_y(ZnSe)_z С НАНО КРИСТАЛЛАМИ ИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Саидов А¹, Каланов М², Усмонов Ш¹, Сапаров Д¹, Эшонходжаев Д³

¹Физико-технический институт АН РУз,

²Институт ядерной физики АН РУз, г.Ташкент, пос. Улугбек

³Андижанский машиностроительный институт

E-mail: eshonxojayevdilmurod34@gmail.com

Ключевые слова: Твердый раствор, нанокристаллы, жидкофазная эпитаксия, спектральная фоточувствительность, АСМ изображение.

Введение: Выращивание полупроводниковых твердых растворов представляет несомненный интерес для развития современного полупроводникового приборостроения, так как твердый раствор, синтезированный из нескольких полупроводников компонентов, может объединить в себе достоинства каждого из компонентов [1,2]. Твердый раствор, состоящий из компонентов GaAs, ZnSe и Ge представляет несомненный интерес, так как сумма ковалентных радиусов атомов молекул этих полупроводников очень близка, а значения ширины запрещенных зон в них (E_g) различаются значительно ($E_{g, \text{GaAs}} = 1.43$ эВ, $E_{g, \text{ZnSe}} = 2.68$ эВ и $E_{g, \text{Ge}} = 0.67$ эВ).

Методы: Возможность образования твердого раствора молекулярного замещения между компонентами GaAs, Ge и ZnSe была оценена на основе критериев, приведенных в формулах (1) и (2).

$$\Delta z = (z_{III} + z_V) - (z_{II} + z_{VI}) = 0 \quad (1)$$

$$\Delta r = |(r_{III} + r_V) - (r_{II} + r_{VI})| \leq 0.1 \cdot (r_{III} + r_V) \quad (2)$$

Согласно этим критериям, валентность взаимозамещающих компонентов должна быть одинаковой и разность ковалентных радиусов молекул не должен превышать 10%. Так как сумма ковалентных радиусов атомов молекул этих полупроводников очень близка ($r_{\text{Ga}} + r_{\text{As}} = 2.44$ Å, $r_{\text{Zn}} + r_{\text{Se}} = 2.45$ Å и $r_{\text{Ge}} + r_{\text{Ge}} = 2.44$ Å), и валентности одинаковы и равны 8, то критерии образования твердого раствора замещения выполняются. Следовательно можно сказать, что компоненты GaAs, Ge и ZnSe могут образовать твердый раствор замещения с хорошей кристаллографической структурой.

Результаты: Поверхность полученных эпитаксиальных пленок было исследовано на сканирующем зондовом микроскопе SPM 9700HT (Shimadzu). При исследовании поверхности пленок были обнаружены нанокристаллы высотой 6,5-7,5 нм. Ширина у основания нанокристаллов составляла ~ 120-150 нм. Концентрация нанокристаллов на поверхности эпитаксиальной пленки составляет $2,5 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$. Диапазон фоточувствительности n-GaAs-p+(GaAs)_{1-x-y}(Ge₂)_x(ZnSe)_y структуры охватывает область энергии фотонов от 1,3 эВ до 2,5 эВ, с максимумами при 1,6 эВ, 2,0 эВ и 2,4 эВ.

Выводы: Твердый раствор, состоящий из компонентов GaAs, ZnSe и Ge имеет совершенную структуру и широкий диапазон фоточувствительности, что дает возможность изготовления широкозонных фотоприемников.

Литература:

1. Matteo Lusi. Engineering Crystal Properties through Solid Solutions. *Crystal Growth & Design*, 2018, 18, 6, 3704–3712. April 30, 2018. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.7b01643>
2. A. S. Saidov, Sh. N. Usmonov, and D. V. Saparov. Structural Studies of the Epitaxial Layer of a Substitutional Solid Solution (GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x with Nanocrystals. *Advances in Materials Science and Engineering Volume 2019*, Article ID 3932195, 9 pages <https://doi.org/10.1155/2019/3932195>

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК ИТО МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ CVD

Саидов А.С.¹, Хажиев М.У.^{1,2}, Кутлимратов А.¹, Жураев Х.Н.^{1,2}

¹Физико-технический институт АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан

²НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» г.Ташкент

E-mail: knjuraev@uzsci.net

Ключевые слова: пленка ИТО, модифицированный CVD-метод, кислородная среда, синтез, удельное сопротивление.

Пленки ИТО (оксиды индия и олова) в настоящее время широко исследуются с целью использования их в качестве прозрачных электропроводящих слоев в тонкопленочных и полимерных солнечных элементах (СЭ) [1], в органических светодиодах (СД), получаемых на стекле [2], а также в газовых сенсорах [3]. Потому что, материал ИТО является вырожденным полупроводником *n*-типа с низким удельным сопротивлением [4].

Материал ИТО как полупроводник имеет большую ширину запрещенной зоны ($E_g \sim 3,5-3,6$ эВ), благодаря чему он прозрачен в видимой области спектра электромагнитного излучения [1, 5]. Он пропускает до 80-85% падающее на них световое излучение в оптическом диапазоне 450–1100 нм и снижает фотоотражение в спектральной области 310–1048 нм, следовательно, способствуют повышению квантовой эффективности СЭ [5].

Существуют различные способы получения пленок ИТО, но в основном получали методом высокочастотного магнетронного напыления [5]. Все эти методы требуют сложных и громоздких оборудований, а полученные пленки имеют небольшие размеры, и эти методы не позволяют получать пленок ИТО больших размеров.

Нами пленки ИТО получались модифицированным CVD-методом в квазизамкнутом объеме, где процесс осаждения пленок происходит при нормальном атмосферном давлении без участия газа-носителя. В этом методе реагенты подаются на поверхность подложки, где испарившиеся молекулы веществ, составляющих In_2O_3 и SnO_2 , термически распадаются и вступая в реакцию синтезируют на поверхности подложки слоев ИТО, состоящих из смеси In_2O_3 и SnO_2 . Распад реагентов происходит при температурах выше 160 °С и процесс осаждения ИТО производится в воздухе, так как продукт осаждения является окислом, и поэтому кислородная среда не помеха процессу осаждения. Полученные пленки ИТО имели удельное сопротивление $\rho \sim (2,0-2,5) \cdot 10^{-4}$ Ом·см.

Литература

1. Yu-Hsiang Huang et al. Method for making a thin-film poly-crystalline silicon solar cell on an ITO substrate. Feb.23 2010, USA patent US7666706
2. Malik O., Grimalsky V., De la Hidalga W.J. Spray deposited heavy doped indium oxide films as an efficient hole supplier in silicon light-emitting diodes. J Non Cryst Sol, 2006 -V.352, -P.1461-1465
3. C. Jeong, C. Shin, D. Kim, J. Chae, Y. Kim. An ITO/Au/ITO thin film gas sensor for methanol detection at room temperature. Trans. Electr. Electron. Mater., 2010, -v. 11, N 2, pp. 77-80.
4. Isiyaku A.K., Ali A.H., Abdu S.G., Tahan M., Raship N.A., Bakri A.S., Nayan N. Characterization and Optimization of Transparent and Conductive ITO Films Deposited on n and p-types Silicon Substrates. Journal of Theoretical & Applied Physics. / Phys. Memoir vol. 2, no.1, pp. 15–24, 2020. <https://physicsmemoir.online>
5. Крылов П.Н., Закирова Р.М., Федотова И.В. Оптические свойства пленок ИТО, полученных высокочастотным магнетронным напылением с сопутствующей ионной обработкой. Физика и техника полупроводников, 2013. том 47, вып. 10, стр. 1421-1424, 2013.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ФУНКЦИОНАЛА ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ

Бухвалов Д.

¹College of Science, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China

²Satbayev University, Institute of Physics and Technology, A25A1G8, Alma Ata, Kazakhstan

Теоретическое описание и предсказание физических и химических свойств материалов является важной составной частью современного подхода к исследованию существующих материалов и разработке новых материалов. Одним из наиболее распространённых подходов для теоретического описания материалов является использование методов, основанных на функционале электронной плотности (ФЭП). Эти методы позволяют симулировать атомную структуру реальных систем, как чистых, так и содержащих дефекты, моделировать конфигурации нескольких дефектов, так же возможна симуляция массива и поверхности, оценка химической стабильности и каталитических свойств поверхностей. В данном докладе на примере ряда работ с участием докладчика будет показано, как методы, основанные на ФЭП могут быть использованы для моделирования различных систем.

В основе методов, использующих ФЭП лежит переход от описания состояния каждого электрона при помощи волновой функции, к описанию взаимодействия электрона с облаком электронной плотности, создаваемой всеми электронами. Такой подход позволяет свести многочастичную задачу к одночастичной, что делает возможным расчёт систем содержащих множество атомов. Следующим приближением, используемым в современных программах для моделирования методами ФЭП является использование псевдопотенциалов. В данном приближении, все внутренние электронные орбитали рассматриваются как часть ядра, и производится описание только валентного слоя. Такой подход позволяет описывать свойства систем, содержащих несколько сотен атомов с использованием одного или нескольких серверов, без использования суперкомпьютеров или других мощных вычислительных центров.

Для осуществления расчётов методами, использующими приближение ФЭП достаточно минимальной информации о химическом составе исследуемого материала и его приблизительной структуре. Эта начальная информация может быть получена методами рентгеновской дифракции (для упорядоченных структур), рентгеновской фото-электронной спектроскопии и вибрационной спектроскопии (Рамановские и инфракрасные спектры). На основании экспериментальных данных строится начальная атомная структура исследуемого материала. Так же в качестве начальной структуры может быть использована гипотетическая структура материала или конфигурации дефектов в реальном материале. На основании этой информации производится расчёт электронной плотности всей структуры и движения валентных электронов, после чего возможен расчёт более энергетически выгодной атомной структуры и на основании оптимальной атомной структуры возможен расчёт полной энергии системы и физических свойств материалов (магнитных моментов, энергий валентной и проводящих зон и т.п.).

В качестве иллюстраций применения методов на основе ФЭП для описания реалистичных структур, будет рассмотрено два типа задач. Первый тип задач включает в себя моделирование взаимодействия между дефектами (примесями и вакансиями) в массиве и на поверхности полупроводников (кремния, диоксида титана и оксида цинка). Результаты расчётов и экспериментальные данные показывают, что взаимодействие между дефектами приводит к формированию стабильных локальных структур с химическим составом и структурой близкими к реальным веществам. Другим примером иллюстрирующим возможности методов на основе ФЭП является моделирование химической стабильности и каталитических свойств двухмерных моно- и дихалькогенидов.

На основании сопоставления расчётов методами ФЭП и данных рентгеновской фото-электронной спектроскопии показана склонность большинства моно- и дихалькогенидов к окислению поверхности. На основании расчётов показано, как соотношение энергии экзотермического процесса окисления и эндотермического процесса искажения двухмерной мембраны на начальных стадиях окисления влияет на стабильность халькогенидов. Так же будет показано, как с использованием методов ФЭП можно описывать влияние формирования оксидного поверхностного слоя на каталитические и сенсорные свойства халькогенидных материалов. Так же представлен метод для оценки вклада от энтропии в энергию нековалентной адсорпции газов на поверхности, что является важным для описания как химической стабильности поверхности, так и сенсорных свойств.

Представленные результаты, демонстрируют возможность эффективного использования моделирования методами использующими ФЭП для описания физических и химических свойств реальных материалов, содержащих собственные дефекты и примеси, хранящихся и использующихся в заданных условиях.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕРИЕВЫХ ТВЕРДЫХ НОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА В СОЛНЕЧНЫХ РЕАКТОРАХ

Ахатов Ж.С., Зуфаров М.А.*, Турдиев Ж.Ш

Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан

*E-mail: marsuz@mail.ru

Ключевые слова: оксид церия, водород, расщепление воды, энергетика, пористость.

Введение. В настоящее время активно разрабатываются альтернативные источники энергии. Одним из таких источников является водород. Использование систем преобразования солнечной энергии для производства водорода, является многообещающим солнечным топливом. Термохимические циклы расщепления воды в сочетании с источником солнечной энергии представляют собой один из вариантов производства водорода. В таких термохимических процессах часть солнечной энергии сохраняется в химических продуктах с учетом глобальной эффективности процесса.

В качестве окислительно-восстановительного материала, наряду с другими, используется оксид церия CeO_2 . Данный материал использует двухстадийный способ получения водорода по следующей схеме: $\text{CeO}_2 \leftrightarrow \text{CeO}_{2-x} + \frac{x}{2}\text{O}_2$ ($T > 1300^\circ\text{C}$) – первая стадия и $\text{CeO}_{2-x} + x\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CeO}_2 + x\text{H}_2$ ($T \approx 700 - 1000^\circ\text{C}$) – вторая стадия.

Среди различных видов пористой керамики сетчатая пористая керамика привлекает значительное внимание из-за своей чрезвычайно высокой пористости и может максимально использовать преимущества этого класса материалов. [1-2]

Методы и результаты. Образцы готовили методом репликации полиуретановой матрицы (RPC). В качестве матрицы были использованы ППУ с размером ячеек 20,30,40 ppm, в результате изготовлены образцы ячеистых керамических материалов с диаметрами сообщающихся пор 0,2–1 мм. Шликерные суспензии готовились на основе водного раствора $\text{CeO}_2 + \text{ZrOCl}_3 +$ жидкое стекло с объемным соотношением твердой и жидкой фаз 40:60, имеющих преимущественно коагуляционные контакты между частицами твердых фаз. Полученные образцы проходили термообработку при температурах 1200 - 1400°C. Были проведены исследования фазового состава (XRD), термических (DSC) а также прочностных свойств. Результаты показали, что спекание образцов начинается при 950-1000°C, образцы кристаллизуются в кубической модификации CeO_2 , в зависимости от температуры спекания размеры зерен структуры составляли от 1 до 3-4 микрон. На данном этапе решалась задача выбора оптимальных режимов для получения пористых образцов требуемой пористостью и

пределом прочности на сжатие. Предел прочности на сжатие составлял 0,4 – 0,9 МПа, в зависимости от температуры спекания и пористости исходной матрицы.

Выводы. Керамические материалы, полученные пропиткой каркасов оптимальными суспензиями, обладали открытой пористостью до 85% и прочностью при сжатии 0,4 - 0,9 МПа. Для достижения наибольших значений прочности требуется дальнейшая оптимизация состава шликеров путем подбора пластификаторов, позволяющих увеличить в суспензиях объемную долю спекаемых порошков при сохранении приемлемых реологических характеристик.

Литература:

1. Pullar, R.C.; Novais, *et al.* Review of Solar Thermochemical CO₂ Splitting Using Ceria-Based Ceramics With Designed Morphologies and Microstructures. *Front. Chem.* 2019, 7, 34.
2. E. Koepf, I. Alxneit, *et al.* A review of high temperature solar driven reactor technology, *Applied Energy* 2017, 188, 620 - 651.

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЯДРА КИСЛОРОДА ¹⁶O С ПРОТОНАМИ ПРИ ИМПУЛЬСЕ 3.25 А ГэВ/с

Олимов А. К.

Физико-технический институт Академии Наук республики Узбекистан, г. Ташкент

Ключевые слова: пузырьковая камера, кислород, α -частица, ядро углерод-12, протон отдачи, протон-фрагмент, дифракция, сечение, квазиупругое выбивание.

Представлены экспериментальные результаты изучения развала ядра кислорода на 2-х и 6-ти зарядные фрагменты, на одно- и семизарядные фрагменты, а также на четыре двухзарядных фрагмента во взаимодействиях с протонами при 3.25 А ГэВ/с. Экспериментальный материал получен с помощью однометровой водородной пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной ядрами кислорода на Дубненском синхрофазотроне и состоит из более 10 000 полностью измеренных ¹⁶Ор-событий. Средняя относительная погрешность измерения импульса одно- и многозарядных фрагментов не превышает 3.4 %. Относительная погрешность измерения импульса протона отдачи в среднем составляет 5 %. Другие методические особенности эксперимента приведены в [1].

В результате изучения развала ядра кислорода на 2-х и 6-ти зарядные фрагменты определено сечение дифракционного развала ядра кислорода на α -частицу и ¹²С, которое оказалось равным 3.01 ± 0.36 мбн. Также показано, что 27% (1.12 ± 0.22 мбн) канала развала ядра кислорода на α -частицу и ¹²С осуществляются в результате механизма квазиупругого выбивания протоном-мишенью одного из α -кластеров ядра кислорода [2].

Изучен канал развала ядра кислорода на ядро азот -15 и протон-фрагмент. Установлено, что сечение дифракционного развала ядра кислорода на протон-фрагмент и ядро ¹⁵N составляет 1.90 ± 0.28 мбн. Сечение квазиупругого выбивания одного из протонов ядра кислорода оказалось равным 3.39 ± 0.38 мбн [3].

Интересные результаты были получены при анализе развала ядра кислорода на четыре двухзарядных фрагмента. Основная часть развала ядра кислорода на четыре двухзарядных фрагмента ($89 \pm 9\%$) состоит из 5-ти лучевых (включая четырех 2-х зарядных фрагмента). В $76 \pm 8\%$ событиях содержится протон отдачи. При развале ядра кислорода на четыре двухзарядных фрагмента число событий с протоном-фрагментом оказалось равным числу событий с π^+ -мезоном. Число событий совместного образования протона-фрагмента с π^+ -мезоном, или же протона-фрагмента с π^- -мезоном или же π^+ -мезона с отрицательным пионом оказались одинаковыми [4].

Определено сечение дифракционного развала ядра кислорода на четыре α -частицы, которое оказалось равным 1.42 ± 0.25 мбн. В результате аппроксимации интегрального

спектра по квадрату поперечного импульса протона отдачи в реакции $^{16}\text{O} + \text{p} \rightarrow 4\alpha + \text{p}$ мы впервые определили значение радиуса протона, которое оказалось равным 0.84 ± 0.05 фм, что в пределах статистических погрешностей совпадает с экспериментально найденным значением электрического радиуса протона, равного 0.83 ± 0.01 фм [4].

Литература

1. Glagolev V.V. *et al.* Eur. Phys. J. A, 2001–V.11, –p.285-296.
2. Kosim Olimov *et al.*, Intern. Journ. of Modern Physics E, 2016. –Vol.25,–p.1650023-34.
3. Kosim Olimov *et al.*, Intern. Journ. of Modern Physics E 2016. –Vol 25, p.1650060–73.
4. Kosim Olimov Intern. Journ. of Modern Physics E 2022. –Vol. 31, p.2250088-98.

ЭКСПЕРИМЕНТ NEWSdm

Садыков Ж. Т.

ТОО «Физико-Технический Институт» Алматы, Казахстан
zhakansadykov@gmail.com

Ключевые слова: темная материя, наноразмерная ядерная эмульсия, слабовзаимодействующие массивные частицы, оптические сканирующие станции, астрономия

Введение: В настоящее время существует большое количество косвенных экспериментальных указаний на существование темной материи [1–3]. Эксперимент NEWSdm [4] основан на фиксации направлений траекторий ядер отдачи, образовавшихся в результате упругого взаимодействия ядер мишени с частицами темной материи из галактического гало, что отличает NEWSdm от стандартных низкофоновых экспериментов по поиску частиц темной материи, основанных на анализе годовых модуляций количества зарегистрированных событий.

Методы: Эксперимент использует твердотельную мишень для прямого поиска частиц темной материи с помощью высокочувствительных ядерных эмульсий с наноразмерными зернами с применением для их обработки сканирующих микроскопов с уникально высоким пространственным разрешением.

Ядерная эмульсия представляет собой суспензию на основе желатина с равномерно распределенными по объему светочувствительными кристаллами галоидного серебра AgBr, являющимися “сенсорами” прохождения заряженных частиц. Вследствие ионизации, производимой пролетающей заряженной частицей, происходит восстановление катионов Ag^+ на поверхности кристаллов AgBr, и после обработки проявителем “поврежденные” кристаллы образуют конгломераты атомов металлического серебра, различимые под микроскопом в виде черных зерен. В результате возникает цепочка проявленных зерен серебра, которая воспроизводит траекторию движения частицы.

Чтобы зафиксировать направленность траекторий частиц ТМ, детектор должен иметь постоянную пространственную ориентацию в направлении созвездия Лебедя, вдоль которого Солнечная система движется в Галактике. С этой целью эмульсионный детектор NEWSdm, собранный из ядерных эмульсий NIT, будет установлен на стандартный экваториальный телескоп, и, следовательно, ВИМП-частицы будут приходить на детектор

Результаты: Построенная система считывания данных [5] демонстрирует принципиально новый подход к обработке эксперимента в нанометрическом диапазоне, совмещая мощную цифровую апертуру объектива микроскопа со световым поляризатором, и обеспечивает высокое пространственное и пиксельное разрешение, а также контрастность и яркость изображения, необходимые для надежной регистрации наноразмерных треков, образованных зернами металлического серебра в ядерной эмульсии.

Выводы: В результате эксперимента предполагается зафиксировать направленные траектории ядер отдачи в результате упругого взаимодействия с частицами темной материи с анализом годовых модуляций количества зарегистрированных событий. Порядок длин ожидаемых треков ядер отдачи в ядерной эмульсии составит несколько десятков нанометров.

Литература

1. R. Massey, T. Kitching, and J. Richard, Rep. Prog. Phys. 73, 086901 (2010)
2. Z. Rezaei, arXiv: 1906.08648, accepted for publication in Can. J. Phys. (2019)
3. D. Maity and P. Saha, Phys. Rev. D 98, 103525 (2018)
4. Горбунов, С. А. Новый эксперимент NEWSdm для прямого поиска частиц тяжелой темной материи / С. А. Горбунов, Н. С. Коновалова // Ядерная физика. – 2020. – Т. 83, № 1. – С. 84–92
5. Alexandrov, A., Asada, T., De Lellis, G. et al. Super-resolution high-speed optical microscopy for fully automated readout of metallic nanoparticles and nanostructures. Sci Rep 10, 18773 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75883-z>

КОНВЕКТИВНОЕ СМЕШЕНИЕ В ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ

¹Косов В.Н., ²Федоренко О.В., ²Сейдаз Т.М.

¹КазНПУ им. Абая, Алматы, Казахстан

²КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
e-mail: seydaз.talgat@mail.ru

Ключевые слова: диффузия, конвекция, парниковые газы, линейный анализ на устойчивость, числа Рэлея.

Введение: Опыты по изучению многокомпонентного смешения в газах при повышенном давлении [1], диффузии паров растворов в инертный газ [2] регистрировали конвективные течения, приводящие к синергетическому эффекту, связанному со значительным увеличением скорости смешения компонентов системы и интенсивности массопереноса, как правило, самого тяжелого по плотности компонента смеси. Такой перенос не типичен для диффузии.

Методология исследования: Возникающий в многокомпонентных газовых (жидких) смесях эффект преимущественного переноса определенного компонента смеси может быть использован при очистке природного и попутного нефтяного газов от компонентов, вызывающих парниковый эффект. Поэтому раскрытие механизмов влияния диффузионных способностей парниковых газов на интенсификацию конвективного смешения в режиме приоритетного переноса компонента с заданными свойствами является актуальной задачей.

Результаты исследования: Исследования проводились с системой $H_2 + R12 - Ag$ в диапазоне концентраций фреона-12 от 0,058 до 0,319 мольных долей при $p = 0,29$ МПа и $T = 298,0$ К. Коэффициенты взаимной диффузии компонентов при нормальных условиях имеют следующие значения: $D_{H_2-Ag} = 0,725 \cdot 10^{-4}$ м²/с, $D_{H_2-R12} = 0,365 \cdot 10^{-4}$ м²/с, $D_{Ag-R12} = 0,101 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

В расчетах был использован цилиндрический канал со следующими геометрическими характеристиками: $d = 6,1 \cdot 10^{-3}$ м и $L = 70,05 \cdot 10^{-3}$ м. По результатам расчета были получены распределения концентраций компонентов и плотности смеси по длине диффузионного канала, а также карта устойчивости на плоскости (Ra_1 , Ra_2) с взаимным расположением линий устойчивости и нулевого градиента плотности и парциальными числами Рэлея.

Выводы: Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в системе $H_2 + R12 - Ag$ наблюдается нелинейное распределение концентрации R12, а в диапазоне концентраций фреона-12 от 0,2 до 0,319 мольных долей профиль плотности имеет минимум, т.е. в этой

области реализуется конвективный режим приоритетного переноса фреона-12. Работа выполнена при финансовой поддержке КН МНВО РК (грант AP14870237).

Литература:

1. Kossov V.N., Fedorenko O.V., Zhaneli M., Mukhatova K. Multicomponent mixing on the “diffusion–convection” transition boundary at elevated pressures // J. Phys.: Conf. Series. – 2022. – Vol. 2150, No. 1. – 012014.
2. Dil'man V.V., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. Instability in unsteady-state evaporation of binary solutions into an inert gas // Theor. Found. Chem. Eng. – 2005. – Vol. 39, No. 6. – P. 566-572.
3. Budroni M.A., Lemaigre L., De Wit A., Rossi F. Cross-diffusion-induced convective patterns in microemulsion systems // Phys. Chem. Chem. Phys. – 2015. – Vol. 17. – P. 1593-1600.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАРЯЖЕННЫХ ПИОНОВ В $p^{12}\text{C}$ - И $n^{12}\text{C}$ -СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 4.2 ГэВ/с

Худойбердиев Г.У., Олимов К.

Физико-технический институт Академии наук республики Узбекистан, Ташкент

Ключевые слова: пузырьковая камера, неупругая перезарядка, протон, нейтрон, α -частица, углерод-12, средняя множественность, полный и поперечный импульсы, парциальный коэффициент неупругости

В настоящей работе представлены экспериментальные данные по сравнительному анализу характеристик заряженных пионов в $p^{12}\text{C}$ - и $n^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 ГэВ/с. Экспериментальные результаты систематически сравниваются с предсказаниями модифицированной модели FRITIOF [1,2].

Экспериментальный материал получен с помощью 2 метровой пропановой пузырьковой камеры Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, облученной пучками протонов, дейтронов и α -частиц с импульсом 4.2 А ГэВ/с на Дубненском синхрофазотроне. Средняя относительная погрешность измерения импульсов заряженных пионов составляет 11%, для протонов эта величина не превышает 6%. В пропановой пузырьковой камере протоны и π^+ -мезоны визуально идентифицируются в области импульсов $p < 750$ МэВ/с. Процедура разделения быстрых протонов ($p > 750$ МэВ/с) и π^+ -мезонов приведена в [3]. Нейтрон-углеродные соударения выделены из $d^{12}\text{C}$ - и $^4\text{He}^{12}\text{C}$ -взаимодействий в соответствии с процедурой, приведенной в [4].

Средняя множественность отрицательных (положительных) пионов, образованных в нейтрон-углеродных соударениях, оказалась одинаковой со средней множественности положительных (отрицательных) пионов, рожденных в протон-углеродных соударениях.

Разности средних множественностей отрицательных (положительных) и положительных (отрицательных) пионов в нейтрон-углеродных (протон-углеродных) соударениях оказались одинаковыми и равными 0.28 ± 0.02 . Эта разница связана с дополнительным образованием отрицательных (положительных) пионов за счет неупругой перезарядки исходного нейтрона (протона) в нейтрон-углеродных (протон-углеродных) соударениях.

Спектры полного и продольного импульса отрицательных (положительных) пионов оказались более жесткими, чем таковые положительных (отрицательных) пионов в нейтрон-углеродных (протон-углеродных) соударениях. Это обстоятельство также связано с образованием быстрых отрицательных (положительных) пионов за счет неупругой перезарядки исходного нейтрона (протона) в π^- (π^+)-мезон.

Модифицированная модель FRITIOF [1,2] переоценивает средние множественности заряженных пионов в $p^{12}\text{C}$ - и $p^{12}\text{C}$ -соударениях при импульсе 4.2 ГэВ/с, что в свою очередь

связана с переоценкой внутриядерных каскадных процессов в области фрагментации мишени. В тоже время эта модель [1,2] хорошо описывает экспериментальные значения парциальных коэффициентов неупругости заряженных пионов в рассматриваемых соударениях.

Экспериментально подтверждено выполнение гипотезы изотопической инвариантности сильного взаимодействия.

Литература

1. Gankhuyag B. and Uzhinskii V. V., JINR Preprint No.P2-96-419 (Dubna, 1996); Galoyan A. S., Melkumov G. L., and Uzhinskii V. V., Phys. At. Nucl. 65, 1722 (2002).
2. Bondarenko A. I. et al., Phys. At. Nucl. 65, 90 (2002); A. S. Galoyan et al., Phys. At. Nucl. 66, 836 (2003).
3. Olimov K., Gulamov K.G., Olimov A.K. et al., Intern. Journ. of Modern Physics, E, vol. 29,4 (2020) (13 pages).
4. Олимов К., Бекмирзаев Р.Н., Петров В.И. и др. ДАН РУз №4, 29(2011).

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПИОНОВ ПРЯМОГО РОЖДЕНИЯ И ОБРАЗОВАННЫХ ОТ РАСПАДА Δ^0 - И Δ^- -ИЗОБАР В $d^{12}\text{C}$ -СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 4.2 А ГэВ/с

Олимов К., Гуламов К.Г., Суванов А.И., Олимов А.К.
Физико-технический институт Академии Наук республики Узбекистан, г. Ташкент

Ключевые слова: пузырьковая камера, изобара, протон, π^- -мезон, неупругая перезарядка, адрон, ядро, дейтрон, углерод.

Представлены новые экспериментальные данные о различных кинематических характеристиках отрицательных пионов прямого рождения и образованных от неупругой перезарядки нейтрона ядра-мишени и снаряда, а также π^- -мезонов, образованных от распада Δ^- - и Δ^0 -изобар в соударениях дейтронов с ядрами углерода при 4.2 А ГэВ/с. Экспериментальные исследования образования Δ -резонансов в адрон- и ядро-ядерных соударениях при первичных энергиях в несколько ГэВ на нуклон показали, что более половины заряженных пионов образуются в результате распада Δ^0 - и Δ^{++} -изобар. Также показано, что ширина массы Δ -резонансов, образованных в адрон-ядерных соударениях в 1.3 раза меньше, чем таковая Δ -изобар, рожденных в столкновениях свободных нуклонов. Ширина массы Δ^0 - и Δ^{++} -изобар, рожденных в области фрагментации ядра-мишени, оказалась, в среднем 2.4 раза меньше [1,2] ширины массы Δ -резонансов, образованных в столкновениях свободных нуклонов.

Экспериментальный материал получен с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры (ДТПК-500) Лаборатории высоких энергий ОИЯИ (Дубна, Россия), облученной пучками дейтронов при импульсе 4.2 ГэВ/с на нуклон на Дубненском синхрофазотроне и состоит из 7071 $d^{12}\text{C}$ -событий. Критерии разделения $d^{12}\text{C}$ -соударения от полного ансамбля взаимодействия дейтронов с молекулой пропана (C_3H_8) приведены в [3].

В эксперименте средняя относительная погрешность измерения импульсов заряженных пионов не превышает 11%. Все отрицательные частицы считались π^- -мезонами. Примесь электронов и K^- -мезонов не превышает 4% от общего числа отрицательных частиц, отнесенных к π^- -мезонам. Протоны и π^+ -мезоны визуально идентифицируются до импульсов протонов $p < 750$ МэВ/с. Процедура статистического разделения быстрых ($p > 750$ МэВ/с) протонов и π^+ -мезонов приведена в [4].

Определены доли отрицательных пионов, образованных от распада Δ^0 - и Δ^- -изобар, а также π^- -мезонов прямого рождения в паре с положительным пионом в результате нуклон-нуклонного взаимодействия и образованных от неупругой перезарядки нейтрона ядра-

мишени и снаряда, которые оказались соответственно равными $61.2 \pm 2.0\%$ и $38.8 \pm 1.0\%$ от общего числа π^- -мезонов. Спектры по полному и поперечному импульсам отрицательных пионов, образованных от распада Δ^0 - и Δ^- -изобар имеют одномодальную форму, в отличие от спектров отрицательных пионов прямого рождения и образованных от неупругой перезарядки нейтрона снаряда и нейтрона ядра-мишени которые имеют бимодальную форму.

