

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН*

**XX Молодежная научная конференция ИХС РАН  
«Функциональные Материалы:  
Синтез, Свойства, Применение»,  
посвященная 135-летию со дня рождения  
академика Ильи Васильевича Гребенщикова  
(1887-1953)**

**Сборник тезисов докладов**

5–6 декабря 2022 г.  
г. Санкт-Петербург

УДК 544  
ББК 24.5  
Ф94

**XX Молодежная научная конференция ИХС РАН, посвященная 135-летию со дня рождения академика И.В. Гребенщикова (1887-1953): Тезисы докладов конференции, г. Санкт-Петербург, 5–6 декабря 2022 г. – СПб: ЛЕМА, 2022. – 145 с.**

ISBN 978-5-00105-764-2

В сборнике представлены тезисы докладов XX Молодежной научной конференции ИХС РАН, посвященной 135-летию со дня рождения академика И.В. Гребенщикова (1887-1953).

Сборник может быть полезен для ученых, инженеров, технологов, преподавателей, аспирантов и студентов, деятельность которых связана с химическим синтезом и исследованием свойств функциональных материалов, стекол, неорганических и органо-неорганических и покрытий.

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного Институтом химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН на основе MS Word файлов, представленных авторами докладов. Техническое редактирование касалось только ошибок, обусловленных дефектами подготовки исходных файлов.

ISBN 978-5-00105-764-2

© Коллектив авторов, 2022  
© ООО «Издательство «ЛЕМА», 2022

**ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ЩЕЛОЧНО-ГЕРМАНАТНЫХ СТЕКОЛ, ЛЕГИРОВАННЫХ ВИСМУТОМ**

Серкина К.С., Трофимова А.А., Степанова И.В. 103

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ АНОЛИТОВ ДЛЯ ПРОТОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ БЕНЗОТИАДИАЗОЛА И БЕНЗОКСАДИАЗОЛА**

Сидельцев М.Е., Ромадина Е.И., Макарова М.В., Аккуратов А.В. 105

**ПРИМЕНЕНИЕ СФЕРИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ОЛОВА В ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИТКИ ВОДЫ ОТ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АНТИБИОТИКОВ**

Скрипкин Е.В., Черезова П.Ю., Бобрышева Н.П., Осмоловский М.Г., Вознесенский М.А., Осмоловская О.М. 106

**МНОГОФАЗНЫЕ КАЛЬЦИЙФОСФАТЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Смирнов И.В., Смирнова П.В., Тетерина А.Ю., Калита В.И., Комлев В.С. 108

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКООЧИЩЕННОГО КОСТНОГО МАТРИКСА С КАЛЬЦИЙФОСФАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

Смирнова П.В., Смирнов И.В., Тетерина А.Ю., Комлев В.С. 109

**НОВЫЕ САМОЗАЖИВЛЯЮЩИЕСЯ СОПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОХЕЛАТНЫХ МОНОМЕРОВ АКРИЛАТА: ПОЛУЧЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Сорин Е.С., Баймуратова Р.К., Джардималиева Г.И. 110

**ВЛИЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ТУГОПЛАВКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИДИСПЕРСНЫХ АЛМАЗНЫХ МАТРИЦ**

Степичев Е.С., Долгин А.С., Богданов С.П. 112

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БОРА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КВАЗИ-ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ**

Строчко И.В., Базлов А.И. 112

**ТЕХНОЛОГИЯ ВВЕДЕНИЯ НАНОПОЛНИТЕЛЯ В МАТРИЦУ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТА**

Тимошенко М.В., Балабанов С.В., Сычев М.М. 113

**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МАХ-ФАЗ С РАСПЛАВОМ КОРИУМА**

Тимчук А.В., Арлашкин И.Е., Шуваева Е.Б., Кириллова С.А., Перевислов С.Н., Альмяшев В.И., Столярова В.Л. 114

**ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ КАК ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ТЯЖЕЛЫМ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ, НИТРИДНЫМ ТОПЛИВОМ И СТАЛЬНЫМИ ОБОЛОЧКАМИ ТВЭЛОВ**

Тимчук А.В., Шуваева Е.Б., Котова М.Е., Альмяшев В.И. 115

**ВЛИЯНИЕ ДОПИРОВАНИЯ ЗД-ЭЛЕМЕНТАМИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА**

Ткаченко Д.С., Кочнев Н.Д., Бобрышева Н.П., Осмоловский М.Г., Вознесенский М.А., Осмоловская О.М. 117

**СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ 4-АМИНОФУРАЗАН-3-КАРБОКСИАМИДОКСИМА, ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ U ИЗ ЖИДКИХ СРЕД**

Прокудина В.А., Чуракова Д.Д., Маслов К.В., Токарь Э.А. 118

**МНОГОЯДЕРНЫЕ ВЫСОКОСПИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ОСНОВЕ АНИОНОВ ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ**

