

Правительство Удмуртской Республики
Министерство образования и науки Удмуртской Республики
Уральское отделение Российской академии наук
ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук»
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

ХII КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «КоМУ-2020»

*Сборник статей по материалам
Международного научно-практического форума
«100-летие государственности Удмуртии:
исторические вехи и перспективы развития»
(Ижевск, 15 октября 2020 г.)*

Том 2. Часть 2

Ижевск 2020

Р. Г. Валеев. Центр коллективного пользования УдмФИЦ УрО РАН: исследовательские и технологические возможности.....	8
В. В. Кривенцов. Исследование наноразмерных систем сложного состава методом XAFS на станции EXAFS спектроскопии в ЦКП «СЦСТИ».....	9
В. В. Кривенцов, Э. М. Мороз, И. С. Саенко, А. Л. Удовский. Определение локальной структуры флюоритной фазы модифицированных оксидов циркония	11
В. В. Кривенцов, Ф. А. Дарьин, Д. А. Сороколетов, Я. В. Ракиун, А. В. Дарьин. Применение XAFS спектроскопии для изучения микробъектов	16
А. А. Елисеев, Д. И. Петухов, И. С. Садилов, А. С. Кан, Е. А. Чернова, Ар. А. Елисеев, А. А. Поляков, А. В. Лукашин, Р. Г. Валеев, А. Р. Читаков, О. Копылов. Квазидвумерные наноструктуры для процессов массопереноса в жидкой и газовой фазе.....	18
И. К. Аверкиев, О. Р. Бакиева, А. А. Колоотов, А. Ф. Касимова. Изменение коррозионных свойств сплавов CuNi и CuMn в результате воздействия ионами азота и кислорода.....	20
С. Г. Меньшикова, В. Ю. Афкаликова, И. Г. Бродова, И. Г. Ширинкина. Вязкость и затвердевание расплавов Al-Cu.....	21
К. А. Барков, Д. Л. Голощапов, И. Е. Занин. Исследование возможности образования нанокристаллов при ИФО отжиге пленок a-SiOx с нанокластерами кремния.....	24
О. Б. Барышев, О. Ю. Гончаров, В. А. Волков, И. А. Елькин, К. С. Столбов. Электроимпульсное спекание материалов	26
Е. А. Беликов, Н. В. Праслова, Е. В. Парина, Д. А. Когода, А. К. Пислярук, О. А. Чувенкова, А. А. Бережной, Е. В. Преображенская, Ю. В. Валиахмедова, Т. В. Куликова, С. С. Антипов, В. Сиваков, С. Ю. Турецев. Применение метода фотоэмиссионной электронной микроскопии для исследования бактериальной клеточной культуры <i>escherichia coli</i>	30
Т. Н. Беляева, В. А. Королева, М. Г. Холяева, В. Г. Артохов. Влияние матрицы хитозана на термостабильность коллагеназы при адсорбционной иммобилизации	33
Н. И. Бойков, С. Ю. Турецев, А. А. Тонких, Н. Д. Захаров, А. В. Анисимов, О. А. Чувенкова, Ю. А. Юраков, Е. В. Парина, Д. А. Когода, Б. В. Сеньковский. Атомное и электронное строение эпитаксиальных нанослоев олова на кремнии по данным синхротронных исследований.....	36

— XII Конференция молодых ученых «КоМУ-2020»: сборник статей по материалам Международного научно-практического форума «100-летие государственности Удмуртии: исторические вехи и перспективы развития» (Ижевск, 15 октября 2020 г.). Т. 2. Ч. 2 / УдмФИЦ УрО РАН. – Ижевск : Типография «МарШак», 2020. – 200 с.

ISBN 978-5-6043492-3-6

Сборник содержит тезисы устных докладов молодых ученых, представленных на XII Школе-семинаре молодых ученых «КоМУ-2020» в рамках Международной научной конференции «100-летие государственности Удмуртии: исторические вехи и перспективы развития» (г. Ижевск, 14-16 октября 2020 г.).

Опубликованные тезисы отражают результаты научных исследований по направлениям: электронная и атомная структура поверхностных слоев и наноразмерных систем; физика и химия поверхности материалов; биохимия; ионная имплантация материалов; природа и свойства неравновесных метастабильных состояний, возникающих в металлах и сплавах при тепловых, механических и радиационных воздействиях; магнитные и оптические явления; электромагнитноакустика; сканирующая зондовая микроскопия; получение материалов и т. д.