Ширина спектров всех рассмотренных характеристик отрицательных пионов, образованных от распада Δ^0 - и Δ^- -изобар и их средние значения заметно меньше, чем таковых для отрицательных пионов прямого рождения в паре с положительным пионом и образованных от неупругой перезарядки нейтрона снаряда и нейтрона ядра-мишени.

Литература

1. Kosim Olimov *et al.*, *Int. J. Mod. Phys. E* 30, 2150086 (2021).
2. Kosim Olimov *et al.* *Eur. Phys. J. Plus* 04550-9, (2023).
3. Е.Н. Кладницкая, С.Ю. Сивоклоков. Препринт ОИЯИ, Р1-88-412, Дубна, 1988.
4. Kosim Olimov *et al.*, *International Journal of Modern Physics E* 29, 2050042 (2020).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШАЛ НА ВЫСОТЕ 3340 М

^{1,2}Махмет Х.К., ¹Садьков Т.Х., ³Пискаль В.В., ¹Элменова А.М.

¹Satbayev University TOO «Физико-технический институт», Алматы, Казахстан

²КазНУ им. аль-Фараби, докторант, Алматы, Казахстан

³Филиал «Тянь-Шаньская высокогорная научная станция» ФИАН в РК, Алматы, Казахстан

Введение. Широкие атмосферные ливни (ШАЛ) появляются в атмосфере Земли в результате рассеивания первичной частицы космического излучения в виде потока ядерных каскадов. Комплексная установка «Адрон-55» на Тянь-Шанской высокогорной научной станции (ТШВНС) позволяет проводить наблюдения над атмосферными ливнями. К основным характеристикам ливня относятся: полное число электронов Ne, координаты оси ливня X_0 и Y_0 , а также зенитный θ и азимутальный ϕ углы наклона оси [1]. Расчет всех параметров производится программой, написанной на языке Си.

Методы. Полное число электронов Ne, основанное на измерениях сцинтилляционных датчиков, рассчитывается методом экстраполяции. Для вычисления координат центра тяжести и числа частиц ливня используется ковер сцинтилляционных счетчиков, который разбивается на 5 рядов по 6 счетчиков в каждом ряду. Далее находится ряд с наибольшей средней плотностью потока частиц. А значения координат X_0 и Y_0 оси ливня находятся методом центра тяжести.

Углы θ и ϕ находятся по разности времени прихода фронта ШАЛ в сцинтилляционные детекторы 20 м пунктов, измеренной временными каналами системы «Хронотрон». Описание принципов работы «Хронотрона» приведено в [2].

Результаты и выводы. Вышеописанные характеристики ШАЛ дали возможность сделать первые выводы из экспериментальных данных. Вторичный банк данных сформирован при помощи программы A3_bank2_graf.cpp. В этот банк записан 8717 ливней с $Ne > 6.4 \cdot 10^4$, оси которых лежат в круге радиусом 18 м, зарегистрированных за время 485 часов. При осмотре событий из вторичного банка было обнаружено, что 90% ядерного состава ливней – легкие электроны и фотоны, которые поглощаются свинцом уже в первых 3 слоях калориметра. Тяжелые частицы, проходящие через все слои калориметра достаточно редки. Прослеживается такая статистика: пик частоты событий обнаружено с числом электронов от $Ne = 1.9 \cdot 10^5$ до $5.2 \cdot 10^5$. Более детально о первичном анализе данных с ТШВНС изложено в работе [3].

Литература

1. Д.С. Адамов, Н.Г. Вильданов, А.Д. Ерлыкин, С.Б. Шаулов и др. // Пространственно-энергетические характеристики электронно-фотонной и адронной компонент ШАЛ., Препринт 187, Москва, ФИАН, 1989.
2. К.Е. Баркалов, П.В. Ставрев, Н.М. Нестерова, И.Н. Киров. // Анализ зенитных и азимутальных распределений ШАЛ с энергией выше 0.5 ПэВ, полученных на Тянь-Шанской установке, Препринт 19, Москва, ФИАН, 1988.
3. Turlan Sadykov, Rauf Mukhamedshin, Vladimir Galkin, Alia Argynova, Aidana Almenova, etc. // First Results of Studying EAS Cores Using a High-Mountain Ionization Calorimeter.

INVESTIGATION OF SURFACE NANOCLUSTERS AND PARAMAGNETIC CENTERS OF ZnO/POR-SI STRUCTURES AS THE BASIS OF SENSORY PROPERTIES

¹Zhapakov R.Zh., ²Zhaysanbayev Zh.K., ¹Murzalinov D. O., ¹Dmitriyeva E. A.

¹Institute of Physics and Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.

²Border Academy of National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan
E-mail: zharash@mail.ru

Keywords: paramagnetic particles; ZnO; light-emitting clusters; photoluminescence; porous silicon.

Introduction: One of the most important trends in modern materials science is the transition from traditional methods of obtaining layered and film nanostructures to an active atomic-molecular design combining several hierarchical levels [1–4]. Such structures, due to synergetic effects and developed interfaces, will have new unique properties.

An example of a cluster material is porous silicon (Por-Si), which, in comparison with monocrystalline Si, has a more effective photoluminescence (PL). This material is obtained via the electrochemical processing of crystalline Si plates, as a result of which, the structure of nanoscale clusters and filaments is formed.

Deposition of thin films of ZnO on porous silicon substrates makes it possible to significantly expand the radiation spectrum. Studies of photoluminescence of a ZnO/Por-Si nanocomposite excited by a He Cd laser with an energy of 3.81 eV that confirms the presence of peaks of red (1.69 eV), green (2.34 eV) and blue (2.88 eV) radiation in the spectrum with high intensity in the range from 1.4 to 3.3 eV [9].

Photoluminescence and photosensitivity of zinc oxide may be associated with the transfer of charges from the conduction band and valence band to oxygen vacancies with their subsequent ionization. Such a formation of zinc oxide particles can have a wide range of properties depending on the local spatial orientation. In particular, there may be an isotropic or anisotropic interaction between the paramagnetic particles. On the other hand, the resulting field depends on the types of particles and the number of neighboring atoms. These factors lead to the formation of unique types of surface structures, which affects the individual characteristics of the EPR spectra.

The aim of the work was to investigate the synthesis of ZnO particles on a porous-hierarchical surface, as well as their distribution and energy stability, which affect the sensitivity of ZnO/Por-Si structures. As a result of the formation of a homogeneous coating at the pore boundaries when depositing 25 layers of ZnO, a significant increase in photoluminescence was achieved, probably associated with saturation of the surface structures with charges.

Methods: The Por-Si layers were obtained via electrochemical anodic etching of monocrystalline silicon in an electrolyte based on an aqueous solution of hydrogen fluoride with the addition of isopropyl alcohol.

Substrates on the heating element were sprayed with liquid solutions using a pneumatic airbrush. The distance between the airbrush nozzle and the substrates ranged between 20 and 30 cm. The spray solution flow was most consistent when the pressure was adjusted to 1.4 bar.

The substrate's temperature ranged from 350 to 400 °C. At this temperature, the solvent evaporated before the aerosol droplets were deposited on the surface. In this case, zinc oxide films with spherical and hexagonal cell structure were obtained. The deposition of 20 and 25 layers of ZnO is due to the formation of the thinnest layers, in the photoluminescence spectrum of which there are characteristic peaks for zinc oxide.

Photoluminescence (PL) was measured using an Cary Eclipse ("Agilent", Santa Clara, CA, USA) spectrophotometer in the spectral range from 200 to 800 nm. The spectral width of the slit for this device is variable and is on the order of 0.5–2.4 nm. The optical scheme of the spectrophotometer is based on a monochromator with a concave holographic diffraction grating having 1023 lines/mm. A tungsten-halogen lamp for measurements in the visible region of the spectrum and a deuterium lamp for UV measurements are applied as a radiation source.

Results: The resulting structures contain particles of various substances. During the formation of ZnO layers on the Por-Si surface and an increase in the number of layers, the properties of the substance, in particular the light-emitting ones, change. With a decrease in the number of ZnO layers, to less than 20, characteristic peaks of zinc oxide PL were not observed.

The spectrum of the initial sample has a low intensity. Further, when ZnO layers are deposited, the spectrum shifts to the region of peaks typical of zinc oxide—380 nm and 520 nm. The complex spectrum of PL after deposition is associated with the presence of structures with different sizes. The highest intensity and the most characteristic peak for zinc oxide crystals at 380 nm is noticeable in the spectrum of a sample with 25 layers. Its nature is related to the recombination of excitons. The band at 400 nm is caused by radiative transitions near the edge of fundamental absorption. The peak of PL at ~520 nm has been observed by many researchers in ZnO nanocrystalline films. The nature of PL in this case is due to the capture of charges on oxygen vacancies.

At the same time, an increase of only five layers of zinc oxide significantly increases the intensity of the peak at 380 nm in comparison with a slight increase in the intensity of the peak at 520 nm. This is due to the aggregation of nanocrystals into a continuous layer on the boundaries of pores. This is confirmed by SEM studies.

Conclusion(s): Using the method of electrochemical etching of silicon, with a decrease in the anodizing current density followed by the deposition of ZnO layers, a hierarchical structure of the sample surface was formed, including macro, micro and nanoscale objects. Deposition of ZnO layers allowed a fractal and more homogeneous surface structure to form. With an increase in the number of deposited ZnO layers from 20 to 25, the intensity of PL increases, mainly for the peak associated with the recombination of excitons, while the peak associated with the formation of ZnO nanocrystals increases with a lower intensity. The deposition of 25 layers of ZnO on a Por-Si substrate with electronic conductivity leads to a significant (more than 40 times) increase in the intensity of PL compared to samples with other substrates.

This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (PTF No. BR21881954).

References

1. Spivak, Y. Atomic-Molecular design of nanostructured materials and nanocompositions. Synthesis, technology control, properties and application. Ph.D. Thesis, Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Saint-Petersburg, Russia, 3 October 2022.
2. Lu, K. Hybrid materials—A review on co-dispersion, processing, patterning, and properties. *Int. Mater. Rev.* 2020, 65, 463–501.
3. Shilova, O.A. Fractals, morphogenesis and triply periodic minimal surfaces in sol–gel-derived thin films. *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 2020, 95, 599–608.
4. Yang, X.-Y.; Chen, L.-H.; Li, Y.; Rooke, J.C.; Sanchez, C.; Su, B.-L. Hierarchically porous materials: Synthesis strategies and structure design. *Chem. Soc. Rev.* 2017, 46, 481–558.
5. Priya, V.L.; Prithvikumaran, N. Influence of Ni-Doping in ZnO Thin Films Coated on Porous Silicon Substrates and ZnO/PS Based Hetero-Junction Diodes. *Semiconductors* 2020, 54, 634–640.

ВЛИЯНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР ОКСИДА ЦИНКА НА ФРАКТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

¹ Бегунов М.А., ² Жайсанбаев Ж.К., ¹ Мурзалинов Д.О., ¹ Дмитриева Е.А.

¹ Физико-технический институт, Сатбаевский университет, Алматы, Казахстан

² Пограничная академия Комитета национальной безопасности РК Алматы, Казахстан
begunov028@gmail.com

Ключевые слова: электрохимическое травление; уровни пористости; осаждение покрытия ZnO; фрактальность; кластеры вещества.

Введение: Пористые поверхности кремния представляют большой интерес. Они могут быть получены путем электрохимического травления кремния. Такой пористый кремний может иметь несколько уровней иерархии. Принцип структурной иерархии означает следующее: структуры одного типа являются модулями, "строительными блоками", из которых формируются структуры второго уровня. Структуры второго уровня имеют значительно большие пространственные размеры и объединяются в структуры третьего уровня и т. д. Это приводит к тому, что модули, соединяясь в структуру, передают ей часть своих функций, степеней свободы [1]. Важным аспектом фрактальных структур является инвариантность их размеров при изменении масштаба. Так же важным элементом являются структуры, создаваемые на поверхности входе нанесения покрытия оксида цинка (ZnO). Особый интерес представляет их влияние на фрактальные свойства поверхности.

Методы: Морфология поверхности изучалась с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) (JSM-6490LA ("JEOL", Akishima, Japan).

Для определения фрактальных размеров изображений используется метод "Box counting". Он является самым простым и широко используемым методом для определения фрактальных свойств изображений [2-5]. Этот метод предполагает создание сетки квадратных ячеек с заданной длиной стороны δ , которые покрывают часть изображения, а затем подсчет количества ячеек $N(\delta)$. Фрактальность определяется по изменению $\ln N(\delta)$ относительно $\ln \delta$.

Результаты: Были получены СЭМ изображения поверхности образцов до нанесения покрытия и после нанесения 20 и 25 слоев покрытия. Снимки показали, что морфология поверхности имеет несколько уровней иерархии.

Гистограммы на основе СЭМ снимков показали, что количество пикселей достигает максимума интенсивности при значении 0,4. Данное значение мы выбрали в качестве порога. Выделили пиксели, интенсивность которых превышает пороговое значение. Эти пиксели представляют собой интересующие нас структуры. Это подмножество было использовано для оценки фрактальной размерности.

Полученный график демонстрирует линейную зависимость. При пороговом значении интенсивности пикселей, равном 0,4, фрактальная размерность изображения образца с покрытием из 20 слоев в масштабе 100 нм составила $D = 1$.

Наличие фрактальности для образца с 20 слоями покрытия, было подтверждено проведением исследования при различных пороговых значениях интенсивности пикселей. Изменение интенсивности пикселей приводит к выделению различных деталей и особенностей структуры, что отражается в изменении фрактальной размерности. Для образца без покрытия заметно изменение размера структуры при изменении масштаба. Это указывает на то, что объект не имеет фрактальной природы. В отличие от этого, образец с нанесенными 20 слоями покрытия при изменении масштаба позволил сохранить размерность структуры. Это объясняется наличием фрактальных свойств у данных образцов. Фрактальная структура поверхности наблюдалась также и для образца с 25 слоями оксида цинка,

Выводы: Методом электрохимического травления кремния и последующим осаждением слоев ZnO была сформирована иерархическая структура поверхности образца.

Осаждение слоев оксида цинка позволило сформировать фрактальную структуру поверхности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ПЦФ № BR21881954).

Литература

1. Bobkov, A.; Kononova (Grachova), I.; Moshnikov, V. Materials Science of Micro- and Nanosystems. Hierarchical Structures; Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI": Saint-Petersburg, Russia, 2017.
2. Mwema, F.M.; Akinlabi, E.T.; Oladijo, O.P.; Fatoba, O.S.; Akinlabi, S.A.; Tălu, S. Advances in manufacturing analysis: Fractal theory in modern manufacturing. In Modern Manufacturing Processes; Woodhead Publishing: Sawston, UK, 2019; pp. 13–39.
3. Hosseinabadi, S.; Shirazi, M. Contour loop analysis of multi-affine nanostructure AZO rough surfaces. Surface Topography: Metrol. Prop. 2019, 7, 035007.
4. Zhou, F.; Huang, Y.M. Fractal microstructures of light-emitting porous silicon films. Appl. Surf. Sci. 2007, 253, 4507–4511.
5. Ghosh, K.; Pandey, R.K. Assessment of fractal and multifractal features of sol-gel spin coated ZnO thin film surface. Mater. Res. Express 2019, 6, 086454.

INVESTIGATION OF ZINC OXIDE NANOSTRUCTURES FORMED ON POROUS SILICON BY EPR SPECTROSCOPY

¹ Murzalinov D. O., ² Zhaysanbayev Zh.K., ¹ Dmitriyeva E. A.

¹ Institute of Physics and Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

² Border Academy of National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan
dan_collaps@mail.ru

Keywords: electrochemical etching; porosity levels; ZnO coating deposition; EPR spectroscopy; paramagnetic centers.

Introduction: Variable properties of porous silicon obtained in the course of electrochemical etching allow to create devices for various purposes. Por-Si based sensors are promising types of devices [1-3]. Obviously, this is due to the process of electrochemical etching of silicon, which leads to the intensive formation of clusters, with a high concentration of particles with dangling bonds on their surface. Metal oxide coatings improve the properties of porous silicon. Nano clusters of zinc oxide can have many different configurations, so zinc oxide can be classified as a new material with a wide range of potential applications. The properties of zinc oxide particles in the form of clusters can exhibit a wide range of properties depending on the local spatial orientation. In particular, isotropic or anisotropic interactions can exist between paramagnetic particles. This leads to the formation of unique types of surface structures, which affects the individual characteristics of EPR spectra. Determination of the peculiarities of the interaction of paramagnetic centers leads to an understanding of the defect formation process of matter.

Methods: Surface morphology was studied using a scanning electron microscope (SEM) (JSM-6490LA ("JEOL", Akishima, Japan) and an atomic force microscope (AFM) (Japan, "JEOL" JSPM-5200).

Electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy was performed on a "JEOL" (JES-FA200, Akishima, Japan) machine

Results: SEM and AFM images of the surface of the samples before coating and after the deposition of 20 and 25 coating layers were obtained. The SEM images showed that the surface morphology has several levels of pore hierarchy. The localization of the coating nano clusters is along the pore boundaries where there are a large number of dangling bonds. AFM study showed the presence of evenly distributed micropores, between which there are nano clusters of substance.

The formation of the defect structure at the pore boundaries occurred in several stages. The deposition of 20 layers led to the formation of individual ZnO particles, which increased the concentration of defects and the intensity of the EPR signal. This is confirmed by SEM images, which show that the pore boundary structure becomes more developed in this sample. In addition, the deposition of 25 layers led to the formation of a more ordered structure, which affected the decrease in EPR signal intensity. The SEM images of this sample show a smoother pore boundary structure.

In the study of the complex EPR spectrum, a signal component of lower intensity in the low-field region was detected when the measurement parameters were changed. The central signal of the spectrum is related to bond breaking, whereas quasi-symmetric doublets can be attributed to negatively charged vacancies formed at the pore boundaries.

An increase in the signal intensity of the central component of the complex spectrum after annealing is associated with the diffusion of atoms and the formation of more ordered structures. At the boundaries of zinc oxide nanoparticles there is a large number of broken bonds. The instability of the defect region has a favorable effect on the process of aggregation of particles into clusters and the increase in grain size during annealing. Thus, the crystallinity is improved during annealing, which leads to an increase in the intensity of the EPR signal

Conclusions: A hierarchical structure of the sample surface including pores and nanoscale objects was formed by the method of electrochemical etching of silicon and subsequent deposition of ZnO layers. In the EPR spectra for all types of samples, numerous manifestations of the hyperfine structure due to charge trapping on PMCs were detected. Varying the measurement parameters of the EPR signal allowed us to effectively isolate its useful component. The intensity of the hyperfine structure of the EPR signal increased significantly after annealing the sample at 300 °C in an air atmosphere. This is due to the increase in the degree of crystallinity of the sample.

This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (PTF No. BR21881954).

References

1. Yan, D.; Hu, M.; Li, S.; Liang, J.; Wu, Y.; Ma, S. Electrochemical deposition of ZnO nanostructures onto porous silicon and their enhanced gas sensing to NO₂ at room temperature. *Electrochim. Acta* 2014, 115, 297–305.
2. Razi, F.; Rahimi, F.; Irajizad, A. Fourier transform infrared spectroscopy and scanning tunneling spectroscopy of porous silicon in the presence of methanol. *Sens. Actuators B Chem.* 2008, 132, 40–44.
3. Ozdemir, S.; Gole, J.L. A phosphine detection matrix using nanostructure modified porous silicon gas sensors. *Sens. Actuators B Chem.* 2010, 151, 274–280.

NOVEL METHOD TO REDUCE INDOOR RADON LEVEL

Хайдаров Р.Р., Гапурова О. У., Галиулин И.Г., Гарипов И.Т.
Институт Ядерной Физики АН РУ, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Ключевые слова: radon, radiation, radioactive gas, polyethylhydrosiloxan, alkyltriethoxysilane

The adverse health effects of radioactive gases present in the environment have become one of the most pressing issues of the day. Radon, a product of natural decay of uranium contained in rocks, is one of these gases. It is an alpha-radioactive gas that comes from the ground and easily penetrates any construction materials, including concrete, bricks, cement, gypsum, all paints, coating materials, etc [1,2]. Radon is able to enter dwellings and accumulate there, thus causing serious respiratory illnesses by prolonged exposure to the organism. Its concentration is especially high in tectonic zones and areas with higher concentration of uranium, i.e., almost the whole

territory of Uzbekistan [3]. The problem of protecting the underground structures and on-ground dwellings from radon is relevant in many countries, including the USA, UK, France, Germany, Finland, Russia, Korea, Israel, etc [4-5]. The usual recommendation for lowering the radon concentration is frequent air change. But under the extreme continental climate, that increases energy consumption on heating in winter and cooling in summer. This is the reason why internationally, a productive and cost-effective method for preventing radon from penetrating the buildings and underground structures is to treat the floor/walls/ceilings of cellars with chemical substances penetrating deeply and thereby filling the micropores of construction materials, thus preventing radon atoms from seeping inside.

In this paper we present a novel compound that is a product of interaction of polyethylhydrosiloxane and alkyltriethoxysilane hydrolysate. The developed organic compound is designated for filling very fine pores in widely used building materials to reduce indoor radon level. We have also developed a device for determining the gas impermeability of concrete specimens. The optimal quantity and method of treating the concrete surface have been determined for the compound. Impermeability coefficients of treated specimens have been determined in dependence of various factors and holding time (up to a year). Recommendations have been developed for use of the polymer compound produced in the reaction of polyethylhydrosiloxane with alkyltriethoxysilane in the presence of isopropyl alcohol and a catalyst.

Литература

1. T.K. Sethi, M.N. El-Ghamry, G.H. Kloecker, Clin. Adv. Hematol. Oncol 10, 157–164 (2012).
2. A. Cucus, T. Dicu, C. Cosma, Rom. J. Phys. 60, 1574–1580 (2015).
3. R.A. Khaydarov, R.R. Khaydarov, and O.U. Gapurova, “Method of reducing radon levels in buildings” in Uranium, Mining and Hydrogeology, (Springer Berlin Heidelberg, 2008), pp. 895-900.
4. N. Barros, D.J. Steck, R.W. Field, Radiation Protection Dosimetry, 171, 405–413 (2016).
5. S.H. Kim, S.B. Koh, C.M. Lee, C. Kim and D.R. Kang, Yonsei Med 59, 1123–1130 (2018).

SYNTHESIS OF CARBON NANOSORBENTS FROM SHUBARKOL COAL

Kenzhekara P.G., Kalenova A.M., Kazankapova M.K., Yermagambet B.T.
«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan;
maira_1986@mail.ru

Key words: porous carbon material, specific surface area, coal, carbonization

Introduction: Activated carbon is cheap and available for industrial purposes, for this reason it has attracted the attention of several researchers [1-3] for hydrogen storage applications. The ability to store carbon in this form is determined by the microstructure of the material. The Langmuir adsorption isotherm represents a mechanism for hydrogen accumulation through physical adsorption. The storage capacity can be increased through chemical treatment and alloying. Thomas [4] experimentally observed a storage capacity of 5 % at 77 K and 0.5 % by weight at room temperature.

Materials and methods: The paper presents methods for producing carbon nanosorbents from coal from the Shubarkol deposit. The synthesis was carried out by grinding coal, impregnating coal with alkali and salt at a coal/alkali, salt ratio of 1:0.5 and 1:1 then carbonization was at 900°C. The adsorption characteristics of adsorbents were studied using the Brunauer-Emmett-Teller (BET) method. To calculate the pore distribution, the theoretical model of hydrogen sorption DFT HS H₂ Carbon, heterogeneous was used, taking into account the heterogeneity of the carbon surface.

Results: The results of the physicochemical properties and adsorption characteristics of the samples are presented in Tables 1 and 2.

Table 1- Physico-chemical properties of sorbents

№	Name of carbonized adsorbent	V ^d , %	W ^r _u , %	A ^r , %	ρ, g/cm ³	V _Σ , cm ³ /g	pH	A _{m.o} , mg/g	A _{m.b} , mg/g	A _{iodium} , mg/g
1	"Shubarkol": KOH = 1:0.5	39,79	9,90	31,82	0,49	0,79	7,2	30,61	50,1	42,9
2	"Shubarkol": KOH = 1:1	37,98	17,90	13,68	0,57	0,66	8,0	28,6	39,0	29,5
3	"Shubarkol": NaOH = 1:0.5	46,28	8,81	12,43	0,55	0,75	8,1	28,95	48,8	36,6
4	"Shubarkol": NaOH = 1:1	43,46	13,80	16,19	0,63	0,84	7,5	24,6	30,0	40,7
5	"Shubarkol": K ₂ CO ₃ = 1:0.5	42,37	12,57	13,16	0,58	0,73	7,0	33,0	34,8	33,01
6	"Shubarkol": K ₂ CO ₃ = 1:1	37,05	9,40	13,01	0,50	0,64	8,0	30,0	37,5	35,2

Table 2- Adsorption characteristics of the samples

№	Name of the samples	Total carbon, %	Total organic carbon, %	Total neorganic carbon, %	S _{BET} , m ² /g	Total pore volume, cm ³ /g	Micros pores, cm ³ /g	Mesopores, cm ³ /g	Macropores, cm ³ /g
1	"Shubarkol": KOH = 1:0.5	69,5	48,47	21,03	507,299	0,308	0,195	0,074	0,039
2	"Shubarkol": KOH = 1:1	52,7	43,93	8,77	698,299	0,605	0,221	0,273	0,111
3	"Shubarkol": NaOH = 1:0.5	64,9	56,05	8,85	23,210	0,055	0,008	0,022	0,025
4	"Shubarkol": NaOH = 1:1	47,9	44,36	3,54	88,884	0,092	0,030	0,039	0,023
5	"Shubarkol": K ₂ CO ₃ = 1:0.5	70,2	60,62	9,58	676,889	0,318	0,276	0,036	0,006
6	"Shubarkol": K ₂ CO ₃ = 1:1	59,2	55,13	4,07	653,024	0,435	0,205	0,183	0,048

Based on the results of adsorption characteristics, it can be concluded that adsorbents impregnated with potassium hydroxide and potassium carbonate have a high specific pore volume and micropores. In this connection, the resulting microporous adsorbent impregnated with potassium carbonate in a ratio of 1/0.5 was used to study the storage of hydrogen in the micropores of the sample. Sample analysis was carried out on a high-performance automatic physio and chemisorption station Micromeritics 3Flex Chemi&TCD (USA). Adsorbate gas – hydrogen, measurement temperature – 77 K, 273.15 K, 298 K; p₀ values for all points were considered the same and equal to 760 Torr. The specific surface area for hydrogen was S_{DFT} = 1299.515 m²/g. The amount of adsorbed H₂ gas was 1.53%, 0.019% and 0.008% at 77 K, 273.15 K, 298 K, respectively. As the temperature decreases from 295 K to 9 K, an increase in hydrogen adsorption can be observed. This tendency is typical at low temperatures, where gas molecules usually have lower energy, which promotes their retention on the surface of the adsorbent.

Conclusion: To summarize, we can say that carbon sorbents obtained by thermolysis of Shubarkol coal impregnated with a solution of potassium hydroxide and potassium carbonate salt have a developed specific surface area of 653,024 -698,299 m²/g and a specific pore volume of 0,318 - 0,605 cm³/g, due to the formation of carbon nanotubes (CNTs). These carbon materials can find application for the effective purification of flue gases, liquid industrial discharges and drinking water, also in the field of superconducting materials, capacitors, fuel cells and for hydrogen storage.

References

1. Carptis C, Peschka W. A study on hydrogen storage by use of cryoadsorbents. Int. J. Hydrogen Energy 1980; 5: 539-554.
2. Schwarz JA. Activated carbon based storage systems. In Proc. DOE/NREL Hydrogen Program Review, Honolulu, 1992.
3. Dillon AC, Heben MJ. Hydrogen storage using carbon adsorbents: Past present and future. Appl. Phys. A 2001; 72: 133-142.
4. Thomas KM. Hydrogen adsorption and storage on porous materials. Carbon Today 2007; 120: 389-398.

The research was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR19577512. Development of scientific and technical foundations for the production of microporous carbon nanomaterials for the separation and storage of hydrogen).

МЕДИЦИНСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И БИОСОВМЕСТИМЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТОМАТОЛОГИИ

Пулатова Л. Т.

Университет ALFRAGNUS, кафедра «Фармацевтика и химия», Узбекистан, г. Ташкент

E mail: lorena_97@mail.ru

Ключевые слова: биоматериалы, биосовместимые имплантаты, нарушение костного метаболизма, метаболизм костной ткани, стоматологические композиты

Введение. Медицинское материаловедение включает разработку и исследование материалов, которые применяются в медицине, создаются с целью компенсации утраты органов или тканей. В современном мире, данное направление науки, играет важную роль в современном мире, т.к. оно занимается изучением свойств и структуры материалов, их производством и применением, что позволяет разрабатывать новые материалы с улучшенными свойствами и создавать инновационные технологии. Неотъемлемой частью передовых исследований в области медицинского материаловедения являются разработки на основе композиционных материалов биомедицинского назначения, характеризующихся быстрым растворением в организме и замещения имплантата костной тканью (биорезорбируемость). Причём важную роль играет дисперсность компонентов таких материалов. Анализ оригинальных данных и результатов, представленных в обширной биоминералогической литературе, позволяет выделить целый ряд свойств зубной ткани и композиционных материалов, карты распределения которых на поверхности (объёму) пробы, представляют интерес при решении биомедицинской проблематики в области стоматологии:

карты распределения в зубной ткани, композиционных пломбировочных материалов, гибридных зонах, имплантатах содержания различных органических молекул и молекулярных группировок;

карты распределения степени кристалличности и степени полимеризации композиционных материалов, степени отклонения от стехиометрии минеральных составляющих, а также карты распределения свойств органической матрицы, основанные на данных локальной ИК-микроспектрокопии, фото- катодолюминесценции [1].

Следует отметить, что композиты в стоматологии – это современные материалы, широко используемые для реставрации зубов, состоящие из двух основных компонентов: органической матрицы и неорганического наполнителя. Органическая матрица обычно состоит из акриловых смол, которые связывают неорганический наполнитель вместе, обеспечивая упругость и прочность материала. Неорганический наполнитель в композитах, как правило, состоит из мельчайших частиц кварца, стекла или керамики, добавляющие твердость и износостойкость к композитному материалу, а также придающие ему эстетически приятный, естественный оттенок, который имитирует внешний вид натуральных зубов. В связи с тем, что резорбируемые композиционные материалы замещаются растущей костью, т.к. являются источником необходимых для построения костной ткани элементов, получение новых стоматологических композитов, обладающих высокой резорбируемостью, является весьма актуальной задачей современного медицинского материаловедения [2].

Методы. Для изучения кристаллической структуры и выявления состава неорганической кристаллической фазы композитных стоматологических материалов было проведено исследование композиционных стоматологических материалов по таким критериям, как химический состав, консистенции, виду наполнителя, показаниям к применению.

Результаты. Учитывая тот факт, что жевательные нагрузки создают большие напряжения, особенно на жевательные поверхности боковых зубов до 70 кг, стоматологический пломбировочный материал должен быть механически прочным. Высоким нагрузкам также подвержены небные поверхности и режущие края передних зубов до 30 кг. Прочность и твердость материала зависят от состава матрицы, но в большей степени от типа наполнителя и степени наполненности композита, т.е. чем в большей степени пломбировочный материал насыщен наполнителем, тем он прочнее и тверже. Результаты исследования выбранных критериев в отношении композиционных пломбировочных материалов, позволили выразить следующие данные:

по химическому составу: брэнды Charisma Classic, Herculite XR, Arabesk Top, Filtek Z250 – традиционная группа пломбировочных материалов, которая имеет стеклянный наполнитель со средним размером частиц 10-20 мкм. Однако, значительным недостатком таких композитов является низкая полируемость и соответственно тусклый вид. Ормокеры – это органически модифицированная керамика, которая представляет из себя комбинацию цепочек из неорганической двуокиси кремния, метакрилатов и наполнителя из керамики. Такие композиты имеют высокую наполненность, благодаря которому имеют хорошую плотность и невысокую усадку.