Фараонов М.А., Конарев Д.В. 119

**СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШАМПУНЯ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМ ПАВ**

Фрейнкман О.В., Назарова Е.А. 120

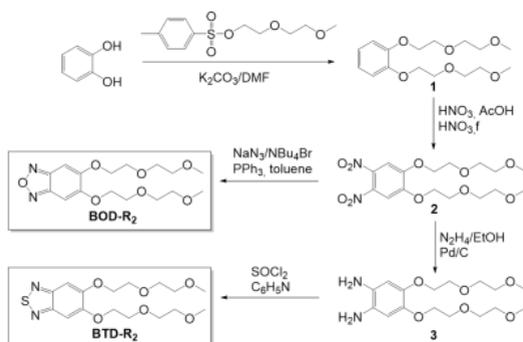


Рис. 1. Синтез BOD-R<sub>2</sub> и BTD-R<sub>2</sub>

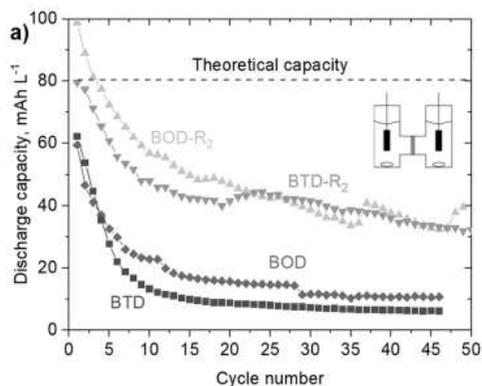


Рис. 2. Зависимость разрядной емкости Н-ячеек от количества циклов

1. Frate G. F., Ferrari L., Desideri U., Energy storage for grid-scale applications: Technology review and economic feasibility analysis // *Renew. Energy*. 2021. V. 163(C), 1754-1772.

2. Lourenssen K., Williams J., Ahmadpour F., Clemmer R., Tasnim S. Vanadium redox flow batteries: A comprehensive review // *J. Energy Storage*. 2019. V. 25. 100844.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ FFSG-2022-0004 (1022082200009-0).*

## ПРИМЕНЕНИЕ СФЕРИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ОЛОВА В ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АНТИБИОТИКОВ

Скрипкин Е.В., Черезова П.Ю., Бобрышева Н.П., Осмоловский М.Г., Вознесенский М.А., Осмоловская О.М.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*  
skripkin.053@gmail.com

Проблема загрязнения водных ресурсов антибиотиками становится всё более актуальной из-за их активного применения как профилактических препаратов в сельскохозяйственной деятельности. Одними из наиболее используемых ветеринарных антибиотиков являются достаточно стабильные в окружающей среде антибиотики

сульфаниламидного ряда. Их длительный контакт в очистных сооружениях с различными бактериями может приводить к возникновению антибиотикорезистентных возбудителей заболеваний.

Энергоэффективные системы для очистки сточных вод должны отвечать требованиям дешевизны, нетоксичности материалов и простоты конструкции, что приводит к активному внедрению процессов фотокатализа с применением полупроводниковых материалов в схемы удаления циклических органических соединений (ЦОС). Фотокатализ представляет собой ускоренную деградацию ЦОС, обусловленную присутствием в среде активных форм кислорода, формирующихся под воздействием света на наночастицы широкозонных полупроводников.

Процесс фотокатализа является достаточно изученным, но для его использования в технологической практике и для достижения наилучшей эффективности необходимо понимать, какие факторы и особенности материалов влияют на этот процесс. Однако работ, направленных на решение этого вопроса, в литературе представлено недостаточно. Особенностью полупроводниковых наночастиц является большой набор параметров, оказывающих влияние на их свойства. Для установления определяющего фотокаталитические характеристики фактора целесообразно начинать работу с изучения наночастиц схожей морфологии (одинакового размера и формы).

Одним из перспективных фотокатализаторов является  $\text{SnO}_2$  (полупроводник  $n$ -типа с шириной запрещенной зоны 3,6 эВ), наночастицы которого могут быть получены методом осаждения. Настоящая работа посвящена разработке подходов к регулированию структурных параметров наночастиц и изучению их взаимосвязи с фотокаталитической активностью, в том числе против антибиотиков сульфаниламидного ряда.

Для регулирования структурных параметров образцов синтез проводился при трех разных температурах и с использованием двух процедур добавления реагентов, исходя из предположения о влиянии этих факторов на количество дефектов и кислородных вакансий. Согласно данным РФА, все полученные образцы представляли собой  $\text{SnO}_2$ . Данные ПЭМ высокого разрешения, SAED и значения удельной поверхности показали, что наночастицы являются поликристаллическими, обладают сферической формой, их размер не превышает 5 нм. Определение количества структурных дефектов и кислородных вакансий проводилось с использованием разработанного нами оригинального подхода [1] к обработке данных КР-спектроскопии и РФЭС, соответственно. Значение запрещенной зоны определяли из спектров поглощения; была зарегистрированы ИК спектры наночастиц, определены значения дзета-потенциала и гидродинамических размеров.

