

INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY SATBAYEV UNIVERSITY

ISBN 978-601-08-3104-9

27 февраля 2023



СБОРНИК ТЕЗИСОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПАМЯТИ АКАДЕМИКА НАН РК ЭРНСТА ГЕРБЕРТОВИЧА БООСА



УДК 001
ББК 72
Қ18

ТОО «Физико-технический институт» Satbayev University

Сборник тезисов Международной научной конференции, которой посвящена память академика Национальной академии наук РК Эрнста Гербертовича Бооса.

ISBN 978-601-08-3104-9



ISBN 978-601-08-3104-9



«ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ИНСТИТУТЫ» ЖШС
SATBAYEV UNIVERSITY

ТОО «ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
SATBAYEV UNIVERSITY

«INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY» LLP
SATBAYEV UNIVERSITY

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі
ЭРНСТ ГЕРБЕРТОВИЧ БООСТЫ
еске алуға арналған Халықаралық ғылыми конференцияның
тезистер жинағы
27 ақпан 2023ж.

Сборник тезисов Международной научной конференции, которой
посвящена памяти академика Национальной академии наук РК
ЭРНСТА ГЕРБЕРТОВИЧА БООСА
27 февраля 2023 г.

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
February 27, 2023.

АЛМАТЫ 2023

Ф.-м.ғ.к. Серикканов А.С. және Кантарбаева Д.О. жалпы редакциясымен.
Под общей редакцией к.ф.-м.н. Серикканова А.С. и Кантарбаевой Д.О.
Under the general editorship of Ph.D. Serikkanov A.S. and Kantarbayeva D.O.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі Эрнст Гербертович Боосты еске алуға арналған Халықаралық ғылыми конференцияның тезистер жинағы, – Алматы, ЖШС ФТИ, 2023. – 66 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 Международной научной конференции, которой посвящена памяти академика Национальной академии наук РК Эрнста Гербертовича Бооса, – Алматы, ТОО ФТИ, 2023. – 66 с. – Англ., рус., қаз.

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, 2023. – 66 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, 27 ақпан 2023 ж.
ТОО «Физико-технический институт» Satbayev University, 27 февраля 2023 г.
«Institute of Physics and Technology» LLP Satbayev University, February 27, 2023.

МАЗМУНЫ СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|
| КРАТКИЙ ОЧЕРК О НАУЧНОЙ И ОБЩЕСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКАДЕМИКА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ЭРНСТА ГЕРБЕРТОВИЧА БООСА Серикканов А.С..... | | 8 |
| ВОСПОМИНАНИЯ ОБ Э.Г.БООС Жаутыков Б.О..... | | 10 |
| РАЗРАБОТКА АДАПТИРОВАННОГО К ДЕЙСТВУЮЩИМ В РЕСПУБЛИКЕ СОЛНЕЧНЫМ, ВЕТРОВЫМ И ГИДРО- ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМ МОДУЛЬНОГО ТИПА ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА МОЩНОСТЬЮ (1 - 3) МВТ Серикканов А.С., Тыныштыкбаев К.Б..... | | 12 |
| ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ НЕЙТРОННО НАВЕДЕННЫХ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ И ЦЕНТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В НЕКОТОРЫХ СТЕАТИТОВЫХ МАТЕРИАЛАХ Саидахмедов К.Х., Нуритдинов И., Идрисов Ш. | | 13 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛУКТУАЦИЙ В РАЗВИТИИ КАСКАДНЫХ ПРОЦЕССОВ Лебедев И.А., Федосимова А.И., Ибраимова С.А., Бондарь Е.А., Лебедева А.А..... | | 15 |
| ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАНОУГЛЕРОД-ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ Хайдаров Р.Р., Гапурова О. У., Галиулин И.Г., Praveen T. Krishnamurthy | | 16 |
| CHAOS REPLACES ORDER: PHASE TRANSITION Mazhit Z., Temiraliev A..... | | 17 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ Зикриллаев Х.Ф., Содиков Т.Б. | | 18 |
| РАЗДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМАХ С ПАРНИКОВЫМИ ГАЗАМИ, ВЫЗВАННОЕ КОНВЕКТИВНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ Косов В.Н, Федоренко О.В., Шаихислямова Ж.Ж..... | | 19 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАКТОРА ВВР-К Мұхаметұлы Б., Мартюшов А.Л. | | 20 |
| ДЕТЕКТОР ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЙТРИНО НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ Садыков Ж.Т..... | | 21 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ ОТДЕЛЬНОГО СЛОЯ ПЕРОВСКИТНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА Омарова Ж.Б., Ережеп Д.Е..... | | 22 |
| ИЗУЧЕНИЕ ГЕОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ Искаков Б.А., Садыков Т.Х. | | 23 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШИРОКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ Махмет Х. Қ. | | 24 |
| ДИФфуЗИОННЫЙ МАССОПЕРЕНОС ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЧЕРЕЗ СЛОЙ ГАЗА- РАЗБАВИТЕЛЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА Сейдаз Т.М., Федоренко О.В. | | 25 |
| THE DIAPHRAGM-MEMBRANE MATERIAL CHOICE FOR THE GAS SEPARATION OF ELECTROCHEMICAL CELLS Zhumabai B., Tynshtykbayev K.V.,..... | | 26 |
| РЕДКИЕ ПРОЦЕССЫ С УЧАСТИЕМ КВАРКОВ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ Боос Э.Э., Нурбакова Г.С., Рустембаева С.Б. | | 28 |
| RESTORING THE OPTICAL PROPERTIES OF SCENE USING DIFFERENTIABLE RENDERING BASED ON EMBREE API IMPLEMENTATION Argynova K.A., Zhdanov D.D. | | 29 |
| ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ В ПОТСДАМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ Токмолдин Н.С., Йоахим Фольбрехт, Дитер Неер, Сафа Шоаи..... | | 31 |
| SELF-ORGANIZATION EFFECTS OF THIN ZNO LAYERS ON THE SURFACE OF POROUS SILICON BY FORMATION OF ENERGETICALLY STABLE NANOSTRUCTURES Zhapakov R.Zh., Murzalinov D.O., Seredavina T.A..... | | 31 |
| ПОЛУЧЕНИЕ КРИОКРИСТАЛЛОВ N20 МЕТОДОМ КОНДЕНСАЦИИ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ Акылбаева А.К., Ережеп Д. Е. | | 33 |
| IDENTIFICATION OF THE PROCESS OF FORMATION OF A NANOCRYSTALLINE STRUCTURE ON THE SURFACE OF POR-SI/ZNO BY MICROSCOPY AND ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE Murzalinov D.O., Seredavina T.A. | | 34 |
| ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НЕКОТОРЫХ РЗЭ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ ХРОМИСТЫХ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ Паничкин А.В., Ускенбаева А.М., Кенжегулов А.К., Мамаева А.А., Кшибекова Б.Б., Имбарова А.Т., Алибеков Ж.Ж. | | 36 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЧАСТИЦ И ТОЛЩИНЫ СЛОЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЖИДКОСТНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ MWCNT Жураев Т.И., Каримов Т..... | | 37 |
| ИМПУЛЬСЫ К РАЗВИТИЮ «ЗЕЛЁНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ» УЗБЕКИСТАНА Содиков Т.Б. | | 38 |
| ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛАБОРАТОРИИ ЕВРАЗИЙСКОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ» Корзникова Е.А..... | | 40 |
| SYNTHESIS AND RESEARCH OF SUPERCONDUCTOR BASED ON BSCCO Serua T..... | | 41 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ Δ^0 -ИЗОБАР В АДРОН- И ЯДРО-ЯДЕРНЫХ СОУДАРЕНИЯХ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ Олимов К., Хурамов Ж., Олимов А.К., Сувонов А.И. | 42 |
| ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛПІЛЕР ӘДІСІ Карайдарова З.Б., Байтимбетова Б.А., Тягунов А.Г., Мильдер О.Б., Тарасов Д.А., Ибраева Ж.Е., Телешова А.Б. | 43 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НА ПРИМЕРЕ ДВУМЕРНОГО МОНОКРИСТАЛЛА Брызгалов В.А., Корзникова Е.А., Дмитриев С.В., Бебихов Ю.В. | 44 |
| ТЕРМОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В СТРУКТУРЕ n -Si- n -(Si ₂) _{1-x} (GaN) _x Саидов А.С., Усмонов Ш.Н., Ишниязов Т.Т., Сапаров Д.В., Кремков М.В. | 46 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИИ ОТ КОРРОЗИЙ Бекен Б., Гапуров Е., Кали А., Кенесов Е. | 47 |
| НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ЯДЕР ⁴ He В ¹⁶ OP-СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 3.25 А ГЭВ/С Олимов А.К. | 48 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ PV SYST Турсунов М.Н., Сабилов Х., Холов У.Р. | 49 |
| ИК-СПЕКТРЫ КРИОКОНДЕНСАТОВ СМЕСЕЙ АЗОТА И АРГОНА С ВОДОЙ Воробьева О.Д., Соколов Д.Ю. | 50 |
| СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ (Si ₂) _{1-x} (GaN) _x Саидов А.С., Усмонов Ш.Н., Ишниязов Т.Т. | 51 |
| СИНТЕЗ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ СТРУКТУР ДЛЯ ШИРОКОГО ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ Кыдырбай Г., Байтимбетова Б.А. | 52 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕТЕРОСТРУКТУРНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ОСВЕЩЕННОСТИ СОЛНЕЧНЫМ СВЕТОМ Атабоев О.К., Кабулов Р.Р., Теруков Е.И., Утамурадова Ш.Б. | 53 |
| ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА СОЛНЕЧНОМ СВЕТЕ Пайзуллаханов М.С., Шерматов Ж.З., Ражамагов О.Т. | 54 |
| ВЛИЯНИЕ УСКОРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА СТРУКТУРУ КРИСТАЛЛА TlIn _{1-x} Cr _x S ₂ (x=0.01) Халлоков Ф.К. | 56 |
| ГЕТЕРОПЕРЕХОДНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ Атабоев О.К., Теруков Е.И. Кабулов Р.Р., Утамурадова Ш.Б. | 57 |
| ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ В СТРУКТУРЕ МЕТАЛЛА МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА УТОРНОГО ШВА Бабичев Р.Г., Корзникова Е.А. | 58 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ АМОРФНЫХ ПЛЕНОК ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ Турсын Е.Ә., Байтимбетова Б.А. | 60 |
| РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАДИОСПЕКТРОМЕТРА ГАММА ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ИЗОТОПОВ НА ОСНОВЕ ТДС Раджапов С.А., Муллағалиева Ф.Г., Раджапов Б.С., Марипов И.И., Отабоев С.К. | 62 |
| ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНАЙЫЛЫҚТЫ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛЕРІ Арымбеков Б.С., Туреханова К.М. | 63 |
| РЕШЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ АКАДЕМИКА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РК ЭРНСТА ГЕРБЕРТОВИЧА БООСА | 65 |

КРАТКИЙ ОЧЕРК О НАУЧНОЙ И ОБЩЕСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКАДЕМИКА НАН РК ЭРНСТА ГЕРБЕРТОВИЧА БООСА

Серикканов Абай Серикканович

к.ф.-м.н., директор ТОО «Физико-технический институт» Satbayev University

e-mail: a.serikkanov@sci.kz



Э.Г. Боос родился 17 августа 1931 года в деревне Кир-Ички Нижнегорского района Крымской области в семье служащего. Мать Эрнста скончалась в 1931 году. Отец после повторного брака с 1936 года проживал в Москве, был ранен при бомбежке осенью 1941 года, в том же году был репрессирован и умер в заключении в 1942 году. В 1956 году он был реабилитирован за отсутствием состава преступления. Все заботы по воспитанию Эрнста взяла на себя его тетя по отцу Боос Элла Леонгардовна, ставшая его приемной матерью.

С началом Великой Отечественной войны граждане немецкой национальности были высланы из мест своего постоянного проживания в отдаленные районы Казахстана и Сибири. Так в 1941 году семья Боосов оказалась в ауле Боз-Гуль Казалинского района Кзыл-Ординской области (отсюда у Эрнста было прекрасное знание казахского языка), а в 1943 году - в городе Казалинске.

В 1949 году по окончании школы Э.Г. Боос переехал в город Алма-Ату и поступил на физико-математический факультет Казахского государственного университета им. С.М. Кирова. В 1954 году он закончил с отличием университет и был направлен на работу в учреждение народного образования Алма-Атинской области. В 1955 году перешел на работу в Физико-технический институт Академии наук Казахской ССР. Директор института, будущий академик Ж.С. Такибаев, заметил его способности и трудолюбие, не обращая внимания на формальные сложности, принял на работу в ФТИ АН КазССР. Рост и становление Эрнста Гербертовича как крупного ученого в области физики элементарных частиц и в других областях человеческого знания тесно связаны с работой в институтах Академии наук Казахстана, где он прошел путь от аспиранта до академика НАН РК.

Еще в годы аспирантуры и работы над кандидатской диссертацией он проявил желание и способности исследовать процессы множественного рождения вторичных частиц при высоких энергиях. При анализе ливней, образованных в космических лучах, им был разработан новый метод оценки энергии первичной частицы в предположении постоянства поперечных импульсов вторичных заряженных частиц. Именно в рамках этого метода ему удалось оценить долю первичной энергии, переданную на образование мезонов. Оказалось, что не вся энергия затрачивается на образование частиц, что противоречило предсказаниям гидродинамической модели. В 1961 году Э.Г. Боос защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование ядерных взаимодействий нуклонов по распределению поперечных импульсов генерированных частиц».

С 1962 года Эрнст Гербертович руководит лабораторией, сосредоточив ее деятельность на исследовании свойств неупругих взаимодействий протонов и антипротонов с нуклонами и атомными ядрами, используя результаты, полученные при облучении ядерных фотоэмульсий и пузырьковых камер на ускорителях элементарных частиц. Им было установлено, что в малолучевых реакциях эксклюзивного типа основное рождение мезонов происходит через предварительное возбуждение соударяющихся нуклонов до резонансных состояний.

В аннигиляционном канале антипротон-протонных взаимодействий при энергии 10^{10} эВ Э.Г. Боос с сотрудниками обнаружили запоминание зарядов взаимодействующих частиц вторичными пионами, что указывает на проявление партонной структуры нуклонов.

Как представитель школы физиков, возглавлявшийся академиками А.А. Логуновым и А.М. Балдиным, используя идеи Нобелевских лауреатов Дж. Бьеркена о партонной структуре нуклонов

и Р.Фейнмана о масштабной инвариантности структурных функций, Эрнст Гербертович в семидесятые годы начал интенсивно изучать важные для построения теории сильных взаимодействий свойства инклюзивных реакций в неупругих протон-нуклонных взаимодействиях при ускорительных энергиях. Он, в соавторстве с сотрудниками лаборатории, создает скейлинг-инвариантную модель рождения частиц на основе минимизирующего волнового пакета, которая позволяет определить явный вид структурной функции для инклюзивной реакции. Все это легло в основу докторской диссертации «Исследование множественного образования адронов в протон-нуклонных взаимодействиях при энергиях, достижимых на ускорителях», защищенной им в Ученом совете Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований (Дубна) в 1975 году.

Многие годы, возглавляя лабораторию, Эрнст Гербертович читал лекции в КазГУ, АГУ и в КазЖенПИ. В 1978 году ему присваивается звание профессора.

Как известно, в области физики высоких энергий успех исследований во многом определяется концентрацией усилий многих коллективов. В этом плане Э.Г. Боос, проявляя инициативу, добивался того, что руководимая им лаборатория участвовала в работе многих союзных и международных сотрудничествах под эгидой ОИЯИ (г. Дубна) и ИФВЭ (г. Протвино) (например, советско-французское сотрудничество с использованием водородной пузырьковой камеры «Мирабель», международные сотрудничества на базе ВПК «Людмила» и искровой стримерной камеры «Риск»).

С увеличением энергии сталкивающихся частиц значительно повышается роль измерительной техники для регистрации ядерных взаимодействий. В ранге руководителя лаборатории Эрнст Гербертович много усилий и внимания уделял модернизации методики обработки и анализа фотоснимков ядерных взаимодействий, полученных с помощью пузырьковых камер. Он, вместе со своими сотрудниками, разработал метод анализа и автоматизированного измерения плотности ионизационных потерь заряженных частиц, зарегистрированных на снимках с пузырьковых камер.

Свой вклад Эрнст Гербертович внес в исследование атмосферных ливней, образованных космическими лучами. Он развил каскадно-вероятностный метод, который оказался весьма эффективным при вычислении спектров вторичных частиц и их углового распределения на различных глубинах атмосферы. Впоследствии этот метод был успешно применен и в других областях физики.

Исследование нуклон-ядерных столкновений с помощью методики ядерной фотоэмульсии позволило полнее понять процессы полного разрушения атомных ядер частицами высоких энергий.

Научная, научно-организационная и научно-педагогическая деятельность Э.Г. Бооса получила высокую оценку научной общественности, и он был избран в 1983 году членом-корреспондентом Академии наук Казахской ССР, а в 2003 г. - действительным членом (академиком) Национальной Академии Наук Республики Казахстан.

В 1990 году на альтернативных выборах коллектив избрал его директором Института физики высоких энергий. Будучи директором, он уделял большое внимание налаживанию связей с ведущими научными центрами Европы; обретение Казахстаном независимости дало возможность расширить это сотрудничество. Удачно развивались совместные работы с Немецким ускорительным центром DESY.

Совместно со своими учениками он развил исследования вклада связанных состояний вакуум-инстантонов и вклада оддеронных траекторий в глубоконеупругое электрон-протонное рассеяние. В рамках этого сотрудничества получены важные результаты по распределениям кварков и глюонов внутри нуклонов, вкладу чармированных мезонов и ряд других результатов, подтверждающих предсказания стандартной модели при энергии, достигнутой на ускорителе HERA (10^{13} эВ).

В 90-ые годы был сделан определенный вклад в развитие методики определения энергии с помощью жидкоаргонового калориметра детектора ATLAS Европейского центра ядерных исследований (ЦЕРН, Женева). К сожалению, экономический кризис в Казахстане не позволил развиваться полноценному сотрудничеству с ЦЕРН.

Занимаясь проблемами развития передовых информационных технологий, Эрнст Гербертович активно способствовал получению грантов НАТО и INTAS, что позволило установить в ИФВЭ НАН РК наземную станцию спутниковой связи. Это дало Институту возможность успешно интегрироваться в международный процесс научных исследований. Через станцию спутниковой связи научные, учебные и иные общественные организации города Алматы, объединившись в некоммерческую научно-образовательную сеть, получили доступ к ресурсам интернета. На этой

базе в настоящее время функционирует научно-образовательная сеть КазРЕНА, у истоков которой стоял Э.Г. Боос. Э.Г. Боос являлся научным руководителем программы «Изучение динамики взаимодействия элементарных частиц при высоких энергиях», был научным руководителем республиканской программы «Гелиобиотерм» по исследованиям нетрадиционных, экологически чистых источников энергии. Тревога мировой общественности о состоянии окружающей среды стимулировала его на исследование колебаний уровней Каспийского и Аральского морей.

Много сил и энергии Эрнст Гербертович отдавал научно-организационной и общественной деятельности: в течение ряда лет он был членом Бюро Отделения физико-математических наук Академии наук Республики Казахстан, членом Высшей Аттестационной Комиссии РК, являлся президентом Научного объединения немцев Казахстана.

Под научным руководством Э.Г.Бооса защищены 13 кандидатских и 3 докторские диссертации. Им опубликованы 3 монографии, свыше 460 научных статей. Результаты исследований докладывались на различных конференциях, симпозиумах, совещаниях. Начиная с 1951 года, регулярно, раз в два года, проводятся международные Рочестерские конференции, на которых обсуждаются основные результаты, полученные в области физики высоких энергий. Эрнст Гербертович принял участие в работе пяти Рочестерских конференций: 1970г. (Киев), 1976г. (Тбилиси), 1990г. (Сингапур), 1994г. (Глазго), 2004г. (Москва). Ученики Эрнста Гербертовича успешно трудятся в институтах и университетах республики. По рекомендациям академика Э.Г. Бооса более 10 специалистов были направлены для стажировки в зарубежные научные центры.

За успехи в научной и педагогической деятельности Э.Г. Боос был награжден Почетной грамотой Верховного Совета КазССР, медалями «Ветеран труда», «Ерен еңбегі үшін», «1941 - 1945жж. Ұлы Отан соғысындағы Жеңіске 65 жыл», Почетными грамотами и нагрудными знаками Президиума АН КазССР и ЦК профсоюза Министерства науки и образования Республики Казахстан.

В последнее время академиком Э.Г. Боосом были установлены научные контакты с институтом ядерной физики Немецкого Технологического Центра в Карлсруэ (KIT), который в рамках соглашения финансирует Интернет-связь с DESY для ТОО «Физико-технический институт». Проводились совместные исследования вклада радиоизлучения заряженных частиц в широких атмосферных ливнях для определения энергии первичного космического излучения в области энергий, недостижимых в земных условиях.

Выдающийся физик, организатор науки, человек высокой эрудиции и культуры, Эрнст Гербертович Боос отдал все силы прогрессу науки и образования в Казахстане, усилению международного сотрудничества.

У Боос Эрнста Гербертовича и его супруги Боос Елены Эдмундовны есть два сына Боос Эдуард Эрнстович д.ф.-м.н. профессор, член-корреспондент РАН директор научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Боос Герман Эрнстович, Professor, University of Wuppertal, Германия два внука, одна внучка и одна правнучка.

У Эрнста Гербертовича воплотились лучшие черты человека: его отличали высокий профессионализм и подлинная гражданственность, чувство долга и преданность делу, глубокая интеллигентность и широкая эрудиция, порядочность и надежность, скромность и уважение к людям.

Эрнст Гербертович был увлеченным учёным, наука была его главной страстью. Он всегда не остановился на достигнутом, а хотел продолжать, добиться ещё большего. Многие помнят его именно таким - неутомимым и настойчивым, тружеником науки и отзывчивым человеком, авторитетным учёным и интеллигентным собеседником, учителем и коллегой.

Память об Эрнсте Гербертовиче будет жить в сердцах людей, которым посчастливилось работать с ним, кто когда-либо общался с ним.

Из «Памяти ученого» // Известия НАН РК Серия Физ-мат. №2 – 2017.

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ Э.Г.БООС

Жаутыков Булат Орымбекович

Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, к.ф.-м.н

E-mail: info@sci.kz

В начале своей работы в Институте ядерной физики я был в составе лаборатории космических лучей. Но мне не очень нравились те неопределенности, которые имеют место в исследованиях космических лучей. Поэтому я постарался перейти в лабораторию элементарных частиц, которой руководил Э.Г. Боос. Он согласился на мой переход и с этого момента моя научная деятельность и жизнь уже развивалась вместе с Э.Г. Боос.

Моя работа пошла под его руководством. И вот в начале нашей уже совместной деятельности меня поразила его эрудиция, его компетентность, трудолюбие и трудоспособность (мы должны были уезжать по завершению трудового дня, а он оставался работать и возвращался домой много позже).

Наша лаборатория была экспериментальная и включала в себя многочисленный персонал как лаборантский, так и научный. В лаборатории использовались как методика ядерных фотоэмульсий, так и измерения взаимодействий, полученных со снимков водородной и дейтериевой пузырьковых камер, которые нам любезно предоставил ЦЕРН.

По завершению работ с пузырьковыми камерами мы благодаря контактам Э.Г. Боос вошли в международную коллаборацию “Мирабель” в городе Протвино (ИФВЭ ГКНТ СССР), которая использовала самую большую в мире водородно-пузырьковую камеру Мирабель. Уже в рамках этой коллаборации мы получили экспериментальные результаты в виде DST (Data Store Tape), где статистика накопленных результатов уже измерялась сотнями тысяч взаимодействий.