по консистенции: брэнды Tetric N-Flow, Sapphire Flow, Amaris Flow, Grandio Flow, Filtek Flow, Revolution – относятся к текучим пломбировочным материалам, которые разделяются на сильно-, средне- и малотекучие. Композиты данной группы могут использоваться при процедурах с минимальной инвазивностью. Текучие композиты удобны в применении, обладают эстетичностью и хорошей полируемостью.

по виду наполнителя: макрофильные композиты, состоящие из частиц неорганического наполнителя большого размера (8-45 мкм; иногда - до 100 мкм). Наполнителями в данном виде композитов часто является кварц, стекло, керамика. Показано, что такие композиты обладают достаточной прочностью, рентгеноконтрастностью и средними оптическими свойствами. Группа макронаполненных композитов: больше 5 мкм - Adaptic, Concise, Nimetic; меньше 5 мкм - Marathon, Prisma-Fil.

по показаниям к применению: брэнды 3M, S&C, Heraeus Kulzer, IVOCAR, Dentsply, Ultradent – представленные композитные материалы для реставрации передних зубов отвечают самым высоким требованиям эстетики, критериям для решения таких задач, как устранение кариеса, травмы зуба, потемнение участков зубов и любые изменения цвета эмали, восстановление кривых, разрушенных зубов, устранение сколов и трещин, закрытие

промежутков между зубами. Показано, что приведённые пломбировочные материалы максимально приближен к виду естественных зубов по цвету, прозрачности и фактуре.

Выводы. На основании данных субъективной оценки исследования композиционных стоматологических материалов, можно сделать вывод о в процессе выбора композита для конкретного пациента стоматолог должен учитывать такие факторы, как тип и расположение зуба, а также долговечность материала. Композиты с мелкими частицами наполнителя и высоким уровнем полировки подходят для передних зубов, тогда как для жевательных зубов могут потребоваться материалы с более крупными частицами наполнителя для повышения прочности. В общем и целом, композитные материалы в стоматологии – это сложная и разнообразная область, которая требует глубокого понимания и профессиональных навыков для успешного применения.

Литература

1. Вотяков С.Л., Мандра Ю.В. и др. Минералогическая стоматология как междисциплинарная область исследований: некоторые итоги и перспективы развития // Проблемы стоматологии. - 2017. – Т.13. - №1. – С. 3- 16.
2. Суворова И.В., Белов В.М. Исследование композиционных стоматологических материалов методом рентгенофазового анализа // Ползуновский вестник. – 2008. - №3. – С. 242 – 244.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ АКТИВНЫХ СИСТЕМАХ СОЛНЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Абдухамидов Д. У.

Физика–технический институт Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент
Diydorbek77@ gmail.com

Ключевые слова: солнечная энергия, энергоэффективность, активная система.

Введение: Во всем мире проводятся научно-исследовательские работы, направленные на повышение эффективности работы солнечных тепловых и энергетических устройств для широкого применения систем теплоснабжения, основанных на пассивных и активных систем солнечного отопления (ССО).

В отраслях экономики республики реализуются комплексные меры по повышению энергоэффективности, в том числе за счет использования солнечной энергии в качестве источника тепла при отоплении жилых зданий, коммунально-бытовых и социальных объектов, снижению потребления энергии в сети и, в свою очередь, сохранению запасов углеводородов для будущих поколений и смягчению экологической ситуации, достигаются определенные результаты.

Методы, основная часть

Поставлены вопросы исследования теплотехнических параметров активных систем солнечного отопления (ССО) в зданиях с аккумулятором тепла (АТ).

Разработана нестационарная математическая модель активной ССО с АТ. В данной модели, для определения тепловых свойств здания был использован метод градусо-часов. В этом случае общие теплопотери здания определяются как:

$$Q_{\text{отп}} = K_m HDH A_{\text{общ.пл.}} \quad (1)$$

где HDH - количество градус-часов отопительного периода и определяется с помощью формулы:

$$HDH(t_{\text{от}}) = \sum_{i=1}^N (t_{\text{от}} - \bar{t}_{\text{ос}})^+ \quad (2)$$

где $t_{\text{от}}$ - требуемая температура внутри отпливаемого здания; $\bar{t}_{\text{ос}}$ - среднечасовая температура окружающей среды; N - количество часов за рассматриваемый период [1,3].

Результаты и выводы

По результатам расчета, выявлено, что при использовании активной ССО с баком-аккумулятором, показали возможность снижения удельного теплотребления на 33,4%, 39,79% и 44,7% соответственно, при первом, втором и третьем уровне теплозащиты зданий. [2,4].

Литература

1. Малявина Е.Г. Теплотери здания. * М.: 2011 г. – 105 стр.
2. КМК 2.01.18-2000 Нормативы расхода энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование зданий и сооружений.
3. Авезова Н.Р., Рахимов Э.Ю. Далмурадова Н.Н, Абдухамидов Д.У. “Динамика изменения показателей Градусо-суток отопительного периода в Узбекистане за последние 40 лет. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения, 2022 йил, г. Ташкент, №1., стр. 108-119. (05.00.00; №21).
4. Д.У.Абдухамидов “Паст ҳароратли фаол қуёш иситиш тизимларини танлаш, уларнинг схемаларини асослаш ва иссиқлик параметрларини оптималлаш” техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. Фарғона-2023й.

О НАПРАВЛЕНИЯХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОЛНЕЧНОМУ ОБОГРЕВУ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАСЕЙНОВ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Арзиев З. Д.

Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан, г.Ташкент,
e-mail: zarziyev@mail.ru

Введение. За последние годы в Узбекистане приняты ряд нормативно – правовых документов устанавливающие приоритетное место на применение энергоэффективных и энергосберегающих технологий, которые сопутствует плавному переходу на зеленую энергетику, на основе которой в основном лежит использования возобновляемых источников энергии. Инвестиции в зеленые технологии уже окупаются в течении 6-8 лет, которые применены для систем тепла и электроснабжения зданий и сооружений, а также для других бытовых нужд населения [1-2].

Методы. В связи с этим представляет научный и практический интерес исследование плавательных бассейнов на возможность подогрева их на основе энергии солнечного излучения.

Бассейны можно использовать как средство спорта, оздоровления и отдыха. Поэтому важно их нагревать. Для их обогрева используется много природной энергии. Использование солнечной энергии позволяет экономить природную энергию. Отметим, что существует два типов бассейнов, открытый и закрытый. В основном мы проводим исследования по открытым бассейнам. Открытые бассейны обычно используются в летний сезон, когда температура наружного воздуха выше, чем 22 – 24 °С и высокое значение показателя среднесуточной солнечной радиации в зависимости от региона страны [3]. В данных условиях использования энергии солнечного излучения для компенсации тепловых потерь в бассейне и поддержание температуры воды в бассейне на фиксированном диапазоне (~24 – 32 °С) [4] является весьма актуальной и востребованной.

Выводы. Область использования возобновляемых источников энергии рассматривается как область с высоким потенциалом в нашей республике. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», а также постановлений Президента Республики Узбекистан № ПП-4779 «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции, путем повышения энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов» от 10 июля 2020 года и № ПП-4422 «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы,

внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии» от 22 августа 2019 года, в котором утверждены долгосрочные целевые параметры развития ВИЭ и план организационно-практических мер дальнейшего развития ВИЭ в республике.

Литература

1. О мерах по развитию возобновляемой и водородной энергетики в Республике Узбекистан. Постановление Президента Республики Узбекистан г. Ташкент, 9 апреля 2021 г., № ПП-5063
2. Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан №333 от 3 мая 2018 года.
3. Matteo Dongellini, Stefania Falcioni, Andrea Martelli, Gian Luca Morini. Dynamic simulation of outdoor swimming pool solar heating // ScienceDirect, Energy Procedia 81 (2015) 1 – 10.
4. Санитарные нормы и правила по проектированию, устройству и эксплуатации плавательных бассейнов СанПиН РУз N 0221-07.

HADRONIZATION OF QUARK-GLUON PLASMAS

^{1*}Temiraliyev A., ²Z. Mazhit

Institute of Physics and Technology, Satbaev University, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*Correspondence: a.temiraliyev@sci.kz

Keywords: quark-gluon plasma, nonlinear dynamics, bifurcations, mapping of Poincaré sections

Introduction. Our days one of actual problems is phase transition research on RHIC, LHC, FAIR and NICA accelerators as follows: confinement-deconfinement, chiral symmetry violation-restoration. Computer simulation of renormalization-group nonlinear parton distribution functions (PDF) flux perceives to study qualitatively phase transitions in the momentum space of QCD non-perturbative region.

Methods. On the basis of developed methods of dynamical systems theory in the vicinity of phase transition PDF nonlinear dynamics simulation has been carried out. The research is performed within the framework of the nonlinear theory of discrete mappings of Poincaré sections. Multiple hadron production is modeled by a cascade of period-doubling bifurcations [1, 2]. The quark-gluon cascade of bifurcations in momentum space spontaneously transforms into chaotic dynamics [3, 4]. The Lyapunov exponents are used to measure the regularity and chaos of the dynamics of partons (quarks and gluons).

The spontaneous emergence of chaotic dynamics corresponds to the confinement-deconfinement phase transition. Parton initial impulse distribution is defined from experimental data on deep inelastic lepton-nucleon scattering. The evolution equation has been given by discrete mappings in the form of Markov process.

Results. Investigation of phase transition, quark-gluon plasmas hadronization's final stage on the base of non-linear dynamics of stable attractor structures formation is carried out. It is revealed, that phase transition to quark-gluon plasma takes place by convergence of bifurcation cascade and spontaneously occurring chaotic dynamic

Conclusion. Plasma hadronization is associated with spontaneous symmetry violation of vacuum states — condensates — and occurs due to the nonlinear dynamics of the formation of Poisson-stable quark-gluon structures.

The spontaneous emergence of chaotic dynamics is responsible for the thermalization of the quark-gluon medium. A computer numerical solution shows that at the first stage of first-order phase transition from quark-gluon plasmas to hadrons, the process occurs through a mixed phase of quarks and stable clusters [4].

References

1. A. B. Batunin Fractal analysis and Feigenbaum's universality in hadron physics // *UFN*, Vol.165, №6 (1995): 645-660 – (In Russian).
2. R. P. Feynman, Feynman Lectures on the Strong Interactions, arXiv:2006.08594v1 [hep-ph] 2020.
3. Z. Mazhit, A. T. Temiraliev Simulation of Multiple Hadron Production and Transition to Quark-Gluon Plasmas Based on Nonlinear Dynamics // *Recent Contrib. Phys.*, 82, No.3 (2022) 11-15. DOI: <https://doi.org/10.26577/RCPH.2022.v82.i3.02>
4. A. Temiraliev et al. A nonlinear quark–gluon cascade converges and transits to a chaotic regime // *Acta Phys. Pol. B Proc. Suppl.* 16, 2-A4 (2023). DOI: 10.5506/aphyspolbsupp.16.2-a2

RECENT ACHIEVEMENTS IN NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY

^{1,2}Mansurov Z.A., ^{1,2}Imash A.A.

¹Institute of Combustion problems, Bogenbay batyr str.,172, Almaty, Kazakhstan

²Al-farabi Kazakh National University, al-Farabi Ave, 71, Almaty, Kazakhstan

E-mail: ZMansurov@kaznu.kz

Abstract

Ernst Herbertovich Boos, the Academician of NAS of the Republic of Kazakhstan, was a prominent physicist and science organizer who made significant contributions to the development of science and education in Kazakhstan, as well as to the strengthening of international scientific cooperation. His passion for science was the driving force behind his work, and he always aimed for new achievements. His perseverance, authority, responsiveness, and intelligence made him a respected scientist, teacher, colleague, and public figure. Many will remember him as a great contributor to science.

Nanotechnology is an interdisciplinary field that has emerged in the global science and technology arena over the past 30 years. It focuses on the study of objects ranging in size from 0.1 to 100 nanometers, encompassing a wide range of interdisciplinary connections across physics, chemistry, and biology.

Studying the current state and developmental trends of nanoindustry objects leads to the conclusion that the most promising area of nanotechnology is the synthesis, research, and application of carbon nanomaterials. Carbon nanomaterials are particularly intriguing due to their exceptional physicochemical and mechanical properties, as well as their potential for diverse applications.

In Kazakhstan, the research in the field of nanotechnologies and nanomaterials have been conducted for more than 30 years at al-Farabi Kazakh national University as well as at the Institute of Combustion Problems, Institute of Physics and Technology, and Nazarbayev University.

The original results on development of carbon nanomaterials of different functional application which were obtained. This paper presents original results on the development of a technology for producing carbon nanomaterials for various applications:

- 1) Preparation of aerogels based on nanostructured materials (CNTs, graphene oxide, MWCNTs);
- 2) Supercapacitors based on carbon nanomaterials;
- 3) Synthesis and application of membrane technology for desalination of seawater;
- 4) Synthesis and application of carbon nanofibers obtained by electrospinning;
- 5) Nanostructured carbon materials for biomedical use.

This thesis is intended to present the latest developments of the Institute of Combustion Problems in the fields of combustion and producing nanomaterials for various applications.

BIOMASS-DERIVED CARBONS FOR THE SORPTION OF RADIONUCLIDES

Kunarbekova M., Azat S.

Satbayev University, 22a Satpaev str., 050026, Almaty, Kazakhstan

M.Tatibayeva@stud.satbayev.university

Keywords: radioactive emissions, radioactive iodine, activated carbon, nuclear waste, chemical activation

Introduction: The number of radioactive wastes increased dramatically in the last century due to the growing population and energy demand. In this regard, radioactive waste management faces new challenges and requires new methods to control and extract radioactive substances. In our work, we synthesized activated carbon from biomass waste (rice husk, buckwheat husk and walnut) doped with nitrogen groups and tried it for radioactive iodine removal.

Methods: Activated carbons have been obtained using the horizontal reactor (CVD) in inert atmosphere (Ar) at 800°C for 2 h. Impregnation of N was performed by Hydrothermal method (HTM) at 5Mpa and 180 °C for 24 h. KOH has been used as an activating agent. Obtained activated carbons have been characterized using following techniques: SEM, SEM-EDX, Raman, IR, Water contact angle, optical microscopy, BET. Sorption capacity has been determined by UV-Vis.

Results: Obtained activated carbon has shown high extraction capacity towards stable iodine isotope 127. Extraction capacities in mg/g (with initial concentration of iodide ions 100 mg/l): 459 for WN (walnut derived activated carbon), 463 for RH (rice husk) and 457 for BH (buckwheat husk) correspondingly. The SEM images bellow shows porous structure of activated carbons with mainly contributes to the sorption.

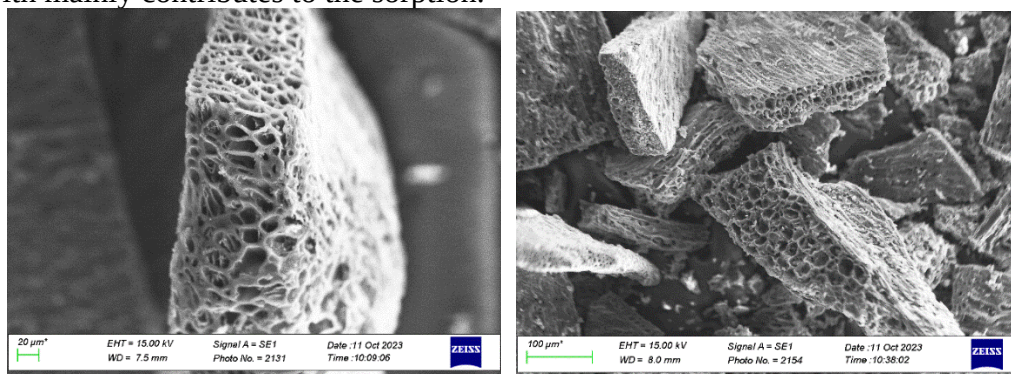


Figure 1 - SEM image of RH and BH originated activated carbons

Conclusion: In summary, activated carbons originated from biowaste can be effectively applied for treatment of contaminated by radioactive iodine water. Addition of N groups contributes to micropore formation which furthermore contribute to absorption of target ion.

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРОВ ПОР В ПОРИСТОМ УГЛЕРОДЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА^{1,2} Лесбаев Б., ^{1,2}Устаева Г., ^{1,2}С. Таупихова, ^{1,2}Жамаш А., ¹Рахымжан Н.¹Институт Проблем Горения, Алматы, Казахстан²Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, КазахстанE-mail: lesbayev@mail.ru

Ключевые слова: хранение, водород, адсорбция, нанопористость, углерод.

Введение. Водород в настоящее время является одним из перспективных топлив, который способен решить растущие мировые потребности в энергии без нанесения экологического ущерба планете. С другой стороны, одним из ключевых проблем,

замедляющих широкое использование водорода в качестве альтернативного топлива, является отсутствие безопасных, экономичных и эффективных систем хранения водорода. Предлагаемое исследование посвящено изучению возможностей применения в качестве материала для хранения водорода нанопористого углерода, полученного из рисовой шелухи.

Методы. Предложен новый подход к управлению процессом порообразования в нанопористом углероде при его получении из растительного сырья методами карбонизации и химической активации, отличительной особенностью, которого является применение предварительной механической активации исходного растительного сырья перед процессом карбонизации.

Результаты. Нанопористый углерод, полученный из растительного сырья, обладает высокой удельной поверхностью, стабильной каркасной структурой, массовой производительностью и быстрой кинетикой процесса физической адсорбции/десорбции. Структура и размеры пор в нанопористом углероде играют фундаментальную роль в повышении эффективности систем хранения водорода [1-4]. В связи с этим в работе представлены и обсуждены результаты исследований по оптимизации условий получения нанопористого углерода с максимальным содержанием микропор и изучению их сорбционных характеристики по водороду.

Выводы. Установлено, что в нанопористом углероде, полученном из рисовой шелухи и обработанном при выявленных оптимальных условиях механической активации, по сравнению с необработанной рисовой шелухой происходит увеличение удельной поверхности по БЭТ с 2386 до 2715 м²/г, удельной поверхности микропор, рассчитанной по методу Дубинина-Радushkevicha с 2754 до 3099 м²/г и общего объема пор, рассчитанного методом ВЖ с 0,251 до 1,625 см³/г, что позволяет повысить его адсорбционную емкость по водороду на 29,7% по сравнению с нанопористым углеродом, полученным из рисовой шелухи и не подвергнутым механической активации.

Литература

1. Sethia G., Sayari A. Activated carbon with optimum pore size distribution for hydrogen storage // Carbon. – 2016. – Vol. 99. – P. 289-294.
2. Young-Jung Heo, Sun-Hwa Yeon, Soo-Jin Park, Defining contribution of micropore size to hydrogen physisorption behaviors: A new approach based on DFT pore volumes // Carbon. – 2019. – Vol. 143. – P. 288-293.
3. Mohan, M., Sharma, V. K., Kumar, E. A., & Gayathri, V.. Hydrogen storage in carbon materials—A review //Energy Storage. – 2019. – Т. 1. – №. 2. – С. e35.
4. Firlej, L., Pfeifer, P., Kuchta, B. Understanding universal adsorption limits for hydrogen storage in nano porous systems // Advanced Materials. – 2023. – Vol. 25. – P. 5971-5974.

THE TESTING A MODEL SOLAR HYDROGEN POWER INSTALLATION SHPI

A. Serikbekov, D.V. Buhvalov*, K.Sh. Chokin, T.K. Idrisova, I. Nevmerzhitsky, B. Rakymetov, A.S.

Serikkanov[†], A. Shongalova¹, T. Turmagambetov¹, K.B. Tynyshtykbayev**

Institute of Physics and Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

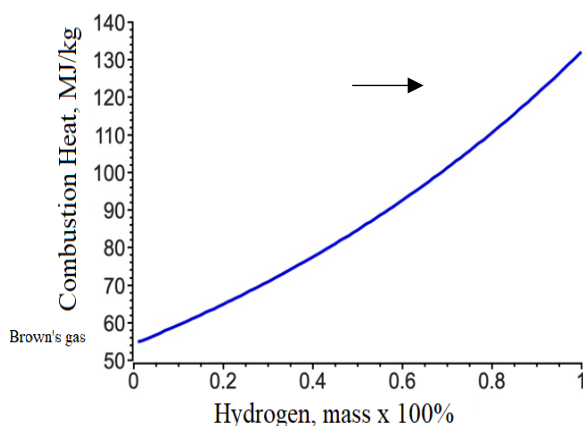
[†] National Academy of Sciences under the President of the Republic of Kazakhstan, Almaty

* danil@njfu.edu.cn ** k.tynyshtykbayev@sci.kz

The results of the testing of a Solar-Hydrogen Power Installation SHPI are presented. The Photovoltaic (PV) plant (P = 4 kW) installed at the Tien-Shan Alpine Scientific Station of the Institute of Physics and Technology, Satbayev University, Almaty, at an altitude of 3336 meters in the Zhushaly-Kezen, pass near Almaty, and on the territory of the IPT, Alatau, Almaty, 600 m above sea level and the total generation electrical energy by the PV to industrial sets electricity for 2018-2022ys more than 41,000 kWh. This photo-generated electric power can be used for the synthesis of

gaseous hydrogen. The simplest route for the usage of gaseous hydrogen is the conversion into heat by burning.

In this report, we present results on the optimization of a hydrogen-gas burner operating on Brown gas by simulating the combustion process from the ratio of Brown gas (~60 MJ/kg) to pure hydrogen gas (~120 MJ/kg) and experimental testing in search of maximum efficiency of the heating installation. The objective of this study is to examine the SHPI working parameters for scaling to other renewable energy sources in the country, such as wind and hydroelectric power plants.



The supplementary information is available at: <https://disk.yandex.ru/i/kHuLwvgwBCI-Ag>

The work are funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan: BR18574141 "Comprehensive Multi-Purpose Program for Improving Energy Efficiency and Resource Saving in the Energy Sector and Mechanical Engineering for the Industry of Kazakhstan"

АНТИОТРАЖАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ОЛОВА

Дмитриева Е.А., Бондарь Е.А., Лебедев И.А., Нурбаев Б.М., Федосимова А.И.
Institute of Physics and Technology, Ibragimov 11, Almaty, 050013, Kazakhstan
info@sci.kz

Ключевые слова: кремний, оксид олова, тонкие пленки, золь-гель, отражение.

Введение Кремниевые (Si) солнечные элементы продолжают доминировать на рынке фотоэлектрических (PV) аккумуляторов благодаря своей долгосрочной стабильности, зрелой полупроводниковой технологии и нетоксичности материала. Кроме того, Si является вторым по распространенности элементом на Земле. Несмотря на эти преимущества, кремниевые солнечные элементы страдают от слабого поглощения. Одной из причин потери в поглощении, является высокий контраст показателей преломления между объемным Si ($n = 3,94$ при 600 нм) и воздухом ($n = 1$), что вызывает френелевское отражение на границе раздела воздух-Si [1,2]. Уменьшения потерь на отражении можно добиться покрытием кремниевых пластин прозрачным материалом с промежуточным коэффициентом. В данной работе представлены результаты по нанесению оксида олова с показателем преломления $n = 2$ [3].

Методы и объекты исследования Пленкообразующая система изготавливалась из $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в этаноле с концентрацией ионов олова 0,11 моль/л. Нанесение на кремниевую подложку было при давлении 1Бар, температура подложки 400°C. Измерение спектров пропускания проводили на спектрофотометре UNICO 2800, спектры отражения – при помощи держателя для измерения отражательной способности.

Результаты Отражение от исходной кремниевой пластины увеличивается с увеличением длины волны. При длине волны 200 нм составляет порядка 60%, а при 1100 нм – 80%. При нанесении оксида олова отражение уменьшается. С увеличением толщины слоя SnO_2 наблюдается значительное уменьшение отражения (до 5%) при длинах волн 245–315 нм.

Исследование проведено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан программа BR21881954.

Литература:

1. Chuchvaga N., Zholdybayev K., Aimaganbetov K., Zhantuarov S., Serikkanov A. Development of Hetero-Junction Silicon Solar Cells with Intrinsic Thin Layer: A Review // Coatings. – 2023. – Vol.13. – Iss.4. – No.796. DOI10.3390/coatings13040796
2. Murzalinov D., Kemelbekova A., Seredavina T., Spivak Y., Serikkanov A., Shongalova A., Zhantuarov S., Moshnikov V., Mukhamedshina D. Self-Organization Effects of Thin ZnO Layers on the Surface of Porous Silicon by Formation of Energetically Stable Nanostructures // Materials. – 2023. – Vol.16. – Iss.2. – No.838. DOI:10.3390/ma16020838
3. Dmitriyeva E.A., Lebedev I.A., Bondar E.A., Fedosimova A.I., Temiraliyev A.T., Murzalinov D.O., Ibraimova S.A., Nurbaev B.M., Elemessov K., Baitimbetova B.A. The Influence of Lyophobicity and Lyophilicity of Film-Forming Systems on the Properties of Tin Oxide Films // Coatings – 2023. – Vol.13. – №1990. <https://doi.org/10.3390/coatings13121990>

ФОТОТЕРМОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В $p\text{Si}-n(\text{Si}_2)_{1-x-y}(\text{GaP})_x(\text{ZnSe})_y$ ($0 \leq x \leq 0.09$, $0 \leq y \leq 0.88$) СТРУКТУРЕ

Саидов А.С., Усмонов Ш.Н., Рахмонов У.Х., Сапаров Д.В.
Физико-технический институт НПО «Физика–Солнце» АН РУз, г.Ташкент
fti_uz@mail.ru

Ключевые слова: твердый раствор, фототермовольтаический эффект, варизонный полупроводник, фотогенерация, теплогенерация.

Введение: Фототермовольтаический эффект - возникновение электродвижущей силы (ЭДС) при совместном воздействии фото- и тепловой энергии на полупроводниковую структуру с равномерным фотонагревом, представляет несомненный практический интерес при разработке солнечных элементов (СЭ), работающих в жарких климатических условиях. В данной работе приведены экспериментальные результаты по обнаружению данного эффекта в $p\text{Si}-n(\text{Si}_2)_{1-x-y}(\text{GaP})_x(\text{ZnSe})_y$ ($0 \leq x \leq 0.09$, $0 \leq y \leq 0.88$) структуре.

Методы: Исследованные структуры изготавливались выращиванием из раствора-расплава – Sn-Si-GaP-ZnSe твердого раствора (ТР) $n(\text{Si}_2)_{1-x-y}(\text{GaP})_x(\text{ZnSe})_y$ на $p\text{Si}$ подложках [1]. Толщина подложки составляла 400 мкм, а эпитаксиальной пленки – 30 мкм. Структуры освещались солнечным светом с постоянной интенсивностью (AM1.5) со стороны эпитаксиальной пленки. Температура образца регулировалась временем подсветки.

Результаты: Исследование химического состава ТР показало, что его состав постепенно меняется в направлении роста пленки от чистого Si к слою ТР, обогащенному $(\text{Si}_2)_{0.03}(\text{GaP})_{0.09}(\text{ZnSe})_{0.88}$, т.е. эпитаксиальная пленка представляет собой варизонный полупроводник. Результаты атомно-силового микроскопа показывают, что в приповерхностной области пленки образуются ямы высотой ~ 2,5 и шириной ~ 25–46 нм. Возможно, такие ямы формируются из компонентов ТР, проявляющих квантово-размерные эффекты, создающие локальное поле напряженностью 10^7 – 10^9 В/см на расстоянии до ~ 150 нм.

На рисунке представлены зависимости ЭДС, генерированные в $p\text{Si}-n\text{Si}$ и $p\text{Si}-n(\text{Si}_2)_{1-x-y}(\text{ZnSe})_x(\text{GaP})_y$ структур, от температуры. Как видно из рисунка, в темноте в диапазоне температур 25–80 °С в структуре $p\text{Si}-n\text{Si}$ ЭДС не генерируется. При освещении $p\text{Si}-n(\text{Si}_2)_{1-x-y}(\text{ZnSe})_x(\text{GaP})_y$ структуры солнечным светом возникающие в ней ЭДС при 25 °С составляет

2.1 мВ. При повышении температуры до 55°C ЭДС практически не изменяется, а при дальнейшем повышении температуры до 80°C при неизменном значении интенсивности светового потока наблюдается увеличение ее значения до 5,8 мВ, т. е. в два раза. Это значительный вклад в генерацию ЭДС и может быть использован при разработке СЭ.

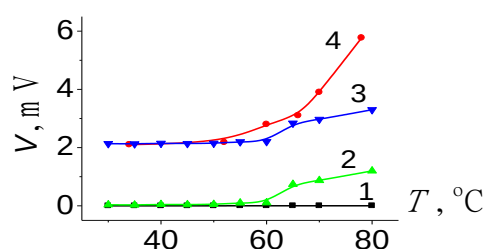


Рисунок 1 - Зависимости ЭДС от температуры структур: pSi-nSi (1), pSi-n(Si₂)_{1-x-y}(ZnSe)_x(GaP)_y без освещения (2), сумма чистого термо- и фотонапряжения (3) и при освещении солнечным светом (4).

Выводы: Обнаруженный фототермовольтаический эффект в исследованной структуре, по-видимому, обусловлен варизонностью эпитаксиальной пленки и нанокристаллитов, образующих наноразмерные ямы в приповерхностной области пленки.

Литература:

1. Saidov A.S., Razzakov A.Sh. et. all. Materials Chemistry and Physics. 2001. V. 68. P. 1-6.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТУННЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ЗАРЯДА ЧЕРЕЗ НАНОМЕТРОВЫЕ СЛОИ ФТОРИДА КАЛЬЦИЯ НА КРЕМНИИ-(111)

¹Банщиков А.Г., ¹Белякова Е.И., ¹Векслер М.И., ²Grasser T., ¹Илларионов Ю.Ю.,

²Knobloch T., ¹Соколов Н.С., ¹Юсупова Ш.А.

¹ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия, E-mail: sh.yusupova@mail.ioffe.ru

²Институт микроэлектроники при Техническом университете Вены, Австрия

Ключевые слова: CaF₂, МЛЭ, тонкие плёнки, МДП-структура, туннельный эффект

Введение. Одной из важных задач в микроэлектронике на современном этапе является поиск новых полупроводниковых и диэлектрических материалов. Данная работа посвящена выращиванию и изучению нанометровых пленок CaF₂ на Si(111), которые, как предполагается, смогут найти применение в роли подзатворного изолятора в транзисторах разных архитектур, в том числе с двумерным (2D) токнесущим каналом из дисульфида молибдена (MoS₂) [1] или графена. Надежды на прогресс в этой сфере связаны с лучшими, чем у традиционного изолятора SiO₂ и ряда high-k-оксидов, диэлектрическими свойствами CaF₂ (E_g=12.1 эВ, проницаемость: 8.43, эффективная масса электрона: 1.0m₀ [2]). Для упомянутых применений толщина фторида должна составлять от единиц до одного-полутора десятков нм.

Методы. Пленки CaF₂ с номинальной толщиной d_n от 1–2 до 10–20 нм выращивались на поверхности Si методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) при относительно низкой температуре 250 °C. Рельеф полученного слоя изучался при помощи микроскопа атомных сил. С помощью стандартных электрических методов исследовались вольтамперные (I-V) характеристики структур металл – диэлектрик – полупроводник (МДП) Au/CaF₂/n-Si со сформированными пленками CaF₂. Теоретические I-V кривые рассчитывались в предположении преобладания туннельного механизма транспорта электронов. Считалось, что стандартная девиация σ_d толщины фторида равна параметру шероховатости rms поверхности выращенной пленки.

