

**ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМ.Г.И.БУДКЕРА СО РАН
СИБИРСКИЙ ЦЕНТР СИНХРОТРОННОГО И ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**ХІХ НАЦИОНАЛЬНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
"ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ"**

КНИГА ТЕЗИСОВ

25 – 28 июня 2012

Новосибирск

Содержание

ANALYTICAL ACCOUNT FOR THE CONSTANT MAGNETIC FIELD INFLUENCE ON UNDULATOR'S SPECTRUM <i>K.V. Zhukovsky, V.V. Mikhailin</i>	11
НОВОСИБИРСКИЙ ЛАЗЕР НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ - ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ДЕЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ <i>О.А. Шевченко, Н.А. Винокуров, М.Г. Власенко, П.Д. Воблый, Я.В. Гетманов, О.И. Дейчули, Е.Н. Дементьев, Б.А. Довженко, Б.А. Князев, Е.И. Колобанов, В.В. Кубарев, Г.Н. Кулипанов, Л.Э. Медведев, Л.А. Мироненко, В.К. Овчар, Б.З. Персов, В.М. Попик, Т.В. Саликова, С.С. Середняков, Д.А. Скороход, А.Н. Скринский, Г. И. Созинов, В.Г. Ческидов, М.А. Щеглов</i>	12
ACTIVITIES IN WORLD CLASS INSTITUTE CENTER IN KAERI <i>Sergey Miginsky, Seong Hee Park, Kitae Lee, Kyu-Ha Jang, Young Uk Jeong, Nikolay Vinokurov</i>	12
OPTICAL EXPERIMENTS AT NOVOFEL FACILITY <i>Boris A. Knyazev, Valery S. Cherkassky, Yulia Yu. Choporova, Vasily V. Gerasimov, Igor A. Kotelnikov, Aleksey K. Nikitin, M. G. Vlasenko</i>	13
NEW RESULTS IN THE FUNDAMENTAL THEORY OF SYNCHROTRON RADIATION: THE COMPARATIVE ANALYSIS OF SYNCHROTRON RADIATION CHARACTERISTICS OBTAINED WITHIN CLASSICAL AND QUANTUM APPROACH <i>V. Bagrov, A. Burimova, D. Guitman</i>	14
ELECTROMAGNETIC TORQUES OF NEUTRON AND SYNCHROTRON RADIATION <i>V.A.Bordovitsyn, O.A.Konstantinova and E.A.Nemchenko</i>	14
PANDATA INTERNATIONAL INFORMATION INFRASTRUCTURE FOR SYNCHROTRONS: OPPORTUNITY FOR COLLABORATION <i>Juan Bicarregui, Vasily Bunakov, Michael Wilson</i>	15
APPLICATION OF XANES AND EXAFS TO STUDY Au Pd/Ceria CATALYTIC NANOSYSTEM, PROMISING FOR GREEN CHEMISTRY PRODUCTION <i>Yu.S. Demidova, M. Estrada, E.V. Suslov, E.P. Yakimchuk, B.N. Novgorodov, D.A. Zuzin, O.A. Simakova, V.V. Kriventsov, K.P. Volcho, N.F. Salakhutdinov, A.V. Simakov, D.Yu. Murzin, I.L. Simakova</i>	16
THE INFLUENCE OF INTENSE THZ RADIATION ON SPIN STATE OF PHOTO-SWITCHABLE COMPLEX $Cu(HFAC)_2L^{PR}$ <i>Sergey L. Veber, Kseniya Yu. Maryunina, Mikhail A. Sheglov, Vitaly V. Kubarev, Victor I. Ovcharenko and Elena G. Bagryanskaya</i>	17
STRUCTURAL STUDY OF THE Au, AuPd, Pd NANOPARTICLES SUPPORTED ON ZIRCONIA AS CATALYSTS FOR THE MYRTENOL CONVERSION BY THE XAFS SPECTROSCOPY <i>Yu.S. Demidova, M. Estrada, E.V. Suslov, E.P. Yakimchuk, B.N. Novgorodov, D.A. Zuzin, O.A. Simakova, V.V. Kriventsov, K.P. Volcho, N.F. Salakhutdinov, A.V. Simakov, D.Yu. Murzin, I.L. Simakova</i>	18
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ В БОРАТНОМ СТЕКЛЕ, ДОПИРОВАННОМ ЖЕЛЕЗОМ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, С ПОМОЩЬЮ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>В.Н. Заблуда, И.С. Эдельман, Я.В. Зубавичус</i>	19
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МЕХАНОСИНТЕЗИРОВАННЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ FE/ПАРАФИН <i>А.Н. Маратканова, С.Ф. Ломаева, А.В. Сюгаев, Д.А. Петров, К.Н. Розанов, Е.П. Елсуков</i>	19
ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ ГРАНУЛИРОВАННОЙ ПЛЕНКИ $SiO_2(CO)$ НА GAAS МЕТОДАМИ ПОВЕРХНОСТНОГО РАССЕЯНИЯ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>С.В. Григорьев, А.А. Воробьев, В.А. Уклеев, Е.А. Дядькина, Н.А. Григорьева</i>	20
ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖФАЗНОГО СЛОЯ В СИСТЕМЕ FE-ПОЛИСТИРОЛ В ПРОЦЕССЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА <i>А.Н. Маратканова, А.В. Сюгаев, А.А. Шаков, О.Ю. Вилков, С.Ф. Ломаева</i>	20
УЧЕТ КЛАСТЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ <i>Л.Х. Бадретдинова, А.Н. Анисимов, И.Д. Ахмадиев, В.Я. Базотов</i>	21
СВЕРХБЫСТРАЯ TIME-DOMAIN СПЕКТРОСКОПИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ НА НОВОСИБИРСКОМ ТЕРАГЕРЦОВОМ ЛАЗЕРЕ НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ <i>В. В. Кубарев, Е. Н. Чесноков, П.В. Кошляков</i>	21

СТРОЕНИЕ НАНЕСЕННЫХ Pd-Ag СТЕКЛОТКАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ СВС ПО ДАННЫМ РФЭС И EXAFS <i>А.И. Низовский, А.В. Калинин, Д.И. Кочубей, Ю.С. Котолевич, П.Г. Цырульников, В.Б. Гончаров</i>	22
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРЫ КЛОЗОБОРАТОВ Fe_3O_4 ПРИ СПИНОВОМ ПЕРЕХОДЕ МЕТОДОМ EXAFS СПЕКТРОСКОПИИ <i>С.В. Трубина, С.Б. Эренбург, О.Г. Шакирова, Л.Г. Лавренова</i>	23
XMCD ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР FE/SI В МЯГКОЙ ОБЛАСТИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>М.С. Платунов, С.Г. Овчинников, С.Н. Варнаков, E. Weschke, E. Schierle, В.Н. Заблуда</i>	24
LOW TEMPERATURE LUMINESCENCE OF NANOSTRUCTURED α-Al₂O₃ CRYSTALS IN SPECTRAL REGION OF 140-900 nm UNDER VUV AND SOFT X-RAY EXCITATIONS <i>V.A. Pustovarov, V.S. Kortov, E.I. Zinin</i>	25
РЕЗОНАНСНАЯ ФОТОЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Cu(InGa)Se₂ <i>В.И. Гребенников, Т.В. Кузнецова, М.В. Якушев</i>	26
ВРЕМЯ-РАЗРЕШЕННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ LaBr₃-Ce ПРИ СЕЛЕКТИВНОМ UV-VUV-XUV ВОЗБУЖДЕНИИ <i>А.Н. Разумов, В.А. Пустоваров, В.Ю. Иванов, Д.И. Выпринцев, Н.Г. Швалев</i>	27
СТРУКТУРА НАНОРАЗМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛОВ Fe-Co И Fe-Ni <i>Ю.А. Захаров, В.М. Пугачев, В.В. Кривенцов, А.Н. Попова, Б.П. Толочко</i>	28
ДИФФУЗИЯ И ДЕФОРМАЦИИ В ГЕТЕРОСИСТЕМАХ СО СВЕРХРЕШЕТКАМИ GAN/ALN ПО EXAFS СПЕКТРАМ <i>С.Б. Эренбург, С.В. Трубина, К.С. Журавлев, Т.В. Малин</i>	29
ИЗУЧЕНИЕ ХИМИИ ГОРЕНИЯ ПЛАМЕНИ СМЕСЕЙ ЭТИЛЕНА С ЭТАНОЛОМ С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ФОТОИОНИЗАЦИЕЙ СИНХРОТРОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ <i>С.А. Якимов, Д.А. Князьков, А.Г. Шмаков, Т.А. Большова, О.П. Коробейничев, Jzh. Yang, F. Qi</i>	30
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ ПО ДАННЫМ EXAFS СПЕКТРОСКОПИИ <i>Кочубей Д.И.</i>	31
СПЕКТРОСКОПИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ НА ОБРАЗЦАХ КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА. <i>П.Д. Рудыч</i>	31
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ СПЕКТРОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ МОЛЕКУЛ C₆₀F₁₈, АДСОРБИРОВАННЫХ НА МОНОКРИСТАЛЛЕ НИКЕЛЯ <i>А.М. Лебедев, К.А. Меньшиков, Н.Ю. Свечников, Л.П. Суханов, Р.Г. Чумаков, М.М. Бржезинская, В.Г. Станкевич</i>	32
СТРОЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ НАНОЧАСТИЦ СЛОИСТЫХ НИОБАТОВ КАК МОДЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДОВ <i>Кочубей Д.И., Бабенко В.П., Чесалов Ю.А.</i>	33
РЕЗОНАНСНАЯ ФОТОЭМИССИЯ В РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ИНТЕРМЕТАЛЛИДАХ RNI₂MN (R=Тb, Dy) <i>Кузнецова Т.В., Гребенников В.И., A. Buling, C. Derks, Герасимов Е.Г., Мушников Н.В., M. Neumann</i>	34
EXAFS-СПЕКТРОСКОПИЯ СФАЛЕРИТОВОГО ТВЕРДОГО РАСТВОРА (Zn_{1-x}Fe_xS) <i>Д.И. Кочубей, Ю.В. Лаптев, Д.А. Чареев</i>	35
ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР ZNSSE РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ EXAFS-СПЕКТРОСКОПИИ <i>А.Н. Бельтоков, Р.Г. Валеев, Э.А. Романов, В.В. Кривенцов</i>	36
УЧЕТ АППАРАТУРНОГО УШИРЕНИЯ В РЕНТГЕНО-ЭЛЕКТРОННЫХ И ОЖЕ-ЭЛЕКТРОННЫХ СПЕКТРАХ <i>Сурнин Д.В., Воронина Е.В., Захватова М.В., Бакиева О.Р., Гильмутдинов Ф.З.</i>	37
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛОКАЛЬНОЙ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ 3D-МЕТАЛЛОВ ПО ДАННЫМ EELFS СПЕКТРОВ <i>Бакиева О.Р., Сурнин Д.В., Деев А.Н., Гай Д.Е.</i>	38
ПРОЦЕССЫ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА В ФОРМИРОВАНИИ ПРОТЯЖЕННЫХ ТОНКИХ СТРУКТУР СПЕКТРОВ ВТОРИЧНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ 3D-МЕТАЛЛОВ <i>Гай Д.Е., Бакиева О.Р.</i>	38

ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ ФЕРРИТОВ/КОБАЛЬТИТОВ СТРОНЦИЯ <i>Анчарова У.В.</i>	39
МАЛОУГЛОВАЯ ДИФРАКЦИЯ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОПАЛОПОДОБНЫХ СТРУКТУРАХ <i>А.В. Чумакова, А.А. Мистонов, Н.А. Григорьева, Н.А. Саполетова, К.С. Напольский, А.В. Петухов, W. Bouwman, С.В. Григорьев</i>	40
ANALYSIS OF OPTICAL SCHEME OF SMALL ANGLE SCATTERING STATION AT SYNCHROTRON RADIATION SOURCE <i>D.I. Frey, A.A. Veligzhanin</i>	41
СРАВНЕНИЕ МАЛОУГЛОВОЙ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ И СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР <i>Д.М. Казанцев, С.П. Мощенко, Ю.Г. Галицын</i>	41
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ И ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭПОКСИСИЛОКСАНОВЫХ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ <i>Т.В.Хамова, Г.П.Копица, О.А.Шилова, И.Ю.Кручинина, Е.В. Яковенко, В.К.Иванов, К.Э.Пугачев</i>	42
ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ $Fe_{1-x}Co_xSi$ <i>Н.М. Потапова, В.А. Дядькин, Е.В. Москвин, Д.Ю.Чернышов, С.В. Григорьев, С.В. Малеев, Н. Eckerlebe</i>	43
ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАПРЕЩЕННЫХ ОТРАЖЕНИЙ В КРИСТАЛЛЕ KDP С ПОМОЩЬЮ РЕЗОНАНСНОЙ ДИФРАКЦИИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>К.А.Кедало, Е.Н.Овчинникова А.П.Орешко, В.Е.Дмитриенко, G Beutier, S P Collins, G Nisbet</i>	44
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ОТЖИГЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ РАСТВОРОВ В СИСТЕМАХ С КЛАТРАТООБРАЗОВАНИЕМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ <i>А.Г. Огиенко, Е.В. Болдырева, А.Ю. Манаков, С.А. Мызь, А.А. Огиенко, Е.Г. Зевак, А.С. Юношев, А.И. Анчаров, А.В. Ильдяков, М.П. Шинкоренко, академик В.В. Болдырев</i>	45
SPATIALLY RESOLVED X-RAY DIFFRACTION AT THE “STRUCTURAL MATERIALS SCIENCE” BEAMLINE OF KCSR: FIRST RESULTS <i>A.A. Veligzhanin, Ya.V. Zubavichus, A.A. Chernyshov, A.V. Shalimova, R.V. Sundeev</i>	46
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И НАНОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ <i>А.А. Вазина, Г.Н.Кулипанов</i>	47
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ МЕТОДАМИ SAXS/WAXS ДИФРАКЦИИ И РЕНТГЕНФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>А.А. Васильева, А.Ю. Грузинов, А.В. Забелин, К.Д. Ильин, М.А. Симонова, С.С. Подпрятков, А.А. Легкодымов, М.В. Сигаева, А.А. Синецына, А.А. Вазина</i>	48
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ КАЛЬЦИЙ ФОСФАТНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ <i>Беркин А.Б., Дерябина В.В., Шарафутдинов М.Р., Шемякина И.В.</i>	49
СТЕПЕНЬ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ ГИДРОТРОПНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ <i>М.Н. Денисова, А.Г. Огиенко</i>	50
ДИФРАКТОМЕТРИЯ <i>IN SITU</i> ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ СИЛИКАТАХ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ <i>А.Ю. Лихачёва, С.В. Раценко, А.Ю. Манаков, Ю.В. Сереткин, А.И. Анчаров</i>	51
ДИФРАКЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ ФАЗ В СИСТЕМЕ ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ-ВОДА <i>Е.Г. Зевак, А.Г. Огиенко, А.Ю. Манаков, Е.В. Болдырева, Болдырев, А.С. Юношев, А.И. Анчаров, М.П. Шинкоренко</i>	52
SR XRF – ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНОГО МИКРО-НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО УГЛЕРОДА ИЗ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД <i>Пономарчук В.А., Колмогоров Ю.П., Рябов В.В., Титов А.Т, Мороз Т.Н., Пыряев А.Н., Пономарчук Ан.В.</i>	53

ПЕРЕХОД УДАРНОЙ ВОЛНЫ В ДЕТОНАЦИОННУЮ В ВВ РАЗЛИЧНОЙ НАЧАЛЬНОЙ ПОРИСТОСТИ. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВВ МЕТОДАМИ ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ СИ	54
<i>Е.Б. Смирнов, А.Н. Аверин, Б.Г. Лобойко, О.В. Костицын, Ю.А. Беленовский, А.В. Лебедев, В.Н. Щербаков, К.В. Еганов, В.М. Волков, К.М. Просвирнин, А.Н. Киселев, В.В. Козель</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЕЙ ОХЛАЖДЕНИЯ РАСТВОРОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ АМОРФНЫХ ФАЗ В СИСТЕМЕ NaCl-H₂O	55
<i>Е.Г. Зевак, А.Г. Огиенко, А.Ю. Манаков, Е.В. Болдырева, В.В. Болдырев, А.А. Огиенко, А.И. Анчаров, М.П. Шинкоренко</i>	
ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЕЛИЧИНУ КРИТИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ ДЕТОНАЦИИ ВВ. КОНТРОЛЬ СТРУКТУРЫ ВВ МЕТОДАМИ ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ СИ	56
<i>Е.Б. Смирнов, Б.Г. Лобойко, О.В. Костицын, Ю.А. Беленовский, К.М. Просвирнин</i>	
СПЕКТРОЗОНАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ДИАГНОСТИКА ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ IMAGERPLATE-ДЕТЕКТОРОВ РАЗДЕЛЕННЫХ ПОГЛОТИТЕЛЕМ	56
<i>Пальчиков Е.И., Долгих А.В., Кондратьев В.И., Матросов А.Д.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПУЧКАХ СИ МЕТОДОМ МАЛОУГЛОВОГО РАССЕЯНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННОГО УДАРНО-ВОЛНОВЫМ СИНТЕЗОМ В КРИОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ	57
<i>М.Г. Федотов, М.Р. Шарафутдинов</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ГЛАДКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПЛЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ В ПЛАЗМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ТОКАМАКА Т-10	58
<i>Н.Ю. Свечников, В.Г. Станкевич, И.И. Архипов, С.А. Грашин, К.И. Маслаков, А.М. Лебедев, Л.П. Суханов, К.А. Меньшиков, Ю.В. Мартыненко</i>	
ДИНАМИЧЕСКАЯ ДИФРАКТОМЕТРИЯ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ СИНТЕЗЕ В ПОРОШКОВЫХ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ ОБЪЕМНОГО ВОСПЛАМЕНЕНИЯ	59
<i>А. А. Попова, А. В. Собачкин, И. В. Назаров, В. И. Яковлев, М. В. Логинова, А. А. Ситников, М. Р. Шарафутдинов, Н. З. Ляхов</i>	
ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ УРИДИНФОСФОРИЛАЗ С ЛЕКАРСТВЕННЫМ ПРЕПАРАТОМ 5-ФТОРУРАЦИЛОМ	60
<i>Сотниченко С.Е. Лашков А.А. Габдулхаков А.Г. Михайлов А.М.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ МЕТАЛЛАМИ МЕТОДАМИ ДИФРАКЦИИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	61
<i>А. И. Анчаров, Григорьева Т.Ф., Ляхов Н.З.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СИСТЕМЫ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ LONICERA CAERULEA	63
<i>И.Г. Боярских, О.В. Чанкина, А.И. Сысо, С.А. Худяев</i>	
РФА СИ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПОРОДНЫХ И ВИДОВЫХ РАЗЛИЧИЙ В НАКОПЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ В ШЕРСТИ ЗУБРОВ И ЦЕННЫХ ПОРОД РОГАТОГО СКОТА, ЗАВЕЗЁННЫХ В ГОРНЫЙ АЛТАЙ	64
<i>Т.И. Савченко, О.В. Чанкина, А.В. Бгатов, К.П. Куценогий</i>	
INVESTIGATION OF HAIRS, BONES, AND TEETH FROM THE ROYAL BURIALS OF XIONGNU (MONGOLIA) BY SRXRF AND EXAFS	65
<i>V. Zvereva, V. Trunova, N. Polosmak, D. Kochubey, V. Krivencov</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ РФА-СИ ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗОВАННОГО В ПРОТОЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ, ПРОВЕДЕННОМ С ОТХОДАМИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	65
<i>А.В. Еделев</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ РФА-СИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КИСЛОГО ДРЕНАЖА ГЕОХИМИЧЕСКИМИ БАРЬЕРАМИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ	66
<i>О.П. Саева, Н.В. Юркевич, В.Г. Кабанник, Ю.П. Колмогоров</i>	
ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ	67
<i>Маркова Ю.Н., Кербер Е.В., Максимовская В.В., Золотарев К.В.</i>	

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ТКАНЕЙ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (HIPPOCRATE RHAMNOIDES L.) <i>Г.М. Скурудин, Чанкина О.В., Куценогий К.П., Легкодьямов А.А., Креймер В.К.</i>	68
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ШЛАМОУСТОЙНИКАХ И ВМЕЩАЮЩИХ ГРУНТАХ <i>О.В.Шемелина, А.Е.Богуславский, Ю.П.Колмогоров</i>	69
ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ХРОНИЧЕСКИХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПОПУЛЯЦИИ Г. НОВОСИБИРСКА <i>Э.Я.Журавская, К.П.Куценогий, Л.А.Гырголькау, О.В. Чанкина, Т.И. Савченко, Л.В.Щербакова</i>	70
ИССЛЕДОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА РФА-СИ ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ВЛК. МУТНОВСКИЙ <i>Н.А. Абросимова, С.Б. Бортникова</i>	71
ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА МОРСКИХ И ОЗЕРНЫХ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ <i>Т.Н. Мороз, Н.А. Пальчик, Т.Н. Григорьева, А.В. Дарьин</i>	72
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РФА СИ В ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СИБИРСКИХ ВИДОВ РОДА <i>PENTAPHYLLOIDES</i> HILL <i>Е.П.Храмова, О.В.Чанкина, К.П.Куценогий</i>	73
О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИИ МУССОННОГО КЛИМАТА И ПАЛЕООКЕАНОЛОГИИ ШЕЛЬФОВ НА ОСНОВЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО РФА СИ ОСАДОЧНЫХ ЗАПИСЕЙ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ). <i>К.И. Аксентов, А.С. Астахов, В.А. Сатарова, А.В.Дарьин, И.А.Калугин</i>	74
INVESTIGATION OF HAIRS, BONES, AND TEETH FROM THE ROYAL BURIALS OF XIONGNU (MONGOLIA) BY SRXRF AND EXAFS <i>V. Zvereva, V. Trunova, N. Polosmak, D. Kochubey, V. Krivencov</i>	76
ГЕОХИМИЯ ГОДОВОГО ЦИКЛА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ОЗ.ШИРА (ХАКАССИЯ) ПО ДАННЫМ СКАНИРУЮЩЕГО РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО МИКРОАНАЛИЗА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ 20 – 200 МКМ НА ПУЧКАХ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ВЭПП-3 И BESSY-II. <i>А.В. Дарьин, И.А. Калугин, Я.В.Ракиун, В.В. Максимовская, Zizak Ivo</i>	76
ОБ АЛГОРИТМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТЫ ФОТОНА В РЕНТГЕНОВСКОМ ДЕТЕКТОРЕ ОД-ЗМ <i>И.Л. Жогин, В.В. Жуланов, В.М. Тутов</i>	78
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОНОВ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ ВДОЛЬ ГРАНИЦЫ МЕТАЛЛ-ДИЭЛЕКТРИК-ВОЗДУХ <i>В.В. Герасимов, Б.А. Князев, И.А. Котельников, Н.А. Митина, А.К. Никитин, Г.Н. Жижин</i>	79
СИСТЕМА РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЛСЭ <i>Н.Винокуров, А.В.Репков, Т.В. Саликова</i>	80
РАЗВИТИЕ МЕТОДА РЕФРАКЦИОННОЙ ТОМОГРАФИИ НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ <i>Е.С.Коваленко, А.А.Калоян, П.А.Лытаев, А.В.Пахневич, К.М.Подурец</i>	80
СТАТУС СТАНЦИЙ НА БАЗЕ РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИХ ТРАНСФОКАТОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУР И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ. <i>Корнеев В.Н., Шлектарев В.А., Забелин А.В., Ланина Н.Ф., Аульченко В.М., Толочко Б.П., Арискин Н.И., Вазина А.А.</i>	81
МНОГОСЛОЙНАЯ ОПТИКА ДЛЯ СТЕНДОВ ПРОЕКЦИОННОЙ КОРОТКОВОЛНОВОЙ НАНОЛИТОГРАФИИ <i>Н.Н. Салащенко, Н.И. Чхало</i>	82
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ НА УСТАНОВКЕ СОКОЛ-II С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ РЕНТГЕНОВСКОЙ ОПТИКИ <i>Д.А.Вихляев, В.И. Афонин, Д.С.Гаврилов, А.Г. Какишин, Е.А. Лобода, А.В. Потапов, К.В. Сафронов, П.А. Толстоухов</i>	83
МНОГОСТРОЧНЫЙ КРЕМНИЕВЫЙ МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ДЕТЕКТОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПУЧКЕ СИ. <i>В.М.Аульченко, В.В.Жуланов, К.А.Тен, Б.П.Толочко, Л.И.Шехтман</i>	84

ЭЛЛИПСОМЕТРИЯ В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ <i>И.А. Азаров, В.А. Швец, В.Ю. Проконьев, С.А. Дулин, Ю.Ю. Чопорова, С.В. Рыхлицкий, Б.А. Князев</i>	85
ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХАЛЬКОГЕНДНЫХ СТЕКОЛ В ТЕРАГЕРЦОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА <i>Мамрашев А.А., Наливайко В.И., Николаев Н.А.</i>	86
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО СПЕКТРОЗОНАЛЬНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ДЕТЕКТОРА СИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ ПОЛОС <i>М.Г. Федотов</i>	87
ФОКУСИРУЮЩИЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ ЗЕРКАЛА ДЛЯ ЖЕСТКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>А.Д. Ахсахалян</i>	88
РЕНТГЕНОШАБЛОНЫ С РЕНТГЕНОРЕЗИСТИВНЫМ МАСКИРУЮЩИМ СЛОЕМ <i>А.Н. Генцелев, Б.Г. Гольденберг, В.И. Кондратьев, А.Г. Лемзиков, В.Ф. Пиндюрин</i>	89
РЕНТГЕНОШАБЛОНЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДОГРАФИТА <i>А.Н. Генцелев, В.И. Кондратьев, А.Г. Зелинский</i>	89
ЛИГА ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА ТРЁХМЕРНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ПРЕЛОМЛЯЮЩИХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ <i>Е.Ф. Резникова, Б.Г. Гольденберг, В.И. Кондратьев, Г.Н. Кулипанов, В.П. Корольков, Р.К.Насыров</i>	90
КОМПЛЕКС ИНДУКЦИОННОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА ПОРОШКОВЫХ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАГИРУЮЩИХ СВС-СИСТЕМ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ДИФРАКТОМЕТРИИ <i>А. В. Собачкин, А. А. Попова, А. А. Макарова, В. И. Яковлев, М. В. Логинова, А. А. Ситников, Б. П. Толочко, Н. З. Ляхов</i>	91
РЕНТГЕНОШАБЛОНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРАГЕРЦЕВОЙ ОПТИКИ <i>А.Н. Генцелев, Б.Г. Гольденберг, А.Г. Лемзяков, В.И. Кондратьев, А.Г. Зелинский</i>	92
ДВУМЕРНЫЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ ДЕТЕКТОР С НАНОСЕКУНДНЫМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ <i>Заневский Ю.В., Пономарев В.И., Зрюев В.Н., Черненко С.П., Ковалев Д.Ю., Черемухина Г.А.</i>	93
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИИ ГОРЕНИЯ БИОТОПЛИВ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ФОТОИОНИЗАЦИЕЙ ВАКУУМНЫМ УФ ИЗ ИСТОЧНИКА СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>Д.А. Князьков, С.А. Якимов, И.Е. Герасимов, А.Г. Шмаков, О.П. Коробейничев, Н. Хансен, Ч. Вестбрук.</i>	93
РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ В МЯГКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ И ВУФ ИЗЛУЧЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СЦСТИ <i>А.Д.Николенко, А.В. Горловой, Д.В. Ивлюшкин, А.А.Легкодымов, В.В.Лях, М.Р.Машковцев, В.Ф.Пиндюрин, Н.С. Шадрин</i>	94
МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНЦИИ СИ "LIGA" НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-3 ДЛЯ ПРЯМОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРЯМОГО ФОРМИРОВАНИЕ ГЛУБОКИХ МИКРОСТРУКТУР <i>Гольденберг Б.Г., Резникова Е.Ф., Лемзяков А.Г.</i>	95
ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕГУЛЯРНЫХ СТРУКТУР ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МОНОМЕРА НА ПОРООБРАЗУЮЩЕЙ МАТРИЦЕ <i>Н.А.Тимченко, М.Н.Аумаликова, Б.Г. Гольденберг, С.В. Литвин, В.И. Юрченко</i>	95
ХИМИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ (0001) ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОРОВ VI_2TE_3 И VI_2SE_3 <i>О.Е. Терещенко, В.А. Голяшов, К.А. Кох, С.В. Макаренко</i>	96
СВОБОДНОВИСЯЩИЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ПЛЕНКИ-ФИЛЬТРЫ С ОКНАМИ ПРОЗРАЧНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ 15 – 2000 ЭВ <i>М.Р. Машковцев, А.Д. Николенко, В.И. Кондратьев, В.С. Василенко, А.А. Легкодымов</i>	97
О РАБОТАХ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СТАЦИОНАРНЫХ И НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЛН ГОРЕНИЯ ВОДОРОДО-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ НА ТЕРАГЕРЦОВОМ НОВОСИБИРСКОМ ЛАЗЕРЕ НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ <i>Васильев А.А., Пальчиков Е.И., Кубарев В.В., Чесноков Е.Н., Кошляков П.В., Долгих А.В., Красников И.Ю., Прууэл Э.Р., Тен К.А.</i>	97

ЛИГА ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА ТРЁХМЕРНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ПРЕЛОМЛЯЮЩИХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ <i>Е.Ф. Резникова, Б.Г. Гольденберг, В.И. Кондратьев, Г.Н. Кулипанов, В.П. Корольков, Р.К.Насыров</i>	98
АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ ОСНОВАННЫЙ НА КОРРЕЛЯЦИИ ОПТИЧЕСКИХ И РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>А.А.Легкодьмов, В.И.Кондратьев, М.Р.Машковцев, А.В.Брянская, С.Е.Пельтек, В.Р.Альтапова, Rolf Simon</i>	99
ФОТОЭМИССИОННЫЙ МОНИТОР ПУЧКА СИ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ "КОСМОС" <i>Н.С. Шадрин, А.Д. Николенко</i>	100
СМАЧИВАЕМОСТЬ ЛИГА ПОЛИМЕРОВ МИКРОФЛОИДНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ <i>Е.Ф. Резникова, В.И. Кондратьев, Б.Г. Гольденберг</i>	100
ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА СИ С МИКРОННОЙ ТОЧНОСТЬЮ ПРИ ПОМОЩИ ДАТЧИКА НА ОСНОВЕ ЗЕРКАЛ ПВО. <i>Я.В. Ракиун, В.А. Чернов, А.В. Косов, Н.А. Мезенцев, Д.С. Сороколетов</i>	101
МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНЦИИ РФА-СИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДА ДВУМЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОАНАЛИЗА. <i>Я.В. Ракиун, А.В. Дарьин, Д.С.Сороколетов, М.А. Холопов</i>	102
DEVELOPMENT OF COMPACT THZ GYROTRONS AND THEIR APPLICATION TO HIGH POWER THZ TECHNOLOGIES <i>Toshitaka Idehara</i>	103
DEVELOPMENT OF HYBRID QUANTUM BEAM TECHNOLOGIES OPENED BY A COMPACT THZ GYROTRON <i>Toshitaka Idehara, Norio Miyoshi and Shintaro Ishiyama</i>	103
ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ С ПОМОЩЬЮ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>К. А. Тен, Э. Р. Прууэл, А. О. Кашкаров, Л. А. Лукьянчиков, Л.А. Мерзиевский</i>	104
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕТОНАЦИОННОГО ТЕЧЕНИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ПД ПО ДАННЫМ СИНХРОТРОННОЙ ДИАГНОСТИКИ <i>Прууэл Э.Р., Тен К.А., Кашкаров А.О., Лукьянчиков Л.А., Мерзиевский Л.А., Аминов Ю.А., Смирнов Е. Б., Музыря А.К., Костицын О.В.</i>	104
УДАРНОЕ СЖАТИЕ НАНОСТРУКТУРНОГО SiO₂ АЭРОГЕЛЯ <i>К.А. Тен, Э.Р. Прууэл, Л.А. Лукьянчиков, Б.П. Ефремов, Е.В. Беспалов, Б.П. Толочко, В.В. Жуланов, Л.И. Шехтман</i>	105
STUDY OF FERROUS-FERRIC EQUILIBRIA IN LOW-IRON SODIUM-SILICATE GLASSES BY XANES, MÖSSBAUER AND EPR METHODS <i>E. Dunaeva, N. Trofimova, N. Efimov, E. Yakimchuk, V. Kriventsov</i>	105
ЗАВИСИМОСТЬ СТРОЕНИЯ АНИОНА {PO₄WO(O₂)₂]₄}³⁻ ОТ ПРИРОДЫ РАСТВОРИТЕЛЯ ПО ДАННЫМ EXAFS И КР-СПЕКТРОСКОПИИ <i>П.В. Бердникова, В.В. Канажевский, Ю.А. Чесалов, Д.И. Кочубей, З.П. Пай</i>	106
ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ФОРМ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ В НИТРАТНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ XAFS <i>Е.В. Кабин, В.А. Емельянов, М.А. Ильин, С.В. Корнев, Е.П. Якимчук, Б.Н. Новгородов, В.В. Кривенцов</i>	107
СОЛЬВАТНАЯ ОБОЛОЧКА КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ В РАСТВОРАХ ПО ДАННЫМ МЕТОДА EXAFS <i>Канажевский В.В., Чесалов Ю.А., Кочубей Д.И.</i>	108
ОСОБЕННОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ПАЛЛАДИЯ В МОДЕЛЬНЫХ НИЗКОПРОЦЕНТНЫХ НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ <i>Р.М. Кенжин, Д.А. Медведев, Е.П. Якимчук, Б.Н. Новгородов, В.В. Кривенцов, А.М. Володин</i>	109
АБЛЯЦИОННОЕ ГОРЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ <i>Л.А.Лукьянчиков, А.П.Ершов, Э.Р.Прууэл, К.А.Тен, Б.П.Толочко, Л.А.Мерзиевский, А. А.О. Кашкаров</i>	110
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ Pd/GaO ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНА МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ EXAFS ДО И ПОСЛЕ РЕАКЦИИ <i>Смирнова Н.С, Мироненко О.О, Шлятин Д.А, Кочубей Д.И., Цырульников П.Г.</i>	111
СТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ГАЛЛИЯ <i>Р.Г. Валеев, В.В. Кривенцов, А.Н. Деев, В.Ф. Кобзиев, В.В. Мухгалин</i>	112

EXAFS-ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НАНОНИТЕЙ GaAs, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ В КАЛИБРОВАННЫХ ПОРАХ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ <i>Р.Г. Валеев, В.В. Кривенцов, А.Н. Деев, В.Ф. Кобзиев, В.В. Мухгалин</i>	113
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СУШКИ НА СТРОЕНИЕ СУЛЬФИДНОГО АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА В НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ ГИДРООЧИСТКИ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СО-МО СОЕДИНЕНИЯ <i>К.А. Леонова, О.В. Климов, Д.И. Кочубей, В.И. Зайковский, А.С. Носков</i>	113
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГЕНОСЕНСОРНЫЕ КЛЕТКИ E.COLI/PKATG-GFP И E.COLI/PCOPA-GFP <i>Е. В. Демидова, Т. Н. Горячковская, Т. К. Малуп, С. В. Банникова, В.М. Попик, А. И. Семенов, С. Е. Пельтек</i>	114
XAFS STUDY OF THE GOLD AND PALLADIUM NANOPARTICLES SUPPORTED ON MAGNESIUM OXIDE AS CATALYSTS FOR THE AMINATION OF ALCOHOLS <i>Yu.S. Demidova, M. Estrada, E.V. Suslov, E.P. Yakimchuk, B.N. Novgorodov, D.A. Zuzin, O.A. Simakova, I.P. Prosvirin, V.V. Kriventsov, K.P. Volcho, N.F. Salakhutdinov, A.V. Simakov, D.Yu. Murzin, I.L. Simakova</i>	116
ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ Pd ПО ДАННЫМ XAFS В КАТАЛИЗАТОРАХ Pd/C ДЛЯ РЕАКЦИИ ГИДРОДЕБЕНИЛИРОВАНИЯ <i>Ю.А.Зайцева, И.Л.Симакова, С.Ю.Троицкий, В.В.Кривенцов, В.Н.Пармон</i>	117
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ И ЛОКАЛЬНОГО ОКРУЖЕНИЯ ПАЛЛАДИЯ МЕТОДОМ XAFS, РФЭС В Pd/C КАТАЛИЗАТОРАХ СИНТЕЗА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ <i>Ю.А.Зайцева, И.Л.Симакова, С.Ю.Троицкий, И.П.Провирун, В.В.Кривенцов, В.Н.Пармон</i>	118
ИСТОЧНИК ВОДОРОДА ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО АЛЮМИНИЯ. ПРИРОДА АКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ПО ДАННЫМ РЕНТГЕНОВСКИХ МЕТОДОВ НА СИ <i>А.И.Низовский, А.А.Велигжанин, Я.В.Зубавичус, А.В.Калинкин, В.Н.Кручинин, М.В.Тренихин, В.Ю.Мурзин, А.А.Чернышов, А.С.Хлебников, Р.А.Сенин, В.И.Бухтияров</i>	119
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЗАРЯДА В МАГНИТНОМ ОНДУЛЯТОРЕ С ПОМОЩЬЮ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО КОНТУРА <i>М.А.Соседова</i>	120
SAXS AND SANS ON CDS NANOPARTICLES IN LIQUID AND SOLID MEDIA <i>A.A.Rempel, A.Magerl</i>	121
XANES И ХМСД ИССЛЕДОВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ СОЗВО5 И СО2FEBO5 В МАГКОЙ И ЖЕСТКОЙ ОБЛАСТЯХ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>М.С.Платунов, С.Г.Овчинникова, Н.А.Казак, Н.Б.Иванова, А.Rogalev, F.Wilhelm, E.Weschke, E.Schierle, Я.Б.Зубавичус, В.Н.Заблуда</i>	122
SYNCHROTRON IN SITU STUDY OF TEMPERATURE STABILITY OF TITANIUM MONOXIDE TiO1.05 <i>A.A.Valeeva, S.V.Tsybulya, A.A.Rempel</i>	123
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИБРИДНОГО ФОТОПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАПИСИ ДИФРАКЦИОННЫХ МИКРОСТРУКТУР <i>Д.И. Деревянко, В.В. Шелковников, Б.Г. Гольденберг</i>	124
STRUCTURAL STUDY OF NICKEL-CONTAINING THIN MOCVD FILMS PREPARED FROM NEW TYPE OF PRECURSORS BY XAFS <i>S.I. Dorovskikh et al.</i>	125
XAFS ИССЛЕДОВАНИЕ Au-Ni НИЗКОПРОЦЕНТНОЙ НАНЕСЕННОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ НАНОСИСТЕМЫ <i>Е.П. Якимчук, С.А. Николаев, и др.</i>	126
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА XAFS СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ФЕРМЕНТАЦИИ БИОМАССЫ В ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ <i>Е.П. Якимчук, В.В. Кривенцов, и др.</i>	127
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ <i>И.Э. Бекк, С.Ю.Троицкий, Е.П. Якимчук, В.В. Кривенцов, М.А. Федотов, Б.Н. Новгородов, В.Л. Кузнецов, В.И. Бухтияров</i>	128
APPLICATION OF XAFS FOR STRUCTURAL STUDY OF NANO-DISPERSED PRECIOUS CATALYSTS SUPPORTED ON OXIDE CARRIERS <i>E.P. Yakimchuk, V.V. Kriventsov et al.</i>	129
СТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА МОНО- И БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ПО ДАННЫМ МЕТОДА XAFS <i>Е.П. Якимчук, В.В. Кривенцов и др.</i>	130

ANALYTICAL ACCOUNT FOR THE CONSTANT MAGNETIC FIELD INFLUENCE ON UNDULATOR'S SPECTRUM

K.V. Zhukovsky¹, V.V. Mikhailin¹

¹ Faculty of Physics, Moscow State University, Leninskie Gory,
Moscow 119899, Russia, zhukovsk@phys.msu.ru.

Theoretical studies of electron emission in magnetic fields [1], SR and UR [2], [3] in the last 50 years determined progress in accelerators and free electron lasers (FEL) technique. Nowadays FEL work on high frequencies and require high quality radiation from undulators. Modern undulators frequently work with complex, multiple magnetic fields and many periods to obtain given emission characteristics. Distortions of the periodic magnetic field in such undulators effect their operation. We account for homogeneous and inhomogeneous distortions in undulators using modified special functions to obtain analytical expressions for the effect of a non periodic constant magnetic field:

$$\vec{B} = B_0 (\rho, \kappa + \sin(k_\lambda z), 0), \quad k_\lambda = (2\pi / \lambda_u), \quad B_d = B_0 \kappa_1, \quad \kappa_1 = \sqrt{\kappa^2 + \rho^2}, \quad (1)$$

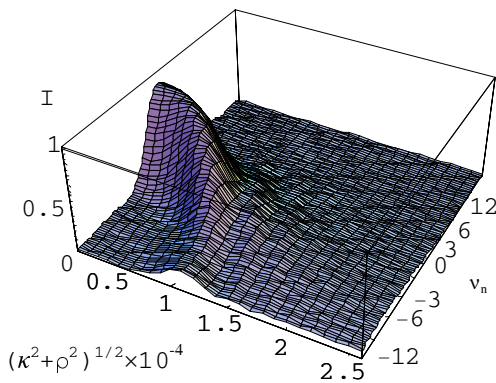
where κ and ρ — factors, relating the components of the constant magnetic field B_d to the oscillating amplitude B_0 . The electron trajectory in such undulator becomes complicated; B_d modifies differential electron emission in the far zone [3], new constant terms and oscillating terms appear in the exponential phase. The spectral line shape is determined by modified oscillating Airy function $S(\alpha, \beta, \varepsilon)$, instead of common $\text{sinc}(\alpha)$ [3]:

$$S(\alpha, \beta, \varepsilon) \equiv \int_0^1 e^{i(\alpha\tau + \varepsilon\tau^2 + \beta\tau^3)} d\tau, \quad S(\alpha, \beta) = \int_0^1 e^{i(\alpha\tau + \beta\tau^3)} d\tau, \quad S(\alpha, 0, 0) = e^{i\alpha/2} \frac{\sin \alpha}{\alpha}. \quad (2)$$

On-axis UR spectrum is described by generalized Bessel functions and consists of peaks with

$$\omega_n \Big|_{\psi=0} = n \omega_R = \frac{2n\gamma^2 \omega_0}{\left(1 + \frac{k^2}{2}\right) + (\gamma\vartheta_H)^2}, \quad n = 0, 1, 2, 3 \text{ etc.}, \quad \vartheta_H = \frac{2}{\sqrt{3}} \left(\frac{k}{\gamma}\right) \kappa_1 (\pi N), \quad (3)$$

n — the harmonic number, N — the number of the undulator periods, ϑ_H — the bending angle due to the constant magnetic field component. The shift of the maximum of $S(\alpha, \beta, \varepsilon)$ respectively to $\text{sinc}(\alpha)$ is determined by β and ε . The effect of B_d is accumulated along the undulator length, it depends on N . The intensity of on-axis UR in a weak constant magnetic field includes odd harmonics due to oscillating field in (1) and even harmonics in due to B_d . The



harmonics intensity depends on the absolute value κ_1 of the constant magnetic field component in the undulator. It has negligible effect on the main harmonic in the undulator with $N = 200$ only till $\kappa_1 < 0.2 \times 10^{-4}$. For $\kappa_1 > 0.5 \times 10^{-4}$ distortions of the spectral line become significant, for $\kappa_1 > 0.7 \times 10^{-4}$ — not acceptable. Since this is the order of the strength of the magnetic field of the Earth, careful screening is absolutely necessary; compensation coils may be needed. The UR spectrum is less subjected to distortions when $N \sim 100$.

Figure 1. Undulator $N = 200$ main harmonic vs. constant field parameters κ, ρ and detuning parameter v_n .

References:

- [1]. A.A. Sokolov, D.V. Gal'tsov, V.Ch. Zhukovsky, Zh.Tekhn. Fiz., 43, 1973, p. 682.
- [2]. I.M. Ternov, V.V. Mikhailin, V.R. Khalilov. Synchrotron Radiation and its Applications, Moscow, 1980..
- [3]. V.A Bordovitsyn ed., Synchrotron Radiation theory and its development. World Scientific Publishing, Singapore 1999.

НОВОСИБИРСКИЙ ЛАЗЕР НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ - ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ДЕЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

О.А. Шевченко¹, Н.А. Винокуров¹, М.Г. Власенко¹, П.Д. Воблый¹, Я.В. Гетманов¹, О.И. Дейчули¹, Е.Н. Дементьев¹, Б.А. Довженко¹, Б.А. Князев¹, Е.И. Колобанов¹, В.В. Кубарев¹, Г.Н. Кулипанов¹, Л.Э. Медведев¹, Л.А. Мироненко¹, В.К. Овчар¹, Б.З. Персов¹, В.М. Попик¹, Т.В. Саликова¹, С.С. Середняков¹, Д.А. Скороход¹, А.Н. Скринский¹, Г. И. Созинов¹, В.Г. Ческидов¹, М.А. Щеглов¹

1) Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Лазеры на свободных электронах (ЛСЭ) являются уникальными источниками монохроматического электромагнитного излучения с перестраиваемой длиной волны. В настоящее время в ИЯФ ведется работа по созданию мощного ЛСЭ, длина волны которого может изменяться в диапазоне от 5 до 240 микрон, что соответствует терагерцовой области частот.

Для получения электронного пучка в данном ЛСЭ используется многооборотный линейный ускоритель-рекуператор (УР) с довольно сложной магнитной структурой. Магнитная структура УР имеет несколько дорожек и может работать в трех различных режимах, выбор между которыми осуществляется переключением поворотных магнитов. Разным режимам соответствует разное число проходов пучка через ускоряющую структуру и, как следствие, разная конечная энергия электронов. На текущий момент это единственный в мире ускоритель такого типа, в котором ускорение пучка происходит за несколько оборотов.

Электронные пучки, полученные в трех режимах работы УР, используются в трех разных ЛСЭ, запуск которых естественным образом разделился на три этапа. ЛСЭ первой очереди работает с 2003 г. Его излучение используется несколькими группами пользователей. Длина волны излучения может перестраиваться в диапазоне от 110 до 240 микрон, а максимальная средняя и пиковая мощности составляют соответственно 500 Вт и 1 МВт. Высокая мощность излучения в сочетании с низкой энергией отдельных квантов позволяет, в частности, проводить эксперименты по неразрушающей абляции крупных биологических молекул. Генерация излучения на ЛСЭ второй очереди была получена в 2009 году. Излучение этого ЛСЭ имеет те же значения пиковой и средней мощности и выводится на те же пользовательские станции, что излучение ЛСЭ первой очереди, но его длина волны изменяется в другом диапазоне - от 35 до 80 микрон.

Основной задачей на данный момент является настройка режима работы УР для ЛСЭ третьей очереди. Этот ЛСЭ будет установлен на последней (четвертой) дорожке и обеспечит диапазон перестройки от 5 до 35 микрон. Помимо запуска нового ЛСЭ также планируется провести модернизацию существующих систем УР с целью дальнейшего улучшения параметров действующих ЛСЭ.

ACTIVITIES IN WORLD CLASS INSTITUTE CENTER IN KAERI

Sergey Miginsky, Seong Hee Park, Kitae Lee, Kyu-Ha Jang, Young Uk Jeong,
Nikolay Vinokurov

World Class Institute (WCI) Center for Quantum-Beam-Based Radiation Research in KAERI is an interim project intended for development of sources of charged particles and gamma-quanta beams and their detectors for a wide range of research and industrial applications. The project was started in June, 2011 and is meant for five years. Achieved results and future plans are described and discussed in the presentation.

OPTICAL EXPERIMENTS AT NOVOFEL FACILITY

Boris A. Knyazev^{1,2}, Valery S. Cherkassky^{1,2}, Yulia Yu. Choporova^{1,2}, Vasily V. Gerasimov^{1,2},
Igor A. Kotelnikov^{1,2}, Aleksey K. Nikitin³, M. G. Vlasenko^{1,2}

¹ *Budker Institute of Nuclear Physic SB RAS, 63090 Novosibirsk, Russia*

² *Novosibirsk State University, 630090 Novosibirsk, Russia*

³ *Scientific and Technological Center for Unique Instrumentation RAS, Moscow, Russia*

Abstract—Review of new experiments in optics, which have been conducted at the SPIN user station of the Novosibirsk free electron laser in the past year, is given in the paper. Both single-channel and multi-channel (imaging) detectors were applied for sensing terahertz radiation. We have studied (a) characteristics of novel diffractive optical elements, (b) radiation transmission through masks with holes and slots of near-wavelength size (including the Talbot effect), (c) hologram record using a real-time imaging device, (d) terahertz electromagnetic field which arises when a surface plasmon reached the tail edge of metal-dielectric interface. The last phenomenon was studied also theoretically using the Sommerfeld-Malyuzhinets technique.

I. INTRODUCTION And BACKGROUND

RECENT achievements in the development of imaging techniques for the terahertz spectral range opened the opportunity for performing large variety of experiments at user stations of the Novosibirsk free electron laser (NovoFEL). Combinations of the imaging devices with single-channel detectors (Goley cell and cryogenic NbN hot-electron bolometer) allowed us to perform a wide range of experiments: from THz optic development to detailed study terahertz electromagnetic field induced by surface plasmon polariton (SPP), when it reaches the tail edge of metal-dielectric interface. Results of four experiments, listed in the Abstract, are presented in this paper.

II. Methods And RESULTS

All the above mentioned experiments have been carried out at wavelengths of 130 or 140 μm . Input average power of the radiation lied within 50-100 W.

Diffractive optical elements that can be fabricated using a very thin plastic or a high-resistivity silicon plates, are beneficial for manipulation of high-power monochromatic terahertz beam, which easy damages thick lenses. We have studied characteristics of a large-numerical-aperture polypropylene kinoform diffractive lens (KDL), fabricated by TDISIE SB RAS, and silicon binary diffractive lenses (BDLs) and silicon beamsplitters (BSs), designed and produced by TYDEX, IPSI RAS and SSAU. Quality of the output beams, diffraction efficiency and radiation resistance were examined for all the elements. Silicon elements with and without antireflection plastic layers have been compared. A microbolometer matrix (MBM) was used for imaging of the diffractive beams.

Transmission of terahertz radiation through small apertures was studied for different structures. Talbot effect on periodic structures with a near-wavelength size of openings was examined in THz range. The Talbot images had normal appearance for the openings up to $3/4$ in diameter, and transmission decreases abruptly for the holes with half-wavelength diameter. Study resonances in the subwavelength transmission is in progress.

Classic holography in terahertz region can be easily implemented thanks to monochromaticity and high power of NovoFEL radiation. The main obstacle is low spatial resolution of thermal-sensitive luminescence plate used in previous experiments. To overcome the problem and, in addition, to realize real-time hologram recording, that is necessary in some applications, we have studied holography systems with MBM.

Surface plasmon polaritons were formed using a waveguide technique. Their transmission along metal-air and metal-dielectric-air interfaces was studied. Because of inevitable appearance in such experiments of bulk wave, intensity of which can exceed substantially intensity of SPP, it is usually very difficult to obtain real SPP characteristics. To separate the bulk wave and SPP, we used the samples of different shape. To study in detail characteristics of terahertz

electromagnetic field arising when SPP reaches the tail edge of the sample, we applied three complementary diagnostic techniques: an optical system with MBM as an imaging device, Goley cell and cryogenic NbN hot-electron bolometer. This enabled us to study distribution of intensity over the wave fronts at any distance, directional diagram of EM-field, etc. Rigorous theoretical description for diffraction of a surface wave on rectangular wedge with impedance faces is given and compared with experimental results.

NEW RESULTS IN THE FUNDAMENTAL THEORY OF SYNCHROTRON RADIATION: THE COMPARATIVE ANALYSIS OF SYNCHROTRON RADIATION CHARACTERISTICS OBTAINED WITHIN CLASSICAL AND QUANTUM APPROACH

V. Bagrov, A. Burimova, D. Guitman.

Tomsk State University, University of Sao Paulo

New results referred to the fundamental theory of synchrotron radiation (SR) are to be presented. Describing a real (i. e. not model) two-level system in terms of quantum approach, we obtain the expressions for SR angular distributions and compare them with their classical analogues. A three-level system is considered as a simplest example where a possibility of solving the spectral problem is observed. We thoroughly analyze the relation between the amount of radiation emitted by the particle during the transitions to the first excited state and to the ground state. Generalizing basic expressions we can follow the evolution of spectral maximum. It turns out there is a condition for radiation maximum to stay at highest harmonic. Comparing the data related to a spinless particle with the one obtained for a particle of 1/2 spin we distinguish the influence of spin properties on radiation characteristics.

ELECTROMAGNETIC TORQUES OF NEUTRON AND SYNCHROTRON RADIATION

V.A.Bordovitsyn, O.A.Konstantinova and E.A.Nemchenko.

Tomsk State University

A new trend in the relativistic radiation theory related to the investigation of angular momentum of radiation field and corresponding torque is developed. This area of investigations find [1] and has already found [2] extensive applications in the condensed matter studies. At the beginning possibility to obtain the field torque from relativistic neutron radiation is discussed. The general theory of the orbital and spin field torques radiation from the proper magnetic moment of neutron is considered. The orbital radiation of torque from the neutrons is most apparent in non-homogeneous magnetic field. In the case of homogeneous magnetic field just a spin field torque remains. The orbital field torque appears more effective in the case of synchrotron radiation (SR). The direct relation of the orbital field torque of SR with the general properties of this radiation is determined. It is interesting that the total orbital torque of SR field and that of neutron radiation field may be determined by expression that is just the same torque tensor as in the relativistic particles mechanics. Remarkable also, that quite different approach to the definition of the angular momentum of radiation developed by Ivanenko-Sokolov and Teitelboim and others yield absolutely the same results. In conclusion the estimations of torque of neutron radiation and of SR fields are given.

