

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Сологубовой Ирины Александровны «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез оксидных титановых бронз щелочных металлов и материалов на их основе с использованием механоактивации», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – материаловедение

Актуальность темы. Устойчивый интерес исследователей к оксидным бронзам, обозначившийся в последние годы, обусловлен рядом их физико-химических свойств. Природа химических связей в кристаллах оксидных бронз, а также сочетание особенностей кристаллической и электронной структуры порождают большое разнообразие их электрических и оптических свойств. Щелочные оксидные бронзы давно и успешно используются в качестве компонентов различных функциональных неорганических материалов. В то же время на пути практического применения этих материалов возникают проблемы их синтеза. Существующие на сегодняшний день способы получения оксидных бронз, например спекание или гидротермальная обработка, исключительно энергозатратны и продолжительны по времени. Перспективным способом получения оксидных бронз является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Однако химические реакции, лежащие в основе синтеза, характеризуются невысоким тепловым эффектом, что требует введения экзотермической добавки в состав шихты, которая, в свою очередь, загрязняет продукт и ухудшает его свойства. Таким образом, поиск путей интенсификации процесса СВС оксидных бронз, в частности титановых, с возможностью регулирования структуры и свойств продуктов синтеза представляет собой важную научную и практическую задачу.

Химическая инертность и термическая устойчивость оксидных бронз открывают возможность их использования в качестве основных компонентов различных антикоррозионных покрытий. Соискателем на основе оксидных титановых бронз разработано и получено защитное покрытие, эффективно выполняющее свои функции в условиях Сибири и Крайнего Севера.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 173 наименований, трех приложений. Общий объем работы составляет 146 страниц, включая 57 рисунков и 18 таблиц.

Во введении представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ современного состояния работ по строению и физико-химическим свойствам оксидных титановых бронз, описаны методы синтеза оксидных бронз и их применение. Дана оценка возможностей различных методов синтеза. Рассмотрены современные представления о механизмах протекания СВС, обсуждены способы транспорта веществ. Выполнен обзор литературных данных по механическому активированию исходных веществ. Рассмотрены различные типы конструкций измельчительных аппаратов для механического активирования и механохимического синтеза, широко

используемых в настоящее время. Изучены вопросы влияния механической активации на процесс СВС.

Во второй главе представлены объекты и методы исследования исходных компонентов, а также полученных веществ и материалов. Описаны используемые в работе методики получения и исследования эксплуатационных характеристик защитных покрытий.

В третьей главе представлены данные по влиянию механической активации на состав и структуру компонентов шихты на примере системы Li-Ti. Показано образование нестабильных твердых растворов внедрения на ранних временах измельчения и более устойчивых фаз внедрения с большим содержанием внедренных атомов при продолжительном измельчении. С увеличением продолжительности механоактивации уменьшаются размеры областей когерентного рассеяния.

Четвертая глава посвящена изучению макрокинетики процесса СВС в системах Li-Ti Na-Ti, K-Ti, Rb-Ti (как неактивированных образцов, так и после механической активации). Представлены результаты, демонстрирующие снижение температуры воспламенения и температуры фронта волны горения и при этом значительное увеличение скорости движения фронта волны горения в образцах после механической активации.

Пятая глава посвящена нанесению защитного покрытия стали от коррозии и износа, полученного методом СВС на основе оксидной калий-титановой бронзы, изучению его физико-химических и механических свойств.

Достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов обеспечивается применением современных методов исследования, необходимым и достаточным количеством экспериментального материала, применением стандартных методик исследования структуры и свойств.

Полученные в работе данные не противоречат результатам других авторов. Выводы и рекомендации, сформулированные в работе, экспериментально обоснованы.

Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертации. По теме диссертации опубликовано 5 статей в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, а также в базы данных Scopus и WoS, 6 статей в других изданиях, получено 3 патента РФ на изобретения.

Значимость для науки и практики. Установлены макрокинетические параметры СВС оксидных бронз Li_xTiO_2 ($0,07 \leq x \leq 0,8$), Na_xTiO_2 ($0,2 \leq x \leq 0,5$), K_xTiO_2 ($0,06 \leq x \leq 0,12$), Rb_xTiO_2 ($0,06 \leq x \leq 0,12$) без предварительной активации шихты и после механической активации. Предварительная механическая активация шихты приводит к снижению температуры воспламенения и температуры фронта волны горения на 100-150 К, при этом скорость движения фронта увеличивается в 2 раза, это связано с образованием продуктов механосинтеза, играющих роль центров гетерогенной кристаллизации.