Тезисы докладов посвящены теоретическим и экспериментальным исследованиям, разработке методов и приборного оборудования, а также методам физико-технических измерений.

ISBN 978-5-6043492-3-6

УДК 538.9, 544
ББК 22.3, 24.5

О. В. Бойцова, А. М. Макаревич, А. В. Иванов, О. Н. Макаревич, А. Н. Бельтюков. Роль рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии в получении материалов на основе порошков и пленок $Ti_{1-x}V_xO_2$	39
Н. С. Буйлов, Э. П. Домашевская, А. И. Чукавин, А. А. Гуда, Е. А. Ганышина. Межатоменные взаимодействия в МНС $[(CoFeB)_{60}C_{40}/SiO_2]_{200}$ и $[(CoFeB)_{34}(SiO_2)_{66}/C]_{46}$ и их влияние на магнитные свойства сложных гетерофазных структур.....	42
М. В. Чуикова, А. Н. Бельтюков. Атомно-силовая микроскопия для исследования толщин тонких пленок и покрытий.....	48
А. И. Чукавин, М. Ю. Пивоварова, Р. Г. Валеев, А. Н. Бельтюков. Электрохимическое осаждение ZnS на прозрачно-проводящую подложку из ITO.....	52
С. Г. Меньшикова, А. С. Данилова, В. В. Бразжкин. Фазы высокого давления в эвтектических сплавах Al-ПМ-РЗМ.....	55
О. А. Дежина, М. Д. Манякин. Рентгеновские абсорбционные спектры кремния по данным компьютерного моделирования.....	58
А. Е. Фатеев, К. Г. Михеев, Т. Н. Мозилева, Г. М. Михеев. Графитизация наноалмазных пленок в поле излучения малоомощного лазера.....	60
Е. В. Галанова, А. Н. Бельтюков. Исследования морфологии пленок алюминия методом атомно-силовой микроскопии.....	63
В. Р. Иминова, М. Д. Манякин, Е. Р. Лихачев. Компьютерное моделирование L_3 -края рентгеновского поглощения меди....	65
С. А. Исков, Э. П. Домашевская, А. В. Ситников, А. Т. Козаков, А. В. Никольский, К. А. Барков, Н. С. Буйлов. Особенности структурных свойств гранулированных нанокомпозитов $(Co_{45}Fe_{45}Zr_{10})_x(MgF_2)_{100-x}$	68
Ю. С. Какулия, Е. В. Паринава, Е. Ю. Канюков, Д. А. Коюда, В. Сиваков, С. Ю. Турищев. Исследование формирования массивов медных структур в матрице пористого кремния на кремнии синхротронным методом.....	72
А. Д. Карташова, Е. А. Алексеева. Композитные наноструктуры кремниевые нанонити / наночастицы золота для молекулярной сенсорики с использованием спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния света.....	75
Э. Ф. Хаметова, О. Р. Бакиева. Расчет интенсивности электронных переходов в результате возбуждения внутреннего К-уровня кислорода электронным ударом.....	78
Д. А. Ханнанов, Я. А. Балицкий, В. Г. Петров. Некоторые экологические особенности использования калийных удобрений.....	80

