

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Халиуллиной Адели Шамильевны**
«Особенности переноса заряда в керамических и пленочных материалах на
основе цирконатов стронция и кальция», представленной на соискание ученой
степени кандидата химических наук по специальности
02.00.05 – Электрохимия

Актуальной и активно развивающейся в мире темой является создание высокоэффективных электрохимических генераторов на основе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) – устройств, напрямую преобразующих химическую энергию топлива в электрическую. Однако массовое производство и применение ТОТЭ сдерживает недостаточный ресурс их работы и высокая стоимость получаемой электроэнергии, связанные с высокой рабочей температурой (800–900°C). Поэтому актуальность работы, направленной на снижение рабочей температуры ТОТЭ за счет использования пленочных электролитов с протонной проводимостью, формируемых методом химического растворного осаждения, не вызывает сомнения.

Научная новизна работы заключается в установлении закономерности влияния характеристик спиртово-водных солевых растворов (вязкости, содержания воды в растворе, размера частиц дисперсной фазы) на морфологию пленок цирконатов кальция и стронция, получаемых методом химического растворного осаждения.

В работе впервые было показано, что состав поверхностного слоя цирконата стронция отличается от состава объема, а предел растворимости иттрия составляет около 2 мол.%. Впервые показано влияние нестехиометрии стронция на общую, объемную и зернограничную проводимость $Sr_{1-x}ZrO_{3-\delta}$ и $Sr_{1-x}Zr_{0.95}Y_{0.05}O_{3-\delta}$ (где $x = 0-0.06$). Установлен состав электролита, обладающий наиболее высокой проводимостью ($Sr_{0.98}Zr_{0.95}Y_{0.05}O_{3-\delta}$).

Впервые определены числа переноса ионов кислорода и протонов в массивном и пленочном твердооксидном электролите на основе цирконата стронция $Sr_{0.98}Zr_{0.95}Y_{0.05}O_{3-\delta}$. Установлено, что в режиме работы топливного элемента (воздух/водород) при температуре 600 °C число переноса ионов составляет 0.97 для пленочного электролита на несущем Ni-керметном аноде и 0.99 для массивного электролита. Во влажном воздухе перенос заряда осуществляется в основном протонами – число протонов составляет 0.87 при температурах 500–600 °C на воздухе в условиях градиента pH_2O (40–4240 Па).

Результаты оптимизации химического растворного метода получения пленок $Sr_{0.98}Zr_{0.95}Y_{0.05}O_{3-\delta}$ электролита на пористых несущих электродах могут быть использованы для создания среднетемпературных твердооксидных топливных элементов.

По работе можно сделать небольшие замечания:

- неудачное название диссертации, в котором упоминаются керамические и пленочные материалы, поскольку пленочные материалы тоже могут быть керамическими;

- плохо, что защищаемые положения сформулированы не в виде содержательных высказываний или утверждений, а в виде абстрактных результатов исследований.

Данные замечания не носят принципиального характера и не влияют на положительную оценку представленной работы.

Результаты диссертационной работы Халиуллиной А.Ш. хорошо представлены как в зарубежных, так и отечественных журналах высокого уровня, апробированы на многочисленных научных конференциях.

Помимо научного, работа имеет и большое практическое значение.

Считаю, что автор диссертации, **Халиуллина Аделя Шамильевна**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – «Электрохимия».

Кандидат технических наук,
зав. лабораторией прикладной электроники
ФГБУН Институт сильноточной электроники
Сибирского отделения
Российской академии наук

Соловьев Андрей Александрович
27.03.2020

634055 г. Томск,
пр. Академический, 2/3;
тел. (3822) 491-651;
andrewsol@mail.ru;
научная специальность:
05.27.02 - вакуумная и
плазменная электроника

Подпись Соловьева А.А. заверяю.

Ученый секретарь Института сильноточной электроники
СО РАН, доктор физико-математических наук



[Handwritten signature]
Пегель И.В.