В стране происходили перемены и в период “перестройки” Э.Г. Боос был избран директором нашего тогдашнего ИФВЭ. Его деятельность как директора была направлена на установление более тесных связей с передовыми зарубежными центрами. Наша лаборатория вошла в коллаборацию “ATLAS”, куда мы внесли свой вклад, в качестве ее участников, в виде металлической, грузоперемещающей платформы, используемой для проведения методических исследований элементов электромагнитного и адронного калориметров установки АТЛАС. Хотелось бы отметить, что в одной из командировок Э.Г. Боос вместе с Покровским Н.С. была опубликована работа Higgs-boson study at high mass at the LHC. // ATLAS Internal Note PHYS-No-068, 26 July 1995. Развал СССР и становление независимого Казахстана, невероятный спад в экономике не позволили нам остаться в этом сотрудничестве, поскольку мы были обязаны вносить свой вклад либо финансово, либо материально (он мог быть и достаточно символическим). Мы такой возможности не имели.

Руководство Академии наук республики Казахстан не сочло возможным сохранить ИФВЭ и произошло наше слияние с Физики-Техническим Институтом, который в свое время выделился из нашего ИФВЭ.

Благодаря жизнестойкости, умению найти подход к людям, находить нужные контакты Эрнста Гербертовича мы вошли в коллаборацию “ZEUS” германского научного центра DESY (Немецкий электронный синхротрон). Лаборатория численно уменьшилась, возможности сократились, но научная деятельность сохранялась в рамках сотрудничества ZEUS вплоть до кончины Эрнста Гербертовича. И все его попытки привлечь способную молодежь оказались тщетными. Хорошие ребята были, Эрнст Гербертович отправлял их на летние школы в DESY, некоторые из них работали в лаборатории, но рыночная экономика оказывалась сильнее, чем спокойная, но малоодоходная жизнь в науке, и они уходили в коммерческие структуры.

Я хотел бы отметить ту сторону его общественной деятельности, которая оказывала значительное влияние на многие стороны жизни нашей лаборатории, института и не только института. Он был одним из первых инициаторов Интернета в Казахстане. Благодаря ему Институт смог выиграть гранты INTAS и NATO, которые обеспечили установку приемной антенны на здании института и соответствующего электронного оборудования для входа во Всемирную Сеть. Была создана научно-образовательная сеть, которая включала в себя вузы и некоторые научные учреждения. Участники этой сети имели доступ к ресурсам Интернета. Значение этого трудно переоценить.

Э.Г.Боос установил плодотворные контакты с институтом в городе Карлсруэ, который занимался исследованиями в области космических лучей. Благодаря этому взаимодействию был получен грант на приобретение соответствующего оборудования для изучения грозových явлений при регистрации ШАЛ. Это оборудование функционирует на нашей установке в горах.

Но не все такие общественно-научные инициативы заканчивались удачно. В период нашего пребывания в сотрудничестве АТЛАС его руководство обратилось с просьбой выяснить, можно ли изготовить на Ульбинском металлургическом заводе (г. Усть-Каменогорск) вакуумную камеру, где происходят столкновения частиц встречных пучков, полученных в коллайдере. Суть была в том, что камера должна быть изготовлена из бериллия, который получают в Казахстане на УМЗ и который обладает специфическими технологиями по обработке бериллия. Дело в том, что сам по себе бериллий не токсичен, а вот продукты его обработки (пыль, мелкие стружки и т.п.) очень ядовиты. В Европе технологий обработки бериллия нет. Но крайняя напряженность внутри руководства УМЗ (в связи возможным исполнением заказа) и его рвачество (затребовало миллион долларов за исполнение) привело к тому, что АТЛАС передал этот заказ американской фирме Браш энд Веллман.

Теперь относительно наших т.е. моих и Э.Г. Боосом отношений. За время нашей совместной работы у меня сложились очень дружеские, можно сказать почти родственные отношения. Он помимо того, что был беспредельно предан науке, обладая высочайшим интеллектом, был очень добрым, совершенно незлобивым человеком с отходчивым характером. Кроме всего прочего отличался высокой культурой человеческих отношений, был человеком весьма разносторонних дарований. В качестве примера: на праздновании в лаборатории женского дня 8 марта он произнес шутивное стихотворение собственного сочинения и сыграл нам на мандолине, которую принес с собой. Я, как и все остальные присутствовавшие, были восхищены таким творческим экспромтом.

В моей частной жизни Эрнст Гербертович сыграл, можно сказать, определяющую роль.

В 1989 году надо было устроить моего 7-летнего сына в школу с английским уклоном. Но по месту проживания мы никак не подходили для этого. К сожалению, мой отец незадолго до этого скончался, и я был сильно озабочен этой ситуацией. Эрнст Гербертович спросил меня какие у меня проблемы, естественно я ответил, он тут же при мне выясняет телефон директора этой школы, набирает его и, представляясь, убедительно просит Гизелу Михайловну пойти навстречу, она была весьма польщена обращением к ней Гербертовича. Сын закончил эту школу, затем КИМЭП и завершил свое образование в Германии.

Моя супруга, с которой мы живем вместе больше 40 лет была лаборантом, он принял ее на работу, обещая при этом обеспечить режим наибольшего благоприятствования, поскольку она училась в институте заочно. Все это помогло ей впоследствии сделать успешную карьеру.

Не могу не упомянуть его приемную мать Элли Леонгардовну (тетю по отцу, который был репрессирован в 1941г.) она взяла всю ответственность за воспитание Эрнста Гербертовича на себя. В нечеловеческих условиях переселения немцев во время ВОВ она выживала вместе с ним. Эрнст Гербертович рассказывал мне как ручная швейная машинка, которую они смогли увезти с собой помогала им выжить в это время. Она в этих условиях смогла выучить немецкому языку своего воспитанника. Уже в то время, когда я был знаком с Э.Г.Боосом, она жила с ним и помогала растить и воспитывать его сыновей. Как то, раз я случайно (по необходимости) оказался в доме у Эрнста Гербертовича где его мама проводила урок немецкого языка с Германом, который тогда был школьником.

И, заканчивая свои краткие воспоминания, я хочу сказать, что я проработал в Институте всю жизнь. И все это время мне было хорошо и комфортно, потому что я работал с Эрнстом Боосом. Он был замечательный человек, с которым свела меня судьба.

Я был последним человеком, кроме медицинского персонала, из близких ему людей, с которым общался Эрнст Гербертович. Я навестил его вечером в субботу в больнице и, беседуя о разном, мы договорились о встрече в понедельник, чтобы я смог выполнить его просьбу. А утром в воскресенье меня известили о его кончине...

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ КОНФЕРЕНЦИИ**РАЗРАБОТКА АДАПТИРОВАННОГО К ДЕЙСТВУЮЩИМ В РЕСПУБЛИКЕ СОЛНЕЧНЫМ, ВЕТРОВЫМ И ГИДРО- ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМ МОДУЛЬНОГО ТИПА ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА МОЩНОСТЬЮ (1 - 3) МВт**

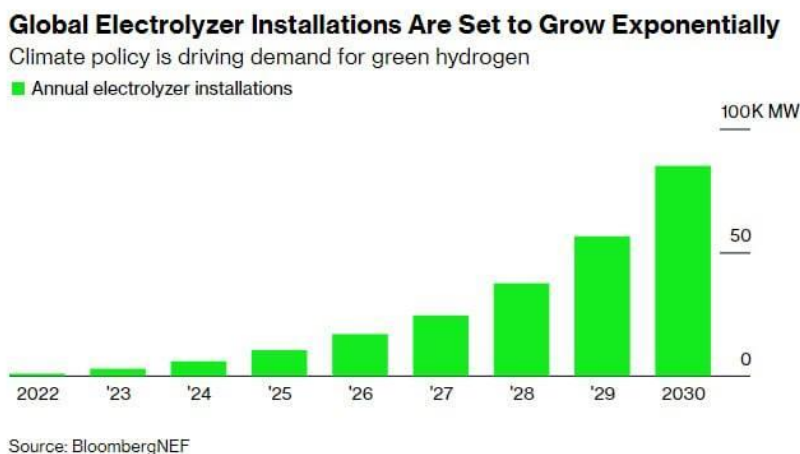
Серикканов А.С., Тыныштыкбаев К.Б.
Satbayev University, ТОО «Физико-технический институт», Алматы
info@sci.kz

Посвящается памяти Академиков
Бооса Эрнеста Гербетовича
Такибаева Жабагы Сулейменовича

Ключевые слова: водород, электролизер, водород

«Зеленый» водород через электролиз воды – это топливо будущих поколений. Для этого ставится задача наладить производство чистого водорода с помощью электролизеров больших мощностей, установленных на солнечных, ветровых и гидро-электростанциях, так называемых, «водородных долинах». Это позволит конкурировать по стоимости с производителями низкоуглеродного и «серого» водорода из природного метана и нефтепродуктов без улавливания углекислого газа CO₂ и перейти к полной декарбонизации будущей энергетики - достижение нулевого уровня выбросов углерода.

Электролизеры идеально подходят для этих целей. Эффективность (КПД) электролизеров порядка 80% и выше, КПД кремниевых солнечных батарей 15 – 20%, суммарная эффективность солнечного электролизера получения водорода 12 – 16 %, что выше КПД наиболее развитых солнечных фотоэлектрохимических ячеек на кремниевых фотоэлектродах, 5.0 – 11.5 %. И, в связи с этим, согласно мировой статистики по электролизерам, спрос на электролизеры в ближайшие годы резко возрастёт.



<https://www.facebook.com/groups/renewableenergyresearch/permalink/1228099501123744/?mibextid=Nif5oz>

Согласно Европейского патентного бюро (ЕРО) США, ЕС и Япония лидируют в области патентов по водородной энергетике, – Япония получила 24% всех водородных патентов, выданных в период с 2011 по 2020 год, США – 20%, а Германия – 11%, ЕС в целом достиг 24%, а Китай – лишь 4%.

Лидеры в патентах на водород французская компания Air Liquide, немецко-американская Linde, далее немецкие BASF, Siemens и Bosch.

Примечательно, что Саудовская Аравия (СА), создавшая первую в мире солнечно-водородную установку (1993г.) и во многом схожая с нашей страной (большая территория 1 960 582км², / РК - 2 725 000 км² при численности населения 24 млн. СА/ 19 млн. РК;

крупнейший экспортер нефти - 26 % мировых запасов нефти СА/ 1,8% РК; в основе экономики обеих стран - экспорт нефтепродуктов, 75 % доход бюджета СА / 44% - РК; ВВП на душу населения – \$10 600 СА / \$9 812 РК (2018 г.), активно развивает солнечно-водородную энергетику, как наиболее перспективную энергетику будущего.

Наиболее эффективная технология производства чистого водорода в больших объемах это – щелочная технология. Мощность электролизера зависит от модульности ячеек, состава вспомогательных систем в ячейках и во всей установке, и параметров установки.

Электролизеры идеально подходят для балансировки неравномерности возобновляемых источников энергии за счет использования избытка энергии в промышленных электросетях для производства водорода в темное время суток.

Целью программы является разработка модульного типа электролизера, адаптированного к подключению к действующим в Республике солнечных, ветровых и гидро-, электростанций, что позволит дальнейшее масштабирования его в богатых солнечной, ветровой и гидро-, энерго-энергетикой регионах страны.

Программа разработана на основе современных мировых достижений и собственных научных результатов исследований, проводимых в течение многих лет Физико-техническим институтом г. Алматы, флагмане отечественной науки в области солнечной энергетики, имеющий высококвалифицированные кадры и современную научно-технологическую и экспериментальную базу, заложенную в свое время Директорами Института физики высоких энергий (Физико-технический институт) Академии наук Казахской ССР Академиками Жаблага Сулейменовичем Такибаевым и выдающимся казахским физиком немецкого происхождения Эрнестом Гербетовичем Боосом, памяти которого посвящена эта конференция.

УДК 621.315.61:539.2

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ НЕЙТРОННО НАВЕДЕННЫХ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ И ЦЕНТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В НЕКОТОРЫХ СТЕАТИТОВЫХ МАТЕРИАЛАХ

Саидахмедов К.Х., Нуритдинов И., Идрисов Ш.

Институт Ядерной Физики АН РУз, пос. Улугбек, 100214, Ташкент, Узбекистан
skhahramon@yandex.ru

Ключевые слова: стеатитовая керамика, реакторное облучение, гамма-, рентгенолюминесценция

Введение. Благодаря хорошим физико-химическим свойствам керамика является ключевым инженерным материалом во многих областях промышленности, в том числе в атомной энергетике. Оценка повреждений керамики в излучающих средах – сложная и актуальная задача. В связи с этим нами была изучена кинетика отжига нейтронно-наведенных дефектов и восстановление центров люминесценции в стеатитовых керамиках СК-1 и СНЦ.

Методы и объекты исследования. Основными фазами керамик являются кристаллы метасиликата магния $MgSiO_3$ с размерами зёрен 3-8 мкм, занимающие 60-70% объема керамик, и стекло сложного состава. Различие керамик СК-1 и СНЦ заключается в составе стеклофазы. Образцы керамик были облучены на реакторе флюенсами 10^{17} - 10^{19} н/см². Методы исследования: гамма-, рентгенолюминесценция (ГЛ, РЛ), изохронный отжиг. Отжиг облученных образцов проводился в температурном интервале 0÷1100°С. Время

отжига в каждой фиксированной температуре составляло 15 минут через каждые 100°C. Содержание примесей определялось методом нейтронно-активационного анализа.

Результаты и их обсуждение. Результаты измерения термолюминесценции (ТЛ), диффузного отражения (ДО) и ЭПР измерения показали, что в стеатитовых керамиках СК-1 и СНЦ при высоких дозах γ -излучения и реакторном n° - γ -облучении образуются структурные дефекты [1,2]. Хотя стеатитовые керамики диэлектрики и не являются люминофорами, но в спектрах гамма- и рентгенолюминесценции (ГЛ, РЛ) наблюдалось свечение с максимумом при $\lambda=640$, которое было обусловлено ионами Mn^{2+} . Это было также подтверждено методом ЭПР (т.е. зарядовое состояние), а также методом нейтронно-активационного анализа была установлена концентрация примеси Mn в исследуемых керамиках: в СК-1 в количестве $\sim 7 \cdot 10^{-3}$, а в СНЦ $\sim 6,45 \cdot 10^{-3}$ масс. %.

При γ -облучении за счет излучательно-реабсорбсионного процесса интенсивность люминесценции (ГЛ, РЛ) существенно не изменялась в обоих типах керамик. При реакторном n° - γ -облучении наблюдалось уменьшение интенсивности свечения с максимумом при $\lambda=640$ нм. Специфика реакторного облучения отличается от γ -облучения. Известно, что под воздействием реакторного n° - γ -облучения при упругих и неупругих взаимодействиях образуются множество структурных дефектов в виде смещенных атомов и вакансий из узла кристаллических решеток, а также их комплексов. Наличие дефектов приводит к диссоциации или схлопыванию АЛЭ и рекомбинации электронов и дырок. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению диффундирующей энергии электронных возбуждений (ЭЭВ) и, следовательно, к снижению вероятности встречи ЭЭВ с активаторными центрами свечения. Последние обуславливают уменьшение интенсивности свечения ионов Mn^{2+} . Процесс изохорного отжига показал, в температурном интервале 100÷500°C в спектрах ГЛ и РЛ существенных изменений не наблюдается, за исключением весьма незначительного подъема интенсивности свечения. Начиная с температуры 500°C, обнаруживается рост интенсивности свечения. С температуры 700°C наблюдается резкий рост интенсивности. Полное восстановление интенсивности свечения образцов до исходного состояния происходит при температурах ~ 1000 °C. Это указывает на то, что залечивание центров свечения, а также структурных дефектов, образующихся после реакторного облучения в стеатитовых керамиках СК-1 и СНЦ, происходит при температуре ~ 1000 °C.

Выводы. После реакторного облучения в стеатитовых керамиках наблюдается уменьшение интенсивностей пиков ТЛ, также ГЛ и РЛ. Уменьшение интенсивности свечения после n° - γ -облучения связано с образованием множества структурных дефектов в образцах. В процессе отжига происходит залечивание созданных радиационных структурных дефектов и восстановление исходной структуры образцов и, тем самым, восстановление интенсивности ГЛ, РЛ.

Список литературы:

1. Гасанов Э. М., Чан К. Г., Саидахмедов К. Х. Воздействие большой дозы γ -облучения на стеатитовую керамику //Атомная энергия. – 1996. – Т. 80. – №. 2. – С. 123-126.
2. Ашуров М. Х. и др. Природа люминесценции стеатитовой керамики СНЦ //Атомная энергия. – 2021. – Т. 130. – №. 5. – С. 278-282.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛУКТУАЦИЙ В РАЗВИТИИ КАСКАДНЫХ ПРОЦЕССОВ**Лебедев И.А., Федосимова А.И., Ибраимова С.А., Бондарь Е.А., Лебедева А.А.**

Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

*e-mail: i.lebedev@sci.kz***Ключевые слова:** калориметр, PAMELA, корреляционные кривые

Перспективным подходом для определения энергии космических лучей на основе прямых измерений является использование тонкого калориметра. В тонком калориметре весь каскад вторичных частиц не фиксируется, а измеряется только начало каскада. Однако такие измерения обычно имеют ошибки более 50% из-за значительных флуктуаций в развитии каскада.

В ионизационных калориметрах энергия первичной частицы обычно определяется по энерговыделению (q) в максимуме каскадной кривой. При этом, чем выше энергия первичной частицы, тем толще должен быть калориметр для измерения первичной энергии. В космофизическом эксперименте PAMELA высокоэнергичные частицы, каскады от которых не достигли максимума, не могут быть измерены и исключаются из анализа.

Для подавления влияния флуктуаций в развитии каскада на результаты определения первичной энергии мы предлагаем использовать метод корреляционных кривых (МКК). Метод основан на использовании так называемых корреляционных кривых: зависимости размера каскада ($S = \log q$) от скорости развития каскада (R). Под скоростью развития каскада на i -ом слое калориметра понимается величина, равная разности размеров каскада на двух уровнях измерения, деленная на толщину калориметра, при прохождении которой происходит это изменение размера каскада: $R_i = (S_i - S_{i+1}) / (d_i - d_{i+1})$, где d_i и d_{i+1} – глубины проникновения до этих двух измерительных слоев. Эти кривые практически не зависят от флуктуаций в развитии каскада. Это позволяет существенно увеличить точность измерений при использовании тонкого калориметра.

Чтобы выделить часть измерений, в которых каскад еще не начался, мы сравнивали скорость развития каскада в соседних слоях. Если скорость развития каскада увеличивалась на четырех соседних уровнях наблюдения подряд ($R_i < R_{i+1} < R_{i+2} < R_{i+3}$), то такой каскад считался начавшимся. Определение типа частицы для построения спектра производилось на основании измерений ионизационных потерь на первых двух измерительных слоях калориметра.

Метод апробирован на калориметре коллаборации PAMELA. На основе моделирования показано, что первичную энергию можно определить на восходящей ветви каскадной кривой. Этот факт решает проблемы, связанные с необходимостью увеличения толщины калориметра при увеличении первичной энергии и с ограничением анализируемых событий. Предлагаемая методика универсальна для разных энергий и разных ядер.

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP14869032).

УДК 620.3

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАНОУГЛЕРОД-ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

¹ Хайдаров Р.Р., ¹ Гапурова О. У., ¹ Галиулин И.Г., ² Praveen T. Krishnamurthy

¹ Институт Ядерной Физики АН РУ, г. Ташкент, Республика Узбекистан

² Department of Pharmacology, JSS College of Pharmacy (JSS Academy of Higher Education & Research), г. Тамил Наду, Индия

e-mail: renat2@gmail.com

Ключевые слова: Наночастицы углерода, нанотехнология, карбоксильные группы, полимер

С 2021 по 2023 гг. в Лаборатории Междисциплинарных Технологий при ИЯФ АН РУз выполняется совместный Узбекско-Индийский проект № UZB-Ind-2021-77 "CD133 mAbs surface modified carbon nanotubes loaded with survivin siRNA and Paclitaxel for the treatment of non-small cell lung cancer". Проект посвящен решению вопросов создания наноносителей для адресной доставки лекарственных веществ, которая позволяет увеличить концентрацию доставляемых средств в определенном месте и блокировать или ограничить их накопление в здоровых органах и тканях. Направленный транспорт позволяет также повысить продолжительность и эффективность действия лекарства, снизить побочные эффекты. Разработаны методы поверхностного модифицирования углеродных нанотрубок, позволяющих получить наноконпозиты в следующих модификациях: 1) «нанотрубка-полиэтиленмин»; 2) «нанотрубка – паклитаксел», 3) «нанотрубка-моноклональные антитела против антигена CD133», 4) «нанотрубка- сурвивин –паклитаксел - моноклональные антитела против антигена CD133». Одним из косвенных результатов проекта является тот факт, что была разработана технология и изготовлена установка электрохимического синтеза наночастиц углерода с привитыми карбоксильными группами на их поверхности, которые могут быть использованы на практике для решения ряда экологических задач. Синтезируемые наночастицы углерода имеют сферическую форму и размеры от 1,5 до 25 нм. Наличие карбоксильных групп на поверхности наночастиц углерода позволяет конструировать наноконпозиты, обладающие новыми физическими и химическими свойствами. В качестве примера нами был синтезирован нанотрубка-полимерный наноконпозит, в котором в качестве полимерной молекулы выступал полиэтиленмин (PEI). Разработан способ очистки воды от катионов металлов и органических соединений, основанный на использовании этого наноконпозита. Ионы металлов взаимодействуют с нанотрубка-PEI наноконпозитом по механизму комплексообразования. Емкость наноконпозитов по ионам двухвалентных металлов достигает 4,0–5,7 ммоль/г при pH = 6, процент удаления Zn²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺, Hg²⁺, Ni²⁺ и Cr⁶⁺ - 99%, а коэффициент распределения - 10¹–10³ мл/г.

Список литературы:

1. Kiran A. V. V. R. et al. Tumor microenvironment and nanotherapeutics: intruding the tumor fort //Biomaterials Science. – 2021. – Т. 9. – №. 23. – С. 7667-7704.
2. Патент РУз № IAP 06885. Способ получения углеродных наноструктур / Хайдаров Р.Р., Гапурова О.У., Наумовский В.Б., Абдухакимов М.К., Praveen Thaggikupre Krishnamurthy, Ravi Kiran Ammu // Государственное патентное ведомство РУз.
3. Хайдаров Р.Р., Гарипов И.Т., Гапурова О.У., Наноматериалы для решения задач водоподготовки в Узбекистане, сборник тезисов Международного форума «ФИЗИКА – 2022», 4 – 5 октября 2022 г., Наманган, Узбекистан, стр. 25
4. Гапурова О. У., Хайдаров Р. Р. Синтез и применение нанотрубка-полимерных наноконпозитов. – 2022.

UDC 539.1

CHAOS REPLACES ORDER: PHASE TRANSITION

¹Mazhit Z., ²Temiraliyev A.¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan²Institute of Physics and Technology, Satbaev University, Almaty, Kazakhstan
*a.temiraliyev@sci.kz***Keywords:** nonlinear dynamics, quark-gluon plasma, mapping, parton distribution function

Introduction. Quark-gluon plasmas (QGP) can be generated in the heavy ions' collisions at high energy, for example in colliders LHC (CERN), RHIC (FNAL), FAIR (GSI), NICA (JINR) [1]. Computer simulation results of the transition of quarks into hadrons, hadrons into QGP and plasma into hadrons are presented. The calculations were carried out within the framework of the dynamically determined chaos approximation for a strongly correlated quark-gluon system in the nonperturbative region of quantum chromodynamics (QCD) [2].

Methods. The nonlinear evolution of a quark-gluon system is considered as a discrete quantum process using the Poincare mapping method. QGP's nonlinear dynamics equation for vacuum in a discrete form can be represented as follows [3]: $|x_{t+1}\rangle = \lambda F_2(x_t)|x_t\rangle$. Here x_t is the effective momentum fraction of correlated QCD partons as a one-dimensional section of the phase momentum space, t corresponds to an iteration number, λ is the evolution parameter (control parameter), $F_2(x_t)$ are the parton momentum distributions, which were derived from deep inelastic reactions [1].

In order to include effects of viscosity one should add to the right side of above equation a member $\eta \cdot \Delta |x_t\rangle$. η is the shear viscosity of QGP considered, Δ is the Laplace operator.