Установлено уменьшение количества кислородных вакансий и дефектов с ростом температуры для обеих процедур синтеза, а также их изменение в зависимости от использованной процедуры синтеза, что дало возможность получить шесть образцов с различным соотношением этих структурных параметров.

Проведено тестирование фотокаталитической активности образцов путем разложения модельного ЦОС – красителя метиленового голубого (МВ), определены проценты деградации, темной адсорбции, квантово-химическими методами изучено взаимодействие красителя с поверхностью наночастиц, исследован состав поверхности фотокатализатора до и после темной адсорбции. Проведенное комплексное исследование позволило заключить, что основным фактором, определяющим фотокаталитические характеристики образцов, является соотношение вакансий и

дефектов.

Для образца с оптимальными характеристиками изучены кинетические зависимости деградации под действием коммерчески доступной УФ-лампы смеси таких широко используемых в животноводстве представителей сульфаниламидов, как сульфацидидин, сульфадимезин, сульфаметоксазол с концентрацией 10 мг/л. С помощью метода ВЭЖХ-УФ установлено, что более 90% разложения всех трех компонентов смеси достигается через 35 минут, скорость деградации зависит от выраженности взаимодействия антибиотик – поверхность фотокатализатора, что доказывает перспективность предложенного нами подхода.

1. Kolokolov D.S., Podurets A.A., Nikonova V.D., Vorontsov-Velyaminov P.N., Bobrysheva N.P., Osmolowsky M.G., Osmolovskaya O.M., Voznesenskiy M.A. SnO<sub>2</sub> nanoparticles with different aspect ratio and structural parameters: fabrication, photocatalytic efficiency dependences and fast organic dyes degradation // Applied Surface Science. 2022. V. 599. 153943.

*Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проект № 20-03-00762-а). Автор выражает благодарность ресурсным центрам «Оптические и Лазерные методы исследования», «Нанотехнологии», «Методы анализа состава и вещества», «Рентгенодифракционные методы исследования», «Физические методы исследования поверхности» Научного парка СПбГУ.*

## **МНОГОФАЗНЫЕ КАЛЬЦИЙФОСФАТЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Смирнов И.В., Смирнова П.В., Тетерина А.Ю., Калита В.И., Комлев В.С.

*Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия  
baldyriz@gmail.com*

Основные свойства имплантов на основе титана и его сплавов, благодаря которым такие материалы получили широкий спектр применения в медицине, это высокие прочностные характеристики и биологическая инертность. Использование такого типа имплантов в условиях живого организма не приводит к возникновению реакций отторжения, но возможные коррозионные реакции могут являться причиной вторичных операций. Технологии комбинирования разных материалов в одном изделии, а именно титана и фосфатов кальция (ФК), являются актуальной задачей для исследователей. Такие материалы суммируют положительные свойства друг друга и минимизируют недостатки. Применение фосфатов кальция в виде покрытия на титановый имплант значительно повышает биологические свойства конечного изделия, а именно биосовместимость и остеоинтеграцию.

В работе был предложен метод формирования многофазных покрытий на основе различных модификаций фосфатов кальция. Был предложен способ плазменного нанесения покрытий на основе высокотемпературных модификаций ФК гидроксипатита (ГА) на титановую подложку с промежуточным слоем состава TiCaO с последующей трансформацией поверхностного слоя в низкотемпературный ФК октакальцийфосфат (ОКФ).

Необходимость создания многофазных покрытий заключается в различных свойствах промежуточных слоев. Первый слой на основе TiCaO способствует прочному скреплению титановой подложки с покрытиями ГА. Плотнospеченое покрытие на основе слабрезорбируемого материала препятствует реакциям коррозии титанового имплантата. Формирование конечного слоя на основе ОКФ повышает биоактивность, так

**Сборник тезисов докладов  
XX Молодежной научной конференции ИХС РАН,  
посвященной 135-летию со дня рождения академика И.В. Гребенщикова**

Оригинал-макет подготовлен ИХС РАН  
199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2  
Верстка: Коваленко А.С., Федоренко Н.Ю.

Подписано в печать 13.12.2022 г.  
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 8,5. Тираж 30 экз.  
Заказ № 5861.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика  
в ООО «Издательство «ЛЕМА»  
199004, Россия, Санкт-Петербург, 1-я линия В.О., д. 28  
тел.: 323-30-50, тел./факс: 323-67-74  
e-mail: [izd\\_lemma@mail.ru](mailto:izd_lemma@mail.ru)  
<http://lemaprint.ru>