ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Плеханова Максима Сергеевича на тему «Структура и физико-химические свойства твердых растворов и композитов на основе $La_{1-x}Sr_xScO_{3-\delta}$ и переходных металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 – Химия твердого тела

Твердооксидные топливные элементы с протонным электролитом привлекают повышенное внимание из-за возможности снижения диапазона рабочих температур данных устройств. Помимо топливных элементов, оксиды с протонной проводимостью разрабатываются для таких практических применений, как электролиты для твердооксидных электролизеров, устройств очистки водорода и разделения его изотопов. Диссертация Плеханова М.С. посвящена исследованию материалов на основе протонных электролитов $La_{1-x}Sr_xScO_{3-\delta}$ при содопировании переходными металлами, что увеличивает вклад электронной составляющей проводимости. Целью такой модификации является создание материалов для применения в составах электродов топливных элементов и электролизеров, приближенных по своей природе к протонному электролиту. Поставленные в работе задачи являются новаторскими, поэтому **актуальность** диссертации не вызывает сомнений.

В работе проведены исследования как гетерогенных (композитных) систем, так и однофазных твердых растворов на основе скандата лантана. Показана возможность применения разработанных материалов в составе электродов ТОТЭ и доказана их эффективность. Большая часть работы посвящена исследованиям структурных особенностей, в частности, локальной и дефектной структуры новых твердых растворов состава $La_{0.9}Sr_{0.1}Sc_{1-x}Co_xO_{3-\delta}$. Положительное впечатление оставляет спектр использованных методов исследования, дополняющих друг друга и обеспечивающих **достоверность** полученных результатов. Полученные результаты, несомненно, представляют **высокую научную ценность**, так как отвечают на фундаментальные вопросы, связанные со смешанными электронно-ионными проводниками. Теоретическая часть работы, посвящённая моделированию диффузии протонов в кристаллической решетке, также открывает существенную нишу для дальнейших исследований, направленных на подтверждение расчётных данных о анизотропии проводимости. Несомненна и **практическая значимость** диссертации М.С. Плеханова.

Вместе с тем, после ознакомления с авторефератом возникли следующие вопросы и замечания:

1) Из текста автореферата (стр. 8) непонятно, что представляла собой «фаза переходного металла» (имеется в виду Cu, Fe, Ni, Pd, использованная для приготовления металл-керамических композитов. Это были коммерчески доступные или самостоятельно изготовленные металлические порошки? Или имеется в виду порошок соответствующего оксида, который превращается в частицы металла после восстановительного отжига композита?
2) Почему в число металлов, использованных в диссертационной работе для получения керметов, была включена медь, если из литературных данных известно об опасности диффузии катионов меди в электролитную мембрану в процессе формирования топливных элементов (стр. 10)?

3) Оформление рисунков 1, 2(а) и 4(б) оставляет желать лучшего, так как подписи в поле рисунка слишком мелкие и практически неразличимы.

Высказанные замечания не влияют на высокую итоговую оценку работы, которая представляет собой завершенное научное исследование, выполненное на актуальную тему. Все поставленные автором задачи успешно решены, выводы научно обоснованы и соответствуют современным представлениям химии твердого тела и электрохимии.

Диссертационная работа на тему «Структура и физико-химические свойства твердых растворов и композитов на основе $La_{1-x}Sr_xScO_{3-\delta}$ и переходных металлов» по научному уровню, актуальности, научной и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21 апреля 2016 г. № 335, а её автор Плеханов Максим Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 – Химия твердого тела.

Доктор химических наук
(02.00.04 – физическая химия),
зав. лабораторией перспективных
функциональных материалов для
химических источников тока
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт химии твёрдого тела
УрО РАН (ИХТТ УрО РАН) Бушкова О.В.

620990, г. Екатеринбург,
ул. Первомайская, 91
ovbushkova@rambler.ru;
bushkova@ihim.uran.ru
тел. 8(343)362-30-36

Подпись О.В. Бушковой заверяю:

Учёный секретарь ИХТТ УрО РАН,
кандидат химических наук Богданова Е.А.

28.01.2022