[1] V.A.Bordovitsyn, O.A.Konstantinova, E.A.Nemchenko. - J. Phys.: Conf Ser. 236 (2010) 012002.

[2] Xiang Zhang et al. - Nature Nanotechnology. 5 (2010) 570-573.

PANDATA INTERNATIONAL INFORMATION INFRASTRUCTURE FOR SYNCHROTRONS: OPPORTUNITY FOR COLLABORATION

Juan Bicarregui, Vasily Bunakov, Michael Wilson
STFC Rutherford Appleton Laboratory

The PANdata (www.pan-data.eu) organisation brings together thirteen major European research facilities to create a fully integrated information infrastructure for neutron and photon sources serving a user community of about thirty thousand scientists across Europe. The PANData organisation was established in 2009 to promote the mobility of researchers across neutron and photon sources and to maximise the benefits from the data acquired at those facilities. 22% of facility users already use more than one facility because they provide complementary technology. Keeping track of experimental data is increasingly important as the rate at which experiments can be performed and analysed is increasing and the experiments themselves are of increasing complexity. The resulting raw and processed data therefore need to be well curated, and easily accessible enabling researchers from different organizations to seamlessly work together. Our SR 2012 presentation will brief on the PANdata initiative, report on the current state of PANdata infrastructure implementation, and outline the opportunities for synchrotron radiation facilities beyond the European Union to participate in PANdata technological and organizational activities.

APPLICATION OF XANES AND EXAFS TO STUDY Au Pd/Ceria CATALYTIC NANOSYSTEM, PROMISING FOR GREEN CHEMISTRY PRODUCTION

Yu.S. Demidova¹, M. Estrada², E.V. Suslov³, E.P. Yakimchuk¹, B.N. Novgorodov¹, D.A. Zuzin¹, O.A. Simakova⁴, V.V. Kriventsov¹, K.P. Volcho³, N.F. Salakhutdinov³, A.V. Simakov⁵, D.Yu. Murzin⁴, I.L. Simakova¹

1) Borekov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Russia

2) Posgrado en Fisica de Materiales, CICESE, Ensenada, B.C., Mexico

3) Novosibirsk Institute of Organic Chemistry, 630090, Russia

4) Åbo Akademi University, Laboratory of Industrial Chemistry and Reaction Engineering, Biskopsgatan 8, Turku, Finland, 20500

5) Centro de Nanociencias y Nanotecnologia, UNAM, Ensenada, B.C., Mexico

The amination of alcohols to complicated amines is of great importance in organic synthesis, granting access to valuable alkyl amines that are widely used as pharmacophores in numerous biologically active compounds, dyes, agrochemicals and functionalized materials. The development of an environmentally friendly catalytic route to such chemicals synthesis would be an important step towards a more green chemical industry. The present work is devoted to a structural study of the selective amination of terpenoid alcohols over cerium oxide supported mono- and bimetallic Au, AuPd, Pd catalysts by the XAFS spectroscopy.

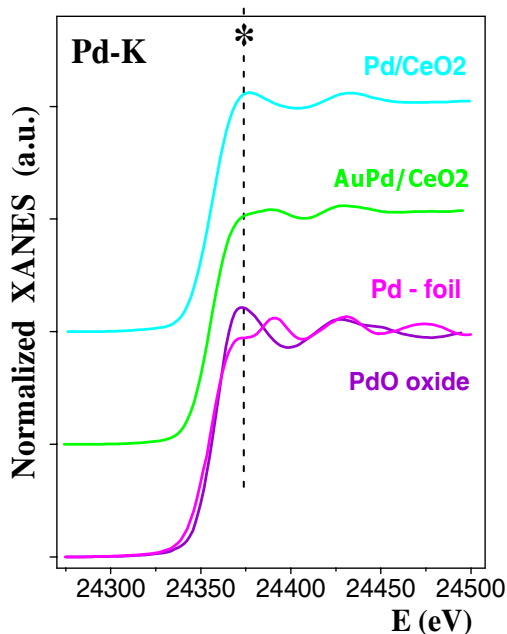


Figure 1. XANES spectra (Pd-K) of samples studied: a) Pd/CeO₂; b) AuPd/CeO₂; c) reference Pd foil; d) reference oxide PdO.

Catalysts were prepared by sol-gel method using monometallic precursors. Pre-calcined catalysts in air atmosphere at 300°C were tested in the reaction of alcohols amination. Catalytic activity of the tested samples was shown to be dependent on the active component composition. All EXAFS and XANES spectra (Pd-K, Au-L₃ edges) were recorded at Siberian Synchrotron Radiation Center (SSRC, Novosibirsk).

The phase composition, charge states and local structures of the active component of ceria supported low-concentrated Au-Pd catalytic nanosystems were established. The interatomic distances and corresponded coordination numbers were determined. All possible variants of structural models and reasons of stabilization various surface Au and Pd species, depending on different compositions and past history of formation of the catalysts, were discussed. Influence of ceria support was revealed on the morphology and phase composition of nanoparticles, being high dispersed distorted metal and multiphase metal-oxide systems.

This research was supported by RFBR-100301005a, 110394001-CSIC a, 120301154a and DGAPA-PAPIIT - IN 1207063 grants.

***Corresponding author:** PhD Student Yu.S. Demidova,

Borekov Institute of Catalysis, Pr. Ak. Lavrentyeva, 5, Novosibirsk, 630090, Russia,

Tel: +7 (383) 326 95 31; Fax: +7 (383) 330 80 56; E-mail: julia_solkina@ngs.ru

THE INFLUENCE OF INTENSE THZ RADIATION ON SPIN STATE OF PHOTO-SWITCHABLE COMPLEX $\text{Cu}(\text{hfac})_2\text{L}^{\text{R}}$

Sergey L. Veber¹, Kseniya Yu. Maryunina¹, Mikhail A. Sheglov², Vitaly V. Kubarev², Victor I. Ovcharenko¹ and Elena G. Bagryanskaya^{1,3}

¹*ITC SB RAS, Institutskaya 3a, 630090 Novosibirsk, Russia*

²*INP SB RAS, Ac. Lavrentieva ave. 11, 630090 Novosibirsk, Russia*

³*NIOCH SB RAS, Ac. Lavrentieva ave. 9, 630090, Novosibirsk, Russia*

E-mail: sergey.veber@tomo.nsc.ru

Thermo- and photo-switchable compounds are attractive for investigations since they exhibit dramatic effects promising for various potential applications. Recently synthesized polymer-chain complexes $\text{Cu}(\text{hfac})_2\text{L}^{\text{R}}$, consisting of the nitroxide-copper(II)-nitroxide three-spin clusters, exhibit both thermo- and photo-switching and have been extensively characterized by X-ray, SQUID-magnetometry and EPR [1-3]. Photo-induced switching of the $\text{Cu}(\text{hfac})_2\text{L}^{\text{R}}$ complexes can be observed at temperatures below 20 K and relates to the transition of the three-spin cluster from stable geometry to a metastable one.

The far IR spectra of three-spin cluster in these two geometries are different and have intensive characteristic absorption lines in the range of 150-250 cm^{-1} . These frequencies lie in THz range and are accessible by NovoFEL – high-power THz free-electron laser constructed in Novosibirsk. The existence of the characteristic FIR absorption lines of metastable and stable geometries and low energy barrier between them (~20 K) seem to be promising for observation of resonance influence of THz radiation on the three-spin cluster. To perform these experiments the home-made X-band EPR setup was constructed in the hall of user stations of the NovoFEL. It was equipped with multimodal waveguide allowing for THz irradiation of the sample directly in the resonator of the EPR spectrometer.

The performed experiments showed strong influence of the THz irradiation on the spin state of the nitroxide-copper(II)-nitroxide metastable clusters via the heating of the sample. The absence of resonance effect is discussed taking into account time profile of NovoFEL laser beam and typical relaxation times in far IR region. Possible experimental improvements of constructed EPR setup are proposed aiming at overcoming the current limitations.

This work was supported by RFBR (№ 11-03-00158-a and № 12-03-01023-a), grant of the President of Russian Federation (MK-1662.2012.3 and MK-1165.2012.3), the Grant for the Leading Scientific Schools (NSh-2429.2012.3).

[1] V. I. Ovcharenko, et. al. Russ. Chem. Bull. Int. Ed. 53 (2004) 2406-2427.

[2] S. L. Veber, et. al. Inorg. Chem. 50 (2011) 10204-10212.

[3] M. V. Fedin, et. al. Inorg. Chem. 51 (2012) 709-717.

STRUCTURAL STUDY OF THE *Au*, *AuPd*, *Pd* NANOPARTICLES SUPPORTED ON ZIRCONIA AS CATALYSTS FOR THE MYRTENOL CONVERSION BY THE XAFS SPECTROSCOPY

Yu.S. Demidova¹, M. Estrada², E.V. Suslov³, E.P. Yakimchuk¹, B.N. Novgorodov¹, D.A. Zuzin¹, O.A. Simakova⁴, V.V. Kriventsov¹, K.P. Volcho³, N.F. Salakhutdinov³, A.V. Simakov⁵, D.Yu. Murzin⁴, I.L. Simakova¹

6) Boreskov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Russia

7) Posgrado en Fisica de Materiales, CICESE, Ensenada, B.C., Mexico

8) Novosibirsk Institute of Organic Chemistry, 630090, Russia

9) Åbo Akademi University, Laboratory of Industrial Chemistry and Reaction Engineering, Biskopsgatan 8, Turku, Finland, 20500

10) Centro de Nanociencias y Nanotecnologia, UNAM, Ensenada, B.C., Mexico

The fact that gold in nano-dispersed state can be exceptionally active as a redox catalyst is one of the key discovery of the last two decades in catalysis. The present work is devoted to a structural study of the selective amination of terpenoid alcohols over zirconium supported mono- and bimetallic *Au*, *AuPd*, *Pd* catalysts by the XAFS spectroscopy. Catalysts were prepared by sol-gel method. Pre-calcined catalysts in air atmosphere at 300°C were tested in the reaction of alcohols amination. Catalytic activity of the tested samples was shown to be dependent on the active component composition. All XAFS spectra (Pd-K, Au-L₃ edges) were recorded at Siberian Synchrotron Radiation Center (SSRC, Novosibirsk).

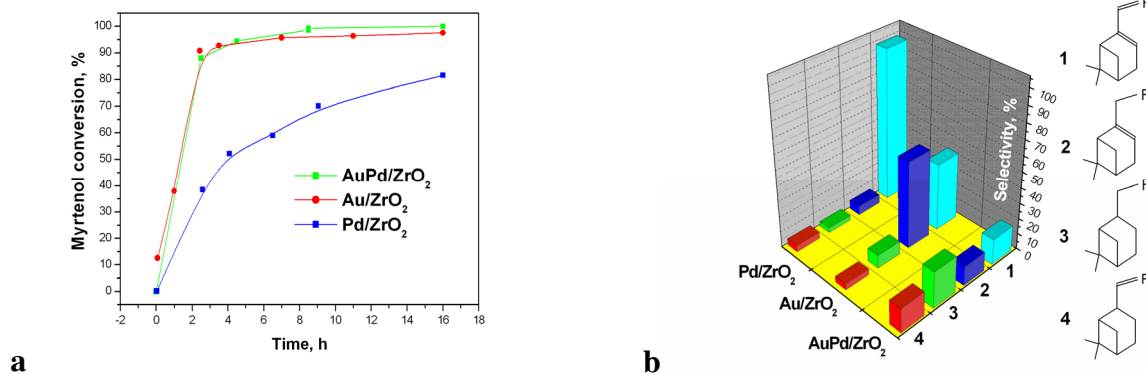


Figure 1. Myrtenol conversion dynamics (a) and selectivity to the main products (R=aniline) (b) for Au/ZrO₂, AuPd/ZrO₂ and Pd/ZrO₂

The detail study of genesis of state and local structure for *Au*, *AuPd*, *Pd* nanoparticles located on zirconia support was carried out. The presence of distorted oxide species (Au³⁺ cations - octahedral oxygen surrounding, Pd²⁺ cations - planar square oxygen surrounding) was established for initial samples. It was found that both metallic Pd⁰ and Pd²⁺ species were stabilized on zirconia in the reduced Pd and AuPd samples. While reduced Au and AuPd samples of catalysts contain of distorted metallic gold phase mainly. It was proposed that some distortion of active component was caused by interaction with zirconia support. All possible structural models were discussed. The obtained XAFS results are in good agreement with XPS, EDX and HRTEM data.

This research was supported by RFBR-100301005a, 110394001-CSIC a, 120301154a and DGAPA-PAPIIT - IN 1207063 grants.

***Corresponding author:** PhD Student Yu.S. Demidova, Boreskov Institute of Catalysis, Pr. Ak. Lavrentyeva, 5, Novosibirsk, 630090, Russia, Tel: +7 (383) 326 95 31; Fax: +7 (383) 330 80 56; E-mail: julia_solkina@ngs.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ В БОРАТНОМ СТЕКЛЕ, ДОПИРОВАННОМ ЖЕЛЕЗОМ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, С ПОМОЩЬЮ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Н. Заблуда, И.С. Эдельман, Я.В. Зубавичус
Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН (ИФ СО РАН)

Эволюция локального окружения ионов железа и РЗ исследована с помощью рентгеновской абсорбционной спектроскопии (EXAFS and XANES). Согласно Fe K-края XANES данных, состояние валентности железа близко к +3, хотя форма спектра зависит от режима термообработки. Отчетливый предкраевой пик при 7110 eV указывает на существенный ионов железа в не центрo-симметричной координации. Высота этого пика в исходном стекле составляет только 0.11 от высоты края поглощения в то время, как для идеального тетраэдрического окружения ожидается (0.15-0.18). Это предполагает, что часть ионов железа в исходном образце находится в искаженном четверном или шестерном окружении. В процессе термообработки интенсивность этого пика слегка уменьшается, и вся тонкая структура спектра становится подобной спектру оксидов железа со шпинельной структурой (маггемита или магнетита). При этом не обнаружено достаточно четких изменений локального окружения РЗ ионов при термообработке образцов. Чтобы объяснить это расхождение, можно предположить, что РЕ ионы сконцентрированы, в основном, на поверхности частиц, формируя более или менее выраженную оболочку типа спинового стекла.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МЕХАНОСИНТЕЗИРОВАННЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ FE/ПАРАФИН

А.Н. Маратканова¹, С.Ф. Ломаева¹, А.В. Сюгаев¹, Д.А. Петров²,
К.Н. Розанов², Е.П. Елсуков¹

¹ФТИ УрО РАН, Ижевск, ²ИТПЭ РАН, Москва

Актуальность разработки новых материалов, представляющих собой системы диспергированных в матрице диэлектрика магнитных частиц и обладающих комплексом особых электрофизических свойств, обусловлена интенсивным развитием устройств СВЧ радиоэлектроники. Одним из эффективных способов получения ферромагнитных мелкодисперсных частиц анизотропной формы с заданными значениями магнитной проницаемости является механохимический синтез в органических средах с использованием поверхностно-активных веществ (ПАВ). В работе исследованы структура, фазовый состав, магнитные и СВЧ свойства композитов железо-парафин, а также химическая структура хемосорбционных слоев на поверхности металлических частиц, сформированных в процессе высокоэнергетического размола железа в среде парафина и ПАВ различной природы (стеариновая кислота, перфторнонановая кислота и стеариламин). Исследования химической структуры поверхностных слоев выполнены методами NEXAFS спектроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии на Российско-немецком канале BESSY II, HZB, Berlin, а также методом ИК спектроскопии на спектрометре Varian 3100 FTIR. Работа поддержана Программой Президиума УрО РАН (проект N12-C-2-1019) и двусторонней Программой «Российско-немецкая лаборатория (RGL) на BESSY II», Гельмгольц-центр, Берлин.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ ГРАНУЛИРОВАННОЙ ПЛЕНКИ SiO₂(Co) НА GaAs МЕТОДАМИ ПОВЕРХНОСТНОГО РАССЕЯНИЯ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

С.В.Григорьев, А.А. Воробьев, В.А.Уклеев, Е.А.Дядькина, Н.А.Григорьева
Петербургский Институт Ядерной Физики

Гигантский инжекционный магниторезистивный эффект наблюдается в гранулированной Co/SiO₂ пленке на полупроводниковой GaAs подложке в узком интервале температур вблизи $T = 300$ К. Согласно существующей теории природа эффекта связана со структурой и физическими свойствами интерфейсного слоя. Методами рефлектометрии и малоуглового рассеяния синхротронного излучения в скользящей геометрии изучено пространственное распределение наночастиц кобальта в объеме гранулированной пленки Co/SiO₂ и на границе раздела гранулированная пленка - полупроводниковая подложка (ГПИП). Показано, что в объеме пленки характерное среднее расстояние между гранулами кобальта составляет 7,3 нм. В то же время, среднее расстояние между гранулами на интерфейсе ГПИП составляет 32 нм, при их вертикальном размере порядка 7,5 нм. Экспериментальные результаты свидетельствуют о пониженной концентрации кобальта на интерфейсе и о точечном характере контакта основного объема пленки Co/SiO₂ с подложкой GaAs через относительно разреженный слой ферромагнитных гранул кобальта.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖФАЗНОГО СЛОЯ В СИСТЕМЕ FE-ПОЛИСТИРОЛ В ПРОЦЕССЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

А.Н. Маратканова¹, А.В. Сюгаев¹, А.А. Шаков¹, О.Ю. Вилков², С.Ф. Ломаева¹
¹ ФТИ УрО РАН

² НИИ физики им. В.А. Фока, СПбГУ, Санкт-Петербург; Institute of Solid State Physics, Dresden University of Technology, Dresden, Germany

В последнее время внимание исследователей привлечено к композитам металл-полимер, в том числе благодаря их использованию в различных СВЧ-приложениях. Доля межфазной области в таких композитах велика и может существенно влиять на функциональные свойства композита. Поэтому актуальной задачей при разработке таких материалов является создание на поверхности металлических частиц межфазного слоя, который обеспечил бы максимальную химическую совместимость частиц наполнителя и матрицы композита и как следствие, их лучшую адгезию. Для достижения этой цели могут быть использованы различные методы, целью которых является химическая модификация поверхности металлических частиц функциональными группами, которые позволят активно «сшить» металлические частицы с матрицей. Предлагаемый в данной работе подход заключается в механическом измельчении порошка Fe в органической среде, состав которой близок составу будущей полимерной матрицы. В состав среды измельчения вводили различные поверхностно-активные вещества для получения частиц анизотропной формы, предотвращения агломерации частиц и их защиты от дальнейшего окисления. Исследование сформированного в процессе механохимического синтеза хемосорбированного слоя на поверхности металлических частиц выполнено методом ИК спектроскопии на спектрометре Varian 3100 FTIR и методами NEXAFS и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии на Российско-немецком канале BESSY II, HZB, Berlin. Работа поддержана Программой Президиума УрО РАН (проект № 12-С-2-1019) и двусторонней Программой «Российско-немецкая лаборатория (RGL) на BESSY II», Гельмгольц-центр, Берлин.

УЧЕТ КЛАСТЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Л.Х. Бадретдинова, А.Н. Анисимов, И.Д. Ахмадиев, В.Я. Базотов
ФГБОУ ВПО "Казанский национальный исследовательский технологический университет"

В работе показана необходимость учета взаимодействия молекул энергетического материала (ЭМ) друг с другом в молекулярном кластере и учета эффектов, возникающих на границе раздела кластер-пространство, при использовании квантово-химических моделей, применяемых для расчета чувствительности энергетических материалов. Во многих известных моделях расчета чувствительности, где используются квантово-химические методы, проводят расчет одной молекулы энергетического материала и на основании этого расчета получают значения молекулярных дескрипторов, которые не учитывают вклад соседних молекул ЭМ. А так же при расчетах в этих моделях используются молекулы геометрия которых получена так же расчетным способом. В нашей работе геометрия молекул была получена на основании данных рентгеноструктурного анализа, и для просчета использовалась не одна молекула, а кластер, состоящий из нескольких молекул (от 4 до 24 молекул). Полученные в результате расчетов данные могут быть использованы при прогнозировании чувствительности полиморфных модификаций различных ЭМ, а так же позволяют повысить точность таких расчетов, учитывая вклад кластерного взаимодействия в значениях молекулярных дескрипторов.

СВЕРХБЫСТРАЯ TIME-DOMAIN СПЕКТРОСКОПИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ НА НОВОСИБИРСКОМ ТЕРАГЕРЦОВОМ ЛАЗЕРЕ НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ

В. В. Кубарев^{1,2}, Е. Н. Чесноков³, П.В. Кошляков³

¹ Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера, Новосибирск 630090, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск 630090, Россия

³ Институт химической кинетики и горения, Новосибирск 630090, Россия

Email: V.V.Kubarev@inp.nsk.su

Представлена сверхбыстрая time-domain спектроскопия, основанная на излучении свободной индукции молекул, возбужденных ТГц импульсами НЛСЭ. Это излучение детектируется сверхбыстрыми диодами Шоттки с временем нарастания 15 пс. Наивысшее спектральное разрешение этого метода ($5 \cdot 10^{-6}$) ограничено низшей частотой повторения импульсов НЛСЭ (5.6 МГц). Обычные спектральные измерения ($2 \cdot 10^{-4}$) могут быть сделаны за несколько наносекунд. Эта техника может быть использована для изучения сверхбыстрых неповторяющихся в деталях явлений. Динамика таких явлений может быть исследована при помощи сверхбыстрого спектрального "кино" с частотой кадров до максимальной частоты повторения НЛСЭ (22.5 МГц).

СТРОЕНИЕ НАНЕСЕННЫХ Pd-Ag СТЕКЛОТКАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ СВС ПО ДАННЫМ РФЭС И EXAFS

А.И. Низовский¹, А.В. Калинин¹, Д.И. Кочубей¹, Ю.С. Котолевич²,
П.Г. Цырульников², В.Б. Гончаров¹

1) *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск, GVB@catalysis.ru*

2) *Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Омск*

В настоящее время проводится интенсивный поиск новых методов приготовления катализаторов, включающих, как новые способы формирования активного компонента, так и использование новых современных носителей. Нанесенные палладиевые катализаторы широко используются в химической промышленности для гидрирования углеводородов. Селективное гидрирование ацетилена сырых крекерных газов является важным промышленным процессом для очистки этилена. Ацетилен также является ядом для катализаторов производства полиэтилена. Селективность этого процесса очень важна. Даже небольшое увеличение селективности существенно улучшает экономику процесса. Экспериментально обнаружено, что Pd- катализаторы промотированные металлами IV группы, показывают увеличение селективности гидрирования ацетилена в этилен. В данной работе предпринята попытка синтеза Pd-Ag катализаторов разного состава методом твердофазного горения, используя стеклоткань в качестве носителя. Катализаторы готовились пропиткой стеклоткани раствором AgNO_3 и $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2$, сушкой, последующей пропиткой раствором топливной добавки (D-глюкозы), сушкой и кратковременном тепловом воздействии на носитель с нанесёнными предшественниками активных компонентов при перемещении образца через узкую высокотемпературную область. Температура синтеза составляла 470 – 510 °С. Элементный объемный состав катализаторов был исследован рентгеноспектральным флуоресцентным методом на анализаторе ARL -Advant'x с Rh - анодом рентгеновской трубки. Зарядовое состояние и элементный состав поверхности проводился на рентгеновском фотоэлектронном спектрометре SPECS, использовали немонахроматическое рентгеновское излучение линии алюминия AlK α ($h\nu=1486.6$ эВ). Элементный объемный и поверхностный анализы показывают обогащение поверхности частиц Ag. EXAFS-спектры K-краев поглощения Pd и Ag регистрировали на EXAFS-спектрометре Сибирского центра синхротронного излучения (СЦСИ, Новосибирск, Россия) по методике на пропускание и выходе флуоресценции при энергии электронов 2 ГэВ и среднем токе в накопителе во время измерения 70 мА. По данным EXAFS, для восстановленных в водороде образцов имеет место образование сплава Pd-Ag. Установлено, что селективность в реакции гидрирования ацетилен-этиленовых смесей выше для нанесенных на стеклоткань Pd-Ag сплавов, чем для монометаллического Pd образца. Из данных EXAFS и РФЭС предложена структура частиц сплава, оценен состав. Предположено, что более высокая селективность сплавов Pd-Ag связана с уменьшением числа адсорбционных мест, доступных для мультиплетной адсорбции этилена.

Работа выполнена на оборудовании СЦСИ, Новосибирск, Россия, приобретенном при финансовой поддержке Министерство просвещения и науки Российской Федерации, а также при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант № 10-03-00451-а.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРЫ КЛОЗОБОРАТОВ $Fe\{HC(pz)_3\}_2$ ПРИ СПИНОВОМ ПЕРЕХОДЕ МЕТОДОМ EXAFS СПЕКТРОСКОПИИ

С.В. Трубина, С.Б. Эренбург, О.Г. Шакирова, Л.Г. Лавренова

ИНХ СО РАН, пр. Ак. Лаврентьева, 3, Новосибирск, 630090, Россия, svt@niic.nsc.ru

Методом EXAFS-спектроскопии исследованы координационные соединения железа(II) с *трис*(пиразол-1-ил)метаном ($HC(pz)_3$), содержащие кластерные *клозо*-борат(2-)-ионы $B_{10}Cl_{10}$ (I), $B_{10}H_{10}$ (II), $B_{12}H_{12} \cdot 2H_2O$ (III) и обладающие температурным спиновым переходом. Как известно, переход из низкоспинового состояния (НС) в высокоспиновое (ВС) сопровождается изменениями оптических свойств и пространственного строения соединений. В комплексах I - III наблюдается обратимый спиновый переход $^1A_1 \leftrightarrow ^5T_2$, сопровождающийся термохромизмом (изменением цвета розовый \leftrightarrow белый). Температура перехода для II и III составляет соответственно 375 и 405 К. Ранее метод EXAFS спектроскопии с успехом применялся нами для исследования пространственного строения полимерных комплексов железа со спиновым переходом [1, 2]. В данном случае использование EXAFS-спектроскопии для исследования локального окружения атомов железа обусловлено плохой кристаллизруемостью данного типа соединений.

Измерения EXAFS и XANES спектров в районе *K*-краев поглощения Fe проведены с использованием СИ накопителя ВЭПП-3 Института ядерной физики СО РАН, Новосибирск в режиме на просвет образца. Измерения проводились при двух температурах а) 300°К – НС состояние; б) 475°К – ВС состояние; после нагрева образцы остужались до комнатной температуры на воздухе, затем повторно проводились измерения. Температура нагрева образцов контролировалась хромель-алюмелевой термопарой с точностью $\sim 1^\circ$. Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием программных пакетов VIPER и DLV EXCURV.

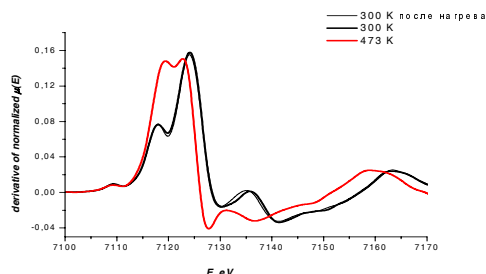


Рис. 1. Первые производные FeK-XANES спектров комплекса $[Fe\{HC(pz)_3\}_2]B_{12}H_{12} \cdot 2H_2O$: 1) при температуре 300К (НС) до и после прогрева при 475К - черные линии, 2) при температуре 475К (ВС) – красная линия.

При переходе от НС- к ВС- состоянию для первых координационных сфер Fe-N1 и Fe-N2 обнаружено существенное увеличение межатомных расстояний $\sim 0.1 \text{ \AA}$, несколько отличающееся для комплексов с *клозо*-борат(2-)-ионами различного состава, а также некоторое изменение симметрии их пространственной структуры (см. Рис.1).

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России с использованием оборудования ЦКП СЦСТИ.

- 1 Н.В. Бауск, С.Б. Эренбург, Л.Г. Лавренова, Л.Н.Мазалов // Журн. структур. химии. 1995, 36(6), 1012.
- 2 S.V. Erenburg, N.V. Bausk, L.G. Lavrenova, L.N. Mazalov // Nucl.Instr.Meth. (A), 2000, 448, 351.

XMCD ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР Fe/Si В МЯГКОЙ ОБЛАСТИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

М.С. Платунов¹, С.Г. Овчинников^{1,2}, С.Н. Варнаков¹, Е. Weschke³, Е. Schierle³,
В.Н. Заблуда¹

¹Институт физики им. Л.В. Куренского СО РАН, 660036 Красноярск, Россия,
platunov@iph.krasn.ru

²Сибирский федеральный университет, 660074 Красноярск, Россия

³Helmholtz-Zentrum Berlin, 12489 Berlin, Germany

Исследование явлений, связанных со спин-зависимым электронным транспортом – одно из самых актуальных и бурно развивающихся направлений в области магнитных спин-туннельных наногетероструктур. Главная задача состоит в том, чтобы найти возможность эффективно управлять спиновыми степенями свободы. Возможность контролировать спиновое состояние и управлять им – важнейшая область исследований с точки зрения фундаментальной физики и её приложений. Методики, основанные на синхротронном излучении, позволяют изучить элемент-селективные магнитные свойства атомов переходных металлов в таких системах. Измерение спектров рентгеновского магнитного кругового дихроизма наногетероструктуры Si/⁵⁶Fe/⁵⁷Fe/Si/⁵⁶Fe/⁵⁷Fe/Si/⁵⁶Fe/⁵⁷Fe/Si проводилось на экспериментальной станции UE46_PGM-1 Берлинского центра синхротронного излучения (BESSY, Германия). Измерения проводились вблизи Fe L₃- и L₂-краёв поглощения при 300 и 5 К в поле постоянного магнита до 6 Т. Постоянное магнитное поле было приложено параллельно направлению распространения рентгеновского излучения. Анализ спинового и орбитального вкладов в полный магнитный момент выполнен с использованием теории правил сумм [1,2].

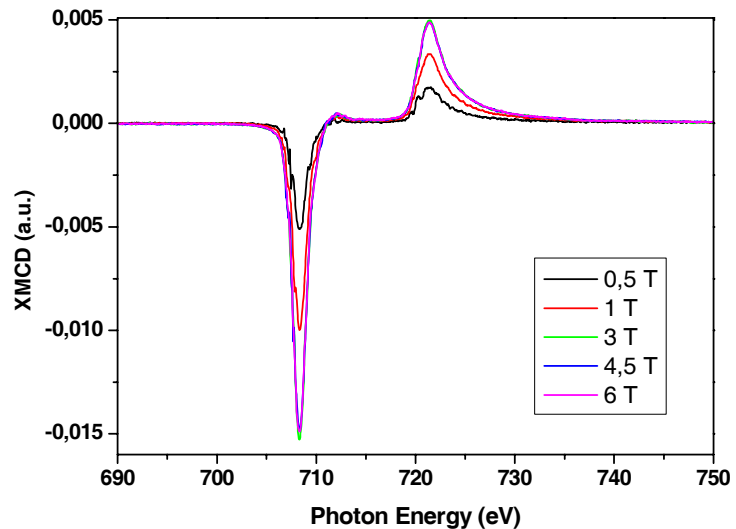


Рисунок 1. XMCD спектры пленки Fe/Si при 5 К

Спектры рентгеновского поглощения на L₃- и L₂-краях подтверждают металлическое состояние атомов Fe. Исследования сигнала магнитного кругового дихроизма рентгеновских лучей в спектрах поглощения (XMCD) на L_{2,3}-крае железа наногетероструктуры Fe/Si показали, что с уменьшением температуры от 300 до 5 К не изменяются амплитуда, профиль и асимптотика сигнала. Выполненные расчёты на основе теории правил сумм показали соотношение спинового магнитного момента к орбитальному равно 19,5. Видно (рис. 1), что максимальный XMCD-эффект наблюдается в поле от 3 Т и далее не растёт, что свидетельствует о насыщении магнитного момента.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта поддержки ведущей научной школы (проект НШ-1044.2012.2), программы ОФН РАН №4, программы Президиума РАН №21.10, интеграционного проекта СОРАН-ДВОРАН №22 и федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы».

[1] В. Т. Thole, et al., Phys. Rev. Lett. 68, 1943 (1992).

[2] P. Carra, et al., Phys. Rev. Lett. 70, 694 (1993).

LOW TEMPERATURE LUMINESCENCE OF NANOSTRUCTURED α - Al_2O_3 CRYSTALS IN SPECTRAL REGION OF 140-900 nm UNDER VUV AND SOFT X-RAY EXCITATIONS

V.A. Pustovarov¹, V.S. Kortov¹ and E.I. Zinin²

1) Ural Federal University, Mira Str., 19, 620002, Yekaterinburg, Russia, vpustovarov@bk.ru

2) Institute of Nuclear Physics of SB RAS, 630090, Novosibirsk, Russia, E.I.Zinin@inp.nsk.su

The studies of electronic excitations (EE) and defects in nanostructured aluminium oxide crystals of differ crystalline modifications are very actual due to their wide practical application in dosimetry, laser technics at al. The relaxation processes essentially depend on a phase crystalline structure of nanosamples and they considerably differ from such processes in single crystals [1].

The present study was carried out by the means of the low temperature time-resolved luminescent VUV and soft X-ray spectroscopy using synchrotron radiation on SUPERLUMI station (beamline I, the energy region of 3.7 - 32 eV) and beamline BW3 (the soft X-ray region of 60 – 600 eV) (HASYLAB, DESY, Hamburg) as well as on experimental station “Luminescence with time resolution” (the SR channel №6 on VEPP-3 storage ring in INP of SB RAS).

The objects of studies were samples of nanostructured aluminium oxide powders synthesized by method of explosion of a wire [2]. In addition, the nanopowder was heat treatment (at 1200-1550 °C) for preparation of α -phase Al_2O_3 . The sizes of crystals were varied by change of a mode of annealing. The nanocrystals had the average grain size 100 nm, the other types of crystals had the average size up to 1 μm . The synthesized nanocrystals were certificated by a methods of the X-ray phase analysis and scan electron microscopy [3].

The analysis of presented results permits to make following conclusions – resume for PL studies of α - Al_2O_3 nanocrystals.

1) At differ excitation energy we can observe a photoluminescence (PL) of defects (310 nm emission band), a PL of the impurity Cr^{3+} - ions (${}^2\text{E} \rightarrow {}^4\text{A}_2$ transition, so named R-line) and low temperature PL of self trapped excitons - STE (163 nm emission band). The 310 nm band can not correspond to F^+ -centers in sapphire, we believe that it is a PL of excitons, localized on defects.

2) The R-line can be effectively excited in regions of intraband transmissions (2.5-4.8 eV) and charge transfer band (~6.9 eV) as well as in exciton region (9.05 eV) and photon multiplication region at $E_{\text{exc}} > 2E_{\text{g}}$. Bound to impurity centers excitons are very manifestation in nanosamples.

3) When the crystal size increase more than 100 nm we observed: i) sharply reduces an opportunity of formation of bound excitons; ii) transformed electron structure of defects, probably, the surface-modification states of F - like defects are observed in α - Al_2O_3 nanocrystals; iii) reduces the PL decay time and PL yield of STE.

The observed size dependence can be interpreted as competition of radiation and nonradiation ways of EE relaxation. An increase of the crystals size leads to the transformation of electronic structure of defects, as well as to increase of migration losses, the alternate predominantly nonradiation ways of EE relaxation appear [3].

S.V. Gorbunov, A.F. Zatsepin, V.A. Pustovarov, at. al., Phys. Solid State 47, 4 (2005) 708.

Yu.A. Kotov, J. Nanoparticle Research 5 (2003) 539.

V.A. Pustovarov, V.S. Kortov, Pis'ma v Zhurnal Techn. Fiziki 38, 11 (2012) 31.

РЕЗОНАНСНАЯ ФОТОЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ $\text{Cu}(\text{InGa})\text{Se}_2$

В.И. Гребенников¹, Т.В. Кузнецова¹, М.В. Якушев²

¹ *Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург, Россия, greben@imp.uran.ru, ул. Ковалевской, 18, Екатеринбург 620041, Россия*

² *Strathclyde University, G4 0NG Glasgow, United Kingdom*

Методом резонансной фотоэмиссии исследована электронная структура монокристаллов $\text{Cu}(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)\text{Se}_2$ [1], установлены основные закономерности ее трансформации при изменении концентрации x от 0 до 1. Эксперименты выполнены в российско-немецкой лаборатории на синхротроне BESSY-II (проект РФФИ-11-02-00379). Изучены следующие процессы, сопровождающие фотоэмиссию электронов: виртуальное возбуждение атома и конкуренция между разными каналами его релаксации; прямое и двухступенчатое рождение фотоэлектрона; участие внутренних состояний в процессе фотоэмиссии электронов из валентных полос. Для разделения вклада отдельных компонентов в формирование валентных полос были использованы зависимость атомных сечений фотоионизации от энергии фотонов (рис. 1) и резонансное усиление фотоэмиссии на пороге возбуждения внутренних уровней (рис. 2). Обнаружена характерная особенность фотоэмиссии из соединений со сверхстехиометрическим (5 - 10%) индием: низкоэнергетические (до 300 эВ): фотоэлектроны испытывают чрезвычайно сильное неупругое рассеяние, в то время как электроны более высоких энергий выходят из вещества без видимых потерь. Можно предположить, что низкоэнергетические электроны испытывают сильное неупругое рассеяние при прохождении через пленку, создаваемую избыточным металлом.

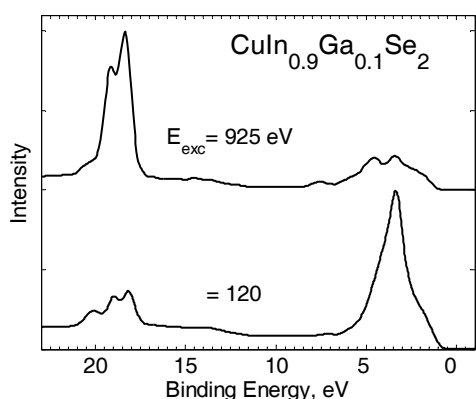


Рисунок 1. Фотоэмиссионные спектры валентной полосы при энергии возбуждения 120 и 925 эВ. Пик 20 эВ показывает Ga3d-состояния, пики 19 и 18 эВ – In4d-уровни. Относительное сечение ионизации индия мало при энергии фотонов 120 эВ и возрастает в 25 раз при 925 эВ. Сильно изменяется форма валентной полосы (0 – 7 эВ): внизу видны только d-состояния меди, сверху добавляется вклад от селена.

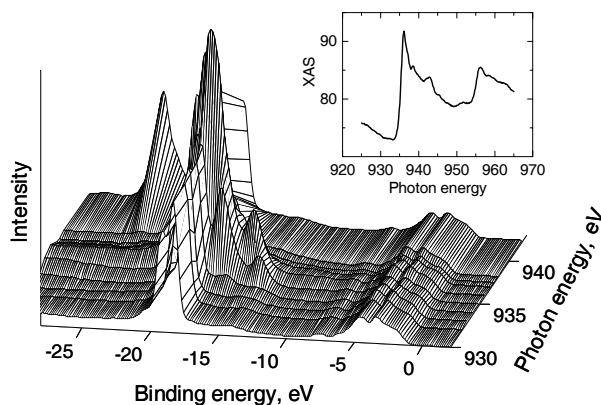


Рисунок 2. Интенсивность фотоэмиссии XPS от энергии связи и энергии фотонов, на вставке – спектр поглощения XAS. На XPS спектре, полученном с энергией фотонов 930 эВ видна валентная полоса (0 - 7 эВ) и In4d-состояния (17 – 19 эВ). На пороге возбуждения Cu2p-уровня (935 эВ) из маленького валентного s-состояния меди (7 эВ) формируется сильная Cu2pVV оже-линия. Основные Cu3d-полосы почти не реагируют на появление Cu2p-дырки.

[1] T.V. Kuznetsova, V.I. Grebennikov, H. Zhao et al, Appl. Phys. Lett., to be published.

ВРЕМЯ-РАЗРЕШЕННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ $\text{LaBr}_3\text{-Ce}$ ПРИ СЕЛЕКТИВНОМ UV-VUV-XUV ВОЗБУЖДЕНИИ

А.Н. Разумов¹, В.А. Пустоваров¹, В.Ю. Иванов¹, Д.И. Выпринцев², Н.Г. Швалев²

1) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
620002, Екатеринбург, Россия, razumov-a@prosoftsystems.ru

2) ООО «Старк», 249035, Обнинск, ул. Маркса, 14, Россия

Кристаллы $\text{LaBr}_3\text{:Ce}$ являются современным сцинтилляционным материалом для спектрометрических детекторов фотонного излучения. Эти кристаллы производства компании Saint-Gobain характеризуются высоким световыходом (~60.000 photons/MeV), малым временем затухания сцинтимпульса ($\phi < 25$ ns), высокой стабильностью параметров в широком диапазоне температур. Благодаря высокому энергетическому разрешению, хорошей радиационной стойкости они актуальны для применения в спектрометрии и различных медицинских приложениях [1–3].

В настоящей работе исследованы монокристаллы оптического качества российского производства, выращенные методом Бриджмена (ООО «Старк», Обнинск). Кристаллы сертифицированы методами XRD и химического анализа [4]. Для экспериментов использовались свежесколотые в сухой атмосфере кристаллы $\text{LaBr}_3\text{:Ce}$ (с оптимальной концентрацией 5 wt.% Ce^{3+}) размерам $10 \times 8 \times 1$ мм³.

Время-разрешенные спектры фотолюминесценции (ФЛ) и рентгенолюминесценции (РЛ) в области 250–800 нм, время-разрешенные спектры возбуждения ФЛ в UV-VUV области (3.7–21 эВ), время-разрешенные спектры возбуждения РЛ в ультрамягкой рентгеновской XUV области (45–290 эВ), кинетика затухания ФЛ и РЛ с субнаносекундным временным разрешением были исследованы при температурах 295 и 7.5 К при селективном возбуждении синхротронным излучением. Эксперименты выполнены на станции SUPERLUMI (UV-VUV возбуждение) и на канале BW3 (возбуждение ондуляторным излучением в XUV области с применением монохроматора Zeiss SX700) в лаборатории HASYLAB (DESY, Hamburg).

Обнаружена значительная непропорциональность выхода РЛ от энергии возбуждения в области фотоионизации 3d (Br), 4d (La) остовных уровней и, особенно, в области гигантского резонанса (110–130 эВ). Кинетика затухания РЛ в области спектра, соответствующей $d \rightarrow f$ люминесценции ионов Ce^{3+} , неэкспоненциальна, время затухания (менее 15 ns) зависит от энергии возбуждающих фотонов и длины волны излучения. Исследовано влияние продуктов взаимодействия этих гигроскопичных кристаллов с атмосферой на спектрально-кинетические характеристики РЛ и ФЛ [5].

[1] E.V.D. van Loef, P. Dorenbos, C.W.E van Ejik et al., Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 1573.

[2] K.S. Shah, J. Glodo, M. Klugerman et al., IEEE Trans. on Nucl. Science 50 (2003) 2410.

[3] <http://www.detectors.saint-gobain.com/Brilliance380.aspx>

[4] Д.И. Выпринцев, И.И. Новоселов // Тезисы докл. XII Нац. конф. по росту кристаллов. 23–27 октября 2006 года, Москва, Институт кристаллографии РАН. С. 283.

[5] В.А. Пустоваров, В.Ю. Иванов, Д.И. Выпринцев, Н.Г. Швалев, Письма в ЖТФ 38 (2012) (в печати).

СТРУКТУРА НАНОРАЗМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛОВ Fe-Co И Fe-Ni

Ю.А. Захаров^{1,2}, В.М. Пугачев¹, В.В. Кривенцов³, А.Н. Попова^{1,2}, Б.П. Толочко³

- 1) Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия
zaharov@kemsu.ru, 650043, Россия, Кемерово, ул. Красная, 6
- 2) Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
iuxm@yandex.ru, 650000, Россия, Кемерово, пр. Советский, 18
- 3) Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН

Методами XAFS (XANES/EXAFS) и дифрактометрии на синхротронном излучении (EXAFS-спектрометр и дифрактометр Сибирского Центра СИ ИЯФ СО РАН) в сочетании с массовой рентгендифрактометрией (РФА, РСА) на ДРОН-3 и Bruker D8 Advance изучены фазовые составы и структурные особенности наноразмерных порошков систем Fe-Co и Fe-Ni, полученных восстановлением гидразином смесей водных растворов их солей [1, 2].

Независимо, методами XAFS, РФА и РСА (на СИ и рентгеновском излучении) показано образование не содержащих окисно-гидроокисных примесей твердых растворов на базе Fe_{оцк} (Fe-Co) и Ni_{гцк} (Fe-Ni). На основании пределов выполнимости правила Вегарда установлены концентрационные границы взаимной растворимости. Предполагаемого для массивных образцах [3] формирования упорядоченных фаз в исследуемых наноразмерных системах не обнаружено.

В составах богатых железом в обеих системах установлены (XANES, РФА, рентгенофлуоресцентный элементный анализ) кислородосодержащие фазы (шпинели, либо структуры типа FeO(OH)·[Fe·M](OH)₂).

Для двухфазных областей (Fe_{0.8}Co_{0.2} и особенно Fe_{0.9}Ni_{0.1}) характерен переход к смешанному (ОЦК-ГЦК) характеру РРА локального окружения атомов при общем значительном снижении амплитуд и величин координационных чисел атомов.

Полученные результаты сопоставлены с фазовыми портретами и магнитными характеристиками (измерения кривых намагничивания проведены в МТЦ СО РАН) наноразмерных систем; отмечено возрастание значений коэрцитивной силы в областях двухфазных систем и влияние фазового состава на величины намагниченности насыщения.

[1] Ю. А. Захаров, В. М. Пугачев, В. Г. Додонов, А. Н. Попова Наноразмерные порошки системы железо – никель // Перспективные материалы. – 2010. – № 3.– С. 60 – 72.

[2] Ю. А. Захаров, А. Н. Попова, В. М. Пугачев Образование твердых растворов железо-кобальт // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2010. – Т. 7. – № 3. – С.32 – 36.

[3] Massalski T.B. Binary alloy phase diagrams, Materials Park, OH ASM International 1990.

ДИФФУЗИЯ И ДЕФОРМАЦИИ В ГЕТЕРОСИСТЕМАХ СО СВЕРХРЕШЕТКАМИ GaN/AlN ПО EXAFS СПЕКТРАМ

С.Б. Эренбург¹, С.В. Трубина¹, К.С. Журавлев², Т.В. Малин²

¹*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Новосибирск,
simon@niic.nsc.ru*

²*Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, Новосибирск*

Наноструктуры, содержащие двумерные многослойные системы (сверхрешетки) GaN/AlN, построенные из периодически чередующихся квантовых ям (КЯ), весьма привлекательны с точки зрения создания новых оптических элементов с дискретными носителями заряда. Как известно, управляемый процесс роста систем, содержащих наноструктуры, основан на использовании полей неоднородных упругих деформаций, возникающих за счет несоответствия постоянных решеток. При этом упругие деформации существенно зависят от процессов поверхностной и межфазной диффузии, которые определяются условиями приготовления и могут существенно меняться при пластической релаксации в условиях роста гетероструктур.

Методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) синтезирован ряд образцов, содержащих сверхрешетки GaN/AlN с КЯ, при изменении количества слоев GaN/AlN и их толщины. Наноструктуры охарактеризованы просвечивающей электронной микроскопией высокого разрешения (ПЭМ) и спектрами фотолюминесценции (ФЛ).

Для определения элементного состава, зависящего от диффузии на границах раздела, а также изменений параметров микроструктуры сверхрешеток, обусловленных упругими деформациями на границах раздела и пластической релаксацией в условиях роста, использована флуоресцентная методика EXAFS- спектроскопии. Спектры получены с использованием СИ накопителя ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН. Для изучения влияния условий роста на межслоевую диффузию, топологию GaN/AlN сверхрешеток исследован ряд образцов, отличающихся толщиной полупроводниковых слоев GaN, AlN и их количеством в вертикально - сопряженных наноструктурах (сэндвиче),

Из EXAFS- спектров определены межатомные расстояния Ga-N и Ga-Ga. Средние значения расстояний для первой координационной сферы R(Ga-N) практически соответствуют параметрам массивного GaN. Расстояния Ga-Ga: R(Ga-Ga) \approx 3.17-3.18 Å, что чуть меньше (\approx 0.02 Å), чем для массивного GaN. Эти параметры несколько отличаются от полученных нами ранее значений для соответствующих расстояний в трехмерных нанокластерах (квантовых точках) [1, 2], Установленные отличия могут быть связаны с более заметной для двумерных сверхрешеток релаксацией напряжений от границы раздела. Значения средних координационных чисел атомов Ga (N(Ga-Ga)), определенные для различных условий приготовления образцов, указывают на возможность синтеза двумерных сверхрешеток без заметной межфазной диффузии.

Обнаружены корреляции между микроструктурой (в частности, средними значениями N(Ga-Ga)) и энергией и интенсивностью люминесценции GaN/AlN сверхрешеток. Авторы надеются, что их усилия по исследованию связей между микроструктурой и электронными и оптическими свойствами сверхрешеток окажутся полезными при конструировании и синтезе новых материалов для оптоэлектроники.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России и Программы №24 (грант 69) Президиума РАН с использованием оборудования ЦКП СЦСТИ.

[1] S.B.Erenburg, N.V.Bausk, L.N.Mazalov *et al.* Nucl. Instr. Meth. Phys. A, 2005, **543**, 188

[2] S.B. Erenburg, S.V. Trubina, N.V. Bausk *et al.*, Journal of Physics: Conference Series, 2009, **190**, 012131, doi:10.1088/1742-6596/190/1/012131

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИИ ГОРЕНИЯ ПЛАМЕНИ СМЕСЕЙ ЭТИЛЕНА С ЭТАНОЛОМ С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ФОТОИОНИЗАЦИЕЙ СИНХРОТРОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

С.А. Якимов¹, Д.А. Князьков¹, А.Г. Шмаков¹, Т.А. Большова¹, О.П. Коробейничев¹,
Jzh. Yang², F. Qi²

1) *Институт химической кинетики и горения, Новосибирск, Россия,
yakimov@kinetics.nsc.ru, ул. Институтская, д.3, Новосибирск, Россия, 630090*

2) *Университет науки и технологии Китая, Хэфэй, Китай*

Детальные химико-кинетические механизмы горения топлив разрабатываются и улучшаются, главным образом, путем сопоставления результатов расчетов концентраций различных соединений в пламени с экспериментально полученными значениями. Большое количество экспериментальных данных, на которых проверяется кинетический механизм, полученных при разных условиях горения, приводит к созданию более точных и надежных моделей. Основным аналитическим методом изучения химического состава пламен является молекулярно-пучковая масс-спектрометрия. Масс-спектрометрия с фотоионизацией вакуумным ультрафиолетом (VUV), применительно к выборочному детектированию частиц пламени, является мощным новым подходом к изучению химии пламен и представляет собой ценное дополнение к традиционно используемой в данном приложении масс-спектрометрии с электронной ионизацией. Времяпролетный масс-спектрометр с молекулярно-пучковой системой отбора пробы, сконструированный специально для использования синхротронного излучения в качестве источника ионизации в Беркли (США) и повторенный в Национальной лаборатории синхротронного излучения, Хэфэй (Китай) [1], имеет серьезные преимущества перед ранее использованными установками с ионизацией перестраиваемыми VUV-лазерами. Среди них лучшее соотношение сигнал/шум, «мягкая ионизация» светом низкой интенсивности без таких осложнений, как многофотонное поглощение и фрагментация исходного иона, а также возможность перестраивать излучение в диапазоне 8÷15 эВ для изучения пламен. Как стабильные промежуточные частицы, так и радикалы детектируемы до мольных долей 10^{-6} . Изомерные частицы зачастую могут быть выборочно обнаружены и измерены численно путем выбора энергии излучения; это является одним из важнейших преимуществ масс-спектрометрии с VUV-фотоионизацией.

Интерес к изучению горения смесей углеводородных и кислородсодержащих соединений обусловлен растущей потребностью мировой энергетики в использовании топлив, полученных из органического сырья и их смесей с традиционными видами топлив – это в основном спирты и эфиры. В настоящей работе были изучены предварительно перемешанные ламинарные пламена этилена и смеси этилен/этанол в соотношении 1:1, стабилизированные на плоской горелке при давлении 30 торр. Излучение поступало с ондулятора, установленного на накопительном кольце ускорителя электронов с энергией 800 МэВ. Оно проходило через 1-м монохроматор (типа Seya-Namioka) с дифракционной решеткой 1500 линий на мм, разрешение по энергии $E/\Delta E=1000$, средний поток фотонов 10^{13} с^{-1} . Полученные результаты были использованы для усовершенствования кинетической модели горения смесей этилена с этанолом.

[1] Qi, F., Yang, R., Yang, B., Huang, C.Q., Wei, L.X., Wang, J., Sheng, L.S., Zhang, Y.W., Rev. Sci. Instrum. 77 (2006) 084101

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ ПО ДАННЫМ EXAFS СПЕКТРОСКОПИИ

Кочубей Д.И.

Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, РФ

Метод EXAFS спектроскопии наиболее информативен при изучении наночастиц размерами менее 10 нм, когда применение других структурных методов проблематично. В последнее время развивается ряд методов приготовления малых монодисперсных наночастиц металлов, которые приводят к образованию метастабильных структур. Такие структуры могут быть идентифицированы только с использованием метода EXAFS спектроскопии.

В представленном докладе рассмотрены результаты исследования методом EXAFS наночастиц металлов со структурой отличной от структуры массивного металла. Рассмотрены примеры формирования наночастиц с метастабильной формой. Рассмотрено влияние на строение наночастиц и их электронное состояние адсорбции молекул разной природы.

СПЕКТРОСКОПИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ НА ОБРАЗЦАХ КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА.