Результаты. Измеренные статические I-V кривые МДП-структур характеризовались экспоненциальным нарастанием тока с напряжением для обеих полярностей, что естественно для туннельного переноса. Также был замечен эффект фоточувствительности

при обратной полярности напряжения: наличие подсветки повышало токи в 3-5 раз. В целом, поведение образцов не противоречило предсказаниям теоретических моделей. Для количественного согласования учитывалась конечность σ_d . Параметр τ_{ms} увеличивался с ростом d_n : если для $d_n \sim 2$ нм он составлял около 0.15 нм, то для $d_n \sim 10$ нм примерно 1 нм. Несмотря на некоторые нестабильности и заметные (для туннельного механизма) неоднородности, проведенные исследования позволяют заключить, что МДП-структуры с выращенными пленками CaF_2 на $\text{Si}(111)$ обладали неплохой воспроизводимостью и надежностью.

Выводы. Результаты свидетельствуют о возможности эпитаксиального получения ультратонких пленок CaF_2 приборного качества, а значит, о наличии у материала CaF_2 потенциала для применения в микроэлектронике. Ближайшая цель состоит в снижении масштаба неоднородностей толщины CaF_2 , хотя и при достигнутом уровне технологии работоспособность структур не вызывает сомнений.

Работа поддержана РФФИ (грант 21-52-14007 АНФ_а).

Литература:

1. Y.Y. Illarionov, T. Knobloch, M. Jech, M. Lanza, D. Akinwande, M.I. Vexler, T. Mueller, M. Lemme, G. Fiori, F. Schwierz, T. Grasser, Nature Communications, 11, 3385 (2020).
2. W. Hayes. Crystals with the fluorite structure; Clarendon Press (1974).

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО NH_4VO_3 ДО V_2O_5 ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ВАНАДИЕВЫХ ПРОТОЧНЫХ БАТАРЕЯХ

Чекиева А.С., Мереке А.Л., Муратов Д.А., Умирзаков А.Г.
ТОО “Физико-технический институт”, г. Алматы, Казахстан
E-mail: aruqkz@gmail.com

Крупномасштабные возобновляемые источники энергии, особенно солнечная и ветровая, становятся основным источником на мировом энергетическом рынке. Это объясняется не только быстрым развитием технологий, но и глобальными опасениями относительно долгосрочных и разрушительных воздействий ископаемого топлива на окружающую среду. Таким образом, система накопления энергии играет ключевую роль в содействии эффективному продвижению и развитию новых энергетических проектов. Благодаря гибкой конструкции и модульной масштабируемости проточных аккумуляторов они обеспечивают возможность автономного питания с возможностью настройки размеров аккумуляторной батареи и резервуара для электролита в соответствии с различными требованиями и спецификациями. Ванадиевая окислительно-восстановительная проточная батарея (VRFB) является наиболее широко исследуемой проточной батареей из-за ее различных преимуществ перед другими химическими составами проточных батарей - от стоимости и долговечности до технических параметров, таких как ограниченное перекрестное загрязнение по сравнению с другими проточными батареями [1, 2].

На сегодняшний день для получения V_2O_5 используется множество различных методов, таких как вакуумное испарение, золь-гель процесс, распыление, термическое разложение и химическое осаждение из паровой фазы. Среди этих методов в настоящее время коммерчески применяется обычное термическое разложение метаванадата аммония из-за доступности процесса.

Цель работы заключается в поиске оптимальных температурных и временных параметров для термического разложения NH_4VO_3 до V_2O_5 применимого в VRFB.

Были проведены опыты по прокаливанию промышленного порошка NH_4VO_3 . Исходный промышленный сырьё NH_4VO_3 был предоставлен добывающей компанией с Кызылординской области Казахстана. Исследования выявили оптимальное воздействие двух

основных параметров - температуры и времени прокаливания - на скорость потери веса с применением дисперсионного анализа. Для получения пятиокиси ванадия в мелкодисперсном виде были подобраны оптимальные условия, проведена подробная характеристика с использованием методов рентгеновской фазовой анализа (РФА) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Оптимальные условия синтеза были установлены при 10 г, 700 °С и 2 часа соответственно. В этих условиях скорость потери веса составляла фактические экспериментальные значения 85,1%. Дифрактограмма подтвердила соответствие полученного продукта структуре стандартной пятиокиси ванадия. Полученные результаты могут служить важным вкладом в понимание процессов синтеза и оптимизации материалов с использованием пятиокиси ванадия. Полученный V_2O_5 в дальнейшем будет использоваться в приготовлении раствора электролита для исследования ванадиевых проточных батарей.

Исследование проведено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан ПЦФ BR21881954

Литература

1. A. Parasuraman, T.M. Lim, C. Menictas, M. Skyllas-Kazacos, Review of material research and development for vanadium redox flow battery applications, *Electrochim. Acta* 101 (2013) 27–40.
2. M. Skyllas-Kazacos, Highlights of UNSW all-vanadium redox battery development: 1983 to present, *J. Electrochem. Soc.* 169 (7) (2022) 070513.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГИЕЙ СЕЛЬСКИХ РЕГИОНОВ

Ахтамов Т. З., Насимов У. М., Абриев Ш. А., Жабборов Ш. А.
Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан
email: tohiraxtamov@gmail.com

Ключевые слова: фотоэлектрическая батарея, фототепловая батарея, излучение.

Введение: В последнее время у населения сельских регионов республики возрастает потребность в использовании передвижных фотоэлектрических установок (ПФЭУ) [1]. Это связано с удобством использования таких источников питания для эффективного обеспечения электрической энергией различных потребителей энергии, как хозяйственных, так и бытовых, используемых населением сельских регионов республики. В Физико-техническом институте АН РУз была разработана автономная мобильная установка на двухосном прицепе, мощностью 2700Вт [2] для энергообеспечения в экстремальных и форс-мажорных ситуациях в регионах, удаленных от централизованных источников энергии.

Методы: Основой для разработанной ПФЭУ является двуосная бытовая четырехколесная платформа (тележка) с геометрическими размерами 1500x1000мм², грузоподъемностью 1000кг. Фотоэлектрическая часть ПФЭУ состоит из 2 ФИБ суммарной мощностью 300Вт [3].

Результаты: Мобильность и возможность быстрого маневрирования ПФЭУ можно использовать для определения эффективности работы различных типов фотоэлектрических станций в условиях республики, удаленных от централизованных источников энергии.

Выводы: В работе нами были проанализированы относительные потери энергии в ФЭБ в климатических условиях республики Узбекистан и некоторые возможности уменьшения энергетических потерь. Эти потери в основном связаны с высокими температурами в летнее время года, загрязненностью атмосферы и неподвижным расположением ФЭБ относительно Солнца.

Литература

1. М.Н. Турсунов, Х. Сабилов, Ахтамов Т.З., Б.А. Юлдошов, У.Р. Холлов. Мобильное фототепловое устройство малой мощности. Патент на промышленный образец. SAP 2021 0239.
2. Турсунов М.Н., Сабилов Х., Холлов У.Р., Ахтамов Т.З., “Автономная фотоэлектрическая система круглогодичного гарантийного обеспечения электроэнергией сельских объектов”, “Irrigatsiya va Melioratsiya” jurnali, № 3(20). Tashkent 2020. С. 82-86.
3. Р.А. Муминов, М.Н. Турсунов, Х. Сабилов, Т.З. Ахтамов. Повышение эффективности переносного фототеплового устройства, оснащенного плоскими отражателями. Журнал Иригации и мелиорации. №4 (34). 2023. С. 48-53.

IMPACT OF ULTRASONIC IRRADIATION ON THE PHOTOELECTRIC CHARACTERISTICS OF THE HETEROSTRUCTURE BASED ON $n\text{CdS}_x\text{Te}_{1-x} - p\text{Zn}_y\text{Cd}_{1-y}\text{Te}$ SOLID SOLUTIONS

¹Ataboev O.K., ¹Utamuradova Sh.B., ²Yusupova Sh.A., ³Akbarov F.A., ⁴Yangibayev B.Y.

¹Semiconductor Physics and Microelectronics Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

²Ioffe Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

³Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

⁴Nukus Branch of Tashkent University of Information Technologies, Nukus, Uzbekistan, Master

Keywords: ultrasonic irradiation (USI), heterostructure, solar cell, solid solution, efficiency.

Introduction. Cadmium telluride solar cells are one of the promising among various types of solar cells, because its bandgap width corresponds to the maximum of the solar radiation spectrum. From the technological point of view, a CdTe thin films are also promising photovoltaic material due to possibility of synthesizing high-quality CdTe polycrystalline films of a large area [1].

It's known that solar cell based on n-CdS/p-CdTe heterostructure is less efficient than solar cells based on GaAs and Si. To further improve the photovoltaic characteristics of thin film solar cells based on the CdTe/CdS heterojunction is related to a number of unsolved problems concerned with the quality of the heterojunction's interface between the n-CdS and p-CdTe layers. To solve this problem, $\text{Zn}_y\text{Cd}_{1-y}\text{Te}$ solid solution films can be used instead of CdTe films, which smoothes out the differences of the crystal lattice parameters in heteropairs of nCdS and $\text{Zn}_y\text{Cd}_{1-y}\text{Te}$.

To carry out the studies $\text{In-n}^+\text{CdS-nCdS}_x\text{Te}_{1-x}\text{-pZn}_y\text{Cd}_{1-y}\text{Te-Mo}$ heterostructure were fabricated as in [2]. The spectral photosensitivity of the heterostructure was measured using a ZMR-3 optical monochromator, and the load current-voltage characteristics were measured using LG-75 laser source with 632.8 nm at different power P , $\mu\text{W}/\text{cm}^2$: 20, 33.26, 66.5 and 110.86, respectively, at 300 K before and after the USI. USI was performed at 1.2 MHz and $1 \text{ W}/\text{cm}^2$.

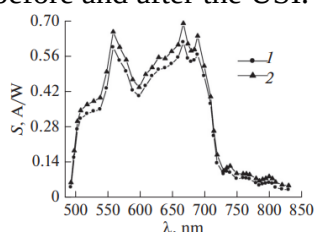


Figure 1 - Spectral photosensitivity of the heterostructure 1 before and 2 after USI at 300 K

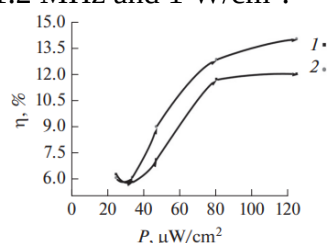


Figure 2 - Dependence of efficiency of the heterostructure on the power of laser 1 before and 2 after USI

It has been shown in fig. 1 the spectral photosensitivity of the heterostructure in arbitrary units under the short-circuit current mode before (1) and after (2) USI. It can be seen that the spectral range of such heterostructure lies in the wavelength range $\Delta\lambda = 480\text{--}850 \text{ nm}$ and covers the whole visible range of the solar spectrum. The highly photosensitive range of the heterostructure

corresponds to the range of 500–730 nm. From fig. 2, it can also be seen that there are several peaks on the spectral distribution of the photosensitivity, which appear because of the compositional inhomogeneity of the heterostructure basis. After USI, the photosensitivity of the heterostructure increases, especially in the wavelength ranges of 510–540 nm and 625–680 nm, by 10–15%.

Dependence of the efficiency of the heterostructure on the power of incident light from a laser 1 before and 2 after USI is shown in fig. 2. From fig. 2 it can be seen that with an increase in the power of laser radiation, the efficiency of the heterostructure increases from 6% to 15% before USI. When the heterostructure is subjected to USI, the efficiency of the heterostructure decreases by 2% compared to the initial.

References

1. Compaan, A., Gupta, A., Drayton, J., et al., Phys. Status Solidi B, 2004, vol. 779, p. 241.
2. Mirsagitov, Sh.A., Zaveryukhin, et al., Ukr. Fiz. Zh., 2013, vol. 58, no. 5, p. 465.

БЕСПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОНТЕ-КАРЛО МОДЕЛЬ ДЛЯ ДВУХ КАНАЛОВ ДИССОЦИАЦИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР КИСЛОРОДА НА ИЗОТОП N^{15} И ПРОТОН И НА N^{14} И ДЕЙТРОН d ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПРОТОНАМИ ПРИ 3,25 ГЭВ/С НА НУКЛОН

Луговой В.В., Олимов Х.К., Гуламов К.Г., Олимов К., Синдаров Б.А., Олимов А.К.
Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент

Ключевые слова: ядро, уровни возбуждения, распад, фрагменты, Монте-Карло модель.

В [1] предложена беспараметрическая Монте-Карло модель для описания диссоциации релятивистских ядер кислорода на 4 α -частицы во взаимодействиях с протонами при импульсе 3.25 ГэВ/с на нуклон ядра кислорода. Цель работы [1] – выяснить являются ли наблюдаемые 4 α -частицы результатом выбивания из ядра кислорода или это результат образования возбужденного состояния кислорода в t – канале с последующим распадом на 4 α -частицы. Метод работы [1] – это предложенная в [1] беспараметрическая модель распада возбужденного ядра O^{*16} и промежуточных ядер C^{*12} , Be^{*8} . В модели нет параметров. Во-первых, потому, что в ансамбле распадов вектор спина ядра распределен изотропно. Поэтому в системе покоя распадающегося ядра разлет фрагментов можно генерировать изотропно. Во-вторых, в системе покоя ядра, закон сохранения импульса выполнялся благодаря тому, что вектор импульса 4-й -частицы выбирался в направлении, противоположном сумме импульсов трёх других α -частиц. В-третьих, значение параметра закона Гаусса, по которому генерировались компоненты импульса -частиц, не важно, так как в исследуемой реакции компоненты импульсов α -частиц затем изменялись пропорционально до выполнения закона сохранения энергии-импульса с относительной точностью 10^{-12} , которая сохранялась при трехмерных поворотах и Лоренц-преобразованиях из системы покоя распадающегося ядра в Лабораторную систему. В-четвертых, канал распада выбирался из условия, что природа идёт по самому экономному пути, то есть, при фиксированной массе возбужденного ядра, выбирается тот из возможных каналов, в котором энергосодержание минимально. Все эти описанные физические условия изотропного распада привели к хорошему описанию данных. И наоборот, введение анизотропии, то есть выбивание фрагментов из ядра приводит к противоречию. Таким образом, инвариантные массы возбужденного ядра можно рассматривать как уровни возбуждения ядра кислорода. В пределах ошибок часть найденных уровней совпадают с уровнями, опубликованными в таблицах [2] других авторов. Но найдены и более высокие уровни, ранее не опубликованные. Теперь мы начали применять этот метод для двух других каналов этого же взаимодействия : $O^{16} + p \rightarrow O^{*16} + p' \rightarrow N^{15} + p_f + p'$, $O^{16} + p \rightarrow$

$O^{*16} + p' \rightarrow N^{14} + d + p'$, где p_f – это протон-фрагмент, N^{14} и N^{15} – это изотопы ядра азота, d – дейтрон. Предварительно найдено, что, в пределах ошибок, уровни возбуждения ядра кислорода в этих реакциях совпадают с уровнями, найденными в [1], но при этом присутствуют уровни более высокие, которых в [1] не наблюдалось. Статистика реакций с образованием ($N^{15} + p_f$) и ($N^{14} + d$) составляет 112 и 19, соответственно. Наличие известных [2] уровней ядра O^{16} доказывает, что ядро O^{16} является квантовым объектом, который реагирует только на внешнее воздействие, строго соответствующее уровням его возбуждения. В нашей работе [1] были найдены как ранее известные [2] уровни O^{16} , так и новые. В представляемой здесь работе найдены как известные [1]-[2], так и дополнительные, более высокие уровни.

Литература

1. V.V. Lugovoi, Kh.K. Olimov, K.G. Gulamov, K. Olimov, B.A. Sindarov, A.K. Olimov, IJMP (2023) 32,7, 2350039 ; [2] F. Ajzenberg-Selove, Nucl. Phys. A 506 (1990) 1.

Si/CdTe HETEROSTRUCTURE FABRICATED VIA VACUUM THERMAL EVAPORATION: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF PROPERTIES

^{1,2}Sadullaev S.O., ^{1,2}Sapaev I.B

¹ “TIAME” National Research University, Tashkent, Uzbekistan

²Fundamental and Applied Research Institute under TIAME, Tashkent, Uzbekistan

E-mail: sadullayevs@gmail.com

Keywords: heterostructure, thermal evaporation, I-V characteristics, spectral analysis

In recent years, there has been a particular interest in the development of heterostructures between CdTe and Si, as these materials offer the possibility of converting solar energy into electrical energy through heterostructure-based alternative configurations. Such heterostructures combine the advantages of silicon solar elements with the unique properties of cadmium telluride. However, there are challenges in the technology used to elevate CdTe thin films, such as slow growth rates, difficulty in controlling uniform layers and parameters, making the production of high-quality CdTe thin films challenging. Additionally, systems utilizing such materials often demand high material costs. This method is considered simple and cost-effective. The objective of this research is to fabricate compositionally graded CdTe thin films on silicon substrates, determine the composition of the layers based on their thickness, and characterize the heterostructure's current-voltage (I-V) characteristics and spectral properties. All heterostructures were produced by the thermal annealing of CdTe wafers. CdTe exhibits a slow annealing process [1].

The optimal pressure for quasi-high vacuum annealing of CdTe thin films was determined to be 10^{-4} Pa [2]. Silicon wafers with (001) and (111) orientations and a thickness of 350-400 μm were used in this study. Microstrain analysis indicated that the growth of thin films is dependent on annealing time and substrate temperature. The surface of CdTe thin films was examined using MII-4 optical microscopy, revealing the presence of well-defined crystallites (grains) on the film surface and chemical element distributions based on X-ray spectroscopy results.

Additionally, elemental concentration profiles with $\pm 2\%$ accuracy were obtained using energy-dispersive spectrometry along the CdTe film via the Jeol-JXA-8900 electron probe micro-analysis (EPMA) system. The measurement conditions were as follows: $V = 20$ kV, $I = 10$ nA; Cd, Te, and Si standards; synthetic FeS standard for S. The CdTe p-type semiconductor properties, including concentration, mobility, and resistivity, were measured using the HMS 5500 Hall effect measurement system, revealing values of $6 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$, $130 \text{ cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$, and $1.01 \cdot 10^{-3} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$, respectively.

This study delves into the analysis of a heterostructure fabricated using Vacuum Thermal Evaporation (VTE) methodology. The investigation revealed that the silicon-cadmium telluride (nSi-pCdTe) heterojunction, grown on a silicon substrate, has an estimated thickness of approximately 2-3 μm . The study focused on exploring the I-V characteristics and spectral properties of the nSi-pCdTe heterostructure.

References

1. Handbook of Thin Film Technology, Maissel, L.I. and Glang, R., Eds., New York: McGraw-Hill, 1970.
2. I.B.Sapaev, S.O.Sadullaev, M.R.Qurbanova „Growth of the Si-CdTe compound by using vacuum thermal evaporation technology“, Scientific bulletin of NamSU, Vol-6, 2023.

ELECTROLUMINESCENT PROPERTIES OF PHOTODIODE STRUCTURES BASED ON PEROVSKITES

Shukhratova L.U., Kabulov R.R., Homidova N.R., Akbarov F.A.

Physical-technical Institute of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
email: shuhratovalatofat2@gmail.com

Keywords: Solar cell, light emitting diode, perovskite, hole transport layer, electron transport layer, electroluminescence

Introduction. Nowadays, perovskite metal halides are considered promising materials for the development of various types of optoelectronic devices due to their high absorption coefficient, low excitation energy, and ease of synthesis technology [1]. Photosensitive structures, that is, photodetectors and light-emitting structures, have a similar structural architecture, each device tuned to a specific energy range to perform a specific function. In this work, a photosensitive structure based on perovskite was studied in the photovoltaic and electroluminescence modes.

Method. The studies were carried out on the photosensitive structure ITO/PEDOT:PSS/Perovskite/PCBM/LiF/Al in the photosensitive structure injection mode, in the dark, as well as in the photovoltaic mode under illumination with a solar radiation simulator under STC conditions. The injection mode corresponded to the LED mode, which is characterized by the application of an external constant voltage significantly higher than the V_{oc} . It was discovered that the structure can operate in both solar cell and LED mode, that is, the structure has luminescent properties.

Result. The electroluminescent properties of the structure were previously studied by applying a positive voltage of 2 V to it, while it emitted weak red electromagnetic radiation. Afterwards, the structure was studied in the photovoltaic mode under illumination conditions with a solar radiation simulator with a power of 100 mW/cm². Next, its electroluminescent properties were studied by applying a positive voltage of 2 V to the structure. When exposed to a positive voltage of ~2.0 V, the structure began to emit electromagnetic radiation of a brighter red color. Afterwards, studies of the current-voltage characteristics were carried out in the photovoltaic mode, which showed that there was an improvement in the output energy parameters of the photosensitive structure, such as short-circuit current, open-circuit voltage and fill factors of the current-voltage characteristic.

Conclusion. A study of a halide-perovskite optoelectronic device in photovoltaic and electroluminescence modes showed that the injection mode of current-voltage characteristics affects the output energy parameters of the photosensitive structure and improves the light-emitting ability of the photosensitive structure, which may be due to the segregation of halide ions and the improvement of the structure of the perovskite layer. [3].

References

1. Martin A. Green, Anita Ho-Baillie and Henry J. Snaith 2014 Nature Photonics 8 506-514

2. Arthur Ishteev, Lev Luchnikov, Dmitry S. Muratov, Marina Voronova, Aaron Forde, Talgat Inerbaev, Vladislav Vanyushin, Danila Saranin, Khabib Yusupov, Denis Kuznetsov, and Aldo Di Carlo. Single source chemical vapor deposition (ss CVD) for highly luminescent inorganic halide perovskite films. Appl. Phys. Lett. 119, 071901 (2021); doi:10.1063/5.0055993
3. D Gets, A Ishteev, T Liashenko, D Saranin, S Makarov and A Zohidov 2018 Journal of Physics 1124 041022.

PHOTOTHERMOVOLTAIC EFFECT IN nGaSB BINARY COMPOUND

Saidov A. S., Usmonov Sh. N., Turgunov O. Z.

Physical-Technical Institute, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent

*e-mail: otobeksemicon@gmail.com

Keywords: thermovoltaics, photothermovoltaics, photothermo electric power.

Introduction: It is well known that the heating of many semiconductor devices negatively affects their performance, but using the photothermo electromotive force (EMF) generated in homogeneously heated samples under the influence of light, it is possible to increase the efficiency which decreases as a result of heating of semiconductor solar cells. In this regard, the photothermovoltaic effect in the binary junction of single crystal nGaSb (111) was studied. The concentration of the main charge carriers of the sample is $1,7 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, the mobility is $1,6 \cdot 10^3 \text{ cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})^{-1}$, the resistivity is $2,3 \cdot 10^{-3} \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$, thickness $520 \text{ } \mu\text{m}$ and surface area 1 cm^2 . An Ag+Ni ohmic contact was made to this sample at a temperature of $460 \text{ }^\circ\text{C}$ under vacuum [1]. Experiments were conducted in two stages. At the first stage, the thermo (EMF) formed in the ohmic contacts obtained on the surface and back of the homogeneous flat heated sample [1] was measured at different temperatures (Fig. 1, curve 1). In the second step, the sample was heated using Sunlight (AM-1) without air convection, placed in a metal box with a Fresnel lens at the entrance [2]. In this case, the photothermal EMF (Fig. 1, curve 2) and the EMF (Fig. 1, curve 3) formed when the sunlight falling on the sample was blocked were measured.

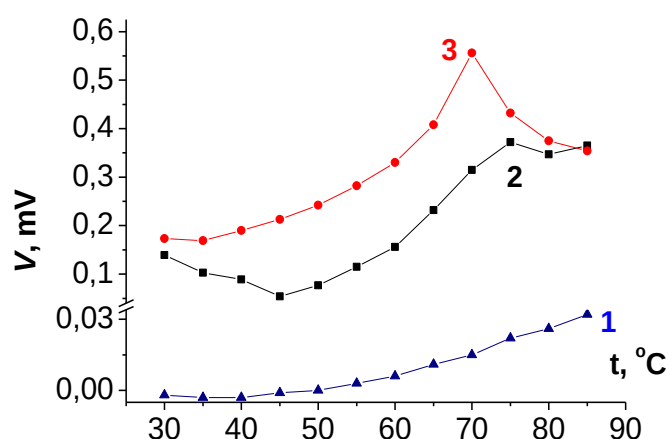


Figure 1 -Conductivity due to thermo and photothermovoltaic effect in nGaSb binary junction: 1) under homogeneous heating in the dark in vacuum, 2) under heating under AM-1 sunlight conditions, 3) when sunlight is blocked.

Conclusions: it can be seen from the results of the experiment that the EMF formed when the sample is heated up to $90 \text{ }^\circ\text{C}$ in AM-1 condition is one degree higher than the EMF formed when the

sample is heated homogeneously in the dark in a vacuum, also when AM-1 is heated in sunlight and the sunlight is blocked at this temperature and it was found that the value of the generated EMF increased by about twice as much up to 70 °C. The results of the experiment show that the thermal EMF and the photo EMF formed when the sample is heated under the influence of light are in opposite directions.

References

1. A.S. Saidov, Sh. N. Usmanov and O.Z. Turgunov, *Applied Solar Energy*, 2023, Vol. 59, No. 4, pp. 523-537.
2. A.S. Saidov, A. Yu. Leiderman and A.B. Karshiev, *Appl. Solar Energy*, 2019, vol. 55, No. 1, pp. 16-22.

ANALYZING THE IMPACT OF BUFFER LAYER THICKNESS ON THE PERFORMANCE OF Sb₂Se₃ SOLAR CELLS VIA SCAPS-1D SIMULATION

Razykov T.M., Ergashev B.A., Bobomuradov Sh.M.*

Physical-Technical Institute, Chingiz Aytmatov Street 2B, Tashkent 100084, Uzbekistan
email: *sherzodbobomuradov2@gmail.com

Antimony selenide (Sb₂Se₃) has been extensively researched in recent years as a promising candidate among binary composite semiconductors, particularly for its role as an absorbing layer in thin-film solar cells. This interest stems from its exceptional sunlight absorption coefficient ($\alpha > 10^5$) and an optimal band gap ranging between 1.1 to 1.3 eV, making it well-suited for deployment in single-junction solar cells [1, 2]. Furthermore, the influence of the CdS buffer layer thickness on the performance of Sb₂Se₃-based solar cells has been a focal point of investigation, contributing significantly to the understanding and enhancement of their photovoltaic efficiency.

In this work, we present a numerical study of the thin film Sb₂Se₃-based solar cells with SCAPS-1D software [3]. The research aims to assess the influence of varying the thickness of the buffer layer on the performance of Glass/Mo/Sb₂Se₃/CdS/i-ZnO/ZnO:Al/Ni/Al structured solar cells. The schematic representation of the cell is depicted in Figure 1.

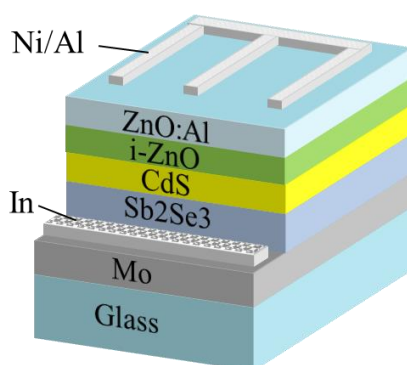


Figure 1 - The schematic representation of the Sb₂Se₃ based thin film solar cell

Beginning with an optimal structural configuration, the investigation simulates the J-V characteristics, elucidating the influences of buffer layer thicknesses, as well as defect density, on critical parameters such as short-circuit current density (J_{sc}), open-circuit voltage (V_{oc}), fill factor (FF), and overall efficiency (η) of the solar cell. The optimized thickness of buffer layer with 70 nm solar cell demonstrates a performance surpassing 16.2% efficiency under the AM1.5G spectrum at one solar intensity.

References

1. C. Chen, D.C. Bobela, Y. Yang, S. Lu, K. Zeng, C. Ge, B. Yang, L. Gao, Y. Zhao, M. C. Beard, J. Tang, Characterization of basic physical properties of Sb_2Se_3 and its relevance for photovoltaics, *Front. Optoelectron.* 10 (2017) 18–30, <https://doi.org/10.1007/s12200-017-0702-z>.
2. N. Spalatu, R. Krautmann, A. Katerski, E. Karber, R. Josepson, J. Hiie, I.O. Acik, M. Krunk, Screening and optimization of processing temperature for Sb_2Se_3 thin film growth protocol: Interrelation between grain structure, interface intermixing and solar cell performance, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 225 (2021) 111045, <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2021.111045>.
3. Burgelman M, Nollet P, Degraeve S. Modelling polycrystalline semiconductor solar cells. *Thin Solid Films* 2000; 361-362: 527-532.

STUDY OF SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE CIGS SOLAR CELLS

¹Akbarov F.A., ²Ataboev O.K., ³Yusupova Sh.A., ⁴Yangibayev B.Y.

¹Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

²Semiconductor Physics and Microelectronics Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

³Ioffe Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

⁴Nukus Branch of Tashkent University of Information Technologies, Nukus, Uzbekistan

Keywords: photon, spectral sensitivity, solar cell, CIGS, structure, wavelength.

Introduction. One of the main characteristics that determine the efficiency of a solar cell is its spectral sensitivity, or in other words, its spectral response to external influences. Spectral response is the number of collected electrons per incident photon for a given wavelength:

$$S(\lambda) = \frac{I_{ph}(\lambda)}{eN_{ph}(\lambda)(1-R_{ph}(\lambda))}, \quad (1)$$

Where $I_{ph}(\lambda)$ – magnitude of generated photocurrent, $N_{ph}(\lambda)$ – density of incident quanta, $R_{ph}(\lambda)$ – solar cell material reflectance.

The spectral dependence of the structure and its photocurrent $I_{ph}(\lambda)$ CIGS solar cells were carried out on a ZMR-3 monochromator at a temperature of 25°C. The radiation source was a DKSSH -1000-xenon lamp. This lamp has a wide continuous spectrum from ultraviolet to infrared. The radiation lamp was calibrated using a thermoelement of the RTN-10 type.

To study the experimental spectral characteristics of a real solar cell, a Mo/p-CIGS/n-CdS/SnO₂/Ag/In - heterostructure was created using co-evaporation methods, the structure of which is presented in Fig. 2, using relation (1) the spectral sensitivity of solar CIGS was calculated element.

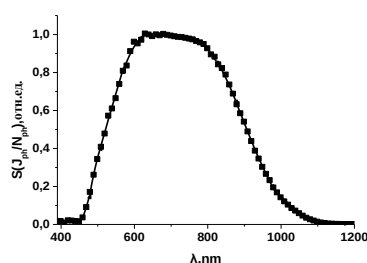


Figure 1 -Spectral sensitivity of CIGS solar cell

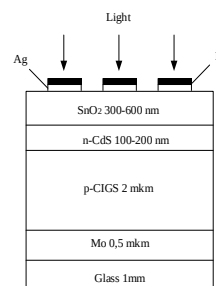


Figure 2 - Structure of a CIGS solar cell

Fig. 1 shows the spectral dependence of the CIGS photocurrent of a solar cell. From the experimental data it follows that the CIGS solar cell has a spectral sensitivity in the range from 450 nm to 1100 nm. The region of the spectral sensitivity of a CIGS solar cell in the long-wavelength

part of the spectrum is limited by the bandgap of the CIGS layer, and the short-wavelength part of the spectral sensitivity E_g of the frontal n -CdS layer. Based on the long-wavelength part of the spectral sensitivity, the effective value of the band gap of the photoactive region of the CIGS layer $E_{gCIGS} = 1,30 \pm 0.05$ eV was determined [1].

References

1. R.R. Kobulov, N.A. Matchanov, O.K. Ataboev, F.A. Akbarov. Solar Cells Based on Cu(In,Ga)Se₂ Thin-Film Layers. // Applied Solar Energy. 2019. Vol.55. No2. –pp.83-90.

СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ОКСИДА ЦИНКА, СИНТЕЗИРОВАННОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

¹Палтушева Ж.У., ¹Гриценко Л.В., ²Syritski V.

