

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Дмитрия Михайловича Захарова «Изотопный обмен водорода между метаном газовой фазы и оксидными материалами на основе скандата лантана», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – Физическая химия

Диссертационная работа Д. М. Захарова направлена на выявление особенностей кинетики взаимодействия метана с материалами на основе скандата лантана, допированного стронцием. Актуальность и практическая значимость работы обусловлена необходимостью создания новых материалов, которые могут быть использованы в качестве электролитов или компонентов топливных электродов в электрохимических устройствах для водородной энергетики: протонно-керамических топливных элементах, среднетемпературных электролизерах воды и мембранных реакторов для получения водорода. Оксиды на основе скандата лантана, выбранные в качестве объекта исследования в рамках диссертационной работы, известны своей устойчивостью в сухих и влажных восстановительных средах, что обуславливает интерес к данным соединениям. Однако, ранее усилия исследователей были направлены, преимущественно, на изучение взаимодействия воды и водорода с данными материалами.

Научная новизна и практическая значимость диссертационной работы Д. М. Захарова не вызывает сомнений. Используя многообразные современные методы исследования, включая такой редкий и информативный метод как изотопный обмен водорода, Д. М. Захарову удалось выявить не только лимитирующие стадии взаимодействия метана с оксидами на основе скандата лантана, но также и детализировать механизм взаимодействия водорода и метана с композитами на основе скандата лантана и никеля. Полученные экспериментальные данные легли в основу разработанной новой теории пяти типов обмена, которая, несомненно, является значимым результатом в области гетерогенного катализа. Показана применимость разработанной теории не только на примере экспериментальных данных, полученных доктором физико-математических наук, но и на ряде различных систем, известных в литературе.

Особенно стоит отметить высокую методическую проработку диссертационной работы Д.М. Захарова: в работе разработан и использован метод изотопного обмена водорода для метана с протонпроводящими оксидами; разработан новый подход к расчету концентраций изотопологов метана в газовой фазе на основе нейросетевого алгоритма; полученные экспериментальные результаты методом изотопного обмена находят

подтверждение при анализе результатов независимых методов: спектроскопии комбинационного рассеяния света и протонного магнитного резонанса.

Полученные результаты опубликованы в соавторстве в таких высокорейтинговых международных журналах, как Journal of Power Sources, Journal of Catalysis, Catalysis Science & Technology и International Journal of Hydrogen Energy, индексируемых в РИНЦ, Web of Science и Scopus.

В результате ознакомления с данной диссертационной работой возникли следующие вопросы:

1. Почему в работе использованы довольно низкие давления метана и водорода? Возможно ли проведение эксперимента в условиях, соответствующих режимам работы протонно-керамических электрохимических устройств?
2. Как осуществляли контроль за содержанием воды в газовой фазе, и какое влияние она может оказывать на протекание процессов, изученных в диссертационной работе?

Представленные вопросы носят уточняющий характер и не влияют на общее положительное впечатление о работе. Считаю, что диссертационная работа Д. М. Захарова соответствует всем требованиям, указанным в п.9 положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а соискатель Дмитрий Михайлович Захаров заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Научный руководитель  
АО «Гиредмет» имени  
Н. П. Сажина, проф.  
д-р физ.-мат. наук

Юрий Николаевич Пархоменко

АО «Гиредмет» имени  
Н. П. Сажина, 111524, Москва,  
ул. Электродная, д. 2. стр.1  
Тел. +7(495) 708-44-66  
E-mail: [info\\_giredmet@rosatom.ru](mailto:info_giredmet@rosatom.ru)

09 сентября 2022 г.

Подпись Ю. Н. Пархоменко заверяю  
Директор АО «Гиредмет» имени  
Н. П. Сажина



Андрей Иванович Голиней