П.Д. Рудыч

*Лаборатория спектроскопии конденсированных сред,
Институт автоматики и электрометрии СО РАН
rudych@ngs.ru*

В работе представлены результаты спектроскопии низкочастотного комбинационного рассеяния (КР) в терагерцовом диапазоне на первых пилотных образцах кварцевого стекла. Уширение низкочастотных линий спектра зависит от времени жизни колебаний и потому являются предметом тщательного изучения многих научных групп.

Для накачки колебаний был создан волоконный лазер, использующий нелинейные эффекты в оптическом волокне SMF28e+. Для накачки волокна использовался твердотельный Nd:LSB лазер с длительностью импульса 0.5 нс и энергией импульса до 100 мкДж, что обеспечивает пиковую мощность до 200 кВт. Изучен спектр выходящего из волокна излучения в зависимости от длины волокна и мощности накачки. Изучено влияние и вклад на спектральную мощность конкурирующих процессов вынужденного КР и параметрического рассеяния и вынужденного рассеяния Манделъштама-Бриллюэна (ВРМБ). Проведено сравнение экспериментальных результатов с теоретическими предсказаниями. Определены основные тенденции изменения спектра, позволяющие провести оптимизацию системы для получения максимальной интенсивности выходного вынужденного КР излучения.

Для измерения низкочастотного колебательного спектра использовался тройной спектрометр TriVista 777 компании Horreg из трех последовательных монохроматоров схемы Черни-Тернера. Сигнал регистрировался на CCD-камере SPEC-10 компании Princetoninstruments, охлаждаемой жидким азотом.

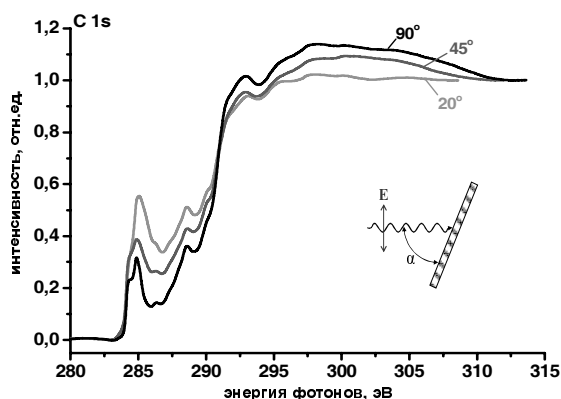
Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук Н.В.Суровцев

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ СПЕКТРОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ МОЛЕКУЛ $C_{60}F_{18}$, АДСОРБИРОВАННЫХ НА МОНОКРИСТАЛЛЕ НИКЕЛЯ

А.М. Лебедев¹, К.А. Меньшиков¹, Н.Ю. Свечников¹,
Л.П. Суханов¹, Р.Г. Чумаков¹, М.М. Бржезинская^{2,3}, В.Г. Станкевич¹

- 1) НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия
- 2) BESSY, 12489 Berlin, Germany,
- 3) ALBA Synchrotron Light Source, 08290 Barcelona, Spain

Получены угловые зависимости рентгеновских спектров поглощения (NEXAFS) вблизи краев поглощения углерода и фтора монослойной пленки фторида $C_{60}F_{18}$, молекула которого обладает дипольным моментом ~ 10 Д [1, 2], осажденной на подложке Ni (100). Наблюдаемая угловая зависимость спектров (см. рис.) указывает на анизотропию направления дипольных моментов осажденных молекул.



Методом теории функционала плотности (ТФП) рассчитаны положения $1s$ -уровней энергии C и F для молекулы $C_{60}F_{18}$, которые согласуются с результатами измерений спектров пленок. По экспериментальным данным и с помощью расчетов методом ТФП была идентифицирована тонкая структура электронных переходов $1s \rightarrow \pi^*$ в предпороговой области спектров, объяснены угловые зависимости. Показано, что наиболее выгодной по энергии является

перпендикулярная ориентация оси молекулы $C_{60}F_{18}$ относительно поверхности монокристалла Ni (100), определенная с точностью 5° . В послепороговой области полоса, непосредственно примыкающая к порогу, обусловлена $1s(C-F) \rightarrow \sigma^*$ электронными переходами в молекуле $C_{60}F_{18}$ с участием возбуждений C-F связей. Асимметричная широкая полоса в сторону более высоких энергий для переходов $1s(C-C) \rightarrow \sigma^*(C-C)$ вызвана рассеянием $C1s$ фотоэлектронов в молекулярном поле углеродного каркаса.

Рассмотрены механизмы уширения спектральных линий в околопороговой области спектров NEXAFS $C1s$. Проведено детальное изучение адсорбции молекул $C_{60}F_{18}$ на поверхности Ni (100) по данным спектров NEXAFS.

[1] Neretin I.S., Lyssenko K.A., Antipin M.Yu. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* (2000) V.39. № 18. p.3273.

[2] Неретин И.С., Лысенко К.А., Антипин М.Ю., Словохотов Ю.Л., *Известия РАН. Серия химическая* (2002) №5. с.695.

Суханов Леонид Павлович
НИЦ «Курчатовский институт»
123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д.1
Тел.: (499)196-90-17; e-mail: sukhanov1955@mail.ru

СТРОЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ НАНОЧАСТИЦ СЛОИСТЫХ НИОБАТОВ КАК МОДЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДОВ

Кочубей Д.И., Бабенко В.П., Чесалов Ю.А.

Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, РФ

При исследовании механизмов каталитических реакций всегда встает вопрос о природе и строении активных центров катализаторов. Для оксидных катализаторов исследования активных центров на поверхности оксидов переходных металлов ведутся много десятилетий [1]. Однако такие работы выполняются и могут быть выполнены только с использованием спектральных методов, поскольку структурные методы для высокодисперсных оксидов являются объемными. В тоже время хорошо известно, что структура поверхности оксидов переходных металлов может существенно отличаться от структуры объема за счет нестехиометрического состава, взаимодействия с гидроксилами и т.д. Поэтому изучение структуры поверхности оксидных катализаторов прямыми структурными методами представляет большой интерес.

Проблема может быть решена при использовании предварительно приготовленных и хорошо охарактеризованных массивных соединений, которые затем после расщепления

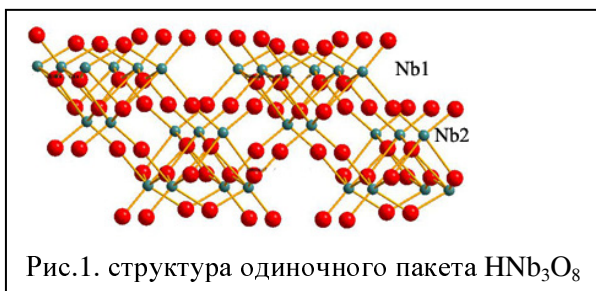


Рис.1. структура одиночного пакета HNb_3O_8

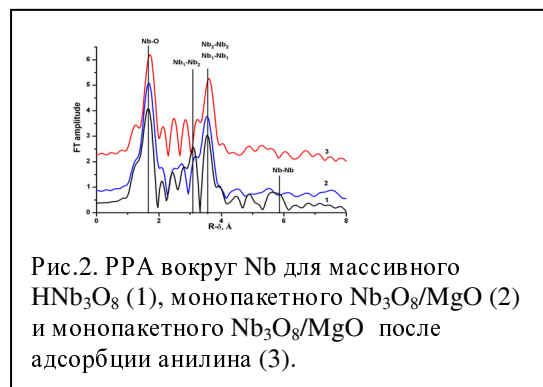


Рис.2. РРА вокруг Nb для массивного HNb_3O_8 (1), монопакетного $\text{Nb}_3\text{O}_8/\text{MgO}$ (2) и монопакетного $\text{Nb}_3\text{O}_8/\text{MgO}$ после адсорбции анилина (3).

их до монослойного или монопакетного состояния закрепляются на поверхности слабо взаимодействующего с ними носителя.

В данной работе приводятся данные о структуре двумерного слоистого ниобата HNb_3O_8 приготовленного методом эксфолиации и нанесенного на MgO . Строение одного пакета наночастицы HNb_3O_8 приведено на рис.1.

С использованием метода EXAFS определялась локальная структура окружения массивного HNb_3O_8 и Nb_3O_8 нанесенном на MgO . Из рис.2 видно что, адсорбция HNb_3O_8 мало возмущает структуру HNb_3O_8 по сравнению со структурой наночастицы.

Существенные изменения происходят в наночастицах в окружении ниобия и в первую очередь ионов Nb_1 находящихся в верхнем слое оксида. Изменения заключаются в уменьшении интенсивности пика отвечающего за расстояния между атомами Nb_1 в области 3.4Å , что свидетельствует о деформации строения пакета и исчезновения пика на 6.1Å отвечающего расстояниям между пакетами в массивном оксиде. Предварительные опыты по хемосорбции анилина, использовавшегося в других работах в качестве реагента для фоторазложения, показывает что хемосорбция явно проявляется в изменениях структуры пакета. Изменения заключаются в увеличении межатомных расстояний Nb-O и Nb-Nb и в дальнейшем уменьшении интенсивности пика от расстояния $\text{Nb}_1\text{-Nb}_1$.

[1]. Freund H.J., Chem.Eur.J., 16 (2010) 9384

РЕЗОНАНСНАЯ ФОТОЭМИССИЯ В РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ИНТЕРМЕТАЛЛИДАХ RNi_2Mn ($R=Tb, Dy$)

Кузнецова Т.В.^{*1}, Гребенников В.И.¹, А. Buling², С. Derks², Герасимов Е.Г.¹,
Мушников Н.В.¹, М. Neumann²

¹Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург, Россия

²Fachbereich Physik, Universität Osnanbrück, D-49069 Osnanbrück, Germany

^{*}*e-mail: kuznetsova@ifmlrs.uran.ru*

Интерметаллические соединения редкоземельных и 3d-переходных металлов с ГЦК-структурой типа $MgCu_2$ интенсивно исследовались в последние десятилетия, поскольку они сочетают в себе относительно простую структуру и уникальные магнитные свойства, такие как гигантская магнитострикция (соединения RT_2 , где R – редкоземельный элемент, T – переходный металл Fe, Ni или Mn) и большой магнетокалорический эффект. Одним из основных практических приложений редкоземельных интерметаллидов со структурой фазы Лавеса является их использование в качестве магнитострикционных материалов. Формирование фазы Лавеса ограничено отношением атомных радиусов составляющих элементов и концентрацией валентных электронов, приходящихся на один атом. Недавно было обнаружено, что сплавы RNi_2Mn с $R = Tb, Dy, Ho$ и Er кристаллизуются в структуру типа $MgCu_2$, как соединения RNi_2 и RMn_2 . Атомы Mn частично занимают как редкоземельные позиции, так и позиции Ni, что ранее никогда не наблюдалось для редкоземельных фаз Лавеса. Сплавы RNi_2Mn являются ферромагнетиками с температурой Кюри (T_c) в 3.5–7 раз больше, чем у соответствующих соединений RNi_2 и в 2.4–3.3 раза больше, чем у соединений RMn_2 . Для определения особенностей взаимодействия недостроенных 4f-оболочек ионов редкоземельных металлов с ионами переходных 3d-элементов в редкоземельных интерметаллидах RNi_2Mn ($R=Tb, Dy$), впервые проведены исследования электронной структуры сплавов с использованием синхротронного излучения методами резонансной рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, рентгеновского поглощения. Получены фотоэмиссионные спектры и спектры поглощения в мягком рентгеновском диапазоне. Найдены Ni и Mn 3d, R 4f парциальные плотности состояний по резонансной фотоэмиссии вблизи 2p- и 3p-порогов возбуждения переходных элементов, 3p, 3d и 4d порогов редкоземельных металлов. Использование резонансной фотоэмиссии позволило выделить вклады атомов разных элементов в структуру валентной полосы и установить основные закономерности ее формирования при введении атомов марганца.

Одним из замечательных свойств редкоземельных элементов является виртуальное возбуждение 5p-состояний (с энергией связи 25 и 30 эВ) в процессе фотоэмиссии электронов из валентной зоны вследствие огромного роста 5p-сечения при малой энергии. Обнаружена большая разница в фотоэмиссионных спектрах, возбуждаемых с энергией 120 и 300 эВ. Виртуальное возбуждение ($E_{exc} = 120$ эВ) приводит к появлению дополнительной электрон-дырочной пары в валентной зоне. Сформулировано общее правило: на атомах, с почти заполненными 3d-состояниями, виртуальное возбуждение внутренних уровней крайне затруднено, поэтому практически отсутствует усиление фотоэмиссии из валентной полосы при пороговой энергии возбуждения. В них идет реальный процесс, при котором основной фотоэлектрон покидает возбужденный центр, а образовавшаяся фотодырка, распадается путем обычного оже-процесса.

Работа поддержана фондом РФФИ, проекты № 11-02-01221 и № 11-02-00379.

EXAFS-СПЕКТРОСКОПИЯ СФАЛЕРИТОВОГО ТВЕРДОГО РАСТВОРА ($Zn_{1-x}Fe_xS$)

Д.И. Кочубей¹, Ю.В. Лаптев², Д.А. Чареев³

¹Институт катализа им. Борескова, Сибирское отделение РАН, Новосибирск, Россия.

²Институт геологии и минералогии им. Соболева, Сибирское отделение РАН, Новосибирск, Россия.

³Институт экспериментальной минералогии, РАН, Черногоровка, Россия

Сфалерит является важнейшим минералом природных полиметаллических руд гидротермального происхождения. Его синтетические аналоги обладают ценными полупроводниковыми и фотолуминесцентными свойствами. Структура сфалерита соответствует кубической элементарной ячейке с пространственной группой $F\bar{4}3M$. Формирование твердого раствора $ZnS - FeS$ сопровождается увеличением размера ячейки. Линейная зависимость этого параметра со значениями $5,405 - 5,415 \text{ \AA}$ в интервале величин мольной доли $X_{FeS} = 0 \div 0,2$ является основным положением, свидетельствующим об изоморфном замещении цинка железом в его структурных позициях. Комплекс современных структурных исследований сфалерита свидетельствует о более сложном характере механизма образования твердого раствора $ZnS - FeS$. В частности обсуждается вопрос о возможности вхождения железа в структуру сфалерита по механизму его внедрения в форме над структурных образований (перколяционные явления [1], кластерные пары Fe-Fe [2]). Применение метода EXAFS, как способа определения радиального распределения атомов, позволяет рассмотреть тонкие структурные особенности сфалеритового твердого раствора.

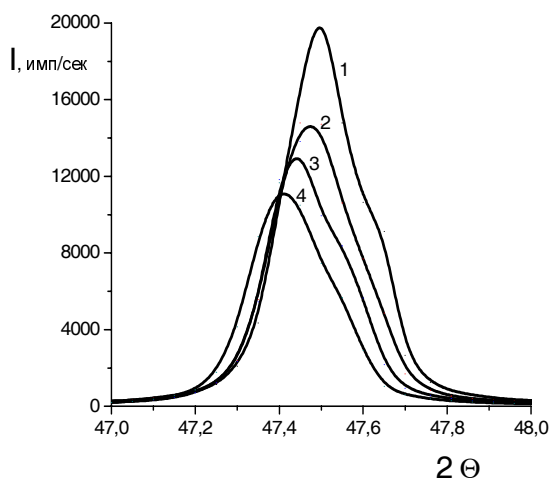


Рис. 1. Фрагмент совмещенных дифрактограмм с максимумом энергии отражения в области углов $2\theta = 47,0 - 48,0^\circ$ для образцов сфалерита 1 – 4. ДРОН-3, Cu K α излучение, Fe-фильтр.

X_{FeS} (рис. 1) свидетельствует об увеличении межплоскостного расстояния и, соответственно, возрастании параметра элементарной ячейки в исследованных образцах.

Спектры EXAFS регистрировались на станции EXAFS Сибирского центра коллективного пользования СИ (Новосибирск) при энергии электронного пучка 2 ГэВ и среднем токе электронов в накопителе 80 мА. Для монохроматизации синхротронного излучения использовался двойной монокристалл-монохроматор Si(111). Регистрация производилась в режиме пропускания с использованием в качестве детекторов ионизационных камер. Осциллирующая часть спектров поглощения выделялась по стандартной процедуре с использованием программы WinXas 3.0. Для

С использованием методики газотранспортных реакций синтезировано 5 образцов сфалерита с величинами мольной доли X_{FeS} от 0 до 0,26. Диагностика вещества осуществлялась методом рентгенофазового анализа (DRGP-7, Co K α , Ni фильтр; ДРОН-3, Cu K α излучение, Fe фильтр) и рентгеновской микроскопии (JEOL Flux Seam T566). По полученным данным средние значения X_{FeS} для образцов 0, 1, 2, 3, 4 оказались равными 0, 0,059, 0,115, 0,180, 0,262, соответственно.

На дифрактограммах железосодержащих сфалеритов (обр. 1 – 4) в области интенсивного рефлекса для d_{220} четкое смещение максимума угла отражения в сторону меньших величин 2θ с повышением

определения структурных параметров использовали функцию мощности $\rho(R-\delta)$ Фурье-преобразования и метод подгонки. Моделирование и нелинейная подгонка проводились с помощью программы WinXas 3.0 в интервале волновых чисел $3-12 \text{ \AA}^{-1}$.

Результаты Фурье преобразования ZnK края поглощения EXAFS спектров в образцах сфалерита (рис. 2)

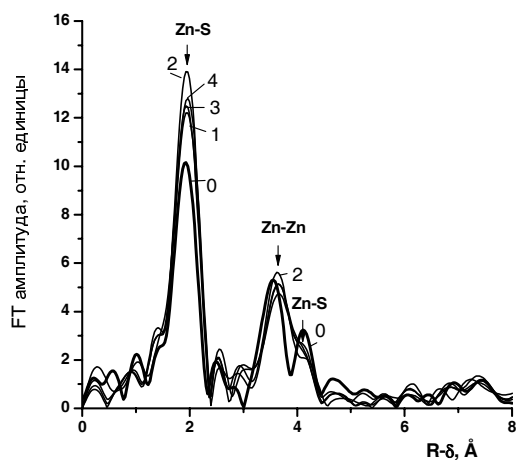


Рис. 2. Результаты Фурье преобразования ZnK края EXAFS спектров для образцов сфалерита 0 – 4.

свидетельствуют о наиболее сильном взаимодействии цинка с серой в ближайшем окружении. Конфигурация и положение этого основного пика практически не зависит от содержания железа. Вычисленные по результатам моделирования расстояния R для связи Zn-S для образцов 0, 1, 2, 3, 4 отвечают величинам 2.33, 2.35, 2.34, 2.34, 2.35 Å, соответственно. Разница величин $\Delta R = 0.02 \text{ \AA}$ (0.8%) слабо превышает пределы чувствительности метода (0.5%). В целом наши результаты хорошо соответствует литературным данным для природного сфалерита с величиной $R = 2.34 \text{ \AA}$ для связи Zn-S при $X_{FeS} = 0.22$ [3]. Пики,

расположенные правее обусловлены проявлением связей Zn-Zn и Zn-S для первой и второй внешних сфер. За исключением образца чистого ZnS влияние железа в составе сфалерита на положение и конфигурацию этих пиков так же весьма незначительно.

Полученные данные по EXAFS спектроскопии позволяют сделать основной вывод по механизму образования твердого раствора ZnS-FeS в интервале X_{FeS} до 0.26, основанному на процессе *замещения* атомов цинка железом в его структурных позициях. Это не противоречит представлениям, основанной на теории функциональной плотности [2], согласно которой вычисленные энергии связи для образования пар Fe-Fe не очень велики. По этой причине образование больших кластеров железа в структуре сфалерита при низких концентрациях железа весьма затруднительно.

[1] Osadchii E. G., Gorbaty Yu. E. Raman spectra and unit cell parameters of sphalerite solid solutions ($Fe_xZn_{1-x}S$). Geochimica et Cosmochimica Acta . 2010, V.74, p. 568–57.

[2] Wright K., Gale Ju. D. A first principles study of the distribution of iron in sphalerite. Geochimica et Cosmochimica Acta. 2010. V. 74. p. 3514–3520.

[3] Kullerud G. The FeS - ZnS system. A geological thermometer. Norsk Geologisk Tidsskrift, 1953, V. 32, , p. 61-147.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР ZNSSE РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ EXAFS-СПЕКТРОСКОПИИ

А.Н. Бельтюков^{1,2}, Р.Г. Валеев^{1,2}, Э.А. Романов², В.В. Кривенцов³

¹ Физико-технический институт УрО РАН, Ижевск

² Удмуртский государственный университет, Ижевск

³ Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия

Достижения в области полупроводников второй половины 1970-х годов привели к реальному развитию такого направления, как «band gap engineering», то есть формирование полупроводников с заданной шириной запрещенной зоны, поскольку с ней

напрямую связана рабочая длина волны оптоэлектронных устройств [1]. На практике данные соединения могут использоваться как в качестве источников излучения, так и фотовольтаических устройствах, например, солнечных элементах [2,3]. Также хорошо известно, что ширина запрещенной зоны полупроводников напрямую зависит от их локального атомного строения, а именно, межатомных расстояний, количества и сорта атомов в локальном окружении.

В данной работе методом термического испарения смеси порошков ZnS и ZnSe синтезированы тонкие полупроводниковые пленки ZnS_xSe_{1-x} ($x=1; 0,75; 0,5; 0,25; 0$). Структурное состояние пленок исследовано методом рентгеновской дифракции, химический состав – методом энергодисперсионного микроанализа. Были получены спектры рентгеновского поглощения на К-краях поглощения Zn и Se. Из полученных спектров, методом обратного Фурье-преобразования, рассчитаны межатомные расстояния и координационные числа в ближайшем окружении атомов Zn и Se.

Работа выполнена в рамках Госконтрактов с Министерством образования и науки РФ №№ 02.740.11.0543 и 16.513.11.3043, проектов УрО РАН № 12-П-2-1038 и 12-С-2-1024.

[1] A. Ben Fredj, M. Debbichi, M. Said // Microelectronics Journal, 2007, V.38, p.860;

[2] K. Prior // III-Vs Review, 1993, V.6, p.42;

[3] N. Kubota, M. Katagiri, K. Kamijo, H. Nanto // NIM A, 2004, V.529, p.321.

Фамилия Имя Отчество: Бельтюков Артемий Николаевич

Почтовый адрес: 426000, Ижевск, ул. Кирова, 132,

Физико-технический институт УрО РАН, тел. (3412) 430163; факс: (3412) 722529;

e-mail: fcsverema@mail.ru

УЧЕТ АППАРАТУРНОГО УШИРЕНИЯ В РЕНТГЕНО-ЭЛЕКТРОННЫХ И ОЖЕ-ЭЛЕКТРОННЫХ СПЕКТРАХ

Сурнин Д.В., Воронина Е.В., Захватова М.В., Бакиева О.Р., Гильмутдинов Ф.З.

Физико-технический институт УрО РАН, г. Ижевск

Рентгено-электронная и Оже-электронная спектроскопии являются основными классическими методами исследования химического состава и химических связей в поверхностных слоях образца. При этом точность получаемых результатов существенно зависит от корректности вычитания фона сформированного в процессах многократных некогерентных потерь электронов и от влияния характеристик аппаратуры (аппаратурной функции) на «истинно физический спектр» исследуемых образцов.

В рамках настоящей работы предложена процедура учета аппаратурной функции на основе данных пика упруго отраженных электронов, как в интегральном, так и в дифференциальном спектрах. Методика сформулирована в виде обратной задачи, при этом определение физического спектра Оже-электронной эмиссии выполняется двумя способами: в рамках вариационного метода Тихонова и обратной свертки с регуляризирующими членами. В качестве ядра возникающего интегрального уравнения используется экспериментально полученный пик упруго-отраженных электронов (для Оже-электронных спектров), а в рентгено-электронных спектрах высокоэнергетическая сторона края эмиссии электронов.

Предложенная методика аттестована на экспериментальных спектрах чистых металлов (Mn, Fe, Co, Ni, Cu) и их оксидов (MnO, Fe₂O₃, CoO, NiO, CuO) полученных на Оже-электронном микронзонде JAMP-10S, рентгено-электронных спектрометрах SPECS и ЭС-2401.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН. Проект №12-П-2-1013.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛОКАЛЬНОЙ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ 3d-МЕТАЛЛОВ ПО ДАННЫМ EELFS СПЕКТРОВ

Бакиева О.Р., Сурнин Д.В., Деев А.Н., Гай Д.Е.
Физико-технический институт УрО РАН, г. Ижевск

Ранее показано, что спектроскопия протяженных тонких структур спектров энергетических потерь электронов (EELFS – Electron Energy Loss Fine Structure) позволяет уверенно получать параметры локальной атомной структуры (длины химических связей, координационные числа, параметры дисперсии межатомных расстояний) в двухкомпонентных системах типа 3d-металл – легкий элемент. При анализе локальной атомной структуры двухкомпонентных сплавов 3d-металлов по данным EELFS спектроскопии возникает проблема перекрытия осциллирующих частей сформированных в процессах возбуждения внутренних уровней обоих химических элементов.

Предложено интегральное уравнение для получения атомных парных корреляционных функций для случая перекрывающихся осциллирующих частей. Предложенное уравнение в асимптотике близких энергий связи возбуждаемых атомов сводится к квазиодномерной задаче. В случае существенной разницы (превышающей характерную длину осциллирующих структур энергии связи возбуждаемых атомов) предложенное уравнение сводится к классической системе двух интегральных уравнений. Используя разработанные методы расчета амплитуд и интенсивностей атомных переходов формирующих EELFS спектр проведена аттестация предложенной методики на тестовых сплавах Cu-Ni (50%) и Cu-Mn (30-70%), а так же Mn-O.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН. Проект №12-П-2-1013.

ПРОЦЕССЫ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА В ФОРМИРОВАНИИ ПРОТЯЖЕННЫХ ТОНКИХ СТРУКТУР СПЕКТРОВ ВТОРИЧНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ 3d-МЕТАЛЛОВ

Гай Д.Е., Бакиева О.Р.
Физико-технический институт Уральского отделения РАН, г. Ижевск

Протяженные тонкие структуры спектров вторичных электронов представляют собой осцилляции интенсивности эмиссии вторичных электронов расположенные с высокоэнергетической стороны от CVV Оже-пику 3d-металлов (Core-Valence-Valence Secondary Electron Fine Structure). CVV SEFS структуры относятся к XAFS подобным спектральным особенностям, поскольку формируются в результате когерентного упругого рассеяния вторичных электронов на локальном атомном окружении возбуждаемого атома. Однако, формирование спектров эмиссии вторичных электронов с высокоэнергетической стороны от CVV Оже-пику может происходить как в процессах первого порядка (прямая эмиссия из С-внутреннего уровня атома), так и в процессах второго порядка (процессы происходящие через рождение и аннигиляцию промежуточного состояния определяемого дыркой на внутреннем уровне атома и электроном в непрерывном спектре).

Разработано теоретическое описание формирования CVV SEFS с учетом процессов первого и второго порядков. В приближении ортогонализированных плоских волн для волновых функций электронов непрерывного спектра проведены расчеты амплитуд и интенсивностей соответствующих электронных переходов. В рамках предложенной теории и методов расчета удается описать как аномальное температурное поведение MVV SEFS спектров Fe, Ni, Cu, так и наличие XAFS подобной осцилляции с высокоэнергетической стороны LVV спектров Fe и Ni.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН 12-П-2-1013.

ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ ФЕРРИТОВ/КОБАЛЬТИТОВ СТРОНЦИЯ

Анчарова У.В.

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

В работе, с использованием экспериментальных методов дифракции синхротронного излучения и малоуглового рассеяния, рассмотрены структурные изменения при нагревании нестехиометрических перовскитоподобных оксидов со смешанной кислород-электронной проводимостью на примере составов $Sr_{1-x}A_xCo_{0.8-y}M_yFe_{0.2}O_{3-\delta}$ ($A=La, Ca, Ba$; $M=Al, Nb, Ta, Ti$) и $Sr(Fe_{1-y}(Mo,W)_y)O_{3-\delta}$. Наблюдаются структурные и текстурные перестройки при различных температурах, эффекты, связанные с упругими свойствами материалов: уменьшение ОКР при нагреве, проявляющееся в резком увеличении ширины пика (000) малоуглового рассеяния, измельчении текстурных максимумов на 2D- дифракционных картинах, а также наблюдение расщепления дифракционных пиков вследствие понижения симметрии до ромбоэдрической в процессе нагрева перовскита на воздухе. Экспериментально продемонстрированы различные режимы движения доменных стенок в сегнетоупругом кристалле с использованием методов рентгеновской дифрактометрии.

Показано, что наноструктурированный $SrCo_{0.8}Fe_{0.2}O_{2.64}$ остается наногетерогенным при нагревании на воздухе от комнатной температуры до $1000^\circ C$, однако при температуре фазового перехода перовскитов «порядок-беспорядок» $\sim 650-700^\circ C$, претерпевает доменную перестройку.

С помощью дифракции синхротронного излучения определены коэффициенты термического расширения ряда перовскитоподобных оксидов и показано существование температурных интервалов с различными термомеханическими свойствами исследуемых ферритов/кобальтатов стронция.

В данной работе с помощью компьютерного моделирования рассеяния рентгеновского излучения на кристаллах по формуле Дебая рассмотрены различные способы упорядочения дефектов в сильно нестехиометрических ферритах/кобальтитах стронция $Sr(Co_{0.8}Fe_{0.2})O_{3-\delta}$, $(Sr_{0.7}La_{0.3})(Co_{0.5}Al_{0.3}Fe_{0.2})O_{3-\delta}$, $Sr(Co_{0.75}Nb_{0.05}Fe_{0.2})O_{3-\delta}$, $Sr(Co_{0.7}Nb_{0.1}Fe_{0.2})O_{3-\delta}$ и $Sr(Fe_{0.95}Mo_{0.05})O_{3-\delta}$, $2.45 < 3-\delta < 2.7$, имеющих перовскиоподобную структуру. Экспериментальные дифракционные картины рассеяния синхротронного излучения на данных составах характеризуются узкими интенсивными основными рефлексами, характерными для структурного типа перовскита и слабыми уширенными дополнительными сверхструктурными пиками. Моделирование дифракционных картин проводилось методом Монте-Карло, упорядочение кластеров различных структурных типов проводилось с использованием метода вариации кластеров в модели Изинга для учета минимизации энергии доменов. Представлена модель когерентного сосуществования кластеров перовскитной и браунмиллеритной структур с учетом релаксации напряжений кристалла, связанной с деформацией ромбической ячейки в трех направлениях, для этой цели применен энергетический потенциал Леннард-Джонса. Представлены модели когерентного сосуществования кластеров перовскита с упорядоченными плоскостями кристаллографического сдвига и упорядочения катионной подрешетки.

Работа выполнена при использовании оборудования ЦКП СЦСТИ и финансовой поддержке Минобрнауки России.

ancharova@gmail.com

МАЛОУГЛОВАЯ ДИФРАКЦИЯ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОПАЛОПОДОБНЫХ СТРУКТУРАХ

А.В. Чумакова¹, А.А. Мистонов², Н.А. Григорьева², Н.А. Саполетова³, К.С. Напольский³,
А.В. Петухов⁴, W. Bouwman⁵, С.В. Григорьев¹

¹ *Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова РНЦ КИ, chumakova@lns.pnpi.spb.ru, Орлова Роцца, Гатчина, 188308, Россия*

² *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

³ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

⁴ *Debye Institute, Utrecht University, Utrecht, the Netherlands*

⁵ *Delft Technical University, Delft, the Netherlands*

Коллоидные пленки, формируемые из суспензии коллоидных частиц методом вертикального осаждения, образуют кристаллические плотноупакованные структуры, так называемые опалоподобные структуры. Особенностью таких структур является наличие в спектрах их собственных электромагнитных состояний фотонных запрещенных зон, поэтому они рассматриваются как аналоги полупроводников, а следовательно, как основа принципиально новых устройств оптической передачи и обработки информации [1]. Методами инвертирования опалоподобных структур может быть получен новый класс материалов на основе металлов, полупроводников, диэлектриков [2]. Такие материалы интересны своей взаимосвязью оптических, транспортных, электрических и магнитных свойств.

Свойства материала зачастую обусловлены его кристаллическим строением, поэтому дефекты и беспорядок возникающие в процессе роста и при инвертировании влияют на физические свойства опалоподобных структур. Одной из задач работы является контроль за качеством кристаллов и нахождение оптимальных условий синтеза опалоподобных структур.

В докладе представлены результаты исследований искусственных опалоподобных кристаллических пленок, полученные методом малоугловой дифракции синхротронного излучения. Эксперименты были проведены на Голландско-бельгийской линии ВМ – 26 в Европейском центре синхротронного излучения (ESRF, Гренобль, Франция) с использованием монохроматического рентгеновского пучка с длиной волны $\sim 0,95-0,98 \text{ \AA}$ и расходимостью 10 мкрад.

В работе определены количественные параметры, описывающие структуру: когерентную продольные и поперечные длины, характеризующие размер области упорядочения частиц, мозаичность – разориентацию доменов относительно друг друга, коэффициент α - вероятность образования ГПУ, СГПУ и ГЦК структуры. Кроме того, было исследовано влияние технологических параметров на качество структуры и определены оптимальные условия синтеза пленок опалоподобных кристаллов при приложении внешнего электрического поля во время осаждения.

[1] J.D. Joannopoulos, J.N. Winn Photonic crystal: molding the flow of light (2008)

[2] C. Lopez, Adv. Materials, 15 (2003) 1679

ANALYSIS OF OPTICAL SCHEME OF SMALL ANGLE SCATTERING STATION AT SYNCHROTRON RADIATION SOURCE

D.I. Frey¹, A.A. Veligzhanin^{1,2}

¹ *Moscow Institute of Physics and Technology*

dima.frey@gmail.com, 141700, Institute st, 9, Dolgoprudny, Moscow region, Russia.

² *National Research Centre "Kurchatov Institute"*

alexey.veligzhanin@gmail.com, 123182, Kurchatov sq. 1, Moscow, Russia

The optimization of optical scheme design of synchrotron radiation instrument is a task of big importance. The goal is to achieve desired main characteristics retaining others in permissible regions. Usually it can be done by using straightforward numerical calculations of the path of each ray in the optical system – a procedure called “ray-tracing”. It gives such parameters of the x-ray optical system as size of a beam after optical elements, its angular distribution and achievable energy resolution, as well as a total flux of synchrotron radiation at the sample.

The feature of the small angle x-ray scattering experiment is a very weak intensity of signal comparing to primary beam intensity while the signal and primary beam are very close in the direction. In addition, parasitic scattering on elements of optical scheme should be accounted since in some cases it can be of the order of useful signal and shrinks a range where signal can be measured.

In the present study the new small angle scattering station to be built at Kurchatov Centre of Synchrotron Radiation is calculated. It will utilize focusing mirror to improve the flux at sample position. The software package Shadow [1] is used for the ray-tracing. To account for parasitic scattering special procedure has been developed placing isotropic secondary source in the points hit by primary beam. The secondary x-rays also trace through optical scheme giving a parasitic scattering pattern at detector position. This allows us to determine smallest angle where useful scattering can be measured – the value referred as resolution of small angle scattering instruments.

Additionally this optical scheme and some of more simple are analyzed in the geometrical optics approximation to obtain dependence of optical elements positions and flux at a sample on the resolution of the small angle scattering instrument.

The work is performed using the equipment of the User Facility Kurchatov Centre of Synchrotron Radiation and Nanotechnology supported by the Russian federal contract #16.552.11.7003.

[1] J.G. Chen, C. Welnak and F. Cerrina “SHADOW: s synchrotron radiation and X-ray optics simulation tool” Nucl. Instrum. and Meth. A347 (1994) 344-347

СРАВНЕНИЕ МАЛОУГЛОВОЙ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ И СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР

Д.М. Казанцев^{1,2}, С.П. Мощенко², Ю.Г. Галицын²

¹ *Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия,*

kazantsev.83@yandex.ru Пирогова 2, Новосибирск 630090 Россия

² *Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова, Новосибирск, Россия*

Для исследования *in situ* полупроводниковых наноструктур и контроля их формирования в молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) широко используется малоугловая дифракция быстрых (~ 10 кэВ) электронов на отражение (ДБЭО). Кроме

хорошей совместимости этого метода с существующими установками МЛЭ, его популярности способствует высокая поверхностная чувствительность вследствие малой глубины проникновения электронов при невысоких углах скольжения. Примером наноструктур, получаемых методом МЛЭ, могут служить квантовые точки (КТ) – островки полупроводника пирамидальной формы размером в десятки нанометров. Дифракция быстрых электронов от таких объектов к настоящему времени хорошо изучена и используется для контроля их формирования *in situ* [1,2].

В последнее время значительное внимание исследователей привлекают сложные структуры с КТ, такие как молекулы из КТ и гибридные структуры. В качестве примера можно привести гибридные наноструктуры для плазмоники, состоящие из слоя КТ, и отделенного от них спейсером слоя металлических капель, или вертикально упорядоченные столбцы КТ [3]. Известно, что при формировании таких структур диффузия материалов может приводить к деформации их компонент: искажению формы КТ при заращивании в матрицу и протравливанию подложки под металлической каплей. Наблюдение этих явлений методом ДБЭО затруднительно из-за недостаточной глубины проникновения электронов. Таким образом, основное преимущество этого метода в данном случае оказывается недостатком. Эта проблема может быть решена с помощью использования дифракции синхротронного излучения (СИ) с соответствующей длиной волны вследствие слабого поглощения рентгеновского излучения по сравнению с электронным пучком. Кроме того, дифракция СИ позволяет получать дополнительную информацию, такую как распределение упругих напряжений в захороненных КТ [4]. Таким образом, постростовое исследование многослойных структур с КТ методом дифракции СИ представляет значительный интерес.

В данной работе рассмотрено влияние глубины проникновения частиц в объем полупроводника на получаемое дифракционное изображение для пучка электронов и СИ с той же длиной волны (0.01 нм) с помощью численного моделирования. Представлено сравнение возможностей исследования *in situ* поверхности образца при МЛЭ этими методами на примере столбцов КТ InAs/GaAs (001) и капель In/КТ InAs/GaAs (001).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант 10-08-00851).

[1] A. Feltrin, A. Freundlich *Journal of Crystal Growth* 301–302 (2007) 38.

[2] D.M. Kazantsev, Yu.G. Galitsyn. *Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM)*, June 30-July 4 2011, p.108.

[3] D. Alonso-Álvarez et al. *Adv. Mater.* 44 (2011) 5116.

[4] P. Schroth et al. *Materials Science and Engineering: B*, doi:10.1016/j.mseb.2011.10.012 (2011).

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ И ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭПОКСИСИЛОКСАНОВЫХ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Т.В.Хамова¹, Г.П.Копица², О.А.Шилова¹, И.Ю.Кручинина¹, Е.В. Яковенко³, В.К.Иванов⁴,
К.Э.Пугачев¹

¹ *Институт химии силикатов РАН, Санкт-Петербург*

² *ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики», Гатчина*

³ *НИЦ «Курчатовский институт», Москва*

⁴ *Институт общей и неорганической химии РАН, Москва*

Настоящая работа посвящена исследованию структуры гибридных органо-неорганических наноконпозиционных покрытий, формируемых на основе эпoxисилоксановых зольей, как модифицированных, так и немодифицированных

наноалмазами детонационного синтеза (ДНА). Такие покрытия перспективны для защиты каменных памятников культурного наследия от биоразрушений микробными семействами, а также представляют интерес для придания металлическим конструкциям антифрикционных свойств.

Исследования морфологии поверхности покрытий проводили с привлечением методов атомной силовой микроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Внутреннюю структуру покрытий на мезоскопическом масштабе анализировали методами малоуглового (МУРН) и ультра малоуглового (УМУРН) рассеяния рентгеновских лучей на образцах ксерогелей, синтезированных на основе описанных золей.

Измерения МУРР и УМУРР были проведены на станциях скоростной малоугловой дифрактометрии ДИКСИ (Курчатовский центр синхротронного излучения и нанотехнологий, Москва, Россия) и ультра малоуглового рассеяния ID2 (ESRF, Гренобль, Франция), соответственно. Измерения МУРР проводились на длине волны синхротронного излучения $\lambda = 0.162$ нм и дистанции образец-детектор $SD = 2410$ мм, что позволяло измерять интенсивность рассеяния в диапазоне переданных импульсов $8 \cdot 10^{-2} < q < 1.4$ нм⁻¹. Для УМУРР использовалось излучение фотонов с длиной волны $\lambda = 0.095$ нм и дистанция образец-детектор $SD = 7350$ мм, что позволяло измерять интенсивность рассеяния в диапазоне переданных импульсов $1.3 \cdot 10^{-2} < q < 1 \cdot 10^{-1}$ нм⁻¹. Таким образом, совместное использование методик МУРР и УМУРР позволяло измерять интенсивность рассеяния $I(q)$ в диапазоне $1.3 \cdot 10^{-2} < q < 1.4$ нм⁻¹.

Из комплексного анализа экспериментальных данных установлено, что для полученных эпоксисилоксановых покрытий характерно незначительное фазовое расслоение и, по-видимому, формирование структуры взаимопроникающих сеток. Процессы агрегации в кремнезолях в присутствии эпоксидной составляющей происходят с образованием сетчатой структуры по типу массового фрактала. Обнаружено, что введение в эпоксисилоксановые покрытия незначительных добавок ДНА позволяет повысить как фрактальную размерность, так и верхнюю границу самоподобия.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН №24 «Фундаментальные основы технологии наноструктур и наноматериалов», Программы "СТАРТ-11" (проект 11-2-Н5.1-0177) и гранта РФФИ (проект 11-08-00287-а).

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ $Fe_{1-x}Co_xSi$.

Н.М. Потапова,¹ В.А. Дядькин,¹ Е.В. Москвин,¹ Д.Ю. Чернышов,²
С.В. Григорьев¹, С.В. Малеев,¹ Н. Eckerlebe,³

¹Петербургский институт ядерной физики, 188300, Гатчина, Россия

²Европейский источник синхротронного излучения (ESRF), F-38042 Гренобль, Франция

³Гельмгольц Центр Геестхахт (HZG), D-21502 Геестхахт, Германия

Изучена серия монокристаллов твердых растворов $Fe_{1-x}Co_xSi$ с концентрациями $x = 0.08, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.30, 0.50$, которая была выращена методом Чохральского. Для оценки абсолютной структуры образцов использовался метод рентгеновской дифракции синхротронного излучения. Анализ данных показал, что исследуемые образцы $Fe_{1-x}Co_xSi$ являются энантиоморфно чистыми и что структурная киральность меняется от правовращающейся при $x < 0.2$ к левовращающейся при $x > 0.2$. Исследуемые составы сравнивались с эталонным образцом $MnSi$, который определяется как лево-киральным

магнитно и кристаллографически. Методом рассеяния поляризованных нейтронов было показано, что спиновые спирали в кубических магнетиках $Fe_{1-x}Co_xSi$ могут быть реализованы как в правой, так и в левой конфигурациях киральной симметрии для различных концентраций кобальта. Для данной серии образцов было установлено, что спираль оказывается левовращающейся для $x = 0.1, 0.15$ (т.е. для кристаллографически правых образцов) и правовращающейся для $x = 0.2, 0.25, 0.30, 0.50$ (т.е. для кристаллографически левых образцов). При этом не было обнаружено зависимости средней киральности от температуры или магнитного поля для индивидуального образца. Таким образом, во-первых, показано, что кристаллографическая и магнитная киральности $Fe_{1-x}Co_xSi$ одновременно меняются с концентрацией, а значит, структурная киральность определяет киральность спиновой спирали. Во-вторых, сравнение с $MnSi$ демонстрирует, что еще один фактор, сложная электронная структура, способен поменять киральность спирали, очевидно, вместе со знаком взаимодействия Дзялошинского-Мория.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАПРЕЩЕННЫХ ОТРАЖЕНИЙ В КРИСТАЛЛЕ КДР С ПОМОЩЬЮ РЕЗОНАНСНОЙ ДИФРАКЦИИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

К.А.Кедало¹⁾, Е.Н.Овчинникова¹⁾
А.П.Орешко¹⁾, В.Е.Дмитриенко²⁾, G Beutier^{2,3)}, S P Collins³⁾, G Nisbet³⁾

¹⁾ *Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва*

²⁾ *Институт кристаллографии РАН им. А.В.Шубникова, Москва*

³⁾ *SIMaP, CNRS & Grenoble-INSP, 38402 Saint-Martin d'Herès, France*

⁴⁾ *Diamond Light Source, Harwell Science, United Kingdom*

В работе исследована температурная зависимость «запрещенных» отражений 002 и 222, которые возникают при резонансной дифракции синхротронного излучения в кристаллах KH_2PO_4 (КДР) при энергии падающего излучения, близкой к К-краю калия. Экспериментальные исследования, выполненные на синхротроне DIAMOND, показали резкий скачок интенсивности обоих отражений при температуре 123 К, соответствующей фазовому переходу из пара- в сегнетоэлектрическую фазу. В параэлектрической фазе интегральная интенсивность обоих рефлексов растет, но для отражения 222 она более резко выражена и сопровождается существенной перестройкой энергетического спектра.

В данной работе проводится математическое моделирование энергетических спектров «запрещенных» отражений при различных температурах с целью объяснения наблюдаемых экспериментальных данных. Показано, что оба отражения являются результатом интерференции трех резонансных вкладов в атомный фактор: диполь-квадрупольного, термоиндуцированного, а также вклада, обусловленного мгновенными конфигурациями протонов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 10-02-00768. Вычисления проводились на суперкомпьютере СКИФ МГУ.

Кедало Ксения Андреевна

119991 ГСП Москва, Ленинские Горы, МГУ, физический факультет

Тел.: +7(495)9391226, Факс: +7(495)9328820, E-mail: ksenia.kedalo@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ОТЖИГЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ РАСТВОРОВ В СИСТЕМАХ С КЛАТРАТООБРАЗОВАНИЕМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А.Г. Огиенко^{1,2}, Е.В. Болдырева^{1,3}, А.Ю. Манаков^{1,2}, С.А. Мызь^{1,3}, А.А. Огиенко^{1,4},
Е.Г. Зевак^{1,2}, А.С. Юношев^{1,5}, А.И. Анчаров^{1,3}, А.В. Ильдяков², М.П. Шинкоренко²,
академик В.В. Болдырев^{1,3}

- 1) Новосибирский государственный университет, НОЦ “Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии”, г. Новосибирск
- 2) Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск
- 3) Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск
- 4) Институт Цитологии и Генетики СО РАН, г. Новосибирск
- 5) Институт гидродинамики СО РАН, г. Новосибирск
e-mail: andreyogienko@gmail.com

Смеси растворителей «легкокипящая жидкость (ЛЖ) – вода» (вследствие существенного увеличения концентраций рабочих растворов) давно привлекали внимание исследователей, занимающихся улучшением растворимости плохо растворимых в воде лекарственных веществ (ЛВ) с использованием различных вариантов лиофильной сушки. При этом, подбор смесей растворителей происходил бессистемно, без анализа процессов, происходящих при быстрой заморозке растворов и последующем нагреве получившейся смеси твердых фаз. Например, большие энергозатраты, необходимые на поддержание низких температур в течение длительного времени сушки, являются следствием неправильно выбранного соотношения растворителей.

Впервые проведенные нашей группой *in situ* дифракционные исследования процессов, происходящих при отжиге замороженных растворов в двойных системах «ЛЖ – вода» и тройных системах «ЛВ – ЛЖ – вода», позволили провести идентификацию фаз, образующихся при быстром замораживании растворов, и регистрацию происходящих при их отжиге фазовых превращений. На основании этих данных были оптимизированы параметры процесса получения высокодисперсных форм ЛВ с использованием сублимационной сушки замороженных растворов с клатратообразованием в соответствующих двойных системах таким образом, чтобы на каждой стадии сушки в системе сосуществовали только твердые фазы. Создаваемые по разработанному нами методу высокодисперсные формы ЛВ обладают улучшенными свойствами по сравнению с субстанциями, используемыми для приготовления лекарственных форм в фармацевтической промышленности. К примеру, происходит существенное улучшение динамики растворения, что особенно важно для препаратов группы анальгетиков, а исключительно простой способ получения нанокомпозитов «ЛВ – носитель» чрезвычайно важен для создания лекарственных форм (без хладонов) для использования в ингаляционной терапии.

Благодарим ЗАО «Алтайвитамины» и ОАО «Татхимфармпрепараты» за любезно предоставленные субстанции лекарственных веществ. Работа выполнялась при поддержке СО РАН (интеграционный проект № 108), РФФИ (проекты № 11-03-12114-офи-м-2011, № 10-03-00252-а) и МОиН РФ (ГК № 14.740.11.1023). Огиенко А.А., Мызь С.А., Зевак Е.Г. благодарят компанию «ОПТЭК» за финансовую поддержку.

SPATIALLY RESOLVED X-RAY DIFFRACTION AT THE “STRUCTURAL MATERIALS SCIENCE” BEAMLINE OF KCSR: FIRST RESULTS

A.A. Veligzhanin¹, Ya.V. Zubavichus¹, A.A. Chernyshov¹, A.V. Shalimova², R.V. Sundeev²

*1) National research centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia
alexey.veligzhanin@gmail.com, 123182, Kurchatov sq. 1, Moscow, Russia*

2) I. P. Bardin Central Research Institute of Ferrous Metallurgy, Moscow, Russia

Modern functional materials often have to be spatially inhomogeneous to meet variety of controversial requirements. Since properties of a material are determined by its structure thorough structural investigations are essential to understand and deliberately tune the behavior of the material. Modern materials science rely on a number of structural techniques. Some of them, e.g., X-ray or neutron diffraction, X-ray spectroscopy etc., characterize the structure averaged over a substantial volume of the sample (from mm³ to cm³). Meanwhile, other techniques, in particular, transmission electron microscopy are extremely local and furthermore require a very special sample preparation protocol. The high brightness of modern synchrotron radiation sources is utilized worldwide to implement microprobe X-ray techniques with a spatial resolution of a few μm or even better, but these opportunities have not been at hand so far in Russia.

The “Structural materials science” beamline [1] installed at the Kurchatov Centre of Synchrotron Radiation (Moscow) is a powerful instrument devoted to for the characterization of non-crystalline and nanostructured materials in a wide range of characteristic sizes. Recent development of the instrumentation and methodology enabled X-ray diffraction mapping of a sample with a moderate spatial resolution of about 200 μm. The method permits investigation of both thin samples transparent to X-rays in the transmission mode and thick samples in the fixed-angle grazing-incidence reflection geometry.

In the present report, possibilities of the method and first results are demonstrated with some case examples. The first one considers a Zr₅₀Ni₁₈Ti₁₇Cu₁₅ metal glass subjected to severe plastic deformation in a Bridgeman chamber [2]. Upon deformation the initially amorphous material undergoes nanocrystallization with further reamorphization. It is shown that these two processes can be spatially distinguished within one sample. The second example deals with Nb₃Sn-based multi-phase composite superconducting wires being developed within the ITER project.

The work is performed using the equipment of the User Facility Kurchatov Centre of Synchrotron Radiation and Nanotechnology supported by the Russian federal contract #16.552.11.7003. The financial support from RFBR (project #12-02-00860) is also gratefully acknowledged.

[1] "Structural Materials Science" end-station at the Kurchatov synchrotron radiation source: recent instrumentation upgrades and experimental results", A.A. Chernyshov, A.A. Veligzhanin, Y.V. Zubavichus, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A* **603** (2009), 95-98

[2] A.M. Glezer, R.V. Sundeev, A.V. Shalimova, S.S. Useinov, *Izvestia VUZov. Fizika*. 2011, N.8, P.58-64.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И НАНОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ

А.А. Вазина^{1,2)}, Г.Н.Кулипанов³⁾

¹⁾ ФГБУН Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, vazina@mail.ru, Институтская, 3, Пущино, 142290, Россия

²⁾ НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

³⁾ ФГБУН Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Описание структурных особенностей биологических полимеров в наномасштабной шкале открывает принципиально новые возможности для изучения механизмов их функционирования. Концептуальная революция в области изучения наноструктурированных систем обусловлена инструментальной революцией, связанной с развитием структурных методов на основе использования синхротронного излучения, позволяющих исследовать структурную динамику в процессе реализации биологической функции. Мы были пионерами в области использования синхротронного излучения для наноструктурных исследований биологических тканей.

- В активной поперечно-полосатой мышце нами зарегистрировано короткоживущее (около 40 мс) состояние структуры, сформированной взаимодействием миозиновых и актиновых нитей. Механизм генерации силы рассматривается на основе принципа динамического сопряжения разнесимметричных наноструктур с несоизмеримыми периодами.
- Установлен уникальный принцип аperiodической упаковки анизотропных доменов белков иммуноглобулинового суперсемейства на примере молекулы тайтина – белка третьей фибриллярной системы мышцы, обеспечивающего сверхвысокую эластичность. Предложена молекулярная модель тайтина с линейной симметрией S_M и трансляцией τ_∞ . Выявлена ведущая роль поля внешних сил в формировании гетерофазных состояний, обеспечивающих функциональный механизм мультидоменных белков иммуноглобулинового суперсемейства.
- Исследована наноструктурная организация протеогликановых фибрилл слизи и межклеточного матрикса эпителиальных тканей в норме и патологии. Выявлен вклад катионов металлов в структурную трансформацию протеогликанов, приводящую к нарушению наноструктурного гомеостаза эпителиальной ткани, в частности, при онкологической патологии и минерализации.
- На примере наноструктурной организации белков шелка рассмотрен структурный механизм модификационной адаптации к широкому спектру внешних воздействий.
- Представлены биофизические аспекты влияния высокочастотной электрохирургической сварки на процессы репарации поврежденной ткани.

Работы поддержаны грантами РФФИ № 11-02-00706 и 10-02-01121.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ МЕТОДАМИ SAXS/WAXS ДИФРАКЦИИ И РЕНТГЕНФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.А. Васильева¹, А.Ю. Грузинов², А.В. Забелин², К.Д. Ильин³, М.А. Симонова¹,
С.С. Подпрятков^{4,5}, А.А. Легкодымов⁶, М.В. Сигаева³, А.А. Сеницына³, А.А. Вазина^{1,2}

1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук; E-mail: vazina@mail.ru
142290, Пущино, ул. Институтская, 3, тел.: (495)6327869, факс: (4967)330553.

2) Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский институт», 123182, Москва, пл. академика Курчатова, 1, тел.: (499)1969538, факс: (499)1961704.

3) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, тел.: (495) 9391000, факс: (495) 9390126.

4) Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины.

5) Киевская городская клиническая больница № 1, Украина.

6) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 11, тел. (383)3294760, факс: (383)3307163

Повышение эффективности медицинской диагностики – одна из наиболее важных практических задач современной структурной биологии, решение которой основывается на изучении характера отклонений от нормы на различных уровнях биологических структур при заболеваниях и врожденных патологиях. Использование синхротронного излучения явилось революционным прорывом в структурных исследованиях биологических объектов. Успехи современной молекулярной биологии позволили понять многие механизмы функционирования живых систем на молекулярном уровне. Однако целый ряд функций организма реализуется на более высоком надмолекулярном и даже надклеточном, тканевом и органном уровнях.

В докладе представлены методические разработки, пригодные для сравнительных молекулярных и наноструктурных исследований различных биологических тканей животных и человека методами рентгеновской флуоресценции и дифракции с использованием синхротронного излучения. Целью работы был поиск эффективных маркеров для определения физиологического статуса организма при различных экзогенных и эндогенных воздействиях для медицинской диагностики и экологического мониторинга. Структурно-спектральные тканевые маркеры могут быть перспективны для обеспечения гигиенического надзора безопасности нанотехнологического производства и нанопродукции, а также в различных технологиях, используемых в индустрии красоты. Обсуждаются критерии выбора адекватных стандартных и контрольных образцов для различных экспериментальных методик.

Структурные исследования методами рентгеновской дифракции под малыми и большими углами с использованием синхротронного излучения накопителя «Сибирь-2» проводили на разработанной нами станции «Дифракционное кино» ДИКСИ в НИЦ «Курчатовский институт», Москва; рентгенфлуоресцентные спектры образцов получали на станции SRXFA накопителя ВЭПП-3 в ИЯФ СО РАН, Новосибирск. Эксперименты по высокочастотной электрохирургической электросварке биологических тканей проводили с использованием аппарата ПАТОНМЕД ЕКВ3-300, разработанного в Киевском Институте электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины.

Работы выполняются при поддержке гранта РФФИ № 11-02-00706.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ КАЛЬЦИЙ ФОСФАТНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ

Беркин¹ А.Б., Дерябина¹ В.В., Шарафутдинов² М.Р., Шемякина³ И.В.

¹НГТУ,

²ИХТТМ СО РАН,

³ОАО ХК «НЭВЗ – Союз»

Кальций фосфатные покрытия широко используются в медицине для имплантологии. Медико-биологические характеристики покрытия, в частности, растворимость и способность к активации процессов остеоинтеграции, зависят от его кристаллической структуры. Исследования *in vivo* и *in vitro* показывают, что наибольший эффект достигается для поликристаллических покрытий, содержащих ~ 80% гидроксиапатита. В то же время установлено, что для всех известных технологических процессов формирования кальций фосфатных покрытий наблюдается сильная зависимость состава и структуры покрытия от режима нанесения и термической обработки.

Накоплен достаточный опыт исследования фазовых и структурных преобразований при термическом отжиге порошков гидроксиапатита. Однако, процессы преобразований в тонких (менее 1мкм) пленках могут существенно отличаться от процессов в покрытиях толщиной 100-300 мкм и порошковых материалах. Для изучения структурных преобразований в тонких пленках в процессе термического отжига на атмосфере методы дифрактометрии синхротронного излучения (СИ) являются наиболее предпочтительными, т.к. высокая интенсивность и малая расходимость пучка позволяют получать информацию о состоянии вещества с высоким временным разрешением непосредственно во время процесса.

В работе впервые *in situ* методом дифракции СИ исследована кристаллизация в процессе термического отжига на воздухе тонких кальций фосфатных пленок, полученных методом ВЧ магнетронного распыления. Дифракционные исследования проведены на экспериментальной станции «Дифракционное кино» накопителя ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН. Полученные в результате напыления пленки имели аморфную или слабо выраженную кристаллическую структуру. Отжиг на воздухе производился до температуры 750°C. Общее время нагрева — 2 часа 30 минут. Установлено, что активная кристаллизация начинается при температуре 520-530°C. При температуре 700°C структура покрытия полностью соответствовала гидроксиапатиту (JCPDS - 09-0432). Степень кристаллизации составила более 90% и далее практически не изменялась.

Исследования кристаллизации тонких (~1мкм) кальций фосфатных пленок на кремнии, алюмо-циркониевой керамике и оксидированном титане не выявили существенных отличий в структуре покрытий, полученных на разных подложках. Элементный состав пленок определялся энергодисперсионным рентгеновским анализатором (EDX-spectroscopy) - INCAx-Sight модель 7940 (Oxford). Для всех образцов отношение Ca/P составляло ~ 1,9 – 2.

Морфология поверхности пленок контролировалась методом растровой электронной микроскопии на микроскопе высокого разрешения Mira 3 (Tescan). Установлено, что в процессе термического отжига на воздухе при температуре 700°C формируется развитая поликристаллическая структура пленки, содержащая большие агломераты диаметром 500-1000 нм, которые в свою очередь состоят из мелких кристаллитов диаметром от 30 до 100 нм.

Выявлены отличия в механизме формирования пленки на различных гранях микрочастиц алюмооксидных керамики. На вершинах микрочастиц пленка плохо структурирована, в отличие от боковых граней.

СТЕПЕНЬ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ ГИДРОТРОПНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ

М.Н. Денисова¹, А.Г. Огиенко²

1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук aniram-1988@mail.ru, ул. Социалистическая, 1, г. Бийск, 659322, Россия

2) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук andreyogienko@gmail.com, просп. Академика Лаврентьева, 3, г. Новосибирск, 630090, Россия

В работе представлены результаты исследования надмолекулярной структуры целлюлозы, полученной гидротропным способом. В качестве исходного сырья использовали мискантус и плодовые оболочки овса (ПОО).

Целлюлозу получали по следующей схеме: предгидролиз при 140 °С без выдержки по времени, модуль 1:8; гидротропная варка при 160 °С, 1 ч, модуль 1:8; отбелка [1, 2]. Полученная беленая целлюлоза характеризуется высокой степенью полимеризации, 950 единиц в целлюлозе из мискантуса и 890 единиц в целлюлозе из ПОО. Массовая доля α -целлюлозы составляет 83 % и 82 % соответственно.

На рисунке 1 представлены результаты рентгеноструктурного анализа образцов целлюлозы. Съемка проводилась на дифрактометре «Bruker D8 Advance». Порошковые дифрактограммы записывались в режиме 2θ сканирования в интервале 5-40 градусов, с шагом 0,02 градуса.

Величину индекса кристалличности целлюлозы рассчитывали по формуле, предложенной Сегалаом [3].

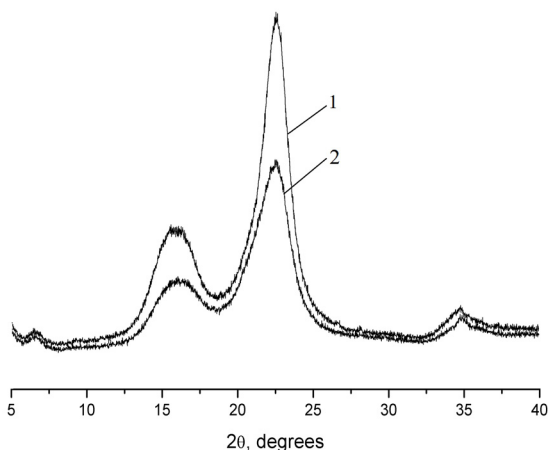


Рисунок 1. Рентгенограммы целлюлозы:
1 – мискантуса, 2 - ПОО

В гидротропной целлюлозе доля кристаллической части преобладает над аморфной. Ширина сигнала на рентгенограммах при $2\theta=22^\circ$ характеризует степень кристалличности целлюлозы. Более узкий пик дает целлюлоза из мискантуса, следовательно степень кристалличности этого образца выше (ИК около 0,89) по сравнению со степенью кристалличности образца целлюлозы из ПОО (ИК около 0,79).

Результаты исследования показали, что применение гидротропной обработки позволяет получить целлюлозу с упорядоченной упаковкой молекулярных цепочек. Рентгенограммы гидротропной целлюлозы приведены впервые.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-30-90701).

[1] Р.Ю. Митрофанов, В.В. Будаева, М.Н. Денисова, Г.В. Сакович, Химия растительного сырья. 1 (2011) 25.

[2] М.Н. Денисова, Ползуновский вестник. 4 (2011) 236.

[3] L. Segal, J.J. Creely, Textile Research Journal, 29 (1959) 786.

ДИФРАКТОМЕТРИЯ *IN SITU* ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ СИЛИКАТАХ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ

А.Ю. Лихачёва¹, С.В. Ращенко^{1,2}, А.Ю. Манаков³, Ю.В. Сереткин^{1,2}, А.И. Анчаров⁴

¹Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск

³Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН

⁴Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск

На протяжении последних лет на станции «Дифрактометрия в жёстком рентгеновском излучении» СЦСТИ проводятся исследования структурного поведения силикатных минералов при высоких давлениях и температурах с использованием ячеек высокого давления с алмазными наковальнями и резистивным нагревом. Доступный при этом РТ-диапазон (25–800 °С, 0–200 кбар) позволяет моделировать условия земной коры и верхней мантии.

Основным направлением является исследование вхождения воды в структуру силикатов при высоких РТ-параметрах в связи с проблемой ее транспорта в глубинные геосферы. Наши первые результаты касаются изучения реакций образования высокобарических водосодержащих фаз (лавсонит, высокоплотные магнезиальные силикаты). В частности, при разложении цеолита ломонтита получен высокобарический водосодержащий силикат лавсонит, $\text{CaAl}_2[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Дифрактометрия *in situ* продуктов реакции позволила определить параметры элементарной ячейки лавсонита и фазовый состав системы $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ при 400°С и 25 кбар [1].

Интересным примером высокобарических переходов в каркасных силикатах является сверхгидратация цеолитов при сжатии в водной среде. Гибкие каркасы волокнистых цеолитов чувствительны к увеличению содержания H_2O в каналах, что проявляется в расширении их апертуры и связанных с этим фазовых переходах [2]. Сверхгидратация сопровождается радикальным перераспределением связей внутри водно-катионных комплексов, заполняющих полости, что может вести к резкому изменению физико-химических свойств соединения (увеличение диффузионной подвижности молекул воды, ионной проводимости [3]) и создает перспективы для технологического использования этого явления.

Работа выполнена при использовании оборудования ЦКП СЦСТИ и финансовой поддержке Минобрнауки России, а также программы РАН ОНЗ-9.

[1] С.В. Ращенко, А.Ю. Лихачёва, А.Д. Чанышев, А.И. Анчаров (2012) Использование рентгеновской дифракции *in situ* для изучения минеральных превращений: образование лавсонита при 400°С и 25 кбар // Журнал структурной химии (в печати)

[2] A.Yu. Likhacheva, Yu.V. Seryotkin, A.Yu. Manakov, S.V. Goryainov, A.I. Ancharov, M.A. Sheromov (2007) Pressure-induced over-hydration of thomsonite: A synchrotron powder diffraction study// *American Mineralogist* **92**, 1610-1615.

[3] A.Yu. Likhacheva, M.E. Malyshev, A.Yu. Manakov, S.V. Goryainov, A.I. Ancharov (2009) Non-hydrostatic compression of zeolite NaA in water medium: connection to anomalous conductivity // *Z. Kristallogr.* **224**, 137-143.

ДИФРАКЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ ФАЗ В СИСТЕМЕ ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ-ВОДА

Е.Г. Зевак^{1,2}, А.Г. Огиенко^{1,2}, А.Ю. Манаков¹, Е.В. Болдырева^{2,3}, В.В. Болдырев^{2,3},
А.С. Юношев^{1,4}, А.И. Анчаров³, М.П. Шинкоренко¹

¹*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск
ГОУ ВПО Новосибирский государственный университет, НОЦ “Молекулярный дизайн и
экологически безопасные технологии”, г. Новосибирск*

²*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск*

³*Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск*

Около 40 % вновь создаваемых лекарственных веществ (ЛВ) практически не растворимы в воде [1]. При использовании в качестве растворителей смесей легкокипящая жидкость – вода удается заметно увеличить растворимость исходной субстанции ЛВ. Одним из перспективных методов микронизации ЛВ является сублимационная сушка.

Нашей группой уже была изучена возможность применения различных водно-органических смесей для получения микронизированных порошков ЛВ с улучшенными свойствами методом сублимационной сушки растворов с клатратообразованием [2]. Данный подход позволяет проводить сушку при более высоких температурах в отсутствие жидкости и увеличить растворимость ЛВ в «рабочих» растворах. Самой привлекательной для получения микронизированных форм ЛВ двухкомпонентной системой растворителей является этиловый спирт - вода, так как применение этанола разрешено Фармакопеей. Однако, при случае использования в качестве растворителя смеси этиловый спирт - вода, в отличие от других рассмотренных нами систем с клатратообразованием, в данной системе происходит образование нескольких метастабильных гидратов что, соответственно, приводит к существенному изменению соотношения твердой фазы гидрата и «непрореагировавшего» этанола, и может привести к нарушению условий сушки (вследствие образования жидкой фазы при разложении метастабильного гидрата).

В данной работе изучались фазовые превращения в системе этиловый спирт – вода, области стабильности образующихся при быстром охлаждении клатратных гидратов с целью определения оптимальных условий сублимационной сушки для получения микронизированных форм ЛВ.

[1] Lipinski C.A., Lombardo F., Dominy B.W., Feeney P.J. // *Adv. Drug Deliv. Rev.*, **2001**, 46(1-3), 3-26.

[2] Design of new drug forms by cryo-nanotechnologies. A G Ogienko, E V Boldyreva, V V Boldyrev, A Y Manakov, S A Myz, A A Ogienko, E G Zevak and A S Yunoshev// 2012 г.
Phys.: Conf. Ser. **345** 012044

Работа была выполнена при поддержке грантов: CRDF (RUX0-008-NO-06), Интеграционного проекта № 108 СО РАН, РФФИ (11-03-12114-офи-м-2011; 10-03-00252-а), ГК № 14.740.11.1023 Министерства образования и науки РФ.

SR XRF – ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНОГО МИКРО-НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО УГЛЕРОДА ИЗ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Пономарчук В.А., Колмогоров Ю.П., Рябов В.В., Титов А.Т., Мороз Т.Н., Пырьев А.Н.,
Пономарчук Ан.В.

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Россия, ponomar@igm.nsc.ru,
пр-т академика Коптюга 3, Новосибирск, 630090, Россия.*

С позиции современной нанотехнологии формирование наноструктурированного углерода (микро-, нанотрубки, наностержни, конуса, графен, онион) в изверженных горных породах - это нонсенс. Между тем, именно эти (рис.1), найденные нами, образования являются составляющими графитовых глобул, выделенных из магматической породы [1], причем, сопоставление их с синтетическими нанотрубками 1D-, 2D-структурами (литературные данные), полученных на лабораторных установках, показывает как морфологическое подобие, так и различие. Последнее, вытекающее из рис. 1, заключается в пространственной совмещенности пористого углерода, графеновых слоев, многослойных микроотрубок, микроконусов, что не типично для синтетического нанотрубки. Каков механизм формирования природных наноструктур?

Из известных методов выращивания наноструктур, наиболее вероятным для природных условий является осаждение пара на катализаторе (catalytic chemical vapor deposition - CCVD). Однако, в противовес условиям при лабораторном синтезе, формирование природных углеродных наноструктур происходит в конденсированной среде при давлениях порядка 0,7- 1 кбар. Сходными параметрами для выращивания синтетических и природных наноструктур являются умеренные температуры (450 - 800°C), углеродсодержащие газы CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 , CO и др., присутствующие в магматическом расплаве элементы-катализаторы Fe, Co, Ni и менее популярные Mo, Ru, Rh, Pd, и т. д. Для анализа этих и других элементов, учитывая малое количество вещества (миллиграммы), химическую стойкость углерода при разложении кислотами, приемлем только метод SR XRF, которым установлено во фрагментах графитовых глобул следующие элементы (содержания в ppm): K (10÷20000), Ti (30÷130), V (0.5÷3), Cr (5÷50), Mn (10-120), Fe (20÷30000), Ni (6÷11), Cu (10-750), Pt (3-10), Zn (9-50), Ga (0.6÷1), Ge (0.2÷1), Br (0.4÷10), Sr (0.2÷0.4), Zr (0.2÷1), Pb (1÷2). Относительно высокие содержания Fe является весомым аргументом в пользу формирования природного наноструктурированного углерода в магматических породах через механизм CCVD.

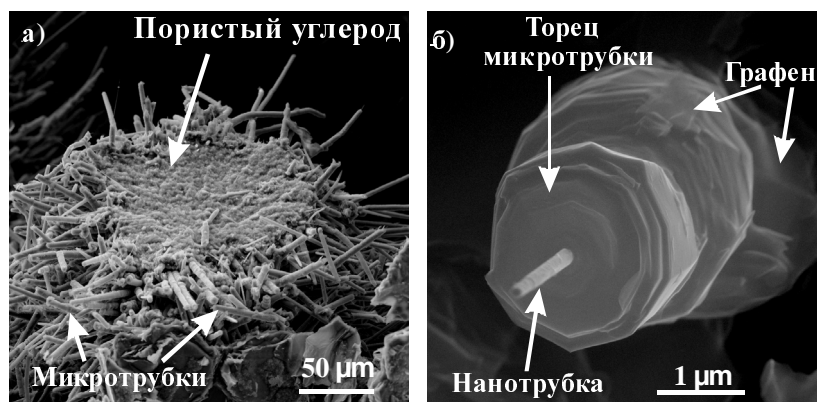


Рис. 1. Скан-изображение природных углеродных наноструктур; а) сочетание микро-трубок с пористым углеродом, б) микротрубка с "обрывками" графена.

[1] Рябов В.В., Пономарчук В.А., Титов А.Т., Семенова Д.В. ДАН (в печати).

ПЕРЕХОД УДАРНОЙ ВОЛНЫ В ДЕТОНАЦИОННУЮ В ВВ РАЗЛИЧНОЙ НАЧАЛЬНОЙ ПОРИСТОСТИ. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВВ МЕТОДАМИ ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ СИ

Е.Б. Смирнов, А.Н. Аверин, Б.Г. Лобойко,
О.В. Костицын, Ю.А. Беленовский, А.В. Лебедев, В.Н. Щербаков, К.В. Еганов,
В.М. Волков, К.М. Просвирнин, А.Н. Киселев, В.В. Козель.

РФЯЦ-ВНИИТФ, г. Снежинск, Россия

Прогресс в вычислительной технике и, как следствие, возросшие потребности в точных экспериментальных данных для численного моделирования требуют детального отслеживания траектории перехода ударной волны в детонационную.

В работе представлены результаты экспериментального исследования перехода ударной волны в детонационную в низкочувствительном ВВ различной начальной пористости с регистрацией при помощи пьезорезистивной и радиоинтерферометрической методик. Нагружение исследуемого ВВ плоскими ударными волнами различной интенсивности осуществлялось при помощи взрывного генератора. В экспериментах при помощи пьезорезистивных датчиков регистрировались параметры ударной волны, входящей в заряд из исследуемого ВВ, а также параметры ударной/детонационной волны, выходящей из него. При помощи радиоинтерферометра в экспериментах регистрировалась $x-t$ диаграмма процесса распространения ударной волны и переход ее в детонационную волну.

В ходе экспериментальных исследований показано, что повышение пористости приводит к возрастанию восприимчивости ВВ к ударно-волновому импульсу. При этом различия в процессе перехода ударной волны в детонационную проявляются в большей степени при низких уровнях давления инициирующей ударной волны. В области давлений, близких к давлению Чепмена-Жуге для исследуемого ВВ, процесс перехода ударной волны в детонационную практически не зависит от начальной пористости ВВ.

Очевидно, что прецизионное исследование процесса инициирования без подробной информации об исследуемом ВВ имеет ограниченное применение. Слабоизученным остается вопрос о физической структуре ВВ различной начальной пористости, а также связь изменения структуры с изменением температуры. Необходимую информацию о структуре взрывчатых веществ РФЯЦ-ВНИИТФ получает методами рентгеновской дифракции (XRD) и электронной микроскопии (EMS), а также (в сотрудничестве с учреждениями СО РАН) методами, использующими синхротронное излучение.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЕЙ ОХЛАЖДЕНИЯ РАСТВОРОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ АМОРФНЫХ ФАЗ В СИСТЕМЕ NaCl-H₂O

Е.Г. Зевак^{1,2}, А.Г. Огиенко^{1,2}, А.Ю. Манаков^{1,2}, Е.В. Болдырева^{2,3}, В.В. Болдырев^{2,3}, А.А. Огиенко^{2,4}, А.И. Анчаров³, М.П. Шинкоренко¹

1) *Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск*

2) *ГОУ ВПО Новосибирский государственный университет, НОЦ “Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии”, г. Новосибирск*

3) *Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск*

4) *Институт Цитологии и Генетики СО РАН, г. Новосибирск*

katerinazevak@gmail.com

Увеличение биодоступности лекарственных веществ за счет улучшения их динамики растворения – чрезвычайно важная и актуальная задача для фармацевтической науки. Кроме того, огромный интерес со стороны фармацевтических компаний к созданию и развитию технологий, позволяющих получать микро- и нано- частицы с заданными размерами, связан, в том числе, с возрастающей популярностью ингаляционной терапии.

Целью данной работы являлось исследование возможности влияния (с использованием различных способов охлаждения) на образование аморфной фазы растворенного вещества и, как следствие, возможности варьированием внешних условий (скорость подъема температуры и т.д.) влиять на размеры получаемых (с использованием метода сублимационной сушки) частиц. На примере модельной системы NaCl-вода (бинарная система с одним инконгруентно плавящимся соединением, без полиморфизма и наличия сколько-нибудь протяженной области гомогенности в исследуемом P, T – диапазоне) было изучено влияние различных способов охлаждения растворов на образование аморфных фаз и проведено исследование процессов, происходящих при отжиге замороженных растворов дифракционными методами.

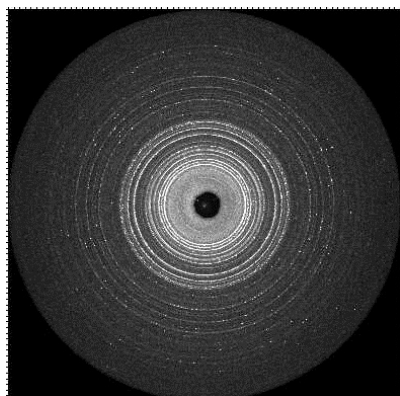


Рис. А. Дифракционная картина замороженного раствора модельного объекта при замораживании распылением в жидкий азот

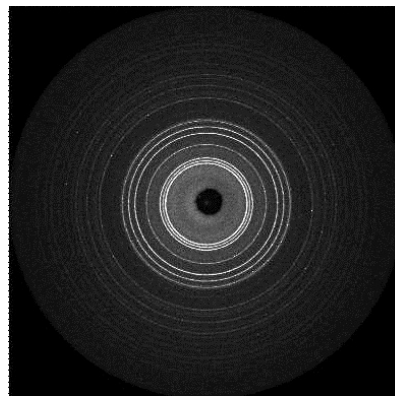


Рис. Б. Дифракционная картина замороженного раствора модельного объекта при замораживании на охлажденной до температуры жидкого азота медной пластине

Работа была выполнена при поддержке грантов: CRDF (RUX0-008-NO-06), Интеграционного проекта № 108 СО РАН, РФФИ (11-03-12114-офи-м-2011; 10-03-00252-а), ГК № 14.740.11.1023 Министерства образования и науки РФ.

ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЕЛИЧИНУ КРИТИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ ДЕТОНАЦИИ ВВ. КОНТРОЛЬ СТРУКТУРЫ ВВ МЕТОДАМИ ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ СИ

Е.Б. Смирнов, Б.Г. Лобойко, О.В. Костицын, Ю.А. Беленовский, К.М. Просвирнин
ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. акад. Е.И. Забабахина, Россия, Снежинск

Исследование критических условий распространения детонации кроме прагматического интереса имеет важное фундаментальное значение. В области околочитических условий распространения детонации, реализующихся при приближении к критическому сечению детонации, в значительной степени проявляются факторы, определяющие кинетику протекания химической реакции в детонационной волне. Влияние этих факторов и их роль легче всего обнаруживается для взрывчатых веществ обладающих большим критическим сечением детонации. Яркими представителями таких взрывчатых веществ является ВВ на основе ТАТБ.

В данной работе проведено экспериментальное определение величины критической толщины детонации взрывчатого вещества на основе ТАТБ. Исследовано влияние на данную величину таких факторов как пористость и температура.

Для детального анализа полученных результатов необходима информация о внутренней структуре ВВ при вариации пористости и температуры. Такая информация может быть получена с использованием методов малоуглового и сверхмалоуглового рассеяния синхротронного излучения.

СПЕКТРОЗОНАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ДИАГНОСТИКА ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ IMAGERPLATE-ДЕТЕКТОРОВ РАЗДЕЛЕННЫХ ПОГЛОТИТЕЛЕМ*

Пальчиков Е.И.^{1,3}, Долгих А.В.¹, Кондратьев В.И.², Матросов А.Д.¹

¹ *СО РАН, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Пр. ак. Лаврентьева, 15, Новосибирск, 630090, Россия, palchikov@hydro.nsc.ru*

² *СО РАН, Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Пр. ак. Лаврентьева, 11, Новосибирск, 630090, Россия*

³ *Новосибирский государственный университет
Ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Россия*

Современные рентгеновские методики позволяют различать объекты с разной плотностью вдоль луча методом решения обратной задачи. Для этого необходимо сделать отдельные снимки в разных диапазонах жесткости. При съемке однократных быстропротекающих процессов такой возможности нет, поэтому необходимо получить набор спектрозональных снимков за одну вспышку излучения.

В работе предложена методика цифровой регистрации рентгеновских изображений в двух диапазонах спектра на детекторы на основе люминофоров с памятью. Поскольку применяемые импульсные рентгеновские источники имеют широкий спектр излучения, есть возможность, отфильтровав преградой «мягкую» компоненту после первого детектора, получить на втором детекторе изображение в «жестком» диапазоне.

Также предложена новая методика, позволяющая решать обратную задачу для двухкомпонентных объектов с помощью съемки ортогонально расположенных клиньев и дальнейшей обработки полученных изображений. При этом нет необходимости знать точно спектр источника рентгеновского излучения, спектральные характеристики

объектов съемки и детектора. Методики позволяют отдельно определять толщины компонентов объектов в направлении вдоль луча.

Разработка методик потребовала исследования характеристик различных люминофоров с памятью в зависимости от их марки и состава, а также от спектра применяемого рентгеновского источника. С использованием импульсных рентгеновских аппаратов производства ИГиЛ СО РАН с энергиями квантов от 50 до 600 кэВ и лазерного цифрового сканера производства ИЯФ СО РАН проведено сравнение пяти экранов трех разных фирм по выходным параметрам в зависимости от толщины и элементного состава люминофора: BAS-SR 2040 («Fujifilm», Япония), 9PKAMR («CAWO», Германия) и MS-1, MS-2, MS-3 («Ренекс», Россия). В зависимости от производителя эти фотохромные люминофоры могут называться ImagePlate либо ACD CR и основываются на соединениях Ba, Sr, F, Br, I, Eu.

При обработке данных применялись такие методы цифровой обработки изображений, как индивидуальная калибровка люминофоров по полю изображения, учет неравномерного поля засветки источника, построение эквиденсит. По полученным из цифровых изображений данным проведены количественные измерения сечений кумулятивных струй, взаимодействующих с преградой, движущихся со скоростями до 6 км/с.

Показана эффективность методик цифровой рентгеновской регистрации кумулятивных струй в тракте регистрации ПИР-200 – люминофор с памятью на основе BaSrFBrI:Eu. Использование в цифровой импульсной рентгенографии быстропротекающих процессов люминофоров с памятью ImagePlate, в качестве альтернативного пленке детектора, с применением предложенных методик, позволяет извлекать информацию об изучаемых процессах на более глубоком уровне.

* – Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 2.10, Минобрнауки России и при использовании оборудования ЦКП СЦСТИ.

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПУЧКАХ СИ МЕТОДОМ МАЛОУГЛОВОГО РАССЕЙНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННОГО УДАРНО-ВОЛНОВЫМ СИНТЕЗОМ В КРИОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М.Г. Федотов^{1,3}, М.Р. Шарафутдинов²

- 1) *Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН*
- 2) *Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН*
- 3) *Новосибирский государственный университет*

Ударно-волновой (и, в частности, детонационный) синтез в настоящее время является одним из развивающихся методов получения ряда ультрадисперсных материалов (нанопорошки, т.д.). При этом размеры получающихся частиц определяются не только исходным веществом, но и условиями синтеза - плотностью, температурой и давлением ударной волны, параметрами волны разгрузки. Кроме того, одним из таких условий является начальная температура процесса.

В работе проводится сравнение результатов исследования методом малоуглового рентгеновского рассеяния образцов ультрадисперсного серебра, полученного ударно-волновым синтезом в криогенных условиях (в среде жидкого азота), и аналогичных образцов, полученных в обычных условиях (на воздухе, в среде воды или льда).

В качестве стартового вещества в синтезах использовалась серебряная соль N-оксида формонитрила. Преимуществом данного соединения оказывается то, что его разложение происходит количественно до металлического серебра и газообразных

продуктов (азот, окись углерода). Таким образом, получаемое ультрадисперсное серебро не содержит значительной примеси углерода (в т.ч., наночастиц алмаза или графита), характерных для некоторых стартовых материалов [1].

В работе так же рассматриваются другие стартовые вещества (аммиачные и гидразинные комплексы металлов, соли пероксодислот и т.д.), потенциально пригодные для ударно-волнового (детонационного) получения ультрадисперсных материалов. При этом, в зависимости от стартового вещества, возможен синтез частиц как индивидуальных металлов или их окислов, так и биметаллических систем.

Как альтернатива ударно-волновому синтезу, обсуждается применение жидкого хладагента при испарительном синтезе ультрадисперсных материалов (методами лазерной абляции, электронно-лучевого или дугового нагрева).

Кроме того, в работе предлагается схема построения многоэлементных биосенсоров, позволяющих регистрировать координаты осаждения на поверхность отдельных радиоактивных наночастиц (меток) за счет использования прямой чувствительности приборов с зарядовой связью (а так же КМОП-сенсоров) к рентгеновскому излучению и быстрым электронам.

[1] А.И. Анчаров, П.И. Зубков, П.И. Иванов и др. Получение наночастиц серебра и исследование динамики их развития при ударно-волновом нагружении стеарата серебра. Труды международной конференции "V Харитоновские тематические научные чтения", Саров, 17-21 марта 2003 г. Под редакцией А.Л. Михайлова. Саров: ВНИИЭФ, 2003, с. 141-144.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ГЛАДКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПЛЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ В ПЛАЗМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ТОКАМАКА Т-10

Н.Ю. Свечников, В.Г. Станкевич, И.И. Архипов, С.А. Грашин, К.И. Маслаков,
А.М. Лебедев, Л.П. Суханов, К.А. Меньшиков, Ю.В. Мартыненко

НИИ «Курчатовский институт», Москва, Россия

Проведена серия рентгеновских фотоэмиссионных исследований углеводородных пленок, переосаждаемых из разряда дейтериевой плазмы на стенки вакуумной камеры токамака Т-10. Образцы представляют собой толстые (толщина 20-30 мкм) чешуйки темно-коричневого цвета с высоким относительным атомным содержанием $D/C \approx 0,2-0,4$. Для пленок были получены обзорные фотоэлектронные спектры, измерены основные уровни $C1s$, $O1s$, рентгеновские Оже-электронные спектры, а также впервые были получены спектры валентной зоны (ВЗ). Измерения проводились для обеих сторон пленки – плазменной и пристеночной. Толстые пленки формировались в результате длительного воздействия как рабочих, так и чистящих индукционных разрядов низкотемпературной плазмы, когда первые составляли по общей длительности около 30 мин в год, а вторые – более 1000 час. Результаты сравнивались с измерениями тонких углеводородных пленок, полученных в специальных контролируемых условиях осаждения в той же камере токамака при воздействии только чистящих разрядов. Подобная процедура характеристики электронной структуры осадков может оказаться полезной для исследования других осаждаемых материалов, включая смешанные пленки и металлы (Ве, W, Fe, и т.д.) в рамках проектов ИТЭР и ДЕМО.

Исследование ВЗ позволило оценить величину запрещенной зоны E_g , а также обнаружить присутствие внутризонных состояний, образованных хвостами зон, типичных для неупорядоченных аморфных структур, а также дефектами (свободные валентности) и

примесями, образуемыми при воздействии различных разрядов и служащих центрами адсорбции изотопов водорода.

Обнаружены различия в электронной структуре обеих сторон пленок, особенно, в величинах E_g , sp^2 и sp^3 , в присутствии на пристеночной стороне микропримесей Fe2p (0,2 ат.%), Si2p (0,1 ат.%) и бóльшей доли N1s (1,4 ат.%). Ранее для другого типа чешуек (рыжего цвета с D/C \approx 0,5–0,6 и осажденных при более низких температурах) [1] наблюдались схожие различия, касающиеся зарядового состояния и колебательных мод C–D, C–N для обеих сторон пленки, а также обнаружены микропримеси металлов в объеме пленки.

Обнаружены отличия толстых пленок от пленок из чистящих разрядов в спектрах C1s и в Оже- спектрах S_{KLL} , дающих разные величины sp^2 , sp^3 , а также в элементном составе: у чешуек наблюдается превышение примеси азота и кислорода, соответственно, N1s (1,1 и 1,4 ат.%) против 0,5 ат.%, и O1s (9,1 и 9,2 ат.%) против 8 ат.%. Найденные различия в электронной структуре обусловлены более высокой температурой осаждения толстых пленок и эрозией стенок камеры при рабочих разрядах.

[1] Н.Ю. Свечников, В.Г. Станкевич, и др. Поверхность. 2008. №12. с.14.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ДИФРАКТОМЕТРИЯ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ СИНТЕЗЕ В ПОРОШКОВЫХ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ ОБЪЕМНОГО ВОСПЛАМЕНЕНИЯ

А. А. Попова¹, А. В. Собачкин¹, И. В. Назаров¹, В. И. Яковлев¹,
М. В. Логинова¹, А. А. Ситников¹, М. Р. Шарафутдинов², Н. З. Ляхов²

1) *Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия*

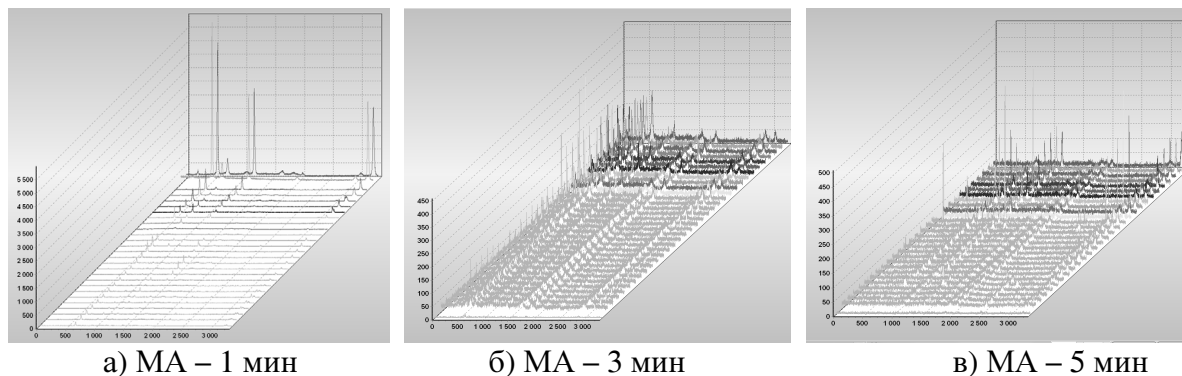
anicpt@rambler.ru, проспект Ленина, 46, г. Барнаул, 656038, Россия

2) *Институт ядерной физики СО РАН им. Г.Н. Будкера, г. Новосибирск, Россия*

Для более полного представления о развитии процессов фазовых превращений при синтезе механоактивированных систем необходимо знать закономерности протекания синтеза в динамических условиях. Для этого был проведен эксперимент с использованием индукционного нагревателя, адаптированного к методу динамической дифрактометрии. Исследования проводились в Институте ядерной физики СО РАН им. Г.Н. Будкера, г. Новосибирск, на станции 5b «Дифракционное кино» накопителя СИ ВЭПП-3. Непрерывная съемка дифрактограмм проводилась на монохроматическом излучении с длиной волны $\lambda=1,505$ А, в диапазоне углов сканирования 30-70°, с интервалом кадра в 10 с. Последовательность дифрактограмм позволяет проследить всю эволюцию фазообразования в процессе синтеза.

В качестве объектов использовались порошки титана марки ПТХ, размер исходных частиц титана составлял 80 мкм и порошки алюминия АСД -1 со средним размером исходных частиц 12 мкм. Соотношение компонентов соответствовало стехиометрии соединения Ti_3Al . Была проведена механическая активация (МА) смеси исходных порошков, соответствующая 1, 3 и 5 минутам.

На рисунке 1 представлена картина фазообразования при синтезе индукционным нагревом механоактивированной при разных временах смеси состава $3Ti+Al$.



а) МА – 1 мин

б) МА – 3 мин

в) МА – 5 мин

Рисунок 1. Картина фазообразования при синтезе механоактивированной смеси состава 3Ti+Al (ось абсцисс – 2 Theta, ось ординат – интенсивность).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие заключения: после трехминутной механоактивации уже с первой секунды начала реагирования компонентов образуются как устойчивые соединения Ti_3Al , $TiAl_3$, $TiAl_2$, так и метастабильные фазы Ti_9Al_{23} , Ti_5Al_{11} , Ti_2Al_5 , Ti_3Al_5 , сохраняющиеся и после реализации синтеза.

Предварительная механоактивационная обработка приводит к тому, что реакция высокотемпературного синтеза смеси исследуемого состава проходит без образования жидкой фазы, в режиме истинного твердофазного горения.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ УРИДИНФОСФОРИЛАЗ С ЛЕКАРСТВЕННЫМ ПРЕПАРАТОМ 5-ФТОРУРАЦИЛОМ

Сотниченко С.Е. Лашков А.А. Габдулхаков А.Г. Михайлов А.М.

Учреждение Российской академии наук Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова
РАН, Москва

Уридинфосфорилаза (UPh) – ключевой фермент реутилизационного пути метаболизма пиримидиновых оснований. Лиганды уридинфосфорилаз широко используются при лечении ряда опухолевых заболеваний. Одним из лигандов-лекарственных препаратов, широко используемых при химиотерапии, является 5-фторурацил. По литературным данным лиганды UPh также могут использоваться в качестве противопаразитарных и антибактериальных препаратов

Пространственная структура комплекса UPh из *Salmonella typhimurium* с 5-FUra определена методом рентгеноструктурного анализа с разрешением 2.15 \AA ($R_f=19.4\%$, $R_{free}=23.8\%$, $DPI=0.233 \text{ \AA}$) и принята в Protein Data Bank (PDB). ID PDB: 4E1V. Набор снят на источнике синхротронного излучения DESY, Гамбург. Установлено, что при связывании 5-FUra в активного центра белка-мешени происходит изменения конформации остатка Arg223, что, в свою очередь, приводит к изменению конформации функционально значимой петли L9. Таким образом, найден один из аспектов структурной основы функционирования уридинфосфорилаз.

Методом компьютерного моделирования решены структуры нативной UPh из *Y.Pseudotuberculosis* (*Yp.UPh*) и её комплекса с 5-FUra, также был проведен молекулярный докинг препарата в структуру уридинфосфорилазы из *Vibrio cholerae* UPh (*VcUPh*) (ID PDB: 3PNS). Полученные данные говорят об идентичности связывания 5-FUra с бактериальными фосфорилазами.

Данные докинга в совокупности с данными рентгеноструктурного анализа следует учитывать при рациональном конструировании новых лекарственных препаратов и при оптимизации схемы лечения.

Работа выполнена за счет средств базового бюджетного финансирования РАН и Государственного контракта № 16.512.11.2235
Сотниченко Сергей Евгеньевич, 119333, ИК РАН, Ленинский пр-т 59, Москва, Россия,
8-916-384-78-16, sombrios@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ МЕТАЛЛАМИ МЕТОДАМИ ДИФРАКЦИИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А. И. Анчаров^{1,2}, Григорьева Т.Ф.¹, Ляхов Н.З.¹

- 1) *Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия, ancharov@mail.ru, ул. Кутателадзе 18, Новосибирск, 630128, Россия.*
- 2) *Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия,*

Химическое взаимодействие между металлами происходит при разных современных технологических процессах: пайке, сварке, спекании порошков. В настоящее время идет активная работа по разработке припоев, не содержащих свинец и кадмий. Одним из направлений является разработка терморезистивных припоев, в которых взаимодействие между компонентами начинается после плавления самого легкоплавкого компонента, результатом такого взаимодействия является интерметаллид с температурой плавления превышающей температуру плавления легкоплавкого компонента на десятки и сотни градусов.

Механокомпозиты (МК) готовились в мехоактиваторе АГО-2. МК №1 получали из меди с 12 вес.% олова при 20 g в течении 2 минут; МК №2 готовился путем механохимического сплавления 8.5 г меди с 1.5 г олова при 60 g в течении 20 минут, МК №3 готовился из 8.8 г меди с 1.2 г индия, подвергавшихся механохимическому сплавлению при 60 g в течении 20 минут. Образцы для исследований готовились путем многократной прокатки фольг олова и индия с порошками меди и МК №1-3. Таким образом, образец представлял собой матрицу из легкоплавкого металла с вкрапленными частицами порошка. Фольга из образца толщиной 70 мкм зажималась между покровными стеклами и помещалась в печь. Такая подготовка образца позволяла проводить исследования как до температуры плавления легкоплавкого компонента припоя, так и выше температуры плавления.

Исследования проводились на станции 4-го канала СИ накопителя ВЭПП-3. Длина волны излучения 0.368 Å, для регистрации дифрагированного излучения использовался двухкоординатный детектор mag345 . Исследования проводились при двух режимах нагрева: 1- нагрев до температуры на 5°C ниже температуры плавления и выдержка при этой температуре до 6 часов, затем нагрев до 300°C; 2- нагрев до температуры на 5°C выше температуры плавления и выдержка при этой температуре до 6 часов, затем нагрев до 300°C.

В результате исследований было установлено, при температурах ниже температуры плавления активнее всего идет взаимодействие механокомпозита №1 с оловом с образованием интерметаллидов Cu_6Sn_5 и Cu_3Sn . За 6 часов медь и олово полностью прореагировали. При взаимодействии твердого раствора олова в меди (МК №2) с оловом взаимодействие сильно заторможено. Скорость взаимодействия чистой меди с оловом

занимает промежуточное положение. Взаимодействие меди с индием до температуры плавления, с образованием интерметаллида $Cu_{11}In_9$, идет медленнее, чем меди с оловом. А взаимодействие твердого раствора индия в меди (МК №3) не наблюдается, и начинается при температуре выше температуры плавления индия.

При быстром нагреве выше температуры плавления взаимодействие твердого металла с жидким идет путем растворения твердого металла или интерметаллидов в жидком, с последующей кристаллизацией из расплава. Об этом свидетельствует и вид дифракционных колец состоящих из отдельных рефлексов.

Таким образом, используя механокомпозиты с разной степенью мехактивации возможно менять скорость взаимодействия и морфологию фаз в термореактивных припоях.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СИСТЕМЫ ПОЧВА–РАСТЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ *LONICERA CAERULEA*

И.Г. Боярских¹, О.В. Чанкина², А.И. Сысо³, С.А. Худяев³

1) *Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия*

2) *Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск, Россия*

3) *Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия*

Разные виды растений обладают генетически закрепленным свойством до определенных пределов поглощать химические элементы. Видовая специфичность растений по элементному составу и их количественному содержанию представляет существенный интерес, как с теоретической точки зрения, так и при использовании их в качестве пищевого и лекарственного сырья. Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L.) – ценный ягодный кустарник. Популяции *L. caerulea* Горного Алтая характеризуются большим разнообразием условий произрастания. В связи, с чем актуально изучение особенностей накопления макро-и микроэлементов в жимолости синей в связи с их содержанием в почвах.

Валовое содержание элементов в почвах и растениях определялось методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ). Подвижные формы элементов из почв извлекали ацетатно-аммонийным буфером (рН=4,8).

На изученных участках наблюдались положительные корреляционные связи между валовым содержанием и содержанием подвижной формы К, Са, Zn, Cu, Ni и Pb в почвах. В зависимости от концентрации Са в связи с антагонизмом изменялась степень подвижности Mn, Fe и Sr. На разных участках отмечались как положительные, так и отрицательные корреляционные связи между валовым содержанием этих элементов и их подвижной формой. Взаимовлияние макро- и микроэлементов прослеживалась и при поглощении элементов растениями. Практически на всех участках отмечались тесные положительные корреляционные связи между содержанием в почве и растениях Zn и К. На отдельных участках существенные положительные или отрицательные корреляционные зависимости наблюдались по содержанию Ni, Cu, Са, Sr, редко Mn и Fe. Несмотря на высокий уровень варьирования большинства элементов в почве, их концентрация в растении оставалась достаточно стабильной.

Коэффициенты биологического накопления (КБН) элементов (отношение содержания их в сухой биомассе к концентрации подвижной формы в почве) показали, что накопление химических элементов в листьях жимолости, как правило, обратно пропорционально их концентрации в почве. Достоверно тесные отрицательные корреляционные зависимости между КБН и содержанием подвижной формы элементов в почве установлены для наиболее жизненно важных для растений элементов - Mg, К, Са, Fe, Mn, Cu, Zn, а также Li, Cd, Sr. Это объясняется генетически заложенной потребностью растений в некоторых элементах и их избирательным поглощением в конкретных условиях среды. Для жимолости самые высокие значения КБН характерны для микроэлементов Cu и Zn, интенсивное накопление которых является специфичной особенностью этого вида. Из макроэлементов наиболее интенсивно поглощались К, Mg и Са.

к.б.н. Ирина Георгиевна Боярских, irina_2302@mail.ru
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
ул. Золотогорная, 101, Новосибирск, 630090, Россия.

РФА СИ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПОРОДНЫХ И ВИДОВЫХ РАЗЛИЧИЙ В НАКОПЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ В ШЕРСТИ ЗУБРОВ И ЦЕННЫХ ПОРОД РОГАТОГО СКОТА, ЗАВЕЗЁННЫХ В ГОРНЫЙ АЛТАЙ

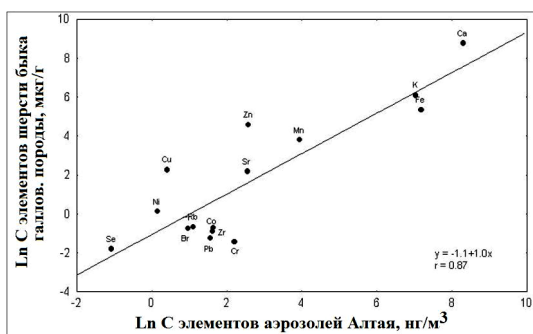
Т.И. Савченко¹, О.В. Чанкина¹, А.В. Бгатов², К.П. Куценогий¹

- 1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химической кинетики и горения СО РАН,
г. Новосибирск, 630090, ул. Институтская, 3, savchenko@kinetics.nsc.ru
2) Новосибирский государственный аграрный университет,
г. Новосибирск, 630039, ул. Добролюбова, 160, bgatovav@ngs

Научные исследования по изучению механизмов адаптации к новым условиям зубров, маралов, горных козлов, различных пород крупного рогатого скота в течение ряда лет проводятся в Горном Алтае на базе Алтайского экспериментального хозяйства (АЭХ) Института цитологии и генетики СО РАН, в поселке Черга. Вопрос о том, насколько успешно проходит акклиматизация той или иной породы или вида при перенесении его в генетически чуждые ему геолого-географические условия, имеет не только научное, но и значительный практический интерес. Это касается, например, зубров, которых осталось в мире всего несколько сот голов. На Алтае же беловежские зубры, как выяснилось, могут жить и размножаться. Степень адаптации той или иной породы или вида к новым условиям можно проследить, если сопоставить набор макро и микроэлементов в организме животного.

Целью данной работы являлось определение видовых различий в содержании ряда макро- и микроэлементов в организме крупного рогатого скота (серой украинской и галловейской пород) и зубров, обитающих на Алтае. Для этой цели мы использовали волосы животных. Многоэлементный состав образцов шерсти животных определяли методом РФА СИ на станции элементного анализа Института ядерной физики им. Г. И. Будкера (ИЯФ) СО РАН (накопитель ВЭПП-3). Измерены концентрации 16 элементов: К, Са, Сг, Мп, Fe, Со, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sr, Zr, Mo, Pb. Установлены достоверные межпородные и межвидовые различия в накоплении макро- и микроэлементов. Между серой украинской и галловейской породами скота наблюдается различие по концентрациям следующих элементов: Са, Мп, Br, Rb, Sr, а между зубрами и каждой породой крупного рогатого скота добавляются еще элементы: Сг, Fe, Со, Ni, Zr, Pb. Следовательно, чем большие генетические различия между данными травоядными животными, тем значительнее различия в содержании химических элементов.

Показано также, что многоэлементный состав волос и костной ткани диких животных тесно связан друг с другом и любой из них может служить оценкой влияния естественной и техногенной нагрузки.



Следует отметить, что поскольку важную роль в миграции химических элементов в биосфере играет атмосферный аэрозоль, методом корреляционного анализа мы показали наличие тесной взаимосвязи между совокупностью концентраций элементов, содержащихся в атмосферном аэрозоле, собранном в Горном Алтае, и в шерсти серой украинской или галловейской пород скота.

INVESTIGATION OF HAIRS, BONES, AND TEETH FROM THE ROYAL BURIALS OF XIONGNU (MONGOLIA) BY SRXRF AND EXAFS

V. Zvereva, V. Trunova, N. Polosmak, D. Kochubey, V. Krivencov

Between the 3rd and 2nd cc. BC the xiongnu state – the first nomadic empire of Central Asia – appeared. It united many nations of South Siberian, Far East and Central Asia. Archeological findings widen the knowledge about xiongnu culture. Despite the burials were totally robbed and anthropological material was rare, the burials in Noin-Ula mountains are one of the most informative cultural site of xiongnu. The burials of grand Xiongnu people are unique source of information due to the organic material discovered, namely human hair, teeth, bones, and textile fragments. There is also the great number of different metallic things in the burials. Hair material is rare finding for such a burial. It can give the information about the culture of buried people, their origin and adaptation to the environment. The SRXRF analysis of the organic findings from the burials of grand xiongnu people was carried out. The anomalous high Cu content in all hair samples was observed (0.1-1.6 %, by weight), the high Cu content was detected in tooth enamel either (up to 700 µg/g). EXAFS method were applied to determine the surrounding of Cu that can help to identify the character of Cu compounds.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ РФА-СИ ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗОВАННОГО В ПРОТОЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ, ПРОВЕДЕННОМ С ОТХОДАМИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.В. Еделев

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск*

EdelevAV@ipgg.nsc.ru, пр-т ак. Коптюга В.А., 3, г. Новосибирск, 630090, РФ.

При переработке руд образуется большое количество отходов (вскрышная порода, хвосты обогащения и др.), взаимодействие которых с атмосферными водами приводит к образованию дренажных стоков, содержащих высокие концентрации металлов (железо, цинк, медь, никель, кобальт и др.) и неметаллов (мышьяк, сурьма и др.), негативно влияющих на биоту водоёмов принимающих дренаж. Удобным подходом в определении масштабов вымывания элементов из отвалов является проведение натурных экспериментов по дренированию отходов природной водой. В проточных экспериментах моделируется взаимодействие вещества отвалов с дождевой водой.

В эксперименте были использованы пробы вещества клинкеров Беловского цинкового завода, хвостохранилищ (Талмовские пески, Дюков лог, Салагаевский лог) Салаирского горно-обогатительного комбината, отходов Бериккульского золотодобывающего завода (все объекты расположены в Кемеровской области). Пробоотбор осуществлялся с площади ~ 0.25 м² по ~5 кг после снятия верхнего слоя (около 10 см), затем пробы помещались в полиэтиленовые пакеты. В полевых условиях перед использованием в эксперименте материал был высушен, тщательно гомогенизирован и расквартован. В специальной установке через пробу (~100 г вещества, расположенного в виде цилиндра длиной 30 см) со скоростью 1.1-1.5 л/ч пропускали воду из Гавриловского водохранилища, расположенного также в Кемеровской области. По составу она относится к гидрокарбонатному кальций - магниевому типу с нейтральной (рН = 7.5) средой. Продолжительность эксперимента составляла ~ 24 часа, до соотношения «вода/порода» ~ 250:1. В процессе эксперимента измерялись значения рН в воде, вытекавшей

непосредственно из пробы, проводился отбор проб для элементного анализа в лаборатории. После окончания эксперимента вещество пробы было разделено на пять частей (по ~6 см и ~20 г), последовательно расположенных по ходу движения воды в веществе во время эксперимента. Полученные подпробы были высушены и проанализированы на содержание ряда элементов (Fe, Zn, Cu, Pb, Mn, Ca, K, Cd, As, Sb и др.) методом рентгенофлуоресцентного анализа с синхротронным излучением (РФА СИ). Процедура пробоподготовки включала сушку растертой порошкообразной пробы, гомогенизацию, взвешивание навесок по 30 мг и прессование в таблетки диаметром 5 мм под давлением 100 кг/см². Обработка эмиссионных спектров проводилась с помощью программы AXIL (Canberra Inc.). Анализ был проведен Колмогоровым Ю.П. (ИГМ СО РАН) на станции ВЭПП-3 Института ядерной физики СО РАН. В докладе представлено распределение элементов в веществе подпроб и предложено объяснение полученным данным.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ РФА-СИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КИСЛОГО ДРЕНАЖА ГЕОХИМИЧЕСКИМИ БАРЬЕРАМИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.П. Саева¹, Н.В. Юркевич¹, В.Г. Кабанник², Ю.П. Колмогоров²

¹ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск*

² *Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск*

В данных тезисах рассматривается принципиальная возможность использования природных фосфоритов и глин в качестве барьера по отношению к кислым высокоминерализованным дренажным потокам с мест складирования высокосульфидных отходов горнорудного производства на примере Беловского цинкового завода (БЦЗ, г. Белово Кемеровской области). Отходы предприятия являются продуктом пиromеталлургической переработки цинкового концентрата Салаирской свинцово-цинковой фабрики. Визуально отвалы представляют собой грубозернистый песок (50-65 % составляет фракция > 4 мм) типичного шлака, содержащего 0.7-15 % Zn, 0.3-8.5 % Cu, 0.03-0.7 % Pb и 2-400 г/т Cd. Дренажный раствор, вытекающий из хвостохранилища БЦЗ, характеризуется кислым значением рН (3.0-4.0) и высокими концентрациями токсичных элементов в растворе (суммарное содержание более 8 г/л). В течение длительного периода наблюдений за составом Беловского дренажа (1999-2011 г.г.) выявлена тенденция к увеличению концентрации сульфат-иона, Cu, Zn, Pb, Cd, As, Be, Sb, V, Se.