Н. А. Курило, Д. Н. Нестеров, К. А. Барков, Э. П. Домашевская, В. А. Терехов, А. Т. Козаков, А. В. Никольский. Фазовый состав пленок SPOS по данным УМРЭС и РФЭС.....	84
Н. С. Ларионова, Р. М. Никонова. Влияние формы углерода на формирование MAX-фазы Ti_3SiC_2 при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе.....	90
А. С. Леньшин, А. Н. Лукин, П. В. Середин, В. Е. Терновая, Э. П. Домашевская. Особенности формирования и функциональные характеристики многослойных систем на основе макропористого кремния.....	91
А. П. Леонтьев, И. В. Малышева, И. А. Колмычек, Т. В. Мурзина, К. С. Напольский. Получение гиперболических метаматериалов на основе высокоупорядоченных массивов металлических наностержней....	93
Е. А. Листищенко, С. С. Ольшанникова, М. Г. Холявка, В. Г. Артюхов. Разработка методики иммобилизации папаина на матрице кислоторастворимых хитозанов различной молекулярной массы.....	97
М. А. Максимова, С. М. Решетников, О. М. Канунникова, В. В. Аксёнова. Влияние деформационных воздействий на состав и структуру азотсодержащих соединений.....	102
Н. В. Малыгина, С. С. Ольшанникова, А. В. Сорокин, М. С. Лавлинская, М. Г. Холявка, В. Г. Артюхов. Разработка методики иммобилизации бромелина на матрице производных хитозанов.....	106
Д. Е. Максимова, Я. В. Евстратова, У. А. Цурикова. Изучение взаимодействия наночастиц пористого кремния с живыми клетками с использованием оптических методов КРС и люминесцентной микроскопии.....	111
К. Г. Михеев, Р. Г. Зонов, А. Е. Фатеев, Д. Л. Булатов, А. С. Соломенникова. Формирование графена на полиимидной пленке.....	115
Р. М. Мосина, И. М. Кузьмин, А. И. Мосин, Г. А. Гордеев. Методы определения эффективных механических свойств композиционных материалов.....	118
М. Н. Никитина, Ф. Ф. Чарсов, Н. В. Сомов, Н. В. Ломова, И. С. Казанцева. Геометрические свойства координационных полиэтров 3d-металлов в изоморфных рядах гетерометаллических комплексов $Na_4[Cu_xCo_{(1-x)}\{N(CH_2PO_3)_3\} \cdot NH_2O]$ и $Na_4[Cu_xZn_{(1-x)}\{N(CH_2PO_3)_3\} \cdot NH_2O]$ и в изодиморфном ряду $Na_4[Cu_xNi_{(1-x)}\{N(CH_2PO_3)_3\} \cdot nH_2O]$ ($x=1..0$).....	122
Е. Л. Осипов, С. В. Рябцев. Мемристорные свойства пленок оксида олова, полученных методом реактивного магнетронного распыления.....	129
С. М. Панкова, М. Г. Холявка, В. Г. Артюхов. Исследование фоточувствительности коллагеназы, свободной и иммобилизованной на матрице хитозана методом ИК-спектроскопии.....	132

О. В. Петрова, А. Е. Мингалева, К. А. Бакина.	
Синхротронное излучение: степень поляризации	136
Т. А. Писарева, А. М. Ризванова, С. М. Решетников.	
Углеродсодержащие материалы, полученные методами карбонизации и парогазовой активации.....	141
А. К. Пислярук, Е. В. Парина, Д. А. Коюда, В. Сиваков, С. Ю. Турищев.	
Исследования поверхности и объемной части массивов кремниевых нанонитей синхротронным методом спектроскопии XANES.....	145
Г. П. Потуданский, Я. А. Пешиков.	
AB INITIO моделирование К-края рентгеновского поглощения кремния в моносилциде железа.....	148
А. Е. Путькова, Ю. А. Тетерина, М. В. Рыжков, К. И. Маслаков,	
А. Ю. Тетерин, К. Е. Иванов, С. Н. Калмыков, В. Г. Петров.	
Структура спектра РФЭС валентных электронов и природа химической связи в диоксиде юрия	151
Ю. А. Редько, С. С. Ольшанникова, М. Г. Холявка, В. Г. Артюхов.	
Микрочастицы хитозана как перспективный полимер для создания комплекса с папаином	154
Д. О. Шаклеина, С. М. Решетников.	
Влияние нитрилтриметилфосфонатных комплексов на коррозионно-электрохимическое поведение стали.....	159
Т. И. Шарипов, А. Koryshev, S. Loebner, J. Jelken, M. Sokolowski,	
Р. Агуа, Р. З. Бахтизин, S. Santer.	
Наблюдение структурирования молекул ДНК методом атомо-силовой микроскопии	163
А. А. Соломенникова. Кинетика окисления этанола и метанола на композиционных электродных материалах RuO ₂ – Pt, полученных короткоимпульсным лазерным излучением.....	167
Н. М. Созонова, О. Р. Бакиева, И. К. Аверкиев.	
Компьютерное моделирование формирования атомной структуры ближнего порядка при ионном облучении поверхности железа.....	171
К. А. Широбокова, В. Ф. Гильмутдинов, М. А. Тимиргазин.	
Применение ограниченной машины Больцмана для описания ближнего порядка.....	175
Н. Е. Суксин, В. Г. Петров. Исследование процессов утилизации отходов гальванического производства	179
А. В. Титова, А. И. Карпов. Математическое моделирование самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	183