Получены защитные покрытия на основе оксидных бронз титана, устойчивые при низких температурах и обладающие хорошей адгезией к металлу и высокой коррозионной стойкостью. Проведены климатические испытания антикоррозионного покрытия, приближенные к условиям Сибири и Крайнего Севера, рассчитан срок службы покрытия.

Получены патенты РФ на изобретение: № 2683150 от 12.07.2018 г. «Механохимический способ получения оксидной калий-титановой бронзы», №

2698160 от 29.06.2016 г. «Способ формирования оксидного титанового покрытия на стальной поверхности», № 2763130 от 16.03.2021 г. «Способ нанесения защитного покрытия на сталь».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.
Для дальнейшего использования следует рекомендовать способ получения оксидных титановых бронз, являющихся основой перспективных функциональных материалов (СВС после механической активации), а также антикоррозионные покрытия на основе оксидных бронз титана, устойчивые при низких температурах.

Замечания по диссертации:

1. Научная новизна п.п. 5 и 6 не раскрыты. В представленных формулировках это относится к практическим результатам работы.

2. Основные положения, выносимые на защиту, сформулированы не корректно. Научные положения должны быть новыми и в них приводятся основные научные результаты.

3. На стр. 48 представлена таблица 4 используемых реактивов. Нет обоснования выбора этих материалов.

4. Страница 49 – «На диаграммах наблюдается бимодальное распределение частиц: в диапазоне значений 100-200 нм и более 5 мкм, что свидетельствует о склонности к агломерации порошков исходных веществ. Для образца СВС проводился отбор мелких частиц с использованием сита диаметром 0,1 мм». Не совсем ясно, для какого размера частиц использовался ситовый метод?

5. В таблице 7 на стр.70 представлены, по мнению автора, «оптимальные» параметры механоактивации. Однако в работе отсутствует информация о критерии оптимальности; варьируемых параметрах; модели процесса; ограничения, связанные с экономическими, конструктивными условиями, возможностями аппаратуры и другое.

6. В таблице 14 стр. 85 приведены параметры механоактивации. Почему они отличаются от оптимальных параметров, представленных на стр. 70?

7. Почему в качестве материала для нанесения покрытия выбран только $KxTiO_2$? В работе отсутствует информация о режимах нанесения покрытия.

8. Одним из показателей качества покрытия является пористость, которая будет влиять на коррозионную стойкость. Данный показатель в работе не исследовался.

Замечаний по оформлению работы нет.

Сведения, представленные в автореферате, соответствуют содержанию диссертационной работы.

Замечание по автореферату.

Отсутствуют разделы «Степень разработанности темы исследования» и «Перспективы дальнейшей разработки темы».

Заключение. Диссертация Сологубовой И.А. «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез оксидных титановых бронз щелочных металлов и материалов на их основе с использованием механоактивации» соответствует паспорту научной специальности: 2.6.17 –Материаловедение:

– формуле паспорта специальности, поскольку диссертация посвящена разработке и получению новых материалов - порошковых смесей и защитных покрытий на основе оксидных титановых бронз щелочных металлов - с заданным комплексом свойств путем установления закономерностей влияния состава и структуры на свойства материалов;

– областям исследования паспорта специальности по пунктам 2, 4, 10, 16.

П.2. Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих в гетерогенных и композиционных структурах.

П.4. Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, биомедицинскими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой.

П.10. Разработка способов повышения коррозионной стойкости металлических, неметаллических и композиционных материалов в различных условиях эксплуатации.

П.16. . Создание металлических, неметаллических и композиционных материалов, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях: агрессивные среды, электрические и магнитные поля, повышенные температуры, механические нагрузки, вакуум и др.

Таким образом, диссертация Сологубовой Ирины Александровны является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для создания перспективных композиционных материалов и покрытий. Работа выполнена в соответствии с требованиями п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Официальный оппонент

Директор «Производственного внедренческого
комплекса прикладных исследований и разработок»

Алтайского государственного технического университета
им. И.И.Ползунова, доктор технических наук, профессор



Ситников Александр Андреевич

20.10.2025 г.

Подпись Ситникова А. А. заверяю:
Начальник управления кадров и
документационного обеспечения АлтГТУ,
кандидат технических наук, доцент

656038, Алтайский край,
г. Барнаул, пр. Ленина, 46
e-mail: politeh@altgtu.ru
Тел.: +7 (3852) 29-07-10



Ананьев Сергей Владимирович