В представленных исследованиях авторы моделировали взаимодействие кислого дренажного раствора БЦЗ с природными глинами (каолинито-гидрослюдистые, Евсинское месторождение) и фосфоритами (основная фаза - фторапатит) с целью выявления возможности нейтрализации раствора, осаждения Cu, Zn, Cd, Ni. Статические эксперименты по взаимодействию растворов и барьеров проводили в течение 20 суток. В конические колбы с дренажом ежедневно добавляли порцию барьера (соотношения В/П в ходе эксперимента изменялось от 200-10), отслеживали изменение рН раствора. После завершения статического эксперимента барьер отфильтровали, высушили и в дальнейшем использовали для определения процента десорбции элементов (к барьерам добавили дистиллированную воду в соотношении В/П = 10). Методом РФА-СИ были определены концентрации широкого круга элементов в глинах и фосфоритах до начала и после окончания экспериментов.

В результате работы было установлено, что глины повышают рН раствора в среднем до 4.0, в то время как фосфориты могут поднять значение до 5.5 единиц (от начального рН = 3.5). Эффективность сорбции элементов на разных типах глин зависит от начального содержания микроэлементов, т.е «чистые глины» сорбируют больше металлов. Из всех исследуемых барьеров фосфориты оказались наиболее результативны в плане сорбции и удержания Cu, Zn, Cd, Ni.

Саева Ольга Петровна, saevaop@ipgg.nsc.ru

ИНГГ СО РАН, пр. акад. Коптюга, 3, 630090, Новосибирск

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Ю.Н.Маркова¹, Е.В. Кербер¹, В.В.Максимовская², К.В.Золотарев²

¹*Институт геохимии СО РАН им. А.П. Виноградова, Иркутск*

²*Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Новосибирск*

Исследование закономерностей распределения элементов в донных отложениях озер, отражающих изменения условий осадконакопления, а также изменения окружающей среды и климата является одним из приоритетных направлений науки. На сегодняшний день большое внимание уделяется изучению донных осадков озер Центральной Азии (Байкал, Хубсугул и др.), которое направлено на установление геохимических индикаторов изменения природной среды и климата всего континента.

Материалом для исследований послужили керны Ver 93/2 GC-24 (озеро Байкал) и GC-46 (озеро Хубсугул). Керн Ver 93/2 GC-24 был отобран гравитационной трубкой в районе Селенгино-Бугульдейской перемычки. Образец донных осадков оз. Хубсугул - в глубоководной части озера. Методами исследования являлись рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) и рентгенофлуоресцентный анализ с применением синхротронного излучения (РФА СИ). РФА был выполнен в Институте геохимии СО РАН. РФА СИ выполнен в Центре коллективного пользования «Сибирский центр синхротронного излучения» (Институт ядерной физики СО РАН).

Анализ данных, полученных по разрезу станции 24 (Ver 93/2 GC-24), показал, что для плейстоценового периода характерны повышенные содержания Al_2O_3 , TiO_2 , K_2O , MgO , в то время как содержания Na_2O , P_2O_5 , S, Sr, Zr повышаются в голоцене. Проведенные исследования донных отложений района Селенгино-Бугульдейской перемычки позволили сделать вывод, что вариации в химическом составе осадков отражают климатические изменения. Ледниковый период характеризуется повышенным содержанием Al, Ti, SiO_2 _{terr}, а межледниковый – Br, U. На примере оз. Хубсугул (GC-46) также было показано, что химический состав осадочного материала озера фиксирует изменения окружающей среды. Сопоставление полученных данных с распределением биогенного кремнезема по длине керна показало, что элементы Sr, Ca, Cr, Cu, также как и содержание SiO_2 _{bio} в осадке, маркируют переход от холодных условий к теплым. Таким образом, закономерности распределения элементов в донных отложениях отражают условия осадконакопления связанные с изменениями климата. На основе полученных данных проведены реконструкции окружающей среды и климата центрально-азиатского региона. Основные результаты представлены в докладе.

Работа выполнена при поддержке РФФИ проект № 09-05-90710.

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ТКАНЕЙ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPORHAE RHAMNOIDES L.*)

Г.М. Скуридин¹, Чанкина О.В.², Куценогий К.П.²,
Легкодымов А.А.³, Креймер В.К.¹

- 1) *Институт Цитологии и Генетики СО РАН, Новосибирск, Россия, skuridin@bionet.nsc.ru, пр.ак.Лаврентьева,10, 630090, Новосибирск, Россия.*
- 2) *Институт химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск, 630090, ул. Институтская, 3*
- 3) *Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, пр. ак. Лаврентьева,11, 630090, Новосибирск, Россия.*

Методом РФАСИ в тканях облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides L. ssp. mongolica Rousi*), произрастающей в эндемичной климатической зоне Сибири, впервые установлено абсолютное содержание и коэффициенты биологического поглощения (КБП) группы из 19 химических элементов: **K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Zr, Mo, Pb**. Метод позволил определить весь комплекс элементов в одной пробе материала, что дало возможность провести адекватный сравнительный анализ интенсивности их биологического поглощения из почвы и выявить ряд закономерностей.

Установлено, что облепиха весьма избирательно аккумулирует разные почвенные элементы, что свидетельствует об активной роли организма этого растения в их поглощении.

Все ткани облепихи (плоды, листья, кора и корневые клубеньки) по сравнению со средней фитомассой земной суши концентрируют:

- **Ti** (от 550% в плодах до 53 500 % в корневых клубеньках)
- **Nb** (от 500% в плодах до 64 000 % в корневых клубеньках)
- **Cr** (от 450% в плодах до 13 500 % в корневых клубеньках)
- **Zr** (от 165% в плодах до 100 000 % в корневых клубеньках).

Листья и корневые клубеньки облепихи избирательно накапливают:

- **Fe** (от 220 до 6 000% соответственно)
- **Sr** (более 400%)
- **Br** (150%).

Кора и корневые клубеньки облепихи избирательно накапливают:

- **Mo** (от 200 до 2 600% соответственно).

Корневые клубеньки избирательно накапливают также:

- **Co** (до 500%)
- **Ni** (350%)
- **V** (200%).

Установлено также, что ни одна из исследованных частей растений облепихи не концентрирует токсичные элементы - **Pb** (средний КБП около 60,3%) и **As** (средний КБП около 69,3%).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ШЛАМОУСТОЙНИКАХ И ВМЕЩАЮЩИХ ГРУНТАХ

О.В.Шемелина, А.Е.Богуславский, Ю.П.Колмогоров
Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН
630090, г.Новосибирск, пр-т ак.Коптюга, 3 тел. (383)330-45-02 e-mail:
shem@igm.nsc.ru

При создании прогнозных моделей выноса урана из техногенных систем необходимо определение уровней содержания урана в исходных шламах и степени концентрирования на вторичных геохимических аномалиях. Одними из типовых объектов являются законсервированные карты шламоустойников Ангарского электролизно-химического комбината. Для определения концентраций естественных радиоактивных элементов (ЕРАЭ) в законсервированных картах шламоустойника были пробурены скважины непосредственно сквозь законсервированные отстойники и подстилающие их грунты. Также были пройдены скважины во вмещающих грунтах, не подвергшихся воздействию шламоустойников (фон). Образцы грунта и шламов высушивались на воздухе, дополнительно измельчались и затем анализировались на содержание макро- и микроэлементов методом рентгено-флюоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения с регистрацией на Si(Li)-детекторе на станции элементного анализа ВЭПП-3 Института ядерной физики СО РАН.

В разрезе фоновой скважины представлены пески, супеси и суглинки, подстилаемые корой выветривания песчаника с единичными прослоями угля. Распределение ЕРАЭ (табл) в первую очередь зависит от гранулометрического состава грунтов. Более высокие концентрации отмечены в суглинках и супесях, а минимальные в песках и песчаниках коры выветривания. Максимальное содержание урана отмечается для прослоя углистого вещества. На участках законсервированных карт разрез представлен следующим образом: перекрывающий слой насыпного грунта (супесь, глина), уранил-карбонатные шламы, основание карты (асфальт, песок с включениями гальки), переслаивание супеси, суглинка и песка в естественном залегании, кора выветривания песчаника. Как видно, несмотря на гидроизоляцию карт, наблюдается обогащение ураном подстилающих грунтов.

Таблица концентрация урана и тория в фоновых и подстилающих отстойники грунтах.

Пробы	Th (г/г)	U (г/г)	Th/U
Суглинок (фон)*	7,1	1,1	6,5
Супесь (фон)	3,65 (2,5-4,8)	1,0 (<1-3)	3,7
Песок (фон)	4,3 (2,5-7,1)	<1 (<1-1,3)	<4,3
Кора выветривания (фон)	4,1 (1,8-7,2)	<1	<4,1
Углистое веществ (фон) о	3,8	31,5	0,1
Шламы	6,2 (2,1-16,1)	278,6 (30,5-878)	0,0
Основание карт	7,9 (1,5-11,6)	35,5 (2-124)	0,2
Супесь (подстилающая)	4,4 (3,6-5,1)	8,7 (6,4-11)	0,5
Суглинок (подстилающая)	6,4 (5,2-7,9)	2,9 (1,4-5,6)	2,2
Кора выветривания (подстилающая)	4,5 (3,8-5,5)	4,9 (<1-8,6)	0,9

Первая цифра – среднее содержание элемента, в скобках – граничные значения

* - единичное значение

Как в природных рудопоявлениях, так и в искусственно созданных хранилищах радиоактивных отходов, образование вторичных геохимических аномалий зависит от сформировавшихся геохимических барьеров. В данном случае это сорбционный (на алюмосиликатном веществе) и восстановительный (на органике) барьеры. Результаты проведенной оценки концентраций урана будут использованы для моделирования распространения уранового загрязнения.

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ХРОНИЧЕСКИХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПОПУЛЯЦИИ Г. НОВОСИБИРСКА

Э.Я. Журавская¹, К.П. Куценогий², Л.А. Гырголькау¹,
О.В. Чанкина², Т.И. Савченко², Л.В. Щербакова¹

1) ФГБУ «НИИ терапии» СО РАМН, Новосибирск, Россия

2) ИХКГ СО РАН, Новосибирск, Россия

В генезе хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) важная роль принадлежит таким факторам риска как: артериальная гипертензия, дислипидемия (ДЛП), ожирение, табакокурение, повышенное содержание глюкозы натощак, сахарный диабет, о роли макро- и микро элементов, как фактора риска, известно мало.

Материалы и методы: Была обследована репрезентативная подвыборка из 50 человек мужского пола в возрасте от 45 до 69 лет по международной программе НАРИЕЕ (Когортное исследование детерминант сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в Восточной Европе).

По критериям Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК, 2009) определены факторы риска ССЗ: артериальная гипертензия (АД<140/90 мм рт.ст.) у 58%; дислипидемии (ДЛП): гиперхолестеринемии (ГХС) - 44%, гиперхолестеринемии липопротеидов низкой плотности (гипер-ХС-ЛНП) - 30%, гипохолестеринемии липопротеидов низкой плотности (гипо-ХС-ЛВП) - 16%, гипертриглицеридемии (ГТГ) - 68%; табакокурение - 58%; ожирение (ИМТ, индекс Кетле >30 кг/м²) – 22%; повышенное содержание глюкозы натощак, в плазме, ммоль/л по критериям метаболического синдрома NCEP (National Centers for Environmental Prediction, 2001, глюкоза ≥6,1 ммоль/л) – 10%, IDF (International Diabetes Federation, 2005, глюкоза ≥5,6 ммоль/л) – 34%, сахарный диабет (ВОЗ, 1999) (глюкоза ≥7,0 ммоль/л) – 6%.

Рентгенофлуоресцентным анализом с использованием синхротронного излучения (РФА СИ) на станции ВЭПП-3 Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения РАН изучены 12 химических элементов, мкг/мл: К, Са, Fe, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Zr, Pb.

Результаты: У мужчин выявлено снижение химических элементов по сравнению с людьми, не имеющими соответствующих факторов риска ХНИЗ: Са (36,5±2,99 против 51,3±5,21 мкг/мл), Cu (0,60±0,06 против 0,79±0,06) при ГХС; Rb (1,01±0,04 против 1,40±0,06), когда повышено содержание глюкозы натощак (NCEP и IDF).

При корреляционном анализе выявлена обратная связь факторов риска и следующих химических элементов: САД и Se (r=-0,41); пульс и Са (r=-0,29), Cu (r=-0,30), Zn (r=-0,33); ОХС и К (r=0,34), Fe (r=-0,28); ХС-ЛНП и К (r=0,32), Fe (r=0,31) и глюкоза и Rb (r = -0,29) Не обнаружено связи химических элементов с возрастом, артериальным давлением, артериальной гипертензией, изолированным систолическим артериальным давлением (ИСАГ), изолированным диастолическим артериальным давлением (ИДАГ), индексом массы тела, ожирением, табакокурением.

Заключение: в популяции города Новосибирска выявлено снижение концентрации химических элементов Са, Cu при дислипидемии, Rb – при повышенном содержании глюкозы натощак. При определенных концентрациях химических элементов создается фон для развития факторов риска сердечно сосудистых заболеваний.

ИССЛЕДОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА РФА-СИ ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ВЛК. МУТНОВСКИЙ

Н.А. Абросимова¹, С.Б. Бортникова¹

1) Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

Взаимодействие «вода/порода» является одним из важнейших факторов гидротермального процесса, в том числе и рудообразующего [1]. Количественное описание закономерностей изменения пород невозможно без применения многоэлементного анализа их состава. Геохимическая характеристика методом РФА-СИ вмещающих пород совместно с данными о составе циркулирующих в них растворов дают возможность корректно определить закономерности гидротермального процесса. При гидротермальном изменении пород происходит образование новых минералов, сопровождающееся перераспределением химических элементов их отложением или рассеиванием. На вулкане Мутновский (Южная Камчатка, Россия) проявлено интенсивное изменение вмещающих пород. При движении кислых термальных растворов [2] через породы происходит выщелачивание различных элементов в соответствии с их подвижностью, а также образование вторичных минералов. Целью этого исследования было изучить поведение химических элементов при взаимодействии растворов газогидротермальных источников вулкана Мутновский с его вмещающими породами.

В ходе полевых работ 2005-2009 г. на вулкане Мутновском были отобраны пробы растворов и твердого вещества. Элементный состав растворов анализировался методом ИСП-АЭС. В обнажениях, вблизи выходов термальных растворов, были отобраны образцы гидротермально измененных пород. В различных частях вулканической постройки вулкана, также были отобраны образцы свежих пород. Основной силикатный состав пород определялся рентгенофлуоресцентным анализом. Для исследования поведения химических элементов при гидротермальном изменении вмещающих пород вулкана Мутновский был использован метод рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА-СИ) на экспериментальной станции элементного анализа (накопитель ВЭПП-3) ИЯФ СО РАН (аналитик Ю.П. Колмогоров – ИГМ СО РАН).

Сравнение концентрации элементов в измененных породах с содержанием элементов в неизмененных породах и растворах позволило выделить следующие группы элементов: Подвижные элементы: V, Cu, Ni, Cr, Sr, Se, Sn, Br; Привнесенные элементы: Te, Sb, Zn, Pb, Cu; Инертные элементы: Ge, Ga, Nb, Th, Zr.

[1] Алексеев В.А., Рыженко Б.Н., Шварцев С.Л., Зверев В.П., Букаты М.Б., Чарыкова М.В., Чудаев О.В. Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. – Издательство СО РАН, 2005. Т.1 – 244 с.

[2] Бортникова С.Б., Гавриленко Г.М., Бессонова Е.П., Лапухов А.С. Гидрогеохимия термальных источников вулкана Мутновский (Южная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. - 2008.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА МОРСКИХ И ОЗЕРНЫХ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Т.Н. Мороз, Н.А. Пальчик, Т.Н. Григорьева, А.В. Дарьин

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия*

Подводные железомарганцевые образования (ЖМО) рассматриваются как реальные источники марганца, содержание которого в них достигает 50%, а также таких металлов как кобальт, никель, цинк, медь, концентрации которых в ЖМО сопоставимы с концентрациями в рудах на суше. Марганец в донных отложениях находится в форме свободного гидроксида с высокой сорбционной активностью, что позволяет ему эффективно связывать множество элементов из морской воды (до трех четвертей таблицы Менделеева). Методами рентгено-флуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ), дифрактометрии, ИК спектроскопии изучены ЖМО донных отложений из различных по геологическому строению районов Охотского [1], Берингова морей и, для сравнения, озера Миассово, Южный Урал [2].

Показано, что изученные образцы значительно различаются как по структуре марганцевых минералов, так и по составу макро и микроэлементов.

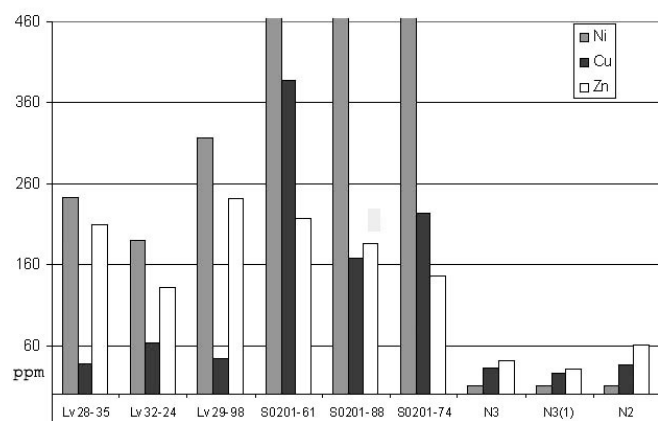


Рисунок 1. Гистограмма содержания Ni, Cu, Zn в образцах Lv Охотского моря (баритовая провинция впадины Дерюгина), SO201 Берингова моря и озера Миассово №2, 3.

Используемые методы и методические приемы позволили диагностировать в образцах Охотского моря преимущественно слоистый марганцевый минерал – 7.3\AA бернессит с примесью 9.7\AA бузерита I. В Беринговом море во

всех пробах присутствуют в основном 9.7\AA бузерит I и бузерит II, и лишь в одном случае выявлен асболоан. Состав двух образцов пресного озера Миассово представлен вернадитом и 9.7\AA минералами (бузерит-I, тодорокит). Метод РФА СИ показал, что в изученных ЖМО элементы и микроэлементы распределены крайне неравномерно. В образцах Берингова моря, в сравнении с Охотскими и озерными содержится на порядки больше редкоземельных элементов, а также Ni, Cu, Zn (рис.1), Fe, Y, Nb, As. Следует отметить, что в озерных ЖМО больше Ti и V. Высокая аномалия по Se для образцов Берингова моря свидетельствует о существовании окислительной обстановки, низкой скорости роста образований и об изменчивости состава морской воды в период их формирования..

[1]. Н.А., Пальчик Григорьева Т.Н., Мороз Т.Н., Деркачев А.Н., Гилянская Л.Г. Фундаментальные основы современного материаловедения. 2009. Т. 6. № 4. С.73-80

[2] А.С. Никандров., Ю.Б. Корнилов., Т.Н. Мороз., Н.А. Пальчик, и др. Металлогения древних и современных океанов-2012. Гидротермальные поля и руды (мат-лы XVIII научной молодежной школы). Научное изд. Миасс: ИМин УрО РАН. 2012. С. 98 – 100.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РФА СИ В ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СИБИРСКИХ ВИДОВ РОДА *PENTAPHYLLOIDES* HILL

Е.П.Храмова¹, О.В.Чанкина², К.П.Куценогий²

¹Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

²Институт химической кинетики и горения, Новосибирск, Россия

В докладе приводятся результаты исследования элементного состава 4-х сибирских видов рода *Pentaphylloides* Hill: *P. fruticosa* – пятилистник кустарниковый, *P. davurica* – пятилистник даурский, *P. x mandshurica* – гибрид пятилистника манчжурского и *P. parvifolia* – пятилистник мелколистный. Растения трех первых видов выращиваются в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН, *P. parvifolia* произрастает в республике Горный Алтай. Полученные данные могут быть использованы как в качестве хемотаксономических маркеров, так и для выявления видов с высоким содержанием макро- и микроэлементов.

Для анализа брали среднюю пробу листьев, стеблей и цветков однолетних побегов. Определение элементов проводили методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ) на станции элементного анализа в Институте ядерной физики СО РАН (накопитель ВЭПП-3).

Установлено, что наибольшее содержание элементов накапливается в листьях, наименьшее – в стеблях, за исключением растений *P. davurica*, у которого минимум обнаружен в цветках. Сумма макроэлементов (К, Са) максимальна в надземных органах *P. x mandshurica*, а общее содержание микроэлементов – в листьях *P. fruticosa*. Концентрация элементов в листьях *P. davurica* ниже в 1.1-1.9 раз по сравнению с остальными исследованными видами.

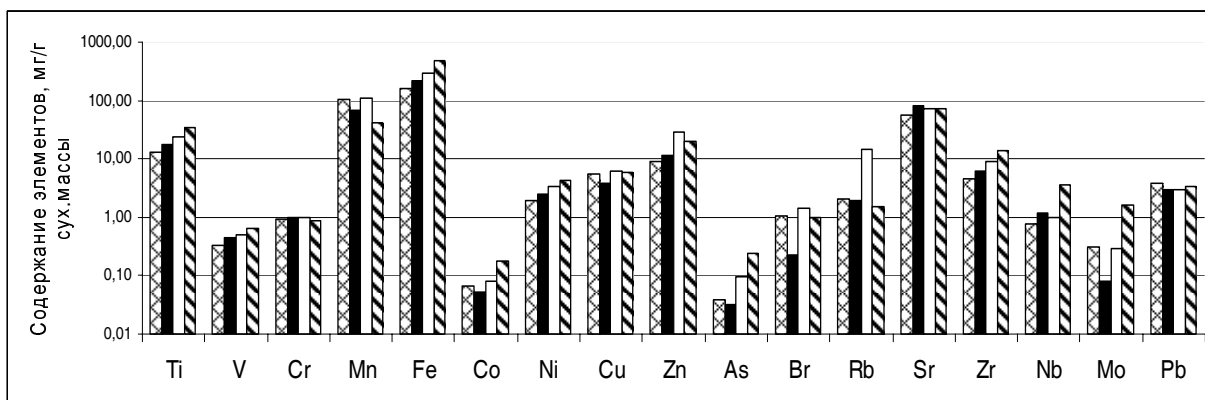


Рис. Содержание элементов в листьях растений рода *Pentaphylloides*

▨ *P. davurica* ■ *P. parvifolia* □ *P. x mandshurica* ▤ *P. fruticosa*

Выявлено, что в листьях *P. x mandshurica* по сравнению с другими видами накапливается больше К, Cu, Zn, Rb, Br, Mn; в листьях *P. fruticosa* – больше Ti, V, Fe, Co, Ni, As, Zr, Nb, Mo; *P. parvifolia* – Са и Sr; *P. davurica* – Pb (Рис.).

Установлено, что каждому исследованному виду соответствуют свои определенные концентрации элементов, которые характеризуют вид и могут применяться при сравнительном анализе других видов, а так же быть использованы в базе данных. У *P. fruticosa* и *P. x mandshurica*, вне зависимости от органа, достаточно высокое содержание микроэлементов, что выделяет их среди других видов.

Храмова Елена Петровна, khramova@ngs.ru

ЦСБС СО РАН, ул. Золотодолинская 101, 630090, Новосибирск

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИИ МУССОННОГО КЛИМАТА И ПАЛЕООКЕАНОЛОГИИ ШЕЛЬФОВ НА ОСНОВЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО РФА СИ ОСАДОЧНЫХ ЗАПИСЕЙ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ).

К.И. Аксентов¹, А.С. Астахов¹, В.А. Сатарова¹, А.В. Дарьин², И.А. Калугин²

¹ТОИ ДВО РАН, Владивосток

²ИГМ СО РАН, Новосибирск

В настоящее время элементный микроанализ на пучках СИ успешно применяется для палеореконструкции климата на основе осадочных записей в пресных озерах, солоноватоводных эстуариях, лагунах и закрытых заливах. Для открытых морских шельфовых акваторий, имеющих неограниченный водообмен с открытым морем, интерпретация результатов усложняется наложением сигналов идущих с суши, с терригенным веществом, и с моря под влиянием водных масс различной гидрохимии и биопродуктивности. В условиях муссонного климата это еще более усложняется неравномерностью терригенного сноса между летним и зимним муссонами и приходом тропических циклонов и ураганов. Дополнительно прибрежная зона моря часто подвержена интенсивному антропогенному воздействию.

Проведенные с использованием РФА СИ в Сибирском центре синхротронного излучения исследования осадков Амурского залива Японского моря, накопившихся за последние 200 лет, позволяют наметить несколько возможных путей выделения и использования палеоклиматических сигналов суши в морских отложениях. Наиболее перспективным представляется использование сигналов сезонной аноксии (Mo, Mo/Mn, U, V), которая распространяется в наиболее сухие и теплые годы на аванделту реки Раздольная из центра залива (рис.1). Это обусловлено смещением зоны смешения морских и речных вод и, соответственно, максимальной биопродуктивности, в сторону устья реки при малом ее водном стоке. В этой зоне на поверхности дна накапливается органическое вещество, на окисление которого и расходуется, кислород придонных вод. Дополнительно здесь усиливается стратификация вод из-за высокой температуры поверхностного распресненного слоя и подтоком придонных относительно холодных и соленых вод открытого моря.

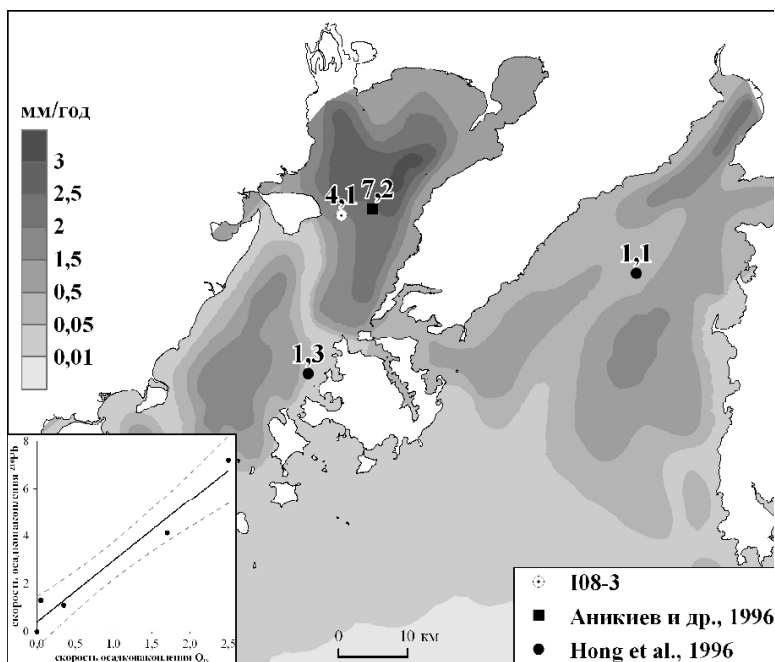


Рис.1 Схема станций в амурском заливе.

В Амурском заливе на расстоянии 10 км от устья реки Раздольной, проявлена отчетливая обратная корреляция между содержаниями Mo, U, V, значением Mo/Mn в осадках, накопившихся в различные годы, и величиной водного стока реки Раздольной за период наблюдений с 1958 г (рис.2, 3).

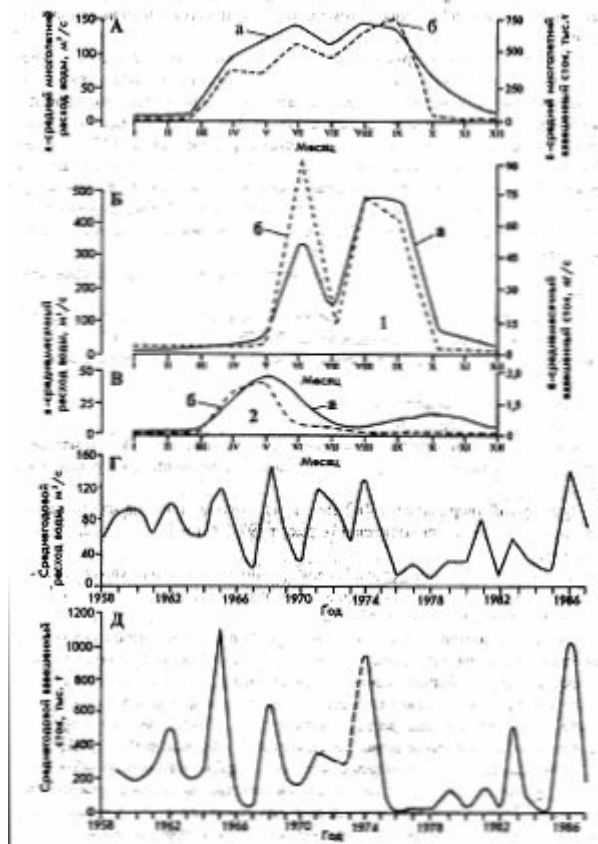


Рис.2 Временная изменчивость твердого и водного стока р.Раздольная.

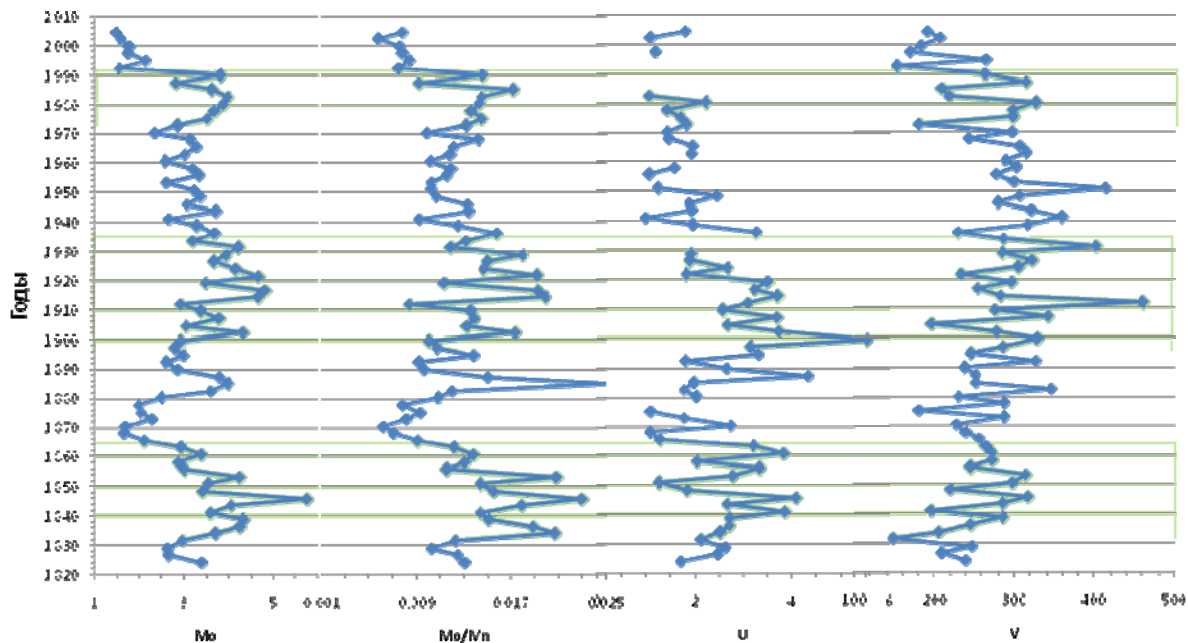


Рис.3. Геохимические индикаторы, маркирующие интенсивность стока р. Радольная в период 1820-2010 гг.

За время, охарактеризованное седиментационными записями выделяются три этапа минимального стока реки (1835-1862, 1898-1932, 1972-1990 г.г.), проявляющиеся с

периодичностью 60-70 лет. Антропогенное воздействие на акваторию регистрируется сигналами Pb, Zn, Hg, Cu. Они появляются в начале XX века и усиливаются до 1990 г. с последующим незначительным снижением.

Работа выполнена при использовании оборудования ЦКП СЦСТИ, финансовой поддержке Минобрнауки России и грантов Президиума СО РАН (ИП-34, ПП-34).

INVESTIGATION OF HAIRS, BONES, AND TEETH FROM THE ROYAL BURIALS OF XIONGNU (MONGOLIA) BY SRXRF AND EXAFS

V. Zvereva¹, V. Trunova¹, N. Polosmak², D. Kochubey³, V. Krivencov³

¹ *A.V. Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry SB RAS, Lavrentyev Ave. 3, Novosibirsk 630090, Russia*

² *Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Lavrentyev Ave. 17, Novosibirsk 630090, Russia*

³ *Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Lavrentyev Ave. 5, Novosibirsk 630090, Russia*

Between the 3rd and 2nd cc. BC the xiongnu state – the first nomadic empire of Central Asia – appeared. It united many nations of South Siberian, Far East and Central Asia. Archeological findings widen the knowledge about xiongnu culture. Despite the burials were totally robbed and anthropological material was rare, the burials in Noin-Ula mountains are one of the most informative cultural site of xiongnu. The burials of grand Xiongnu people are unique source of information due to the organic material discovered, namely human hair, teeth, bones, and textile fragments. There is also the great number of different metallic things in the burials. Hair material is rare finding for such a burial. It can give the information about the culture of buried people, their origin and adaptation to the environment. The SRXRF analysis of the organic findings from the burials of grand xiongnu people was carried out. The anomalous high Cu content in all hair samples was observed (0.1-1.6 %, by weight), the high Cu content was detected in tooth enamel either (up to 700 µg/g). EXAFS method were applied to determine the surrounding of Cu that can help to identify the character of Cu compounds.

ГЕОХИМИЯ ГОДОВОГО ЦИКЛА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ОЗ. ШИРА (ХАКАССИЯ) ПО ДАННЫМ СКАНИРУЮЩЕГО РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО МИКРОАНАЛИЗА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ 20 – 200 МКМ НА ПУЧКАХ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ВЭПП-3 И BESSY-II.

А.В. Дарьин¹, И.А. Калугин¹, Я.В.Ракшун², В.В. Максимовская², Zizak Ivo³

¹*ИГМ СО РАН,* ²*ИЯФ СО РАН*

³*Helmholtz Zentrum Berlin für Materialien und Energie*

Донные осадки озера Шира содержат годовые слои (варвы) мощностью 0,5-2,0 мм. Годовая природа этих слоев подтверждается изотопными исследованиями – распределением активности техногенного изотопа ¹³⁷Cs. Максимум активности ¹³⁷Cs на глубине 90-95 мм маркирует в керне донных отложений интервал 1961-63 гг. – период т.н.

глобальных выпадений, связанных с атмосферными испытаниями ядерного оружия на Новоземельском полигоне. Подсчет слоев выделяемых визуально и по геохимическим индикаторам дает оценку для этого временного интервала – 91-93 мм от границы вода-осадок (время отбора керна – 2010 г.) (рис.1).

Цель данной работы – изучение геохимического состава современных годовых слоев с получением детальной информации о сезонных вариациях микроэлементов, созданием модели годового цикла осадконакопления, выделением климатических индикаторов и установлением количественных зависимостей состава осадка от инструментальных метеорологических данных.

Измерения проводились на экспериментальных станциях «Элементный анализ» (ВЭПП-3, Новосибирск) и Mu-Spot (BESSY-II, Берлин). Использовалась энергия возбуждения от 6 до 19 кэВ. Фокусирующая рентгеновская оптика позволяла получать пятно возбуждающего излучения от 20 до 200 мкм. Были детально исследованы 15 годовых слоев от 1977 до 1992 гг. с определением следующих элементов: Si, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, Sr. Были найдены геохимические индикаторы, маркирующие начало и конец каждого годового слоя – Ca/Sr и Br/Rb отношения. Детальные исследования внутреннего строения годовых слоев позволило создать литолого-геохимическую модель осадконакопления в озере Шира и выделить климатически коррелированные микроэлементы. Показано, что годовые содержания Sr и Ca определяются объемом весеннего паводка – суммой атмосферных выпадений с ноября прошлого по апрель текущего года (корреляция +0,76 для Sr и 0,83 для Ca).

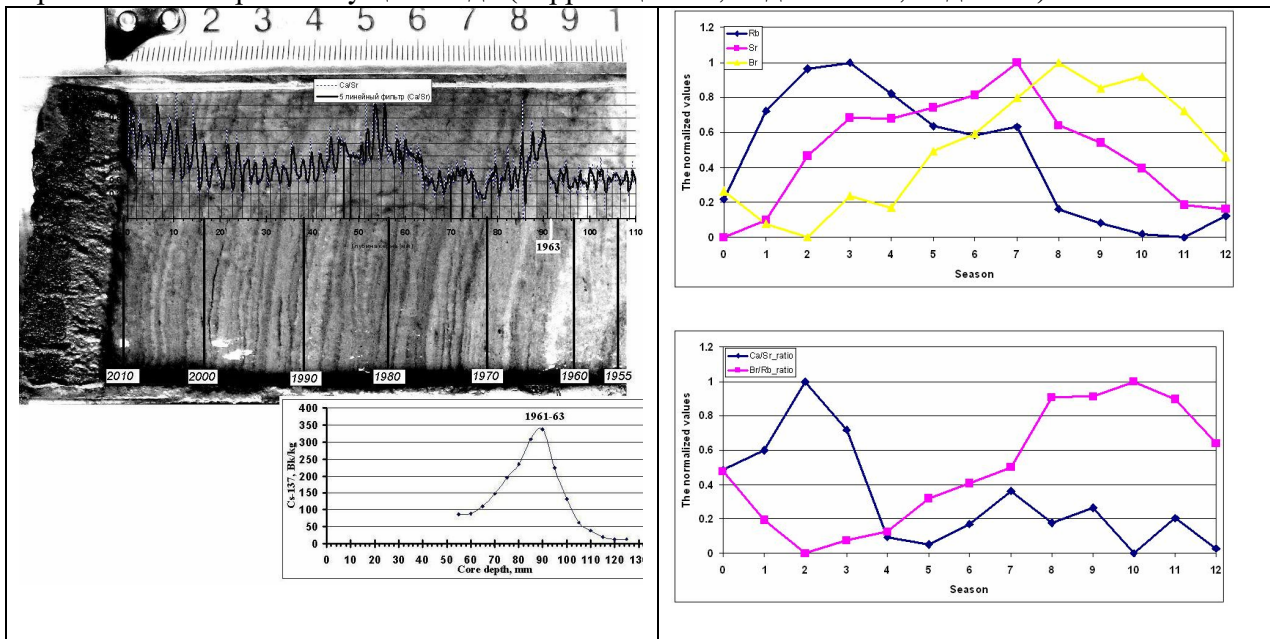


Рис.1 Временная модель, основанная на подсчете годовых слоев, совпадает с данными изотопных исследований – временной интервал 1961-63 гг. на глубине 91-93 мм.

Рис.2а. Внутригодовое распределения терригенных (Rb), хемогенных (Sr) и биогенных элементов (Br) позволяет создать модель осадконакопления.

Рис.2б. Геохимические индикаторы, маркирующие начало и конец годового слоя в донных осадках оз. Шира.

ОБ АЛГОРИТМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТЫ ФОТОНА В РЕНТГЕНОВСКОМ ДЕТЕКТОРЕ ОД-ЗМ

И.Л. Жогин¹, В.В. Жуланов², В.М. Титов²

1) *Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия*

2) *Институт ядерной физики СО РАН им. Будкера, Новосибирск, Россия*

Координата фотона в газовом рентгеновском детекторе ОД-ЗМ определяется по центру облака заряда, наведенного на полосковую структуру (состоит из более чем полусотни полосок). Размер облака превышает ширину полосок (4 мм; и 30 мм – вдоль траектории фотонов), и его центр определяется по оцифрованным сигналам с трех соседних полосок – центральной, b , где сигнал максимален, и двум соседним, a и c .

Хорошей оценкой для координаты в рамках текущей полоски может служить (за единицу длины удобно взять полуширину полоски) следующее выражение:

$$x = (c - a)/(2b - c - a), \quad -1 \leq x \leq 1 \quad (b \geq c, a). \quad (1)$$

Эта «квази-координата» зависит монотонно от разницы $c - a$, и меняет знак (антисимметрична) при перестановке $c \leftrightarrow a$, т.е. зеркальном отражении относительно центра полоски. Точная координата $z(x)$ должна быть некой нечетной, монотонной функцией, т.е. $z(-x) = -z(x)$, $z' > 0$. Каждая полоска разбивается на 64 псевдоканала одинаковой ширины (z -ширины), и количество фотонов, попадающих в эти псевдоканалы, накапливается в памяти детектора. Соответствующие квази-координаты границ псевдоканалов, x_α , проще определять опытным путем, сканируя тонким пучком (или наоборот, тенью от тонкой проволоочки).

[Можно указать менее удачный пример квази-координаты: $x^* = x(1 + a |x| + \dots)$; хотя требования антисимметрии и монотонности здесь выполнены, но есть особенность (разрыв второй производной) в нуле. Такого рода особенность может также возникать в результате ошибок дискретизации.]

Все же у алгоритма (1) имеется недостаток: на краях полоски, левой или правой (где $b \sim c$), он не (анти)симметричен относительно зеркального отражения на этом краю. Так, отражение на правой границе отвечает перестановке $c \leftrightarrow b$ (а также $d \leftrightarrow a$, где d следует за c). Этим, по-видимому, можно объяснить появление на границах полосок небольших скачков (в координатном распределении фотонов; как проявление неустойчивости алгоритма при температурных уходах электроники, например).

Требуемую антисимметрию на границе имеет следующая квази-координата (с единичным смещением; для правой половины полоски, т.е. $0 \leq x \leq 1$), см. также (1):

$$x_R = 1 + (c - b + d - a)/(b + c - a - d) = 1 + (c^+ - a^+)/(2b^+ - c^+ - a^+); \quad (2)$$

здесь введены смещенные (на 1) псевдо-полоски $a^+ = (a + b)/2$, $b^+ = (b + c)/2$, и т.д. Аналогичное выражение можно получить для левой половины.

Теперь задача состоит в том, чтобы представить новую координату, y , в виде комбинации выражений (1) и (2), где x и x_R входили бы с разными весами, чтобы в центре полоски преимущество было у первого варианта, а на краю – у второго. То есть

$y = \mu_1 x + \mu_2 x_R$, $\mu_1 + \mu_2 = 1$; аргументом функций μ_i может быть либо y , либо, что гораздо проще, $(x + x_R)/2$. Рассматривается несколько вариантов выбора весовых функций – с точки зрения удобства вычислений, а также дифференцируемости итоговой координаты как в центре полоски, так и на ее краях (например, $\mu_2 = (x + x_R)/2$, или $\mu_2 = 2y^2 - y^4$).

Жогин Иван Львович (zhogin.narod.ru)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОНОВ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ ВДОЛЬ ГРАНИЦЫ МЕТАЛЛ-ДИЭЛЕКТРИК-ВОЗДУХ

В.В. Герасимов^{1,2}, Б.А. Князев^{1,2}, И.А. Котельников¹, Н.А. Митина²,
А.К. Никитин³, Г.Н. Жижин³

1) *Институт Ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия*

2) *Новосибирский государственный университет СО РАН, Новосибирск, Россия*

3) *Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва, Россия*

Исследованы характеристики поверхностных плазмонов (ПП), распространяющихся вдоль границы золото-диэлектрик. Плазмоны генерировались «рупорным методом» [1] с помощью плоскопараллельного волновода (ППВ). Этот метод возбуждения позволяет эффективно преобразовывать объемную волну в поверхностный плазмон. Источником монохроматического терагерцового излучения служил Новосибирский лазер на свободных электронах (НЛСЭ). Объемная волна вводится в ППВ, образованный призмой и поверхностью образца, на выходе из которого за счет дифракции преобразуется в ПП (рис. 1). Образец и нижние грани призмы покрыты микронным слоем золота. Для улучшения связи ПП с образцом, на его поверхность дополнительно наносились слои диэлектрика ZnS толщиной 0.1-1 мкм. Чтобы разделить объемную и поверхностную волны, образцы на одном из концов имели плавный изгиб, соединяющий две плоские грани поверхности образца (рис. 1, а-б). Для измерения зависимости интенсивности волны ПП от длины пробега использовалась специальная конфигурация с 45° -зеркалом (рис. 1 а, пунктирная линия).

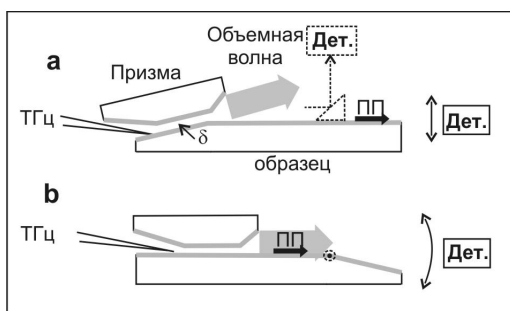


Рис. 1. Экспериментальные конфигурации: а – “стандартная геометрия”, б – “обратная геометрия”.

На торце образца ПП трансформировался в объемную волну, которая детектировалась с помощью двух систем. Первая система состояла из линзы ТРХ ($f = 50$ мм) и неохлаждаемого матричного микроболометрического приемника (320x240, $NEP \sim 2 \cdot 10^{-10}$ Вт/Гц^{1/2}). Данная схема использовалась для записи изображений волнового фронта вблизи поверхности образца. Локальная интенсивность ТГц излучения в свободном пространстве измерялась оптико-акустической ячейкой Голея с входной щелью шириной 0.2 мм. Сигнал с приемника регистрировался синхронным усилителем SR-830.

Результаты проведенных экспериментов следующие. 1) Интенсивность свободной волны, сорвавшейся с прямоугольного торца, достигает максимума на расстоянии около 1 мм от поверхности образца. 2) Положение данного максимума зависит от толщины слоя ZnS . 3) Аналитические расчеты, выполненные для прямоугольного торца методом Зоммерфельда-Малужинеца, достаточно хорошо согласуются с экспериментальными результатами, приведенными выше. 4) Интенсивность волны ПП экспоненциально спадает в зависимости от длины пробега L .

[1] M. Gong, T.-I. Jeon and D. Grischkowsky, “THz surface wave collapse on coated metal surfaces”, *Optics Exp.*, vol. 17, 2009, 17088.

СИСТЕМА РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЛСЭ

Н. А. Винокуров, А. В. Репков, Т.В. Саликова

Институт ядерной физики им Г Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия.

salikova@inp.nsk.su

Новосибирский мощный лазер на свободных электронах создан на базе четырехдорожечного ускоритель-рекуператора, который позволяет получать пучки электронов с энергией от 10 МэВ до 42 МэВ и средним током 150 мА. ЛСЭ работает в диапазоне длин волн от 5 до 240 микрон. Пучок электронов с энергией 1.5 МэВ инжектируется в микротрон-рекуператор в ускоряющей фазе проходит ВЧ систему и попадает в ондулятор. В ондуляторе происходит генерация ЛСЭ излучение и далее в замедляющей фазе пучок проходит ВЧ, замедленный пучок с энергией 1.5 МэВ попадает в медный поглотитель. Рекуперация пучка в ВЧ системе позволяет значительно снизить уровень радиации.

Система радиационного контроль ЛСЭ осуществляет мониторинг радиации в рабочих помещениях и ускорительном зале. До двадцати газонаполненных датчиков, регистрирующих фотонную радиацию, можно разместить в ускорительном зале и восемь датчиков в помещениях, где находится обслуживающий персонал. Ежедневно программная часть системы ведет бортовой журнал, где фиксируются показания всех радиационных датчиков, бортовые журналы помещаются в архив для дальнейшей обработки собранной информации. Программная часть системы осуществляет визуализацию радиационной обстановки, и по показаниям датчиков, расположенных в ускорительном зале можно следить за прохождением пучка. Т.к. если часть пучка попадает на стенки, повышается уровень радиации.

РАЗВИТИЕ МЕТОДА РЕФРАКЦИОННОЙ ТОМОГРАФИИ НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Е.С.Коваленко¹, А.А.Калоян¹, П.А.Лытаев¹, А.В.Пахневич², К.М.Подурец¹

¹ НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

² Палеонтологический институт им. А.А.Борисяка РАН, Москва, Россия

В исследовании трехмерного строения объектов различного происхождения зачастую возникает задача усиления контраста. Одним из способов решения этой проблемы является применение фазоконтрастных методов получения проекций объекта с последующим томографическим восстановлением. На Курчатовском источнике синхротронного излучения в условиях ограниченной когерентности предпочтительно использовать рефракционную схему усиления контраста на основе двухкристальной схемы. В данной работе приводятся результаты эксперимента на модельном объекте. Использовалась двухкристальная схема с асимметричным отражением, позволяющим работать с приблизительно равноосным полем зрения. Развита методика определения показателя преломления, основанная на описании формы объекта по стандартной томографической реконструкции с последующим моделированием отдельных рефракционных проекций.

Развитый метод был применен для исследования некоторых палеонтологических объектов, для которых проблема недостатка контраста является актуальной. Сравнение результатов рефракционной томографии на синхротронном излучении с исследованием на стандартном лабораторном томографе показывает существенный рост информативности изображений за счет рефракционного контраста.

Коваленко Екатерина Сергеевна

123182 Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1.

Тел.: (499)196-73-51; E-mail: kovalenko_es@mail.ru

СТАТУС СТАНЦИЙ НА БАЗЕ РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИХ ТРАНСФОКАТОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУР И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ.

Корнеев В.Н.¹, Шлектарев В.А.², Забелин А.В.³, Ланина Н.Ф.², Аульченко В.М.⁴,
Толочко Б.П.⁵, Арискин Н.И.¹, Вазина А.А.²

- 1) *Институт биофизики клетки РАН, Пущино, Россия*
- 2) *Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, Россия*
- 3) *РНЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия*
- 4) *Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия*
- 5) *Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия*

В работе приведены результаты создания инструментально-методического оборудования и адаптации традиционных подходов на основе использования синхротронного излучения (СИ) для исследования методами рентгеновской дифракции наноструктурной организации уникальных конструкций биологических систем различной функциональной направленности. Использовано СИ накопителей «ВЭПП-3» и «Сибирь-2» двух Российских центров коллективного пользования - Сибирского (ИЯФ СО РАН, СЦСТИ, Новосибирск) и Московского (НИЦ «Курчатовский институт», НБИК центр, Москва). Разработка и модернизация оборудования проводилась на основе модульного принципа конструкций нескольких поколений дифрактометров при выполнении следующих основных требований: монохроматизация пучка СИ в требуемом спектральном диапазоне; обеспечение регистрации рассеянных потоков в малых и больших углах дифракции (SAXS/WAXS); создание быстродействующих детекторов и двухкоординатных систем регистрации дифракционных картин текстурированных биообъектов. Данный подход позволяет адаптировать рентгенооптические схемы станций к условиям различных источников СИ, параметры спектров которых варьируют в широких пределах.

На рис.1 приведены обобщенные результаты, полученные на станции по методиками SAXS/WAXS. Показано, что при энергии ~ 8 КэВ осуществлена двухкоординатная регистрация рефлексов в диапазоне углов $2\theta \approx 800 \div 2,5$ млрд.

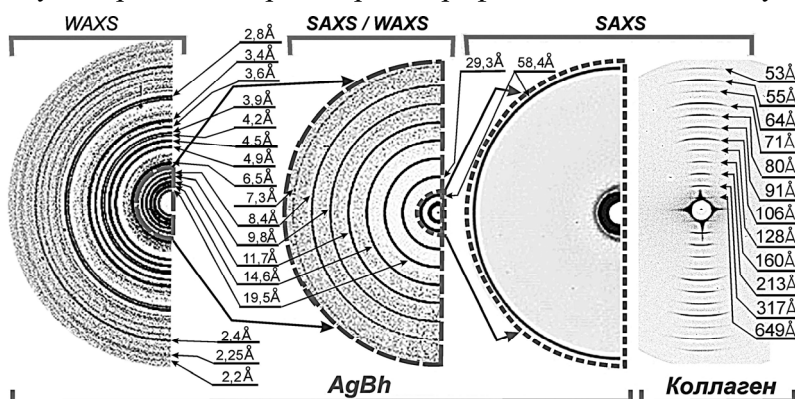


Рис.1. Результаты регистрации бегената серебра AgBh ($C_{22}H_{43}O_2Ag$) и коллагена сухожилия хвоста крысы (~ 8 КэВ).

Приводятся экспериментальные результаты проводимых широкомасштабных исследований протеогликановых систем слизей, межклеточного матрикса биологических тканей и широкого спектра конструкций белков шелка, что демонстрирует возможности созданных методов рентгендифракционных исследований наноструктурной организации различных биологических объектов.