Results. The control parameter describes parton correlation and increases in an interval [0,1] with an increase of the collision energy of hadrons and nuclei. At critical values of the control parameter λ bifurcations lead to a formation of attractor structures. Stable quark-gluon structures are formed as a result of counteracting processes of emission and fusion of gluons. The Poisson stability is determined by the Lyapunov exponents. A thermalization is associated with chaotization of quark-gluon medium. The limiting transition of the quark-gluon cascade of period doubling bifurcations to irregular chaotic dynamics is shown.

For the first time the transition to QGP through chaotic quark-gluon dynamics with an intermediate mixed phase has been shown [4].

Conclusion. On cooling and hadronization of QGP the control parameter starts off to decrease from unity. The ordered (in momentum, spin, and globally in color) quark-gluon state of the hadronic phase transforms into the chaotic QGP dynamics: a symmetry is broken. A value of the shear viscosity has been estimated. Stable hadron clusters are formed during expansion and cooling of QGP. One can conclude from numerical solution of the nonlinear dynamics of the quark-gluon cascade, that even too small value of viscosity has a significant effect on plasma's hadronization.

References:

1. Онашко А. А. и др. Фундаментальные ограничения на пространственную эволюцию мегамира и единение микро-и мегамиров в рамках Риманово-Лобачевской геометрии //Журнал проблем эволюции открытых систем. – 2023. – Т. 23. – №. 3-4. – С. 38-49.
2. Feynman R. P., Cline J. M. Feynman Lectures on the Strong Interactions //arXiv. – 2020.
3. Z. Mazhit, A. T. Temiraliyev Моделирование множественного рождения адронов и перехода в кварк-глюонную плазму на основе нелинейной динамики. Вестник. Серия Физическая (ВКФ), [S.l.], v. 82, n. 3, p. 11-15, sep. 2022.
4. A. Temiraliyev et al. A nonlinear quark-gluon cascade converges and transits to a chaotic regime, accepted for publication in Acta Physica Polonica B Proceedings Supplement 16, (2023).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**¹Зикриллаев Х.Ф., ¹Содиков Т.Б.**¹Ташкентский государственный технический университет

город Ташкент, республика Узбекистан, 10096

e-mail: sodikovtim94@gmail.com

Ключевые слова: энергетика, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, электроэнергия, солнечная станция, энергосистема, фотоэлектрическая станция

Введение. За годы независимости энергетика Узбекистана существенно развивалась и это тенденция сохраняется. Установленная мощность электрических станций энергосистемы составляет порядка 15.1 ГВт. Основными крупными станциями энергосистемы страны являются: Сырдарьинская ТЭС с мощностью 3115 МВт, Ново-Ангренская ТЭС-2100 МВт, Ташкентская ТЭС 2230 МВт, Навойская ТЭС 2068, Талимарджанская ТЭС 1700 МВт, Тахиаташская ТЭС 630 МВт, Чарвакская ГЭС 666 МВт, Ходжикентская ГЭС 165 МВт. Постановка задачи. С каждым годом по мере развития экономики и повышения благосостояния населения всё больше и больше используются природный газ и электробытовые приборы тем самым увеличивая спрос на электроэнергию. По данным Министерства Энергетики республики Узбекистан в 2022 году по республике объем выработанной электрической энергии составил 74,3 млрд кВт*ч, что на 4,2% больше, чем прошлый год, а по сравнению с 2016 года больше на 25,9%. Доля тепловых станций от данного объема составляет около 84%, а гидроэлектростанций примерно 12%. И делается прогноз, что в 2030 году выработка электроэнергии достигнет около 120 млрд кВт*ч. А тепловые станции, которые сжигают газ, уголь и мазут существенно загрязняют окружающую среду из-за выбросов в атмосферу углекислых газов, а увеличение концентрации CO₂ в атмосфере способствует образованию парникового эффекта. Решение проблемы. Для предотвращения таких последствий и снижения зависимости от традиционных источников энергии принята концепция обеспечения страны электроэнергией до 2030 года. Согласно концепции, необходимо обеспечить диверсификацию в электроэнергетике и теплоэнергетике за счёт увеличения доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с созданием механизмов инвестиционных проектов ВИЭ на основе государственно-частного партнерства, совершенствование государственной политики в области освоения ВИЭ, развивать и расширить использование ВИЭ и их интеграцию в единую электроэнергетическую систему. В рамках этой концепции уделяется значительное внимание на развитие солнечной, ветровой и гидроэнергетике. Например, в августе 2021 года была построена и введена в эксплуатацию первая в стране фотоэлектрическая станция (ФЭС) с установленной мощностью 100 МВт которая способна генерировать 252 млн кВт*ч электроэнергии в год. Данная станция позволяет сэкономить почти 80 млн м³ природного газа и сократить выбросов парниковых газов на 169 тысяч тонн. Также планируется, что к 2026 году мощность солнечных и ветряных электростанций (ВЭС) станций увеличить до 8000 МВт, а мощность гидроэлектростанций до 2920 МВт. За счёт этого доля ВИЭ от общего объема производимой электроэнергии будет составлять 25% и это также даст возможность сэкономить 3 млрд м³ природного газа, который эквивалентен обеспечить 1 миллион домов в течении одного года или сжигая данного объема дополнительно можно выработать 15 млрд кВт*ч электроэнергии которая достаточно сегодня для обеспечения 98% физических потребителей населения Узбекистана в течении одного года. Заключение. И так можно сделать вывод, что вышеописанная концепция, усиление стимула государства в сфере ВИЭ, строительство электростанций по ВИЭ на основе государственно-частного партнерства, а также снижение зависимости от традиционных источников энергии при генерации электричества в будущем служат и

обеспечат необходимым энергией всех слоев страны с минимальным вредом к окружающей среде.

Список литературы:

1. Аллаев К. Р. Современная энергетика и перспективы ее развития //Под ред. академика Салимова АУ-Т.:«Fan va texnologiyalar nashriot–matbaa uyi. – 2021.
2. Исаков А. Ж. Энергетический сектор Узбекистана и перспективы цифровизации гидроэлектростанций. – 2022.
3. Авджи А.А. Зеленый переход Узбекистана //Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». -2022. - № 3
4. <https://minenergy.uz/ru/news/view/1856>
5. <https://minenergy.uz/ru/lists/view/77>

УДК 533.15:536.25

РАЗДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМАХ С ПАРНИКОВЫМИ ГАЗАМИ, ВЫЗВАННОЕ КОНВЕКТИВНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ

¹Косов В.Н., ²Федоренко О.В., ³Шаихислямова Ж.Ж.

¹КазНПУ им. Абая, Алматы, Казахстан; профессор, д.ф.-м.н., kosov_vlad_nik@list.ru

²КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; ст. преп., к.ф.-м.н., fedor23.04@mail.ru

³КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; PhD докторант, zhazok_05.96@mail.ru

Ключевые слова: диффузия, конвекция, парниковые газы, разделение, решеточный метод Больцмана, D2Q9 модель

Введение: Диффузия широко распространена в природе и играет ключевую роль в преобразовании и перемешивании газо-жидкостных смесей. Процессы диффузионного смешения имеют высокую научную и промышленную значимость [1]. Особенностью многокомпонентного смешения является возникновение конвективной неустойчивости, при которой наблюдается интенсификация суммарного переноса и синергетические эффекты, которые необходимо учитывать в процессах разделения [2]. Поэтому исследование смены режимов «диффузия – конвекция», уточнение механизмов разделения представляются важными для задач комбинированного массопереноса.

Методы исследования и результаты: Опыты по изучению особенностей режимов смешения в многокомпонентных системах, содержащих парниковые газы, проводились на аппаратурном стенде, реализующим двухколбовый метод по традиционной методике [2]. Проведенные эксперименты показали, что в системах гелий + двуокись углерода – азот, метан + фреон-12 – н-бутан, водород + фреон-12 – аргон регистрируется кинетический переход «диффузия - концентрационная конвекция». Для проведения численного эксперимента был разработан математический алгоритм моделирования смешения газов, основанный на D2Q9 модели решеточных уравнений Больцмана [3]. Численные исследования показали, что при определенных условиях возникают существенно нелинейные распределения концентраций компонентов, которые приводят к немонотонному распределению плотности газовой смеси. Проведена оценка времени возникновения и последующих этапов развития структурированных конвективных течений, преимущественно состоявших из парниковых газов, а также средней скорости переноса компонентов и пульсаций давления.

Выводы: Фундаментальное понимание процессов переноса в неравновесных системах и разработка приложений, связанных с разделением компонентов представляют особый

интерес, так как являются основой создания инновационных методик по расчету выбросов и поглощения парниковых газов. Работа выполнена при финансовой поддержке КН Министерства науки и образования Республики Казахстан (грант AP14870237).

Список литературы:

1. Montel F. et al. Initial state of petroleum reservoirs: A comprehensive approach //Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2007. – Т. 58. – №. 3-4. – С. 391-402..
2. Косов В. Н. и др. Особенности разделения углеводородных изотермических газовых смесей при конвективной диффузии //НАН РК, проф. ВН Косова. Алматы: MV-Принт. – 2014.
3. Zhakebayev D. B. et al. Simulation of Concentration Convection in an Inclined Channel //Heat Transfer Research. – 2022. – Т. 53. – №. 15.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАКТОРА ВВР-К

^{1,2}Мұхаметұлы Б., ¹Мартюшов А.Л.

¹Институт Ядерной Физики, г. Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
e-mail: bagdaulet_m@mail.ru

Реактор бассейнового типа на тепловых нейтронах введен в эксплуатацию в 1967 году. Теплоноситель, замедлитель и отражатель – обессоленная вода. Максимальная плотность потока тепловых нейтронов: 2×10^{14} н/(см²с). Тепловая мощность – 6 МВт.

Реактор оснащен системами гидравлической и пневматической транспортировки облучаемых мишеней, газовакуумной петлевой установкой, установкой нейтронной радиографии.

На базе реактора проводятся материаловедческие исследования и внутриреакторные испытания, производство радиоизотопов для медицины и промышленности, гамма-источников, нейтронное легирование кремния, нейтронно-активационный анализ.

В рамках международных программ ядерного нераспространения на реакторе реализуется ряд конверсионных проектов. В 2017 году завершается вывоз накопленного за десятилетия эксплуатации отработавшего ядерного топлива в Российскую Федерацию. В 2016 году реактор переведен на топливо с низкообогащенным ураном. При этом установлены новые системы управления и защиты, радиационного контроля, бесперебойного энергоснабжения, эффективный бериллиевый отражатель, заменена часть внутриреакторных компонентов и использованы топливные сборки новой конструкции, что позволило повысить экспериментальные и технологические возможности реактора.

В настоящее время на базе реактора проводятся фундаментальные ядерно-физические и материаловедческие исследования и внутриреакторные испытания, производство радиоизотопов для медицины и промышленности, гамма-источников, облучение минеральных камней, нейтронное легирование кремния, нейтронно-активационный анализ, нейтронная радиография.

Основные направления

- Испытания топлива и конструкционных материалов реакторов IV-го поколения;
- Испытания материалов термоядерного реактора;
- Производство радиоизотопов для медицины и промышленности;
- Радиационная окраска полудрагоценных камней (топазов);
- Нейтронно-трансмутационное легирование кремния;
- Нейтронно-активационный анализ.
- Нейтронная радиография и томография.

ДЕТЕКТОР ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЙТРИНО НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ

¹Садыков Ж.Т.

Satbayev University TOO «Физико-технический институт», младший научный сотрудник
e-mail: zhakansadykov@gmail.com

Ключевые слова: БАК, нейтрино, SND@LHC, слабо взаимодействующие частицы

Введение: SND@LHC — это уникальная установка для исследования энергичных нейтрино при реакции $pp \rightarrow \nu X$ в неисследованной области. Нейтрино в ν -взаимодействиях на ускорителе возникают в результате лептонных распадов W и Z (область $4 < \eta < 5$), где η – псевдобыстрота. Высокая интенсивность pp -столкновений, достигаемая на ускорителе, приводит к большим ожидаемым потоком нейтрино в прямом направлении, где высокие энергии нейтрино подразумевают относительно большие сечения. Нейтрино БАК предлагают уникальную возможность исследования нейтрино-нуклонных взаимодействий в диапазоне от нескольких сотен ГэВ до нескольких ТэВ.

Методы: Эксперимент расположен в туннеле Т118, на расстоянии в 480 метров от точки взаимодействия ATLAS IP1. Конфигурация с детектором находится немного в стороне от оси пучка. В этот момент через детектор проходит интенсивный и сильно коллимированный пучок (в пределах полярных углов $< 2,5$ мрад) как нейтрино, так и возможных новых частиц. Предполагая интегральную светимость в БАК, детектор SND@LHC способен наблюдать и изучать около двух тысяч взаимодействий высокоэнергетических нейтрино всех ароматов.

Результаты: Эксперимент SND@LHC был одобрен ЦЕРН в марте 2021 г., установка детектора была завершена в декабре 2021 г. К настоящему времени проведено четыре экспозиции эмульсионной мишени, в том числе последняя, детекторы которой были демонтированы 12 декабря 2022 г.

Выводы: Была произведена успешная эксплуатация детектора в течение первого года запуска. За время работы было зафиксировано около 41 fb⁻¹.

Список литературы:

1. Acanfora G. et al. SND@ LHC: The Scattering and Neutrino Detector at the LHC // JOURNAL OF INSTRUMENTATION. – 2022.
2. Collaboration S. N. D. Scattering and Neutrino Detector at the LHC. – 2020. – №. CERN-LHCC-2020-013.
3. Agafonova N. et al. Discovery of τ Neutrino Appearance in the CNGS Neutrino Beam with the OPERA Experiment // Physical review letters. – 2015. – Т. 115. – №. 12. – С. 121802.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ ОТДЕЛЬНОГО СЛОЯ ПЕРОВСКИТНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА**¹Омарова Ж.Б., ²Ережеп Д.Е.**¹КазНУ им. аль-Фараби, преподаватель, Алматы, Казахстан²КазНУ им. аль-Фараби, ст. преподаватель, PhD, к.т.н., Алматы, Казахстан*e-mail: zhansaya_o@mail.ru***Ключевые слова:** солнечный элемент, перовскит, стабильность, деградация, FTIR

Коммерциализация и более широкое использование перовскитного солнечного элемента на промышленном рынке по-прежнему затруднительны из-за проблем с сохранением стабильности отдельных функциональных слоев и самого солнечного элемента. На стабильную работу перовскитного солнечного элемента влияют различные факторы, связанные с деградацией, которые подразделяются на внутренние и внешние. Внешние же факторы включают воздействие окружающей среды, в том числе влияние влажности, кислорода, температуры и интенсивного ультрафиолетового излучения. Интенсивная деградация под воздействием окружающей среды приводит к снижению прочности водородной связи CH_3NH_3^+ , при котором разрушается структура перовскитного солнечного элемента. Перед деградацией в структуре перовскитного солнечного элемента наблюдается сильное искажение межатомного расстояния за счет адсорбции молекул воды.

Для повышения долговечности и коммерциализуемости необходимы исследования механизмов деградации и стабильности перовскитных солнечных элементов [1]. Исследование было сосредоточено на применении FTIR спектроскопии для мониторинга деградации и сопутствующей эволюции молекулярной структуры поверхности в активном функциональном слое ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_x\text{Cl}_x$). Несмотря на высокую чувствительность, неинвазивность и относительную простоту, применение FTIR спектроскопии для изучения деградации перовскитных солнечных элементов весьма ограничено. В данной работе исследуется эволюция химической структуры поверхности отдельного активного слоя под влиянием окружающей атмосферы в диапазоне колебательных характеристик 370-7800 $1/\text{см}$. Дополнительное подтверждение деградации структуры поверхности активного функционального слоя проводилось с помощью сканирующей электронной микроскопии и системы измерения квантовой эффективности. На основе FTIR спектроскопии можно определить конкретные пути и скорости деградации поверхности тонкой пленки активного функционального слоя.

ИК-спектроскопические исследования характеристических полос поглощения перовскитового слоя позволяют предположить, что его деградация протекает по-разному в зависимости от воздействующих атмосферных факторов. При гидратационной деградации кристаллической структуры перовскита образуются новые химические связи по механизму депротонирования. С другой стороны, среда чистого азота не влияет на стабильность материала, не вызывая разрушения химических связей внутри кристаллической структуры перовскита. Разложение, вызванное одновременным воздействием имитации света и атмосферы, по-видимому, происходит за счет разрыва иодидных связей [2].

Список литературы:

1. Омарова Ж. Б. и др. ПЕРОВСКИТ КҮН ЭЛЕМЕНТИНДЕГІ ФУНКЦИОНАЛДЫ ҚАБАТТЫҢ ТОЗУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ //Вестник Ауэс. – 2022. – Т. 3. – №. 58.
 2. Yerezhap D. et al. IR Spectroscopic Degradation Study of Thin Organometal Halide Perovskite Films //Molecules. – 2023. – Т. 28. – №. 3. – С. 1288.
- УДК 524.1

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

^{1,2}Искаков Б.А., ¹Садыков Т.Х.

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

²КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

e-mail: leodel@mail.ru

Ключевые слова: мюон, геоакустическая эмиссия, сигнал, космические лучи, землетрясения.

В работе представлены первые результаты исследования воздействия мюонов космического происхождения на литосферу, выполненные на Тянь-Шанской высокогорной научной станции. На рубеже 1980-х и 1990-х годов учеными из Физического института им. П. Н. Лебедева и Института физики Земли была разработана предварительная концепция нового перспективного направления в сейсмологии: использование для прогноза землетрясений сигнала от упругих колебаний в акустическом диапазоне частот, которые, предположительно, могут генерироваться под воздействием локальной ионизации, образованной в момент прохождения проникающих частиц космического излучения - мюонов высокой энергии, - через сейсмически напряженную среду в глубинных слоях земной коры.

На Тянь-Шанской высокогорной научной станции создана экспериментальная установка для исследования влияния высокоэнергетических мюонов космического происхождения на сейсмическую активность. Установка состоит из комплекса измерительного оборудования, включающая два акустических микрофона чувствительностью 25 мВ/Па для регистрации сейсмоакустической эмиссии, установленных в скважине на глубине 40 и 100 м и системы сцинтилляционных счетчиков для регистрации мюонов космических лучей.

Для регистрации космических лучей используются комплексные установки «Адрон 55» и Ливневая установка. Более подробно эти установки и результаты исследований будут представлены на конференции.

Список литературы:

1. Khavroshkin O. B. et al. Interaction of neutrino beams with a seismically active medium. М., 16с //Preprint/FI AS of the USSR. – 1985. – №. 167.
2. Gusev G. A. et al. Cosmic rays as a new instrument of seismological studies //Bulletin of the Lebedev Physics Institute. – 2011. – Т. 38. – С. 374-379.
3. Vil'danova L. I. et al. The first results of observations of acoustic signals generated by cosmic ray muons in a seismically stressed medium //Bulletin of the Lebedev Physics Institute. – 2013. – Т. 40. – С. 74-79.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШИРОКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Махмет Х. Қ.

Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан
e-mail: hansh2210@gmail.com

Ключевые слова: космические лучи, широкие атмосферные ливни, частицы высоких энергий, ионизационный калориметр, энергетический спектр

Введение. В настоящее время наиболее актуальными задачами, стоящими перед физиками, являются исследования взаимодействий адронов с ядрами атомов воздуха и характеристики генерации вторичных частиц в области энергий $E > 10^{15}$ эВ. При энергиях свыше 10^{14} эВ эти взаимодействия и последующий ядерно-каскадный процесс приводит к образованию в атмосфере электронно-ядерных каскадов, получивших название Широких Атмосферных Ливней (ШАЛ).

Методы исследований. Для решения текущих задач будут использованы методы: регистрации энергетических характеристик ШАЛ; регистрации нейтронообразующей компоненты ШАЛ; аналого-цифрового преобразования сигналов с детекторов и датчиков системы регистрации; методы аппроксимации импульсов и их интегральных представлений.

Результаты исследований. Получение качественно новых результатов в проблеме выделения «истинных» свойств проникающих компонент космических лучей, выполненных с учетом сложной структуры калориметра «Адрон-55» (данная установка не имеет аналога на мировом уровне). Анализ и сравнение найденных характеристик с результатами современных модельных расчетов.

Заключение. Исследования направлены на изучение адронной компоненты стволов ШАЛ, для выяснения природы проникающих или слабозаимодействующих частиц, зарегистрированных в калориметре «Адрон-55». Проведение сравнительного анализа полученных характеристик с результатами современных модельных расчетов позволит исследовать аномальные особенности развития адронных каскадов в стволе ШАЛ.

Список литературы:

1. Greisen K., Walker W. D., Walker S. P. N-Component in Extensive Air Showers //Physical Review. – 1950. – Т. 80. – №. 4. – С. 535.
2. Barrett P. H. et al. Interpretation of cosmic-ray measurements far underground //Reviews of Modern Physics. – 1952. – Т. 24. – №. 3. – С. 133.

УДК 533.15:536.25

ДИФфуЗИОННЫЙ МАССОПЕРЕНОС ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЧЕРЕЗ СЛОЙ ГАЗА-РАЗБАВИТЕЛЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА

¹Сейдаз Т.М., ²Федоренко О.В.

¹КазНПУ им. Абая, Алматы, Казахстан; PhD докторант 1 курса,

²КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; ст. преп., к.ф.-м.н.

e-mail: seydz.talgat@mail.ru, fedor23.04@mail.ru

Ключевые слова: Массоперенос, диффузия, конвекция, неустойчивость, двуокись углерода, линейный анализ на устойчивость.

Введение: При возникновении конвективных течений, вызванных неустойчивостью механического равновесия смеси, возможен эффект аномальной сепарации компонентов, когда возникает преимущественный перенос определенного компонента смеси [1, 2].

Определение границы перехода системы из устойчивого состояния в неустойчивое и обратно, а также определение области, где система неустойчива и возможен эффект приоритетного переноса заданного компонента, является одним из основных факторов при изучении смены режимов смешения.

Методология исследования: Для анализа перехода от диффузии к концентрационной гравитационной конвекции в многокомпонентных газовых системах, содержащих двуокись углерода, и предсказании области, где наблюдается эффект аномального разделения компонентов применялся линейный анализ на устойчивость, примененный для задачи конвективной устойчивости в цилиндрическом канале кругового сечения [3].

Результаты исследования: Исследования проводились с системой $0,5143 \text{ He} + 0,4857 \text{ CO}_2 - 0,5148 \text{ CH}_4 + 0,4852 \text{ CO}_2$ в диапазоне давлений от 0,4 до 6,0 МПа при $T = 298,0 \text{ K}$. В расчетах был использован цилиндрический канал со следующими геометрическими характеристиками: $d = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ и $L = 70 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. По результатам расчета была получена карта устойчивости на плоскости (Ra_1, Ra_2) с взаимным расположением линий устойчивости и нулевого градиента плотности, а также парциальные числа Рэлея. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что до давления 1,0 МПа в системе реализуется диффузионный процесс смешения, а в диапазоне давлений от 1,4 до 6,0 МПа наблюдается диффузионная неустойчивость. Результаты расчета были сравнены с экспериментально и теоретически исследованной системой $0,5143 \text{ He} + 0,4857 \text{ Ar} - 0,5148 \text{ CH}_4 + 0,4852 \text{ Ar}$ при тех же условиях [3]. Сравнение показало, что замена газа-разбавителя аргона на двуокись углерода приводит к росту парциальных чисел Рэлея.

Выводы: Проведен численный экспериментов по определению области, где наблюдается эффект аномального разделения компонентов. Показано, что применение CO_2 в качестве газа-разбавителя приводит к интенсификации конвективного процесса. Работа выполнена при финансовой поддержке КН МНВО РК (грант AP14870237).

Список литературы:

- 1 Kossov V., Fedorenko O., Zhakebayev D. Features of multicomponent mass transfer in gas mixtures containing hydrocarbon components //Chemical Engineering & Technology. – 2019. – Т. 42. – №. 4. – С. 896-902.
- 2 Dil'man V. V. et al. Instability in unsteady-state evaporation of binary solutions into an inert gas //Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2005. – Т. 39. – С. 566-572.
- 3 Kossov V. N. et al. Multicomponent mixing on the “diffusion–convection” transition boundary at elevated pressures //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2022. – Т. 2150. – №. 1. – С. 012014.