¹Satbayev University, Казахстан, Алматы

²TalTech, Эстония, Таллин

email: zhaniya.paltusheva@gmail.com

Ключевые слова: наноматериалы, оксид цинка, наноматериалы, полупроводники, золь-гель

Введение: Оксид цинка (ZnO) - это ключевой технологический материал, который в последнее десятилетие стал предметом глубоких исследований благодаря своим уникальным функциональным и наноморфологическим свойствам. Кроме того, он считается одним из лидеров среди полупроводников на основе оксидов металлов ввиду его удивительных физических и химических свойств [1]. ZnO представляет собой полупроводниковое неорганическое бинарное соединение с запрещенной зоной 3,37 эВ в ближней УФ-области спектра и большой энергией связи экситона 60 мэВ при комнатной температуре. Оксид цинка признан перспективным материалом для применения в электронике, оптоэлектронике, оптике, солнечных батареях и сенсорах благодаря его экономической эффективности, нетоксичности и химической стабильности [2].

Методы: Оксид цинка был получен золь – гель методом, путем растворения 0,4 г ацетата цинка $Zn(CH_3COO)_2$ в 10 мл этанола при комнатной температуре при интенсивном перемешивании на магнитной мешалке в течение часа.

Результаты: Результаты исследования электронной микроскопии показали, что оксид цинка образует однородный слой, состоящий из зерен диаметром 10 ± 5 нм. Рентгеноструктурный анализ подтвердил образование кристаллического оксида цинка. Все дифракционные пики при углах (2θ) 31,73°, 34,4°, 36,21°, 47,49°, 56,52°, 62,8° и 67,87° характеризуют отражение от кристаллических плоскостей (100), (002), (101), (102), (110), (103) и (112), соответствующих гексагональной структуре вюрцита. Отмечено, что достигнута высокая кристалличность, поскольку все дифракционные пики совпадают с образцом сравнения, параметры решетки которого составляют $a = 3,2539$ Å, $b = 3,2539$ Å, $c = 5,2098$ Å (карта JCPDS № 01-080-0075).

Синтезированные частицы оксида цинка были подвергнуты ИК-Фурье-анализу для обнаружения различных характерных функциональных групп. ИК-Фурье спектр оксида цинка был проведен в диапазоне волновых чисел от 500 до 4000 см⁻¹. Пики указывают на характеристики функциональной группы, присутствующей в синтезированном оксиде цинка.

Выводы: Синтезированные образцы оксида цинка были получены золь-гель методом без использования дорогостоящего оборудования, была продемонстрирована гексагональная структура вюрцита оксида цинка. ИК-Фурье спектр показал пики, характерные функциональной группе, присутствующей в синтезированном оксиде цинка.

Литература:

Алматы, 15-16 февраля 2024, <https://sci.kz/>

- 1 Jiang Zh., Liu B., Yu L., Tong Y., Yan M., Zhang R., Han W., Hao Y., Shangguan L., Zhang Sh., Li W. Research progresses in preparation methods and applications of zinc oxide nanoparticles//Journal of Alloys and Compounds.- 2023.- Vol.956.- P. 170316.
- 2 Yao J., Luo F., Mao J., Li Y., Liu Y., Sun X. The effect of nanocrystalline ZnO with bare special crystal planes on the crystallization behavior, thermal stability and mechanical properties of PLLA//Polymer Testing.- 2021.- Vol. 100.-P. 107244.

DETERMINING AN EFFECTIVE TYPE OF BATTERIES FOR A SOLAR ENERGY STORAGE SYSTEM

Avliyakulova S.

National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers", Uzbekistan
email: sanobaravliyakulova32@gmail.com

Keywords: Energy storage, batteries, energy capacity, charge, discharge.

Abstract. The effectiveness of using lithium-ion batteries LiFePO_4 in energy storage systems of solar power plants and the optimal operating conditions for this system are substantiated.

To ensure a stable year-round power supply to consumers, solar power plants use an energy storage system. With the increase in the varieties of batteries produced by industry, the problem arose of determining the most effective one for this system. Research using the method of comparing technical characteristics has substantiated that lithium-ion batteries LiFePO_4 are the most suitable for these systems. These batteries have a high level of energy intensity, a low level of self-discharge, a better energy-to-weight ratio (that is, they are lighter than others), and have the best performance in terms of the number of charge-discharge cycles (8000) and service life (12 years).

In addition, it should be noted that the operating efficiency of LiFePO_4 batteries is negatively affected by the following factors:

- regular charge up to 100%, which leads to excessive changes in the chemical balance. It is recommended to leave a slight undercharge;
- Frequent discharge to zero increases degradation (loss of capacity);
- Too high or low temperature during charging significantly affects the efficiency of the battery. Charging the battery completely at an ambient temperature of 40 °C leads to a reduction in capacity over a year of up to 35%. The optimal temperature is +25 °C. Based on the results of the study, the following conclusions were drawn:
- LiFePO_4 is appropriate for the energy storage system of solar power plants;
- It is not recommended to bring the charge to 100%, discharge to 0%;
- It is recommended to ensure the required ambient temperature when charging the battery is +25°C.

References

1. Avliyakulova S.N. Izzolatsiyalashgan quyosh elektr stansiyalarga energiya saqlash tizimining samaradorligini qiyosiy tadqiq etish. "Yangi O'zbekistonda ilm fanning so'nggi yutuqlari" Respublika ilmiy-amaliy anjumanining to'plami. Buxoro TRBI, 16-dekabr 2023-yil. 343-345b.
2. Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: Учебное пособие. Издательство Томский политехнический университет, 2015 г.
3. David Linder, Thomas B. Reddy (ed). Handbook Of Batteries 3rd Edition. McGraw-Hill. New York, 2002 ISBN 0-07-135978-8 chapter 35.
4. <https://kosatka.media/ru/category/blog/news/5-sposobov-hraneniya-energii-i-naskolko-oni-effektivny>.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MICRO-HYDROELECTRIC PLANTS OPERATING IN SMALL WATER STREAMS

O'ktamov O.

National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers", Uzbekistan
email: otajonoktamov0101@gmail.com

Keywords: Micro hydropower stations, Efficiency, Cross flow, Twin vertical turbine.

Abstract: The demand for alternative energy sources, including micro hydropower plants, is increasing in our country. In this work, in order to further increase the efficiency of micro hydropower stations (MHPS) in small flow sources, a suitable cross flow turbine is installed instead of an artificial barrier in the irrigation channel, a routing device further increases system efficiency.

In our current developing society, the need for electricity is increasing day by day, especially due to the limited availability of electricity in the traditional way, the demand for alternative energy sources is increasing. Especially in the territory of our country, we can see the acceleration of work in this regard in MHPS. The degree of installation of MHPS can be different.

Since the majority of our territory consists of plains, the pressure is much lower than in mountainous areas, therefore, taking into account the territory in the installation of MHPS significantly improves the efficiency of the station. In this work, the efficiency of MHPS is increased by using twin vertical cross flow turbines at small flow sources. The design of the power plant for low water pressure uses twin vertical turbines with a maximum power output of 3 kW [1].

This device is installed by the farmers by replacing the artificial barrier placed in the irrigation channel, by installing a diverter device, the flow rate in the system increases. Cross flow turbines are cheaper due to their simple design, compared to Kaplan and Francis turbines, they do not require the latest technology. The average cost is 1948 USD/kW.

Cross-flow turbines have an average efficiency of 78% in the range of 3-20 m. Research by scientists shows that water turbines with an inlet angle of 24°, 25 blades and a diameter ratio of 0.68 gave the highest efficiency of 88%. A gearbox with a gear ratio of 1:15 by a direct connection system causes the shaft to rotate even faster.

This causes the generator shaft to spin faster and allows for more power. In today's modern technologies, processes such as laser and electron beam cutting and welding, pressure casting and milling, and the use of stainless steel result in the least roughness of the surface. This increases the efficiency of the turbine by 20 to 25% on average [2].

References

1. K Tanutwutthigorn and R Suntivarakorn 2019 IOP Conf. "Efficiency improvement and economic analysis of micro hydro power plant by using twin vertical hydro turbine": Earth Environ. Sci. 257 012038.
2. Pimnapat Iemsomboona, Patib Trirath and Bhumkittipichc Krischonme. Performance study of micro hydro turbine and PV for electricity generator. Bunnasopit School, Nanprovince, Thailand, 10th (EMSES 2012). Energy Proc 2013; 34: 235– 42.
3. A. Radjabov, M. Ibragimov "Again recoverable energy sources and use technologies" <<Science and technologies publishing house house >> 2022.
4. Badalov AS, Uralov BR, Zenkova VA, Shaazizov F. Sh. Hydroelectric power stations. (study handbook), Tashkent irrigation and reclamation Institute, 2009.

ВАХ ОБРАТНО СМЕЩЕННОГО 4H-SiC $p-n-n^+$ ПЕРЕХОДА^{1,2} Жураев Х.Н., ^{1,2} Хажиев М.У., ¹Кутлимратов А., ³Тураев Ф.Ш.¹Физико-технический институт АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан²НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» г.Ташкент³Ташкентский государственный технический университет, г.Ташкент, Узбекистан

E-mail: knjuraev@uzsci.net

Ключевые слова: 4H-SiC, ВАХ, $p-n-n^+$ -перехода, механизм токопрохождения.

Введение: Примеси алюминия и бора используются для формирования p -областей в структурах на основе 4H-SiC методом ионной имплантации или термической диффузии. Диффузия этих примесей в карбиде кремния осуществляется по довольно сложному механизму при температурах свыше 2000°C. Примеси перемещаются как по углеродной, так и по кремниевой подрешетках кристалла. Причем, растворимость и коэффициент диффузии примесей в различных подрешетках кристалла существенно отличаются. Способ низкотемпературной диффузии алюминия в карбиде кремния позволяет снизить температуру диффузии до 1150-1300°C [1-4]. Однако, несмотря на большой объем исследований в данной области, механизм токопрохождения для $p-n$ диодных структур, полученных методом низкотемпературной диффузией, не исследован. Поэтому данная работа посвящена получению и исследованию механизма токопрохождения диодных $p-n-n^+$ -4H-SiC-структур, изготовленных путём низкотемпературной диффузии алюминия в n -4H-SiC.

Методы: Для получения p -слоя, на поверхность исходной пластины 4H-SiC проводилось напыление алюминия в вакууме ($P \approx 10^{-6}$ Торр) и получен слой алюминия. Затем производился отжиг в открытом воздухе при температуре 650°C в течение 30 мин, в результате был получен тонкий слой Al_2O_3 . Далее производилась термическая диффузия Al в 4H-SiC в открытой атмосфере при 1150-1300°C в течение 30 мин. После диффузии образцы медленно охлаждались до комнатной температуры с градиентом 1 К/мин. Затем протравливался оксидный слой с поверхности образцов плавиковой кислотой (HF). Омические контакты к структурам были получены напылением слоя Ni в вакууме с последующим отжигом при температуре 950–1000°C в течение 1 мин. Площадь контакта составляла 2 мм².

Результаты: Исследованы обратные ветви статической ВАХ 4H-SiC $p-n$ -перехода, измеренные в температурном интервале от 293 К до 600 К до 50 В (Характер пробоя – пологий). Измерены обратные характеристики 4H-SiC $p-n-n^+$ -диода, изготовленного методом низкотемпературной диффузии. Обратную ветвь ВАХ можно разделить на 3 участка: до температуры 473 К, а от 473 К до 573 К наблюдаются 2 участка. В области малых напряжений $U < 1,0$ В ВАХ возрастает по известному диодному закону $I = I_0 \exp(\frac{qU}{nkT})$.

Вывод: С повышением температуры диода увеличивается обратный ток утечки. Это связано с туннельным прохождением электронов из n -области в p -область $p-n$ -перехода, образованных за счет термической ионизации.

References

1. I.G. Atabaev, Kh.N. Juraev and V.A. Pak. Adv. Condens. Matter Phys. 2017, 7820676 (2017). doi: 10.1155/2017/7820676
2. I.G. Atabaev, Kh.N. Juraev, Adv. Mater. Sci. Eng., 2018, 8797031 (2018). doi: 10.1155/2018/8797031
3. Atabaev I.G., Juraev Kh.N. and Hajiev M.U. Journal of Spectroscopy, 2018, 8705658 (2018). <https://doi.org/10.1155/2018/8705658>
4. K.N. Zhuraev, A. Yusupov, A.G. Gulyamov, et al. J Eng Phys Thermophy 93, 1036 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10891-020-02205-5>

INVESTIGATION MECHANISM EROSION OF MOLYBDENUM EXPOSED TO PLASMA FLOWS

Moldabekov Zh.M., Zhukeshov A.M., Gabdullina A.T., Amrenova A.U.
al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
email: Zhan.moldabek@gmail.com

Key words: plasma surface, cracks, droplet ejection, erosion, irradiation materials.

Introduction In recent decades, the world has been actively explored and widely used to obtain new materials or to impart unusual properties to ordinary materials due to powerful pulsed energy flows. Methods such as irradiation with ion, laser, and electron beams, as well as powerful UV and X-ray sources, have been developed for these purposes. In the last decades, much attention has been paid to the prospective research in the field of ion-plasma technologies for obtaining new materials, as well as to methods for depositing metal coatings [1-3]. The features of these technologies are the high quality of the materials produced in a vacuum, the low cost of raw materials, and the high cost of the technology in the final product. This thesis presents the experimental results formation of different types of erosion and surface of damaged molybdenum materials when irradiated with pulsed plasma flows.

Methods The experimental irradiation process of molybdenum specimens was carried out using a PF-4 device. To eliminate edge effects, sample sizes were chosen so that they completely blocked the plasma flow. The thermal load Q in each sample was gradually increased from 50 to 230 J/cm². To adjust the experiment after each impact the sample target was removed from the working chamber setup for measurement of mass loss and analysis by atomic force microscopy (AFM), x-ray analysis (RSA), and scanning electron microscopy (SEM).

Results and conclusion Results of SEM and AFM analysis showed that irradiated surface defects consist of melting, pores, droplets, and spots of copper redeposited from the DPF anode. Also, the irradiation surface of the specimens formed wave-like relief, resulting in process remelting, and evaporation sputtering.

In conclusion may note that, the dominant mechanism of destruction of materials is a macroscopic mechanism that causes the entrainment of matter by fragments and drops, the accumulation of cracks in the material, changes in the surface relief and an increase in the rate of evaporation and melting. Information on the macroscopic erosion of materials will be used in the future to build computational models that allow predicting the erosion rate, as well as the amount and composition of erosion products in a tokamak with reactor parameters.

References

1. S.H. Saw, V.Damideh, Jalil Ali, R.S. Rawat, P. Lee, S. Lee Damage Study of Irradiated Tungsten using fast focus mode of a 2.2 kJ plasma focus. Vacuum 144 (2017) pp 14-20.
2. L.I.Ivanov, V.N.Pimenov, S.A.Maslyaev *et al.* Influence of dense deuterium plasma pulses on materials in Plasma Focus device. Nukleonika 45;3:203–207. (2000)
3. Pimenov, V.N. et al. Damage and modification of materials produced by pulsed ion and plasma streams in Dense Plasma Focus device. Nukleonika, 2008, 53 (3), pp 111–121.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОНИТИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Кыдырбай Г., Байтимбетова Б.А., Сапарали Б., Сансызбай А.
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Тонкие углеродные пленки играют ключевую роль в современной технике, электронике, электротехнике и строительной индустрии. Они широко применяются в качестве светорассеивающих и интерференционных фильтров, защитных и диэлектрических покрытий [1-2]. Поэтому эти пленки, как перспективные материалы, должны обеспечивать

стабильность свойств при интенсивной эксплуатации, а также быть относительно доступными и технологичными. В свете этой проблемы становится актуальным создание тонкопленочных материалов на основе углерода. Уникальные свойства углеродных нанотрубок и нанонитей демонстрируют потенциал их применения в различных областях, включая электронику, материаловедение и многие другие технические сферы. Однако высокая стоимость производства ограничивает их использование.

Существует множество способов получения углеродных нанонитей, преимущественно основанных на конденсации углерода из газовой фазы при низких давлениях с применением катализаторов, чаще всего металлов переходной группы, что способствует формированию более упорядоченных структур. Как правило, катализаторами выступают металлы VIII группы периодической системы элементов, такие как железо, кобальт, никель и др. [1-2]. В данной работе были получены тонкие углеродные пленки и нанонити на различных подложках разнообразной морфологии с использованием метода магнетронного напыления на установке ВУП-2, прошедшей модернизацию.

Путем применения различных методов спектроскопии, таких как рентгеновская дифракция, атомно-силовая микроскопия и комбинационное рассеяние света, была получена информация о составе, структуре и некоторых характеристиках (в том числе колебательных и оптических) углеродных пленок и нанонитей. На рисунке 1 представлена спектр комбинационного рассеяния света исследуемых образцов. Из этого рисунка видно, что в спектре наблюдаются (D-линия) полос в области 1350 см^{-1} и (G-линия) в областях полос $1580\text{--}1593\text{ см}^{-1}$, а также характерные пики графена с колебательной модой (2D-зона) при частоте $\sim 2930\text{ см}^{-1}$, которая соответствуют хорошо упорядоченных углеродных наноструктур.

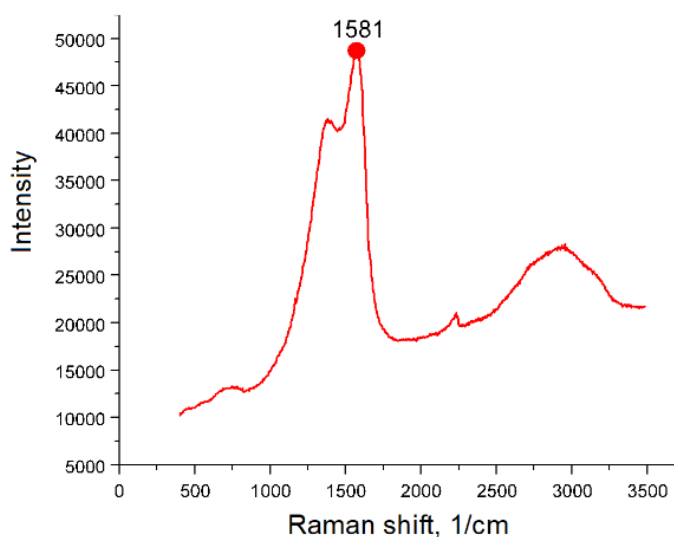


Рисунок 1 - Спектр комбинационного рассеяния света

Литература

1. Babu Naidu Ch.K., Kumar S. N., Banerjee P., A review on the origin of nanofibers/nanorods structures and applications. J Mater Sci Mater Med. 2021, 32, 6, 68.
2. Torres, D., J. L. Pinilla, and I. Suelves. Screening of Ni-Cu bimetallic catalysts for hydrogen and carbon nanofilaments production via catalytic decomposition of methane. Applied Catalysis A: General. 2018, 559, 10-19.

DETERMINING THE RATIONAL CONFIGURATION OF A HYBRID MICROGRID BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

^{1*}Jamilova M.N., ^{2,3} Izzatillaev J.O.

¹“TIIAME” National Research University, Tashkent, Uzbekistan² Associate professor, “TIIAME” National Research University, Tashkent, Uzbekistan

³Institute of Problems of Energy Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

E-mail: moxirabonujamilova@gmail.com

Keywords: Renewable energy sources (RES), hybrid microgrid, configuration optimization, techno-economic analysis, sustainability.

Introduction: Currently, the share of environmentally friendly renewable energy sources in relation to traditional energy sources is significantly increasing on a global scale. Developing renewable energy generation and constructing new power systems are the key to build a modern power system and continuously promote carbon emission reduction [1]. The optimal design and operation of microgrids have recently been the subject of extensive research. This is supported by an increasing trend of publications and research findings in this area. The capacity configuration of the energy storage system plays a crucial role in enhancing the reliability of the power supply, power quality, and renewable energy utilization in microgrids [2,3].

This research aims to develop a comprehensive framework for identifying the rational configuration of a hybrid microgrid based on RES, considering both technical and economic factors. The choice of options for efficient power supply for consumers of electricity in a microgrid is considered to be some of the more complex problems, since the disposal of the configuration of the microgrid are primarily determined by the following factors: 1. Consumer composition and their categories; 2. Availability of consumers requiring uninterruptible power supply; 3. The variety of RES with microgrid electrical energy sources and the diversity of their potentials depending on the region of their location (climatic conditions).

There are the following ways to determine the rational configuration of a RES based hybrid microgrid:

Methods: To determine the rational configuration of a hybrid microgrid based on RES, various methods can be used, such as: Resource assessment: Analyze the available RES potential at the target site, including solar irradiance, wind speed, and hydropower potential. Load modeling: Develop a realistic model of the microgrid's electricity demand profile. System design: Create various hybrid microgrid configurations with different combinations of RES, storage, and conventional generators. Homer software: A widely used tool for modeling and optimizing microgrid systems, considering technical, economic. Techno-economic analysis: Assessing the cost and profitability of various configuration options, the reliability of the system, and environmental impact. Multi-objective optimization: optimization for several purposes at the same time, such as minimizing costs, maximizing the share of RES in the microgrid and ensuring reliable power supply.

Conclusions: If the optimal microgrid configuration defined for a given region changes if any of the above factors are only slightly-of course this would necessitate a reanalysis of the microgrid configuration. This is especially relevant for hybrid microgrids, which consist of several RES [4]. In addition to technical and economic evaluation, hybrid microgrids also need to be evaluated ecologically. Through this, it is necessary to develop necessary and quick measures to reduce negative environmental impacts.

References:

1. Akinyele D.O., Rayudu R.K. Techno-economic and life cycle environmental performance analyses of a solar photovoltaic microgrid system for developing countries Energy, 109 (2016), pp. 160-179, 2016
2. Jianlin Li, Yushi Xue, Liting Tian and Xiaodong Yuan, Research on optimal configuration strategy of energy storage capacity in gridconnected microgrid, Protection and Control of Modern Power Systems (2017) 2:35 DOI 10.1186/s41601-017-0067-8

3. Shuang Lei , Yu He, Jing Zhang, Kun Deng. Optimal Configuration of Hybrid Energy Storage Capacity in a Microgrid Based on Variational Mode Decomposition, *Energies* 2023, 16, 4307, *Energies* 2023, 16, 4307
4. Izzatillaev J., Navitski P., Khushiev S., Mamadjanov A., Akrombaev A. Determination of technical and economic efficiency of microgrid based on renewable energy sources, *AIP Conference Proceedings*, 2022, 2686, 020017, <https://doi.org/10.1063/5.0119115>

КОГЕРЕНТНАЯ ДИНАМИКА ДИПОЛЯРИТОННОГО ОПТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ МИКРОРЕЗОНАТОРЕ

О.Ф. Васильева, А.П. Зинган, В.В. Васильев
Приднестровский государственный университет имени Т.Г. Шевченко,
Тирасполь, МД 3300, Молдова
email: florina_of@mail.ru

Ключевые слова: рупр-диполяритоны, диполяритоны сигнальной и холостой моды, периодический, аperiodический режим эволюции

Введение: Первой попыткой контроля экситон-поляритонных взаимодействий, было использование концепции диполяритонов [1] путем включения двойных асимметричных квантовых ям в электрически смещенный микрорезонатор. Диполяритон – это квазичастица, которая является суперпозицией фотона микрорезонатора, прямого и непрямого экситона. Связанное состояние фотона с экситонами приводит к образованию собственных мод системы с тремя ветвями закона дисперсии. Флоке–контроль диполяритонов в полупроводниковых квантовых ямах, прокладывает путь для оптического контроля терагерцовых устройств на основе диполяритонов. Показано, что высокочастотное электромагнитное поле может быть использовано для контроля всех физических свойств диполяритонов в полупроводниковых квантовых ямах, включая их энергетический спектр и динамику. Предсказана генерация диполяритонов в искусственных молекулах в оптическом резонаторе, с помощью которой возможен контроль эффективного излучения когерентных экситон–поляритонов.

Методы: Теоретически исследуем динамику диполяритонных возбуждений в режиме параметрического нелинейного осциллятора при накачке средней ветви в двух близких по энергии точках закона дисперсии. Считаем, что оба пучка накачки различаются по амплитуде (интенсивности), однако энергии фотонов различаются слабо. Из гамильтониана взаимодействия получаем систему нелинейных эволюционных уравнений, описывающих когерентную динамику системы квазичастиц. Когерентная динамика диполяритонов определяется начальными параметрами системы и начальной разностью фаз. В ряде частных случаев нами получены аналитические решения системы нелинейных эволюционных уравнений через эллиптические функции Якоби.

Результаты: В случае, когда начальная разность фаз равна $\frac{\pi}{2}$ получены периодический и аperiodический режимы когерентной динамики диполяритонов, которые определяются соотношением между начальными плотностями диполяритонов накачки, сигнальной и холостой мод.

Выводы: при накачке средней диполяритонной ветви в двух близких точках закона дисперсии возможен периодический и аperiodический процессы когерентной динамики пары рупр-диполяритонов в диполяритоны сигнальной и холостой мод, которая существенно зависит от начальных плотностей диполяритонов.

Литература

1. Cristofolini P., Christmann G., Tsintzos S.I., Deligeorgis G., Konstantinidis G., Hatzopoulos Z., Savvidis P.G., Baumberg J.J. Coupling quantum tunneling with cavity photons // *Science*. 2012. Vol. 336. P. 704.

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Анефия Н.Н., Мамит А., Аймаганбетова К., Жантуаров С.Р., Мить К.А, Байтимбетова Б.А.,
Қажымұрат А., Әнепия Ы., Сейтханұлы Н.
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

В последние годы тонкие пленки диоксида титана (TiO_2) привлекают все большее внимание как многообещающий функциональный материал в различных областях современной технологии. Оксид титана используется при разработке новых биоматериалов, фотокаталитических покрытий для самоочищающихся поверхностей и фоточувствительных элементов. Эти пленки оксида титана, благодаря их высокому показателю преломления ($n \approx 2,4$), низкому оптическому поглощению в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах, а также высокой термической и химической стабильности, широко используются в качестве антиотражающих покрытий и слоев многослойных интерференционных фильтров. В области микроэлектроники в последние годы оксид титана рассматривается как перспективный материал с высоким коэффициентом диэлектрической проницаемости (high-k) для замены оксида кремния в МОП-приборах и создания нового поколения устройств хранения информации. Подача отрицательного напряжения смещения на подложку позволяет управлять процессом роста покрытия при реактивном магнетронном напылении.

Выбор определенных параметров и режимов напыления оказывает влияние на формирование покрытий диоксида титана с определенными свойствами.

В данной работе были синтезированы пленки диоксида титана на подложках из стекла методом магнетронного напыления и исследованы структурные параметры. На рисунке представлены

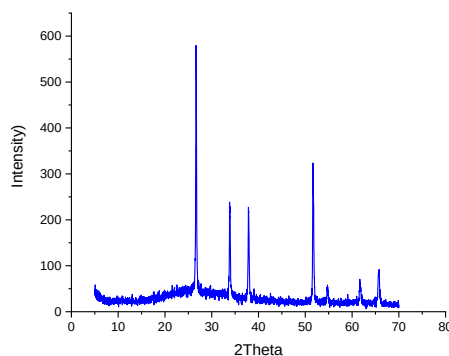


Рисунок 1 - Рентгеновский спектр пленки диоксида титана на подложке из стекла, полученных методом магнетронного напыления

Методом рентгенофазового анализа обнаружены некоторые особенности пленки диоксида титана на подложке из стекла. Из рисунка видно, что абсолютная значения интегральной интенсивности в области равно 100 в области углов $2\theta = 26,66^\circ$. Этот факт в этом пике свидетельствует о содержании отложений диоксида титана на подложках из стекла.

Литература

1. Kiselyova E. S., Sypchenko V. S., Nikitenkov N. N., Pozdeeva E. V., Zeylun V. Study of the composition and structure of titanium dioxide based coatings deposited by the method of reactive magnetic sputtering. Letters on materials 7 (2), 2017 pp. 117-119.
2. Вилья Н., Голосов Д.А., Нгуен Т.Д. Формирование пленок оксида титана методом реактивного магнетронного распыления. Доклады БГУИР. 2019, № 5 (123)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОТЕПЛОВОГО УСТРОЙСТВА НОВОГО ТИПА ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Турсунов М. Н., Сабиров Х., Аликулов Р. Б., Ахтамов Т. З.
Физико-технического института Академии наук Республики Узбекистан
email: muhammادتурсунov47@gmail.com

Ключевые слова: фотоэлектрическая батарея, тепловой коллектор, мощность.

Введение: При использовании солнечных фотоэлектрических батарей во многих регионах нашей страны высокая температура сильно влияет на эффективность фотоэлектрических батарей. При температуре окружающей среды более 50°C желательно проанализировать процесс падения ФИК фотоэлектрических батарей до 40% и изучить возможности предотвращения этого явления [1].

Методы: Данная статья посвящена увеличению плотности потока солнечного излучения через отражатель и проверке его эффективности в фотоэлектрическом устройстве с новым типом системы охлаждения.

Выводы: Благодаря новой системе охлаждения, разработанной для ФТБ, даже в случае нехватки воды в чрезвычайно засушливых регионах можно предотвратить снижение эффективности ФЭБ из-за температуры, а энергию, которую должен обеспечивать ФЭБ, можно эффективно использовать. Ожидается, что этот новый тип устройств будет использоваться во многих регионах нашей республики [2]. Целью данного научного исследования является увеличение плотности потока солнечного излучения к фототермической батарее с помощью отражателя и повышение эффективности фотоэлектрической батареи. Эксперименты были проведены. Мощность фототепловой батареи нового типа без отражателя составила 42 Вт, а мощность фотоэлектрической батареи — 43 Вт. На фототермической батарее нового типа был установлен отражатель, и результаты, полученные при максимальной плотности потока солнечного излучения, показали, что мощность фототермической батареи составила 82 Вт, а мощность фотоэлектрической батареи - 54 Вт.

Вывод: При увеличении плотности потока солнечного излучения через отражатель было замечено, что мощность фототермической батареи оказалась на 55% больше, чем мощность обычной фотоэлектрической батареи.

Литература

1. Турсунов М.Н., Сабиров Х., Холов У.Р., Эшматов М., - Исследование параметров фотоэлектрической тепловой батареи в экстремальных природных условиях // Прикладная солнечная энергетика. 57, № 4, с. 272–277, 2021.
2. Турсунов М.Н., Сабиров Х., Аликулов Р.Б. «Эффективное использование фотоэлектрических батарей в экстремально засушливых регионах», «Проблемы энерго- и ресурсосбережения», №2, с. 20-28.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Абай А.Р., Иманғали Ж.А., Қаныкешова А., Берікбол Ж., Тлектесова Д., Кадирбекова Г., Тәсібек А.,
Байтимбетова Б.А.