Работы выполняются при поддержке грантов РФФИ № 10-02-01121 и № 11-02-00706.

МНОГОСЛОЙНАЯ ОПТИКА ДЛЯ СТЕНДОВ ПРОЕКЦИОННОЙ КОРТКОВОЛНОВОЙ НАНОЛИТОГРАФИИ

Н.Н. Салашенко, Н.И. Чхало

salashch@ipm.sci-nnov.ru 603950, г.Н.Новгород, ГСП-105,

Институт физики микроструктур РАН

Доклад посвящен физическим и технологическим проблемам изготовления и тестирования, и новым применениям в коротковолновом диапазоне (3-60 нм) оптики, обеспечивающей дифракционное качество изображений. Такая оптика востребована для задач проекционной нанолитографии, высокоразрешающей рентгеновской микроскопии, рентгеновской астрономии, представляет интерес для формирования сверхсильных электромагнитных полей. Сообщается о состоянии этих исследований в мире и о последних разработках в этой области, проводимых в ИФМ РАН.

Для реализации оптики дифракционного качества для коротковолнового диапазона необходимо высоких требований к форме поверхностей зеркал и аберраций оптических систем в целом. Согласно критерию Марешаля для достижения дифракционного качества изображений среднеквадратичные аберрации объектива должны удовлетворять условию $RMS_{obj} < \lambda/14$, что для рассматриваемого диапазона составляет $\sim 0,3-1,0$ нм, а для отдельных оптических элементов схемы может достигать 0,1 нм. Необходимо отметить, что условие на RMS_{obj} носит интегральный характер, т.е. деформации волнового фронта проинтегрированы по всему спектру пространственных частот $10^{-6} - 10^3$ мкм⁻¹. Поэтому ключевыми являются проблемы измерения формы и шероховатостей оптических поверхностей с чувствительностью на субангстремном уровне при абсолютной точности измерений на уровне 0,1 нм и изготовления таких оптических элементов. Проблема существенно усложняется тем, что, как правило, оптические элементы имеют асферическую форму.

Для аттестации формы оптических поверхностей в работе применяется разработанный в ИФМ интерферометр с дифракционной волной сравнения, в котором для увеличения числовой апертуры до $NA=0,3$ в качестве источника эталонной сферической волны используется одномодовое волокно с субволновой выходной апертурой. Это позволило развивать адекватные методы изготовления оптики с субнанометровой точностью. При изготовлении подобной оптики на первом этапе с использованием стандартных методов полировки и аттестации формы и шероховатости производится изготовление супергладкой поверхности, на втором этапе производится коррекция формы поверхности до субнанометровых точностей с помощью локального ионно-пучкового травления и/или вакуумного напыления тонких пленок.

Решена задача нанесения и прецизионной рефлектометрии многолойных структур для зеркал для $\lambda=13,5$ нм на подложках со сложной формой поверхности и апертурой до 300 мм. В последнее время активно обсуждается более короткая рабочая длина волны для литографии, в окрестности 6,7 нм, что потребует кроме разработки многослойной оптики совершенствования методов изготовления и тестирования подложек с более высокой точностью.

На основе проведенных исследований в ИФМ РАН был создан стенд литографии на длине волны $\lambda=13,5$ нм с проектным разрешением 30 нм. Получены первые образцы наноструктур. Создание стенда продемонстрировало появление технологий, позволяющих разрабатывать и производить в России современное литографическое оборудование, которое в ближайшие годы станет основным при производстве чипов с топологическими нормами 22-8 нм, изготавливать оптические системы сверхвысокого разрешения для астрономии и микроскопии коротковолнового диапазона.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ НА УСТАНОВКЕ СОКОЛ-П С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ РЕНТГЕНОВСКОЙ ОПТИКИ

Д.А.Вихляев, В.И. Афонин, Д.С.Гаврилов, А.Г. Какшин, Е.А. Лобода,
А.В. Потапов, К.В. Сафронов, П.А. Толстоухов

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно – исследовательский институт технической физики. Россия, Снежинск Челябинской области. e-mail: dep5@vniitf.ru

При взаимодействии высокоинтенсивного лазерного излучения (ЛИ) ультракороткой длительности с твердотельной мишенью в тонком слое на поверхности мишени образуется горячая и плотная плазма, которая является ярким источником рентгеновского излучения (РИ). Абсолютные измерения спектров РИ в широком спектральном диапазоне дают важную информацию, как о параметрах плазмы, так и о нестационарных процессах, протекающих в ней. Кроме того, интенсивное ультракороткое ЛИ может использоваться для создания плазменных рентгеновских источников в прикладных целях [1, 2].

На 30 ТВт пикосекундной лазерной установке СОКОЛ-П [3] проведены измерения спектров непрерывного РИ в диапазоне энергий квантов 0,04÷4,5 кэВ при интенсивностях ЛИ $1\text{--}10^{17}\div 10^{19}$ Вт/см² из Al, Cu и Ag мишеней, толщиной 780 нм, 1,2 мм и 200 мкм соответственно.

Для регистрации двумерных изображений излучающей области лазерных мишеней на установке СОКОЛ-П применялся рентгеновский микроскоп по схеме Киркпатрика-Баеза [4]. Микроскоп позволял получать одновременно снимки с разрешением $\delta \approx 2$ мкм в четырех узких областях энергий рентгеновских квантов диапазона 0,3÷1,5 кэВ.

Измерение спектра РИ в диапазоне энергий 0,04 – 0,3 кэВ производилось с помощью спектрографа на основе пропускающей дифракционной решетки и рентгеновской ПЗС-камеры PI-SX:400. Спектрограф позволял получать непрерывную развертку рентгеновского спектра в указанном диапазоне.

В интервале энергий 0,6 – 4,5 кэВ измерение непрерывного спектра проводилось рентгеновским спектрометром, описанным в [5].

Спектр РИ в интервале энергий 0,04 – 0,3 кэВ плавно спадает с увеличением энергии РИ. Конверсионная эффективность η (отношение энергии РИ в диапазоне 0,04 – 0,3 кэВ к энергии лазерного излучения) при интенсивности ЛИ $\sim 10^{18}$ Вт/см² для Al мишеней $\eta \sim 1,3 \cdot 10^{-3}$ 1/ср, для Cu – $\eta \sim 2,0 \cdot 10^{-3}$ 1/ср и для Ag – $\eta \sim 3,4 \cdot 10^{-3}$ 1/ср.

По наклону спектра РИ в диапазоне энергий 0,6 – 4,5 кэВ была определена температура плазмы $T_e \sim 0,4\div 0,6$ кэВ. Конверсионная эффективность в данном диапазоне при интенсивности ЛИ $\sim 10^{18}$ Вт/см² для Al – $\eta \sim 2,6 \cdot 10^{-4}$ 1/ср, Cu – $\eta \sim 4,5 \cdot 10^{-4}$ 1/ср и Ag – $\eta \sim 5,76 \cdot 10^{-4}$ 1/ср.

[1] P. Gibbon, E. Forster, Short-pulse laser plasma interactions // Plasma Phys. Control. Fusio, 1996, 38, 769-793.

[2] P. Gibbon, Short pulse laser interaction with matter // World Scientific Pub Co Inc. 2005.

[3] A.V.Andriyash, D.A.Vikhlyaev, D.S.Gavrilov et al. The spectral-angular distribution measurements of fast protons from the rear side of a target in experiments on the SOKOL-P facility at laser intensity of 10^{19} W/cm². In abstracts of 50th APS-DPP 2008. Bulletin of the American Physical Society, 53, №14, p.153.

[4] Д.А.Вихляев, Д.С.Гаврилов, А.Г.Какшин и др. Рентгеновский четырехканальный микроскоп для исследования плазмы на лазерной установке СОКОЛ-П // Квантовая электроника, 2011, 41 (3), 234-238.

[5] Д.А.Вихляев, Д.С.Гаврилов, М.В. Елисеев и др. Спектрометр мягкого рентгеновского излучения на основе сферических зеркал полного внешнего отражения для исследования плазмы на лазерной установке СОКОЛ-П // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2010, вып. 2, с. 69-75.

МНОГОСТРОЧНЫЙ КРЕМНИЕВЫЙ МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ДЕТЕКТОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПУЧКЕ СИ

В.М.Аульченко¹, В.В.Жуланов¹, К.А.Тен³, Б.П.Толочко², Л.И.Шехтман¹

¹Институт ядерной физики им.Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск,
просп.Лаврентьева, д.11

²Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, 630090 Новосибирск

³Институт гидродинамики им.Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск

Одно-координатный детектор для изучения взрывных процессов на пучке СИ, DIMEX, основанный на газовой технологии, успешно используется в течение последних 10 лет для проведения экспериментов на нулевом канале в бункере СИ ВЭПП-3. DIMEX обеспечивает пространственное разрешение 200 мкм (ШПВ), временное разрешение ~50 нс, максимальное отношение сигнала к шуму ~100. Детектор имеет 512 каналов шириной 100 мкм и позволяет записать 32 кадра с максимальной частотой 8 МГц. Чувствительный объем детектора наполнен смесью Хе-25%СО₂ под давлением 7 атм (абс.), что обеспечивает эффективность ~50% для рентгеновских фотонов с энергией 20 кэВ ([1],[2],[3]).

Характеристики DIMEX, достигнутые в настоящее время, определяются пределами газовой технологии (пространственное разрешение и максимальное отношение сигнал/шум), а также ограничениями электроники (временное разрешение, частота смены кадров). Для того, чтобы улучшить все характеристики предлагается перейти к твердотельной технологии и создать кремниевый микрополосковый детектор с новой электроникой, который позволит достичь пространственного разрешения 50 мкм, временного разрешения ~10 нс, максимального отношения сигнал/шум ~1000 и уменьшить время между кадрами до 20 нс. Кроме того, такая технология позволит создать детектор, состоящий из нескольких строк, расположенных на расстоянии ~1мм друг от друга, и дающий возможность, таким образом, регистрировать изображение прямоугольного формата. В докладе будут представлены результаты измерений с первыми прототипами микрополосковых кремниевых детекторов, позволяющие сделать выводы о возможности реализовать заявленные характеристики.

[1] V. Aulchenko, V. Zhulanov, L. Shekhtman et.al., *Nucl.Instr.and.Meth. A* **543** (2005) 350.

[2] V.M.Aulchenko, O.V.Evdokov, L.I.Shekhtman, et.al., *J.Instr.***3**(2008), P05005.

[3] В. М. Аульченко О.В.Евдоков, И.Л.Жогин и др. , *Приборы и техника эксперимента*, 2010, № 3, с. 20–35

ЭЛЛИПСОМЕТРИЯ В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ

И.А. Азаров^{2,3}, В.А. Швец^{2,3}, В.Ю. Прокопьев^{2,3}, С.А. Дулин², Ю.Ю. Чопорова^{1,2},
С.В. Рыхлицкий^{2,3}, Б.А. Князев^{1,2}

¹ ФГБУН Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СОРАН), Новосибирск, 630090, Россия

² ФГБУН Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СОРАН), Новосибирск, 630090, Россия

³ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Россия

Терагерцовый диапазон представляет значительный интерес для исследования характеристик новых материалов, а также для биологии и медицины. Эллипсометрия является очень чувствительным и точным методом для такого рода исследований. Эллипсометрические измерения основываются на том, что после отражения плоскополяризованной волны от поверхности образца отраженная волна становится в общем случае эллиптически поляризованной. Параметры эллипса поляризации, т.е. ориентация его осей и эксцентриситет, определяются оптическими свойствами отражающей структуры и углом падения света. Измерение амплитудных и фазовых характеристик отраженного от поверхности образца света дает огромное количество информации об оптических свойствах поверхности образца. Чувствительность эллипсометрических измерений делает этот метод наиболее перспективным для развития широкой базы оптических свойств материалов в терагерцовом диапазоне и для многих приложений в поверхностном исследовании.

В настоящей работе эллипсометрические измерения проводились с помощью излучения Новосибирского лазера на свободных электронах в качестве источника излучения. Длина волны излучения во всех описанных ниже экспериментах составляла 0.14 мм. Схема эллипсометра показана на рис.1. В его основе лежит классическая PSA (поляризатор-образец-анализатор) схема. Отсутствие фазосдвигающего элемента с одной стороны позволяет избежать дополнительных ошибок измеряемых сигналов, с другой приводит к увеличению погрешности определения Δ вблизи 0 и 180 градусов. Точность фотометрических измерений в первых экспериментах составила 95%. В ближайшем будущем система будет улучшена добавлением опорного канала для устранения ошибки, связанной с нестабильностью лазерного излучения.

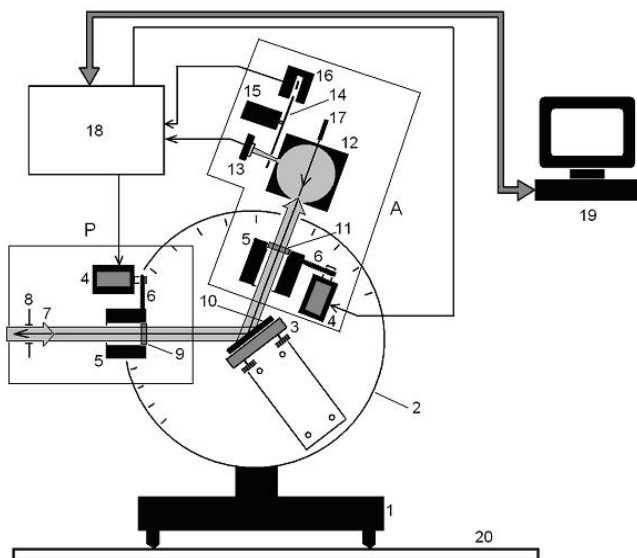


Рисунок 1. 1 – основание устройства; 2 – гониометрический круг; 3 – предметный столик; 4 – шаговые двигатели поляризатора и анализатора; 5 – роторы поляризатора и анализатора; 6 – редукторы; 7 – излучение ЛСЭ; 8 – входная диафрагма; 9 – поляризатор; 10 – исследуемый образец; 11 – анализатор; 12 – фотометрический шар; 13 – пирозлектрический детектор; 14 – оптипара; 15 – двигатель обтюратора; 16 – обтюратор; 17 – полупроводниковый лазер; 18 – интерфейсная плата; 19 – компьютер; 20 – лабораторная плита.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХАЛЬКОГЕНДНЫХ СТЕКОЛ В ТЕРАГЕРЦОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Мамрашев А.А., Наливайко В.И., Николаев Н.А.

Институт автоматики и электрометрии СО РАН, nalivaiko@iae.nsk.su, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Коптюга 1, Россия.

Получены спектральные зависимости коэффициента поглощения и показателя преломления пластин из халькогенидного стекла составов As_2S_3 , $As-S$ - Se и As_2Se_3 толщиной 0.5-1.2 мм. Измерения проводились с помощью разработанного терагерцового (ТГц) спектрометра на базе волоконного лазера [1], схема которого представлена на рис. 1. Излучение второй гармоники лазера с центральной длиной волны $\lambda = 775$ нм, частотой следования импульсов $f = 77$ МГц и длительностью импульсов $T = 100$ фс делится на два пучка. Пучок накачки модулируется акустооптическим модулятором (АОМ) на частоте $f \approx 10$ кГц. Генерация ТГц импульсов осуществляется в поверхностном слое кристалла $InAs$, помещенном в магнитное поле [2]. Генерируемое ТГц излучение проходит через фильтр, в котором оглощается излучение накачки, фокусируется на исследуемом образце, а затем - на нелинейно-оптическом кристалле регистрации.

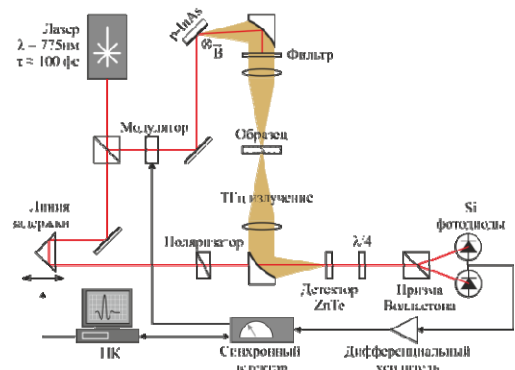


Рис. 1. Оптическая схема широкополосного ТГц спектрометра.

Импульсы пробного пучка волоконного лазера попадают на детектор одновременно с ТГц излучением. Регистрация осуществляется поляризационно-оптическим методом в кристалле $ZnTe$. Разностный сигнал Si -фотоприемников измеряется с помощью синхронного детектора на частоте модуляции АОМ. Оптическая линия задержки изменяет длину оптического пути пробных импульсов и формирует задержку с заданным временным шагом. В каждом положении линии задержки измеряется разностный сигнал фотодиодов и осуществляется сканирование временной формы ТГц импульса. Вычисление спектра импульса производится путем цифрового преобразования Фурье.

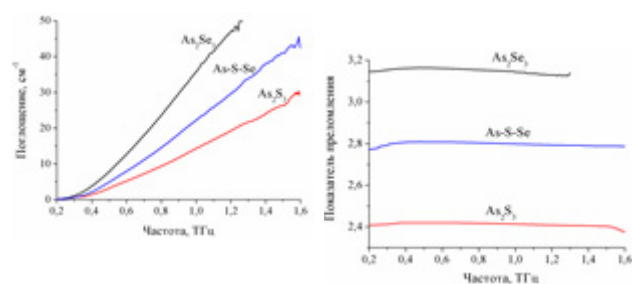


Рис. 2. Спектральные зависимости коэффициента поглощения и показателя преломления тонких пластин халькогенидных стекол.

Полученные в эксперименте высокие значения показателя преломления при малом поглощении халькогенидных материалов представляют интерес для разработки дифракционных элементов ТГц спектрального диапазона [3], позволяя в 3 -5 раз уменьшить геометрическую глубину рельефа.

[1] В.Д. Анцыгин, А.А. Мамрашев, Н.А. Николаев и др. *Автометрия*. **46**, 3 (2010) 110.

[2] В.Д. Анцыгин, Н.А. Николаев. *Автометрия*. **47**, 4 (2011) 23.

[3] М.В. Ведерников, П.М. Дутов, А.И. Кокарев и др. *Автометрия*. **46**, 4 (2010) 84.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО СПЕКТРОЗОНАЛЬНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ДЕТЕКТОРА СИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ ПОЛОС

М.Г. Федотов^{1,2}

1) *Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН*

2) *Новосибирский государственный университет*

Одним из возможных методов, позволяющим увеличить объем регистрируемой информации в экспериментах (в т.ч., с высоким временным разрешением), выполняемых на "белых" пучках синхротронного излучения (СИ), и даже создавать принципиально новые методики [1], является применение мульти-спектрозональных детекторов. Такой детектор должен обеспечивать формирование для одной и той же площади нескольких сигналов, соответствующим разным спектральным полосам рентгеновского излучения.

Ранее было выполнено моделирование схемы детектора с отдельными выходными сигналами для каждой полосы [2]. Однако такой детектор сложен конструктивно, требует значительного числа каналов обработки сигналов и имеет фиксированные спектральные полосы. В то же время малая длительность вспышки СИ ($\sim < 1$ нс) позволяет строить детектор с разделением полос за счет различия в задержке появления соответствующих компонент в выходном сигнале.

Так как практически разделение полос за счет разницы скоростей дрейфа электронов и дырок трудно выполнимо, было проведено моделирование параметров детекторов с конкуренцией дрейфового и диффузионного механизмов сбора заряда. Выходной сигнал такого детектора является суммой двух токов - импульсов дрейфового тока малой длительности (связанного с поглощением излучения в обедненной области) и диффузионного тока большой длительности (связанного с поглощением в электронеutralной области).

Таким образом, область спектральной чувствительности легко разделяется на две полосы (из-за различия в глубине проникновения излучения в детектор). Причем положение полос можно перестраивать путем изменения глубины обедненной области (изменяя напряжение смещения структуры).

Моделирование выполнено для нескольких различных конфигураций подобного детектора: для детектора с фронтальным освещением, полубесконечной подложкой и малой диффузионной длиной и для детекторов с фронтальным или тыловым освещением с геттерированной подложкой малой толщины.

Показано, что частота вспышек СИ накладывает серьезные ограничения на работоспособность таких детекторов в жесткой области. Тем не менее, их рабочий спектральный диапазон может быть расширен за счет использования наклонного падения излучения.

[1] М.Г. Федотов "Возможности применения синхротронного излучения для исследования двухфазных детонационных потоков" Вещества, материалы и конструкции при интенсивных динамических воздействиях - труды международной конференции V Харитоновские тематические научные чтения, Саров, 2003, стр. 445.

[2] M.G. Fedotov Nucl. Instr. and Meth. A470 (2001) 178.

ФОКУСИРУЮЩИЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ ЗЕРКАЛА ДЛЯ ЖЕСТКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.Д. Ахсахалян

Институт физики микроструктур РАН, ГСП-105, Нижний Новгород, Россия,
akh@ipm.sci-nnov.ru

Начиная с работ Гёбеля [1] все большее применение в науке и технике получают многослойные фокусирующие зеркала для жесткого ($\lambda=0,05-0,2$ нм) рентгеновского излучения. В ИФМ РАН вопросами изготовления и исследования таких зеркал начали заниматься с 1997 года [2]. До 2007 года основным объектом исследований были цилиндрические зеркала с направляющей в форме параболы или эллипса. Такие зеркала эффективны соответственно для коллимации или фокусировки излучения линейных рентгеновских источников. Кроме того, сборки из таких зеркал могут быть использованы в схеме Киркпатрика-Байеза для коллимации или фокусировки точечных рентгеновских источников.

Разработаны методы получения сверхгладких (шероховатость $\sigma=0,1-0,3$ нм) поверхностей заданной формы и методы контроля формы поверхности. Развита методика нанесения на эти поверхности градиентных многослойных структур (МС) и методы контроля локального периода. Развита методика расчета оптимальных параметров зеркал, установленных в заданной геометрии и методы расчета аберраций.

Для изготовления поверхностей использовались методы термопластического и упругого изгиба исходно гладких ($\sigma=0,3-0,5$ нм) плоских стеклянных пластин, а также метод реплик. Градиентные МС получали методом магнетронного напыления.

Разработанная технология позволяет изготавливать цилиндрические зеркала различных типов с направляющими в виде параболы и эллипса с отклонением локального угла направляющей от расчета $\Delta\alpha\approx 5\cdot 10^{-5}$ радиан. В частности, изготовлены параболические зеркала для серийных рентгеновских дифрактометров, которые увеличили эффективность сбора полезного излучения в 5-50 раз. Освоена методика изготовления К-Б зеркал и их частного случая – симметричных уголкового типа систем, имеющих максимальную эффективность. Впервые в мире была изготовлена эллиптическая четырехугольная симметричная К-Б система [3,4].

Указанная точность ($\Delta\alpha\approx 5\cdot 10^{-5}$ рад) является предельной для методов термопластического и упругого изгиба. Для получения большей точности был развит метод реактивного ионно-лучевого травления (РИЛТ), позволивший довести точность изготовления цилиндрических поверхностей до величины $\Delta\alpha\approx 2\cdot 10^{-5}$ рад [5].

Расчеты показывают, что зеркала в форме фигур вращения могут иметь в десятки раз большую светосилу, чем К-Б системы. Развита методика получения таких зеркал [5,6]: методом реплик [5] и методом РИЛТ [6].

Работа поддержана грантом РФФИ, проект 10-02-00597.

[1] Schuster M., Gobel H., J.Phys. D: Appl. Phys. **28**, No. 4A, (1995) 270.

[2] А.Д. Ахсахалян, Б.А. Володин, Е.Б. Клюенков и др., Поверхность. Рентг., синхр. и нейтр. исследования. Т.1. (1999) С.162.

[3] А.А. Ахсахалян, А.Д. Ахсахалян, Е.Б. Клюенков и др., Известия РАН. Сер. физическая. Т.69. №2. (2005) С. 174.

[4] А.А. Ахсахалян, А.Д. Ахсахалян, Ю.А. Вайнер и др., Известия РАН. Сер. физическая. Т. 74. №1. (2010) С. 44.

[5] А.А. Ахсахалян, А.Д. Ахсахалян, Ю.А. Вайнер и др., Известия РАН. Сер. физическая. Т.76 №2. (2012) С. 196.

[6] А.А. Ахсахалян, А.Д. Ахсахалян, Д.Г. Волгунов и др., Труды XVI Международного симпозиума «Нанопластика и наноэлектроника», Нижний Новгород, (2012) С. 536.

РЕНТГЕНОШАБЛОНЫ С РЕНТГЕНОРЕЗИСТИВНЫМ МАСКИРУЮЩИМ СЛОЕМ

А.Н. Генцелев, Б.Г. Гольденберг, В.И. Кондратьев, А.Г. Лемзиков, В.Ф. Пиндюрин

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Типичный рентгеношаблон изготавливается по многоэтапной технологии, определяющей его себестоимость, и содержит удерживаемый силами адгезии на рабочей поверхности несущей рентгенопрозрачной мембраны маскирующий слой, выполненный, как правило, гальваническим осаждением металла с большим атомным весом. Однако в отдельных случаях, как, например, при изготовлении методами LIGA-технологии селективных элементов для терагерцевого излучения, типа металлических сеточных структур (МСС) [1], когда топологический рисунок представляет собой массив, содержащий порядка $10^4 \div 10^8$ однотипных элементов с характерными размерами $\gg 1$ мкм, шаблон может быть изготовлен по простой технологии, суть которой состоит в том, что сформированная на рабочей поверхности несущей мембраны рентгенолучевым генератором изображения [1] толстая (толщиной > 300 мкм) резистивная маска выполняет роль маскирующего слоя.

Увеличения контрастности шаблона (при всех прочих равных обстоятельствах) можно добиться, используя в качестве материала маскирующего слоя сенсibilизированные металлами (входящими в химическую формулу и/или добавленными в виде наночастиц) рентгенорезисты.

Данный способ позволяет, используя имеющееся в распоряжении СЦСТИ литографическое оборудование, получать по исключительно простой технологии рентгеношаблоны с достаточной контрастностью в спектральном диапазоне ($\lambda \approx 3 \div 6$ Å), что в свою очередь позволяет формировать резистивные маски толщиной до 60 мкм, вполне достаточной для изготовления МСС известным способом [2].

Описана технология изготовления и приведен краткий сравнительный анализ с характеристиками шаблонов, выполненных из других материалов.

[1] Кузнецов С.А. и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2009. №9. С. 38-49.

[2] Генцелев А.Н., Кондратьев В.И., Зелинский А.Г. // Патент на изобретение №2421833. Металлическая сеточная структура и способ её изготовления.

Александр Николаевич Генцелев,
630090, Новосибирск, проспект ак. Лаврентьева, 11;
E-mail: ang1209@mail.ru, Тел.: (383) 329-41-38.

РЕНТГЕНОШАБЛОНЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДОГРАФИТА

А.Н. Генцелев¹, В.И. Кондратьев¹, А.Г. Зелинский²

¹⁾ *Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск*

²⁾ *Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск*

Конструкция типичного рентгеношаблона представляет собой удерживаемый силами адгезии на рабочей поверхности рентгенопрозрачной несущей мембраны слой рентгенопоглотителя, изготовленный, как правило, путем гальванического осаждения тяжелых металлов через предварительно сформированную резистивную маску. Толщина и

тип материала несущей мембраны сильно влияют как на технологию изготовления шаблона, так и на основные его характеристики.

В СЦСТИ для изготовления ЛИГА-шаблонов использовались пластинки толщиной ~ 400 мкм из стеклоуглерода [1], который имеет ряд недостатков: дороговизна, наличие в толще материала крупных микропор, проявляющихся после шлифовки в виде каверн (размерами в десятки микрометров) в рабочем поле, хрупкость, ограничивающая минимальную толщину мембраны и, следовательно, спектральный диапазон применения шаблона. В этой связи были предприняты попытки найти материал со схожими характеристиками и без вышеуказанных недостатков. Был опробован композитный электропроводящий материал, основу которого составляют гранулы графита, скрепленные клеем на основе эпоксидной смолы. Из этого материала по разработанной технологии формовались подложки толщиной ~ 1,5 мм с запрессованными в них шайбами из алюминиевого сплава толщиной ~ 1,3 мм. Методом шлифовки рабочей поверхности толщина подложек доводилась до ~ 1,4 мм. Данные подложки характеризуются достаточной прочностью, позволяющей проводить с ними любые технологические операции без специальной оснастки. На последнем технологическом этапе шайбы удалялись селективным травлением [2] и толщина мембраны становилась ~ 100 мкм, что существенно повышало рентгенопрозрачность и контрастность данных шаблонов.

В докладе приведены технология изготовления и краткий сравнительный анализ с шаблонами, выполненными из других материалов.

[1] Петрова Е.В. и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2007. №6. С.1-6.

[2] Генцелев А.Н., Кондратьев В.И., Зелинский А.Г. // Патент на изобретение №2431881. Способ изготовления ЛИГА-шаблона.

Александр Николаевич Генцелев 630090,
Новосибирск, проспект ак. Лаврентьева, 11
E-mail: ang1209@mail.ru; Тел.: (383) 329-41-38

ЛИГА ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА ТРЁХМЕРНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ПРЕЛОМЛЯЮЩИХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ

Е.Ф. Резникова¹, Б.Г. Гольденберг¹, В.И. Кондратьев¹, Г.Н. Кулипанов¹, В.П. Корольков²,
Р.К.Насыров²

¹ *ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск*

² *ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск*

Разработана ЛИГА технология – глубокая рентгеноЛИтография, ГАльванопластика и формовка полимерных изделий – для демонстрации возможности изготовления трёхмерных дифракционных преломляющих интраокулярных линз. Динамическая рентгенолитография симметричного вращения реализована на станции ЛИГА Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения. Дифракционная компонента линзы формируется в резистивной реплике при вращении подложки относительно неподвижного рентгеношаблона, имеющего окно в форме ёлочки в золотом поглотителе. Показано, что динамическое нивелирование неоднородностей рентгеношаблона позволяет изготавливать оптические трёхмерные поверхности с шероховатостью 10-30 нм при использовании ПММА, имеющего узкое распределение молекулярных масс. Изменения рельефа реплик при вариации дозы облучения и времени проявления соответствуют рентгенорезистивной

характеристике. Никелевая мастер-форма, осажденная на золотой слой поверх рельефа в ПММА из сульфитного насыщенного электролита с добавками амфифильных поверхностно-активных соединений, обеспечивает сохранение качества оптических поверхностей при многократном отделении полимерных реплик. С помощью химической и термической инициации полимеризации оптического силикона в этой металлической мастер-форме были синтезированы прозрачные дифракционные преломляющие линзы.

E.F.Reznikova@inp.nsk.su

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, СО РАН

КОМПЛЕКС ИНДУКЦИОННОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА ПОРОШКОВЫХ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАГИРУЮЩИХ СВС-СИСТЕМ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ДИФРАКТОМЕТРИИ

А. В. Собачкин¹, А. А. Попова¹, А. А. Макарова¹, В. И. Яковлев¹,
М. В. Логинова¹, А. А. Ситников¹, Б. П. Толочко², Н. З. Ляхов²

1) Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

anicpt@rambler.ru, проспект Ленина, 46, г. Барнаул, 656038, Россия

2) Институт ядерной физики СО РАН им. Г. Н. Будкера, г. Новосибирск, Россия

Относительно новым и перспективным методом получения порошковых материалов является механически активируемый самораспространяющийся высокотемпературный синтез, основанный на сочетании механоактивации и СВС. За счет применения механоактивации удастся целенаправленно влиять на структурное состояние реакционной шихты и параметры СВС, обеспечивая тем самым возможность регулирования механизмов фазо- и структурообразования материалов в процессе синтеза. Для СВС-процесса в предварительно механоактивированных смесях существенное значение имеет скорость нагрева реагентов. Интересные особенности протекания СВС-реакции могут проявляться в случае экстремального характера нагрева на реакционные компоненты. Например, индукционный способ является легко адаптируемым к условиям проведения



Рис. 1. Экспериментальный комплекс на базе СВЧ-6АВ

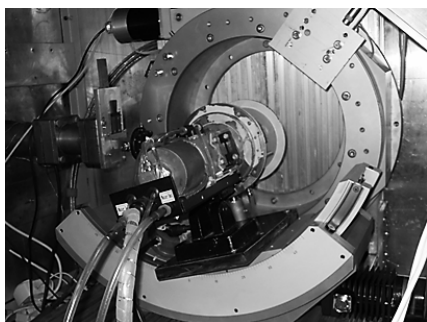


Рис. 2. Комплекс, адаптированный к методу динамической дифрактометрии

эксперимента со скоростью нагрева порядка 100 К/с.

Скоротечность СВС-процесса подразумевает применение соответствующих экспериментальных методов исследования динамики трансформации исходных компонентов в процессе индукционного нагрева, например, метод дифракции синхротронного излучения.

В связи с этим цель работы заключается в адаптации экспериментального комплекса, позволяющего проводить СВ-синтез механоактивированных порошков методом индукционного нагрева, к методу динамической

дифрактометрии высокого пространственного и временного разрешения синхротронного излучения.

Для осуществления этого был создан экспериментальный комплекс на базе высокочастотного (500-1000 кГц) индукционного нагревателя СВЧ-6АВ с максимальной выходной мощностью 6 кВт, представленный на рисунке 1. Предварительные испытания показали возможность использования этого комплекса для исследования динамической дифрактометрии в условиях индукционного нагрева. Такие исследования с использованием синхротронного излучения проводились в Институте ядерной физики СО РАН им. Г. Н. Будкера, на станции 5b «Дифракционное кино» накопителя ВЭПП-3 и завершились получением некоторых результатов динамики фазообразования при синтезе механоактивированной смеси состава $3\text{Ti}+\text{Al}$. Фотография адаптированного комплекса представлена на рисунке 2.

РЕНТГЕНОШАБЛОНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРАГЕРЦЕВОЙ ОПТИКИ

А.Н. Генцелев¹⁾, Б.Г. Гольденберг¹⁾, А.Г. Лемзяков¹⁾, В.И. Кондратьев¹⁾, А.Г. Зелинский²⁾

¹⁾ *Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск*

²⁾ *Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск*

Качественное управление пучками терагерцевого излучения предполагает наличие селективных фильтров в виде металлических сеточных структур (МСС) [1], толщины и типичные размеры элементов которых составляют $10\div 500$ мкм, площади рабочих полей доходят до 10^3 см², а общее количество элементов МСС может достигать величины 10^9 , вследствие чего разработка оптимальной технологии изготовления МСС с такими параметрами является достаточно непростой задачей.

Одним из способов изготовления МСС является ЛИГА-технология [2], обеспечивающая формирование резистивной маски большой площади, путем мультиплицирования топологии рентгеношаблона, типичная конструкция которого представляет собой полученный гальванопластикой и удерживаемый силами адгезии на рабочей поверхности несущей рентгенопрозрачной мембраны фрагмент в виде, как правило, узкой полоски, рентгенопоглощающего топологического рисунка. Толщина и тип материала несущей мембраны сильно влияют на основные характеристики шаблона (контрастность и рентгенопрозрачность) и на выбор технологических операций для его изготовления.

В докладе описываются технологии получения различных рентгеношаблонов, предназначенных для создания «полнопольных» шаблонов методом мультиплицирования, которые в дальнейшем, в свою очередь, используются для изготовления МСС способом теневой трафаретной синхротронной сканирующей рентгеновской литографии. Также приводится сравнительный анализ технологий.

1. Кузнецов С.А. и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2009. №9. С. 38-49.
2. Генцелев А.Н., Кондратьев В.И., Зелинский А.Г. // Патент на изобретение №2421833. Металлическая сеточная структура и способ её изготовления.

Александр Николаевич Генцелев 630090,
Новосибирск, проспект ак. Лаврентьева, 11
E-mail: ang1209@mail.ru; Тел.: (383) 329-41-38

ДВУМЕРНЫЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ ДЕТЕКТОР С НАНОСЕКУНДНЫМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ СТРУКТУРНО- ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Заневский Ю.В.¹, Пономарев В.И.², Зрюев В.Н.¹, Черненко С.П.¹,
Ковалев Д.Ю.², Черемухина Г.А.¹

¹ *Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), г. Дубна*

² *ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН
(ИСМАН), г. Черноголовка*

Разработан двумерный рентгеновский детектор с наносекундным временным разрешением для исследования быстропротекающих структурных превращений в твердой фазе, принципиально важных для материаловедения. Детектор изготовлен на основе трехкаскадного GEM с двухкоординатной считывающей плоскостью. Используемая в детекторе GEM (Gas Electron Multiplier) фольга представляет собой каптоновую пленку толщиной 50μm с симметрично расположенными отверстиями и покрытую тонким слоем меди (10μm) с обеих сторон. Активная область детектора определяется размерами GEM фольги и составляет 100x100 мм. Камера детектора наполнена газовой смесью Xe/CO₂ в отношении 85/15 при избыточном давлении 0.5атмосфер. Считывающая плоскость представляет собой две плоскости взаимно перпендикулярных стрипов из меди, разделенных слоем диэлектрика толщиной 50 микрон. Общее количество каналов регистрации 256. Электроника считывания основана на чипе n-XYTER. Чип имеет 128 каналов с возможностью переключения полярности входного сигнала. Каждый канал содержит зарядочувствительный усилитель и пиковый детектор. Собственные шумы канала на уровне 460e для медленного сигнала и 860e для быстрого сигнала. В n-XYTER реализована возможность работать в режиме самозапуска или внешнего запуска. Временное разрешение сигнала 4 наносекунды. Средняя загрузка на канал около 160 кГц. Проведено тестирование детектора на излучении рентгеновской трубки и радиоактивного источника Fe55.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИИ ГОРЕНИЯ БИОТОПЛИВ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ФОТОИОНИЗАЦИЕЙ ВАКУУМНЫМ УФ ИЗ ИСТОЧНИКА СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Д.А. Князьков, С.А. Якимов, И.Е. Герасимов, А.Г. Шмаков, О.П. Коробейничев,
Н. Хансен, Ч. Вестбрук.

Институт химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск

Разработка и тестирование кинетических моделей горения различных углеводородных топлив, включая биотоплива, к которым в последнее время проявляется повышенный интерес, основываются на экспериментальных данных по распределению концентраций различных промежуточных соединений в модельных пламенах в лабораторных условиях. Наиболее удобным аналитическим методом изучения химического состава пламен является молекулярно-пучковая масс-спектрометрия (МППС). Поскольку в пламенах одновременно присутствуют сотни различных углеводородных интермедиатов, имеющих одинаковое отношение m/z , включая изомеры, которые важны для построения моделей горения, идентификация этих соединений и определение их концентраций - основная экспериментальная задача. Обычно применяемая в сочетании с МППС мягкая ионизация электронным ударом не позволяет полноценно провести идентификацию соединений из-за недостаточного разрешения по энергии электронов (~0.5эВ), так

как пороговая энергия ионизации отдельных изомеров часто составляет менее 0.5 эВ. В данной работе применена МПМС с ионизацией вакуумным УФ, генерируемым источником синхротронного излучения ALS (Advanced Light Source) в Национальной лаборатории им. Лоуренса в г. Беркли (Калифорния, США). Такой способ ионизации обеспечивает высокое разрешение по энергии (~0.02 eV) и таким образом открывает широкие возможности для исследований химии горения. Методом МПМС с фотоионизацией вакуумным УФ проведена идентификация и измерены профили мольной доли многих соединений в пламенах метилпентаноата и метилгексаноата. Химия горения этих веществ представляет существенный интерес, так как они являются модельными соединениями компонентов реальных биотоплив. Эксперименты проводились на масс-спектрометре, оснащенный системой отбора проб из пламени, расположенном на пользовательской станции источника ALS [1]. Генерация излучения производилась ондулятором. Использовался монохроматор Eagle длиной 3 м с разрешающей способностью $E/dE \sim 400$, поток фотонов составлял $\sim 10^{14}$ 1/с. Указанная разрешающая способность позволяет определять пороги ионизации различных соединений в пламени с точностью, достаточной для идентификации отдельных изомеров. Времяпролетный масс-спектрометр с системой отбора пробы из пламени был изготовлен по заказу, его порог чувствительности составляет одну миллионную долю. Полученные в работе данные послужили основой для создания модели горения исследованных топлив. Работа поддержана совместным грантом РФФИ-CRDF по проектам № 11-03-92503 (РФФИ) и № RUC2-7027-NO-11 (CRDF).

[1] T. A. Cool, A. McIlroy, F. Qi, P. R. Westmoreland, L. Poisson, D. S. Peterka, M. Ahmed, Rev. Sci. Instrum. 76 (2005) 94102.

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ В МЯГКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ И ВУФ ИЗЛУЧЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СЦСТИ

А.Д.Николенко, А.В. Горловой, Д.В. Ивлюшкин, А.А.Легкодымов, В.В.Лях,
М.Р.Машковцев, В.Ф.Пиндюрин, Н.С. Шадрин.

Институт ядерной физики СО РАН, г. Новосибирск

Метрологическая станция «Космос» функционирует с 2007 года в Сибирском международном центре синхротронного излучения на сверхвысоковакуумном канале № 10 вывода СИ из накопителя ВЭПП-4. Назначение станции - разработка и реализация метрологических методик в мягком рентгеновском диапазоне (80-2000 эВ) и диапазоне вакуумного ультрафиолета (10-100 эВ). Станция оснащена рентгеновским монохроматором на основе многослойных зеркал и решеточным монохроматором для работ в ВУФ диапазоне. Как показала практика, наиболее востребованными являются работы по спектральной калибровке различного рода детекторов. На станции разработан и реализован на практике ряд методик калибровки спектральной чувствительности детекторов в мягком рентгеновском диапазоне (метод эталонного детектора, метод селективных фильтров, метод самокалибровки). Также на станции ведутся работы по исследованию деградации детекторов под действием радиации и измерению их зонных характеристик. Исследования качества рентгеновской оптики представлены работами по калибровке коэффициентов отражения зеркал и кристаллов. Двухкоординатный детектор, которым оснащена станция, позволяет исследовать морфологию пучка СИ после его прохождения через оптические элементы, и, таким образом, аттестовать качество их поверхности.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНЦИИ СИ "LIGA" НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-3 ДЛЯ ПРЯМОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРЯМОГО ФОРМИРОВАНИЕ ГЛУБОКИХ МИКРОСТРУКТУР

Гольденберг Б.Г., Резникова Е.Ф., Лемзяков А.Г.
ИЯФ СО РАН им. Г.И.Будкера, г. Новосибирск

На станции СИ "LIGA" на накопителе ВЭПП-3 реализован режим работы микропучкового рентгенолитографа (далее МПРЛ) – устройства для прямого формирования в толстых слоях рентгенорезистов микроструктур с произвольной топологией, в том числе для изготовления рентгеношаблонов. С использованием специального программного обеспечения коллимированным пучком СИ векторным образом, непосредственно в толстом слое (до 1 мм) негативного резиста SU-8, формируется рисунок микроструктуры с произвольно заданной топологией. В работе представлено устройство установки, технологические возможности и ограничения. Приведены примеры созданных глубоких микроструктур и рентгеношаблонов.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕГУЛЯРНЫХ СТРУКТУР ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МОНОМЕРА НА ПОРООБРАЗУЮЩЕЙ МАТРИЦЕ

Н.А.Тимченко ¹, М.Н.Аумаликова ¹, Б.Г. Гольденберг ², С.В. Литвин ³, В.И. Юрченко ³

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия 634050, пр. Ленина 30, г. Томск, Россия*

² *Институт ЯФ СОРАН, г. Новосибирск*

³ *НИИ полупроводниковых приборов, г. Томск*

Около десяти лет назад в ИЯФ СО РАН методом глубокой рентгеновской литографии с синхротронным излучением были изготовлены опытные образцы пористых полимерных материалов для мембран с регулярной топологией пор субмикронных размеров при толщине мембраны 6-10 мкм. Как показали проведенные исследования, такие мембраны могут быть изготовлены методом глубокой рентгеновской литографии с синхротронным излучением из полимерных пленок толщиной ~ 10 мкм с размерами калиброванных пор от 0,2 мкм до нескольких микрон с шагом 0,1 мкм. При этом геометрическая прозрачность более 20%, а селективность близка к 1 для частиц и бактерий с размерами большими диаметра пор мембраны. Такие уникальные характеристики регулярных мембран обеспечивает возможность создания мембранных устройств для сортировки дисперсных

сред по размерам в субмикронной области, а при размере пор 0,2 мкм обеспечивается низкотемпературная стерилизация биологических жидкостей, растворов и аэрозолей. Эти свойства нового материала являются важнейшими при его применениях. Например для разделения клеток при диагностике онкологических заболеваний, для гемосорбции и плазмофереза, для прецизионных анализов биологических жидкостей как при проведении научных исследований так и для практической медицины. Важное значение сортировка по размерам частиц приобретает в порошковых технологиях и в технологиях микроэлектроники. На основе таких мембран также могут быть созданы аппараты для изготовления в экологии, пищевой промышленности и др. Целью предлагаемого предложения являются исследования процессов формирования регулярных калиброванных пор мембраны путем полимеризации мономера на штырьковой структуре порообразующей матрице. Такая матрица может быть изготовлена методами селективного выращивания кристаллов на различных структурированных подложках с использованием технологий электронной литографии, плазменных технологий и элементов LIGA-технологии. При этом из технологии исключаются проблемный процесс изготовления высококонтрастного рентгеношаблона и дорогостоящий процесс экспонирования больших площадей пленки узким лучом синхротронного излучения. Результаты этих исследований составят научную основу новых технологий, в течении ближайших нескольких лет можно будет организовать производство таких материалов и мембранных устройств различного назначения на предприятиях микроэлектронной промышленности, например в ОАО «НИИ Полупроводниковых Приборов» г.Томск и использовать эти устройства как в НИИ так и в лечебных учреждениях, а также на предприятиях пищевой, химической, фармакологической и микробиологической промышленности.

ХИМИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ (0001) ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОРОВ Bi_2Te_3 И Bi_2Se_3

О.Е. Терещенко, В.А. Голяшов, К.А. Кох, С.В. Макаренко
Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН

Интерес к изучению поверхностей (0001) Bi_2Te_3 и Bi_2Se_3 связан с проявлением этими соединениями свойств топологических изоляторов (ТИ), открытых не-сколько лет назад. Особенность строения зонной структуры ТИ состоит в том, что на поверхности таких кристаллов отсутствует запрещенная зона, тогда как в объ-еме она составляет величину $\sim 0.25\text{--}0.4$ eV. Зависимость энергии электронов от их квазиимпульса на поверхности ТИ является линейной функцией, то есть носители заряда ведут себя как безмассовые частицы. Кристаллическая решетка соединений Bi_2VI_3 (VI= Se, Te) состоит из квинтетов (пять плотноупакованных слоев Te-Bi-Te-Bi-Te), соединенных между собой силами Ван-дер-Ваальса. В настоящее время связь между химическими, структурными и электрофизическими свойствами поверхностей (0001) соединений Bi_2Te_3 и Bi_2Se_3 изучена недостаточно для выяснения корреляции с ТИ свойствами этих кристаллов. Задача данной работы состоит в изучении химических и электронных свойств поверхностей скола (0001) Bi_2Te_3 и Bi_2Se_3 методом фотоэмиссии с использованием синхротронного излучения. В работе показана инертность поверхностей Bi_2Te_3 и Bi_2Se_3 к окислению: после месяца хранения образцов на воздухе на поверхности не обнаружено наличие кислорода и оксидов. Изучен р-п переход на поверхности (0001) Bi_2Te_3 . Наличие р-п перехода обусловлено изменением стехиометрии Bi/Te вдоль направления роста кристалла. Доказано наличие 2D электронного газа на поверхности (0001) как в р-, так и п-области. В работе обсуждаются результаты спин-зависимой фотоэмиссии из поверхностных состояний ТИ, а также различные типы спин-детекторов свободных электронов.

СВОБОДНОВИСЯЩИЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ПЛЕНКИ-ФИЛЬТРЫ С ОКНАМИ ПРОЗРАЧНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ 15 – 2000 ЭВ

М.Р. Машковцев, А.Д. Николенко, В.И. Кондратьев,
В.С. Василенко, А.А. Легкодымов.
Институт Ядерной Физики им Г.И.Будкера

Метрологическая станция синхротронного излучения «Космос» функционирует в Новосибирском Институте ядерной физики на накопителе ВЭПП-4 и предназначена для разработки и реализации широкого спектра метрологических работ в мягком рентгеновском и ВУФ излучении (80-2000 эВ и 10-100 эВ соответственно). Важным компонентом обеспечения работ на станции является методика выделения метрологически-чистого монохроматического излучения из «белого» пучка СИ. Для этого, в качестве основного спектрального элемента, используются зеркала многослойные рентгеновские зеркала (МРЗ) в комбинации с тонкопленочными рентгеновскими фильтрами. Рентгеновский фильтр подавляет мягкую компоненту синхротронного излучения, отраженную от поверхности МРЗ за счет эффекта полного внешнего отражения, тем самым улучшая качество монохроматического излучения. Настоящая работа посвящена численной оценке понятия «качество монохроматического излучения» и методике подбора параметров фильтра для решения конкретных прикладных задач. В докладе также описана технология изготовления тонких свободновисящих однослойных пленок-фильтров для излучения ВУФ и мягкого рентгеновского диапазонов (15 эВ – 2000 эВ). Используемые материалы: алюминий, медь, молибден, титан и др. При изготовлении фильтров используется магнетронное и электронно-лучевое напыление. Достигнуты толщины рентгеновских фильтров: молибден ≈ 500 нм; титан ≈ 400 нм; медь ≈ 500 нм; алюминий ≈ 300 нм. Приведены примеры использования полученных фильтров на станции «Космос». Обсуждаются перспективы дальнейшего развития технологии изготовления фильтров для станции.

О РАБОТАХ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СТАЦИОНАРНЫХ И НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЛН ГОРЕНИЯ ВОДОРОДО-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ НА ТЕРАГЕРЦОВОМ НОВОСИБИРСКОМ ЛАЗЕРЕ НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ *

Васильев А.А.^{1,4}, Пальчиков Е.И.^{1,4}, Кубарев В.В.^{2,4}, Чесноков Е.Н.³, Кошляков П.В.³, Долгих А.В.¹, Красников И.Ю.¹, Прууэл Э.Р.^{1,4}, Ген К.А.¹

1. *Российская Академия Наук, Сибирское отделение Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Пр. ак. Лаврентьева, 15, Новосибирск, 630090, Россия
Факс / Тел.: (383) 333-16-12, palchikov@hydro.nsc.ru*
2. *Российская Академия Наук, Сибирское отделение Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Пр. ак. Лаврентьева, 11, Новосибирск, 630090, Россия*
3. *Российская Академия Наук, Сибирское отделение Институт химической кинетики и горения, Ул. Институтская, 3, Новосибирск, 630090, Россия*
4. *Новосибирский государственный университет, Ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Россия*

В работе приводятся схемы экспериментов и первые результаты по регистрации фронта горения водородо-кислородной смеси.

Предложенные схемы включают методики регистрации пламени с использованием терагерцового излучения. Обсуждаются проблемы, связанные с выбором линий

поглощения, на которых проводится регистрация. Проведены эксперименты на линиях поглощения воды с длинами волн 149 и 167 мкм. На длине волны 167 мкм в пламени стехиометрической смеси $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ на толщине горящего слоя 80 мм в разных участках получено поглощение излучения от 50 до 80 %. Проведено исследование распределения поглощения по сечению водородно-кислородного пламени. Показано, что наблюдаемое поглощение обусловлено, в основном, образующимися в пламени парами воды.

Предполагается, что усовершенствование методики регистрации позволит перейти от наблюдения низкоскоростных процессов горения (ламинарное и турбулентное) к ускоряющимся пламенам, вплоть до перехода горения в детонацию.

* – Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 143.

ЛИГА ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА ТРЁХМЕРНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ПРЕЛОМЛЯЮЩИХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ

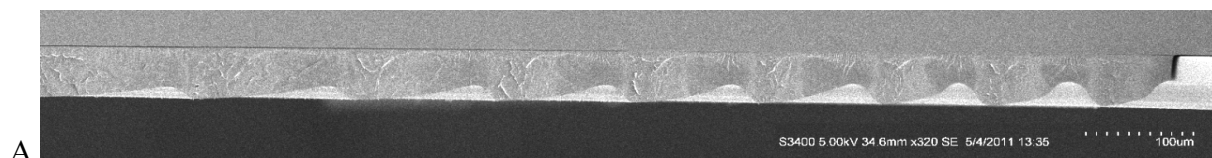
Е.Ф. Резникова¹, Б.Г. Гольденберг¹, В.И. Кондратьев¹, Г.Н. Кулипанов¹,
В.П. Корольков², Р.К.Насыров²

¹ ИЯФ им. Г.И. Будкера, СО РАН, г. Новосибирск, 630090, Россия,

<mailto:E.F.Reznikova@inp.nsk.su>

² ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Разработана ЛИГА технология – глубокая рентгеноЛИтография, Г Альваноластика и формовка полимерных изделий – для демонстрации возможности изготовления трёхмерных дифракционных преломляющих интраокулярных линз. Динамическая рентгенолитография симметричного вращения реализована на станции LIGA Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения. Дифракционная компонента линзы формируется в резистивной реплике при вращении подложки относительно неподвижного рентгеношаблона, имеющего окно в форме ёлочки в золотом поглотителе. Показано, что динамическое нивелирование неоднородностей рентгеношаблона позволяет изготавливать оптические трёхмерные поверхности с шероховатостью 10-30 нм при использовании ПММА, имеющего узкое распределение молекулярных масс. Изменения рельефа реплик при вариации дозы облучения и времени проявления соответствуют рентгенорезистивной характеристике. Никелевая мастер-форма, осаждённая на золотой слой поверх рельефа в ПММА из сульфитного насыщенного электролита с добавками амфифильных поверхностно-активных соединений, обеспечивает сохранение качества оптических поверхностей при многократном отделении полимерных реплик. С помощью химической и термической инициации полимеризации оптического силикона в этой металлической мастер-форме были синтезированы прозрачные дифракционные преломляющие линзы.



