

## ОТЗЫВ

на автореферат Скутиной Любови Сергеевны

**«Физико-химические свойства двойных перовскитов  $Sr_2MMoO_6$  ( $M = Mg, Ni, Fe$ ) и композитов на их основе как перспективных анодов твердооксидных топливных элементов»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – «Физическая химия»

Решение проблемы создания новых анодных материалов твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), устойчивых в условиях применения углеродсодержащих топлив, является актуальным научным направлением, прогресс в котором позволит устранить существующие недостатки известных керметных материалов, в частности, Ni-YSZ, такие как зауглероживание и деградация.

Особенностью данной работы является проведение гомогенного и гетерогенного допирования двойных перовскитов  $Sr_2MMoO_{6-\delta}$  ( $M = Ni, Mg, Fe$ ) с последующим исследованием их физико-химических свойств и определением перспективных анодных материалов ТОТЭ. Впервые проведен синтез двойных перовскитов, а также композитов на их основе с добавлением молибдата стронция и оксида никеля, исследована их термодинамическая стабильность в различных атмосферах. Проведено исследование реакционной инертности материалов по отношению к электролитам на основе галлата лантана и оксида церия при высоких температурах спекания, определены коэффициенты термического расширения. Впервые изучено влияние добавок молибдата стронция и оксида никеля на электропроводность и термомеханическую устойчивость двойных перовскитов в условиях редокс-циклов. Автором проделан большой объем экспериментальной работы по определению оптимального состава двойного перовскита  $Sr_2Ni_{0.75}Mg_{0.25}MoO_{6-\delta}$  для применения в окислительных и восстановительных условиях в контексте совместимости с перспективным электролитным материалом  $La_{0.88}Sr_{0.12}Ga_{0.82}Mg_{0.18}O_{2.85}$ . В качестве коллекторного слоя перспективно использование полученного автором композита состава  $Sr_2Ni_{0.75}Mg_{0.25}MoO_{6-\delta} + 30$  молн. %  $SrMoO_4$  с высокой электропроводностью. Исследована каталитическая активность ряда материалов в отношении парциального окисления природного газа воздухом и их стабильность в присутствии продуктов конверсии.

Достоверность и корректность результатов определяются современным комплексом используемого оборудования и программного обеспечения. Материалы диссертации освещены в 8 статьях, индексируемых базами данных Web of Science, Scopus и входящих в перечень ВАК, а также в 17 тезисах докладов на всероссийских и международных научных конференциях.

По тексту реферата возник следующий ряд замечаний и вопросов:

1. При исследовании временной зависимости относительного изменения линейных размеров композита  $\text{Sr}_2\text{Ni}_{0.75}\text{Mg}_{0.25}\text{MoO}_{6-\delta} + 85\% \text{NiO}(\text{T})$  в условиях окислительно-восстановительного цикла (Рис. 6) было показано увеличение расширения материала при повторном окислении. Может ли это свидетельствовать о нестабильности данного материала в условиях многократных редокс-циклов и с чем можно связать обнаруженную тенденцию?
2. Как отмечено автором на стр. 10: при использовании  $\text{Sr}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Mg}_{0.5}\text{MoO}_{6-\delta}$  или  $\text{Sr}_2\text{Ni}_{0.25}\text{Mg}_{0.75}\text{MoO}_{6-\delta}$  в качестве анодов совместно с электролитом LSGM необходимо наносить между ними защитный слой из допированного оксида церия  $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.85}$ , для исключения их взаимодействия в условиях спекания.

Как можно спрогнозировать совместную устойчивость данных анодных материалов и многослойного электролита  $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.85}/\text{LSGM}$  в условиях восстановительной среды на аноде при работе ТОТЭ?

Сформулированные вопросы и замечания не являются принципиальными и вызваны лишь заинтересованностью рецензента поставленными проблемами. Полученные автором результаты являются новыми и оригинальными. Выводы полностью отражают результаты работы.

Диссертационная работа «Физико-химические свойства двойных перовскитов  $\text{Sr}_2\text{MMoO}_6$  ( $\text{M} = \text{Mg}, \text{Ni}, \text{Fe}$ ) и композитов на их основе как перспективных анодов твердооксидных топливных элементов» по актуальности решаемой проблемы и практической значимости, количеству экспериментальных результатов и их апробации, полностью отвечает требованиям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Скутина Любовь Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – «Физическая химия».

кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории комплексных электрофизических исследований ИЭФ УрО РАН,  
620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, д. 106  
Тел.: +7(950)205-04-91,  
jelen456@yandex.ru \_\_\_\_\_ Калинина Елена Григорьевна

дата 22.10.2021 ✓

Подпись старшего научного сотрудника, к.х.н. Калининой Е.Г. заверяю:  
Ученый секретарь ИЭФ УрО РАН,  
к.ф.-м.н.

Е.Е. Кокорина