С. С. Титова, Д. А. Коюда, У. А. Цурикова, Е. В. Парина, О. А. Чувенкова,	
Р. Г. Чумаков, А. М. Лебедев, Ю. С. Какуля, Л. А. Осминкина, С. Ю. Турищев.	
Синхротронные исследования наночастиц пористого кремния при различных способах высушивания для интеграции с клетками	186
А. И. Виткалов, С. В. Рябцев.	
Мемристорные свойства пленок оксида титана, полученных методом реактивного магнетронного распыления	190
Р. В. Волвенков, О. И. Дубровский.	
Расчет К-спектров рентгеновского поглощения SiO ₂	193
Т. А. Витвинова, В. Ф. Гильмутдинов, М. А. Тимиргазин.	
Применение ограниченной машины Больцмана для описания дальнего порядка.....	196

6. Campbell I. H. and Fauchet P. M. Solid State Communications. 1986, V. 58, P. 739.
7. Li Z., Li W., Jiang Y., Cai H. et. al. Journal of Raman Spectroscopy. V. 42. 2011. P. 415.

Электроимпульсное спекание материалов

О. Б. Барышев¹, О. Ю. Гончаров², В. А. Волков²,
И. А. Елкин², К. С. Столбов²

elcscond.43@elcsdm.ru, nir@idman.ru

¹АО «Электонд», г.Сарапул,

² ФГБУН УдмФИЦ УРО РАН, г. Ижевск

Использованный в работе новый метод поточечного, сплошного электроимпульсного спекания порошков SPECS (spot pulsed electric current sintering) позволяет получать пористые тела без введения связки. Кроме того, возможно получение изделий заданной формы (в том числе создание каналов) с низкой плотностью при сохранении развитой поверхности частиц. Метод позволяет гибко изменять режимы спекания, конфигурацию и плотность получаемых тел и может рассматриваться как перспективный для получения пористых металлических тел различного назначения [1]. В работе для получения пористых тел также использовался метод объемного электроимпульсного спекания PECS (pulsed electric current sintering). При спекании в пористые тела возможно внедрение проволочного электрода.

В качестве источников энергии использовались конденсаторный и трансформаторный импульсные сварочные аппараты, отличающиеся продолжительностью электрического импульса, рабочим напряжением и силой тока. Эксперименты показали, что для поточечного спекания лучше подходит трансформаторный источник электрической

энергии. При использовании конденсаторного источника в методе поточечного спекания возможен пробой газовых включений и электровзрыв порошка. Конденсаторный источник электрического тока применялся главным образом для объемного спекания порошков.

Электронно-микроскопические изображения и фотографии пористых тел полученные методом SPECS из осколочных порошков приведены на рисунке 1. Изображения пористых тел полученных методом PECS из агломерированных порошков – на рисунке 2.

Спеченные пористые тела также были исследованы методами рентгеновской дифракции, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС), растровой электронной микроскопии.

Были проанализированы характеристики пористых после выращивания аморфной оксидной пленки на поверхности пористого тела электрохимическим окислением (предварительно проведена термообработка образцов для оплавления граней частиц). Измеряли электрическую ёмкость и ток утечки и напряжение пробы диэлектрика в растворе электролита. Данные для образцов полученных из осколочного порошка методом SPECS и образцов полученных из агломерированного порошка методом PECS в сравнении с образцом изготовленным по технологии прессования со связкой с последующим спеканием приведены в таблице. Удельная емкость характеризует удельную площадь поверхности, ток утечки и напряжение пробы – чистоту материала образца.

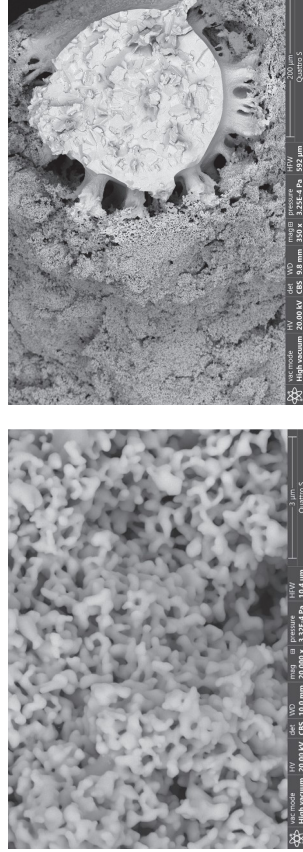


Рис. 2. Электронно-микроскопическое изображение излома образца, полученного объемным электроимпульсным спеканием агломерированного порошка (справа пористое тело с внедренным проволочным электродом).