THE DIAPHRAGM-MEMBRANE MATERIAL CHOICE FOR THE GAS SEPARATION OF ELECTROCHEMICAL CELLS

Zhumabai B., Tynshtykbayev K.B.

Satbayev University, LLP Institute of Physics and Technology

Many methods for gas separation of electrochemical cells, , have been considered including the following a few methods showing in our report. The most common for separation of hydrogen and oxygen- gases in electrolyzer, fuel cells, electrochemical cells are semi-permeable fluorosulfopolymers membranes "Nafion" [1]. However, these membranes are very high - priced, primarily due to the presence of catalysts based on platinum group metals, and are not used in alkaline electrolyzer (AE), which are foundation for industrial hydrogen production [2]. Also asbestos fabrics [3] is widely used in AE as gas separation diaphragms. The main negative reasons for the asbestos diaphragm application are the short service life and high electrical resistivity. Composite polymeric (PTEF, PSF, PFS) diaphragms with powdered hydrophilic fillers made of oxides of zirconium, titanium, magnesium, antimony, polyantimonic acid, potassium or barium titanate are also widely used in industry [4]. However, volumes (50-70) % of these composite polymeric diaphragms filled inorganic fillers, therefore their mechanical strength is limited and, consequently, low gas permeability of the diaphragm and high cost of fillers [5]. Porous composite gas-separating membranes based on alkali-resistant polymers of polytetrafluoroethylene (PTEF), polysulfide's (PSF), polyene sulfides (PPS) with hydrophilic fulling (carboxyl groups, sulfa groups, etc.) also are used to improve their separation properties. However, these composite diaphragms are unstable due to the weak stability of the bonds of the functional group with the polymer backbone.

Early, we have developed a composite rGO/PVDF membrane by modifying of standard polyvinylidene fluoride (PVDF) polymer membrane for water filtration with a using reduced graphene oxide (rGO) nanoparticles and pulsed photon annealing [6]. An increase of the permeability of water molecules with a decrease in the size of the rGO/PVDF membrane nanochannels due to the activation of the shear viscosity of water in the nanochannels was experimentally shown.

Considering this experience, we have been developed a semipermeable composite gas separation diaphragm-membrane based on polystyrene impregnated with graphene oxide nanoparticles using pulsed lamp thermal annealing and pulsed ion irradiation for chemical stabilization of their gas permeability. As a result, we have created a PS/GO semi-permeable composite membrane with the following characteristics:

1. High hydrogen permeability
2. High chemical stability
3. Manufacturability of processes
4. Cheapneses
5. Possibility of scaling.

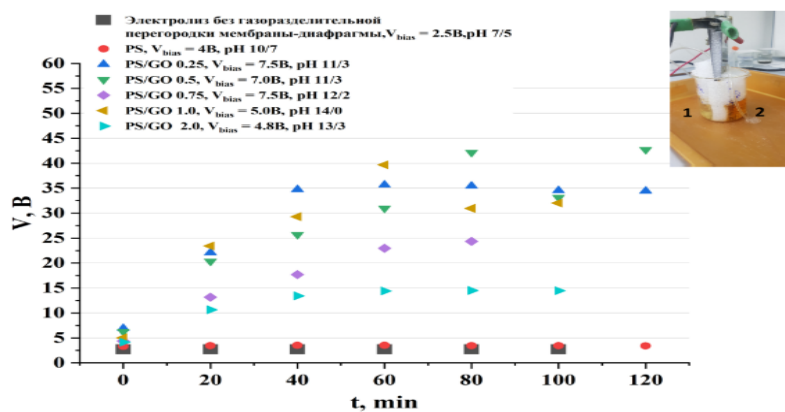
The technical result, which meets all of the above characteristics, is achieved through the use of PS expanded polystyrene as a polymer base for impregnation with GO graphene oxide nanoparticles, which is impregnated with GO graphene oxide nanoparticles and ionic crosslinking of polar oxygen-containing (C–O, C–O–H, H–O) functional groups of graphene oxide GO with linear polystyrene molecules (C₈H₈)_n by rapid thermal annealing at the polystyrene polymerization temperature PS or pulsed ion irradiation with CH_x hydrocarbon molecules. The attractiveness of this PS expanded polystyrene is due to its high chemical stability in alkaline electrolytes. As well as their cheapness and availability. Graphene oxide GO, an allotropic modification of oxidized graphene with polar oxygen-containing (C–O - epoxy, C–O–H – carboxyl, H–O – hydroxyl) functional groups on the basal plane and at the edges, provides

excellent permeability of water molecules. The high efficiency of the GO/PS composite membrane is based on an increase in the permeability of the membrane nanochannels due to a decrease in the activation energy of the shear viscosity of water molecules with a decrease in the size of the nanochannels and an increase in the permeability of the membrane with an increase in the rate of ion-hydroxide migration through the network of hydrogen bonds of water molecules by formation/cleavage covalent bonds during ionic crosslinking of polar oxygen-containing functional groups of oxidized graphene molecules with linear polystyrene molecules (C₈H₈)_n. Ionic crosslinking of GO nanoparticles with PS molecules is carried out either by fast thermal annealing or by pulsed irradiation with CH_x hydrocarbon ions. The technical result is achieved through the use of polar oxygen-containing (C-O - epoxy, C-O-H - carboxyl, H-O - hydroxyl) functional groups of graphene oxide nanoparticles for ionic crosslinking with a linear hydrocarbon chain of polystyrene molecules (C₈H₈)_n by rapid thermal annealing at the temperature of polymerization of the polymer or pulsed irradiation with hydrocarbon ions CH_x.

The technical result is the creation of a semi-permeable composite membrane GO/PS through the use of expanded polystyrene PS as a polymer base for impregnation with nanoparticles of graphene oxide GO, which has a low density, high porosity, high chemical stability, manufacturability, low cost and availability.

We use expanded polystyrene (PS) grade PSB-S 35, raw material SHINHO (South Korea), <http://stroiti.com/produksiya/utepliteli/penoplast-penopolistirol/>, dimensions 50x100x5 mm³, impregnated with a solution of a suspension of graphene oxide (GO) of various concentrations: - (0.25; 0.5; 0.75; 1.0 and 2.0) mg/ml H₂O for 30 minutes in an ultrasonic bath followed by drying at 40°C for 24 hours. GO nanoparticles were prepared by the modified Hummers method /13/ by oxidizing graphite with potassium permanganate (KMnO₄) to concentrated sulfuric acid (H₂SO₄). For comparison, a commercial suspension of GO-2 mg/ml, Sigma-Aldrich, was used.

As you can see in the photo on the right, the membrane divide the electrolysis liquid into two different colors are observed, oxygen gas is released on one side and hydrogen gas is released on the other side. In order for our membrane to maintain its stability and penetrate well with GO, we performed a very fast and very short time annealing with ions, we were able to identify by their PH value.



Potential-dynamic dependences $V_{bias} f(t)$ of PS/GO-membranes tested at the electrolysis process as without as with a membrane. For each characteristics $V_{bias} f(t)$ indicated the acidity in the cathodic pH_K and anodic pH_A parts .

Main Result. Which is the most efficient of these five different membranes, composite membrane PS/GO-1.0 mg/ml has the best gas separation characteristic pH14/0 in cathode and anode environments, respectively and compared to the PS/GO-2.0 mg/ml membrane, which is economical and membrane samples with the same thickness $W=5$ mm were subjected to pulsed irradiation with H⁺(90)/C⁺(10) ions at the Nazarbayev University accelerator. Irradiation parameters: - pulsed high – current ion beam of nanosecond duration, accelerating voltage – 320-350kv, beam current duration, at half – heigh 100 ns.

References:

1. Asensio J. A., Borrós S., Gómez-Romero P. Proton-conducting polymers based on benzimidazoles and sulfonated benzimidazoles //Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry. – 2002. – Т. 40. – №. 21. – С. 3703-3710. <https://core.ac.uk/download/pdf/36026664.pdf>
2. Kim J. W. et al. Key challenges in the development of an infrastructure for hydrogen production, delivery, storage and use //Advances in hydrogen production, storage and distribution. – Woodhead Publishing, 2014. – С. 3-31. <https://doi.org/10.1533/9780857097736.1.3/>.
3. Iulianelli A., Basile A. (ed.). Advances in hydrogen production, storage and distribution. – Elsevier, 2014. <https://doi.org/10.1533/9780857097736.2.159/>.
4. Burnat D. et al. Composite membranes for alkaline electrolysis based on polysulfone and mineral fillers //Journal of Power Sources. – 2015. – Т. 291. – С. 163-172.
5. Karki S. et al. Nanocomposite and bio-nanocomposite polymeric materials/membranes development in energy and medical sector: A review //International Journal of Biological Macromolecules. – 2021. – Т. 193. – С. 2121-2139.
6. Tynyshtykbayev K. et al. Features of pulsed photon annealing of graphene oxide membranes for water desalination //Materials Research Express. – 2020. – Т. 6. – №. 12. – С. 125633. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab7967/>.

УДК 539.12

РЕДКИЕ ПРОЦЕССЫ С УЧАСТИЕМ КВАРКОВ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ

¹Боос Э.Э., ²Нурбакова Г.С., ³Рустембаева С.Б.,¹МГУ имени М.В.Ломоносова (МГУ), Москва, РФ,^{2,3}Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: Бозон Хиггса, Кварк, коллаборация CMS, коллаборация ATLAS, Коллайдер, модельно-независимый и калибровочно-инвариантный метод.

Исследование распадов бозона Хиггса является одним из основных направлений в современной физике частиц.

$H \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$, рассмотрим структуру этого распада и его основные подпроцессы.

1. Процесс распада бозона Хиггса на пару b кварка с последующим излучением глюона линии b кварка и дальнейшим расщеплением этого глюона на b -кварковую пару: $H \rightarrow b \bar{b} \rightarrow b \bar{b} g \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$;

2. Процесс распада бозона Хиггса на пару Z бозонов на два b кварка: $H \rightarrow Z^0 Z^0 \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$;

3. Распад H на глюонную пару с последующим расщеплением каждого из глюонов на пары b кварков $H \rightarrow gg \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$;

В качестве метода исследования мы используем модельно-независимый и калибровочно-инвариантный метод. Данный метод позволяет получить модельно-независимые и калибровочно-инвариантные ограничения на ширину бозона Хиггса.

В результате мы:

- Измерили возможные моды распада Хиггса.
- Вычислили матричный элемент и ширину распада и $H \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$ различных подпроцессов такие как ($H \rightarrow b \bar{b} \rightarrow b \bar{b} g \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$, $H \rightarrow Z^0 Z^0 \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$, $H \rightarrow gg \rightarrow b \bar{b} b \bar{b}$).
- Распределили по инвариантной массе.

Наши предсказания будут тесно связаны с существующими и планируемыми экспериментами, проводимыми коллаборациями CMS и ATLAS на коллайдере LHC и в

будущем проекте FCC в ЦЕРНе, а также в проекте будущего линейного электрон-позитронного коллайдера ILC.

В этой работе мы предлагаем обратить внимание на процессы с распадом бозона Хиггса на две кварковые пары: $H \rightarrow b\bar{b}b\bar{b}$. С одной стороны: такие процессы являются следующими за лидирующими (NLO) по теории возмущений к процессам $H \rightarrow b\bar{b}$ и их сечения рассеяния на порядок величины меньше, с другой стороны: соотношения сигнал/фон для процессов $H \rightarrow b\bar{b}b\bar{b}$, гораздо лучше чем для процессов $H \rightarrow b\bar{b}$, что делает процессы с распадом бозона Хиггса на две b кварковые пары очень перспективными для исследования на коллайдерах.

Список литературы:

1. Atlas Collaboration et al. Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC //arXiv preprint arXiv:1207.7214. – 2012.
2. Cms Collaboration et al. Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC //arXiv preprint arXiv:1207.7235. – 2012.
3. CMS collaboration et al. Observation of the diphoton decay of the Higgs boson and measurement of its properties //arXiv preprint arXiv:1407.0558. – 2014.
4. Atlas Collaboration et al. Measurement of Higgs boson production in the diphoton decay channel in pp collisions at center-of-mass energies of 7 and 8 TeV with the ATLAS detector //arXiv preprint arXiv:1408.7084. – 2014.

UDK 004.925

RESTORING THE OPTICAL PROPERTIES OF SCENE USING DIFFERENTIABLE RENDERING BASED ON EMBREE API IMPLEMENTATION

^{1,2} Argynova K.A., ²Zhdanov D.D.

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

² ITMO University, St. Petersburg, Russia

Keywords: optical properties, differentiable rendering, automatic differentiation, photon maps, API Embree

Introduction. Restoring the optical properties of objects is a part of the task of photorealistic reconstruction of real 3D environments from images, which has a complex interpretation and approaches to its solution. The existing computer vision methods rely on simple models of lighting, materials, and light transfer that do not take into account the complex lighting, shadows, and reflections [1]. In turn, the physics-based differential rendering algorithms are focused on computing derivative images that demonstrate complex light transfer effects relative to arbitrary scene parameters, such as camera position, object geometry, and changing properties of materials. In addition, these methods can be included in probabilistic inference and machine learning pipelines, allowing neural networks to optimize 3D objects when working with 2D projections [2].

At the moment, significant progress has been made in the reconstruction of 3D geometry. However, the restoration of the optical scene properties (properties of objects that change the trajectory, color, or state of polarization of rays in the optical system, e.g., elements with volume or surface scattering, polarizing filters [3]) has received limited attention.

Main part. Calculation of gradients consists of two procedures. First, for each pixel of the input image, the radiance (color) is calculated based on the current value of the optical parameter (refer the following paragraph about the choice of method). For each parameter, a separate value is calculated, resulting in a vector of colors with the size of the number of parameters. Second, a

vector of estimated colors is compared with a pixel color from the true image, and gradients are calculated depending on the choice of the loss function by backpropagation using automatic differentiation.

We assume that the image function depending on optical parameters (such as material properties, shading normal) has no discontinuities [4], so our calculation of differentiable pixel color is similar to the direct rendering problem. For this purpose, most papers use the method of forward or bidirectional path tracing. However, calculating the radiosity of caustic illumination, especially in scenes containing small light sources, for bidirectional path tracing methods is a difficult task. Therefore, the most universal method for calculating the physically correct radiosity of indirect lighting and caustics is the photon mapping methods [5]. In this work, we use a method based on bidirectional stochastic ray tracing using photon maps with multiple importance sampling [5].

To optimize the rendering process, it is necessary to remember information about the ray paths from the light source and the camera - the coordinates of the collision points, indices, normals, the color of the incident ray, etc. Thus, it is possible to reuse the same traces for new values of optical properties. To speed up the search for the intersection of a ray with the geometric objects of the scene, the Embree API is used, which is a set of high-performance cores for ray tracing. There are the following benefits of using Embree to implement our render method [6]:

- ray tracing API with various functionality is implemented;
- it supports applications written with the Intel ISPC compiler and also provides an Intel ISPC interface for the main ray tracing algorithms. This makes it possible to write a renderer in ISPC that automatically vectorizes and leverages SSE, AVX, AVX2, and AVX-512 instructions;
- various geometric primitive types and implementations of ray intersections with respective primitive;
- high-performance algorithms for constructing a two-level structure of the spatial index (BVH);
- it contains algorithms optimized for incoherent workloads (such as Monte Carlo ray tracing algorithms) and coherent workloads (such as primary visibility and hard shadow rays).

Conclusions. The key contribution of this work is the extraction of the optical properties of scene objects in order to edit and re-render the scene in new conditions.

References

1. Azinovic D. et al. Inverse path tracing for joint material and lighting estimation //Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2019. – C. 2447-2456.
2. Kato H. et al. Differentiable rendering: A survey //arXiv preprint arXiv:2006.12057. – 2020.
3. Barladian B. K. et al. Integration of realistic computer graphics into computer-aided design and product lifecycle management systems //Programming and Computer Software. – 2018. – T. 44. – C. 225-232.
4. Zhao S., Gkioulekas I., Bangaru S. Physics-Based Differentiable Rendering. // CVPR 2021 Tutorial, 2021. URL: <https://www.diff-render.org>. (access date: 08.02.2023).
5. Zhdanov A.D., Zhdanov D.D., Biryukov E.D. Realistic rendering based on direct and inverse photon maps // Preprints of IPM named after M.V. Keldysh. - 2020. - No. 77. - P. 22 / [Electronic resource]. – Access mode: URL: <http://doi.org/10.20948/prepr-2020-77>.
6. Wald I. et al. Embree: a kernel framework for efficient CPU ray tracing //ACM Transactions on Graphics (TOG). – 2014. – T. 33. – №. 4. – C. 1-8.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ В ПОТСДАМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Нурлан Токмолдин, Йоахим Фольбрехт,
Дитер Неер, Сафа Шоан
Подстамский университет, Потсдам-Гольм, Германия
e-mail: ntokmoldin@gmail.com

Быстрое развитие фотовольтаики на основе органических материалов с достижением высоких значений коэффициента полезного действия (КПД) создает перспективу успешного внедрения этой технологии в различные сферы экономики. Преобразование света в электрический ток в таких структурах осуществляется смесями органических молекул, играющих роль доноров и акцепторов заряженных частиц, электронов и дырок. В последние годы акцепторы на основе фуллеренов уступают место нефуллереновым акцепторам, что позволило значительно повысить эффективность органических солнечных элементов (ОСЭ). Одним из факторов дальнейшего роста КПД служит более детальное понимание процессов генерации, транспорта и рекомбинации свободных носителей. В докладе приводится краткий экскурс в современные исследования в области ОСЭ с акцентом на применение импедансной спектроскопии для определения судьбы свободных носителей при различных условиях. В докладе приводятся примеры исследований рекомбинационной динамики носителей, их транспортных свойств, зонной структуры органических слоев, а также их влияния на выходные характеристики ОСЭ.

UDC 539.231

SELF-ORGANIZATION EFFECTS OF THIN ZNO LAYERS ON THE SURFACE OF POROUS SILICON BY FORMATION OF ENERGETICALLY STABLE NANOSTRUCTURES

¹Zhapakov R.Zh., ¹Murzalinov D.O., ^{1,2}Seredavina T.A.
¹Satbayev University, Institute of Physics and Technology, Almaty
²Institute Nuclear Physics, Almaty
e-mail: zharash@mail.ru

Keywords: paramagnetic particles; ZnO; photoluminescence; films; porous silicon.

Introduction: Composites based on nanomaterials embedded in matrices of various natures are promising for new-generation functional devices. They can consist of a wide range of compounds comprising inorganic, organic, and hybrid structures [1].

Porous silicon (por-Si) is an attractive material due to the fact that its internal volume can be used as nanoreactor for the synthesis of various particles. Spatial pore separation reduces the effect of nanoparticle aggregation. Controlling the shape and size of the channels, it is possible to explore various materials with specified geometric dimensions and shapes.

Structures based on zinc oxide particles integrated into silicon substrates are promising as components of various semiconductor devices [2–4].

Nanocrystalline structures have high luminescent characteristics and sensitivity when reacting with gases. Nanocrystal–amorphous substance transitions have the structure of a gradual transition from formations of one type to another and therefore contain particles with dangling bonds that differ in structure. The key to understanding the mechanism of transition is related to the nature of the paramagnetic centers (PMCs) interaction.

The aim of the work was to investigate the transformation of the surface morphology during the formation of por-Si/ZnO structures by the synthesis of light-emitting particles ZnO with an uncompensated charge. A substantial feature of this work is the film deposition on a surface with complex morphology, including meso and macro pores.

Methods: Por-Si layers were obtained by electrochemical anodic etching of p-Si (100) with a resistivity of $12 \Omega \cdot \text{cm}$, dopant impurity-B [32–34]. An aqueous-alcohol solution of hydrogen fluoride was used as the electrolyte. Hydrofluoric acid 45.00%, ST-10484, GOST 10484-78, CAS: 7664-39-3. Isopropanol SSPIRT-9805.F01080, GOST 9805-84, CAS: 67-63-0. The anodizing current density was 10 mA/cm^2 for 10 min. Electrochemical anode etching was carried out in a single-chamber electrochemical cell. Heterophase micro-mesoporous skin layer of complex composition can form on the surface of macroporous silicon.

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: PL spectra of the samples were measured at room temperature with excitation at a wavelength of 320 nm. The spectrum of porous silicon disappears after the film deposition, which is associated with the passivation of the surface with a ZnO coating layer. For a sample with a ZnO film, two PL bands are present: a high-intensity green emission band centered at 507 nm (2.43 eV) and a weak-intensity UV emission peak with a center at 385 nm (3.22 eV).

It is noticeable that with an augmentation in the number of deposited layers, the signal intensity at 380 nm rises, which is associated with an increase in the film thickness.

All characterized ZnO thin films comprise two bands of PL. The first is centered at 380 nm (ultraviolet) photoluminescence near the intrinsic absorption edge (edge luminescence), and the second is about 520 nm wide long-wavelength band, its maximum falls in the green part of the spectrum, which occurs during radiative transitions through deep levels. The spectral position of the band at 380 nm (3.27 eV) is attributed to exciton recombination at the near-band boundary in ZnO films, while the blue-green emission band centered at 520 nm (2.38 eV) is attributed to the non-stoichiometric composition of ZnO (defects, mainly oxygen vacancies). A single ionized oxygen vacancy is the most frequently cited hypothesis for the origin of green emission in ZnO.

In nanoparticles, neutral oxygen vacancies are formed near the surface. Therefore, they are characterized by surface green luminescence. In samples with an excess of zinc-oxygen vacancies serve as luminescence centers, and with an excess of oxygen, zinc vacancies. Naturally, O_i interstitial oxygen centers are also formed in O-excess samples, while interstitial zinc centers are formed in Zn-excess samples. These centers create shallow donor levels in band gap. In the general case, a wide ZnO emission band in the visible region of the spectrum can consist of two or more bands associated with different luminescence centers.

Conclusion(s): Thus, it has been established that macropores, including mesopores, are formed on the silicon surface by electrochemical anode etching. Depositing of 20 layers of zinc oxide coating forms ZnO nanocrystals. With an increase in the number of layers to 25, the nanocrystals get enlarged and hollows are formed between them. The distribution of these formations over the surface of the sample and their size are identical. The mechanism of structure formation is determined, where an essential role is identified by the fact that the films are deposited on a hot substrate. The PMCs concentration is approximately 10^{16} , which is explained by the disordered structure of the initial sample. The localization of PMCs turns to be more ordered with an augmentation in the number of layers. In the photoluminescence investigation of the initial sample, a typical band of porous silicon with low-intensity was registered. With an increase in the number of deposited ZnO layers, the PL rises. The exciton glow emission is maximum when 25

ZnO layers are formed, which is associated with an increase in the film thickness. The greatest intensity of PL is associated with the presence of oxygen vacancies in the structure of samples.

This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09058002).

References:

1. Smerdov R. S. et al. The characterisation of nanostructured porous silicon/silver layers via Raman spectroscopy //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2018. – Т. 1038. – №. 1. – С. 012064.
2. Mishra S. K. et al. Sol-gel derived Al-doped ZnO nanoplates: Structural and optical properties //Materials Today: Proceedings. – 2021. – Т. 46. – С. 2197-2200.
3. Mochalov L. et al. Variety of ZnO nanostructured materials prepared by PECVD //Optical and Quantum Electronics. – 2022. – Т. 54. – №. 10. – С. 646.
4. Ryabko A. A. et al. Gas sensitivity of nanostructured coatings based on zinc oxide nanorods during combined activation //J. Tech. Phys. – 2022. – Т. 92. – С. 758-764.

УДК 620.22; 548.3; 546.2

ПОЛУЧЕНИЕ КРИОКРИСТАЛЛОВ N₂O МЕТОДОМ КОНДЕНСАЦИИ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

¹Акылбаева А.К., ²Ережеп Д. Е.

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, докторант, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, ст. преподаватель, PhD, к.т.н., Алматы, Казахстан

e-mail: aky_aila@mail.ru

Ключевые слова: криокристаллы, тонкие пленки, PVD, N₂O, вакуум.