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Исследование новых методов и улучшение существующих способов защиты от коррозии имеют высокое значение как для промышленности в целом, так и для развития техники и технологий. Разработка, изготовление и эксплуатация высоконадежной радиоэлектронной аппаратуры невозможны без обеспечения соответствующей устойчивости соединений элементов полупроводниковых изделий к воздействию климатических условий, таких как температура, влажность и т.д. Под воздействием этих факторов происходит ускорение физико-химических процессов в контактах, что приводит к деградации их параметров и активации скрытых дефектов. Внимание всегда уделяется исследованию влияния климатических условий, особенно повышенной влажности и температуры, на надежность контактных соединений с целью прогнозирования их отказов при эксплуатации или длительном хранении. При решении вопроса о надежности микросоединений помимо выбора оптимальных способов и режимов монтажа учитывается качество пленочной металлизации контактных площадок кристалла и траверс корпусов [1-2]. В настоящее время металлизация большинства интегральных микросхем (ИМС) выполняется из алюминия. Его выбор обусловлен удовлетворительными физико-химическими характеристиками: достаточно высокой электропроводностью, хорошей адгезией к кремнию (Si) и диоксиду кремния (SiO₂), пластичностью, а также наличием собственного естественного оксида алюминия или гидроксида алюминия (Al₂O₃·H₂O) толщиной 50-100 Å, который защищает металл от воздействия окружающей среды, включая коррозию. Установлена зависимость коррозионной стойкости алюминиевой металлизации от метода нанесения, температуры отжига, а также от его легирования различными добавками. В частности, выяснено, что алюминиевая металлизация, легированная 1% кремнием, обладает более высокой коррозионной стойкостью, а применение подслоя из алюминия с 1% никеля повышает коррозионную устойчивость приборов. В работе [3] предложен подход к оценке возможности применения ИС в условиях повышенной влажности при их длительном хранении и эксплуатации. Этот подход основан на анализе закономерностей течения паров воды через микропоры корпусов ИС в процессе их хранения, а также на моделировании комплексного воздействия температуры и влажности в корпусе на время эксплуатации до отказа ИС, вызванного миграцией заряда на поверхности SiO₂. Для оценки влажности внутри герметичного корпуса микросхемы могут использоваться встроенные датчики [4]. Существует несколько типов конструкций датчиков: тонкая алюминиевая пленка, датчики на основе Al₂O₃ и толстая пленка, которая наносится на внутреннюю поверхность крышки корпуса микросхемы, также может применяться масс-спектрометр.

Литература

1. Горлов М.И., Емельянов В.А., Ануфриев Д.Л. Технологические отбраковочные и диагностические испытания полупроводниковых изделий. – Мн.: Бел. наука, 2006. - 367 с.
2. Горлов М.И. Контроль качества изделий полупроводниковой электроники: учеб. пособие. – Воронеж, 1998. – 144 с
3. Зенин В.В., Каданцев И.А., Спиридонов Б. А. Исследование коррозионной устойчивости двухслойной алюминиевой металлизации контактных площадок кристаллов силовых полупроводниковых приборов. // Вестн. Воронеж. гос. техн. ун-та. 2011. №1. с. 164-166.
4. Зенин В.В., Каданцев И.А., Спиридонов Б.А., Чистяков С.Ю. Методы испытаний коррозионной устойчивости полупроводниковых изделий // Вестн. Воронеж. гос. техн. ун-та. 2009. Т. 5. №6. С. 4-6.

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БУМАГИ

Жумадилова А., Рспаев Т., Абилябаев Х., Дуйсембинов А., Сайлаубекова А., Бейсенов Ш,
Ибраева Ж.Е., Байтимбетова Б.А.

Satbayev University, Abai National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Современные передовые технологии в производстве и обработке целлюлозно-бумажной продукции неразрывно связаны с инновационными методами контроля качества материалов на различных этапах производственного процесса, особенно в отношении характеристик конечной продукции. Это также касается носителей информации на бумажной основе. Быстрое развитие современных методов печати приводит к постоянному увеличению требований к качеству мелованного слоя бумаги и картона. Наиболее актуальными в последнее время являются исследования, направленные на высокоточное определение параметров бумаги в нанометровом масштабе с использованием методов атомно-силовой микроскопии (АСМ), что позволяет визуализировать ее структуру, анализировать показатели шероховатости и адгезии. Вопросы высокоточного контроля параметров производимой бумажной продукции становятся все более важными. Многие компании-производители осуществляют контроль качества производимой бумажной продукции с помощью сканирующей электронной микроскопии и конфокальной оптической микроскопии. В настоящее время установление связи между структурой и свойствами материалов представляет собой значимую область исследований, поскольку расширяется сфера их применения [1-2].

Цель данного исследования состоит в оценке возможности контроля качества параметров целлюлозы, полученной из различных видов недревесного однолетнего растительного сырья (конопля сорная, камыш, рисовая шелуха), произрастающего на территории РК, с использованием методом АСМ.

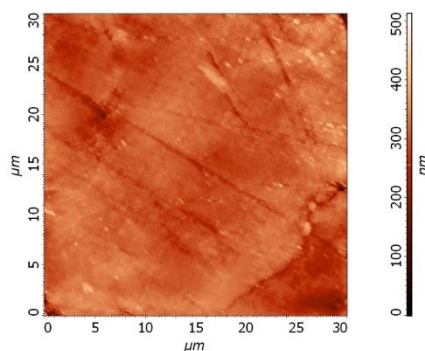


Рисунок 1 – АСМ изображения поверхности бумаги из камыша

Из рисунка 1 видно, что волокна состоят из более мелких, но сходных по форме и структуре нановолокон размером порядка несколько. Это позволяет сделать вывод о повторяемости (подобности) структуры волокон целлюлозы при переходе с микро на наноуровень. Анализ изображения показал достаточно гладкую поверхность, а гистограмма шероховатости показала низкий разброс между ширинами профилей.

Литература

1. Baker A. A., Helbert W., Sugiyama J. New Insight into Cellulose Structure by Atomic Force Microscopy Shows the I₂ Crystal Phase at Near-Atomic Resolution // Biophysical Journal. 2000. V.79. P.1139–1145.
2. Zhukov M. Structure control for different types of paper by atomic force microscopy. Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and Optics 2014, №1 (89)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИММЕТРИЧНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ БИОМАССЫ С ОРГАНИЧЕСКИМИ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ

Әбдісаттар Әлішер Әуесбекұлы, Даулбаев Ч.Б.
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Недавно сокращение потребления ископаемого топлива и развитие возобновляемой и устойчивой энергетики были признаны эффективными стратегиями решения кризисов, связанных с загрязнением окружающей среды и изменением климата. Для решения этих проблем необходима разработка высокопроизводительных, недорогих и экологически чистых устройств хранения энергии (например, литий-ионных батарей и суперконденсаторов) приобрело решающее значение.

Суперконденсаторы (СК) как тип системы хранения энергии считаются одними из наиболее перспективных из-за их превосходной удельной мощности, надежного срока службы, сверхбыстрой скорости заряда и широкого диапазона условий эксплуатации. За последние несколько десятилетий СЭ широко использовались в портативных электронных устройствах, системах резервного питания, телекоммуникациях и гибридных электромобилях.

Хорошо известно, что конденсаторы с двойным электрическим слоем (EDLC) являются одной из наиболее привлекательных технологий электрохимического хранения энергии, доступных сегодня на рынке, благодаря их превосходным энергетическим характеристикам. Одной из наиболее отличительных характеристик EDLC является то, что его электроды состоят из двух пористых углеродных электродов с большой удельной площадью поверхности (SSA), которые погружены в электролит и разделены ионопроводящей, но электронно изолирующей мембраной. Когда на один из электродов подается потенциал, количество ионов противоположного сигнала, которые накапливаются на его поверхности, пропорционально приложенному напряжению, создавая «двойной электрический слой».

Поскольку чистый EDLC не является фарадеевским, на границе раздела электрод-электролит во время зарядки и разрядки не происходит переноса заряда или массы, а накопление энергии является полностью электростатическим. Поскольку электростатическое взаимодействие безвредно для целостности и стабильности электрода, EDLC может выполнять 100 000 циклов заряд-разряд со скоростью износа <10 % в органических электролитах.

В качестве электродных материалов можно использовать активированные угли (АУ), углеродные волокна (УВ), темплатные угли, углеродные аэрогели, графены, оксиды графена (ГО), углеродные нанотрубки (УНТ), карбиды, а также различные виды углерода. Как типичный углеродсодержащий материал, активированный уголь обладает наибольшим потенциалом благодаря своей низкой стоимости, большому SSA, превосходной пористости и стабильным физико-химическим свойствам, что делает их отличными электродными материалами для СЭ в ряде применений.

В настоящее время возобновляемая биомасса рассматривается как привлекательный прекурсор углерода для разработки устойчивых продуктов и широко изучается. Для подготовки АУ выбираются различные отходы биомассы, такие как бамбук, кора деревьев, ячменная солома, пшеничная солома, скорлупа грецкого ореха и так далее. Поскольку биомасса пригодна для вторичной переработки, экологически безопасна, устойчива, проста, широко доступна и менее вредна для живых существ и окружающей среды, она является эффективным предшественником АУ.

Чтобы использовать АУ, полученные из различных биомасс, в качестве электродов для СЭ, необходимо глубоко понимать их характеристики. Кроме того, биомасса имеет

естественную тонкую структуру, и сохранение естественной структуры при переменном токе полезно для циркуляции электролитов и улучшения ее характеристик на электрохимическом уровне.

Литература

1. L. Luo, Y. Lan, Q. Zhang, J. Deng, L. Luo, Q. Zeng, H. Gao, W. Zhao, A review on biomass-derived activated carbon as electrode materials for energy storage supercapacitors, J. Energy Storage 55 (2022) 105839. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105839>.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ ИЗ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА МИКРОКРЕМНИЗЕМА

Базарбаев Б., Тараканова С., Тараканов Ю., Рахимбаев Б., Мукашев Б., Шонгалова А.*

¹ ТОО Физико-технический институт, Сатбаев университет

email: *a.shongalova@sci.kz

Ключевые слова: металлургический кремний, рафинирование, микрокремнезем, шлаковая очистка, алюминотермия

Производство солнечных батарей основано на сложной химико-технологической последовательности с использованием кремния солнечного и электронного качества. Высокая себестоимость кремния является главным сдерживающим фактором в развитии солнечной энергетики. Разработка энергосберегающих процессов получения высокочистого кремния представляет интерес, но высокое содержание примесей ограничивает его применение в промышленности.

В современном производстве солнечных элементов основным материалом является дорогостоящий кремний полупроводниковой чистоты, полученный по хлорсилановой технологии. Традиционным методом получения кремния является карботермический, основанный на восстановлении кремния углеродом при высокой температуре. Металлургический кремний, полученный этим методом, преобразуется в трихлорсилан, который затем очищается и разлагается для получения поликристаллического кремния.



Рисунок 1 – Процесс получение металлургического кремния из кварцевой мелочи: а) в индукционной печи, б) металлургический кремний из мелкодисперсных отходов ферросплавного производства микрокремнизема

Около 90% производства кремния солнечного качества осуществляется по технологии, разработанной в 50-х годах концерном Сименс.

Республика Казахстан, обладая богатыми кремниевыми ресурсами, может стать конкурентоспособным игроком на рынке солнечной фотоэнергетики, внедряя современные технологии на всех этапах производства солнечных элементов.

В данной работе предлагается использовать более дешевые и экологически чистые методы для производства солнечного кремния, снижая общие затраты на производство. Был разработан процесс, который может быть использован для производства кремния в промышленных масштабах и который, путем использования кварцевой мелочи отходов Казахстанского производства металлургического кремния и позволяющий получать чистый кремний для солнечных батарей, избегая вовлечения дорогостоящей газовой фазы.

Процесс очистки ферросплавных отходов и кварцевой мелочи состоит из: 1. Получение металлургического кремния из мелкодисперсных отходов ферросплавного производства и кварцевой крошки методом алюмотермии. 2. Рафинирование металлургического кремния от трудно удаляемых примесей синтетическими шлаками на основе щелочных металлов. Все этапы проводились в индукционной печи (рис.1). В качестве исходных материалов были использованы CaO , SiO_2 , CaF_2 , Al и кварцевая мелочь/ферросплавный отход. Было определен оптимальный состав шихты, содержащей CaO , SiO_2 и CaF_2 , для формирования гомогенной фазы кремния.

Благодарности: Исследование проведено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан программа BR21881954

ГЕТЕРОҚҰРЫЛЫМДЫ КҮН БАТАРЕЯЛАРЫНА АРНАЛҒАН МЫРЫШ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ НАНОҚҰРЫЛЫМДЫ МАТЕРИАЛДАР

Мендыханов Р.С., Кемелбекова А.Е..

Satbayev University, Физика-техникалық институты, 050032, Алматы, Қазақстан

email: a.kemelbekova@sci.kz

Кілтті сөздер: гидротермальды синтез, мырыш оксиді, сканерлеуші электронды микроскоп

Кіріспе Мырыш оксиді көптеген жылдар бойы әртүрлі ғылыми-техникалық салаларда кеңінен қолданылып келеді. Нанотехнологияның дамуымен мырыш оксидіне деген қызығушылықтың күрт артуы байқалады, оның негізінде бірегей қасиеттері бар жаңа наноматериалдар жасалуы мүмкін [1]. Бұл мырыш оксидінің жартылай өткізгіш, пьезо және пироэлектрлік қасиеттеріне байланысты. Кристалдық құрылымның ерекшеліктерін (үш жылдам өсу бағыты және екі полярлық бет) пайдалана отырып, өсіп келе жатқан нанобъектілердің морфологиясын тиімді басқаруға болады [2]. Қазіргі уақытта бу генераторлары, газ датчиктері, жарық шығаратын диодтар, құрылғыларды қамтитын әртүрлі техникалық қосымшалар үшін спираль, нанодиск, нанобелдемше, наноөткізгіштер, нанореакторлар, наносфералар, нанотүтікшелер ретінде, алынған мырыш оксидінің құрылымдары қолданы

Зерттеу әдістері мен объектілері Бұл жұмыста мырыш оксиді наноталшықтарын синтездеу әдісі екі кезеңнен тұрды: монокристалды кремний төсенішіне жұқа қабат енгізу және гидротермиялық өсіру әдісімен наноталшықтарды алу. Бұл ретте прекурсорлар ретінде мырыш хлориді (ZnCl_2) және тетраэтоксисилан таңдалды, мырыш хлориді мырыш оксидінің бөлшектерінің көзі болды, ал тетраэтоксисилан төсеніш бетінде осы бөлшектердің бекітілуіне жағдай жасау үшін қажет. Әрі қарай, осы төсеніште эквимольарлы 6-сулы мырыш нитраты ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) және гексаметилентетрамин (ГМТА) ерітінділері негізінде термостатта 85°C 2 сағат ішінде мырыш наноталшықтары өсірілді

Нәтижелер және оларды талқылау Бұл жұмыстың мақсаты- p-ZnO гетероқұрылымдарын құру кезінде материалдардың бірі ретінде пайдалану үшін мырыш

оксидінің нанокұрылымдарының массивтерін құру болып табылады. Мырыш оксидінің нанокұрылымды қабаттарын алу нәтижелері ұсынылған. Негізгі әдіс гидротермиялық синтез әдісі болды. Алынған қабаттардың құрылымы мен морфологиясын басқару мүмкіндігі көрсетілген. Алынған алтыбұрышты нанопризмалар күн батареяларын оксидті гетерокұрылымдарда, ал алюминиймен легирленген мырыш оксидінің қабаттарын шағылысуға қарсы қабат үшін жапырақ тәріздес морфологиямен қамтамасыз етеді. Алынған үлгілер икемді электроника саласында үйлесімді және қолданыс аясы кеңейгенін көрсетті.

Қорытынды

Осылайша, мырыш оксидіне негізделген бір өлшемді кристалды жүйелерді қалыптастыру үшін бір қабатты золь-гель жабындарын алғашқы қабаттары ретінде пайдаланған кезде, жаңа буын күн энергиясы элементтерін жасауға қызығушылық тудыратын наноталшықты массивтерін синтездеуге болады.

Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен BR21881954 «Тиімді фотокаталитикалық электродтарды, фото және газға сезімтал сенсорларды жасау үшін нанокұрылымды материалдарды синтездеу технологияларын әзірлеу» бағдарламасы аясында жүргізілді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. V.A. Moshnikov, I.E. Gracheva, V.V. Kuznezov, A.I. Maximov, S.S. Karpova, A.A. Ponomareva. J. Non-Cryst. Sol., 356 (37–40), 2020 (2010).
2. Murzalinov D, Dmitriyeva E, Lebedev I, Bondar EA, Fedosimova AI, Kemelbekova A. The Effect of pH Solution in the Sol–Gel Process on the Structure and Properties of Thin SnO₂ Films. Processes. 2022; 10(6):1116. <https://doi.org/10.3390/pr10061116>

МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕЙТРОННЫХ МОНИТОРОВ ДЛЯ ВХОЖДЕНИЯ В МИРОВУЮ СЕТЬ НЕЙТРОННЫХ МОНИТОРОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ ПО ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

^{1*}Ережеп Н.О., ¹Садуев Н.О., ¹Каликулов О.А., ²Бактораз А.Е., ²Шинбулатов С.К.,

²Утей Ш.Б., ³Крякунова О.Н., ³Сейфуллина Б.Б.

¹Институт Ядерной Физики г. Алматы Казахстан,

²КазНУ им. аль-Фараби г. Алматы Казахстан,

³Институт Ионосферы г. Алматы Казахстан

E-mail: n.yerezhep@inp.kz

Ключевые слова: нейтронный монитор, счетчик СНМ-18, космические лучи, широкие атмосферные ливни, солнечно-земные связи

Существует два типа стандартизованных нейтронных мониторов: 12-канальный нейтронный монитор (НМ) IGY57, разработанный Симпсоном и NM64, разработанный Кармайклом. За всю историю наблюдений они внесли огромный вклад в развитие физики космических лучей и прогнозирования космической погоды. На базе этих экспериментальных установок развернута мировая сеть нейтронных мониторов NMDB (www.nmdb.eu). Модернизация НМ, а также включение его в NMDB имеет большое значение для изучения модуляционных эффектов и космических лучей и решение прикладных задач космической погоды.

IGY-57 состоит из метровых счетчиков СНМ-18, заполненных газом ³He. База данных NMDB работает как единый многоканальный прибор, и с помощью метода глобальной съемки дает характеристики космических лучей с высокой точностью. Важно что НМ будет работать в составе крупной комплексной научной установки по исследованию широких

атмосферных ливней, геофизического и ядерно-физического аспекта исследований космических лучей[1,2].

На 2023 г. IGY-57 был перевезен из КазНУ им. аль-Фараби на высоте 897 м н.у.м. в здание «Эллинг» на ТШВНС на высоте 3340 м н.у.м., расположенной в 28 км от г. Алматы. Новые характеристики: 1 блок из 12 счетчиков, широта и долгота 43.14° N 76.60° E, высота 3340 м н.у.м., жесткость обрезания 5.9 ГВ. Модернизируется программная часть на базе linux, postgresql, python.

Вариации космических лучей связаны, в основном, с изменениями условий распространения частиц космических лучей в околоземном и межпланетном пространстве в различные периоды времени. Эти изменения могут быть вызваны различными факторами, такими как солнечная активность, приводящая к выбросу корональных выбросов масс и высокоскоростных потоков солнечного ветра из корональных дыр, изменения геомагнитного поля Земли, и другие воздействующие факторы. Включение НМ в мировую сеть нейтронных мониторов позволит использовать модернизированный IGY-57, наряду с сетью НМ, как единый многоканальный прибор, и с помощью метода глобальной съемки изучать характеристики космических лучей с высокой точностью.

Литература

1. Chubenko A P , Shepetov A L, Babaev M K, et al. 2005 Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics 69 3 433-436.
2. Dalkarov O D, Zhukov V V , Nam R A, et al 2013 Book Series: Journal of Physics Conference Series 409 012127.

ИЗМЕНЕНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ В ПРОЦЕССЕ ПОСТРАДИАЦИОННЫХ ИЗОХРОННЫХ ОТЖИГОВ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ 12X18H10T И 08X16H11M3, ОБЛУЧЕННЫХ В РЕАКТОРАХ БН-350 И ВВР-К.

А.Ю. Тарапеева¹, Д.А. Мережко¹, М.С. Мережко¹, М.Р. Short²

¹Институт ядерной физики, Алматы, Республика Казахстан

²Массачусетский технологический институт, Кембридж, США

email: tarapeyeva00@gmail.com

В процессе эксплуатации метастабильных аустенитных сталей в нейтронных полях высокой интенсивности в структуре материала образуются дефекты радиационной природы, проявляется сегрегация химического состава, трансмутация химических элементов [1]. Все это приводит к таким негативным эффектам, как набухание, упрочнение и охрупчивание, радиационно-стимулированное образование новых фаз в аустенитной матрице, например, α -феррита, обогащенного Cr и Fe [2]. Перспективным решением данной проблемы является восстановительный отжиг, при котором корпус реактора и внутрикорпусные устройства подвергаются отжигу при высоких температурах в течение нескольких суток. В настоящей работе были исследованы изменения намагниченности аустенитных сталей, облученных в реакторах ВВР-К и БН-350 (максимальная повреждающая доза 57,6 сна), в процессе изохронных отжигов.

Образцы сталей 08X16H11M3 и 12X18H10T вырезали из необлученных и облученных чехловых шестигранных труб тепловыделяющих сборок реактора на быстрых нейтронах БН-350, подвергнутых предварительной механико-термической обработке – холодная деформация 20% с отпуском при 800°C в течение часа. Перед началом экспериментов образцы подвергали механической шлифовке и электролитической полировке с целью удаления продуктов коррозии. Пострадиационные изохронные отжики выполняли в печи Nabertherm B-130 в вакуумированной трубке (вакуум не хуже 1 Па) в диапазоне температур

150–850°C с шагом 50°C, время выдержки при температуре составляло 30 минут. Охлаждение образцов проводили в вакуумированной трубке в воде комнатной температуры. После каждого отжига электролитическую полировку повторяли для удаления поверхностного слоя, обедненного по легирующим элементам. Количество ферромагнитной α' -фазы в образцах измеряли с помощью феррозонда «Feritscope MP-30», предварительно откалиброванного по заводским эталонам. Итоговый результат получали усреднением 10–15 измерений.

В результате проведенных экспериментов были построены диаграммы изменения содержания ферромагнитной α' -фазы в координатах «Ферромагнитная α' -фаза, об. % – Температура отжига, °C». Установлено, что отжиг мартенситной α' -фазы начинается при температуре 450–500°C, в то время как α -феррита – при температуре 600°C. Определены особенности изменения намагниченности в зависимости от химического состава материала и параметров облучения. Эти результаты имеют значение для разработки методов восстановительного отжига реакторов и внутрикорпусных устройств.

Литература

1. Garner, F.A. 3.02 - Radiation-Induced Damage in Austenitic Structural Steels Used in Nuclear Reactors // Comprehensive Nuclear Materials (Second Edition) / eds. R.J.M. Konings, R.E. Stoller. – Oxford: Elsevier, 2020. – **Vol. 3** – P. 57-168.
2. Merezko, D.A. et al. Morphology and elemental composition of a new iron-rich ferrite phase in highly irradiated austenitic steel // Scripta Materialia. – 2022. – **Vol. 215** – P. 114690.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРУШЕНИЯ ФЕРРИТО-МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ ЭП-450, ОБЛУЧЕННОЙ НЕЙТРОНАМИ В РЕАКТОРЕ БН-350

^{1,2} Е.Р. Ким, ¹ М.С. Мережко, Д.А. ¹ Мережко, ¹ К.В. Цай, ¹ С.Б. Кислицин, ³ М.Р. Short

¹ Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан

² Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

³ Массачусетский технологический институт, Кембридж, США

yelenakimr@gmail.com

Ключевые слова: Феррито-мартенситная сталь, облучение нейтронами, прочность и пластичность.

В качестве материалов активной зоны быстрых реакторов требуются стали и сплавы стойкие к потокам высокоэнергетических нейтронов и способные сохранять достаточную среднетемпературную прочность. Феррито-мартенситная сталь ЭП-450, содержащая 11–13,5% хрома используется в качестве приемлемого материала для оболочек и чехлов тепловыделяющих сборок (ТВС) реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Ее конкурентным преимуществом является высокая стойкость к набуханию и ползучести, особенно при повышенных температурах активной зоны. В то же время, одной из проблем феррито-мартенситных сталей является то, что с ростом дозы нейтронного облучения увеличивается температура хрупко-вязкого перехода, что приводит к резкому снижению пластичности при относительно невысоких температурах, характерных для эксплуатации.

В данной работе исследовали образцы из стали ЭП-450 (1X13M2БФР), вырезанные из шестигранных чехлов ТВС реактора БН-350 необлученных и облученных нейтронами до 50,4 сна, предварительно подвергнутых термической обработке — 1050°C в течение 30 минут с последующим отпуском при 720°C в течение 1 часа. Для проведения механических испытаний на одноосное растяжение использовали образцы в форме двойной лопатки с

геометрическими размерами рабочей части $10 \times 3,5 \times 0,3$ мм. Испытания проводили при комнатной температуре, скорость растяжения 0,5 мм/мин. Особенности структуры исследовали с помощью электронного растрового микроскопа Hitachi TM-4000 PLUS и просвечивающегося электронного микроскопа JEOL JEM-2100. Микротвердость по Виккерсу определяли на микротвердомере eVick-1A (нагрузка на индентор 50 г).

В результате материаловедческих исследований было выявлено, что облучение быстрыми нейтронами стали ЭП-450 приводит к снижению пластичности и увеличению прочности материала, при этом равномерная деформация сплава, облученного до 50,4 сна, уменьшается катастрофически — до 1–2% вследствие эффекта низкотемпературного радиационного охрупчивания. Деформация, в таком случае, ограничивается в пределах нескольких благоприятно ориентированных к оси нагружения зерен феррита. Согласно фрактографическим исследованиям зоны излома, в необлученной стали разрушение носит вязкий характер, а в облученной до 50,4 сна — хрупко-вязкий или хрупкий в зависимости от температуры облучения. В работе обсуждается влияние параметров облучения на прочность, пластичность и характер разрушения стали ЭП-450.

Литература

1. Zinkle, S.J., Was, G.S. Materials challenges in nuclear energy // Acta Materialia. – 2013. – Vol. 61, № 3. – P. 735-758.
2. Неустроев, В.С. Низкотемпературная радиационная повреждаемость аустенитных сталей, облученных в исследовательских и энергетических реакторах: автореф. ... док. техн. наук: 010407. – Москва: МИФИ, 2006. – 43 р.
3. Kuleshova, E.A. et al. Microstructure degradation of austenitic stainless steels after 45 years of operation as VVER-440 reactor internals // Journal of Nuclear Materials. – 2020. – Vol. 533 – P. 152124.
4. Byun, T.S., Farrell, K. Plastic instability in polycrystalline metals after low temperature irradiation // Acta Materialia. – 2004. – Vol. 52, № 6. – P. 1597-1608.
5. Margolin, B.Z. et al. Embrittlement and fracture toughness of highly irradiated austenitic steels for vessel internals of WWER type reactors. Part 1. Relation between irradiation swelling and irradiation embrittlement. Experimental results // Strength of Materials. – 2009. – Vol. 41, № 6. – P. 593-602.

ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕР ӘДІСІНІҢ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ МЕН ӨЗЕКТІЛІГІ

Карайдарова З.Б., Байтимбетова Б.А.
Satbayev университеті, Алматы, Қазақстан

Қазіргі кезде, бірнеше жүзден асқан никель негізінде ыстыққа төзімді қорытпалар (ЫТҚ) жасау үшін газ турбиналық қозғалтқыштардың бөлшектерін жасау үшін пайдаланылатын, сыналған. Жаңа композициялар жасау жұмыстары өзара айырмашылығын арттыруға бағытталған. Олардың мақсаты - ыстыққа төзімділік пен термиялық тұрақтылықты кеңейту, өнімнің массасын азайту үшін тығыздықты кешіру және қорытпалардың бағасын төмендету.

Бір қорытпалардың ыстыққа төзімділік көрсеткіштерінің бірі - ұзақ беріктік шегі, оны изотермиялық төзімділіктен кейін бөлуін сынау нәтижесінде анықтайды [1].

Жұмыстың мақсаты, температуралық-уақыттық сынақ жағдайларынан ыстыққа төзімділіктің өзгеру моделі негізінде, қорытпаның химиялық құрамына байланысты параметрлерді анықтау әдісін көрсету болып табылады.

Қорытпалардың әртүрлі маркалары үшін химиялық құрамы мен қасиеттері арасындағы байланысты жан-жақты қамтитын теориялар немесе модельдер белгілі болып

табылады. ЫТҚ құрамына 20-дан астам қосындыланған элементтер кіреді (Cr, Co, Mo, W, Al, Ti, Nb, V, Fe, Y, Zr, Ta, Re, Ru, V, Ce, La, Si, Mn, Mg, Hf, Cu, Bi, Pb, Ir), олар кейбір айтарлықтай ерекшеленетін шектерде концентрацияларын өзгертеді, бұл олардың қасиеттерін талдау мен модельдеуді қиындатады. Бұл мәселелер, атап айтылғанда, статистикалық талдау әдістерімен шешіледі. Алайда, бұл тәсіл процесті сипаттайтын көптеген мәліметтер болуы мүмкін болмайды. ЫТҚ сынақтарының құрамы мен шарттары туралы статистикалық маңызды ақпарат модельдеу үшін математикалық статистиканың заманауи әдістерін сәтті қолдануға мүмкіндік береді [2-4].

Қойылған міндеттерді шешу құралын нейрондық желілер (ЖНЖ) әдісін пайдалану арқылы жасайды. Бұл адамдардың кіріс және шығыс параметрлері арасындағы корреляцияны анықтауға негізделген [5] және көптеген ақпараттарды шешу үшін кеңінен қолданылатын сызықтық емес статистикалық әдістерге жатады.

Жұмыста Машиналық оқыту әдісін қолдану арқылы сынақтардың температуралық-уақыттық параметрлерінен никель негізіндегі қорытпалардың ыстыққа төзімділігін өзгерту моделі алынды.

Жұмыста ыстыққа төзімді никель қорытпаларының фазалық тұрақтылық параметрін анықтаудың жаңа әдісі ұсынылды.

Әдебиеттер

1. ГОСТ 10145-81 Металлы. Метод испытания на длительную прочность М.: Издательство стандартов. 1981.
2. Каблов Е.Н. Литые лопатки газотурбинных двигателей. Сплавы, технология, покрытия //М.: МИСИС, 2001. — 632с
3. Авраменко Д.С. Прогнозирование длительной прочности жаропрочности никелевых сплавов методом базовых диаграмм // Детали аэрокосмических летательных аппаратов. — 2005. — №8. — С.26-28
4. Кривенюк М.М. Прогнозирование длительной прочности жаропрочных никелевых сплавов // Металл и литье Украины. — 2009. — № 11-12. — С.20-25
5. M. Morinaga. New phacomp and its application to alloy design. / N. Yukawa, H. Adachi, H. Ezaki // In Superalloys. The Minerals, Metals & Materials Society. — 1984. — P.523-532.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ПИЛОТИРУЕМЫХ КОМПЛЕКСАХ

Грищенко В.Ф., Аймаханов М.Р.
Институт ионосферы, Алматы, Казахстан
*Email: labreab@mail.ru

Ключевые слова: пилотируемый комплекс, бортовая электронная аппаратура, космические исследования, отказы, космонавт, полезная нагрузка

Введение. Казахстан одна из немногих стран, которая благодаря полетам казахстанских космонавтов, получила уникальную возможность выполнить космические эксперименты по различным научным направлениям на пилотируемых комплексах. Именно полеты казахстанских космонавтов и выполнение научных исследований позволили казахстанским ученым получить уникальные научные результаты, которые послужили основой для формирования новых научных направлений, становления и развития космической отрасли страны, решения социально-экономических задач и в интересах национальной безопасности страны.

Содержание и результаты работы. Основные результаты, полученные с использованием летных данных (1991, 1994, 1998, 2001 гг) и пред- и послеполетных Алматы, 15-16 февраля 2024, <https://sci.kz/>

исследованиях, представлены по следующим направлениям: физико-технические исследования, геофизический и природно-ресурсный космический мониторинг территории Казахстана, космическая биотехнология и биомедицина.

В данной работе представлены результаты и перспективы исследований в области Физико-технических исследований с использованием данных, полученных казахстанскими космонавтами на пилотируемых комплексах.

Космическое материаловедение и приборостроение. Во время полета Т. Мусабаева в рамках КЭ «Темир -1,-2» в 1994, 1998 гг в исследуемых образцах обнаружено одновременное расслаивание металлических расплавов, установлены особые каналы, в которых подвижность чужеродных атомов чрезвычайно высока [1].

