

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Фарленкова Андрея Сергеевича** “Взаимодействие газообразных кислорода, воды и водорода с протонпроводящими оксидами на основе скандата лантана и их структурно-морфологические свойства”, представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Диссертационная работа А.С. Фарленкова является **актуальной** и посвящена перспективной теме касательно развития водородной энергетики – выявлению структурно-морфологических особенностей протонпроводящих стронцийзамещенных скандатов лантана и механизмов взаимодействия с ними компонентов газовой фазы (кислорода, воды и водорода).

В настоящей работе комплексом физических и физико-химических методов анализа проведены тщательные исследования элементного и фазового состава, кристаллической структуры и микроструктуры оксидов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{ScO}_{3-\delta}$  ( $x = 0; 0.04; 0.09$ ); установлены области преимущественной локализации дейтеронов в структуре оксида  $\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{ScO}_{3-\delta}$ ; исследована структура и микроструктура поликристаллических образцов оксидов  $\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{ScO}_{3-\delta}$ ; исследована локальная структура оксидов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{ScO}_{3-\delta}$  ( $x = 0; 0.04; 0.09$ ); исследована термодинамика процессов взаимодействия газовой фазы, содержащей газообразные воду, кислород и водород, с оксидами  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{ScO}_{3-\delta}$  ( $x = 0; 0.04; 0.09$ ). Разработана и сконструирована экспериментальная установка для исследования кинетики взаимодействия молекулярного водорода газовой фазы с оксидами  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{ScO}_{3-\delta}$  ( $x = 0; 0.04; 0.09$ ); исследованы процессы инкорпорирования протонов и дейтеронов из атмосферы молекулярного водорода в структуру протонпроводящих оксидов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{ScO}_{3-\delta}$  ( $x = 0; 0.04; 0.09$ ); определены концентрации протонов и дейтеронов в температурном интервале 300–800 °C и интервале давлений водорода 0.2–2.0 кПа. Исследована кинетика обмена водорода и кислорода газовой фазы с оксидами  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{ScO}_{3-\delta}$  ( $x = 0; 0.04; 0.09$ ), рассчитаны значения скоростей межфазного обмена и коэффициентов диффузии изотопов водорода (протия и дейтерия), кислорода; определены скоростьпределяющие стадии обмена водорода и кислорода. Предложена модель дефектообразования в оксидах  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{ScO}_{3-\delta}$ .

**Достоверность** полученных результатов подтверждается применением комплекса современных методов исследования, включая такие аналитические и физико-химические методы как: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, атомно-эмиссионная спектроскопия, метод нейтронной дифракции, растровая и просвечивающая электронная микроскопия, ренгеноспектральный микроанализ и дифракция обратнорассеяных электронов, методы БЭТ и лазерного светорассеяния, метод рентгенофотоэлектронной микроскопии, метод ядерного магнитного резонанса, метод изотопного обмена кислорода и водорода с уравновешиванием изотопного состава газовой фазы, метод высокотемпературного термогравиметрического анализа и метод спектроскопии электрохимического импеданса.

Диссертационная работа хорошо **апробирована**, ее результаты были широко представлены на российских и международных конференциях. Основные результаты диссертации опубликованы в 10 статьях в журналах, рекомендованных ВАК и

Аттестационным советом УрФУ, 1 патенте, 23 тезисах докладов на конференциях, семинарах и симпозиумах всероссийского и международного уровней.

При ознакомлении с авторефератом возникло следующее замечание.

Хотя системы на основе стронцийзамещенных скандатов лантана являются достаточно хорошо изученными, необходимо кратко обосновать критерий выбора стронция в качестве допанта. Так, не ясно является ли стронций уникальным допантом структуры перовскита, и будут ли получаемые характеристики в случае использования стронция значительно превосходить аналогичные характеристики, если в качестве допанта использовать другие элементы из второй группы ПСХЭ Д.И.Менделеева (к примеру, близкие по размерам кальций, барий или цинк).

Указанное замечание не затрагивает достоверности экспериментальных данных и выводов исследования и не снижает ценности полученных результатов.

Считаю, что диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование и удовлетворяет требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор Фарленков Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Алексей Галинурович Краснов

Кандидат химических наук, Научный сотрудник,  
Лаборатория керамического материаловедения,  
Институт химии  
Федеральный Исследовательский Центр  
Коми Научный Центр  
Уральского Отделения Российской Академии Наук  
(Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)  
Адрес: 167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 48  
Телефон: +79042300412  
E-mail: alexey-krasnov@rambler.ru



12.10.2020

Подпись А.Г. Краснова заверена:

Ученый секретарь института,  
к.х.н.