Введение. В космосе астрофизические льды постоянно подвергаются ионному облучению, например, звездным ветром и галактическими космическими лучами. Составляющие частицы этого излучения движутся с энергией в диапазоне кэВ-ГэВ и сталкиваются с ледяными поверхностями, вызывая электронное возбуждение и ионизацию находящихся на них молекул. В пиконаносекундном масштабе молекулярные связи разрываются, образуются радикалы, а молекулярные фрагменты рекомбинируют между собой или реагируют с молекулами, вызывая синтез новых частиц и другие физико-химические изменения. Температуры, давления и ионные пучки с широким диапазоном энергий (кэВ-ГэВ), подобные обнаруженным в космической среде, могут быть воспроизведены в лабораторных моделированиях, однако масштаб времени, в течение которого эти процессы выполняются в космосе, намного больше. Тем не менее, такие симуляции дают доступ к базовому пониманию физико-химических процессов, происходящих в космической среде в большом количестве возможных ситуаций [1–3].

Методы. В этой системе газообразный N₂O (чистота более 99,99%) подается через клапан с утечкой со скоростью 1 мкм/мин. Основной блок экспериментальной установки представляет собой высоковакуумную камеру, которая обычно работает при 0,01–1 мкТорр. Процесс непрерывной откачки осуществляется турбомолекулярным насосом Turbo-V (Agilent, США) в сочетании с вакуумным насосом с сухой спиралью SH-110 (Agilent, США). Измерение давления осуществляется преобразователем FRG-700 (Agilent, США) с контроллером AGC-100 (Agilent, США).

Результаты. Для настоящего исследования был выбран оксид азота (N_2O). Были измерены ИК-спектры поглощения оксида азота, осажденных при температуре 12 К и подвергнутых дальнейшему отжигу до полной сублимации. Показатели преломления оксида азота демонстрируют четкую немонотонную зависимость от температуры осаждения в окрестности температур их структурного фазового превращения. Предполагается, что наблюдаемые резкие изменения показателей преломления от температуры связаны с различием числа поступательных и вращательных степеней свободы молекул, находящихся в разных фазовых состояниях криокристаллов (N_2O).

Выводы. На сегодняшний день все больше научных исследований посвящается вопросам изучения межзвездной пыли и астрофизических льдов. Данные исследования возможны при физическом моделировании с использованием вакуумной криогенной техники. В проведенном исследовании, при отогреве до температуры насыщенных паров, наблюдаются структурно-фазовые изменения. Полученные результаты хорошо согласуются с приведенными исследованиями и могут найти применение в дальнейших астрофизических исследованиях.

Список литературы:

1. Machado R. C. et al. Solid sampling: advantages and challenges for chemical element determination—a critical review //Journal of Analytical Atomic Spectrometry. – 2020. – Т. 35. – №. 1. – С. 54-77.
2. Kaiser R. I., Roessler K. Theoretical and laboratory studies on the interaction of cosmic-ray particles with interstellar ices. III. Suprathermal chemistry-induced formation of hydrocarbon molecules in solid methane (CH_4), ethylene (C_2H_4), and acetylene (C_2H_2) //The Astrophysical Journal. – 1998. – Т. 503. – №. 2. – С. 959.
3. Fulvio D. et al. Near-infrared laboratory spectra of H_2O trapped in N_2 , CH_4 , and CO : hints for trans-Neptunian objects' observations //Astronomy & Astrophysics. – 2010. – Т. 511. – С. A62.

UDC 539.231

IDENTIFICATION OF THE PROCESS OF FORMATION OF A NANOCRYSTALLINE STRUCTURE ON THE SURFACE OF POR-SI/ZNO BY MICROSCOPY AND ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE

Murzalinov D.O.,^{1,2} Seredavina T.A.

¹ Satbayev University, Institute of Physics and Technology, Almaty

² Institute Nuclear Physics, Almaty

e-mail: d.murzalinov@sci.kz

Key words: paramagnetic resonance, microscopy, zinc oxide, porous silicon, nanostructures.

Introduction: One of the most promising processes for the formation of complex surface morphology is electrochemical anodic etching, which is used to obtain nanostructured silicon-based materials. During the process, the system of pores forms, and the material becomes heterophase, including nanocrystalline and amorphous Si, SiO_x , and various functional groups that were adsorbed by the surface [1-2].

Methods: EPR spectra were recorded at room temperature with a JES-FA spectrometer (Jeol) in the presence of the standard Mn^{2+}/MgO . Registration conditions: Frequency 9.445 GHz, in the field $F_c = 340$ mT, sweep width 7.50 (mT), modulation frequency and amplitude $F_r = 100$ (kHz), width = 0.6 (mT)

Atomic force microscope (AFM) JSPM-5200 (“JEOL”, Akishima, Japan). Scanning mode (AFM AC), typical scanning speeds (the scanning time of 1 line is 625 microseconds, the scanning time of the entire image is 13 min), and brands of probes applied (NSC35/AIBS). Scan scale varied as follows— $25 \times 25 \mu\text{m}$, $6 \times 6 \mu\text{m}$, $1.5 \times 1.5 \mu\text{m}$, $912 \times 912 \text{ nm}$, $500 \times 500 \text{ nm}$. Operating temperature range—from $100 \text{ }^\circ\text{C}$ to $500 \text{ }^\circ\text{C}$, vacuum depth—up to 10^{-6} mm Hg .

Results: Different effects and the variety of functions based on them are caused by different hierarchical levels of pores as shown by scanning electron microscopy (SEM).

The nucleation of paramagnetic centers (PMCs) on the sample surface and the formation of substance clusters from them proceeds from the initial stage of the pore formation process. While applying of an external voltage, the uniform etching of silicon and the accumulation of ions starts.

Making the surface morphology more complex by depositing thin layers of zinc oxide on porous silicon by spray pyrolysis, it was obtained a uniform distribution of ZnO nanocrystals over the surface of the sample.

The transition to the crystalline phase is associated with the formation of particles with stable bonds. With a gradual change in the power of ultrahigh-frequency radiation in the spectrum of electron paramagnetic resonance (EPR), PMCs of various structures were identified and the formation of ZnO nanocrystals based on them was shown.

According to SEM images, after deposition of ZnO layers on PorSi, the surface of the sample become more fine porous and the porosity is more homogeneous by size. The coating is localized at the pore boundaries, thus forming particles with dangling bonds.

Conclusion(s): Thus, a hierarchical surface structure, including macro and mesopores, was formed by the method of electrochemical etching. The formation of nanocrystalline structures was confirmed by the EPR method and the mechanism involving particles with uncompensated charge was proposed.

This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09058002).

References:

1. Smerdov R. S. et al. The characterisation of nanostructured porous silicon/silver layers via Raman spectroscopy //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2018. – T. 1038. – №. 1. – C. 012064.
2. Smerdov R. et al. Advances in novel low-macroscopic field emission electrode design based on fullerene-doped porous silicon //Electronics. – 2020. – T. 10. – №. 1. – C. 42.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НЕКОТОРЫХ РЗЭ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ ХРОМИСТЫХ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ

Паничкин А.В., *Ускенбаева А.М., Кенжегулов А.К., Мамаева А.А.,
Кшибекова Б.Б., Имбарова А.Т., Алибеков Ж.Ж.

SatbayevUniversity, АО «Институт металлургии и обогащения», Алматы, Казахстан

E-mail: *a.uskenbayeva@satbayev.university

Ключевые слова: заэвтектический белый хромистый чугун, редкоземельные элементы, модифицирование структуры, механические свойства, абразивная износостойкость, карбид

В износостойких хромистых чугунах эксплуатационные и механические свойства определяются карбидной фазой [1]. С увеличением доли карбидов в составе хромистых износостойких чугунов повышается их износостойкость, поэтому все большее внимание исследователей уделяется хромистым чугунам заэвтектического состава. С уменьшением скорости кристаллизации отливок, что характерно для крупногабаритных деталей, размеры первичных карбидов увеличиваются, и структура становится склонной к формированию горячих трещин, что приводит к существенному снижению ударной вязкости отливок и даже к самопроизвольному их разрушению вследствие внутренних напряжений. Поэтому необходимы исследования по разработке эффективных методов воздействия на кристаллизующийся сплав, которые позволят уменьшить размеры первичных карбидов. Одним из способов уменьшения размеров выделяющихся кристаллов считается введение в расплав веществ, которые растворяясь и взаимодействуя с компонентами расплава модифицируют его структуру. Известно, что редкоземельные элементы (РЗЭ) могут быть модификаторами и дают положительный эффект при обработке жидких сплавов [2-4].

В связи с этим были проведены исследования влияния добавок Sm, Nd, La, Ce, Y в количестве 0,2 мас.% на структуру и механические свойства отливок из заэвтектического белого хромистого чугуна марки X300CrMo27-1 (3,75 и 4,2 мас.%C). Отливки получали при скорости охлаждения расплава 5-6 град/мин, что близко к скорости кристаллизации крупногабаритных отливок. Рассмотрено распределение редкоземельных элементов в фазах чугуна, определено влияние добавок РЗЭ на размеры, долю первичных и эвтектических карбидов (FeCr)₇C₃, а также их влияние на микротвердость, твердость HV, износостойкость и прочность отливок.

Установлено, что добавки Sm, Nd, La, Ce, Y в количестве 0,2% не оказывают существенного влияния на морфологию первичных и эвтектических кристаллов карбида (FeCr)₇C₃ в этом чугуне. Введение таких добавок в заэвтектический хромистый чугун не способствует модифицированию структуры и в ряде случаев приводят к увеличению размеров первичных кристаллов, а также к снижению их механических свойств. Предположено, что РЗЭ восстанавливают тугоплавкие оксиды, находящихся во взвешенном состоянии в объеме расплавов чугунов. Это привело к уменьшению центров кристаллизации и как следствие к укрупнению размеров карбидов. Возможность восстановления оксидов редкоземельными элементами подтверждается результатами термодинамических расчетов. Добавка Y повышает стойкость к абразивному изнашиванию, но снижает прочность отливок. Выявлено, что РЗЭ связывают вредную примесь - фосфор в оксифосфиды.

Таким образом, введение малых добавок Sm, Ce, La и Nd (0,2 мас%) в расплав заэвтектических хромистых чугунов при их выплавке не способствует улучшению структуры и свойств отливок, получаемых при малых скоростях охлаждения. Из рассмотренных РЗЭ только добавки Y оказала положительный эффект на износостойкость чугунов, что позволяет ее рассматривать как перспективную. Способность РЗЭ связывать

фосфор в оксифосфиды позволяет их рассматривать как перспективную рафинирующую добавку.

Список литературы:

1. Гарбер М. Е. Износостойкие белые чугуны. Учебное пособие. – 2010.
2. Uskenbayeva A.M. et al. Trends in improving the properties of wear-resistant chromium cast irons. Engineering Journal of Satbayev University. 2022, 144 (1), 17-23.
3. Dojka M. et al. Influence of Ti and REE on Primary Crystallization and Wear Resistance of Chromium Cast Iron //Journal of Materials Engineering and Performance. – 2019. – Т. 28. – С. 4002-4011. <https://doi.org/10.1007/s11665-019-04088-x>
4. Guo E. et al. Effects of RE, V, Ti and B composite modification on the microstructure and properties of high chromium cast iron containing 3% molybdenum //Rare Metals. – 2009. – Т. 28. – С. 606-611. <https://doi.org/10.1007/s12598-009-0116-1>

УДК 662.472

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЧАСТИЦ И ТОЛЩИНЫ СЛОЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЖИДКОСТНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ MWCNT

¹Жураев Тухтамурод Ислон угли, ²Каримов Темур

¹ Физико-технический институт АН РУз, Узбекистан, базовый докторант,

²Ташкентский Государственный технический университет, Узбекистан, магистрант

e-mail: jtukhtamurod94@gmail.com, temurka99@gmail.com

Ключевые слова: Наножидкост, Соникиация, поглощение, концентрация, кювета.

Введение: благодаря своим хорошим теплофизическим свойствам, наножидкости рассматриваются, как перспективные теплоносители для многих отраслей науки и техники ^[1]. Также, в сфере солнечной энергетики - в работе ^[2] расчетным путем обосновывается эффективность использования наножидкости с частицами Al₂O₃ в солнечных коллекторах. Показано, что переход от воды к наножидкости позволит увеличить КПД таких устройств на 30%. Это подтверждается результатами исследования ^[3], где для солнечного коллектора использовалась наножидкость на основе воды с частицами серебра, где максимальное значение КПД солнечных коллекторов при использовании наножидкости достигает до 70%. Кроме того, оптические свойства наножидкостей также считаются важными при исследовании теплофизических свойств или их эффективного использования. В работе ^[4] были проведены теоретические и экспериментальные результаты. Из обсуждения выясняется, что при разных толщинах и при разных концентрациях коэффициент поглощения может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от длины волны.

Методы: Исходя из вышеизложенных анализов, проведены экспериментальные и численные исследования по изучению влияния концентрации частиц и толщины слоя на оптические характеристики наножидкости на основе многостенных углеродных нанотрубок.

Для проведения экспериментов были выбраны наночастицы на основе многостенных углеродных нанотрубок (MKN-MWCNT-RG1020) с диаметром 10-20 нм и длиной 10-30 μм которые измерены с помощью Zetasizer S90 и для приготовления суспензии выбран “two step method”, где при приготовлении, температура в ультразвуковой ванне варьировалась от 25 °С до 35 °С, а время соникации длилось 30 минут. Исследования проводились для

концентраций частиц 0.01%, 0.02% и 0.05% с использованием воды в качестве базовой жидкости.

Определения поглощения лучей в рассматриваемой наножидкости, нами использован оптический спектрофотометр METASH V-5000, диапазон измерения которого составляет от 320 нм до 1100 нм. Для проведения эксперимента выбраны 4 различных вида кюветы с разными толщинами, соответственно равными 5мм,10мм,20мм и 30мм.

Кроме того, были проведены исследования для определения оптических свойств наножидкостей на основе MWCNT при различных концентрациях с разными толщинами слоя.

Результаты: Данные измерений показали, что уровень поглощения увеличивается с увеличением концентрации и толщины слоя поглощения. Но с увеличением концентрации происходит насыщение степени поглощения, так при концентрации 0.05%, кривые поглощения для толщин слоя поглощения 20мм и 30мм почти одинаковые.

Выводы: Исходя из этого можно заключить то, что при больших концентрациях частиц и широких слоях поглощения в наножидкостях, тепловая эффективность солнечных систем увеличивается в порядке 14 %, где полезное тепло увеличилось на 18,75 % при минимальном расходе теплоносителя.

Список литературы:

1. Xie H. et al. Discussion on the thermal conductivity enhancement of nanofluids //Nanoscale research letters. – 2011. – Т. 6. – С. 1-12.
2. Tiwari A. K., Ghosh P., Sarkar J. Solar water heating using nanofluids—a comprehensive overview and environmental impact analysis //International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. – 2013. – Т. 3. – №. 3. – С. 221-224.
3. LAZARUS G. et al. Heat transfer performance of silver/water nanofluid in a solar flat-plate collector //Journal of Thermal Engineering. – 2015. – Т. 1. – №. 2. – С. 104-112.
4. Prasher R. S., Phelan P. E. Modeling of radiative and optical behavior of nanofluids based on multiple and dependent scattering theories //ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. – 2005. – Т. 42223. – С. 739-743.

ИМПУЛЬСЫ К РАЗВИТИЮ «ЗЕЛЁНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ» УЗБЕКИСТАНА

Содиков Т.Б.

Ташкентский государственный технический университет

Ташкент, Узбекистан, 10096, докторант

e-mail: sodikovtim94@gmail.com

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечная станция, электроэнергия, зеленая экономика, зелёная энергетика, постановление

Введение. Стало известно, что нехватка и истощение запасов ископаемых источников энергий топливная энергетика не является устойчивой и в дальнейшем не сможет обеспечить энергетическую безопасность, особенно в то время, когда с большими темпами растёт число и благосостояние населения и наблюдается ускоренное развитие экономики нашей страны, а основными станциями электроэнергетической системы при генерации электрической и тепловой энергии являются тепловые электрические станции (примерно 84%). По этим причинам возобновляемые источники энергии (ВИЭ) становятся **актуальными** и могут играть доминирующую роль в энергопотреблении нашей страны.

Постановка задачи. Производство энергии во всем мире и в том числе в Узбекистане существенно растёт с большими темпами. Согласно прогнозу экспертов, генерация

электрической энергии в нашей стране может увеличиться примерно на 14,2% к 2025 году по сравнению с 2022 годом и достичь порядка 84,9 млрд кВт*ч. Данный объем значительно огромный, где доля тепловых электрических станций (ТЭС) в этой генерации может составить около 82%. Это доля весьма неприемлемая, когда Узбекистан входит в группу стран с довольно высоким уровнем углекислого газа (CO₂) на единицу валового внутреннего продукта (ВВП), где среднее значение показателя энергоёмкости ВВП Узбекистана составляет около 480 кг.н.э./1000 долл.США, что в 4 раза больше чем в Евросоюзе и в 2 раза выше чем мирового среднего показателя. Это в свою очередь обуславливает обострение экологических проблем и требует к немедленному увеличению доли возобновляемых источников энергии при снабжении энергией всех слоев населения.

Решение проблемы. Одним из импульсов по внедрению ВИЭ стал Парижское соглашение, которое Узбекистан ратифицировал в 2018 году. Согласно соглашению, Узбекистан будет сокращать выбросы парниковых газов на единицу ВВП на 35% к 2030 году относительно от уровня 2010 года. В связи с этим принимаются ряд законодательных актов, в рамках которых предусматривается также реализация мер направленных на масштабное внедрение ВИЭ во всех секторах экономики. Например, Постановление Президента Республики Узбекистан от 02.12.2022 г. № ПП-436 «О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан на «зеленую» экономику до 2030 года» стал следующим импульсом для внедрения зеленой энергетики. Согласно постановлению, будет увеличена мощность ВИЭ до 15 ГВт, повышена энергоэффективность в сфере промышленности как минимум на 20%, расширена зелёные зоны в городах до 30%, повышена эффективность водопользования во всех отраслях экономики, доведена доля ВИЭ от общего объема производства электроэнергии до 30%, с 1 июня 2023 года внедряется система «зеленых сертификатов» на основе требований по ограничению воздействия на экологию и окружающую среду при производстве продукции, а также с 1 января 2024 года при строительстве солнечных и ветряных электростанций с мощностью более 1 МВт на основе инвестиционных проектов в обязательном порядке будет внедрена система накопления электрической энергии мощностью минимум 25% от установленной мощности этих станций. Ещё следующим импульсом для развития зеленой энергетики стала утверждение концепции перехода на зеленую экономику и обеспечения энергосбережения в отраслях промышленности и план действий по обеспечению зеленого роста в Республике Узбекистан до 2030 года.

Заключение. Таким образом, принятые в Узбекистане постановление, соглашение, концепции и планы действий по переходу к зеленой экономике позволяют активно решать задачи в области достижения углеродной нейтральности который будет препятствовать к глобальному изменению климата и интенсивному переходу к возобновляемым энергиям.

Список литературы:

1. Аллаев К. Р. Современная энергетика и перспективы ее развития //Под ред. академика Салимова АУ-Т.:«Fan va texnologiyalar nashriot–matbaa uyi. – 2021.
2. Исаков А. Ж. Энергетический сектор Узбекистана и перспективы цифровизации гидроэлектростанций. – 2022.
3. Зокиров Ш. Э. Возобновляемые источники энергии в Узбекистане: Экономические механизмы стимулирования и перспективы развития //Экономика и социум. – 2019. – №. 4 (59). – С. 343-349.
4. <https://www.norma.uz>
5. <https://www.kun.uz>

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛАБОРАТОРИИ ЕВРАЗИЙСКОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ»

^{1,2}Корзникова Е.А.

¹Уфимский университет науки и технологий. Лаборатория “Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях”, заведующий лабораторией

² Академия наук республики Башкортостан, профессор; д.ф.-м.н.

Email: elena.a.korznikova@gmail.com

Ключевые слова: молодежная лаборатория, Евразийский научно-образовательный центр, нанометаллы, зернограничные сегрегации, атомистическое моделирование

В докладе рассматриваются основные направления деятельности молодежной лаборатории Евразийского научно-образовательного центра (НОЦ) «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях» для выявления потенциальных перспектив совместных исследований и разработок. Лаборатория создана в 2021 году и стала одной из шести лабораторий, созданных в составе Евразийского научно-образовательного центра, и одной из ста лабораторий, созданных в составе всех 15 научно-образовательных центров Российской Федерации. Исследования, проводимые в лаборатории, направлены на экспериментальные и теоретические исследования влияния различных высокоинтенсивных обработок на структуру и свойства металлических материалов с целью поиска способов продления их срока службы или улучшения их механических и эксплуатационных свойств. Деятельность ведется по трем направлениям, а именно: экспериментальные исследования структуры и свойств металлов и сплавов, подвергшихся интенсивной деформации, разработка методов нанесения и изучения структуры функциональных покрытий, предназначенных для работы в экстремальных условиях, и моделирование поведения кристаллической решетки металлов и сплавов в условиях, далеких от равновесных.

К более конкретным задачам, решаемым в лаборатории, относятся такие направления, как оптимизация комплекса эксплуатационных свойств медных и алюминиевых проводников при сохранении высоких свойств электропроводности; изучение влияния зернограничных сегрегаций на механические и эксплуатационные свойства нанометаллов. В область исследований функциональных покрытий входят такие задачи, как разработка новых подходов и наук о дуплексной модификации поверхности инструментальных материалов; выявление закономерностей формирования эксплуатационных слоев с улучшенными механическими свойствами на поверхности инструментальных материалов и совершенствование существующей технологии дуплексного модифицирования поверхности металлорежущих инструментов для увеличения срока их службы. Изучение нелинейной динамики кристаллической решетки металлов и сплавов при жестких внешних воздействиях методами атомистического и мезоскопического моделирования и адаптация методов машинного обучения для анализа динамических, пространственно-локализованных состояний в кристаллических решетках металлов являются основными направлениями в кластере задач, решаемых методами имитационного моделирования. Отчет будет содержать основные результаты, исследовательский потенциал и основные области потенциального сотрудничества.

Работа поддержана за счет средств Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания Уфимского государственного авиационного технического университета (договор № 075-03-2022-318/1 - молодежная научная лаборатория научно-исследовательской и образовательный центр «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях»).

SYNTHESIS AND RESEARCH OF SUPERCONDUCTOR BASED ON BSCCO**Serua T.**

Satbayev University, Almaty, Postgraduate student

e-mail: seruatorsntai@gmail.com

Introduction. The influence of the synthesis of high-temperature superconducting materials based on amorphous precursors, the acquisition method and conditions of the precursors and their properties are very important, because they will affect the kinetics of superconducting phase formation and key parameters of superconducting materials. In this work, a setup using infrared radiation was developed in order to obtain amorphous precursors.

Method. In the fusion synthesis of high-temperature superconducting materials based on amorphous precursors, the acquisition method and conditions of the precursors and their properties are very important, because they affect the kinetics of superconducting phase formation, as well as key parameters of superconducting materials. $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ ($n=2, 3, 5$) was synthesized from pure Bi_2O_3 , PbO , SrCO_3 , CuO and CaCO_3 by solid state reaction. The powders were mixed, homogenized and calcined three times at 800 °C, 848 °C and 850 °C with a heating and cooling rate of 8 °C.min⁻¹. After each calcination step, the powder was again manually homogenized.

Results and discussion. Based on quantitative phase analysis using Rietveld refinement after XRD measurements, the sample was $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (2223) as the main phase (80wt.%) mixed with $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ (3,4,5 phase, 20 wt.%) . This precursor powder containing the Bi-2223 and Bi-2245 phases was further used for separation. Each isolated fraction was dried and examined by scanning electron microscopy to determine the size distribution of each. The first fraction obtained after 40 seconds contained particles larger than 30 micrometre in size. After homogenization and stabilization, the heaviest particles of the reference powder settle to the bottom of the vessel. This figure shows that small particles are also present in the sedimented sample. This may be due to the fact that some of the smaller particles may be part of larger aggregates or simply attached to larger particles that were separated after drying the suspension.

Conclusion. In this study, we developed a particle size separation method based on wet sedimentation in an isopropanol environment to obtain the particle size fraction of superconducting powder particles (BSCCO). The melting apparatus is an insulated chamber with a source of infrared radiation. The initial sample is placed on a platinum substrate in the chamber and, under the influence of infrared radiation, gradually melts and flows to the quenching device.