Пассивная экспозиция образцов в открытом космическом пространстве. Во время полета казахстанского космонавта Т. Мусабаева на ОК «Мир» был выполнен КЭ «Дэмедж-Керамика». Результаты КЭ показали, что в полимерных и керамических образцах обнаружены новые физические свойства, в т.ч.: полимеры могут быть использованы в космосе для расчета накопленной космонавтами дозы радиации и оценки влияния ультрафиолета и жесткого космического излучения на полимерные материалы. Установлено, что факторы космического пространства не разрушают сверхпроводящих свойств иттриевой керамики [1].

Во время полета Т. Мусабаева на ОК «Мир» (1998 г.) выполнялся КЭ «Плазменный кристалл». В полете казахстанского космонавта А. Аимбетова на МКС (1915 г.) эти исследования были продолжены. Получены новые уникальные результаты, в том числе: получены различные виды пылевого кристалла в объеме газового разряда в условиях микрогравитации; выявлено аномальное поведение кулоновского кристалла при разных соотношениях электрических и магнитных полей; обнаружены эффект разрушения и «кулоновский взрыв» полученных структур.

Регистрация сбоев и отказов модулей памяти (ЗУ) бортовой электронной аппаратуры выполнялась на ОК «Мир» (КЭ «Отказ-Экзек», 1994 г.). Установлено, что во время полета зарегистрированы сбои в работе аппаратуры могут быть не только в области южной Атлантической аномалии [1], но и в приэкваториальной плоскости, в которой практически не зарегистрированы потоки космических лучей. Это подтверждает высказанное авторами предположение, что при прогнозировании интенсивности сбоев бортовой электронной аппаратуры необходимо учитывать комплексное воздействие факторов космического пространства [1].

На послеполетном этапе с использованием летных данных получены новые фундаментальные и прикладные результаты, обладающие новизной и практической значимостью. Выполнено прогнозирование распределения интенсивности потоков космических лучей и интенсивности отказов модулей памяти по траектории низкоорбитальных КА различного назначения; схемотехническое моделирование воздействия электростатического разряда (ЭСР) и наведенных электромагнитных помех на элементы интегральных микросхем электронной аппаратуры. Предложена схема помехозащитности электронной аппаратуры от ЭСР. Разработана новая физическая модель процессов, происходящих в материалах и электронных приборах на их основе, описывающая особенности формирования области повреждений в условиях микрогравитации [2]. Разработаны критерии надежности бортовой электронной аппаратуры, включающие критерии внешнего воздействия факторов КП и критерии технологического и функционального назначения. Получены расчетные значения энергетических спектров космических лучей. Обнаружен излом в энергетическом спектре ядер **C**, **N**, **O** в интервале энергий от 10 МэВ/нуклон до 50 МэВ/нуклон и установлена точка пересечения E_p , соответствующая пиковому значению ядер.

В полете А. Аимбетова (2015 г) проведены космические эксперименты по изучению нового оптического явления – свечение в атмосфере выше облачного покрова над регионами с грозовой

активностью (КЭ «Релаксация-Спектр»). По результатам 3-х уровневых экспериментов, включающего регистрацию изменений электрических полей во время грозовой активности на наземном полигоне (ТШВНС), синхронные съемки верхней границы облачного покрова с КА Terra/MODIS и МКС, выделен «полезный» сигнал от молниевых разрядов; созданы «спектральные образы» верхней границы облачного покрова во время грозовой активности, новый индекс молниевой активности К, защищенный инновационным патентом в РК.

Перспективы дальнейшего использования результатов. В области космического материаловедения и приборостроения. Полученные данные по пассивной экспозиции материалов в условиях открытого космического пространства могут быть использованы при создании новых конструктивных и функциональных материалов, способствующих снижению веса, габаритов, потребления энергии и себестоимости космических систем, разработке научных основ для развития космического наноразмерного приборостроения. Обнаруженные новые физические свойства в полимерных и керамических материалах могут быть использованы при создании дозиметров для регистрации нейтронного и гамма-излучения на пилотируемых комплексах и в условиях открытого космического пространства.

Обсуждаются перспективы развития физико-технических космических исследований и экспериментов на пилотируемых комплексах с учетом проблем, выявленных при выполнении космических экспериментов, а также при планировании миссии и проектировании казахстанских КА различного назначения.

Литература

- 1 Космические исследования в Казахстане. Коллективная монография под ред. Академика Султангазина У.М. и Грищенко В.Ф. – Алматы: РОНД, 2002. – 488 с. ISBN 9965-13-650-5, <https://search.rsl.ru/ru/record/01001866577>.
2. Musabayev T., Zhantayev Zh., Grichshenko V. Complex influence of Space environment on materials and electronics devices in the conditions of microgravity // Advances in Space Research. 2016. – V.58. – P.1138-1145; <https://doi.org/10.1016/j.asr.2016.05.030>, [Q1 (<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12375&tip=sid&clean=0>) и процентиль 96% (<https://www.scopus.com/sourceid/12375>)].

ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ ФОРМУ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ?

Нурлан Токмолдин^{1,2}, Дитер Нееп², Сафа Шоаи^{1,2}

¹ Институт твердотельной электроники им. Поля Друде, Берлин, Германия

² Подстамский университет, Потсдам-Гольм, Германия

Ключевой характеристикой, определяющей перспективность тех или иных фотоэлектрических технологий, является коэффициент полезного действия (КПД). В то время как исследования в области кремниевых солнечных элементов (СЭ) в последние годы начали ориентироваться на создание и изучение тандемных структур с целью дальнейшего роста КПД, перовскитные и органические СЭ продолжают демонстрировать рост на одном переходе. Учитывая, что КПД СЭ определяется его световой вольтамперной характеристикой (ВАХ), важно детальное понимание факторов, оказывающих влияние на форму ВАХ. Для ряда эффективных неорганических СЭ форма световой ВАХ определяется суперпозицией темновой ВАХ и горизонтальной прямой фототока. Для значительного количества перспективных органических СЭ (ОСЭ) это правило не действует, причина чего может заключаться в принципе действия этих устройств, который основан на расщеплении экситонов и зарядопереходных состояний, имеющих энергию связи, превышающую тепловую энергию kT . В представленном докладе рассматриваются процессы фотогенерации и рекомбинации свободных носителей в ОСЭ, а также предлагается модель, объясняющая форму ВАХ для объемных гетеропереходов с малыми энергетическими сдвигами.

ОПТОЭЛЕКТРОНДЫ ҚҰРЫЛҒЫЛАР ҮШІН КЕРІ КОНТАКТІЛІ ҚҰРЫЛЫМДАР: ҚОЛДАНЫЛУЫ МЕН ПЕРСПЕКТИВАСЫ

Толеубай Г., Шаленов Е.О.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

Құрылғының артқы жағында орналасқан қарама-қарсы полярлы екі функционалды материалды біріктіру арқылы жасалған қарама-қарсы түйіспелі кері контактілер (IBC) құрылымдары оптоэлектрондық құрылғыларды жобалау кезінде үлкен қызығушылық оятты. Қазіргі таңда, IBC дизайнының бұл түрі фотоэлектрлік салада және онымен байланысты салаларда қолдану мақсатында кеңінен жасалынууда.

IBC негізіндегі фотоэлектрлік құрылғыларды, әсіресе жұқа пленкалы КЭ (мысалы, ПКЭ) әзірлеу КЭ мөлдір етуге мүмкіндік береді, бұл ғимараттардағы интеграцияланған фотоэлектрлік жүйелер сияқты функционалды және дифференциалды қосымшалар үшін айтарлықтай артықшылықтар береді. Сонымен қатар, бұл әдетте ең ақаулы аймақ болып табылатын алдыңғы бетті жобалауға қол жеткізуге мүмкіндік береді, сондықтан ақауларды азайту үшін химиялық пассивацияны және басқа өндіріс әдістерін қолдануға болады. c-Si IBC КЭ үшін, қондырғы мен эксперименттерге төзімділік сияқты жоғары талаптар қоятын әсіресе фотолитография, лазерлік абляция және легирлеуді қажет ететін күрделі өндірістік процестер қажет [1]. Бұл сонымен қатар өндіріс құнын арттырады және IBC c-Si КЭ-ді жаппай өндіру үшін маңызды мәселе болып табылады. IBC перовскиттеріне келер болсақ, қазіргі тиімділік әлі де салыстырмалы түрде төмен деңгейде. Перовскит пленкалары c-Si пластинасына қарағанда заряд тасымалдаушыларының диффузиясы қысқа, бұл екі іргелес контактілер арасында қысқа қашықтықты қажет етеді (10 мкм-ден аз).

Салалық жоспарлардың талаптарына сәйкес IBC наноқұрылымдарын дамытудың негізгі мәселелеріне мыналар жатады: 1) қарама-қарсы артқы p, n аймағы және оған сәйкес келетін электрод токтың кетуіне жол бермеу үшін бірнеше маска және литография процестері арқылы дәл орналасуы және қалыптасуы керек, бұл өте қиын процес және күрделілігі мен құнына байланысты нанотехнологиялық процестер арқылы қол жеткізіледі. Негізгі мәселе наноқұрылғыларды дайындау процесін жеңілдету болып табылады; 2) КЭ-нің екілік беттері өте тиімді пассивациялануы керек, осылайша фотогенерацияланған заряд тасымалдаушылар рекомбинация пайда болғанға дейін артқы pn ауысуына тасымалдануы үшін, сонымен қатар туннель арқылы өтуі мүмкін болуы үшін артқы беттің пассивациялық қабаты жеткілікті жұқа болуы керек [2]. Мұндағы негізгі мәселе - диэлектрлік қабаттың пассивация ретіндегі тиімділігін растау; 3) фотогенерацияланған тасымалдаушылардың өмір сүру уақыты оларды IBC көмегімен шығарылатындай ұзақ болуы керек. Бұл мәселе жоғары кристалды фазада, әсіресе перовскит күн батареялары немесе органикалық күн батареялары жағдайында фотоактивті қабатты өсіру негізінде жүзеге асырылады.

Әдебиеттер

- 1 Retraction Notice to: the Special Issue of Filomat no. 34:15 (2020). (2022). In Filomat (Vol. 36, Issue 7). <https://doi.org/10.2298/FIL2207503E>
- 2 Alsari, M., Bikondoa, O., Bishop, J., Abdi-Jalebi, M., Ozer, L. Y., Hampton, Snaith, H. J., Lidzey, D. G., Stranks, S. D., Friend, R. H., & Lilliu, S. (2018). In situ simultaneous photovoltaic and structural evolution of perovskite solar cells during film formation. *Energy and Environmental Science*, 11(2). <https://doi.org/10.1039/c7ee03013d>

КЕРІ КОНТАКТТЫ ПЕРОВСКИТТІК КҮН ЭЛЕМЕНТТЕРІН САНДЫҚ ӘДІСПЕН ЗЕРТТЕУ

Шаленов Е.О.^{1,2}, Сейтқожанов Е.С.^{1,3}, Валагианнопулос К.⁴, Нг Э.², Джумагулова К.Н.^{1,3},
Жумабеков А.Н.²

¹Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Алматы, Қазақстан

²Назарбаев Университеті, Астана, Қазақстан

³әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

⁴Афины политехникалық университеті, Афина, Греция

e-mail: shalenov.erik@physics.kz

Перовскитке негізделген күн элементтерінің технологиясы соңғы онжылдықта зерттеушілердің фотоэлектрлік индустриядағы перспективті нарықтық потенциалына байланысты үлкен қызығушылық тудыруда. Құрылғылардың жоғары өнімділігі және перовскит өндірісінің төмен құнымен байланысты, сонымен қатар оларды фотоэлектрлік нарықта Si немесе GaAs үстемдігімен күресуге елеулі үміт артады және жартылай өткізгіш индустриядасында төңкеріс жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, перовскит күн элементтерінің (ПКЭ) тиімділігін ары қарай жоғарылату мақсатында кері контактты құрылымдарды енгізу перспективті жолы болып табылады, себебі ол жарық шығындарын азайтады [1-2].

Бұл жұмыста квази біріктірілген кері контактты перовскит (QIBC), жазық-біріктірілген кері контактты (FIBC) және біріктірілген кері контактты (IBC) ПКЭ-тері үшін жарық арқылы заряд генерациясын түсіндіруге және әр түрлі рекомбинация жылдамдықтарының және диффузия ұзындықтарының вольт-амперлік сипаттамаларына әсерін және оптималды параметрлерін анықтауда сандық модельдеу әдісі қолданылды. Нәтижесінде QIBC, FIBC және IBC ПКЭ-тері үшін модельденген $J-V$ сипаттамалары келтірілген. Үш түрлі құрылғының архитектурасы үшін фотоэлектрлік параметрлер келесі жұмыста [3] келтірілген. QIBC моделі үшін PCE мәні 25.72% ие және бұл архитектура басқа архитеруталарға қарағанда ең жоғары мәнге тең. FIBC моделі үшін PCE мәні 24.75% құрайды, ал IBC құрылғысы үшін 24.44% тең.

Ғылыми зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары Білім Министрлігінің Ғылым Комитеті қаржыландырды (Грант нөмері AP19679049)

Әдебиеттер

1. Shalenov E.O. et. al., Sol. Energy 205 (2020): 102.
2. Shalenov E.O. et. al., ACS Appl. Energy Mater. 4 (2021): 1093.
3. Shalenov E.O. et. al., Sol. Energy Mater Sol. Cells 234 (2022): 111426.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Г. Ешманова, Д. Смагулов

Satbayev University, ул. Сатпаева 22, 050013, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО), алюминиевый сплав Д16Т, щелочные электролиты.

Введение. На протяжении десятилетий плазменно-электролитическое оксидирование (ПЭО) успешно применяется для обработки поверхности различных сплавов (Al, Mg, Ti и др.) [1]. В результате модификации поверхности образуется защитное оксидное покрытие, обладающие высокой твердостью, прочностью, хорошей адгезией между подложкой и покрытием и высокой термической стабильностью [2]. Было показано, что структура, состав

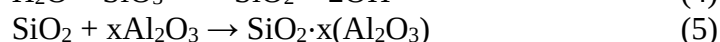
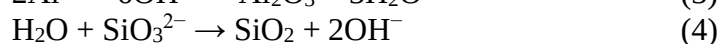
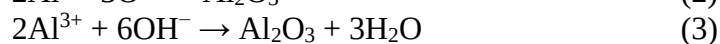
и свойства ПЭО покрытия тесно связаны с составом электролитов [3]. Основными электролитами для ПЭО-обработки алюминия являются экологически чистые щелочные электролиты на алюминатной, силикатной и фосфатной основе, которые способствуют быстрому росту ПЭО покрытий. Так, роль различных составов тройных (гидроксидов, силикатов, фосфатов) электролитов в формировании ПЭО-покрытия на алюминиевом сплаве представляет интерес с точки зрения энергопотребления при использовании низкой плотности тока, а также улучшения качества и эффективности формирования ПЭО-покрытия на алюминий.

Материалы и методы. Прямоугольные образцы из алюминиевого сплава Д16Т были выбраны размерами $20 \times 30 \times 1,6$ мм и номинальным составом в мас. %: Cu 3,8-4,9, Mg 1,2-1,8, 0,5 Fe, 0,5 Si, 0,3 Zn, 0,3 Mn и остальное Al. Процесс плазменного электролитического оксидирования проводился с использованием источника прямого тока с плотностью тока 50 mA/cm^2 при максимальном напряжении 500 В. Эксперименты проводились в смешанных силикатных (Na_2SiO_3) и фосфатных (Na_3PO_4) электролитах, которые охлаждались с помощью системы водяного охлаждения при постоянной температуре 20 ± 1 °C. Методы исследования: СЭМ (СЭМ, Tescan), ЭДС (eumeX, EDS), рентгеновский дифрактометр (XRD, D8 Advance, BrukerAXS), оптический микроскоп (OLYMPUS BX53M), толщиномер (MiniTest 2100).

Результаты и их обсуждение. Морфология поперечного сечения ПЭО-покрытий образцов, полученных в электролитах на основе гидроксидов (18K2Si2P), силикатов (2K18Si2P) и фосфатов (2K2Si18P) показали, что скорость роста наибольшая в покрытии 2K18Si2P ($1,1 \pm 0,2$ мкм/мин). Однако, несмотря на более плотный внешний слой, на внутреннем слое покрытий наблюдается полоса пор. Для покрытий 18K2Si2P и 2K2Si18P определена скорость роста около $0,9 \pm 0,2$ мкм/мин и $0,6 \pm 0,1$ мкм/мин, соответственно. Анализ поперечного сечения образца 18K2Si2P показывает, что покрытие имеет многочисленные структурные дефекты и в целом неоднородное покрытие. В 2K2Si18P наблюдалось более равномерное покрытие по сравнению с другими, хотя некоторые полости в промежуточном слое все же наблюдаются.

Результаты анализа ЭДС показали, что высокое содержание Si (2K18Si2P) привело к уменьшению включения Al в покрытие из-за образования фаз, обогащенных кремнием. При высоком содержании фосфатов в электролите (2K2Si18P) состав поверхности все еще имеет более высокий уровень Si, чем P. Кроме того, высокое содержание гидроксидов в 18K2Si2P, снижает содержание как P, так и Si в составе покрытий. Разница в количестве Si и P в ПЭО слое может быть также результатом различий в реакционной способности частиц SiO_3^{2-} и PO_4^{3-} с ионами подложки [4].

В целом, во время процесса ПЭО образцов могут происходить следующие реакции: [5]:



На рентгенограммах 18K2Si2P покрытий, слой ПЭО состоит из кристаллических соединений, в основном $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и небольшого количества $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. 2K2Si18P покрытия состоят из тех же кристаллических фаз, что и покрытие 18K2Si2P ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), что указывает на доминирующую роль окисления подложки в механизме формирования ПЭО-покрытий. Уравнения (2) и (3) — основные процессы формирования ПЭО-покрытий для этих систем со значительным расходом алюминия с преимущественно внутренним механизмом роста. Обработка в электролите на основе силикатов (2K18Si2P) привела к получению смешанного фазового состава покрытия, содержащего как кристаллические, так и аморфные структуры. Основная кристаллическая фаза определялась как муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), были видны небольшие количества $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Данный результат демонстрирует

значительный вклад соединений из электролита на основе силиката в процесс формирования покрытия. Поскольку осаждение SiO_3^{2-} из электролита стимулируется разрядами при высокой температуре (~ 7000 К) [6], более интенсивные разряды с высокой энергией приводят к интенсивному перемешиванию компонентов подложки и электролита и быстрому образованию муллита (температура плавления 1850°C), согласно реакциям (4) и (5).

Выводы. Разные составы щелочных электролитов (гидроксидов, силикатов и фосфатов) влияют на формирование, морфологию и фазовый состав ПЭО покрытий. Наблюдалась относительно низкая скорость роста покрытия с преобладанием внутреннего роста слоев в электролитах на основе гидроксида и фосфатов. Электролиты на основе силикатов способствуют преимущественному росту ПЭО-покрытий наружу, где одновременно происходят процессы осаждения из электролита и окисления алюминия. Утолщение покрытий в основном зависит от быстрого осаждения соединений из электролитов на основе кремния.

Литература

1. K. Babaei, A. Fattah-alhosseini, M. Molaei, The effects of carbon-based additives on corrosion and wear properties of Plasma electrolytic oxidation (PEO) coatings applied on Aluminum and its alloys: A review, *Surfaces and Interfaces* 21 (2020) 100677.
2. Y. Li, D. Zhang, C. Qi, Y. Xue, Y. Wan, H. Sun, Enhanced corrosion and tribocorrosion behavior of plasma electrolytic oxidized coatings on 5052 aluminum alloy with addition of pullulan to silicate electrolyte, *Journal of Alloys and Compounds* 960 (2023) 170782.
3. G. Lv, W. Gu, H. Chen, W. Feng, M.L. Khosa, L. Li, E. Niu, G. Zhang, S.Z. Yang, Characteristic of ceramic coatings on aluminum by plasma electrolytic oxidation in silicate and phosphate electrolyte, *Applied Surface Science* 253 (2006) 2947–2952.
4. A. Seyfoori, Sh. Mirdamadi, A. Khavandi, Z. Seyed Raufi, Biodegradation behavior of micro-arc oxidized AZ31 magnesium alloys formed in two different electrolytes, *Applied Surface Science* 261 (2012) 92–100.
5. A. Fattah-Alhosseini, S.O. Gashti, M. Molaie, Effects of disodium phosphate concentration ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) on microstructure and corrosion resistance of plasma electrolytic oxidation (PEO) coatings on 2024 Al alloy, *J. Mater. Eng. Perform.* 27 (2018) 825–834.
6. F. Monfort, A. Berkani, E. Matykina, P. Skeldon, G.E. Thompson, H. Habazaki, K. Shimizu, Development of anodic coatings on aluminium under sparking conditions in silicate electrolyte, *Corros. Sci.* 49 (2007) 672–693.

SrTiO_3 НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН БІРӨЛШЕМДІ ТАЛШЫҚТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ

Серік А.С., Даулбаев Ч.Б.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

Жаһандық энергетикалық дағдарыс – бұл энергетикалық ресурстар мен қоршаған ортаға айтарлықтай ауыртпалық түсіретін бүкіл әлем бойынша индустрияландырудың қарқынды дамуымен шиеленіскен өзекті мәселе болып табылады [1]. Қазіргі уақытта энергияның негізгі бөлігі мұнай, газ және көмір сияқты қазба отындарының әртүрлі түрлерін жағу арқылы өндіріледі. Бұл белгілі CO_2 парниктік газ планетадағы климаттың өзгеруіне ықпал етеді [2]. Осыған орай сутекті энергетикасы аталған мәселелерін шешу жолындағы өте тиімді шешімдердің бірі болып табылады. Сутекті энергетикасының дамуы аясында қарастырылатын өзекті мәселердің бірі – сутегін өндіріп шығарудың тиімді әрі экологиялық қауіпсіз әдістерін жетілдіру. Осындай әдістерге сутекті фотокаталитикалық өндіру және жоғары тиімді фотокатализаторларды әзірлеу болып табылады.

Бұл зерттеуде электроспиннинг әдісі арқылы синтезделген SrTiO_3 негізіндегі 1D наноталшықтарды алу. Электроспиннинг – бұл басқа әдістермен салыстырғанда құрылымы жақсартылған бір өлшемді наноталшықтарды алуға мүмкіндік беретін әдіс. Бұл наноталшықтар үлкен бетті ауданымен сипатталады, бұл жарықпен сәулелену кезінде

фотокаталитикалық белсенділіктің жоғарылауына ықпал етеді. Зерттеу SrTiO_3 наноталшықтарының сипаттамаларына әсер ететін үш негізгі факторды анықтады, соның ішінде нанокұрылымдардың морфологиясы, жартылай өткізгіштің кристалдылығы және күйдіру температурасы. Бұл параметрлер фотокатализатордың өнімділігімен тығыз байланысты. SrTiO_3 қосылған наноталшықтардың физика-химиялық қасиеттері, сондай-ақ олардың беткі морфологиясы зерттелді. Түзілген наноталшықтардың диаметрінің оларды электроспиннинг кезінде еріткіш сұйықтықтың PAN концентрациясына тәуілділігін айтуға болады. Оңтайландыру келесі электроспиннинг параметрлеріне байланысты: кернеу, ине мен коллектор арасындағы қашықтық және шприц сорғысының жылдамдығы.

SrTiO_3 материалында бір өлшемді талшықтардың өнімділігін жақсартуға байланысты үш негізгі фактор бар. Біріншіден, морфология наносфера және олардың өлшемдері, перовскит электродындағы заряд тасымалдаушылардың генерациясы жылдамдықты арттыруға ықпал етеді. Екіншіден, жартылайөткізгіштің кристалдылығы құрылғының сипаттамаларына айтарлықтай әсер етеді және күйдіру температурасы жоғарылаған сайын әсері күшейеді. Ақырында, күйдіру температурасының жоғарылауы жолақ саңылауының тарылуына қарай әкеледі, бұл өз кезегінде тасымалдаушылардың өткізгіштігі мен қозғалысын арттырады. Осы үш фактордың барлығы құрылғының өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Қорытындылай келе, фотокатализатордың жетістігі бояғыштың адсорбция процесіне ғана емес, сонымен қатар SrTiO_3 нанобөлшектерді күйдіру температурасын оңтайландыруына байланысты.

Әдебиеттер

1 N. Skillen *et al.*, “Photocatalytic Reforming of Biomass: What Role Will the Technology Play in Future Energy Systems,” *Top. Curr. Chem.*, vol. 380, no. 5, p. 33, Jun. 2022, doi: 10.1007/s41061-022-00391-9.

2. H. Su *et al.*, “Recent advances in quantum dot catalysts for hydrogen evolution: Synthesis, characterization, and photocatalytic application,” *Carbon Energy*, vol. 5, no. 9, p. e280, 2023, doi: 10.1002/cey2.280.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАЛЬКОГЕНИДА СЕЛЕНИДА СУРЬМЫ МЕТОДОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Шонгалова А., Коррея М., Фернандеш П., Саломе П.
Физико-технический институт, Satbayev университеті, Алматы, Қазақстан

Ключевые слова: спектроскопия комбинационного рассеяния света, in-situ окисление, тонкие пленки, селенид сурьмы, колебательные моды.

Исследование фазовой структуры тонких пленок халькогенидных материалов подтверждается в процессе, основанном на применении методов, не нарушающих целостность внутренней структуры образцов. Особенно важным является использование неинвазивных методов, которые не приводят к изменениям внутренней структуре образцов в процессе эксперимента. Один из перспективных методов неинвазивного структурного анализа – рамановская спектроскопия (спектроскопия комбинационного рассеяния света - КРС). Ее применение позволяет быстро и без дополнительных подготовительных операций получить информацию о поверхностных фазах пленок. Спектроскопия комбинационного рассеяния света представляет собой малоисследованное направление в аспекте тонких пленок селенида сурьмы, особенно в части корректной интерпретации колебательных мод.

В данной работе приводятся исследования окисления in-situ во время снятия спектров в наноструктурах и очень тонких пленках селенида сурьмы полученные методом магнетронного распыления прекурсора Sb-Se с последующим отжигом в атмосфере селеноводорода. Структурные характеристики пленок были исследованы методами КРС, рентгеноструктурным анализом, сканирующей электронной микроскопией.

В результате было выяснено, что высокое соотношение поверхность/объем в наноструктурах и очень тонких пленках очень чувствительно к окислению поверхности под воздействием лазера в условиях воздуха. Окисление in-situ во время лазерного воздействия может привести к неправильной интерпретации спектра комбинационного рассеяния света, особенно если: падающий лазерный свет сильно поглощается; поверхность оканчивается атомами элементов с высоким давлением паров; стехиометрия материала еще не стабильна и присутствуют непрореагировавшие предшественники.

Благодарности: Исследование проведено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан программа BR21881954

SYNTHESIS OF PLASMONICS STRUCTURES Me-PNP/por-Si

B. Zhumabay*, A. Abdullaev[§], N. Chuchvaga, E. Dmitrieva, P. Kusherova, D. Muratov, B. Rakymetov, K.

Tynyshtykbayev, Zh.Utegulov[§],

Institute of Physics and Technology Satbaev University, Almaty

[§] Nazarbayev University, Department of Physics, School of Digital Science and Engineering, Astana

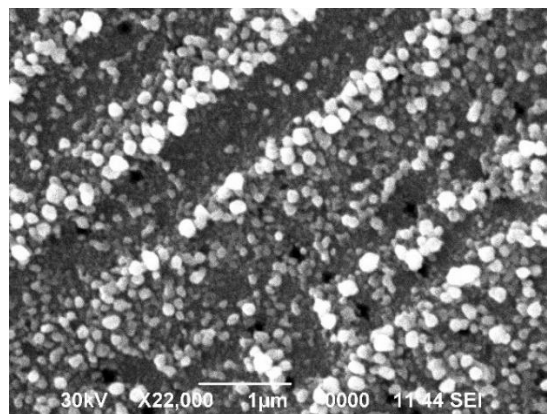
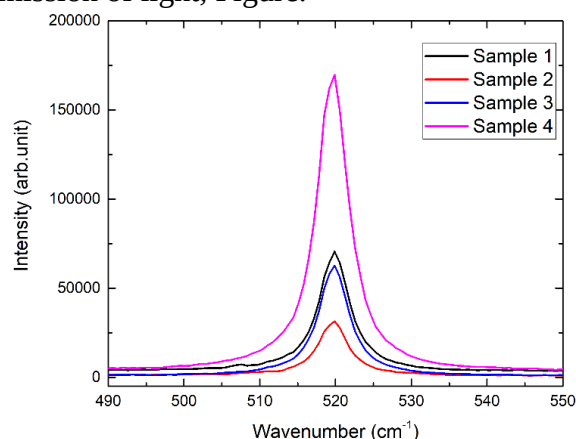
*Email: bzhumabay05@gmail.com

The report presents the results of a study of the Raman spectra and morphology of the surface of porous silicon por-Si, consisting of an ensemble of oxidized wide-gap silicon nanocrystallites nc-Si, with the aim of using such structures for efficient water splitting.

The por-Si samples were formed by electrochemical (EC) and metal-assisted (MACE) etching of n-type silicon in electrolytes: HF + H₂O₂ = 1:1 (I) HF+H₂O₂+AgNO₃ = 1:1:0.1 (II). Etching modes: $j = (1 - 10) \text{ Acm}^{-2}$; $t_{\text{etch}} = (5 - 20) \text{ min}$.

The synthesis of Me-PNP/por-Si (Me-Ag, Cu, Al, Ni) plasmonic structures was carried out in a one-step MACE process by deposition of plasmonic Ag-PNP nanoparticles on the nc-Si surface during the formation of a periodic por-Si structure. The choice of plasmonic particles Ag, Cu, Al, Ni-PNP is due to high plasmonic properties in the visible optical frequency range.

The periodic arrangement of Ag-PNP/por-Si structures can enhance or weaken the transmission of light, Figure.



These properties of Ag-PNP/por-Si can be used both for the effective splitting of water molecules and the generation of hydrogen, and for increasing the efficiency of solar cells.

The report discusses possible mechanisms for the formation of Me-PNP/por-Si plasmonic structures.

The work was funded by the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan BR21881954

PLASTICS IN THE ECOSYSTEM AND ITS CONNECTION WITH THE OZONE LAYER

¹Busquets Rosa, ²Nematollahi, Mohammad Javad

¹School of Life Sciences, Pharmacy and Chemistry, Kingston University, Penrhyn road, Kingston upon Thames, KT1 2EE, UK

²Department of EarthSciences, College of Sciences, ShirazUniversity, Shiraz Iran

*Email: R.Busquets@kingston.ac.uk

Keywords: microplastic, microfibre, fragments, UV-B, soil, water, sediment

Plastics are used in multitude of products in every corner of the world, that is why their production has been increasing and was estimated at 400.3 million metric tonnes in 2022. They can be prepared from a variety of polymers and additives that give them desirable properties. A fraction of the plastic used is released to the environment.

Today, there are many questions regarding the longevity, transformation products and ecotoxicity of the plastic degradation products released to the environment. The intensity of the UV (B) radiation reaching the plastic will affect plastics' stability and trigger their degradation into particles and beyond. Such intensity is affected by the density of the ozone layer, that is safeguarded by the Montreal Protocol [1]. A bench study to understand the effect of UV onto microplastic (0.1µm-<5mm); and monitoring plastics in different compartments of large water bodies in the same region will demonstrate tendencies regarding plastic stability in the environment.