А – Фрагмент торца скола рентгенорезистивной реплики линзы в слое ПММА на кремниевой пластине (состыкованные микрофотографии сканирующего электронного микроскопа);

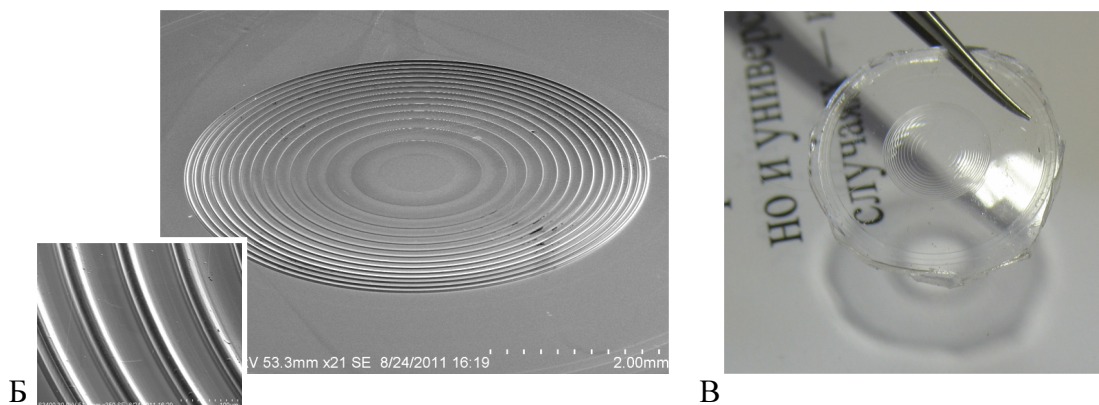


Рисунок 1. Б – Никелевая мастер-форма, полученная гальванопластикой поверх рентгенорезистивной реплики, и фрагмент её поверхности; В – Фотография прозрачной, плёночной силиконовой дифракционной преломляющей линзы, синтезированной в ЛИГА мастер-форме. Линза удерживается с помощью пинцета над листом бумаги для иллюстрации фокусировки ею солнечного света.

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ ОСНОВАННЫЙ НА КОРРЕЛЯЦИИ ОПТИЧЕСКИХ И РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.А.Легкодымов¹, В.И.Кондратьев¹, М.Р.Машковцев¹, А.В.Брянская², С.Е.Пельтек²,
В.Р.Альтапова³, Rolf Simon³

1) *Институт Ядерной Физики СО РАН, Новосибирск.*

2) *Институт Цитологии и Генетики СО РАН, Новосибирск.*

3) *Karlsruhe Institute of Technology, Laboratory for Application of Synchrotron radiation (Karlsruhe, Germany)*

Вулканические гидротермальные источники (Курильские острова и Камчатка) часто характеризуются богатым микробиологическим сообществом. Основными факторами окружающей среды для этих сообществ являются экстремальные значения температуры и pH-фактора, анабиоз и т.д. Теплолюбивые микроорганизмы демонстрируют неожиданные и уникальные адаптационные механизмы и аккумулирующие свойства химических элементов. Несомненно, что изоляция и изучение этого уникального генетического материала является многообещающим для многих областей нано и биотехнологии, экологии, медицины, а также для дальнейшего понимания фундаментальных механизмов жизни.

В докладе приводятся данные распределения химических элементов методом микро РФА на СИ (РФА-СИ) микробиологических сообществ: бактерии, цианобактерии, диатомовые и зеленые водоросли и т.д. Характерный размер микроорганизмов составляет от 1 до 20 мкм.

На оптическом микроскопе Carl Zeiss Axio Imager (ИЦИГ) исследованы микроорганизмы и записаны их изображения (оптические карты). Поле зрения каждой оптической карты составляло 138 мкм по горизонтали и 104 мкм по вертикали. Для обнаружения присутствия различных групп микроорганизмов и для видимости микрообъектов использовалась методика FISH (fluorescence in situ hybridization). Наиболее интересные оптические карты с микроорганизмами, исследовались на распределения химических элементов методом микро РФА-СИ (синхротрон АНКА, Карлсруэ, Германия). В эксперименте использовалась монохроматическая энергия синхротронного излучения

20 кэВ, пространственное разрешение фокусирующего монохроматического пучка составляло 2.5 мкм по вертикали и 5 мкм по горизонтали, поток фотонов – 10^9 фотонов на мкм^2 , время измерения в каждой точке 10 секунд. Область сканирования для одной карты - 100 мкм по горизонтали (20 точек) и 100 мкм по вертикали (40 точек). Исследовано более 30 оптических карт из различных гидротермальных источников. Совмещены изображения оптических карт, с двумерными рентгеновскими картами распределения химических элементов. Определены концентрации химических элементов микроорганизмов от Si (Z=14) до Mo (Z=42).

Описана методика подготовки подложек, для исследования бактерий и микроорганизмов с помощью микро РФА-СИ.

Работа выполнена при использовании оборудования ЦКП СЦСТИ и финансовой поддержке Минобрнауки России.

Легкодымов А.А., a_legkodymov@mail.ru

Институт Ядерной Физики СО РАН, Новосибирск, проспект Ак. Лаврентьева 11.

ФОТОЭМИССИОННЫЙ МОНИТОР ПУЧКА СИ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ "КОСМОС"

Н.С. Шадрин, А.Д. Николенко
*Институт ядерной физики СО РАН
630090 Новосибирск пр-т Лаврентьева 11*

Метрологическая станция "Космос" использует излучение из поворотного магнита накопителя ВЭПП-4. Для реализации ряда метрологических методик на станции возникла необходимость дополнительного мониторинга интенсивности и положения пучка СИ, проходящего в ее рабочую апертуру. С этой целью на станции установлен фотоэмиссионный датчик (ФЭД). В состав датчика входят четыре металлических пластины, расположенных в виде квадранта и вводимых в белый пучок СИ. Пластины установлены на подвижных оптических ножах, формирующих размер рабочего пучка. Фотоэмиссионный ток с каждого из квадрантов регистрируется отдельно 20-разрядным интегрирующим АЦП. Показания датчика зависят от положения ножей, однако дают возможность отслеживать относительное изменение общей интенсивности пучка и его пространственную стабильность в течении цикла измерений, когда формирующие ножи неподвижны. Датчик позволяет получать дополнительную информацию об изменении интенсивности пучка и его возможном вертикальном и горизонтальном дрейфе в ходе выполнения измерений с длительной экспозицией. В комплексе с показаниями штатной аппаратуры накопителя ВЭПП-4 ФЭД позволяет повысить точность выполнения прецизионных измерений.

СМАЧИВАЕМОСТЬ ЛИГА ПОЛИМЕРОВ МИКРОФЛЮИДНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

Е.Ф. Резникова, В.И. Кондратьев, Б.Г. Гольденберг
*ИЯФ им. Г.И. Будкера, СО РАН, г. Новосибирск, 630090, Россия,
<mailto:E.F.Reznikova@inp.nsk.su>*

Изучена смачиваемость и угол смачиваемости поверхностей полимеров, используемых для структурирования микрофлюидных биохимических модулей методом ЛИГА технологии – рентгеноЛИтография, Гальванопластика и формовка полимерных изделий. Методика определения величин включает измерение геометрии калиброванных

капель жидкости на поверхности с помощью оптического микроскопа. Капля воды, падающая из шприца INSULIN, при нормальных условиях имеет объём ~ 13,0 нл и поверхностное натяжение $\sigma = mg / \pi d = 13,9 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

На Рисунке 1 представлены микрофотографии капели воды на поверхности полимеров для иллюстрации различия их размеров в зависимости от поверхностных краевых величин: угла смачивания θ и смачиваемости $\sigma_s = \sigma \cos \theta$. Химический атомарный состав поверхностных слоёв полимеров характеризуется методом рентгеновской флуоресценции, инициируемой фокусированным электронным лучом сканирующего микроскопа (Таблица 1).

В работе обсуждаются особенности смачивания микроканалов в оргстекле, оптическом силиконе, тефлоне, полимерном SU-8, каптоне и стекле с целью конструирования системного микро модуля для анализа взаимодействия реагентов в биохимических водных растворах.

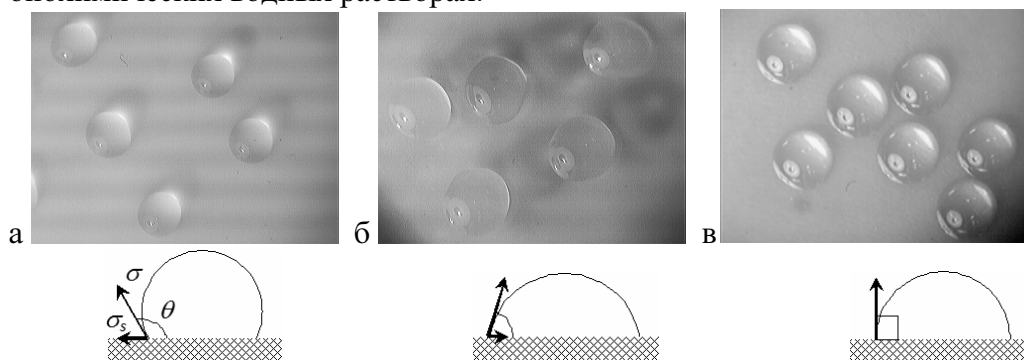


Рисунок 1. Калиброванные капельки воды на поверхности фторопласта (а), оргстекла из ПММА (б) и каптона (в) с соответствующими схемами шаровых сегментов для определения краевых величин смачиваемости.

Таблица 1. Краевые характеристики смачивания водой ЛИГА полимеров, состав которых измерен на сканирующем электронном микроскопе НТАСНІ S 3400N с приставкой электронно-зондового энергодисперсионного спектрального микроанализа INCA ENERGY.

Материал поверхности	Количество детектируемых атомов (%)	σ_s , Н/м	θ , град
Оргстекло ПММА	C (80,24), O (19,74), S (0,02)	$2,6 \cdot 10^{-3}$	79,5
Оптический силикон	C (50,73), O (35,81), Si (13,45), Cl (< 0,02)	$-2,1 \cdot 10^{-3}$	98,5
Тефлон	C (39,16), F (60,84)	$-3,4 \cdot 10^{-3}$	104,0
Полимер SU-8	C (81,74), O (17,78), F (0,24), S (0,08), Cl (0,08), Si (0,05), Sb (0,03)	$2,8 \cdot 10^{-3}$	78,2
Каптон	C (73,42), O (17,34), N (9,24)	$1,4 \cdot 10^{-4}$	89,4

ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА СИ С МИКРОННОЙ ТОЧНОСТЬЮ ПРИ ПОМОЩИ ДАТЧИКА НА ОСНОВЕ ЗЕРКАЛ ПВО.

Я.В. Ракшун, В.А. Чернов, А.В. Косов, Н.А. Мезенцев, Д.С. Сороколетов
Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск

Современные рентгенооптические схемы каналов синхротронного излучения включают в себя большое количество рентгенооптических элементов, отклоняющих и фокусирующих пучок СИ. Потребительское качество выходного пучка в сильной степени

зависит от его пространственной стабильности в процессе эксперимента, в частности, при сканировании по энергии. При исследовании микропроб необходимо, чтобы пространственное положение пучка СИ контролировалось с точностью порядка 1 мкм. В настоящее время развиты и широко используются несколько типов датчиков профиля и положения пучка, однако они хорошо подходят только для жесткого рентгеновского диапазона. Из-за сильного поглощения в мягкой рентгеновской области использование этих датчиков сильно затруднено.

В данной работе предлагается измерение проекции профиля рентгеновского пучка путем регистрации профиля вторичных электронов выбитых с поверхности зеркала. Приводятся экспериментальные результаты по измерению положения рентгеновского пучка и пространственной чувствительности детектора на основе зеркал скользящего падения. Достигнутая точность измерения положения пучка СИ составляет 1 мкм.

Работа поддержана грантом МК-2589.2011.2.

Ракшун Яков Валерьевич, снс, к.ф.-м.н.

630090, Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, д.11

Тел.: (383)329-44-13; Факс: (383)330-71-63; E-mail: Ya.V.Rakshun@inp.nsk.su

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНЦИИ РФА-СИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДА ДВУМЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОАНАЛИЗА.

Я.В. Ракшун¹, А.В. Дарьин², Д.С.Сороколетов¹, М.А. Холопов¹

¹Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск

²Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск

В последние десятилетия с развитием рентгеновской оптики скользящего падения стало возможным проведение исследований по микроанализу (micro-XRF). В частности, развитие метода сканирующего рентгенофлуоресцентного микроанализа позволило проводить исследование протяжённых слоистых структур (например, донных осадков) с высоким пространственным разрешением для получения развёрнутой геохимической информации. Дальнейшее развитие экспериментальной станции РФА-СИ предполагает создание метода двумерного сканирующего микроанализа для исследования анизотропии роста срезов геологических объектов и двумерного распределения элементов в приповерхностных слоях объектов культурного наследия, например, картин.

Для ряда задач требуемое пространственное разрешение составляет порядка 10 мкм и чувствительность порядка 0,1 – 1 ppm. Мировой опыт развития показывает возможность реализации подобных аналитических систем с использованием современных источников СИ и рентгенооптических схем фокусировки возбуждающего и флуоресцентного излучений.

Целью данной работы была модернизация станции РФА-СИ накопителя ВЭПП-3, для развития метода двумерного сканирующего микроанализа.

Работа поддержана интеграционным проектом СО РАН № 92 и грантом МК-2589.2011.2.

Ракшун Яков Валерьевич, снс, к.ф.-м.н.

630090, Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, д.11

Тел.: (383)329-44-13; Факс: (383)330-71-63; E-mail: Ya.V.Rakshun@inp.nsk.su

DEVELOPMENT OF COMPACT THZ GYROTRONS AND THEIR APPLICATION TO HIGH POWER THZ TECHNOLOGIES

Toshitaka Idehara¹, Jagadish C. Mudiganti¹, La Agus¹, Tomohiro Kanemaki¹
Isamu Ogawa¹ and Ishiyama^{1,2}

¹*Research Center for Development of Far-Infrared Region, University of Fukui (FIR FU),
3-9-1 Bunkyo, Fukui-shi 910-8507, Japan*

²*Quantum Beam Science Directorate, Japan Atomic Energy Agency JAEA,
2-4 Shirakata-Shirane, Tokai, Ibaraki 319-1195, Japan*

For application of high frequency gyrotrons to high power THz technology, Gyrotron FU CW series is being developed in FIR FU. Gyrotron FU CW CI is developed as one of sub-THz gyrotrons included in the series. The advantage of the gyrotron is compactness using a compact superconducting magnet and compact power supply system, which makes the accesses of the gyrotron to applied large-scale devices easier and extends the applications of gyrotron to wider fields. One of important applications is a hybrid quantum beam technology, where a THz radiation beam is combined with one of many quantum beams, for example, proton beam, neutron beam, heavy particle beam, X ray, gamma-ray etc. and new technologies is developed in many fields.

The designed frequency and cavity mode of the Gyrotron FU CW CI are 394.5 GHz and TE₂₆ mode for application to the 600 MHz DNP-NMR measurement. As the operation results, the frequency and the output power were 394.03 GHz and around 30 W, respectively, which are available for the application to the 600 MHz DNP-NMR measurement. In addition, this gyrotron can operate at many other frequencies and cavity modes for application to high power THz technologies in wide fields.

In this paper, the design and the operation results of compact gyrotrons including long pulse mode or CW mode are presented and some examples of their applications to high power THz technologies are demonstrated.

DEVELOPMENT OF HYBRID QUANTUM BEAM TECHNOLOGIES OPENED BY A COMPACT THZ GYROTRON

Toshitaka Idehara¹, Norio Miyoshi² and Shintaro Ishiyama^{1,3}

¹*Research Center for Development of Far-Infrared Region, University of Fukui (FIR FU),
3-9-1 Bunkyo, Fukui-shi 910-8507, Japan*

²*Faculty of Medicine, University of Fukui,*

Matsuokashimoaizuki, Eiheiji-cho, Yoshida-gun, Fukui 910-1193, Japan

³*Quantum Beam Science Directorate, Japan Atomic Energy Agency JAEA,
2-4 Shirakata-Shirane, Tokai, Ibaraki 319-1195, Japan*

Gyrotron FU CW CI has been developed in FIR FU as one of sub-THz gyrotrons included in high power THz radiation sources named “Gyrotron FU CW series”. The advantage of the gyrotron is compactness using a compact superconducting magnet and compact power supply system, which makes the accesses of the gyrotron to applied large-scale devices easier and extends the applications of gyrotron to wider fields. One of important applications is a hybrid quantum beam technology, where a THz radiation beam is combined with one of many quantum beams, for example, proton beam, neutron beam, heavy particle beam, X ray, γ ray etc. New technologies will be developed in many fields by using such a compact gyrotron.

In this paper, we will introduce applications of Gyrotron FU CW I to medical technologies, for example, treatment of cancer tissue by combining with neutron beam, and new material science and technologies, by combining with X ray, γ ray and positron beam.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ С ПОМОЩЬЮ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

К. А. Тен, Э. Р. Прууэл, А. О. Кашкаров, Л. А. Лукьянчиков, Л. А. Мержиевский

Используя бесконтактный рентгенографический метод синхротронной диагностики взрывных процессов [1,2] проведена серия экспериментов по регистрации ударных волн в образцах ВВ и определению условий перехода их в детонацию.

Исследуемые образцы ВВ имели цилиндрическую форму и устанавливались торцом на металлическую подставку. Ударная волна в образцах запускалась металлическим ударником, метаемым на свободный торец заряда со скоростями до 2 км/с.

Метод синхротронной диагностики позволяет в течении одного эксперимента определять скорость полёта ударника, контролировать однородность нагружения исследуемого образца ударником, фиксировать скорость ударной волны в образце ВВ, разлет вещества за фронтом волны, а так же параметры течения после отражения ударной волны о подставку. В серии экспериментов были получены различные ударно-волновые режимы: ударная волна, переход ударной волны в детонацию в прямой волне и в отраженной.

По полученным данным построены ударные адиабаты исследуемых типов ВВ для диапазона массовой скорости 200-1000 м/с, определены параметры течения в отраженной от подставки ударной волне и условия возникновения перехода в детонацию в прямой и отраженной ударной волне.

1. В.М. Титов, Э.Р. Прууэл, К.А. Тен и др. Опыт применения синхротронного излучения для исследования детонационных процессов // Физика горения и взрыва. 2011. № 6. С. 3-16.
2. E.R. Prueel, K.A. Ten, V.M. Titov et al. X-ray transmission tomography for detonation investigation // Proceedings 14th International Detonation Symposium. 2010. pp. 345-351.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕТОНАЦИОННОГО ТЕЧЕНИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ПД ПО ДАННЫМ СИНХРОТРОННОЙ ДИАГНОСТИКИ

Прууэл Э.Р.¹, Тен К.А.¹, Кашкаров А.О.¹, Лукьянчиков Л.А.¹, Мержиевский Л.А.¹, Аминов Ю.А.², Смирнов Е. Б.², Музыря А.К.², Костицын О.В.²
pru@hydro.nsc.ru, ten@hydro.nsc.ru

1 Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск, Россия
2 РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина, Снежинск, Россия

Приводятся результаты измерений проходящего синхротронного излучения при детонации бензотрифуроксана (БТФ, $C_6N_6O_6$). Обработка результатов позволила определить параметры продуктов детонации (плотность, давление, скорость течения),

За последние 10 – 15 лет развитие техники ускорителей элементарных частиц позволило создать ряд новых бесконтактных методик для исследования взрывных процессов. В их основе лежит динамическое просвечивание исследуемого объекта высокоэнергетическими пучками различной природы. Большая проникающая способность используемого излучения, высокое пространственное и временное разрешение позволяют получать не только теневые изображения исследуемого течения высокого качества, но и восстанавливать методами томографии внутреннее распределение параметров объекта.

Для зарядов БТФ по рентгенографическим данным восстановлены параметры детонационного течения: $\rho(r, z, t)$, $p(r, z, t)$, $\vec{v}(r, z, t)$.

Получено параметрическое уравнение состояния продуктов взрыва в диапазоне плотностей 500—2500 кг/м³.

УДАРНОЕ СЖАТИЕ НАНОСТРУКТУРНОГО SiO₂ АЭРОГЕЛЯ

К.А. Тен¹, Э.Р. Прууэл¹, Л.А. Лукьянчиков¹, Б.П. Ефремов², Е.В. Беспалов², Б.П. Толочко³,
В.В. Жуланов⁴, Л.И. Шехтман⁴

¹Институт Гидродинамики им. М.А.Лаврентьева СО РАН

²Институт Высоких Температур РАН

³Институт Химии Твердого тела и Механохимии СО РАН

⁴Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН

Аэрогели широко используются в детекторах элементарных частиц, а также в наполнителях головных обтекателей космических аппаратов. Поскольку в таких конструкциях аэрогель подвергается высокоинтенсивным внешним воздействиям, то представляет интерес изучение его свойств и поведения при динамических и ударно-волновых нагружениях.

Используя для диагностики синхротронное излучение от накопителя ВЭПП-3 проведены эксперименты по ударному сжатию SiO₂ аэрогелей (в продольном и поперечном направлении) с начальными плотностями аэрогеля от 0,07 до 0,25 г/см³. Получены ударные адиабаты аэрогеля при скоростях ударников до 4,0 км/с. Измерена динамика малоуглового рассеяния синхротронного излучения при ударном сжатии наноструктурного аэрогеля. В экспериментах использовано новое взрывное метательное устройство для получения скоростей металлических ударников до 4,0 км/с.

STUDY OF FERROUS-FERRIC EQUILIBRIA IN LOW-IRON SODIUM-SILICATE GLASSES BY XANES, MÖSSBAUER AND EPR METHODS

E. Dunaeva¹, N. Trofimova², N. Efimov³, E. Yakimchuk⁴, V. Kriventsov⁴

1) Department of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

2) Department of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

3) Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, Moscow, Russia

4) Boreskov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Russia

The present work is devoted to the combined study of low-iron-containing sodium-silicate glasses 19(mol.%)Na₂O-81(mol.%)SiO₂-(y, wt.%)Fe₂O₃ (y =0.05-13) by the XANES, Mössbauer and Electron Paramagnetic Resonance spectroscopy.

Transition metal ions can exist in multivalent states which are defined by several points: the base-glass composition, temperature of melting, duration of heat treatment, and partial pressure of oxygen above the glass melt. One of the serious problem concerning to the thermodynamic modeling of equilibrium composition is insufficiency of experimental data about quantity of Fe²⁺ and Fe³⁺ at various conditions. In many cases the available data are scattering and contradictory. So the reliability of data may be increased by using of two or even more methods of chemical analysis.

Samples were prepared from analytically pure materials (Na₂CO₃, SiO₂ and Fe₂O₃). The mixtures were fused at 1400°C in an electric furnace during 4 hours. The obtained glasses were quenched with distilled water. The chemical composition of the samples were determined by inductively coupled plasma (ICP), Laser mass spectrometry and Energy-dispersive X-ray spectroscopy. XANES (Fe-K edge) fluorescent spectra for all the samples studied were recorded

and treated by the standard way at Siberian Synchrotron and Terahertz Radiation Centre (SSTRC, Novosibirsk) and at the experimental station STM installed in the Kurchatov center for synchrotron radiation (Moscow Russian Research Centre Kurchatov Institute). Transmission ^{57}Fe Mössbauer spectra were recorded using a conventional Mössbauer spectrometer operating in constant acceleration mode (on a large velocity scale) with a ^{57}Co source embedded in Rh kept at room temperature using a multi-channel analyzer (Moscow State University). The CW-EPR spectra were collected using Bruker Elexsys-E680X spectrometer in X-band (9.8 GHz) with field modulation at 100 kHz. Measurements were made at room temperature with fine powdered samples (Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, Moscow).

The influence of total iron content on local environment of ferric and ferrous ions and ferrous/ferric ratio were investigated by the combination of all spectroscopic methods. Fe^{2+} behaves as a network modifier occupying predominantly octahedral sites while Fe^{3+} is a network former occupying tetrahedral sites. It was also observed “isolated” Fe^{3+} in low-iron samples. All possible variants of structural models for local environment of ferric and ferrous ions and opportunity of stabilization various surface Fe^{2+} and Fe^{3+} species, depending on different sample compositions were discussed. The data obtained by current methods are in a good agreement.

The authors are indebted to V. Pokholok (Laboratory of radiochemical methods and Mössbauer spectroscopy, MSU), V. Minin (Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, Moscow) and Y. Zubavichus (Russian Research Centre Kurchatov Institute, Moscow) for conducting Mossbauer, EPR and additional XANES investigations and helpful discussions respectively. The research was financially supported by Saint-Gobain Recherche.

***Corresponding author:** PhD Student E.S. Dunaeva, e-mail: verylena@gmail.com
119991 Dept. of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory 1, Moscow, Russia

ЗАВИСИМОСТЬ СТРОЕНИЯ АНИОНА $\{\text{PO}_4[\text{WO}(\text{O}_2)_2]_4\}^{3-}$ ОТ ПРИРОДЫ РАСТВОРИТЕЛЯ ПО ДАННЫМ EXAFS И КР-СПЕКТРОСКОПИИ

П.В. Бердникова, В.В. Канажевский, Ю.А. Чесалов, Д.И. Кочубей, З.П. Пай
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
polina@catalysis.ru, проспект Ак. Лаврентьева 5, 630090, Новосибирск, Россия

Ввиду важности и перспективности применения гомогенных катализаторов на основе пероксополиоксометаллатов, применяемых в сочетании с катализаторами межфазного переноса – четвертичными аммониевыми солями, актуально изучение строения данных пероксокомплексов физико-химическими методами. Считается установленным, что реакции могут идти на моноядерных, биядерных или тетраядерных комплексах металла. Ранее было показано, что комплекс $[(\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{N}]_3\{\text{PO}_4[\text{WO}(\text{O}_2)_2]_4\}$ представляет собой тетраядерный анион, состоящий из двух димеров вольфрама, координированных к $\{\text{PO}_4\}$ -группе, с расстоянием $\text{W}-\text{W}\sim 3.6 \text{ \AA}$ [1, 2]. Показано, что строение аниона $\{\text{PO}_4[\text{WO}(\text{O}_2)_2]_4\}^{3-}$ зависит от природы органического катиона $[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3]^+$, $[\text{CH}_3(\text{n}-\text{C}_8\text{H}_{17})_3\text{N}]^+$, $[(\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{N}]^+$ и изучены изменения строения аниона.

Можно предположить, что изменения структуры аниона $\{\text{PO}_4[\text{WO}(\text{O}_2)_2]_4\}^{3-}$ происходят благодаря кулоновскому взаимодействию органических катионов, координированных во внешней сфере комплекса. Конкурентным взаимодействием, которое также может влиять на структуру аниона, является сольватация комплекса растворителем. Такая сольватация может воздействовать на структуру посредством образования водородных связей с комплексом.

В данной работе методами EXAFS и КР-спектроскопии изучено строение комплексов, содержащих в качестве органических катионов $[(n-C_4H_9)_4N]^+$ и $[Et_2(CH_2Ph)_2N]^+$, растворенных в ацетонитриле и пиридине.

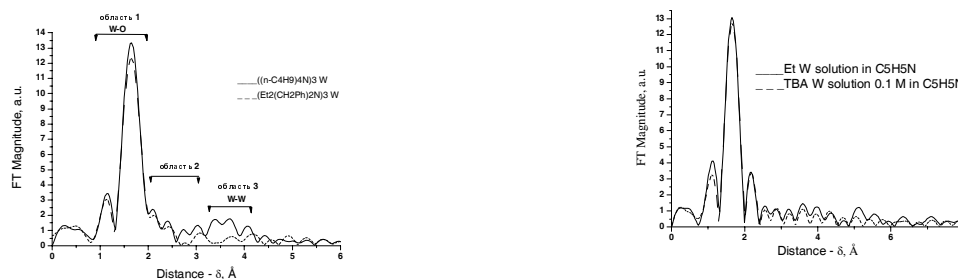


Рис. 1, 2. Зависимости строения окружения вольфрама

Данные EXAFS показывают, что в то время как строение комплексов с различными катионами, растворенных в ацетонитриле, совпадает, строение тех же комплексов, растворенных в пиридине, совпадает между собой и отличается от строения комплексов в растворе ацетонитрила. По данным КР-спектроскопии взаимодействие комплексов с пиридином гораздо сильнее, чем с ацетонитрилом и может приводить даже к встраиванию пиридина в первую координационную сферу аниона.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект, № 12-03-00173-а); Отделения химии и наук о новых материалах РАН (проект № 5.7.3.).

Литература:

1. Venturello C., D'Aloisio R., Bart J.C.J., Ricci M. // *J. Mol. Catal.*, 1985, Vol. 32, P. 107.
2. Z.P. Pai, D.I. Kochubey, P.V. Berdnikova, V.V. Kanazhevskiy, I.Yu. Prikhod'ko, Y.A. Chesalov, *J. Mol. Catal. A: Chemical*, 2010, Vol. 332, №. 1-2, P. 122–127.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ФОРМ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ В НИТРАТНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ XAFS

Е.В. Кабин^{1,2}, В.А. Емельянов^{1,2}, М.А. Ильин^{1,2}, С.В. Коренев^{1,2}, Е.П. Якимчук³,
Б.Н. Новгородов³, В.В. Кривенцов³

- 1) *Институт неорганической химии СО РАН, Новосибирск, Россия*
- 2) *Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия*
- 3) *Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия*

В среднесрочной перспективе ядерной энергетике нет альтернативы. Однако, успешное развитие атомной энергетике связано с решением проблемы надежной локализации радиоактивных отходов. С другой стороны, радиоактивные отходы содержат значительное количество ценных в прямом и техническом смысле элементов с уникальными свойствами. Среди продуктов деления - значительное количество благородных металлов, преимущественно в виде смеси стабильных изотопов. Из динамики накопления платиновых металлов в отработанном ядерном топливе (ОЯТ) по данным МАГАТЭ следует, что к тридцатым годам нынешнего столетия в отходах ОЯТ содержание Pd, Rh и Ru станет близко к их мировым запасам. Сегодня ОЯТ рассматривается, как мощный потенциальный источник запасов платиновых металлов

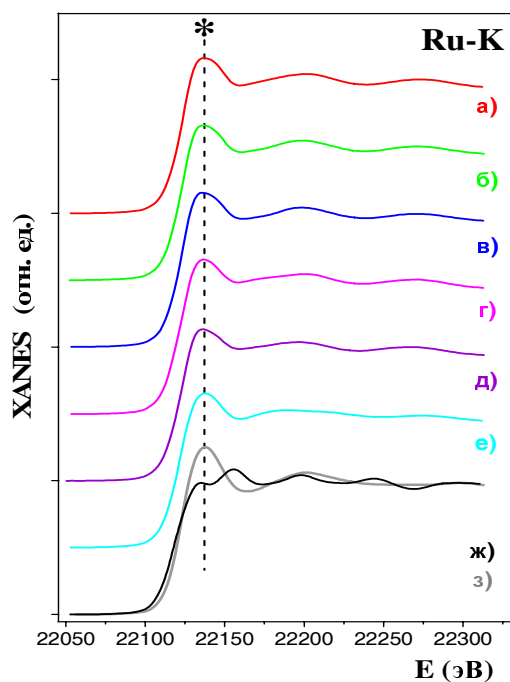


Рисунок 1. Спектры XANES (Ru-K) для исследованных образцов и реперов: а) р-р 1; б) р-р 2; в) р-р 3; г) образец 1; д) образец 2; е) образец 3; ж) Ru фольга; з) RuO₂.

Установлено, наличие агломерации исходных мономерных форм в исследуемом диапазоне концентраций Ru. Рассмотрены возможные варианты структурных моделей. Полученная новая уникальная информация в дальнейшей перспективе поможет разработать эффективные технологии извлечения платиноидов из азотнокислых растворов переработки отработанного ядерного топлива по технологии ПУРЕКС.

Работа проводилась при поддержке РФФИ (120301154, 120301039, 100301005), Президиума РАН (программа 24).

*Е.В. Кабин, инженер, john_kabin@ngs.ru

ИНХ СО РАН, Пр. Лаврентьева 3, Новосибирск, Россия

СОЛЬВАТНАЯ ОБОЛОЧКА КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ В РАСТВОРАХ ПО ДАННЫМ МЕТОДА EXAFS

Канажевский В.В., Чесалов Ю.А., Кочубей Д.И.

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск, Россия
kochubey@catalysis.ru, проспект Ак. Лаврентьева 5, 630090, Новосибирск, Россия

Методом EXAFS и КР-спектроскопии исследовано строение комплексов H₂PtCl₆ в растворах ДМСО и воды в широком диапазоне концентраций. При pH не более 3.5.

Полученными данными подтверждены результаты предыдущих исследований показавших, что атомы платины окружены атомами хлора. Длина связи Pt-Cl составляет ~2.3 Å. Координационное число по хлору 6. В исследованных образцах результатов процессов гидролиза не обнаружено. Отсутствует прямая связь атомов платины между собой. Также не наблюдается связей металл-металл через мостиковые атомы хлора.

Полученные данные являются достоверной интерпретацией имеющихся в литературе данных [1], в которых описание экспериментальных зависимостей некорректно проводилось в приближении теории многократного рассеяния.

для мировой экономики и новейшей техники. Эффективных методик извлечения платиновых металлов из таких растворов до сих пор не существует, в первую очередь из-за недостатка информации о состоянии платиноидов в этих растворах. Представленная работа посвящена исследованию локальной структуры и симметрии ближайшего окружения, стабилизированных комплексных форм платиновых металлов, существующих в нитратных растворах, методом XAFS спектроскопии, на примере комплексов рутения. XAFS спектры (Ru-K) исследованных растворов и образцов были записаны в СЦСТИ, Новосибирск. В результате исследования показано, что устойчивые комплексные формы Ru в нитратных растворах имеют сходное строение в исследуемом диапазоне концентраций. Возможные отличия связаны с перераспределением вклада от N и O в первой и второй коорд. сферах.

Впервые показано, что комплексы платины окружены прочно связанной (более 10 ккал/моль) сольватной оболочкой. Вне зависимости от типа растворителя, концентрации раствора и времени старения на кривых радиального распределения атомов наблюдаются максимумы в области расстояний 3.7-4.4 Å. Эти максимумы соответствуют атомам, входящим в состав сольватной оболочки. По всей видимости, сольватная оболочка комплекса в сериях исследованных растворов платины состоит из катионов H_3O^+ , $\text{H}_5\text{O}_2^{2+}$ и молекул ДМСО в зависимости от типа растворителя и концентрации платины. В растворах ДМСО в состав сольватной оболочки входят катионы H_3O^+ , $\text{H}_5\text{O}_2^{2+}$ молекул «кристаллизационной» воды и молекулы растворителя. Количество атомов кислорода отнесенных методом EXAFS к сольватной оболочке комплекса в растворе ДМСО меньше вследствие вхождения в нее более крупных молекул растворителя.

Изменение концентрации водного раствора не приводит к изменению ядерности комплекса. При некоторых исследованных концентрациях раствора обнаружены следы перестройки сольватной оболочки, выражающиеся в изменении симметрии окружения платины хлором.

Полученные данные не исключают возможность связывания комплексов платины в ассоциаты посредством сольватной оболочки. В случае формирования таких ассоциатов расстояния Pt-Pt находились бы на пределе чувствительности метода EXAFS, т.е. отсутствовали в спектрах, по двум причинам. Во-первых, расстояние между атомами превысило бы 6 Å, а, во-вторых, интенсивность максимума была бы мала вследствие высокой лабильности комплекса [2].

1. X. Chen, W. Chu, L. Wang, Z. Wu. J Mol. Struct., 2009, **920**, 40-44.

2. Д.И. Кочубей, Н.Б. Шитова, С.Г. Никитенко. *Кинетика и катализ*, 2002, **43**, 601-607.

ОСОБЕННОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ПАЛЛАДИЯ В МОДЕЛЬНЫХ НИЗКОПРОЦЕНТНЫХ НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Р.М. Кенжин*, Д.А. Медведев, Е.П. Якимчук, Б.Н. Новгородов,

В.В. Кривенцов, А.М. Володин

Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия

Повышенные требования к экологической безопасности и введение новых нормативов на содержание вредных примесей в отработанных газовых смесях привело к значительному прогрессу в разработке устройств для нейтрализации автомобильных выхлопов и выбросов промышленных газов на основе каталитических систем содержащих благородные металлы и особенно палладий, позволяющий перейти к процессам низкотемпературного окисления.

Представленная работа посвящена изучению методами XANES/EXAFS и ЭПР с использованием спиновых зондов особенностей состояния палладия и центров его стабилизации в активном компоненте модельных низкопроцентных (менее ~1%) палладиевых катализаторов нанесенных на оксидные носители.

В результате комплексного исследования показано, что в зависимости от предварительной истории образца, возможно образование различных наноразмерных форм стабилизации палладия локализованных на поверхности оксидного носителя от атомарно-диспергированного до наночастиц PdO. Подробно рассмотрены возможные варианты структурных моделей. Методом ЭПР показана важная роль донорных центров поверхности Al_2O_3 в стабилизации атомарно-диспергированных ионных форм палладия.

Работа проводилась при поддержке РФФИ (120301154, 100300691, 120301039, 100301005), Президиума РАН (программа 24).

*Р.М.Кенжин, аспирант, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
Пр. Лаврентьева 5, Новосибирск, Россия, romankenzhin@yandex.ru

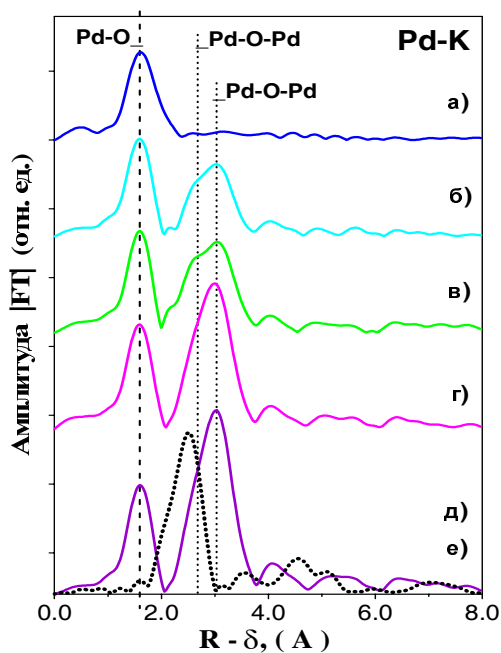


Рисунок 1. РРА локального окружения Pd исследованных катализаторов.

В работе использовались модельные низкопроцентные (менее ~1%) катализаторы Pd/Al₂O₃, приготовленные с использованием метода пропитки по влагоемкости из водных растворов нитрата и хлорида палладия. Спектры XAFS (Pd-K) исследованных образцов были записаны в СЦСТИ (Новосибирск). В качестве спиновых зондов для изучения центров стабилизации нанесенного Pd использовались анион-радикалы 1-3-5-тринитробензола. Показано, что палладий в исследованных образцах находится преимущественно в виде ионов Pd²⁺ в плоскоквадратном ближайшем кислородном окружении. Наличие металлической фазы Pd⁰ в пределах точности метода не обнаружено. Выполнено детальное исследование особенностей локальной структуры активного компонента палладиевых катализаторов.

АБЛЯЦИОННОЕ ГОРЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Л.А.Лукьянчиков, А.П.Ершов, Э.Р.Прууэл, К.А Тен, Б.П.Толочко, Л.А.Мержиевский, А. А.О. К.ашкаров

В настоящее время общепринятой считается точка зрения, что при внешнем воздействии на взрывчатое вещество, не приводящему непосредственно к его ударно-волновому сжатию, начинающийся процесс разложения может развиваться до детонации проходя ряд стадий в следующей последовательности:

- иницирование в определенной области экзотермической реакции;
- формирование в такой области очага горения;
- ускорения массовой скорости горения u , являющегося послойным, прямо пропорционально величине роста давления p в области продуктов;
- возникновение из-за роста давления волны сжатия, переходящей затем в ударную, что является условием завершения инициирования.

Исследования процесса быстрого инициирования, проведенное с применением для диагностики синхротронного излучения позволило установить существование другого режима развития взрывного перехода, ключевым моментом которого является абляционное горение. Эта форма горения обеспечивает на порядок большую скорость регрессии конденсированной фазы, чем послойная форма при том же давлении. Увеличение скорости достигается за счет развития неустойчивостей на поверхности тонкого слоя расплава возникающего на гранулах ВВ при их обдуве скоростным потоком горячего газа. Этот результат был получен благодаря созданию методики определения плотности, давления и скорости в реагирующей среде по эпиграмам плотности, полученным в экспериментах, в которых осесимметричное течение просвечивалось пучком излучения с длительностью в 1 наносекунду. Окончательный вывод о существовании новой формы горения был сделан на основании сопоставления численных расчетов в модели двухфазной многоскоростной среды, с результатами экспериментальных измерений.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ Pd/Ga₂O₃ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНА МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ EXAFS ДО И ПОСЛЕ РЕАКЦИИ

Смирнова Н.С.¹, Мироненко О.О.¹, Шляпин Д.А.¹, Кочубей Д.И.², Цырульников П.Г.¹.

1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем переработки углеводородов Сибирского отделения Российской академии наук, e-mail: everinflame@gmail.com, ул. Нефтезаводская, 54, г. Омск, 64404, Россия

2) Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук, Просп. Лаврентьева, 5, г. Новосибирск, 630090, Россия

Известно, что палладий-галлиевые интерметаллические соединения являются высокоселективными катализаторами гидрирования ацетилена в этилен в газовой фазе [1]. Кроме того, биметаллические соединения Pd₅Ga₂, Pd₂Ga, PdGa, согласно [2], образующиеся в нанесенных катализаторах Pd/Ga₂O₃ при восстановлении, могут быть перспективными катализаторами жидкофазного гидрирования C₂H₂ в C₂H₄.

Целью данной работы было исследование состава и структуры катализаторов Pd/Ga₂O₃ жидкофазного гидрирования ацетилена до и после реакции.

Катализаторы были получены пропиткой β-Ga₂O₃ (S_{БЭТ} = 14 м²/г) раствором нитрата палладия. Нанесенные образцы сушили 2 часа при 120 °С и далее восстанавливали в токе водорода при 200 °С 3 ч. В работе исследовалась серия, включающая невосстановленный образец 4%Pd/Ga₂O₃ после сушки, образец 4%Pd/Ga₂O₃, восстановленный в токе водорода при 200 °С, а также данные катализаторы после испытания в реакции жидкофазного гидрирования ацетилена (4 об. % ацетилена, 90 об. % водорода, 6 об. % гелия, температура реакции 40 °С).

Образцы Pd/Ga₂O₃ были исследованы методом спектроскопии EXAFS. Спектры EXAFS PdK были сняты на станции EXAFS-спектроскопии Сибирского центра СИ. Спектры были получены с использованием синхротронного излучения при энергии электронов в накопителе ВЭПП-3 2 ГэВ и силе тока 70 мА с использованием разрезного кристалла Si (111) в качестве монохроматора. Спектры были сняты в режиме «на пропускание» с шагом в 2.5 эВ.

Согласно данным, полученным с помощью EXAFS, в невосстановленном образце 4%Pd/Ga₂O₃ до реакции палладий находится в виде оксида палладия, о чем говорит наличие расстояний Pd-O (2.01 Å), Pd-Pd (3.04 Å), Pd-Pd (3.44 Å). Данный образец был испытан в реакции жидкофазного гидрирования, после чего для него был повторно снят спектр EXAFS. В образце после реакции присутствует только металлический палладий (расстояние Pd-Pd 2.75 Å).

В спектре PdK образца 4%Pd/Ga₂O₃ до реакции, восстановленного в токе водорода при 200 °С, присутствуют пики, один из которых относится к расстоянию первой координационной сферы ГЦК палладия (Pd-Pd 2.75 Å), а второй моделируется расстоянием Pd-Ga 2.57 Å. Наличие расстояния Pd-Ga позволяет предположить, что небольшая часть палладия образует сплав с галлием. Расстояния Pd-Ga и Pd-Pd сохраняются в спектре EXAFS PdK данного образца после испытания в реакции жидкофазного гидрирования ацетилена.

Полученные результаты объясняют наличие активности невосстановленных образцов и устойчивость к воздействию реакционной среды Pd-Ga сплава.

[1] M. Johnson, E. Peterson, S. Gattis. U.S. Patent No 20070021638 A1, 2007.

[2] J. Osswald, K. Kovnir, M. Armbruster et al. *Journal of Catalysis* 2008, **258**, 219.

СТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ГАЛЛИЯ

Р.Г. Валеев^{1,2*}, В.В. Кривенцов³, А.Н. Деев¹, В.Ф. Кобзиев², В.В. Мухгалин¹

1) *Физико-технический институт ФТИ УрО РАН, Ижевск, Россия*

2) *Удмуртский госуниверситет, Ижевск, Россия*

3) *Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия*

Разнообразные полупроводниковые материалы на основе соединений галлия находят широкое применение в науке и технике. Сегодня получение и исследование энергетических устройств на базе солнечных элементов с высокой эффективностью является одним из приоритетных направлений в физике полупроводников. Система Ga_2Se_3 является перспективной для применения в качестве поглощающих слоев в высокоэффективных солнечных элементах, для космических приложений. Со структурной точки зрения Ga_2Se_3 интересен тем, что он является полупроводником, кристаллизующимся со структурой типа цинковой обманки, с одной вакансией на три катионных узла, при этом возможно их различное распределение. Другим традиционно используемым материалом, является наноструктурированный GaAs, активно применяемый в ВЧ-электронике, устройствах генерации, преобразования и детектирования различных видов излучения. Жесткие требования к миниатюризации, энергоемкости и увеличению быстродействия современных электронных приборов заставляют использовать новые материалы и физические явления при их создании. Одним из подходов является локализация наноструктур GaAs в диэлектрических матрицах, что позволяет избежать переноса заряда между отдельными наноструктурами с помощью пространственного разделения элементов и защитить их от внешних воздействий.

Данная работа посвящена исследованию локальной структуры перспективных полупроводниковых материалов на основе объемных Ga_2Se_3 , GaAs и наноструктур арсенида галлия методом EXAFS. Порошки объемных материалов Ga_2Se_3 , GaAs были приготовлены измельчением монокристаллов, нитевидные наноструктуры GaAs были получены методом термического испарения материала на пористую пленку анодного оксида алюминия в условиях сверхвысокого вакуума. В качестве тестовых образцов использовались пленки арсенида галлия на гладкой поверхности оксида алюминия, полученные в том же цикле напыления и порошки материала. Атомное структурное состояние и стехиометрия образцов были аттестованы методами РФА и РФЭС. Для объемных материалов - Ga_2Se_3 , GaAs, представленных в виде порошков пригодных для исследования, было показано, что структурные данные (наборы межатомных расстояний и координационных чисел) хорошо согласуются (в пределах методических ограничений) с результатами расчетов структуры исходя из кристаллографических параметров. Установлено, что нитевидные наноструктуры имеют более упорядоченные, по сравнению пленками на гладких подложках, кристаллическую и химическую структуры, что выражается в стехиометрии состава, величинах параметров решетки, межатомных расстояний и координационных чисел. Для нитевидных структур они более близки к данным, полученным для соответствующих порошков.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, Президиума РАН (программа 20, 24) и УрО РАН (проект № 12-С-2-1024).

*Валеев Ришат Галеевич, к.ф.-м.н., ученый секретарь, ФТИ УрО РАН, г.Ижевск, ул. Кирова 132, Тел.: (3412) 430294; Факс: (3412) 722529; e-mail: rishatvaleev@mail.ru

EXAFS-ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НАНОНИТЕЙ GaAs, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ В КАЛИБРОВАННЫХ ПОРАХ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Р.Г. Валеев^{1,2*}, В.В. Кривенцов³, А.Н. Деев¹, В.Ф. Кобзиев², В.В. Мухгалин¹

1) Физико-технический институт ФТИ УрО РАН, Ижевск, Россия

2) Удмуртский госуниверситет, Ижевск, Россия

3) Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия

В настоящее время огромный научно-исследовательский интерес привлекают нанонити арсенида галлия, который является традиционным материалом, используемым в ВЧ-электронике, устройствах генерации, преобразования и детектирования различных видов излучения, в диэлектрических матрицах. Применение диэлектрических матриц позволяет не только избежать переноса заряда между отдельными наноструктурами с помощью пространственного разделения элементов, но и защитить их от внешних воздействий.

Нитевидные наноструктуры GaAs были получены методом термического испарения материала на пористую пленку анодного оксида алюминия в условиях сверхвысокого вакуума. Калиброванный диаметр пор составлял ~ 100 нм, расстояние между порами ~ 30 нм. В качестве тестового образца использовались пленка GaAs на гладкой поверхности Al₂O₃, полученная в том же цикле напыления, и порошок материала. Стехиометрия образцов была аттестована методом рентгеноэлектронной спектроскопии (РФЭС).

Структура нанонитей была исследована методами протяженной тонкой структуры спектров рентгеновского поглощения (EXAFS-спектроскопия) и рентгеновской дифракции (РФА). Показано, что нитевидные наноструктуры имеют более упорядоченные, по сравнению с пленками, кристаллическую и химическую структуры, что выражается в стехиометрии состава, величинах параметров решетки, межатомных расстояний и координационных чисел. Для нитевидных структур они более близки к данным, полученным для порошков арсенида галлия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, Президиума РАН (программы 20, 24) и УрО РАН (проект № 12-С-2-1024).

*Валеев Ришат Галеевич, к.ф.-м.н., ученый секретарь, ФТИ УрО РАН, г.Ижевск, ул. Кирова 132, Тел.: (3412) 430264; Факс: (3412) 722529; e-mail: rishatvaleev@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СУШКИ НА СТРОЕНИЕ СУЛЬФИДНОГО АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА В НАНЕСЁННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ ГИДРООЧИСТКИ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СО-МО СОЕДИНЕНИЯ.

К.А. Леонова, О.В. Климов, Д.И. Кочубей, В.И. Зайковский, А.С. Носков

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

lakmallow@catalysis.ru

Новосибирск, 630090, пр. ак. Лаврентьева 5, Россия

В последние годы для приготовления катализаторов гидроочистки используются биметаллические Со-Мо комплексные соединения [1]. Для получения высокоактивных катализаторов необходимо, чтобы исходный комплекс не кристаллизовался в растворе и на поверхности носителя, поскольку кристаллизация приводит к получению катализаторов с грубодисперсным активным компонентом. Все соединения Со и Мо в

катализаторах металлокомплексного происхождения являются высокодисперсными и рентгеноаморфными, соответственно, при изучении строения сульфидного активного компонента и его предшественников наиболее информативными являются методы EXAFS и ПЭМВР. Структура и морфология частиц сульфидного активного компонента находятся в непосредственной зависимости от состава и строения нанесённых кислородсодержащих предшественников, которые, в свою очередь во многом определяются условиями сушки катализаторов.

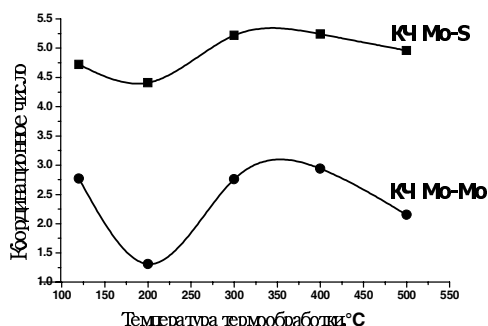


Рис. 1 Зависимость КЧ Mo-S и Mo-Mo в сульфидированных катализаторах от условий предварительной термообработки.

В настоящей работе изучены катализаторы, приготовленные нанесением $\text{NH}_4(\text{C}_2\text{H}_{10}\text{N}_2)_{0.5}[\text{Co}(\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2)_3][\text{Mo}_2\text{O}_7\text{C}_2\text{O}_4] \times \text{H}_2\text{O}$ на $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, имеющий $S_{\text{уд}}=216 \text{ м}^2/\text{г}$, общий объём пор $0,50 \text{ см}^3/\text{г}$ при их среднем диаметре 93 \AA . Нанесённые катализаторы прогревали 4 час на воздухе при $120\text{-}500^\circ\text{C}$ и далее сульфидировали в токе H_2S по методике, описанной в [1]. Исходный комплекс, высушенные и сульфидированные катализаторы изучены методом EXAFS. Морфология частиц активного компонента сульфидированных катализаторов изучена методом ПЭМВР.

Показано, что в катализаторах, высушенных при 120 и 200°C , сохраняется окружение Mo и Co, типичное для исходного комплекса. Последующее увеличение температуры термообработки приводит к разложению комплексов, при этом азотное окружение кобальта заменяется на кислородное, а из окружения молибдена удаляется оксалатный лиганд. На кривых РРА всех сульфидированных катализаторов присутствуют расстояния Mo-S, Mo-Mo, Co-S и Co-Mo типичные для Co-Mo-S фазы [2]. Однако, координационные числа (КЧ) для этих расстояний зависят от температуры предварительной термообработки катализаторов. Так максимальные значения КЧ от расстояний Mo-S и Mo-Mo соответствуют сушке катализаторов при $300\text{-}400^\circ\text{C}$ (рис.1). Этим же температурам сушки соответствует максимальное количество слоёв (1,8-2,0) в пакете MoS_2 , найденное из данных ПЭМВР.

[1] O.V. Klimov, A.V. Pashigreva, G.A. Bukhtiyarova, S.V. Budukva, M.A. Fedotov, D.I. Kochubey, Y.A. Chesalov, V.I. Zaikovskii and A.S. Noskov, *Catal. Today*, 150 (2010) 196.