References:

1. Uskenbayev D. E., Nogay A. S., Aynakulov E. B. Properties of Bismuth-Based Superconductors Precursors obtained under the influence of the Radiant Flux //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2016. – T. 110. – №. 1. – C. 012030. Sato K. et al. HTS large scale application using BSCCO conductor //IEEE transactions on applied superconductivity. – 1997. – T. 7. – №. 2. – C. 345-350.

УДК 539.172

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ Δ^0 -ИЗОБАР В АДРОН- И ЯДРО-ЯДЕРНЫХ СОУДАРЕНИЯХ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

¹Олимов К., ²Хурсанжонов Ж., ³Олимов А.К., ⁴Сувонов А.И.

¹ФТИ АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, зав. лаб, д.ф.-м.н,

²Национальный Университет Узбекистана, г. Ташкент, магистр

³ФТИ АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, старший научный сотрудник

⁴Самаркандский филиал Ташкентского Аграрного университета, г. Самарканд, Узбекистан, базовый докторант

e-mail: olimov@uzsci.net

Ключевые слова: адрон, ядро, дельта изобара, инвариантная масса, ширина массы.

Введение: Известно, что в адрон-ядерных соударениях при первичных энергиях в несколько ГэВ более половины пионов рождаются за счет Δ -резонансов. В ядерных соударениях также происходит уменьшение ширины Δ -резонанса по сравнению с таковой для Δ -изобары, образованной в соударениях свободных нуклонов. Данная работа посвящена сравнительному анализу характеристик Δ^0 -изобар, образованных в $p^{12}\text{C}$ -, $d^{12}\text{C}$ -, $\alpha^{12}\text{C}$ и $^{12}\text{C}^{12}\text{C}$ -соударениях при первичном импульсе 4.2 А ГэВ/с.

Метод: Экспериментальный материал получен с помощью 2 м пропановой пузырьковой камеры, облученной пучками протонов, дейтронов, α -частиц и ядер углерода с импульсом 4.2 А ГэВ/с. Приводимые ниже результаты по $p^{12}\text{C}$ -, $d^{12}\text{C}$ - и $\alpha^{12}\text{C}$ -соударениям получены нами, а данные по $^{12}\text{C}^{12}\text{C}$ -взаимодействиям получены в работе [1].

Результат: Наши результаты были получены применяя процедуру разделения Δ -изобар, приведенную в работе [1]. В таблице приведены данные о различных характеристиках Δ^0 -изобар совместно с результатами работы [1].

Вывод: Как видно из таблицы ширина массы Δ^0 -изобар (Γ_0) в пределах статистических погрешностей одинакова во всех типах соударений и приблизительно на 1.35 раза меньше, чем таковая (120 МэВ) для Δ^0 -резонанса, образованного в свободных нуклон-нуклонных соударениях. Этот факт указывает на то, что на время жизни Δ^0 -изобар ($\tau = \hbar/\Gamma_0$) существенно влияет ядерный потенциал.

Таблица 1 Масса (M_0), ширина (Γ_0), средняя множественность ($\langle n_{\Delta} \rangle$) Δ^0 -изобары и доли (W_-) отрицательных пионов, образованных от распада этих резонансов

| Тип соударения | M_0 , МэВ | Γ_0 , МэВ | W_- | $\langle n_{\Delta} \rangle$ |
|------------------------------|--------------|------------------|----------------|------------------------------|
| $p^{12}\text{C}$ | 1233 ± 2 | 88 ± 5 | 38.4 ± 1.2 | 0.14 ± 0.01 |
| $d^{12}\text{C}$ | 1233 ± 1 | 89 ± 3 | 30.0 ± 0.8 | 0.20 ± 0.01 |
| $\alpha^{12}\text{C}$ | 1230 ± 2 | 89 ± 5 | 48.3 ± 0.7 | 0.51 ± 0.01 |
| $^{12}\text{C}^{12}\text{C}$ | 1231 ± 4 | 89 ± 8 | 55.0 ± 5.0 | 0.81 ± 0.07 |

Из таблицы также видно, что с ростом массового числа снаряда (за исключением $p^{12}\text{C}$ -взаимодействий) растут доли отрицательных пионов, образованных от распада Δ^0 -изобар. С ростом массового числа снаряда растет средняя множественность Δ^0 -изобар, что связано с увеличением числа участников во взаимодействии нуклонов снаряда.

Во всех соударениях значения массы Δ^0 -изобары одинаковые и они совпадают с массой Δ^0 -резонанса образованной в свободных нуклон-нуклонных соударениях.

Список литературы:

1. Krpić D. et al. Baryon resonances in carbon-carbon collisions at 4.2 GeV/c per nucleon //Physical Review C. – 2002. – Т. 65. – №. 3. – С. 034909.

ЫТҚ барлық балқыту құрамдары үшін $\sigma=f(P_{LM})$ тәуелділік түрінде ретінде ұсынуға мүмкіндік берді. Модельдің дәлдігін бағалау үшін әр түрлі буынға тиесілі ЫТҚ балқыту қосылыстары бөлек таңдалды (1-кесте).

Әдебиет тізімі:

1. Хонелидзе Д. М. и др. Влияние условий испытаний на длительную прочность высокопрочных арматурных сталей в условиях электролитического наводороживания //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – №. 12. – С. 532-540.
2. Каблов Е. Н. Литые лопатки газотурбинных двигателей: сплавы, технологии, покрытия. – 2006.
3. Авраменко Д. С. Прогнозирование длительной прочности жаропрочных никелевых сплавов методом базовых диаграмм //Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – №. 10. – С. 67–72-67–72.
4. Кривенюк В. В. Прогнозирование длительной прочности жаропрочных никелевых сплавов //Металл и литье Украины. – 2009.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НА ПРИМЕРЕ ДВУМЕРНОГО МОНОКРИСТАЛЛА

¹Брызгалов В.А., ^{1,2}Корзникова Е.А., ³Дмитриев С.В., ⁴Бибихов Ю.В.

¹Уфимский университет науки и технологий. Лаборатория “Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях”, лаборант,

²Академия наук Республики Башкортостан, профессор; д.ф.-м.н

³Институт физики молекул и кристаллов, профессор ; д.ф.-м.н

⁴ Политехнический институт (филиал) СВФУ в г. Мирном, доцент; кандидат наук

Email: Bryzgalovv2000@gmail.com

Ключевые слова: электропластичность, кристаллическая решетка, джоулев нагрев, молекулярная динамика, потенциал Морзе

Введение: Электропластический эффект (ЭЭ) – это явление, при котором приложенный электрический ток во время пластической деформации приводит к снижению предела текучести и увеличению относительного удлинения материала до разрушения. Данный эффект был впервые открыт Троицким и Лихтманом в 1963 году, они описали снижение предела текучести в монокристаллах цинка при прохождении через них импульсов тока [1]. С тех пор ЭЭ привлек большое внимание исследователей и нашел свое промышленное применение в процессах волочения, прокатки, штамповки и формовочных процессах [2,3]. Несмотря на то, что ЭЭ хорошо известен и широко применяется в современной обрабатывающей промышленности, физическая природа явления, до сих пор не ясна.

Методы: В данной работе для моделирования использовался метод молекулярной динамики. Для описания взаимодействия атомов в данной работе был использован межатомный потенциал Морзе. В систему было введено две дислокации, путем вырезания из системы цепочки атомов и последующей релаксации. Затем система была подвержена монотонно увеличивающейся деформации при заданной температуре. Температура вводилась путем задания случайных начальных смещений атомам в заданном диапазоне. Для моделирования импульсов электрического тока увеличивалась кинетическая энергия системы. Задачей являлось сделать так, чтобы энергия больше выделялась на атомах вблизи дефектов, которые имеют более высокую потенциальную энергию, симулируя локальный джоулев нагрев. Затем атомы с высокой потенциальной энергией (атомы вокруг

дислокаций) отслеживались при помощи кода, и определялось среднее время ожидания до пластической деформации, исходя из их перемещения в решетке. Из-за наличия тепловых флуктуаций в системе, время ожидания движения дислокаций является стохастической величиной и оно определялось как среднее по 500 реализациям.

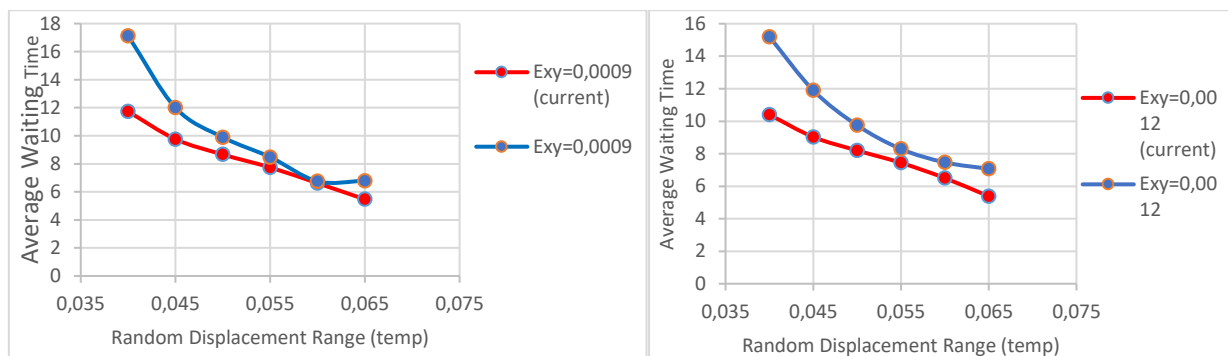


Рисунок 1 Зависимость среднего времени ожидания от температуры для значений сдвиговой деформации $E_{xy}=0.0009$ (слева) и $E_{xy}=0.0012$ (справа). Результаты без приложения импульсов тока показаны синим, а с приложением – красным

Результаты: В ходе моделирования была построена зависимость среднего времени ожидания движения дислокаций от температуры для разных значений приложенной к монокристаллу сдвиговой деформации, см. Рис. 1. Сравнивались времена ожидания для случаев деформации с импульсами тока (красный) и без них (синий).

Выводы: Были построены графики зависимости среднего времени ожидания от температуры без применения тока и с применением импульсного тока. Анализ результатов показал, что электропластический эффект существенно облегчает и ускоряет движение дислокаций, в особенности это заметно при достаточно низких параметрах деформации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ФГБОУ ВО «УГАТУ» (соглашение №075-03-2022-318/1) молодежная научно-исследовательская лаборатория НОЦ «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях» для Б.В.А. (проведение расчетов), гранта НШ-4320.2022.1.2 для С.В.Д. (анализ и обсуждение полученных результатов), гранта РНФ 21-12-00275 для С.В.Д. (постановка задачи, концептуализация исследования).

Список литературы:

1. Троицкий О. А. Электромеханический эффект в металлах //Письма в ЖЭТФ. – 1969. – Т. 2. – №. 10. – С. 18-22.
2. Ruszkiewicz B. J. et al. A review of electrically-assisted manufacturing with emphasis on modeling and understanding of the electroplastic effect //Journal of Manufacturing Science and Engineering. – 2017. – Т. 139. – №. 11.
3. Zhang X. et al. Electron force-induced dislocations annihilation and regeneration of a superalloy through electrical in-situ transmission electron microscopy observations //Journal of Materials Science & Technology. – 2020. – Т. 36. – С. 79-83.

ТЕРМОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В СТРУКТУРЕ $n\text{-Si-n}-(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ Саидов А.С., Усмонов Ш.Н., Ишниязов Т.Т., Сапаров Д.В, Кремков М.В.

Физико-технический институт НПО "Физика-Солнце" Академии наук РУз

г. Ташкент, 100084, Узбекистан

Email: tolmas.14@mail.ru

За последнее десятилетие одним из наиболее интересных новых эффектов в области термоэлектрического преобразования тепловой энергии в электрическую энергию является термовольтаический эффект - возникновение ЭДС при равномерном нагреве неоднородного образца [1]. Такой же эффект мы обнаружили в твердых растворах (ТР) $n-(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ переменного состава.

ТР $n-(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ были выращены из Sn раствора-расплава на Si(111) подложках. Количественный состав раствора-расплава (Sn-Si-GaN) вычислялся на основе экспериментальных исследований по растворимости Si и GaN в Sn и данных работ [2, 3].

Для получения сигнала термовольтаического эффекта (ЭДС и ток) наносился титан на поверхность подложки и эпитаксиальной пленки, поверх титана на эпитаксиальной пленке был припаян медный провод. Приповерхностная область пленки представляла собой широкозонный слой ТР с высоким содержанием молекул GaN.

На рис.1. представлены зависимости темновой ЭДС и тока $n\text{-Si-n}-(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ структуры от температуры. Из рис.1 видно, что при равномерном нагреве образца ЭДС и ток монотонно возрастают, достигая при 390 К значений 0.38 мВ и 16 нА, соответственно. Это свидетельствует о том, что в исследованной структуре возникает термовольтаический эффект. Возникновение термостимулированной ЭДС при равномерном нагреве образца, по-видимому, связано с варизонным характером эпитаксиального слоя $(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$. При выращивании эпитаксиальной пленки на подложках Si сначала кристаллизуется подслой Si, затем по мере роста пленки молярное содержание молекул GaN в слоях постепенно увеличивается, а Si - уменьшается. Содержание атомов Si в приповерхностной области значительно меньше, чем молекул GaN. В связи с этим скорость тепловой генерации носителей заряда в разных частях пленки будет разной, что приводит к неравномерному распределению объемных зарядов, а, следовательно, и к возникновению ЭДС.

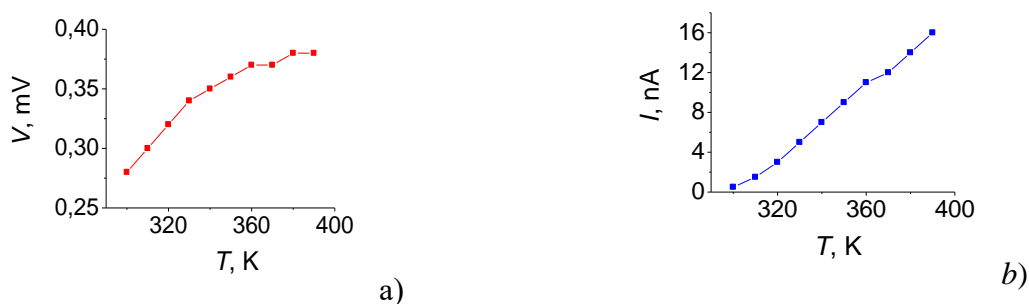


Рисунок 1 Зависимости темновой ЭДС (a) и тока (b) $n\text{-Si-n}-(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ структуры от температуры

Список литературы:

1. Каминский В. В., Казанин М. М. Термовольтаический эффект в тонкопленочных структурах на основе сульфида самария // Письма в Журнал технической физики. – 2008. – Т. 34. – №. 8. – С. 92-94.
2. Saidov M. S. et al. The temperature effect on the voltage-current characteristics of $p\text{Si-n}(\text{ZnSe})_{1-x}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ ($0 \leq x \leq 0.03$, $0 \leq y \leq 0.09$) structures – 2010.
3. Саидов А. С. Житкофазная эпитаксия твердых растворов $(\text{IV}_2)_{1-x}(\text{A}_3\text{B}_5)_x$ // Узбекский физический журнал. – 1993. – Т. 4. – С. 48-51.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИЙ

Бекен Бекжан, Гапуров Еркебулан, Кали Адилет, Кенесов Елдос

Руководитель: Байтимбетова Б.А.
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Введение. В последнее время, благодаря своим уникальным физическим, химическим, механическим и технологическим свойствам, металл стал основным и обязательным конструктивным материалом в различных отраслях техники и технологии.

В процессе применения металлических конструкций возникают различные динамические и статические нагрузки, которые отрицательно влияют на долговечность и прочность металлов. Также на состояние металлов обширное влияние оказывает химическое, электрохимическое и физико-химическое воздействие окружающей среды. Однако наиболее опасным и распространенным процессом металлических конструкций, является коррозия металлов.

Целью исследования является изучение основных методов по защите металлических конструкции от коррозии и сравнение различных методов оценки защитной способности комбинированных материалов, содержащие летучие ингибиторы коррозии (ЛИК).

Объект исследования. Металлические конструкции, защита металлов от коррозии, методы борьбы, причины появления коррозии.

Методы исследования: Для реализации указанной цели были рассмотрены и изучены следующие методы:

- создание условий для образования на поверхности металла при взаимодействии с агрессивной средой защитных слоев;
- Обеспечение пассивности металлов (легирование металла, ингибирование, анодная электрохимическая защита);
- нанесение защитных покрытий на поверхность металла;
- понижением содержания в среде веществ, вызывающих или ускоряющих коррозию путем специальной очистки или введением добавок, реагирующих со стимуляторами коррозии;
- электрохимические катодные защиты и др.

Результаты: Одним из способов обеспечения пассивности металла является анодная электрохимическая защита металла. При пропускании электрического тока через защищаемую конструкцию происходит смещение её потенциала в положительную сторону, тем самым уменьшая активность металла.

Вывод. Выбор конкретных мер защиты в каждом частном случае определяется их технологической и экономической целесообразностью. Из всего многообразия способов защиты от коррозии продукции черной металлургии производители предпочитают применение комбинированных материалов в качестве упаковки металлопродукции. Анализ методов и средств борьбы с коррозией металлов показывает, что одним из основных способов противокоррозионной защиты является использование летучих ингибиторов коррозии (ЛИК).

Список литературы:

1. Medyanik N. et al. Investigation of strength and corrosion resistance properties of combined packaging materials for metal products //Metallurgical and mining industry. – 2016. – №. 8. – С. 14-21.
2. Kharionovskii V. V. Protection against corrosion of pipe gas lines: modern methods and means //Korroziya: materialy, zashchita. – 2017. – №. 5. – С. 41-48.

3. Kolyada L. G., Tarasyuk E. V., Krylova S. A. Modern packaging materials for steel products //Solid State Phenomena. – Trans Tech Publications Ltd, 2017. – Т. 265. – С. 1040-1047.
4. Kolyada L. G., Tarasyuk E. V., Kalugina N. L. Technology of packing materials for metal products //Materials Science Forum. – Trans Tech Publications Ltd, 2016. – Т. 870. – С. 454-459.
5. Kolyada L. G., Tarasyuk E. V. Methods of investigation of protective ability of packaging materials containing volatile corrosion inhibitors //Ferrous Metallurgy. Bulletin of Scientific, Technical and Economic Information. – 2018. – Т. 1. – №. 11. – С. 77-84.

УДК 539.172.12

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ЯДЕР ^4He В ^{16}O - СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 3.25 А ГЭВ/С

Олимов А.К.

ФТИ АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, старший научный сотрудник
e-mail: alishsoap@mail.ru

Ключевые слова: альфа кластер, протон, дейтрон, тритий, ядро гелия-4, импульс

Введение: Известно, что в четно-четных легких ядрах преобладает α -кластерная структура, которая должна проявляться, прежде всего, в процессах фрагментации таких релятивистских ядер при периферических соударениях с нуклонами или ядрами.

Метод: Экспериментальный материал был получен с помощью 1 м водородной пузырьковой камеры Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, облученной ядрами кислорода с импульсом 3.25 А ГэВ/с на Дубненском синхрофазотроне и состоит из 8712 полностью измеренных неупругих ^{16}O -событий.

В качестве меры степени возбуждения ядра кислорода принята величина Q , равная суммарному заряду многозарядных ($z \geq 2$) фрагментов в событии. В нашем эксперименте величина Q изменяется в пределах от 0 (полный развал ядра кислорода на однозарядные частицы – ^1H , ^2H , ^3H) до 8. При $Q = 0$ и $Q = 3$ образование ядер ^4He не происходит.

Результат: Суммарное сечение топологий, содержащих один и более двухзарядных фрагментов, составляет 134.6 ± 2 мбн – 40% неупругого сечения ^{16}O -реакции.

Анализ средней множественности и средних значений кинематических характеристик α -частиц показал зависимость этих величин от степени возбуждения ядра кислорода, что по-видимому, связано с α -кластерной структурой ядра ^{16}O .

В таблице приведены средние значения и ширины (RMS) распределений полного ($\langle p \rangle$), продольного ($\langle p_{||} \rangle$) и поперечного ($\langle p_{\perp} \rangle$) импульсов протонов и дейтронов в событиях с образованием и без образования ядер ^4He .

| Величина, МэВ/с | В событиях с образованием ^4He | | В событиях без образования ^4He | |
|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------|------------------------------------------|--------------|
| | Тип фрагмента | | Тип фрагмента | |
| | ^1H | ^2H | ^1H | ^2H |
| $\langle p \rangle$, | 388 ± 4 | 342 ± 5 | 387 ± 4 | 350 ± 5 |
| RMS | 312 ± 5 | 245 ± 6 | 307 ± 5 | 240 ± 6 |
| $\langle p_{ } \rangle$, | 178 ± 3 | 126 ± 4 | 183 ± 2 | 122 ± 5 |
| RMS | 290 ± 4 | 239 ± 5 | 284 ± 3 | 235 ± 6 |
| $\langle p_{\perp} \rangle$, | 282 ± 3 | 243 ± 4 | 281 ± 2 | 250 ± 4 |
| RMS | 226 ± 4 | 213 ± 5 | 226 ± 4 | 208 ± 5 |

Из таблицы видно, что в пределах статистических погрешностей импульсные характеристики протонов-фрагментов и дейтронов попарно совпадают в группах с

наличием или отсутствием в событии ядер ${}^4\text{He}$, т.е. механизмы их образования не коррелированы с появлением в событии α -частиц.

Вывод: Средние значения множественности и кинематических характеристик α -частиц зависят от степени возбуждения ядра кислорода, что указывает на α -кластерную структуру ядра кислорода.

Механизмы образования легких фрагментов ($A \leq 3$) не зависят от наличия или отсутствия в событии ядер ${}^4\text{He}$.

Список литературы:

1. Olimov K. et al. Some peculiarities of formation of 4 He nuclei in 16 O p collisions at 3.25 A GeV/c //International Journal of Modern Physics E. – 2014. – Т. 23. – №. 12. – С. 1450086.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ PV SYST

¹Турсунов М.Н., ¹Сабилов Х., ^{1,2}Холов У.Р.

¹Физико-технический институт АН РУз,

²“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства” -

Национальный исследовательский университет,

e-mail: uygunshams@mail.ru

Ключевые слова: фотоэлектрическая станция, фотоэлектрическая батарея, солнечная излучения, потребитель, аккумуляторная батарея

Введение. Солнце – это глобальный экологически чистый источник энергии. Прямое преобразование солнечного излучения в электрическую энергию осуществляется фотоэлектрическими батареями (ФЭБ) или фотоэлектрическими станциями (ФЭС). Мощность ФЭБ зависит от числа солнечных элементов батареи, а мощность ФЭС зависит от числа ФЭБ. Другими словами, мощность ФЭБ и ФЭС можно наращивать, соответственно увеличивая число солнечных элементов и ФЭБ.

Методы. Была разработана и изготовлена система освещения автомобильной парковки. В темное время суток парковку освещают восемь LED ламп общей мощностью 144 Вт и три лампы общей мощностью 150 Вт. Все вспомогательное оборудование установлено в шкафу управления, защищенном от внешних воздействий [1].

Результаты. Как известно, для обеспечения максимальной выработки электроэнергии нужно установить оптимальный угол наклона ФЭБ. В нашем случае при угле наклона 38° потери с апреля по сентябрь достигают 20 %. Зимой с октября по март потери меньше и составляют всего 1,7%. В течение года этот показатель в среднем равен 5%. Поэтому нужно установить ФЭС под летним углом наклона 18° [2, 3].

Заключение. В работе производительность АФЭС мощностью 2,7 кВт, установленной на стоянке Физико-технической института, была проанализирована с использованием программы Pvsyst [4, 5]. Результаты моделирования показали, что наибольшее значение глобальной горизонтальной плотности потока солнечной радиации приходится на летний сезон и составляет $201,6 \div 227$ кВт·ч/м², а из-за неиспользованной электро-энергии суточные и месячные потери составляют 69,3%. Установлено, что дополнительным подключением потребителей можно избежать эти потери. Анализ АФЭС с помощью пакета программ Pvsyst позволяет определить все сопутствующие потери, учет и уменьшение которых, приведет к повышению производительности АФЭС.