Таблица 1.

Образец	C/N, мкФ/ мм3	I _{ут} /I, мкА/ мм3	U пробоя, В	Образец	C/N, мкФ/ мм3	I _{ут} /I, мкА/ мм3	U пробоя, В
SPECS 1	0,4	0,08		PECS 1	80	0,06	
SPECS 2	0,46	0,03	424	PECS 2	81	0,09	
SPECS 3	0,26	0,05	368	PECS 3	104	0,14	106
Метод прессования со связкой	0,11	0,1	300	Метод прессования со связкой	39	0,1	116

Полученные образцы показывают возможность использования данного метода, для получения пористых тел с элементами компактного металла, в том числе для тугоплавких металлов.

Работа была выполнена с использованием оборудования ЦКП «Поверхность и новые материалы» УдмФИЦ УрО РАН.

Литература

8. Елькин И. А., Волков В. А., Столбов К. С., Колодкин Д. А., Чулкина А. А., Бельтюков А. Н. Особенности консолидации металлических порошков в результате послыонного электроимпульсного спекания // Письма о материалах, 2018. Т. 8. № 3. С. 335-340.

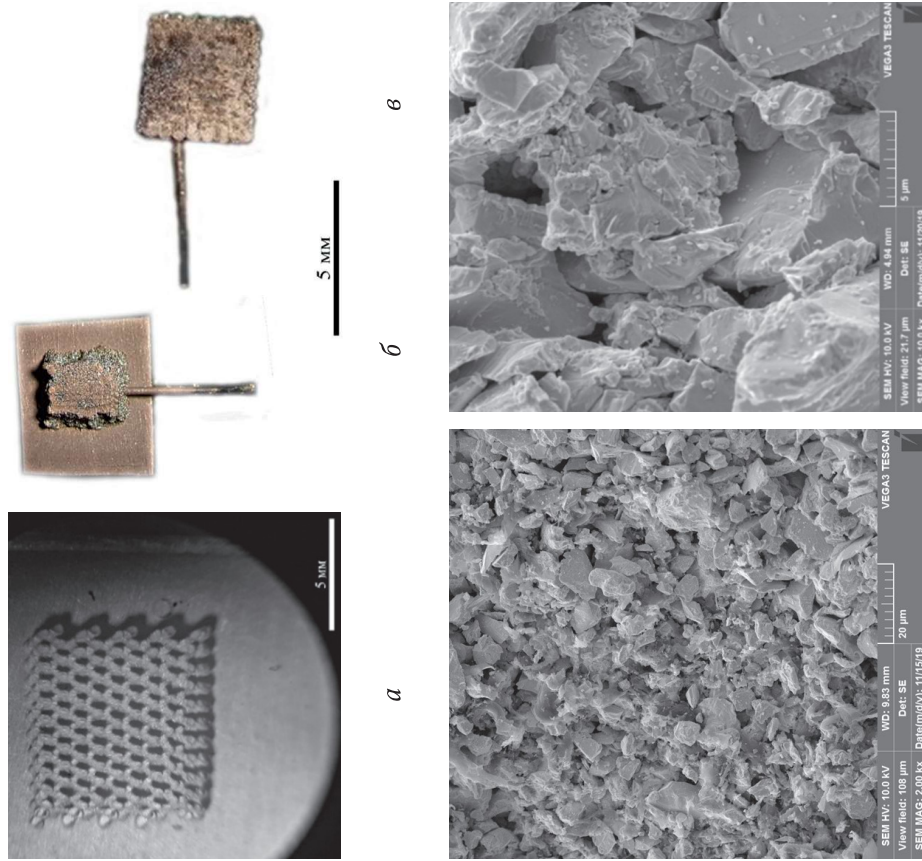


Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения (а, д, е) и фотографии (б, в) образцов полученных поточечным электроимпульсным спеканием осколочного порошка. а-в – внешний вид тел, д, е – изломы.