

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Данилова Николая Александровича
«Протонпроводящие материалы $BaCe_{0.8-x}Zr_xDy_{0.2}O_{3-\delta}$: транспортные свойства
и применение в твердооксидных электролизерах» по специальности
1.4.6. Электрохимия, представленной на соискание ученой степени кандидата
химических наук

Водород-воздушные топливные элементы находят применение в качестве автономных источников тока для энергоснабжения станций катодной защиты нефте- и газопроводов, в военной и космической промышленности, для энергоснабжения жилых строений. Долговременная работа таких топливных элементов обеспечивается за счет использования водорода высокой чистоты, который может быть получен с помощью твердооксидных электролизеров, работа которых основана на высокотемпературном электролизе водяного пара. Для масштабирования таких установок необходим поиск новых недорогих электролитных и электродных материалов электролизеров. Поэтому исследование Данилова Н.А., посвященное синтезу материалов $BaCe_{0.8-x}Zr_xDy_{0.2}O_{3-\delta}$, изучению их функциональных свойств и использованию в качестве электролитной мембраны в твердооксидных электролизерах, является своевременным и **актуальным**.

В работе достаточно подробно приведены условия синтеза $BaCe_{0.8-x}Zr_xDy_{0.2}O_{3-\delta}$ (BCZDx) в широком концентрационном диапазоне $x = 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$ и 0.6 , установлено, что образцы однофазны, проведена физико-химическая аттестация с привлечением комплекса современных методов. Определена возможность использования исследованных протонпроводящих материалов в качестве электролитов твердооксидных электролизеров, подобраны компоненты единичной ячейки. Работа хорошо апробирована на конференциях разного уровня, имеет значительное количество публикаций в журналах высокого уровня, в том числе в изданиях, входящих в перечень ВАК. **Научная новизна** работы и её **практическая значимость** также не вызывают сомнений.

При обсуждении результатов автор критично описал полученные данные, установил, что увеличение концентрации циркония в образцах BCZDx приводит к уменьшению параметра кристаллической решетки, уменьшению среднего размера зерен, большей устойчивости к CO_2 . Исследована проводимость керамических образцов BCZDx, показано, что проводимость с ростом концентрации циркония уменьшается не только в окислительной (воздух), но и восстановительной (водород) атмосферах. Наибольшую практическую значимость представляют экспериментальные данные по испытанию единичной ячейки пароводяного электролизера и CO_2 -конвертера с несущими никель-керамическими катодами и электролитами BCZD0.3 и BCZD0.5. Таким образом, **цель работы** достигнута. Выбор объектов исследования, методов и подходов, использованных в работе, представляется обоснованным, а полученные результаты – достоверными. Автореферат написан простым ясным языком, систематизирован и полностью отражает структуру диссертации.

При ознакомлении с авторефератом возникли следующие замечания:

1. На протонную проводимость твердых оксидов существенное влияние может оказывать параметр кристаллической решетки. В работе приведены данные по РФА образцов после проверки их устойчивости в парах воды и во влажном CO_2 , выдержанных при $700\text{ }^\circ\text{C}$ (Рис. 4), однако не приведена оценка изменения параметра кристаллической решетки.
2. Автором получены единичные ячейки твердооксидного электролизера и CO_2 конвертера, однако их стабильность во времени не изучена. Следовало бы выполнить эти исследования для подтверждения перспективности предложенных электролитов.

Приведенные замечания имеют дискуссионный характер и не снижают достоинств работы.

Диссертация представляет собой законченное научное исследование и отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в действующей редакции), а ее автор Данилов Н.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры химии твердого тела и нанопроцессов
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет»

Бурмистров Владимир Александрович
05.06.2024

Кандидат химических наук,
доцент кафедры химии твердого тела и нанопроцессов
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет»

Коваленко Лилия Юрьевна
05.06.2024

454001, г. Челябинск,
ул. Братьев Кашириных, д. 129;
тел. +7(351)799-70-63
e-mail: burmistrov@csu.ru, LKovalenko90@mail.ru

Подписи Бурмистрова В.А. и Коваленко Л.Ю. заверяю:

Специалист по кадр.
В.И.Акутина