The degradation of nylon (NYL) microfibres (10 µm) when exposed to UV (A and C, 8W), including a photocatalyst TiO₂ in some of the tests, was investigated. In absence of photocatalyst, UVC was the most effective degrading the microfibres, causing 83% mass loss, compared to a 6% mass loss when exposed to UVA under the same conditions. TiO₂ concentration was critical as it could block the light [2]. The characteristics of the microplastics exposed to sunlight in the natural environment were investigated in a river (Arvand, 200Km length, crossing areas with different land use) [3], a saline lake (Maharloo) [4] and coastal area [5], all are the region of the Persian Gulf. The samples collected were surface sediment, lake salt (1kg, 0–20cm) and water (1-3L). Water and soil samples were digested (30% H₂O₂). Plastics were suspended by density separation with a saturated solution of ZnCl₂, and sieved. Microplastics (including fibres) were counted with light microscopy and characterized with microRaman. Fibres were the most abundant microplastic in every water body, and color was not found to be a characteristic generally linked with their fate. Polyethylene terephthalate (PET), polystyrene (PS), and NYL were the most abundant polymers in the microplastics found in both sediment and water samples in the coastal samples and in the river samples. In contrast, in the lake, PET, PS and polypropylene (PP) prevailed. In the river, the abundance of MPs was affected by the land use nearby and their concentrations followed a marked trend: urban > industrial > agricultural > and natural areas.

Most microplastics were 1000-250µm and evidence of their transport with colloidal particles was found. Here, the composition of the microplastics in sediment reflected their composition in the water column. In the saline lake, the distribution of microplastics was across sediment (245 microplastics) > water (156) and salt (83), where the sediment had greater proportion of whiter plastics; and most microplastics were 50-≤250 µm. In coastal sediment, the 250- 500 µm of microplastics prevailed, but they were bigger (>1000µm) in water. In both cases, they were mainly of dark colours (black-grey) as opposed to white (or bleached) colours. This study has shown that while there are some common features in microplastic pollution of a region, particle size and colour, that can be related to their degradation with UV do not show a clear trend. Therefore, greater understanding of the degradation of plastics in the environment is needed, with attention to how changes in the UV radiation can affect such pollution and its ecotoxicity.

References

1. United Nations Environment Programme (UNEP), Plastics in the environment in the context of UV radiation, climate change and the Montreal Protocol. 2023 Assessment Update of the UNEP Environmental Effects Assessment Panel, UNEP: Nairobi, 2023. <https://ozone.unep.org/sites/default/files/documents/EEAP-Update-2023UNEP-19Dec23.pdf>
7. Lee, Jae-Mee, Busquets, Rosa, Choi, In-Cheol, Lee, Sung-Ho, Kim, Jong-Kyu and Campos, Luiza C. (2020) Photocatalytic degradation of polyamide 66: evaluating the feasibility of photocatalysis as a microfibre-targeting technology. *Water*, 12(12), e3551.
8. Soltani, Naghmeh, Keshavarzi, Behnam, Moore, Farid, Busquets, Rosa, Nematollahi, Mohammad Javad, Javid, Reza and Gobert, Silvie (2022) Effect of land use on microplastic pollution in a major boundary waterway the Arvand River. *Science of the Total Environment*, 830, p. 154728.
9. Alirezazadeh, Mustafa, Nematollahi, Mohammad Javad, Keshavarzi, Behnam, Rezaei, Mohsen, Moore, Farid and Busquets, Rosa (2022) Microplastics in abiotic compartments of a hypersaline lacustrine ecosystem. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 206, p. 111137
10. Nematollahi, Mohammad Javad, Moore, Farid, Keshavarzi, Behnam, Vogt, Rolf David, Saravi, Hassan Nasrollahzadeh and Busquets, Rosa (2020) Microplastic particles in sediments and waters, south of Caspian Sea: frequency, distribution, characteristics, and chemical composition. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. ISSN (print) 0147-6513

FROM LOW MOLECULAR WEIGHT ORGANOGELATORS TO WEAK INTERMOLECULAR INTERACTIONS

¹*Joseph C Bear, Jeremy ²K. Cockcroft, ³William J. Peveler and ²Jeffrey H. Williams

¹School of Life Sciences, Pharmacy and Chemistry, Kingston University, Penrhyn Road, Kingston-upon-Thames, Surrey, KT1 2EE, United Kingdom.

²Department of Chemistry, University College London, London, WC1H 0AJ, United Kingdom

³School of Chemistry, Joseph Black Building, University of Glasgow, United Kingdom.

*Email: j.bear@kingston.ac.uk

Keywords: Co-crystals; organogelators; organogels; soft materials; *in situ* diffraction; weak intermolecular interactions

This talk details the synthesis and characterisation of a novel class of low molecular weight organogelator (LMWO) molecules. Through examination of their crystal structures, we were able to probe some of the intermolecular interactions, which shed light on their mechanism of gelation in non-polar media. The aforementioned class of LMWO molecule are urea-based, and as such are synthesised from the combination of reactive precursors. These rapid reactions can be used to form LMWO molecules *in situ*, and gel non-polar media even in sub-zero temperatures.^{1,2}

The investigation of the crystal structures of LMWO molecules led to an investigation into the weak intermolecular interactions between ferrocene and hexafluorobenzene.³ These interactions consist of quadrupolar forces between aromatic rings, with rings of opposite quadrupolar forces forming a stacked crystal structure. Similar to the prototypical benzene: hexafluorobenzene structure, the ferrocene: hexafluorobenzene structure exhibited temperature dependent phase transitions, which have a pronounced effect on the crystal. These phase transitions can be followed with differential scanning calorimetry (DSC), powder X-ray diffraction (pXRD) and single crystal X-ray diffraction (SCXRD). This work led us to examine other stacked co-crystals, and develop a method by which co-crystals can be grown and analysed easily from the melt in SCXRD.⁴

References:

1. “A new family of urea-based low molecular-weight organogelators for environmental remediation: the influence of structure” - W. J. Peveler, H. Packman, S. Alexander et al., *Soft Mater.* 2018, 14, 8821–8827.
2. “In situ formation of low molecular weight organogelators for slick solidification” – JM.R. Peron et al., *RSC Advances* 2020, 10 (23), 13369-13373.
3. “Influence of solvent in crystal engineering: a significant change to the order–disorder transition in ferrocene” - J.C. Bear et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 2020, 142 (4), 1731-1734.
4. “Single-crystal quality data from polycrystalline samples: finding the needle in the haystack” – J.C. Bear, N. Terzoudis and J.K. Cockcroft, *IUCRJ*, 2023, 10, 6.

TRANSVERSE MOMENTUM DISTRIBUTIONS OF THE CHARGED PARTICLES IN p+Pb COLLISIONS AT THE LARGE HADRON COLLIDER

Khusniddin K. Olimov^{1,2,*}, Igor A. Lebedev³, Anastasiya I. Fedosimova^{3,4}, Fu-Hu Liu⁵,
Azizjon Tokhirov¹, Shokhida A. Khudoyberdieva¹, Aziza N. Kakhorova^{1,6}

¹Physical-Technical Institute of Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan
*khkolimov@gmail.com

²National University of Science and Technology MISIS (NUST MISIS), Uzbekistan

³Institute of Physics and Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

⁴Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan,

⁵Institute of Theoretical Physics & Collaborative Innovation Center of Extreme Optics & State Key Laboratory of Quantum Optics and Quantum Optics Devices, Shanxi University, China

⁶Samarkand State University named after Sh. Rashidov, Samarkand, Uzbekistan

In present work, we study the transverse momentum distributions of the charged pions and kaons, protons and antiprotons measured by ALICE Collaboration at midrapidity at seven centrality intervals in p+Pb collisions at $\sqrt{s_{nn}}=5.02$ TeV. The simultaneous fits by both thermodynamically consistent and non-consistent Tsallis distribution with embedded transverse flow describe well the experimental p_T spectra of the analyzed particle species in all considered centrality classes of p+Pb collisions at $\sqrt{s_{nn}}=5.02$ TeV. Non-extensivity parameter q decreases consistently for all analyzed particle species with an increase in centrality (with an increase in $\langle N_{part} \rangle$) of p+Pb collisions at $\sqrt{s_{nn}}=5.02$ TeV. It implies that the degree of the system thermalization and equilibrium increases with a collision centrality, expressed by the fact that the non-extensivity parameter q approaches more to unity (1) with an increase in collision centrality. We observe an inequality q (kaons) $>$ q (pions) $>$ q ((anti)protons) with the non-extensivity parameter q (for kaons) being close to q (for pions), and with significantly lower values of q (for (anti)protons). This finding agrees well with the relation q (baryons) $<$ q (mesons) observed earlier in high-energy nuclear collisions.

The results of the present work for p+Pb collisions at $\sqrt{s_{nn}}=5.02$ TeV have been compared with the corresponding results obtained recently for Xe+Xe collisions at $\sqrt{s_{nn}}=5.44$ TeV and Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{nn}}=5.02$ TeV.

The work of the coauthors from Kazakhstan, Uzbekistan, and China has been supported by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP14869032), Agency of Innovative Development of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of Uzbekistan (Grant № F3-20200929146), and by the National Natural Science Foundation of China (Grant № 11575103) and the Shanxi Provincial Natural Science Foundation (Grant № 201901D111043), respectively.

AVERAGE TRANSVERSE MOMENTA OF THE CHARGED PARTICLES IN Au+Au COLLISIONS FROM THE BES PROGRAM AT THE RHIC

Khusniddin K. Olimov^{1,2,*}, Igor A. Lebedev³, Anastasiya I. Fedosimova^{3,4}, Fu-Hu Liu⁵,
Azizjon Tokhirov¹, Shokhida A. Khudoyberdieva¹, Aziza N. Kakhorova^{1,6}

¹Physical-Technical Institute of Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

²National University of Science and Technology MISIS (NUST MISIS), Uzbekistan

³Institute of Physics and Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

⁴Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan,

⁵Institute of Theoretical Physics & Collaborative Innovation Center of Extreme Optics & State Key Laboratory of Quantum Optics and Quantum Optics Devices, Shanxi University, China

⁶Samarkand State University named after Sh. Rashidov, Samarkand, Uzbekistan

The experimental spectra of the average transverse momentum, $\langle p_t \rangle$, versus the average number of participant nucleons, $\langle N_{part} \rangle$, dependencies of the identified charged particles at midrapidity in Au+Au collisions from the Beam Energy Scan (BES) program at the RHIC in $(s_{nn})^{1/2} = 7-39$ GeV energy range have been described very well with the proposed simple power model function. The degree of flattening of $\langle p_t \rangle$ of the charged pions and kaons, protons and antiprotons in the analyzed heavy-ion collisions in $(s_{nn})^{1/2} = 7-39$ GeV energy range have been investigated analyzing the dependencies of the obtained exponent parameter *alpha* of the simple power function on the particle species and collision energy $(s_{nn})^{1/2}$. On the whole, the exponent parameter *alpha* for the charged kaons, protons and antiprotons decreases noticeably with increasing collision energy of Au+Au collisions from $(s_{nn})^{1/2} = 7$ to 39 GeV. While for the charged pions the power parameter *alpha* decreases weakly in range $(s_{nn})^{1/2} = 7-20$ GeV and practically does not change in region $(s_{nn})^{1/2} = 20-39$ GeV. The significant gap between parameter *alpha* for the protons and antiprotons has been observed in region $(s_{nn})^{1/2} = 7-20$ GeV. The normalization fitting constant *C* and power parameter *alpha* of the simple power function have been strongly anticorrelated for all studied particle species. The differences observed between parameter *alpha* versus collision energy dependencies of the particles and antiparticles have been related to the ratios of antiparticle and particle yields and differences in the mechanisms of production of particles and antiparticles. The observed dependencies of the evolution of the parameter *alpha* with changing Au+Au collision energy for the particles and antiparticles could reflect the interplay between associated particle production, which is dominant at the low energy range of BES at the RHIC, and pair production mechanism, which becomes dominant at the high energy range of BES. It is deduced that the parameter *alpha* can be sensitive to the particle production mechanism(s) and its significant change could be related to the change in mechanisms of particle production or/and phase transitions in a nuclear/hadronic matter.

The work of the coauthors from Kazakhstan, Uzbekistan, and China has been supported by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP14869032), Agency of Innovative Development of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of Uzbekistan (Grant № F3-20200929146), and by the National Natural Science Foundation of China (Grant № 11575103) and the Shanxi Provincial Natural Science Foundation (Grant № 201901D111043), respectively.

АВТОНОМНАЯ ПЕРЕДВИЖНАЯ ОПРЕСНИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Турсунов М.Н. Сабилов Х., Ахтамов Т.З.
Физико-технический институт АНРУз, Узбекистан
muhammadtursunov47@gmail.com

В данной работе приводятся результаты исследования по разработке автономного передвижного устройства опреснения воды на основе использования энергии солнечного излучения для нагрева воды и парообразования, и приведены экспериментальные результаты.

Ключевые слова: фотоэлектрическая батарея, автономное передвижное устройство, опреснения воды, тепловой коллектор, солнечное излучение, рефлектор.

Введение: Запасы пресной воды на Земле составляют 35 млн. км³. Ледники, айсберги, постоянный снег составляют 60% этого объема, подземные воды составляют 30%. находится глубоко под землей [1]. Объем пресной воды (озера и реки) составляет всего 93 тыс. км³. Нерациональное использование воды, стремительное увеличение населения Земли в скором времени приведет нехватке пресной воды [2].

Методы: В данной работе приведены результаты разработки автономной передвижной опреснительной установки и предварительные результаты ее натурных испытаний.

Результаты: Натурные испытания проводились при ясной погоде, температуре воздуха 20-25°C. Объем соленой воды 4,25 л, концентрация соли 12 г/литр. Температура в нижней части теплового коллектора составляла 77°C, а в верхней 91°C, градиент температуры 0.78град./см. Средняя температура внутренней тыльной поверхности теплового коллектора составляет ~ 82°C. Интенсивное парообразование начиналось через 30 минут после начала эксперимента.

Выводы. Анализ результатов показывает, что: 1) низкая производительность получения очищенной воды связано с потерей паров воды из-за обратного возврата в основную массу в коллекторе, 2) необходимо увеличить процесс парообразование введением в тепловой коллектор материалы с высоким коэффициентом поглощения солнечного излучения, приводящее к росту температуры воды в объеме,

Литература

1. З.А. Артурметов. Водные ресурсы и использование воды. Ташкентский государственный аграрный университет. Ташкент. 2007. С. 45.
2. В. Соколов. Пять компонентов водной безопасности Азиатского банка развития: ценный подход к разработке водной политики в странах Центральной Азии. Узбекистан на пути достижения водной безопасности: сборник статей. Ташкент: RedGrey. 2019. С. 40-68.

EAN TRANSVERSE MOMENTA OF PARTICLES IN Au+Au AND Pb+Pb COLLISIONS IN $(s_{nn})^{1/2}=62-5020$ GeV ENERGY INTERVAL AT THE RHIC AND LHC

Khusniddin K. Olimov^{1,*}, Fu-Hu Liu^{2,3,#}, Azizjon Tokhirov¹,
Shokhida A. Khudoyberdieva¹, Bekhzod S. Yuldashev⁴

¹Physical-Technical Institute of Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan, *khkolimov@gmail.com

²Institute of Theoretical Physics & Department of Physics & State Key Laboratory of Quantum Optics and Quantum Optics Devices, Shanxi University, Taiyuan, China, #fuhuliu@sxu.edu.cn

³Collaborative Innovation Center of Extreme Optics, Shanxi University, Taiyuan, China

⁴Institute of Nuclear Physics of Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

In present analysis, we investigate the experimental data on the average transverse momenta of the charged pions and kaons, protons and antiprotons, extracted by STAR collaboration in Ref. [1] at midrapidity ($|y| < 0.1$) for various centralities in Au+Au collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 62.4, 130$, and

200 GeV. The average number of participant protons and the average number of nucleon-nucleon binary collisions corresponding to various centralities of Au+Au collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 62.4, 130,$ and 200 GeV, used in present analysis, have been extracted by STAR collaboration in Ref. [1] from the measured multiplicity distributions, applying the optical and Monte-Carlo Glauber model calculations. We also employ the midrapidity ($|y| < 0.5$) experimental data on the average transverse momenta of the charged pions and kaons, protons and antiprotons at various centralities in Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 2.76$ and 5.02 TeV, obtained by ALICE collaboration in Refs. [2] and [3], respectively. The $\langle N_{part} \rangle$ and $\langle N_{coll} \rangle$ corresponding to various centralities of Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 2.76$ and 5.02 TeV, used in present work, were extracted by ALICE collaboration in Ref. [4] using the Monte-Carlo Glauber model calculations. The $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$ values corresponding to various centralities of Au+Au collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 62.4, 130,$ and 200 GeV have been taken from Ref. [1], and those for Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 2.76$ and 5.02 TeV have been used from Refs. [5] and [6], respectively.

In present analysis we propose the simple power model function

$$\langle p_t \rangle = C \cdot \langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle^\alpha, \quad (1)$$

$$\langle p_t \rangle = C \cdot \langle N_{coll} \rangle^\alpha, \text{ and} \quad (2)$$

$$\langle p_t \rangle = C \cdot \langle N_{part} \rangle^\alpha \quad (3)$$

to describe (parameterize) the experimental midrapidity $\langle p_t \rangle$ versus $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle p_t \rangle$ versus $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle p_t \rangle$ versus $\langle N_{part} \rangle$ dependencies, respectively, of the charged pions and kaons, protons and antiprotons in Au+Au collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 62.4, 130$ and 200 GeV, and in Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 2.76$ and 5.02 TeV. Here C is the fitting normalization coefficient, and α is the power exponent parameter of the power model function. Both the normalization coefficient C and the power exponent parameter α are different in Eqs. (1), (2), and (3), though we use the same symbols in these equations.

The collision energy $(s_{nn})^{1/2}$ dependencies of the power exponent parameter α for the charged pions and kaons, protons and antiprotons, obtained from the separate (independent) minimum χ^2 fits of the experimental midrapidity $\langle p_t \rangle$ versus $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$ (Table 2), $\langle p_t \rangle$ versus $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle p_t \rangle$ versus $\langle N_{part} \rangle$ dependencies of the charged pions and kaons, protons and antiprotons in the analyzed Au+Au and Pb+Pb collisions in $(s_{nn})^{1/2} = 62-5020$ GeV energy range by $\langle p_t \rangle = C \cdot \langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle^\alpha$ (Eq. (1)), $\langle p_t \rangle = C \cdot \langle N_{coll} \rangle^\alpha$ (Eq. (2)) and $\langle p_t \rangle = C \cdot \langle N_{part} \rangle^\alpha$ (Eq. (3)) function, respectively, are demonstrated in Figs. 1(a), 1(b), and 1(c), respectively.

The experimental curves of $\langle p_t \rangle$ versus $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle N_{part} \rangle$ dependencies of the identified charged particles at midrapidity in Au+Au collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 62.4, 130,$ and 200 GeV, and in Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2} = 2.76$ and 5.02 TeV have been parameterized well [7] with the proposed simple power model function. The degree of flattening of the experimental $\langle p_t \rangle$ versus $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle N_{part} \rangle$ spectra of the charged pions and kaons, protons and antiprotons in the analyzed heavy-ion collisions at RHIC and LHC in $(s_{nn})^{1/2} = 62-5020$ GeV energy range has been studied [7] investigating the dependencies of the obtained power exponent parameter α of the simple power model function on the particle species and collision energy $(s_{nn})^{1/2}$. The closer the parameter α to zero, the larger the degree of flattening of $\langle p_t \rangle$ and the earlier this flattening begins on horizontal axis (that is, at lower values of $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle N_{part} \rangle$).

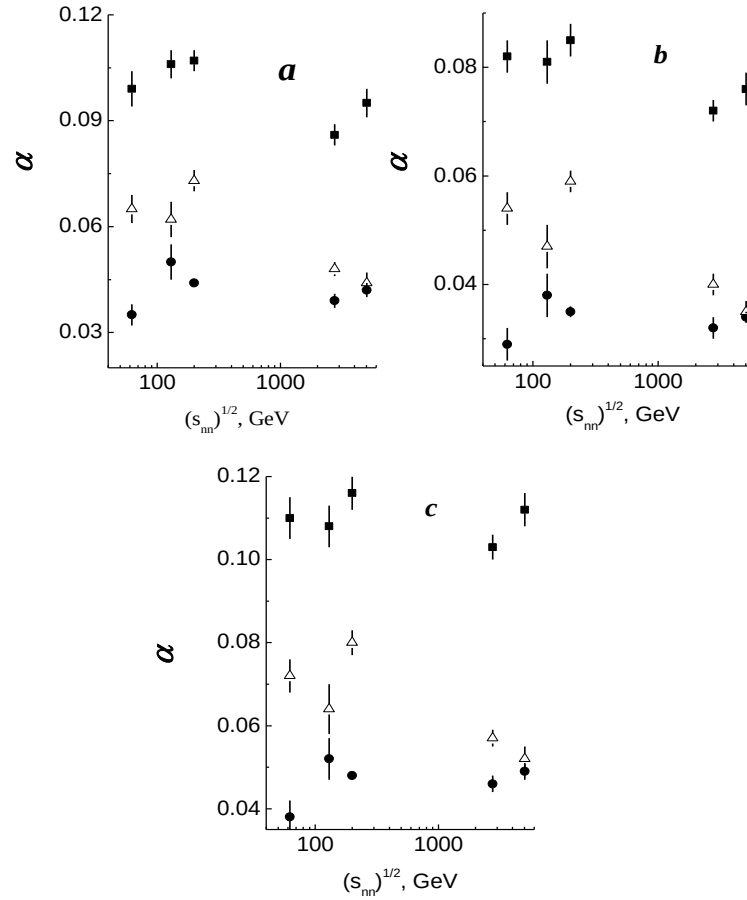


Figure 1 - The collision energy $(s_{nn})^{1/2}$ dependencies of the power exponent parameter α for the charged pions (●) and kaons (Δ), protons and antiprotons (■), extracted from separate (independent) minimum χ^2 fits of the experimental midrapidity $\langle p_t \rangle$ versus $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$ (a), $\langle p_t \rangle$ versus $\langle N_{coll} \rangle$ (b), and $\langle p_t \rangle$ versus $\langle N_{part} \rangle$ (c) dependencies of the charged pions and kaons, protons and antiprotons (in Au+Au collisions at $(s_{nn})^{1/2}=62.4, 130$ and 200 GeV, and in Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2}=2.76$ and 5.02 TeV) by $\langle p_t \rangle = C \cdot \langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle^\alpha$ (Eq. (1)), $\langle p_t \rangle = C \cdot \langle N_{coll} \rangle^\alpha$ (Eq. (2)), and $\langle p_t \rangle = C \cdot \langle N_{part} \rangle^\alpha$ (Eq. (3)) function, respectively

The moderate increase of $\langle p_t \rangle$ of particles at lower values of $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle N_{part} \rangle$ in the analyzed heavy-ion collisions has been attributed to collective flow. A clear mass ordering of $\langle p_t \rangle$, the growth of the average transverse momentum with an increase in particle mass, due to collective flow has been observed.

The degree of flattening of spectra for protons and antiprotons is significantly lower (and, hence, the flattening begins at larger values of $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle N_{part} \rangle$) as compared to those for pions and kaons. At lower collision energies $(s_{nn})^{1/2}$, the degree of flattening is bigger (and, hence, it begins at lower values of $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle N_{coll} \rangle$, and $\langle N_{part} \rangle$) for pions as compared to those for kaons. Then, with an increase in $(s_{nn})^{1/2}$, the degree of flattening for kaons approaches that for pions, with the degree of flattening (the α value) for kaons practically coinciding with that for pions at the largest collision energy $(s_{nn})^{1/2}=5.02$ TeV.

The coincidence of the power exponent parameter α for pions and kaons in Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2}=5.02$ TeV, implying practically identical shapes of $\langle p_t \rangle$ versus $\langle \frac{dN_{ch}}{d\eta} \rangle$, $\langle N_{coll} \rangle$,

and $\langle N_{part} \rangle$ spectra for pions and kaons in these collisions, has been obtained [7]. This result [7] has been interpreted as due to creation of the highly thermalized QGP, where the difference between u , d , and s flavors practically disappears, resulting in the similar mechanisms of production of pions and kaons in Pb+Pb collisions at $(s_{nn})^{1/2}=5.02$ TeV.

References

1. STAR Collab. (B. I. Abelev *et al.*), *Phys. Rev. C* 79, 034909 (2009).
2. ALICE Collab. (B. Abelev *et al.*), *Phys. Rev. C* 88, 044910 (2013), arXiv: 1303.0737v3 [hep-ex].
3. ALICE Collab. (S. Acharya *et al.*), *Phys. Rev. C* 101, 044907 (2020), arXiv: 1910.07678v2 [nucl-ex].
4. ALICE Collab., Centrality determination in heavy ion collisions, CERN Report ALICE-PUBLIC-2018-011 (2018), <https://cds.cern.ch/record/2636623>
5. ALICE Collab. (K. Aamodt *et al.*), *Phys. Rev. Lett.* 106, 032301 (2011).
6. ALICE Collab. (J. Adam *et al.*), *Phys. Lett. B* 772, 567 (2017).
7. Kh.K. Olimov *et al.*, *Intern. J. Mod. Phys. E*, Vol. 30, No. 4, 2150029 (2021).

SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF MATERIALS AT NITROGEN TEMPERATURE

Kenbay A.

Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan

mr.kenbay@gmail.com

Keywords: materials, ethanol, low-temperature cell, cryogenic capillary system, vacuum chamber, IR spectra

Introduction: in this paper we analyze ethanol at low temperature and difference between two cooling methods. The processes of cooling ethanol are absolutely different in these methods. Results of this thesis might be useful for hydrocarbon energetic sphere as fundamental research.

Methods: The first method was carried out by PVD (Physical Vapor deposition) inside cryogenic vacuum chamber. Ethanol gas was injected inside the chamber and deposited in the form of thin film on substrate cooled by Gifford-McMahon machine. The second one was carried out by cooling ethanol from liquid phase using cryogenic capillary system with low-temperature cell placed inside the diffuse reflect attachment for IR Fourier spectrometer. Then were obtained spectra of both samples.

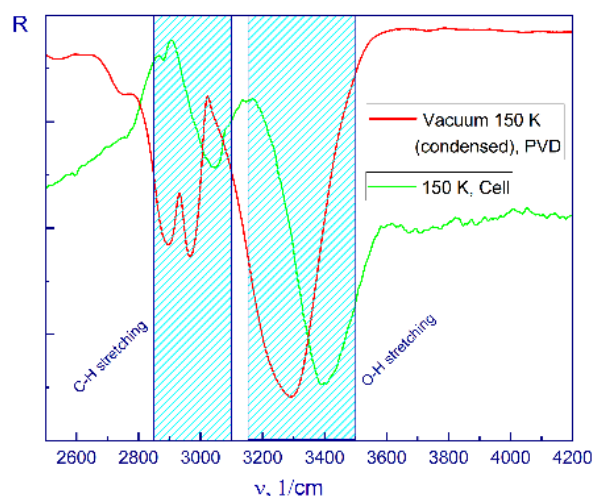


Figure 1 - Spectra of ethanol at 150 K from two experiments

Results: Main result is shown on the Fig. 1. In the experiment with designed low-temperature cell, we can observe hypsochromic shift at 150 K relative to the experiment in vacuum. This is due to the method of obtaining a solid sample, since the vacuum sample is obtained using PVD, and the atmospheric sample is obtained by cooling the liquid phase ethanol. Presence of ethanol functional groups characteristic peaks confirms working capability and efficiency of measurement technique with our cryogenic capillary system and particularly the low-temperature cell.

Conclusion: This work proves the operability of this method and possibility of conducting further researches of many hydrocarbons thermophysical properties.

References

1. Kenbay A.A., Golikov O.Yu., Aldiyarov A.U., Yerezhep D.E. Low-temperature cell for IR Fourier spectrometric investigation of hydrocarbon substances. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2023, vol. 23, no. 4, pp. 696–702. doi: 10.17586/2226-1494-2023-23-4-696-702
 2. Sokolov D.Y., Yerezhep D., Vorobyova O., Golikov O., Aldiyarov A.U. Infrared analysis and effect of nitrogen and nitrous oxide on the glass transition of methanol cryofilms. ACS Omega, 2022, vol. 7, no. 50, pp. 46402–46410. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05090>
-
-

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ ЭРНСТЕ ГЕРБЕРТОВИЧЕ БООС

Рауф Адгамович Мухамедшин

Я, Рауф Адгамович Мухамедшин, по окончании аспирантуры Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова работаю по настоящее время в Институте ядерной физики РАН. Мои научные интересы — физика космических лучей сверхвысоких энергий и астрофизика, физика элементарных частиц, адронные взаимодействия, моделирование ядерно-электромагнитных каскадов с использованием методов Монте-Карло.

На первом этапе работ в институте ядерных исследований имел заочное знакомство с командой Э.Г. Боос по научным трудам в области физики космических лучей и полученных качественно-новых результатов. При анализе взаимодействий в космических лучах, Э.Г. Боос был разработан новый метод оценки энергии первичной частицы в предположении постоянства поперечных импульсов вторичных заряженных частиц. С помощью этого метода удалось оценить долю первичной энергии, переданную на образование мезонов. Следует отметить, что эти и последующие исследования были выполнены в рамках новой формы организации выполнения научных работ - объединения различных лабораторий единой коллаборацией.

Необходимо также отметить исследования Э.Г. Боос в серии экспериментов на мощном ускорительном комплексе частиц высоких энергий в Институте Физики Высоких Энергий (ИФВЭ) в Протвино, под Серпуховом, который был создан в рамках Советско-Французского соглашения по мирному использованию атомной энергии и широкомасштабному изучению фундаментальных проблем взаимодействия протонов и антипротонов высоких энергий. Советский Союз спроектировал и построил в ИФВЭ-Протвино самый мощный в мире на то время ускоритель протонных пучков в 70 ГэВ. Французская сторона в научном центре Сакле разработала и построила крупнейший в мире трековый прибор для исследования взаимодействий частиц высоких энергий – большую жидководородную пузырьковую камеру “Мирабель” с рабочим объемом в шесть кубических метров. В рамках коллаборации “Мирабель” Э.Г. Боос были получены экспериментальные результаты в виде DST (DataStoreTape), где статистика накопленных результатов измерялась сотнями тысяч взаимодействий.

В рамках коллаборации “ATLAS” был внесен вклад в виде металлической, грузоперемещающей платформы, используемой для проведения методических исследований элементов электромагнитного и адронного калориметров установки ATLAS, а также была опубликована работа Higgs-boson study at high mass at the LHC. // ATLAS Internal Note PHYS-No-068, 26 July 1995.

Вступление (1994г.) в международное сотрудничество с Научным центром DESY (немецкий электронный синхротрон, Гамбург, Германия) позволило изучать внутреннюю структуру протона в глубоко неупругих электрон-протонных взаимодействиях при эффективной энергии 300 ГэВ в системе центра масс, что эквивалентно энергии 10^{13} эВ в лабораторной системе координат. Занимаясь проблемами развития передовых информационных технологий и учитывая удалённость лаборатории высоких энергий ФТИ от DESY, Эрнст Гербертович активно способствовал получению грантов ИНТАС и НАТО, результатом которых в 1995 году была построена первая в Казахстане линия спутниковой связи между DESY (Гамбург) и ФТИ (Алматы) через российский спутник. Под научным руководством Э.Г.Бооса защищены 13 кандидатских и 3 докторские диссертации. Ученики Эрнста Гербертовича успешно трудятся в институтах и университетах Республики.

Автор более 460 научных трудов, в том числе 3 монографии.

Э.Г. Боос прекрасно знал английский, немецкий и особенно казахский язык, что вызывало непререкаемое уважение.

Конференция постановила:

1. Опубликовать электронный сборник тезисов конференции на сайте Физико-технического института, Алматы <https://sci.kz/>

2. Из них выбранные орг. комитетом 20 тезисов будут дополнительно опубликованы в спец.выпуске научного журнала Satbayev University «Journal of Energy, Mechanical Engineering and Transport» <https://met.journal.satbayev.university/index.php/journal>

3. Выбранные орг. комитетом несколько материалов будут опубликованы в данном журнале в виде научной статьи.

Организационный комитет конференции и группа организаторов выражают свою огромную благодарность НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан», также Satbayev University за предоставленную возможность и поддержку в организации мероприятия, вместе с тем признательность всем участникам за проявленную интерес.

Организационный комитет конференции