[2] J.T. Miller, C.L. Marshall and A.J. Kropf, *J. Catal.*, 202 (2001) 89.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГЕНОСЕНСОРНЫЕ КЛЕТКИ *E. COLI*/PKATG-GFP И *E. COLI*/PCOPA-GFP

Е. В. Демидова¹, Т. Н. Горячкова¹, Т. К. Малуп¹, С. В. Банникова¹, В.М. Попик², А. И. Семенов², С. Е. Пельтек¹

1 - Институт цитологии и генетики СО РАН

2 - Институт ядерной физики СО РАН

Изучение воздействия терагерцового излучения на живые объекты представляет огромный интерес в связи развитием систем безопасности. Нами было изучено нетермическое воздействие терагерцового излучения на клетки геносенсоров *E.coli/pKatG-gfp* и *E.coli/pCopa-gfp*. В качестве источника терагерцового излучения был использован новосибирский лазер на свободных электронах NovoFEL, имеющий

рекордные характеристики средней и пиковой мощностей. Показано, что терагерцовое излучение с плотностью мощности 1.4 ватт/см^2 индуцирует работу генов *katG* и *copA*.

Для изучения воздействия терагерцового излучения использовались рекомбинантные бактерии *E. coli JM109*, содержащие генетические репортерные конструкции, в которых ген флуоресцентного белка GFP_{aaV} находится под регуляторным контролем стрессовых генов *katG* и *copA* (плазмиды *pKatG-gfp* и *pCopA-gfp* соответственно). После трансформации бактериальных клеток *E. Coli JM 109* данными плазмидами, проводилось определение рабочего клона, способного к индукции флуоресцентного белка GFP при добавлении к геносенсорным клеткам индуктора: перекиси водорода для *E.coli/pKatG-gfp* и сульфата меди для *E.coli/pCopA-gfp*.

Для проведения эксперимента с облучением ночные культуры рабочих клонов подращивали в среде Luria-Bertani (LB) с 100 мкг/мл ампицилина до логарифмической фазы (OD=0.3). Поскольку среда LB имеет собственную флуоресценцию в диапазоне флуоресценции GFP белка, клетки промывали в минимальной среде M9. После этого культуру клеток в минимальной среде помещали в специальную кювету для экспонирования биологических образцов. Аликвота культуры объемом 50 мкл помещалась между двумя натянутыми полипропиленовыми пленками толщиной 40 мкм. Для обеспечения равномерного экспонирования образца по всему объему, кювету вращали с помощью специального механизма. Температуру среды в кювете поддерживали на уровне $35 \pm 2^\circ\text{C}$.

Динамику развития флуоресцентного ответа измеряли через каждые 10 минут в течение не менее 250 минут с момента начала эксперимента на флуориметре Perkin Elmer VICTOR³ в относительных единицах.

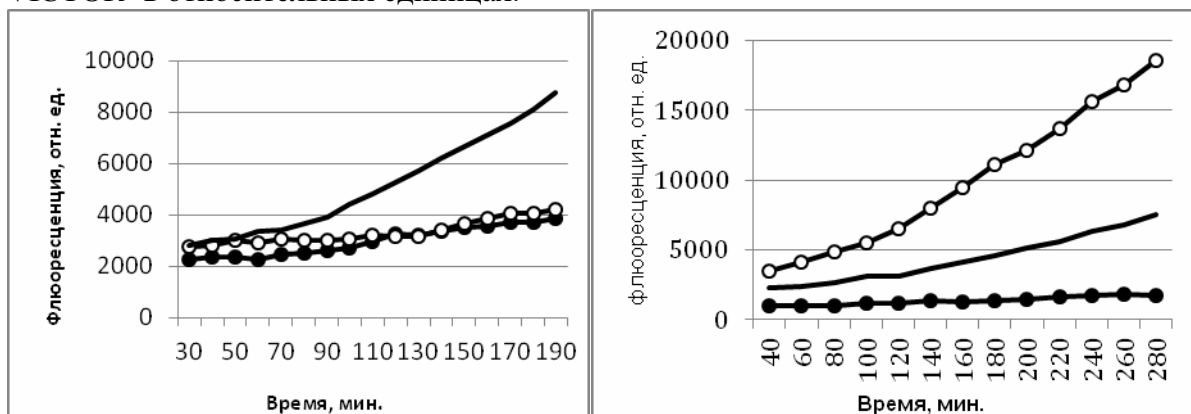


Рис.1. Индукция флуоресцентного белка GFP после облучения терагерцовым излучением в течение 15 минут в клетках геносенсоров: слева - *E.coli/pKatG-gfp*; справа - *E.coli/pCopA-gfp*. Темные круги - отрицательный контроль (без добавления индуктора), Светлые круги - положительный контроль (добавление специфического индуктора), Сплошная линия – эксперимент.

Изучение нетермического воздействия терагерцового излучения на геносенсорные клетки *E.coli/pKatG-gfp* и *E.coli/pCopA-gfp* показало, что рекомбинантные клоны реагируют индукцией синтеза репортерного белка GFP. При мощности излучения 1.4 ватт/см^2 показано, что индукция флуоресцентного белка у *E.coli/pKatG-gfp* и *E.coli/pCopA-gfp* зависит от времени облучения. Индукция синтеза GFP проявлялась всегда при облучении в течении 15 минут, нестабильно проявлялась при облучении в течении 10 минут, и никогда не проявлялась при облучении в течении 5 минут.

Во всех экспериментах, где клетки индуцировались под действием терагерцового излучения в течение ограниченного времени, они сохраняли свою способность к синтезу репортерного белка GFP более 8 поколений.

Генетическая конструкция *pKatG-gfp* любезно предоставлена Лабораторией молекулярно-генетических систем.

XAFS STUDY OF THE GOLD AND PALLADIUM NANOPARTICLES SUPPORTED ON MAGNESIUM OXIDE AS CATALYSTS FOR THE AMINATION OF ALCOHOLS

Yu.S. Demidova¹, M. Estrada², E.V. Suslov³, E.P. Yakimchuk¹, B.N. Novgorodov¹, D.A. Zuzin¹, O.A. Simakova⁴, I.P. Prosvirin¹, V.V. Kriventsov¹, K.P. Volcho³, N.F. Salakhutdinov³, A.V. Simakov⁵, D.Yu. Murzin⁴, I.L. Simakova¹

1) Boreskov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Russia

2) Posgrado en Fisica de Materiales, CICESE, Ensenada, B.C., Mexico

3) Novosibirsk Institute of Organic Chemistry, 630090, Russia

4) Åbo Akademi University, Laboratory of Industrial Chemistry and Reaction Engineering, Biskopsgatan 8, Turku, Finland, 20500

5) Centro de Nanociencias y Nanotecnologia, UNAM, Ensenada, B.C., Mexico

Terpenes, extracted from biomass, are inexpensive renewable raw materials that have biological activity and are widely used in the development of new medicines. Tandem catalysis that enables one-pot multistep reactions holds a great potential for increasing the efficiency of chemical synthesis. The present work is devoted to a structural study of the selective amination of terpenoid alcohols over magnesium supported mono- and bimetallic Au, AuPd, Pd catalysts by the XAFS spectroscopy. Catalysts were prepared by sol-gel method. Pre-calcined catalysts in air atmosphere at 300°C were tested in the reaction of alcohols amination. Catalytic activity of the tested samples was shown to be dependent on the active component composition. All XAFS spectra (Pd-K, Au-L₃ edges) were recorded at Siberian Synchrotron Radiation Center (SSRC, Novosibirsk).

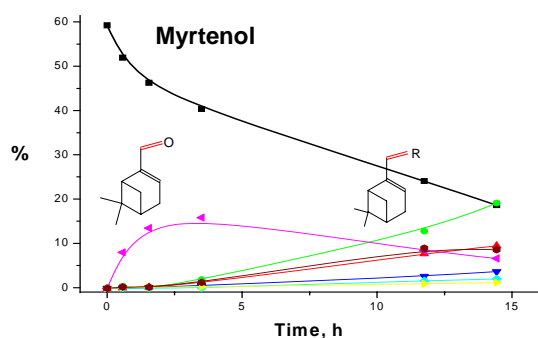


Figure 1. Myrtenol conversion dynamics and selectivity to the main products (R=aniline) over Au/MgO.

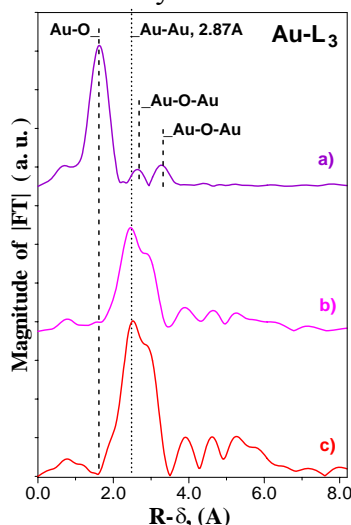


Figure 2. Curves of radial distribution function of atoms (RDFs) describing of gold local arrangement for samples studied: a) Au-MgO initial; b) Au-MgO reduced; c) reference Au foil.

The local Au and Pd arrangements and state of metal components of the prepared catalysts were studied in details. It was found that all initial samples of catalysts contain oxidized Au(3+) and/or Pd(2+) phases mainly. No any Au(3+) species were detected in the reduced Au and AuPd samples within the method limit, only presence of distorted metallic Au phase were found. But both metallic Pd and Pd(2+) species were detected in the reduced Pd and AuPd samples. The interatomic distances and corresponded coordination numbers were established. All possible structural models were discussed. Additionally samples of catalysts were characterized by the TEM, EDX and XPS methods. The data obtained by all methods are in a good agreement.

This research was supported by RFBR-100301005a, 120301154a, 110394001-CCISa and DGAPA-PAPIIT - IN 1207063 grants.

***Corresponding author:** PhD Student Yu.S. Demidova,

Boreskov Institute of Catalysis, Pr. Ak. Lavrentyeva, 5, Novosibirsk, 630090, Russia,
Tel: +7 (383) 326 95 31; Fax: +7 (383) 330 80 56; E-mail: julia_solkina@ngs.ru

ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ Pd ПО ДАННЫМ XAFS В КАТАЛИЗАТОРАХ Pd/C ДЛЯ РЕАКЦИИ ГИДРОДЕБЕНЗИЛИРОВАНИЯ

Ю.А. Зайцева, И.Л. Симакова, С.Ю. Троицкий, В.В. Кривенцов, В.Н. Пармон
ZaytcevaJulia@yandex.ru, пр. Ак. Лаврентьева 5, Институт катализа СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия

В синтезе 4,10-диформил-2,6,8,12-тетраацетил-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюрцитана (ТАДФ) (предшественника высокоэнергетического вещества ГАВ) ключевой стадией является реакция гидродебензилирования гексабензилгексаазаизовюрцитана в присутствии Pd/C катализатора [1, 2]. Принципиальными проблемами осуществления этой стадии являются быстрая дезактивация катализатора и обусловленный этим его высокий расход.

В работе методом XAFS спектроскопии выполнено детальное исследование локальной структуры и состояния металла активного компонента в нанесенных на углеродный носитель палладиевых катализаторах, отличающихся типом модификатора, вводимого в активный компонент в ходе синтеза.

Спектры EXAFS и XANES (Pd-K край) для всех образцов снимались на EXAFS-спектрометре Сибирского Центра СИ по методике на пропускание при энергии электронов 2 ГэВ и среднем токе в накопителе во время измерения 80 мА. В качестве монохроматора использовался разрезной моноблочный кристалл-монохроматор Si(111). Для регистрации рентгеновского излучения использовались ионизационные камеры и флюоресцентный детектор (сцинтиллятор + ФЭУ). Для получения функции радиального распределения атомов (РРА) использовалось Фурье-преобразование $k^3\chi(k)$ в интервале волновых чисел 3.0-13.0 Å⁻¹. Извлечение структурной информации, т.е. определение расстояний, координационных чисел и факторов Дебая проводилось путем моделирования спектров (curve fitting procedure) с помощью программы EXCURV92 после предварительной фурье-фильтрации с привлечением литературных рентгеноструктурных данных для реперных массивных соединений, при фиксированных значениях факторов Дебая ($2\sigma^2 = 0.009-0.012$, Å²).

Были изучены образцы катализаторов и образцы сравнения, выбранные в качестве реперов: образец N (восстановитель – N₂H₄); образец С (восстановитель – формиат натрия); образец В (восстановитель – боргидрид натрия); Pd фольга; PdO. Обнаружено изменение интенсивности пиков расстояний Pd – Pd в 1-й координационной сфере, которое может быть связано с деструкцией поверхностных слоёв наноразмерных частиц палладия или с образованием внутренней разупорядоченности частиц, связанной с образованием стеклообразных PdВ – структур. Показано, что введение эффективного стабилизатора обеспечивает сохранение высокой активности Pd/C катализатора на протяжении нескольких циклов реакции.

Финансовая поддержка осуществлялась в рамках Программы Президиума № 8 «Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов» проект 8.1: «Разработка научных физико-химических основ синтеза нового высокоэффективного катализатора процесса получения ГАВ».

[1] A.P. Koskin, I.L. Simakova, V.N. Parmon, React. Kinet. Cat. Lett., 92 (12) (2007) 293-302.

[2] A.P. Koskin, I.L. Simakova, V.N. Parmon, Russian Chemical Bulletin, 56 (12) (2007) 2370-2375.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ И ЛОКАЛЬНОГО ОКРУЖЕНИЯ ПАЛЛАДИЯ МЕТОДОМ XAFS, РФЭС В Pd/C КАТАЛИЗАТОРАХ СИНТЕЗА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

И.Л. Симакова, Ю.А. Зайцева, С.Ю. Троицкий, И.П. Просвирин, В.В. Кривенцов, В.Н. Пармон

ZaytcevaJulia@yandex.ru, пр. Ак. Лаврентьева 5, Институт катализа СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия

В области химии высокоэнергетичных материалов огромное внимание уделяется изучению способов увеличения активности и повышению устойчивости к дезактивации активного компонента катализаторов гидродебензилирования каркасного полинитрамина ГАВ [1,2].

Исследование направлено на определение состояния и локального окружения палладия в нанесенных на углеродный носитель палладиевых катализаторах, отличающихся типом модификатора-элемента I III и V групп, вводимого в активный компонент в ходе синтеза, методом XAFS, а также электронного состояния палладия методом РФЭС. Исследованы образцы исходных 6% Pd/C катализаторов гидродебензилирования-ацилирования, а также образцы, полученные в ходе рециклов.

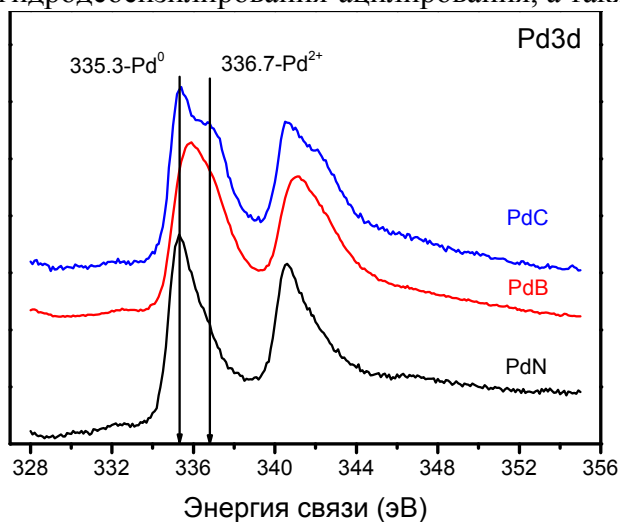


Рис. РФЭС (ESCA) образцов, содержащих 6% Pd на Сибуните.

спектральные регионы C1s, Pd3d и O1s. Спектры EXAFS и XANES (Pd-K край) для всех образцов снимались на EXAFS-спектрометре Сибирского Центра СИ по методике на пропускание при энергии электронов 2 ГэВ и среднем токе в накопителе во время измерения 80 mA. В качестве монохроматора использовался разрезной моноблочный кристалл-монохроматор Si(111).

Показано, что введение эффективного стабилизатора обеспечивает сохранение высокой активности Pd/C катализатора на протяжении нескольких циклов реакции.

Финансовая поддержка осуществлялась в рамках проекта 8.1 Программы Президиума № 8 «Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов».

[1] A.P. Koskin, I.L. Simakova, V.N. Parmon, React. Kinet. Cat. Lett., 92 (12) (2007) 293-302.

[2] A.P. Koskin, I.L. Simakova, V.N. Parmon, Russian Chemical Bulletin, 56 (12) (2007) 2370-2375.

ИСТОЧНИК ВОДОРОДА ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО АЛЮМИНИЯ. ПРИРОДА АКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ПО ДАННЫМ РЕНТГЕНОВСКИХ МЕТОДОВ НА СИ

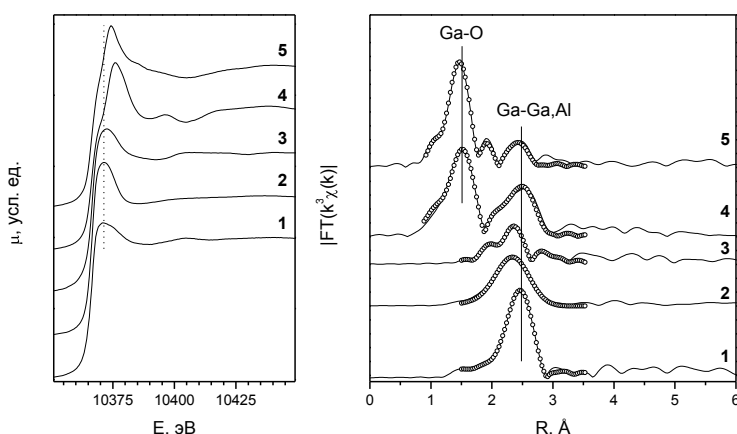
А.И. Низовский¹, А.А. Велигжанин², Я.В. Зубавичус², А.В. Калинин¹, В.Н. Кручинин³,
М.В. Тренихин⁴, В.Ю. Мурзин², А.А. Чернышов², А.С. Хлебников², Р.А. Сенин²,
В.И. Бухтияров¹

- 1) *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия*
alexniz@inbox.ru, пр. Лаврентьева, 5, г. Новосибирск, 630090, Россия
- 2) *Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва*
- 3) *Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск*
- 4) *Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, г. Омск, Россия*

В связи с интенсивным развитием рынка компактных устройств связи возникает необходимость создания малогабаритных электрических источников питания. Использование реакций окисления алюминия водой позволяет принципиально упростить вопросы, связанные с транспортировкой и использованием водорода в качестве потенциального энергоносителя, поскольку водород при этом получается в необходимом количестве непосредственно в месте производства с его помощью электроэнергии в топливном элементе.

При обработке алюминия жидким эвтектическим сплавом (25 wt.% In, 75 wt.% Ga) с $T_{пл.}=15.9^{\circ}\text{C}$ происходит резкое изменение его механических и физико-химических характеристик, приводящее к повышению химической активности материала по отношению к взаимодействию с водой или спиртами. Для повышения эффективности активирования по сравнению с известными работами нами предложена методика, сочетающая использование жидких металлических эвтектик совместно с ультразвуковой обработкой.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных активированию алюминия жидкими эвтектическими сплавами, в настоящее время нет модели, которая исчерпывающим образом объясняла бы, что такое «активное состояние алюминия» в случае массивного образца. Как оказалось, для проведения таких исследований основная масса физико-химических методов малоприменяема по разным причинам. В данной работе



для решения поставленной задачи использован комплексный диагностический подход, сочетающий дифракционные, спектральные и визуализационные методы на базе рентгеновского синхротронного излучения.

Рис. 1. Спектры XANES на К-крае Ga (слева) и Фурье-трансформанты спектров EXAFS (справа) для исследованных образцов: 1 – фольга Ga, 2 – эвтектический сплав Ga-In, 3 – активированный Al, 4 – активный Al после взаимодействия с водой, 5 – Al, потерявший активность после длительного хранения на воздухе. Экспериментальные кривые показаны сплошными линиями, а оптимизированные теоретические кривые – точками.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЗАРЯДА В МАГНИТНОМ ОНДУЛЯТОРЕ С ПОМОЩЬЮ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО КОНТУРА

М.А.Соседова

Томский государственный педагогический университет

В работе показано, что ток в плоском сверхпроводящем контуре, размещенном между полюсами ондулятора параллельно плоскости полюсов, пропорционален поперечной скорости заряженной частицы, движущейся в магнитном поле ондулятора. Известно, что в дипольном приближении, когда поперечная относительно оси ондулятора скорость много меньше релятивистского фактора, свойства ондуляторного излучения полностью определяются поперечной скоростью частицы и ее производной. Таким образом, указанная зависимость позволяет определить поперечную скорость частицы и свойства ондуляторного излучения непосредственно с помощью измерения тока в сверхпроводящем контуре. Это обстоятельство может быть использовано для предварительной юстировки магнитного поля ондулятора до его установки на пучок ускоренных заряженных частиц. Например, чтобы обеспечить достаточно узкую спектральную линию излучения, требуется, чтобы поле ондулятора было строго периодическим. Часто требуется, чтобы скорость частицы на выходе из ондулятора была параллельна скорости на входе и т. д. В настоящей работе показано, что многие характеристики динамики частицы и ее излучения могут быть получены простым измерением силы тока в сверхпроводящем контуре, помещенным в магнитное поле ондулятора.

Метод основан на том, что сторона прямоугольного сверхпроводящего контура, параллельная оси ондулятора, изменяется. При этом изменяется поток магнитного поля через контур и, соответственно, сила тока в контуре. В работе показано, что сила тока в контуре $J(x)$ и поперечная скорость заряженной частицы $v_{\perp}(x)$ связаны соотношением

$$v_{\perp}(x) = v_{\perp 0} - \frac{eL}{b\mathcal{E}}J(x),$$

где $v_{\perp 0}$ – начальная поперечная скорость, e и \mathcal{E} – заряд и энергия частицы, L – индуктивность контура, b – его постоянный поперечный размер, x – координата вдоль оси ондулятора.

Знание функции $v_{\perp}(x)$ позволяет найти все характеристики излучения заряженной частицы.

Автор выражает благодарность Р. Россмани за плодотворные обсуждения.

SAXS and SANS on CdS nanoparticles in liquid and solid media

A.A.Rempel¹, A.Magerl²

- 1) *Institute of Solid State Chemistry, the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia*
- 2) *Chair for Crystallography and Structural Physics, University of Erlangen-Nuremberg, Erlangen, Germany*

CdS is a wide band gap semiconductor used for optical applications like solar cells, lasers, quantum dots, or as a biological label [1]. It is well known that the band gap and emission wave length of CdS can be tailored through the size of the particles at the nanometer scale [2], their shape and in particular their aspect ratio, and their inner structure due to atomic disordering [3,4].

To optimize the tailoring of the optical properties in this paper we will focus on SAXS and SANS diffraction techniques which can serve for the precise determination of the size and shape of nanoparticles in small amount in liquid and solid media. Examples of studies at the synchrotrons in Trieste (ELETTRA) and Hamburg (DESY), and at the neutron reactor in Garching (FRMII) will be presented.

Authors are grateful to RFBR No 11-03-00257a for partial financial support.

- [1] M. Bruchez, M. Moronne, P. Gin, S. Weiss, A.P. Alivisatos. *Science* 281 (1998) 2013.
- [2] L. Katsikas, A. Eychmüller, M. Giersig, H. Weller. *Chemical Physics Letters* 172 (1990) 201.
- [3] A.A. Rempel, A. Magerl. *Acta Cryst. A* 66 (2010) 479.
- [4] A.A. Rempel, A. Vorokh, R. Neder, A. Magerl. *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*. 5 (2011) 1028.

A.A. Rempel, rempel@ihim.uran.ru
Institute of Solid State Chemistry, the Ural Branch of the RAS,
Pervomaiskaya 91, 620990 Ekaterinburg, Russia

XANES И XMCD ИССЛЕДОВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ Co_3VO_5 И Co_2FeVO_5 В МЯГКОЙ И ЖЕСТКОЙ ОБЛАСТЯХ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

М.С. Платунов¹, С.Г. Овчинников^{1,2}, Н.В. Казак¹, Н.Б. Иванова², А. Rogalev³,
F. Wilhelm³, E. Weschke⁴, E. Schierle⁴, Я.В. Зубавичус⁵, В.Н. Заблуда¹

¹Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, 660036 Красноярск, Россия, platunov@iph.krasn.ru

²Сибирский федеральный университет, 660074 Красноярск, Россия

³European Synchrotron Radiation Facility, BP 220, 38043 Grenoble cedex, France

⁴Helmholtz-Zentrum Berlin, 12489 Berlin, Germany

⁵НИЦ «Курчатовский институт», 123182 Москва, Россия

Оксибораты переходных металлов кристаллической структурой людовиги (пространственная группа $Pbam$) широко изучаются из-за большого разнообразия электрических и магнитных свойств [1]. К сожалению, локальные электронные магнитные свойства переходных элементов в этих кристаллах практически не изучены. Данное XANES- и XMCD-исследование области мягкого и жесткого рентгеновского излучения (K - и $L_{3,2}$ -края Co и Fe) в монокристаллах Co_3VO_5 и Co_2FeVO_5 выполнено впервые. Составы Co_3VO_5 и Co_2FeVO_5 представляют из себя ферромагнетики с ярко выраженной одноосной анизотропией: Co_3VO_5 ($T_C = 42$ К), Co_2FeVO_5 ($T_{N1} = 115$ К, $T_{N2} = 70$ К). При этом образец Co_2FeVO_5 показывает экстраординарное увеличение коэрцитивной силы [1].

XANES и XMCD эксперименты на K -краях кобальта и железа выполнены на станции ID12 (ESRF), а также на станции STM НИЦ «Курчатовский институт». XANES и XMCD эксперименты на $L_{3,2}$ -краях кобальта и железа выполнены на станции UE46_PGM-1 (BESSY). XMCD спектры на K -краю кобальта показывают резкий пик в предкраевой области (квадрупольные переходы в $3d$ состояния). Различное поведение наблюдается на K -краях кобальта и железа (дипольные переходы в $4p$ состояния). Спектры на $L_{3,2}$ -краях (рис. 1) демонстрируют широкую мультиплетность, подтверждая оксидное состояние кобальта (Co^{2+}) и железа (Fe^{3+}). Анализ спинового и орбитального вкладов в полный магнитный момент выполнен с использованием теории правил сумм [3]. XMCD-сигнал подтверждает предположение об антипараллельном расположении магнитных подрешеток кобальта и железа.

Данная работа поддержана программой СО РАН №38, грантом РФФИ 12-02-00175-а, грантом Президента РФ (НШ-1044.2012.2).

[1] N.B. Ivanova, JETP vol. 113, no. 6, 1015–1024 (2011).

[2] J. Kim, et al., Phys. Rev. B 83, 235109 (2011).

[3] V. T. Thole, et al., PRL. 68, 1943 (1992); P. Carra, et al., PRL. 70, 694 (1993).

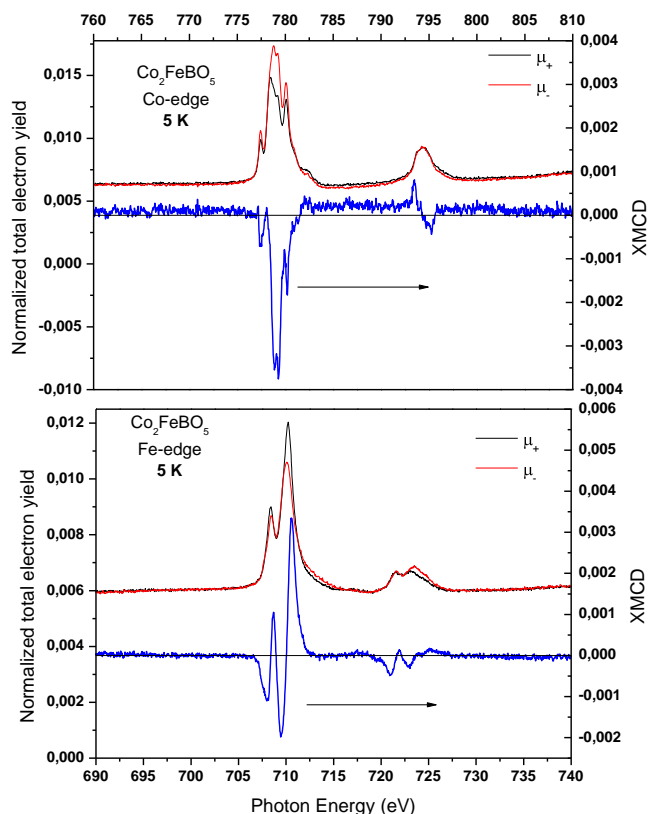


Рисунок 1. XMCD и XANES спектры на $L_{3,2}$ -краях Co и Fe при 5 К для монокристалла Co_2FeVO_5

Synchrotron *in situ* study of temperature stability of titanium monoxide TiO_{1.05}

A.A. Valeeva¹, S.V. Tsybulya², A.A.Rempel¹

- 1) *Institute of Solid State Chemistry, the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia*
- 2) *Boreskov Institute of catalysis, the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia*

In this paper we report about temperature instability of cubic titanium monoxide TiO_{1.05} with *B1* structure with nearly random distribution of vacancies on titanium and oxygen sublattices [1]. An *in situ* XRD was performed at the channel 6 of the storage ring VEPP-3 at Siberian Synchrotron and Terahertz Radiation Centre. XRD study was carried out by means of diffractometer Bruker D8 Advance and high temperature vacuum camera Anton Paar HTK-2000.

XRD spectra of as-prepared single *B1* phase powder of disordered nonstoichiometric titanium monoxide TiO_{1.05} were measured *in situ* during 2 hours heating from 298 K to 1523 K in the vacuum of $1.4 \cdot 10^{-4}$ mbar and during 2 hours cooling down to ambient temperature. XRD spectra were measured after every 25 K. It was found that at the temperatures above 980 K the instability of *B1* structure takes place. Analysis of XRD spectra showed that new diffraction reflections corresponds to Ti₂O₃ phase with *R-3c* structure, determined in [2, 3]. Cooling of powder from 1523 to 298 K had not lead to recovery of *B1* phase. From the results it can be concluded that titanium monoxide is not temperature stable compound even in medium vacuum. This compound is very sensitive to oxygen impurities in vacuum chamber above temperature of 980 K.

Authors are grateful to RFBR (10-03-00035a) and the Ural Branch of the RAS (12-M23-2001) for partial financial support.

- [1] A.A. Rempel, A.A. Valeeva. *Mend. Comm.* 20 (2010) 101.
- [2] C.E. Rice, W.R. Robinson. *Mater.Res. Bull.* 11 (1976) 1355.
- [3] R.E. Newnham, Y.M. de Haan. *Z. Kristallogr.* 117 (1962) 235.

A.A. Rempel, rempel@ihim.uran.ru
Institute of Solid State Chemistry, the Ural Branch of the RAS,
Pervomaiskaya 91, 620990 Ekaterinburg, Russia

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИБРИДНОГО ФОТОПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАПИСИ ДИФРАКЦИОННЫХ МИКРОСТРУКТУР

Д.И. Деревянко¹, В.В. Шелковников¹, Б.Г. Гольденберг²

1) *Институт органической химии СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

2) *Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия*

В настоящее время актуальной задачей является создание дифракционных оптических элементов (ДОЭ). Для их изготовления на гладкой поверхности необходимо получать поверхностный микрорельеф с непрерывным профилем. Актуальным является поиск записывающих сред и технологий, которые бы позволяли получать оптический микрорельеф с непрерывным профилем в диапазоне от долей до десятков микрон.

Целью данной работы является получение отечественного гибридного фотополимерного материала для записи дифракционных микроструктур под действием СИ и исследование его оптических и эксплуатационных характеристик.

Для создания матриц копирования микроструктур проведена разработка гибридной фотополимерной композиции (ГФК) на основе синтезированных органических и кремнийорганических компонентов, был осуществлен синтез тетраакрилата дифенилсульфида, и продукта конденсации дифенилсиландиола с 3-(меркаптопропил), т.о. был получен новый гибридный органически-неорганический материал.

Были найдены условия фотокопирования микроструктур при использовании ГФК с различным соотношением органической и кремнийорганической части гибридного мономера и исследованы оптические и физико-химические свойства полученных материалов. Проведен выбор времени экспонирования, необходимого для образования твердого рельефа для различных ультрафиолетовых экспонирующих устройств и синхротронного излучения (СИ). Измерен показатель преломления для пленки исходной ГФК, равный $n=1.521$ и пленки фотополимеризованного ГФМ равный $n=1.525$. Методом ИК спектроскопии показано, что полимеризация происходит за счет разрыва двойной $\text{HC}=\text{CH}$ - связи в акриловом фрагменте гибридной молекулы. Проведен динамико-механический анализ фотополимеризованных гибридных материалов при различном соотношении органической и кремнийорганической части. Выявлено, что с ростом органической составляющей в ГФМ растет модуль упругости и увеличивается температура стеклования материала. Методом интерферометрии определен коэффициент усадки при облучении ГФМ синхротронным излучением. Для ГФМ при мощности облучения СИ $P=86$ кДж/см³ коэффициент усадки составил 1 %, что характеризует высокую устойчивость ГФМ к действию СИ.

На основе разработанной ГФК получены копии ряда макроструктур и микроструктур при действии как УФ, так и рентгеновского синхротронного излучения. Полученные тестовые структуры в слое ГФК толщиной 35 мкм в результате облучения СИ ВЭПП-3 с поглощенной дозой облучения 20 Дж/куб.см Можно сделать вывод о том, что созданная ГФК подходит для записи микроструктур под действием СИ-излучения.

Работа выполнена при использовании оборудования ЦКП СЦСТИ, финансовой поддержке Минобрнауки России.

Деревянко Дмитрий Игоревич, *Институт органической химии СО РАН, г. Новосибирск, Россия, пр. Лаврентьева, 9 . e-mail: v_Lion@mail.ru*

STRUCTURAL STUDY OF NICKEL-CONTAINING THIN MOCVD FILMS PREPARED FROM NEW TYPE OF PRECURSORS BY XAFS

S.I. Dorovskikh^{1*}, N.B. Morozova¹, E.P. Yakimchuk², V.V. Kriventsov²

1) Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry, Novosibirsk, Russia

2) Boreskov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Russia

The nickel-containing films (oxides, carbides, sulfides and phosphides) deposited on metallic, non-metallic, ceramic, magnetic (ferrites) and semiconducting (n-type-SiC) materials are extensively used in electronics, industry and in advanced technology for different applications. One of the methods to deposited nickel films is MOCVD, but its successful realization depends on the selection of precursors (their composition, structure, thermal behavior) and on parameters of coatings deposition. Recently, much more attention has been paid to compounds where nickel coordinates simultaneously nitrogen and oxygen.

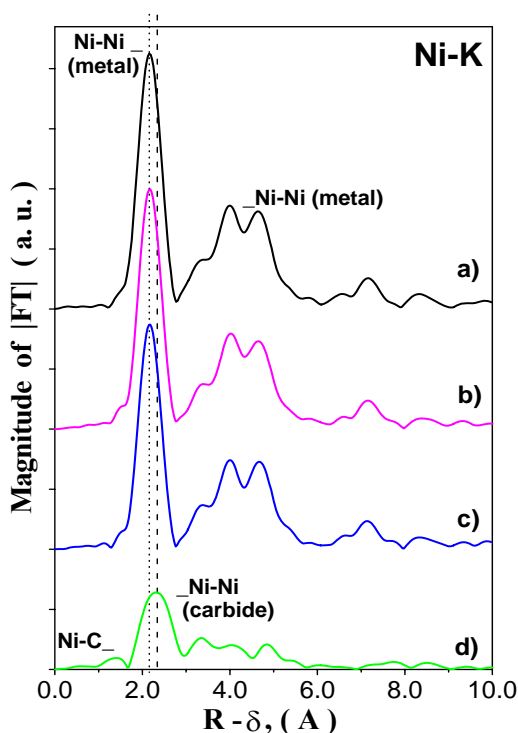


Figure 1. Curves of radial distribution function of atoms (RDFs) describing of Ni local arrangement for samples studied: a) Ni foil; b) 8; c) sample 4; d) sample 5

The main reasons are that Ni(II) O, N-coordinated chelates do not polymerize while stored, so they have comparatively higher volatility than O,O-coordinated analogues. The octahedral β -diketonates of Ni(II) with diamine could be easily obtained from available reagents. The first Ni(II) octahedron chelates $\text{Ni}(\text{R}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NR}_2)(\text{CF}_3\text{COO})_2$ ($\text{R} = \text{H}, \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$) were obtained and investigated as potential MOCVD precursors. A number of Ni(II) β -diketonate complexes with diamines were synthesized in, but they were not considered as precursors. The present work is devoted to the structural study of thin nickel-containing films prepared from $\text{Ni}(\text{pda})(\text{hfac})_2$ and $\text{Ni}(\text{pda})(\text{thd})_2$ as perspective precursors by the XAFS spectroscopy. A new type of precursors was synthesized. The Ni-containing films were deposited on Ta/Si substrates using $\text{Ni}(\text{pda})(\text{hfac})_2$ and $\text{Ni}(\text{pda})(\text{thd})_2$ as precursors. MOCVD experiments were carried out in vertical reactor, varying evaporator temperature and preparation conditions. The XAFS spectra (fluorescent mode) of the Ni-K edge for all the studied samples were obtained at the SSRC.

The state and local structures of the prepared thin films were studied in detail. The interatomic distances and corresponded coordination numbers were established. All possible variants of structural models and reasons of stabilization various surface phase compositions (Ni^0 , -metal, N_3C carbide, $\text{Ni}^0\text{-N}_3\text{C}$), depending on different precursors and past history of formation of the samples, were discussed. Influence of used precursors was revealed on the morphology and phase composition of nanoparticles, being dispersed metal and multiphase metal-carbide systems. Additionally samples of thin films were characterized by the SEM, XRD and XPS methods. The data obtained by all methods are in a good agreement.

This research was partly supported by RFBR (120301154, 120301039), Presidium RAS (program 24).

*PhD Student, S.I. Dorovskikh, e-mail: reter16@yandex.ru
Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry, Novosibirsk, Russia

ХАФС ИССЛЕДОВАНИЕ Au-Ni НИЗКОПРОЦЕНТНОЙ НАНЕСЕННОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ НАНОСИСТЕМЫ

Е.П. Якимчук^{1*}, С.А. Николаев², В.В. Кривенцов¹, И.Л. Симакова¹, Б.Н. Новгородов¹,
Д.А. Зюзин¹, С.Ф. Нечепуренко², А.В. Чистяков³, К.В. Голубев³, М.В. Чудакова³,
В.Ю. Мурзин³, М.В. Цодиков³

1) *Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия*

2) *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва, Россия*

2) *Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия*

3) *Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва, Россия*

Биметаллические системы на основе кластеров золота и оксида никеля обладают необычайно высокой синергетической активностью в конверсии углеводородов: н-бутана, аллилбензола, ацетилен, дихлорфенола и глицерина, что делает их привлекательными для использования в восстановительной дегидратации этанола. Целью настоящей работы является исследование локальной структуры и особенностей формирования активного компонента моно- и биметаллических катализаторов M/Al_2O_3 (M = наночастицы Au, NiO, Au+NiO) в реакции восстановительной дегидратации этанола.

Методами ионного обмена и/или пропитки получены нанокомпозиты M/Al_2O_3 (M = NiO, Au, NiO+Au) с содержанием металлов от 0.2 до 0.65 вес.%. Закономерности каталитического действия M/Al_2O_3 были предварительно исследованы в восстановительной дегидратации этанола в углеводороды C_{3+} при 350°C. Спектры ХАФС (Au-L₃, Ni-K) исследованных образцов были записаны в СЦСТИ (Новосибирск). Поверхность композитов дополнительно исследовалась методами ПЭМ, ЭДА, ААС.

Установлено, что в образцах катализаторов состояние никеля, практически не меняется, основная часть никеля присутствует в виде ионов Ni(2+) в составе оксидной фазы NiO, а имеющиеся различия обусловлены нанодисперсным размером образующегося оксида и сильным взаимодействием с носителем. Анализ ХАФС данных позволяет утверждать что, золото в образцах исходных катализаторов находится преимущественно в металлическом нанодисперсном состоянии. Только небольшая часть золота присутствует в окисленном состоянии. Наличие катионного золота может быть обусловлено: остатками неразложившегося прекурсора – Au_xO_y ; взаимодействием высокодисперсных частиц с поверхностным кислородом носителя; а в случае биметаллических систем - переносом электронной плотности с золота на никель. В результате проведенной реакции происходит полное восстановление и некоторая агломерация золотых металлических наночастиц. Выполнено детальное исследование генезиса формирования локальной структуры активного компонента, включая изучение исходных окисленных предшественников и катализаторов после реакции и изменения состояния золота и никеля для всех наноструктурированных катализаторов.

Работа проводилась при поддержке РФФИ (120301154, 110300403, 120300489, 12-03-90840-мол_рф_нр, 120301039, 12-03-90850-мол_рф_нр, 100301005), Президиума РАН (программа 24), Совета по грантам Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых (гранты МК-107.2011.3, МК-2917.2012.3, МК-1621.2012.3).

*Е.П. Якимчук, аспирант, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
Пр. Лаврентьева 5, Новосибирск, Россия, coolgeck@rambler.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА XAFS СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ФЕРМЕНТАЦИИ БИОМАССЫ В ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ

Е.П. Якимчук¹, В.В. Кривенцов¹, Б.Н. Новгородов¹, Д.А. Зюзин¹, И.Л. Симакова¹,
Д.И. Кочубей¹, А.В. Чистяков², К.Б. Голубев², В.Ю. Мурзин², М.В. Чудакова²,
М.В. Цодиков²

1) *Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

2) *Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва*

Рост потребления бензина на фоне истощения нефтяных запасов стимулирует поиск возобновляемых видов топлива. Потенциальной заменой бензина может стать как биоэтанол, так и другие спирты, которые образуются в ходе ферментации возобновляемой растительной биомассы. Однако непосредственное использование спирта вместо бензина имеет ряд препятствий. Так теплота сгорания спирта и бензина равна 29 и 46 МДж/кг, соответственно, поэтому пробег машин работающих на E85 (смесь 85 % этанола и 15 % бензина) составляет примерно 75 % от пробега стандартных машин. Кроме того, применение горючей смеси, состоящей более чем на 10-15% из этанола, невозможно без изменения конструкции двигателя. Следовательно, более перспективным методом использования как биоспиртов является их переработка в более калорийные и традиционные компоненты топлив. Например, путем восстановительной дегидратации алифатических спиртов, позволяющим перерабатывать биоспирты непосредственно в алкановую фракцию C₃-C₁₂ в присутствии нанесенных -Ta, W, Re -содержащих катализаторов.

Представленная работа посвящена определению структурных особенностей активного компонента (состояния металлов -Ta, W, Re и их локального окружения) методом XAFS нанесенных каталитических W(Ta)-Re наносистем, используемых для наработки фракций алканов и олефинов C₃-C₁₂ - компонентов топлив из продуктов ферментации возобновляемой биомассы. Исходные образцы катализаторов были приготовлены золь-гель методом из различных моно- и биметаллических комплексов. Спектры XAFS (L₃ - Ta, W, Re) для всех образцов были записаны в СЦСИ (Новосибирск). Следует отметить, что для всех исследуемых систем наблюдается значительное диспергирование активного компонента по поверхности оксидного носителя. Признаков образования смешанных Ta(W)-O-Re оксидных фаз не обнаружено. Очевидно, что в данных системах происходит сильное взаимодействие активного компонента с носителем Al₂O₃, с образованием искаженных оксидных структур: W(Ta)O_x, W(Ta)O-Al, ReO_y, (ReO₃)_{алс}-O-Al. Для W(Ta)-Re систем было установлено, что рений присутствует преимущественно в виде Re(7+), тогда как тантал и вольфрам в виде Me(5+). Обнаружено, что локальное окружение катализаторов полученных из биметаллических предшественников имеет некоторые отличия от такового, в случае образцов синтезированных на основе моно- комплексов. Дополнительно катализаторы были исследованы РФЭС, ПЭМВР, РФА. Данные всех использованных методов хорошо согласуются между собой.

Работа проводилась при поддержке РФФИ (120301154, 120300489, 120390840-мол_рф_нр, 120301039, 120390850-мол_рф_нр, 100301005), Президиума РАН (программа 24)

*Е.П. Якимчук, аспирант, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
Пр. Лаврентьева 5, Новосибирск, Россия, coolgeck@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

И.Э. Бекк, С.Ю.Троицкий, Е.П. Якимчук*, В.В. Кривенцов, М.А. Федотов, Б.Н. Новгородов, В.Л. Кузнецов, В.И. Бухтияров

Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия

Представленная работа посвящена исследованию процесса гидролиза хлоридных комплексов Pt(II) и нитратных комплексов Pt(IV), существующих в водных растворах различной природы методом XAFS спектроскопии.

Нанесенные платиновые катализаторы, вследствие своих уникальных свойств, практически незаменимы в различных промышленных окислительных и восстановительных процессах. Многообразие каталитических свойств определяется возможностью варьирования дисперсности и лабильностью состояния активного компонента. Очевидно, что разработка методов тонкого регулирования дисперсности Pt необходима для изучения фундаментальных зависимостей между размером, состоянием наночастиц активного компонента, их детальной электронной структурой и собственно свойствами катализатора в условиях конкретного химического процесса. Для синтеза платиновых катализаторов используются различные растворы-предшественники на основе солей Pt(IV) и Pt(II), после нанесения, которых на углеродный либо оксидный носитель, система подвергается разнообразным термообработкам. Основным фактором, влияющим на дисперсность, существующих в растворах солей форм Pt является происходящий процесс гидролиза.

Для исследования были приготовлены следующие образцы: 0.02-0.3М водные растворы K_2PtCl_4 и 0.02-0.05М нитратные растворы Pt(IV) с различным лигандным окружением. Спектры XAFS (Pt-L₃ край) для исследованных образцов были записаны в СЦСТИ. Изучен состав и структуры продуктов гидролиза - полиядерных гидроксокомплексов платины (II) (ПГК-Pt). Установлено, что в процессе протекания реакции гидролиза комплексов $[PtCl_4]^{2-}$ происходит образование олигомерных цепочек, содержащих фрагменты Pt-O-Pt, в которых соседние атомы Pt связаны одним O – мостиковым атомом. Старение растворов, содержащих ПГК-Pt длительное время, не сопровождается, в отличие от растворов ПГК Pd(II) и ПГК Pt(IV) формированием 3D - оксидных структур. Показано увеличение размеров частиц ПГК-Pt по мере протекания процесса олигомеризации моноядерных комплексов Pt(II). При исследовании гидролиза нитратных растворов Pt(IV) установлено наличие полиядерных гидроксокомплексов Pt(IV). Показано, что ближайшее окружение Pt в растворе всегда октаэдрическое, искажения обусловлены замещением части O на N. Однако возможно образование и стабилизация различных агломерированных Pt-содержащих форм отличающихся ядерностью. Найдено, что ядерность различных форм и устойчивость к гидролизу зависит от предварительной истории образца и природы O, N-лигандов в координационной сфере платины в растворах. Определены расстояния Pt-O, N и Pt-Pt и соответствующие координационные числа. Рассмотрены варианты возможных структурных моделей. Дополнительно все приготовленные образцы растворов были исследованы методами ЯМР, рН-метрии, светопропускания, ПЭМ. Данные всех использованных методов хорошо согласуются между собой.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России с использованием оборудования ЦКП СЦСТИ, РФФИ (120301154, 120390840-мол_рф_нр, 120390850-мол_рф_нр, 100301005), Президиума РАН (программа 24), DGAPA-PAPIIT-IN 1207063.

*Е.П. Якимчук, аспирант, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Пр. Лаврентьева 5, Новосибирск, Россия, coolgeck@rambler.ru

APPLICATION OF XAFS FOR STRUCTURAL STUDY OF NANO-DISPERSED PRECIOUS CATALYSTS SUPPORTED ON OXIDE CARRIERS

E.P. Yakimchuk¹, V.V. Kriventsov¹, I.E. Beck¹, I.L. Simakova¹, B.N. Novgorodov¹, D.I. Kochubey¹, D.P. Ivanov¹, A. Simakov², E. Smolentseva², S.A. Nikolaev³, A.V. Chistyakov⁴, K.B. Golubev⁴, V.Yu. Murzin⁴, M.V. Chudakova⁴, M.V. Tsodikov⁴, V.I. Bukhtiyarov¹

1) *Boriskov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia*

2) *Centro de Nanociencias y Nanotecnologia, UNAM, Ensenada, B.C., Mexico*

3) *Lomonosov Moscow State University, Chemical department, Moscow, Russia*

3) *Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS, Moscow, Russia*

At the last time, nano-dispersed mono- and bimetallic catalysts with the active component containing precious metal nanoparticles, with controlled size, are very promising for various applications: complete oxidation processes, complex organic synthesis, environmental catalysis, green chemistry production. As rule, these high-disperse catalytic systems are stabilized on different oxide carriers. Apparently, development of new approaches of controlling both the particle size and active component structure along with estimation of contributions of the key factor to the activity and stability of these catalysts allows to obtain high-effective catalysts and to diminish the precious metal loading as well. Evidently, an application of some experimental techniques using X-rays is very useful to achieve these aims, especially XAFS spectroscopy as a powerful tool to study the local structure and state of the supported nanoparticles of precious metals.

Present work is devoted to the XAFS study of the local arrangements and state of the metal components of high-dispersed mono- and bimetallic catalysts, which were prepared on the basis of precious metals - Au, Pt, Pd, Ru and transition metals and/or rare-earth metals with the active component supported on typical oxide carriers (silica, alumina, titania and zirconia). The catalysts were prepared by sol-gel from organic and inorganic mono- and bimetallic complex precursors. All XAFS spectra were recorded at SSTRC, Novosibirsk. The genesis of local structures and state of precious metals for the prepared nano-structured catalysts were studied in detail. It was shown that variation of preparation methods caused formation of different types of precious metal nanoparticles (metal, oxide and metal-oxide) located on the developed surfaces of the oxide carriers. The interatomic distances and corresponded coordination numbers were determined. All possible structural models were discussed. The obtained XAFS results are in good agreement with XPS, XRD, EDX and HRTEM data.

***Corresponding author:** PhD Student E.P. Yakimchuk

Boriskov Institute of Catalysis, Pr. Ak. Lavrentyeva, 5, Novosibirsk, 630090, Russia,

Tel: +7 (383) 329 40 13; Fax: +7 (383) 330 80 56; E-mail: kriven@mail.ru

СТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА МОНО- И БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ПО ДАННЫМ МЕТОДА XAFS

Е.П. Якимчук^{1*}, В.В. Кривенцов¹, И.Э. Бекк¹, Б.Н. Новгородов¹, Д.И. Кочубей¹, И.Л. Симакова¹, С.Ф. Нечепуренко², А.В. Чистяков³, К.В. Голубев³, М.В. Чудакова³, В.Ю. Мурзин³, М.В. Цодиков³, В.И. Бухтияров¹

1) *Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия*

2) *Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва, Россия*

Сегодня компактные мембранные системы на основе моно и биметаллических палладиевых катализаторов активно применяются для локальной очистки газовых выбросов ТЭЦ, промышленных производств и подземных гаражей от токсичного СО, обеспечивая его высокоскоростное окисление, для процессов окислительной конверсии метана в различные продукты, например в органическое топливо, как альтернативный путь нефтяному направлению, также множестве других процессов. Как известно применение пористых мембранных систем для гетерогенно-каталитических реакций повышает селективность (без существенной потери производительности) и снижает энергопотребление. К новому направлению в этой области можно отнести разработки, направленные на создание нанореакторов, в котором возможно сочетание двух важных условий: интенсивного протекания каталитических реакций с одновременным селективным транспортом продуктов. В качестве объектов для разработки нанореакторов могут служить каналы пористых керамических мембран, модифицированные каталитическими системами.

Представленная работа посвящена изучению методом XAFS особенностей стабилизации и состояния металлов для низкопроцентных моно- и биметаллических палладиевых катализаторов нанесенных на оксидные носители, как предшественников мембранных систем. В работе использовались модельные низкопроцентные (~1%) катализаторы Pd-Ce, Pd-Zn, Pd-Mn, Pd-Co приготовленные методом пропитки из водных растворов солей палладия и золь-гель методом из моно- и биметаллических ацетатных комплексов-предшественников. Показана возможность целенаправленного варьирования состояния сформированных на поверхности носителя оксидных наноструктур палладия от практически атомарно-диспергированного до наночастиц оксида палладия - PdO. Для биметаллических катализаторов показана роль второго металла для стабилизации активного компонента. Детальный комплексный анализ полученных структурных данных дает основание предположить, что в исследованных исходных модельных Pd-Me системах происходит образование дефектной нанофазы зарождения оксида палладия, состоящей как из фрагментов исходных комплексов Pd-Me, так и наночастиц PdO. Дальнейшая прокалка приводит к образованию нанофазы оксида палладия, стабилизированной на оксидном носителе. Установлено наличие дефектных поверхностных нанофаз - MeO_x. Однако по всей видимости, большая часть ионов второго металла внедряется в приповерхностную структуру носителя, при этом происходит стабилизация изолированных локализованных по дефектам ионов и образование сложной нанофазы взаимодействия MeO_x- оксидный носитель.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России с использованием оборудования ЦКП СЦСТИ, РФФИ (120301154, 120390840-мол_рф_нр, 120390850-мол_рф_нр, 100301005), Президиума РАН (программа 24), DGAPA-PAPIIT-IN 1207063.

*Е.П. Якимчук, аспирант, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Пр. Лаврентьева 5, Новосибирск, Россия, coolgeck@rambler.ru

ХІХ НАЦИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
“ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ”

КНИГА ТЕЗИСОВ

25 – 28 июня 2012

Ответственный за выпуск М.В. Кузин
Работа поступила 24.05 2012 г.

Сдано в набор 21.05 2012 г.
Подписано в печать 31.05 2012 г.
Формат 60x90 1/16. Объем 7.9 печ.л., 6.8 уч.-изд.л.
Тираж 200 экз. Бесплатно. Заказ № 15

Обработано на РС и отпечатано
на ротапринтере «ИЯФ им. Г.И. Будкера» СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. Академика Лаврентьева, 11