Список литературы:

1. Турсунов М. Н. и др. Мобильная фотоэлектрическая установка для жителей сельских регионов // Энергия Ва Ресурс Тежаш Муаммолари Проблемы Энерго-И Ресурсосбережения. – С. 307.
2. www.pvsyst.com дата обращения: вторник, 31 января 2023 г.
3. <https://meteonorm.com> дата обращения: вторник, 31 января 2023 г.
4. Mohammadi F. Design and electrification of an electric vehicle using lithium-ion batteries // 3rd International Conference on Electrical Engineering. – 2018.
5. Mehdipour C., Mohammadi F. Design and analysis of a stand-alone photovoltaic system for footbridge lighting // Journal of Solar Energy Research. – 2019. – Т. 4. – №. 2. – С. 85-91.

УДК 539.234

ИК-СПЕКТРЫ КРИОКОНДЕНСАТОВ СМЕСЕЙ АЗОТА И АРГОНА С ВОДОЙ

^{1,2}Воробьева О.Д., ^{3,4}Соколов Д.Ю.

¹ Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан, студент PhD 1 курс, ОП 8D07106 «Теплоэнергетика»

² Алматинский технологический университет, г.Алматы, Казахстан, ассистент кафедры «Машины и аппараты производственных процессов»

³ Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан, доцент кафедры «Теплофизики и технической физики»; PhD

⁴ Алматинский технологический университет, г.Алматы, Казахстан, ассоц. профессор кафедры «Машины и аппараты производственных процессов»; PhD

E-mail: olga.vorobyova842@gmail.com

Ключевые слова: криоконденсат; стеклование; ИК-спектрометрия; PVD; аргон; азот; переохлажденные тонкие пленки

Введение: В природе клатраты и другие аморфные структуры, такие как стекло, часто присутствуют в отложениях, содержащих как природный газ, так и воду. Клатраты широко распространены в районах вечной мерзлоты и в термодинамически стабильных районах океана, а также в межзвездном пространстве и поэтому являются важными запасами газа. В настоящее время остается актуальным интерес к свойствам смесей при низких температурах с такими веществами, как вода и инертные газы [1–3].

Исследование сосредоточено на поиске колебаний, отражающих делокализацию в клатрате или любой другой структуре, способной удерживать молекулу-гостя на полпути к стеклованию или кристаллизации молекулы-хозяина.

Методы: Методом физического осаждения из паровой фазы (PVD) и методом двухлучевой ИК-спектроскопии рассчитаны показатели преломления тонких пленок смеси воды и азота (аргона) от конденсации до испарения воды (15–180 К).

Результаты: Приведены результаты температурных трансформаций полученных пленок с двухлучевого интерферометра и термодесорбционных характеристик криопленок смеси воды с азотом и аргоном. Показана связь между показателем преломления, концентрацией компонентов криопленки и температурой конденсации.

Выводы: Оптическое исследование показало, что разрушение структуры криопленки влияет на одни и те же частоты колебаний водно-азотной смеси и водно-аргоновой смеси. Концентрация азота или аргона в смеси оказывает большее влияние на изменение показателя преломления, чем температура осаждения пленки. Оборванные связи в ИК-

спектрах являются источником информации о структурных свойствах аморфного водяного льда и особенно ледяных смесей воды и других замороженных газов.

Список литературы:

1. Franks F., Water A. Comprehensive Treatise //Plenum: New York.–1972.– Т. 1982. – С. 1-7.
 2. Gasser T. M. et al. Structural characterization of ice XIX as the second polymorph related to ice VI //Nature communications. – 2021. – Т. 12. – №. 1. – С. 1128.
- Drobyshev A., Aldiyarov A., Sokolov D. IR spectrometric studies of thin film cryovacuum condensates of methane and methane-water mixtures //Low Temperature Physics. – 2017. – Т. 43. – №. 3. – С. 409-415.

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$

Саидов А.С., Усмонов Ш.Н., Ишниязов Т.Т.

Физико-технический институт НПО «Физика – Солнце» Академии наук РУз,
Узбекистан, г.Ташкент, ул. Бодомзор йули 2^б
E-mail: tolmasjon1985@gmail.com

В настоящее время нитрид галлия (GaN) является основным полупроводниковым соединением для получения светодиодов с синим излучением. Поэтому выращивание и исследование широкозонных материалов GaN на доступных подложках Si является актуальным. В данной работе была исследована морфология поверхности монокристаллических пленок $(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ).

Твердые растворы (ТР) $(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ выращивались из ограниченного объема оловянного раствора-расплава в атмосфере водорода. В качестве подложек были использованы Si (111) шайбы. Состав раствора-расплава (Sn-Si-GaN) был определен на основе результатов предварительных опытов и литературных данных [1]. Поверхность пленки была гладко-зеркальная и толщина созданного эпитаксиального слоя была везде одинаковая и составляла 15 мкм. Специально нелегированные пленки имели электронный тип проводимости. Ранние исследования показали, что полученные пленки являются ТР нитрида галлия в кремнии – $(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ и монокристаллическими с ориентацией (111).

На рис. 1 а и б представлены трехмерное изображение поверхности эпитаксиальной пленки $(\text{Si}_2)_{1-x}(\text{GaN})_x$ и поперечный профиль двух квантовых «бугорков». Из рис. 1 видно, что на поверхности пленки образовались эти квантовые «бугорки», имеющие разные высоты – достигающие до ~ 28 нм, и ширину основания в среднем ~ 100 нм (максимальная до ~ 230 нм). Шероховатость гладкой части поверхности пленки не превышает 5 нм. По-видимому, бугорки формируются из компонентов твердого раствора и образуют квантовые точки, которые характеризуются локальными энергетическими электронными уровнями. Если бугорки образованы узкозонным компонентом ТР, то их энергетические электронные уровни расположены в запрещенной зоне, а если они создаются широкозонным компонентом, то их уровни будут в валентной зоне ТР.

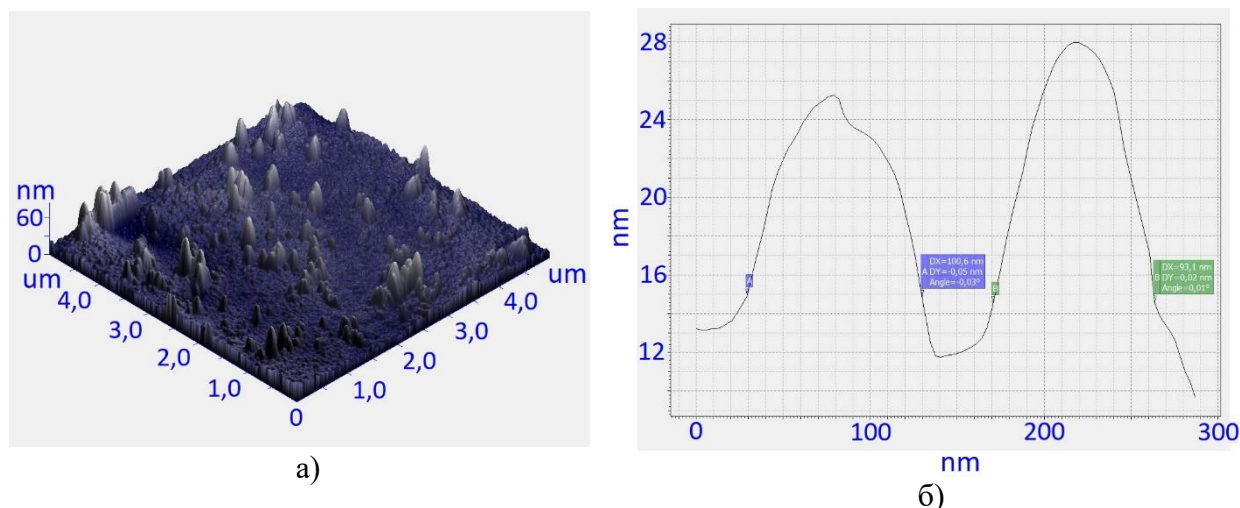


Рисунок 1 Трехмерное изображение поверхности эпитаксиальной пленки $(Si_2)_{1-x}(GaN)_x$ (а) и поперечный профиль двух «бугорков» (б), полученные с помощью АСМ

Список литературы:

1. Саидов А. С. Жидкостная эпитаксия\\компенсированных слоев арсенида галлия и твердых растворов на его основе. – 1986

СИНТЕЗ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ СТРУКТУР ДЛЯ ШИРОКОГО ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Кыдырбай Гулсана, Байтимбетова Б.А.
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Актуальность развития способов получения графеновых структур обусловлена его особенными свойствами, которые делают его замечательным материалом для многих отраслей техники и технологии. Это хорошая электро- и теплопроводность, прозрачность, механическая твердость, прочность и химическая стойкость.

Целью исследования является синтез графеновых структур методом ультразвуковой обработки чистого графита и изучение свойств для механизма разрушения слоев для применения различных отраслях техники и технологии

Объект исследования. Синтез графеновых структур, воздействия ультразвука на чистый графит, структурные характеристики полученных образцов.

Для реализации указанной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) синтез графеновых структур методом воздействия ультразвука на чистый графит;
- 2) исследование структурных характеристик и морфологических особенности графенсодержащих структур с помощью электронно-микроскопической и рентгенофазовой спектроскопии;
- 3) изучение колебательных параметров и состояние молекул для характеристики графенсодержащих образцов;
- 4) исследование парамагнитных характеристик (свободных радикалов, амплитуда сигнала, g-фактор и др.) графеновых структур методом электронной парамагнитной резонансной спектроскопии
- 5) изучение колебательно-вращательных спектров графенсодержащих образцов методом инфракрасной спектроскопии

Получены графеновые структуры для создания элементов приборных устройств полученных путем ультразвукового воздействия с чистым графитом для расслоения их

плоскостей спайности, определены и изучены спектроскопическими методами физико-химические свойства графеновых структур.

Список литературы:

1. Губин С.П., Чеглоков А.В., Буслаева Е.Ю., Ткачев С.В Патент WO 2012/166001 A1, Способ получения графена, кл. B82B3/00, B82Y40 /00, C01B31/02.
2. Кульметьева В. Б., Поносова А. А. Получение графеносодержащих суспензий диспергированием в водных растворах ПАВ //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 2-2. – С. 166-166.
3. Tyurnina A. V. et al. Ultrasonic exfoliation of graphene in water: A key parameter study //Carbon. – 2020. – Т. 168. – С. 737-747.
4. Vaitimbetova V. A. et al. Получение графеновых структур в графите с бензолом при воздействии ультразвука //COMBUSTION AND PLASMA CHEMISTRY. – 2013. – Т. 11. – №. 1. – С. 76-82.
- 5 Vaitimbetova V. A. et al. Study of graphene formed in the atmosphere of vapors of aromatic hydrocarbons //Russian Physics Journal. – 2015. – Т. 58. – С. 394-398.

УДК: 621.315.621.382

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕТЕРОСТРУКТУРНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ОСВЕЩЕННОСТИ СОЛНЕЧНЫМ СВЕТОМ

^{1,2}Атабоев О.К., ³Кабулов Р.Р., ⁴Теруков Е.И., ¹Утамурадова Ш.Б.

¹НИИ Физики полупроводников и микроэлектроники, г.Ташкент, Узбекистан

²Нукусский филиал ТУИТ им. Мухаммада ал-Хоразмий, г. Нукус, Узбекистан

³Физико-технический институт АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан, старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.

⁴Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: krr1982@bk.ru

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

Введение: Исследование фотоэлектрических характеристик солнечного элемента (СЭ) при различных уровнях освещенности и температурах окружающей среды даст возможность установить энергетические потери имеющие место в СЭ и определить интервал освещенности и 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) гетероструктурных СЭ (HJSC) площадью 3,2 см² на основе кремния (Si), при различных мощностях освещения (P) от 4 до 100 мВт/см². Образец при «стандартных тестовых условиях» - Standard Test Conditions (STC), P = 1 кВт/м², T=25оС) [1], имел коэффициент полезного действия (КПД) = 23.6±0.2%. Экспериментальные исследования проведены на исследовательском комплексе Oriel Sol 3A класса ААА с использованием симулятора солнечного излучения Модель - 94043А.

Результаты: Экспериментальные исследования показали, что в исследованном интервале P, КПД (рис.1) линейно, с двумя наклонами, возрастает с ростом P, от 12,8 до 23,6%.

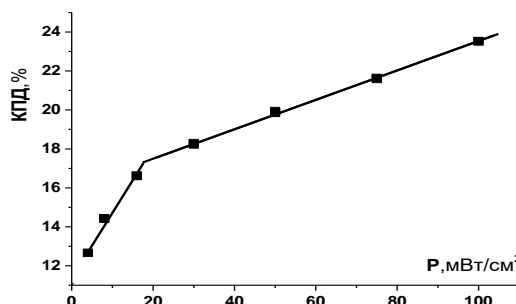


Рисунок 1 Зависимость КПД от P HJSC на основе кремния

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) и FF от P связано с изменением $R_{\text{пос}}$ и $R_{\text{ш}}$ под действием P [2]. $R_{\text{пос}}$ с ростом P уменьшается и начиная с $P = 80$ мВт/см² не изменяется, а $R_{\text{ш}}$ так же, с ростом P уменьшается и не насыщается даже при $P > 100$ мВт/см². Таким образом можно сделать заключение взаимное уменьшение $R_{\text{пос}}$ и $R_{\text{ш}}$ дают возможность для дальнейшего возрастания КПД.

Список литературы:

1. Sze S. M., Li Y., Ng K. K. Physics of semiconductor devices. – John wiley & sons, 2021.
2. Колтун М. М. Оптика и метрология солнечных элементов. – 1985.

ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА СОЛНЕЧНОМ СВЕТЕ

¹Пайзуллаханов М.С., ²Шерматов Ж.З., ³Ражаматов О.Т.

Институт материаловедения академии наук Республики Узбекистан

Старший научный сотрудник, д.т.н. (DSc)¹, старший научный сотрудник, д.т.н. (PhD)²,
младший научный сотрудник³

E-mail: fayz@bk.ru¹, shermatov-82@bk.ru², o.rajamatov@imssolar.uz³

Ключевые слова: полимерный магнитный материал, феррит бария, плавный материал, солнечный свет, расплав, излучение, скорость охлаждения

Введение. Полимерный магнитный материал применяются во многих областях современной промышленности, включая радио- и микроэлектротехнику, энергетику, машиностроение.

Исследован полимерный магнитный материал на основе феррита бария, полученного растворным синтезом в концентрированном солнечном потоке. Солнечные технологии, в отличие от традиционных, характеризуются высокой скоростью нагрева и позволяют получать мелкодисперсный однородный материал высокой химической чистоты. В то же время в ферритовых материалах одновременно происходит процесс ферритизации. Выявлено, что ферриты бария проявляют высокотемпературные мультиферроидные свойства. Такие свойства определяют возможность создания усовершенствованной керамики, композитов интерметаллических соединений, материалов функционального назначения.

Методы. В данной работе нами изучен феррит бария, синтезированный из расплава в концентрированном солнечном потоке со стехиометрической смесью оксида железа Fe_2O_3

с карбонатом бария BaCO_3 квалификации х.ч. На базе измельченной до тонины 0.63мм смеси формовались (50 МПа) образцы стержни диаметром 5 мм и длиной 140 мм, которые устанавливались на фокальную плоскость солнечного света и расплавлялись под воздействием концентрированного солнечного излучения при различных плотностях светового потока (100–300 Вт/см²). Отливки охлаждались в первом случае методом слива в воду, при которой скорость охлаждения составляла порядка 1000 град/с. Во втором случае расплав был охлажден в условиях отключения потока концентрированного солнечного излучения на поверхности водоохлаждаемой подложки. Затем, материал измельчают до размера 10-25 мкм. Компоненты смешивают со связующим (фенольная смола) в обогреваемом смесителе (температура до 80°C) и после завершения смешивания массу разливают в пресс-формы, далее нагревают до 80-120°C (полимеризация) и отверждают в магнитном поле напряженностью не ниже 1 Т в течение 2-24 ч, охлаждают и извлекают готовые магниты.

Результаты. Рентгенофазовый анализ показывает образование гексагональной структуры на солнечном свете. С повышением температуры обработки изменяется фазовый состав, уменьшается количество дефектов, структура становится упорядоченной [1].

Анализ полученных спектров позволяет определить изменения фазового состава при повышении температуры. При повышении температуры обжига между первоначально образовавшимися фазами Fe_3O_4 и BaFe_2O_4 происходят взаимодействия с образованием фазы феррита бария $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$.

Вывод. В данной работе мы предлагаем метод синтеза феррита бария путем добавления полимерного связующего в массу, синтезированного в концентрированном солнечном потоке. Структурные и магнитные свойства полученных ферритов установлены с помощью рентгенофазового анализа, электронной микроскопии и магнитометрии.

Полученные порошки обладают магнитными свойствами, позволяющими создать на их основе перспективные материалы для радио- и микро электротехники.

Список литературы:

1. Paizullakhanov M. S. et al. Synthesis of Materials by Concentrated Solar Radiation //High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2021. – Т. 25. – №. 2.

УДК 621. 315. 592: 215. 53

ВЛИЯНИЕ УСКОРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА СТРУКТУРУ КРИСТАЛЛА $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$)

Халлоков Ф.К.

Институт ядерной физики АН РУз, 100214, г.Ташкент, Узбекистан

PhD.ф.-м.н, младший научный сотрудник

E-mail: f_k_xallogov@rambler.ru

Ключевые слова: монокристалл, структура кристаллов, элементарная ячейка, флюенс

В настоящее время возрастает интерес к исследованию новых полупроводниковых материалов, содержащих несколько элементов, что позволяет управлять их свойствами, варьируя содержание элементов. Широкозонные полупроводники $TlInS_2$ перспективны для изготовления фотоэлектрических преобразователей, анализаторов спектров и детекторов радиационных излучений [1].

Изучение $TlInS_2$ представляют интерес, так как многие их свойства зависят от кристаллической структуры, стабильности к внешним воздействиям, от дефектов и т.д. Поэтому кристаллическая структура и свойства кристалла $TlInS_2$ изучены в [2-3]. Среди них $TlInS_2$ [3] является наиболее перспективным полупроводником, позволяющий “подбирать” оптимальные свойства, замещая часть атомов серы другими атомами в широком концентрационном интервале [3].

Влияние электронов на структуры и структурные параметры не исследования, хотя представляют интерес, так как типы образующихся радиационных дефектов, в этих случаях могут быть разными [3].

Необходимо отметить, что замещение в $TlInS_2$ части атомов индия атомами другой группы - хромом, также представляет интерес, так как оно может внести “изменение” на исходную кристаллическую структуру и на ее параметры, а также на поверхность, так как тепловые характеристики индия и хрома отличаются [4-5].

Поэтому, целью настоящей работы является исследование структуры и влияние ускоренных электронов на кристалл $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$).

$TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$) синтезировался путем непосредственного сплавления взятых в стехиометрических соотношениях химических элементов в кварцевой ампуле с вакуумом до 10^{-5} Па.

Облучение $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$) электронами осуществлялось на ускорителе “Электроника У-003” ИЯФ АН РУз. Рентгеноструктурные исследования $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$) проводились на дифрактометре Empyrean с излучением CuK_{α} в интервале углов $2\theta_B = 7^\circ - 90^\circ$ со скоростью сканирования 0,36 градуса/мин.

Для получения более полной структурной информации о влиянии электронного облучения на структуру также исследовался исходный и облученный порошкообразный $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$).

Обработка рентгенограммы показала, что исходный монокристалл $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$) имеет гексагональную (пр.гр. $R\bar{6}_3/mmc$) структуру. При этом параметры элементарной ячейки $a = 3.958 \text{ \AA}$, $b = 3.958 \text{ \AA}$, $c = 14.922 \text{ \AA}$.

После облучения электронами с энергией 2 МэВ и флюенсом 2×10^{17} эл/см² параметры элементарной ячейки монокристалла $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$) равны $a = 3.852 \text{ \AA}$, $b = 3.852 \text{ \AA}$, $c = 14.911 \text{ \AA}$ и $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$. Полученные результаты свидетельствуют о том, что объем элементарной ячейки монокристалла $TlIn_{1-x}Cr_xS_2$ ($x=0.01$) после облучения электронами незначительно уменьшился, т.е. введенное количество Cr ($x = 0.01$) слабо влияет на параметры кристаллической решетки матрицы $TlInS_2$.

Установлено, что монокристалл $\text{TlIn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{S}_2$ ($x=0.01$) имеет гексагональную (пр.гр. $R\bar{6}_3/mmc$) структуру с параметрами $a=3.958 \text{ \AA}$, $b=3.958 \text{ \AA}$, $c=14.922 \text{ \AA}$ и $\alpha=90^\circ$, $\beta=90^\circ$, $\gamma=120^\circ$.

Установлено, что после облучения монокристалла $\text{TlIn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{S}_2$ ($x=0.01$) электронами флюенсом 2×10^{17} эл/см² сохраняется исходная структура.

Список литературы:

1. Умаров С. Х. Влияние структуры, состава и внешних воздействия на оптические, электрофизические и фотоэлектрические особенности монокристаллов твердых растворов системы TlInS_2 - TlInSe_2 //Дисс. на соиск. уч. степени докт. физ.-мат. наук. Ташкент. – 2004..
2. Panich A. M. Electronic properties and phase transitions in low-dimensional semiconductors //Journal of Physics: Condensed Matter. – 2008. – Т. 20. – №. 29. – С. 293202.
3. Tashmetov M. Y. et al. Study of the influence of electronic radiation on the surface, structure and Raman spectrum of a TlInS_2 single crystal //Physica B: Condensed Matter. – 2021. – Т. 613. – С. 412879.
4. Tashmetov M. Y. et al. Electronic irradiation of $\text{TlInS}_x\text{Se}_{2-x}$ ($x=1$): Morphology, structure and raman scattering //International Journal of Modern Physics B. – 2021. – Т. 35. – №. 28. – С. 2150289.
5. Khallokov F. K., Ismatov N. B., Umarov S. K. Influence of accelerated electrons on the structure, crystallite size and surface of a $\text{TlIn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{S}_2$ crystal with $x=0.01$ //«Узбекский физический журнал». – 2021. – Т. 23. – №. 4.

УДК 539.1.043.044

ГЕТЕРОПЕРЕХОДНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

¹Атабоев О.К., ²Теруков Е.И., ³Кабулов Р.Р., ¹Утамурадова Ш.Б.

¹НИИ Физики полупроводников и микроэлектроники, г.Ташкент, Узбекистан, докторант

²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, проф.

³Физико-технический институт АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан, с.н.с.

E-mail: omonboy12@mail.ru

Ключевые слова: гетероструктура, гетеропереход, солнечный элемент, кремний, коэффициент полезного действия

Введение. Гетеропереходные солнечные элементы на основе монокристаллического и аморфного кремния (с-Si/a-Si:H) являются одними из самых перспективных ФЭП с точки зрения соотношения коэффициента полезного действия и стоимости. [1, 2]. Использование гетероструктурной технологии является одним из важных методов повышения эффективности преобразования солнечных элементов.

В данной работе представлены результаты исследования фотоэлектрических свойств гетероструктурных СЭ изготовленных методом плазмохимического осаждения из газовой фазы (PECVD). Для проведения исследования гетеропереходные СЭ создавались указанной в работе [1, 2].

Конструкция созданной НИТ – структуры $\text{Ag/ITO/a-Si:H (p)/a-Si:H (i)/c-Si (n)/a-Si:H (i)/a-Si:H (n^+)/ITO/Ag}$ представлена на рис. 1. Как видно, из рис.1., гетероструктура имеет симметричную структуру.

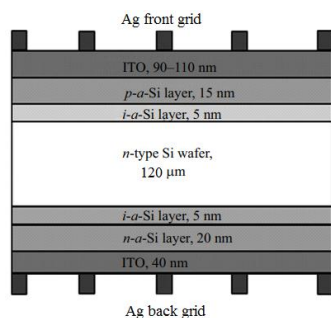


Рисунок 1 Схематическое изображение гетеропереходного СЭ

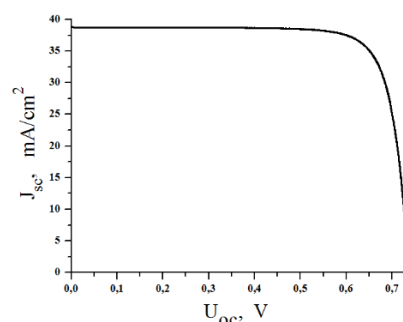


Рисунок 2 Нагрузочная вольт-амперная характеристика гетеропереходного СЭ

На рис. 2 приведена НВАХ гетеропереходного СЭ. Основные параметры данного СЭ приведены в табл. 1.

Таблица 1 Параметры гетеропереходного тонкопленочного солнечного элемента

| J _{sc} , mA/cm ² | U _{oc} , V | FF, % | η, % | R _s , Ohm | R _{sh} , Ohm | S, cm ² |
|--------------------------------------|---------------------|-------|------|----------------------|-----------------------|--------------------|
| 38.6 | 0.735 | 80.8 | 22.9 | 4.2·10 ⁻³ | 25 | 243.4 |

В результате текстурирования поверхности подложки, пассивации поверхностных состояний, улучшения качества прозрачных проводящих и токособирающих металлических контактов выходные параметры СЭ были улучшены и изготовлены СЭ с КПД 22,9 %.

Список литературы:

1. Ataboev O. K. et al. Wet Chemical Treatment of Monocrystalline Silicon Wafer Surfaces //Applied Solar Energy. – 2021. – Т. 57. – №. 5. – С. 363-369.
2. Kochergin A. V. et al. Analysis of the Dependence of the Maximum Power of Silicon Heterojunction Solar Cells on the Parameters of the Crystalline Substrate //Applied Solar Energy. – 2022. – Т. 58. – №. 3. – С. 330-333.

УДК 620.178.12

ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ В СТРУКТУРЕ МЕТАЛЛА МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА УТОРНОГО ШВА

¹Бабичев Р.Г., ²Корзникова Е.А.

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет, магистрант 2 курс, Технологические машины и оборудование

²Академия наук Республики Башкортостан, профессор; д.ф.-м.н
Email: rom.ragan@gmail.com

Ключевые слова: сварное соединение, микроструктура, механические характеристики, малоцикловая усталость, вертикальный стальной резервуар, зона термического влияния

Введение: Вертикальные стальные резервуары – емкости, используемые для хранения нефтепродуктов и других жидкостей ассоциированных с производством последних. Потеря устойчивости резервуара практически во всех случаях влечет за собой последствия связанные с человеческими, экологическими и экономическими потерями. В силу этого организации, эксплуатирующие вертикальные стальные резервуары, регулярно проводят их диагностику и последующий ремонт. В процессе эксплуатации резервуары находятся под воздействием различных эксплуатационных факторов. Среди них можно выделить

коррозионное воздействие среды и малоцикловое нагружение, связанное с технологическими операциями заполнения и опорожнения резервуара. При эксплуатации резервуаров, уторный узел (шов) не во всех случаях возможно подвергнуть ультразвуковому методу контроля из-за наличия технологического зазора и геометрической сложности конструкции, который позволил бы определить точное расположение образующихся трещин [1,2]. По этой причине, для таких резервуаров требуется поиск возможных путей использования и применения существующих методов неразрушающего контроля, что позволило бы оценить техническое состояние и остаточный ресурс, необходимый для своевременного проведения ремонтных работ или вывода резервуара из эксплуатации. Метод твердометрии проводят для проверки соответствия твердости основного металла и сварных соединений различных конструкций требованиям нормативно-технической документации; определения механических свойств металла. Метод твердометрии можно считать видом неразрушающего контроля в случаях, когда невозможен отбор проб и образцов для лабораторных исследований [3, 4].

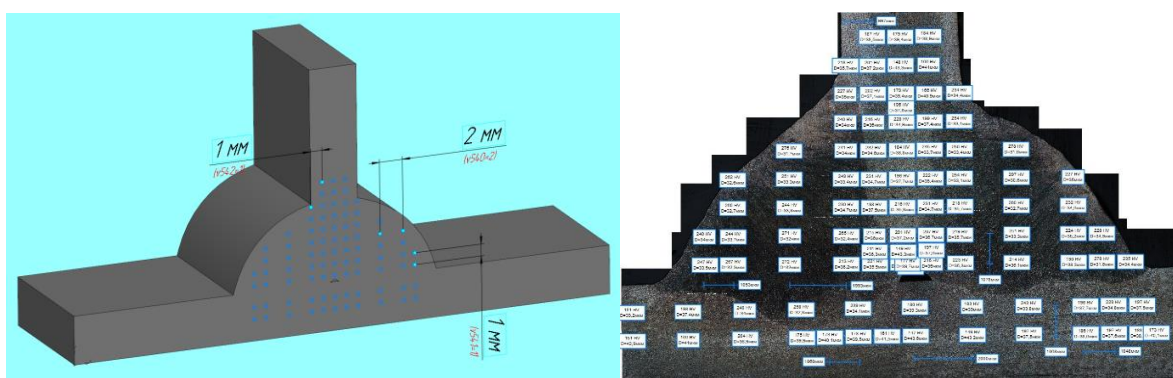


Рисунок 1 Сетка измерения микротвердости модельного образца уторного шва и панорама микротвердости металла уторного шва

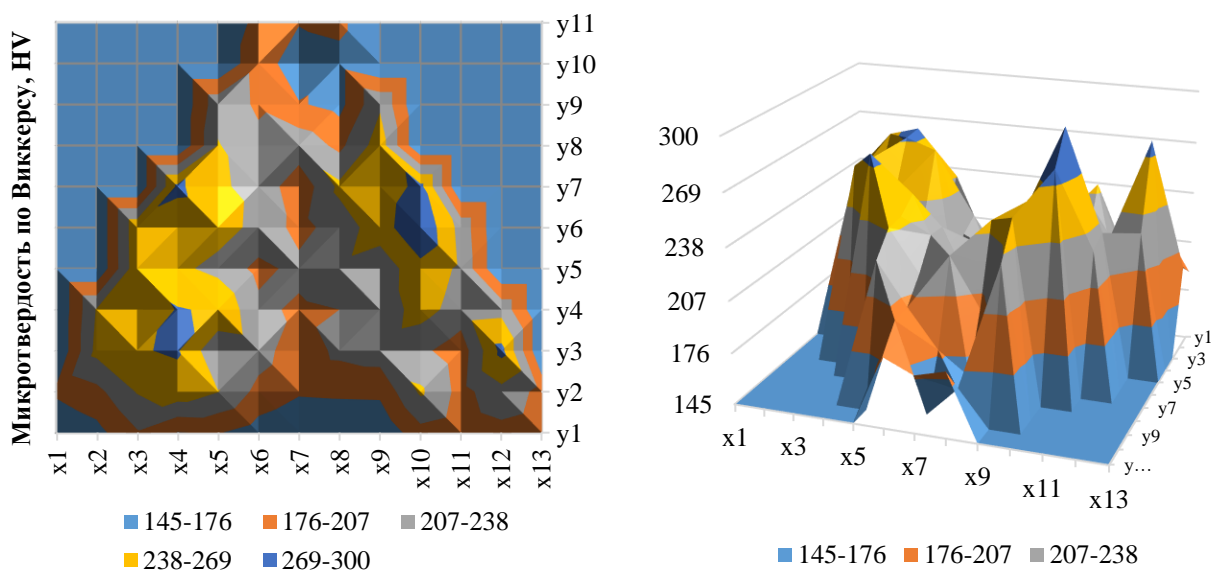


Рисунок 2 График распределения показателя микротвердости металла шлифа уторного шва

Методы: В данной работе проводились измерения микротвердости по методу Виккерса на модельном образце уторного шва с использованием микротвердомера ПМТ-3М. Прилагаемая нагрузка индентора составляла: 150 г (1,47 Н, 0,15 кгс). Перед измерением твердости проводилась мокрая шлифовка и последующая полировка поверхности образца в двух взаимно-перпендикулярных направлениях поочередно по мере уменьшения

зернистости абразива (с P240 до P2000). Измерение микротвердости проводилось в виде сетки с шагом 1 и 2 мм (Рис.1). На рисунке 1 представлена панорама полученных значений.

Результаты: В ходе измерения был построен график распределения показателя микротвердости по Виккерсу поверхностного слоя металла уторного шва, см. Рис. 2. Диапазон значений микротвердости поверхностного слоя шлифа уторного шва между зоной основного металла (ОМ) и зоной термического влияния (ЗТВ) отличается на 33,8%. Диапазон значений микротвердости между ЗТВ и зоной сварных швов (СШ) отличается на 25,3%. Из-за неравномерности распределения микротвердости и структуры металла после сварки, наблюдаются два минимально-пиковых значения: 147 HV в ОМ детали, имитирующей днище (окрайку) резервуара; и 148 HV в ОМ детали, имитирующей стенку резервуара.

Выводы: Был построен график распределения показателя микротвердости по Виккерсу поверхностного слоя металла уторного шва. Данный график показывает неравномерное распределение показателя твердости, соответственно, механических характеристик материалов и разнородность структуры в уторном шве. Из-за такой разнородности, и неравномерного распределения механических характеристик в зонах перехода от ЗТВ к ОМ и зоне сплавления могут развиваться трещины в уторном узле в процессе малоциклового усталости металла. В дальнейшем планируется использовать метод для оценки разнородности структуры при проведении термообработок модельного шва, а также дополнить исследования измерениями остаточной намагниченности и коэрцитивной силы для разработки метода комплексного анализа устойчивости резервуаров в области сварных швов.

Список литературы:

1. Биккинин А. И. Повышение долговечности вертикального стального резервуара совершенствованием конструкции уторного сварного соединения. – 2020.
2. Скорняков А. А. и др. Исследование конструктивных элементов уторного шва резервуаров //Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – №. 4. – С. 157-161.
3. Герасимова Н. С., Головачева Ю. Г. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЁРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ. – 2019.
4. Ефименко Л. А., Прыгаев А. К. Определение фактических механических свойств металла трубопроводов на основе измерения твердости //М.: Изд-во РТУ нефти и газа. – 2007.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ АМОРФНЫХ ПЛЕНОК ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Тұрсын Е.Ә., Байтимбетова Б.А.
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Аморфные пленки дают возможность спроектировать поведение пленок с памятью формы путем высокочастотного магнетронного распыления. Поэтому большинство материаловедческих исследований было сосредоточено на аморфных пленках. Благодаря высокому показателю преломления и высокой оптической разграничению показателя преломления они также перспективны в качестве активных элементов общих оптических схем и приборов.

Целью исследования является изучение структуры свойств аморфных пленок распылении материала за счет бомбардировки поверхности мишени ионами рабочего газа, образующимися в плазме аномального тлеющего разряда.

Объект исследования. Аморфные и кристаллические тонкие пленки, полученные методом ионно-плазменного распыления.

Для реализации указанной цели были поставлены следующие задачи:

- отработать технологию получения тонких аморфных пленок состава за счет бомбардировки поверхности мишени ионами рабочего газа
- посмотреть на изменения микроструктуры при термообработке и влияние на характеристики памяти формы
- изучить состав и структуру плёнок аморфном и кристаллическом состояниях;
- исследование конструктивных характеристик магнетронного распыления на электрические и оптические свойства пленок

При бомбардировке поверхности ионами могут возникать различные эффекты в зависимости от используемых ионов и их кинетической энергии: удалить материал с облучаемой мишени (катода), включение ионов в материал мишени и попадают туда, возможно, в химическое соединение. Этот эффект затем называется (реактивной) ионной имплантацией, ионы конденсируются на бомбардируемой подложке, где они образуют слой: ионно-лучевое осаждение.

В магнитном отношении аморфные пленки сплавов ПМ-М являются чрезвычайно мягкими ферромагнитными материалами. В связи с этим вопросы, связанные с изучением структурных дефектов в аморфных сплавах, в том числе структурных неоднородностей, представляют значительный научный и прикладной интерес. Особая роль структурных неоднородностей и связанной с ними столбчатой структуры проявляется в формировании перпендикулярной магнитной анизотропии (ПМА). Наличие такой анизотропии отрицательно сказывается на магнитомягких свойствах аморфных пленок, поэтому проблема подавления ПМА является актуальной. К известным методам воздействия на ПМА относятся термическая обработка, легирование сплавов дополнительными элементами, облучение. Халькогенидные стекла и аморфные пленки обладают многими интересными физическими и химическими свойствами, связанными с их уникальным строением и составом. Свойства АРУ применимы в электронике, оптике, оптоэлектронике, биомедицинских областях, в физико-химическом зондировании и хранении данных. Эти приложения в основном основаны на хорошей прозрачности и интенсивной люминесценции, а также на инфракрасном диапазоне и уникальных электрических свойствах. Благодаря высокому показателю преломления и высоким оптическим нелинейностям показателя преломления они также перспективны в качестве активных элементов всеоптических схем и устройств.

Список литературы:

1. Кавецкий Т. С. и др. Об использовании методов позитронной аннигиляционной спектроскопии к изучению радиационно-стимулированных процессов в халькогенидных стеклообразных полупроводниках //Физика и техника полупроводников. – 2014. – Т. 48. – №. 1. – С. 11-14.
2. Казакова Л. П., Лебедев Э. А. Влияние примесей металлов на дрейфовую подвижность носителей заряда в халькогенидных стеклообразных полупроводниках //Физика и техника полупроводников. – 1998. – Т. 32. – №. 7. – С. 803-805.

УДК 621.376.234

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАДИОСПЕКТРОМЕТРА ГАММА ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ИЗОТОПОВ НА ОСНОВЕ ТДС

*Раджапов С.А., Муллағалиева Ф.Г., Раджапов Б.С., Марипов И.И., Отабоев С.К.
ФТИ АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан
e-mail: ftibekjan@gmail.com

Ключевые слова: кремний, сцинтиллятор, фотодетектор, гамма излучение

Введение. Разработка и создание радиоспектрометра гамма излучения для измерения активности естественных изотопов на основе (ТДС)-твердотельной детектирующей системы, состоящая из сцинтиллятора и кремниевого фотодетектора является актуальной задачей. Данный прибор предназначен для исследования и контроля радионуклидов, связанных с добычей и переработкой природных ресурсов и, в первую очередь, урановых соединений. Решение этой задачи тесно связано с измерением распределения гамма активных радионуклидов (уран-238, уран-234, радий-226, радон-222, радон-220, полоний-218) в почве и жидкой среде.

Метод. Была разработана структура и блок схема радиометрического устройства на основе ТДС для измерения гамма излучений естественных изотопов в различных средах. Устройство содержит сцинтилляторы, состоящие из двух прямоугольных параллелепипедов, отражающее покрытие в виде алюминиевой фольги толщиной 400мкм на внешней поверхности сцинтилляторов и пролетный Si(Li) p-i-n –фотодетектор. Оптическая смазка на основе эпоксидной смолы осуществляет контакт между сцинтилляторами и детектором. Si(Li) p-i-n фотодетекторы изготавливались из кремния р-типа с высоким временем жизни неосновных носителей заряда кремния, выращенных методом зонной плавки, по специальной кремний-литиевой технологии, с учётом планируемых физических экспериментов и исследований.[1]

Результат. Благодаря форме сцинтилляторов в виде прямоугольных параллелепипедов (при регистрации гамма излучения) и отражающему покрытию все сцинтилляции попадают в чувствительную область пролетного Si(Li) p-i-n–фотодетектора. Конструкция обеспечивает 4π-геометрию светосбора сцинтилляций и позволяет проводить измерения в 4π -геометрии, что повышает чувствительность ТДС. Прибор мобильный, компактный и безопасный.

Вывод. Прибор такого назначения необходим для проведения геологических поисково-разведочных работ урановых и других месторождений, при контроле экологии и охране окружающей среды, в металлургии. Создание полупроводниковых фотодетекторов для ТДС с большой чувствительной поверхностью с минимальными толщинами входных и выходных окон и высокими радиометрическими характеристиками требует всестороннего исследования основных физических факторов по формированию кремниевых детекторов большой поверхности и объема

Список литературы

1. Muminov R. A. et al. Physical Features of Double Sided Diffusion of Lithium into Silicon for Large Size Detectors //Journal of Nano-& Electronic Physics. – 2019. – Т. 11. – №. 2.

УДК 537.819

ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНАЙЫЛЫҚТЫ ФИЗИКАНЫ ОҚИТУДА ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛЕРІ

¹Арымбеков Б.С., ²Туреханова К.М.

¹Satbayev University, доктор PhD

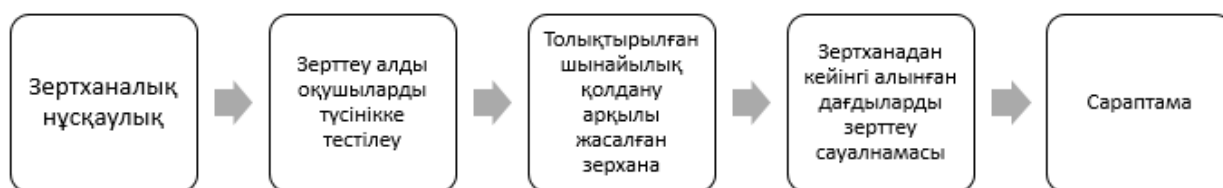
²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, ф-м.ғ.к., аға оқытушы

b.arymbekov@satbayev.university

Түйінді сөздер: толықтырылған шынайылық, білім беру технологиялары, эксперименттік әдіс, оқыту, оқу үлгерімі, көрнекі дағды, когнитивті жүктеме, шаршау, оқу стилі

Кіріспе: Толықтырылған шынайылыққа негізделген білім беру қосымшаларының әртүрлі түрлерін енгізу үрдісі әлемде оның қолданушылар санының тұрақты өсуі және олардың оқушылардың оқу жетістіктеріне қатысты тиімділігі туралы жарияланымдарға байланысты осы саладағы эксперименттік зерттеулердің қажеттілігі артып келеді. Толықтырылған шынайылық бойынша оқу құралдарын педагогикалық сараптауда инновациялық оқу құралдарын қолданудың нақты тиімділігін бағалау үшін эмпирикалық деректердің болмауы кедергі келтіреді. Зерттеудің мақсаты көрнекі дағдыларды қалыптастыру үшін толықтырылған шынайылықпен құралдарды пайдаланудың тиімділігін бағалау.

Әдістер: Зерттеу пилоттық эксперимент ретінде ұйымдастырылды: бақылау тобы қағазға басып шығарылған қадамдық эскиз нұсқаулығынан көшіру арқылы физикалық құбылыс салуды үйренді, ал эксперименттік топ оны авторлық толықтырылған шынайылық маркер қосымшасы арқылы орындады. Оқыту нәтижелері ретінде орындалған эскиздердің сапасы (нақты және бір аптаға кейінге қалдырылған), субъективті түрде қабылданған шаршау және когнитивтік жүктеме деңгейлері қарастырылды. Тәжірибе нәтижесінің сапасын физикадан арнайы білімі бар сарапшы бағалады. Шаршау және когнитивтік жүктеме деңгейлері өзін-өзі бағалау шкаласы арқылы бағаланды. Бастапқы нәтижелер оқушылардың тесті және жұптастырылған оқушылардың тесті арқылы талқыланды. Өзін-өзі бағалау шкалаларының сенімділігі Кронбахтың альфа коэффициенті арқылы бағаланды. Экспериментке орта мектептің 375 оқушысы өз еріктерімен қатысты.



Сурет 1 Физиканы оқыту

Нәтижелер: Алынған нәтижелер толықтырылған шынайылық нұсқаулығы мен қағаз нұсқаулығын пайдалану арқылы жасалған физикалық құбылыс зерттеу тәжірибесінің баламалылығын көрсетті. Сондай-ақ субъективті қабылданатын шаршау, ішкі және сыртқы когнитивті жүктеме деңгейлері екі топта да салыстырмалы болғанымен, сәйкес жүктеме толықтырылған шынайылық қолданбасын пайдаланатын топта жоғары болды ($p=0,007$).

Қорытынды: Зерттеу барысында алынған нәтижелер толықтырылған шынайылық технологиясын пайдалана отырып, оқулықтарды бағалаудың сараптамалық критерийлерін әзірлеуге ықпал етеді. Мұндай критерийлер қазірдің өзінде эквиваленттіліктің болуын және одан да жақсысы оқытудың басқа құралдарымен және әдістерімен салыстырғанда

оқушылардың оқу жетістіктерінің жоғарылауын, сонымен қатар тез жалығу факторының төмендеуін және сәйкес танымдық жүктемелердің жоғарылауын қамтиды.

Әдебиеттер тізімі:

1. Schmalstieg D., Hollerer T. Augmented reality: principles and practice. – Addison-Wesley Professional, 2016.
 2. Alam S. S. et al. Augmented reality adoption intention among travel and tour operators in Malaysia: mediation effect of value alignment //Journal of Tourism Futures. – 2022.
-

РЕШЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ АКАДЕМИКА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РК ЭРНСТА ГЕРБЕРТОВИЧА БООСА

27 февраля 2023 года Физико-технический институт организовал в стенах Satbayev University международную научную конференцию памяти академика национальной академии наук РК Эрнста Гербертовича Бооса.

Конференция проведена в гибридном формате и была направлена на инновационные исследования, прорывные научные разработки в области физики и на развитие сотрудничества между научно-исследовательскими институтами.

В ходе данного мероприятия обсуждались актуальные задачи и возможности в области физики высоких энергий, космических лучей, материаловедения и нанотехнологий.

На данном событии участвовали и обменялись мнениями не только отечественные ученые, но и ученые из университетов и научно-исследовательских институтов ближнего и дальнего зарубежья: Германии, России, Узбекистана и Башкортостана.

Мероприятие открыл директор Физико-технического института, кандидат физико-математических наук, председатель организационного комитета конференции Серикканов А.С. «У Эрнста Гербертовича воплотились лучшие черты человека: его отличали высокий профессионализм и подлинная гражданственность, чувство долга и преданность делу, глубокая интеллигентность и широкая эрудиция, порядочность и надежность, скромность и уважение к людям», - отметил Серикканов А.С. рассказывая об основных вехах жизни и деятельности Э.Г. Бооса.

С речью выступили Проректор по академическим вопросам Satbayev University Жаутиков Б.А. и академик НАН РК Мұқашев Б.Н. и пожелали удачных выступлений ученым.

Приемник академика, д.ф.-м.н. Боос Эдуард Эрнстович, директор научно-исследовательского Института ядерной физики МГУ принял участие онлайн, поделился о своей научной работе, также поблагодарил организаторов.

О культе личности произнёс речь к.ф.-м.н. Жаутыков Булат Орымбекович.

На конференции представились с докладом именитые ученые и молодые ученые из Института металлургии и обогащения, Института ядерной физики, Satbayev University, КазНУ им.аль-Фараби, КазНПУ им Абая, ФТИ АН Узбекистана, Ташкентского Государственного технического университета, Университета науки и технологии Уфы и т.д.

Следует отметить, что ведущий научный сотрудник физического факультета Санкт-Петербургского ИТМО, д.ф.-м.н. Карловец Д.В., научный сотрудник Университета Потсдам Германии PhD Токмолдин Н.С., ИЯФ АН Узбекистана к.ф.-м.н. Саидахмедов К.Х. активно принимали участие, сделали доклад на современные темы науки, что вызвал бурное обсуждение.

По окончании международной научной конференции памяти академика НАН РК Э.Г. Бооса все участники получили сертификаты и был выпущен сборник тезисов.

Конференция постановила:

1. По итогам конференции организационный комитет выступил с предложением дать имя академика Э.Г. Бооса улице в мкр.Алатау, где он прожил и трудился большую часть своей жизни.

2. Решение конференции опубликовать в сборнике тезисов конференции, также обращаться в компетентные органы

3. Организаторы выражают свою огромную благодарность Satbayev University за предоставленную возможность, и также благодарит всех участников конференции за научные доклады.

*Председатель организационного комитета конференции,
директор Физико-технического института,
кандидат физико-математических наук,
Серикканов А.С.*

*Ученый секретарь конференции
Кантарбаева Д.О.*
