

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Евгении Кондратьевой  
«Самодиффузия лития в металлических электродах», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия

Диссертационная работа Евгении Кондратьевой посвящена актуальной задаче – установлению влияния самодиффузии в металлических литиевых и натриевых электродах на начальной стадии электроосаждения. В последнее десятилетие во всем мире наблюдаются интенсивные исследования, направленные на разработку высокоэнергоемких химических источников тока с отрицательными электродами на основе щелочных металлов. При этом в силу более высокой удельной энергии и высокого рабочего напряжения наибольшее внимание уделяется литий-металлическим аккумуляторам. Краеугольным вопросом, стоящим на пути широкого практического применения и массовой коммерциализации литий-металлических аккумуляторов, является вопрос обеспечения равномерного электроосаждения металлического лития на отрицательном электроде в ходе заряда аккумулятора. В настоящее время предложено несколько путей решения данной проблемы: использование жидких электролитов, обеспечивающих равномерный поток ионов лития к поверхности отрицательного электрода; применение сплавобразующих частиц, способных инициировать равномерное осаждение металлического лития; использование в качестве электролита твердых неорганических и/или полимерных электролитов. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому работы, направленные на дальнейшее исследование процессов, протекающих в ходе электроосаждения щелочных металлов, являются крайне ценными и актуальными.

В ходе выполнения работы Евгенией Кондратьевой методами компьютерного моделирования физико-химических процессов определены преимущественный механизм переноса, коэффициенты самодиффузии и энергии активации процессов для лития и натрия с учетом точечных дефектов в объеме и на границах зерен поликристаллического лития и натрия как для химических чистых фаз, так и для границ зерен лития, покрытых оксидной пленкой. В ходе прямых экспериментальных наблюдений выявлено влияние массопереноса в металлическом литиевом электроде на морфологию электроосаждаемого лития. В работе продемонстрировано влияние исходной микроструктуры электрода (размер зерен в поликристаллическом металле) на морфологию осаждаемого металла. Также в работе показана возможность организации продолжительного осаждения лития без потери морфологической стабильности поверхности электрода путем использования лития, легированного галлием. В целом работа выполнена на высоком современном экспериментальном и теоретическом уровне, ее результаты отражены в 5 статьях в рецензируемых в базе ядра Российского индекса научного цитирования "eLibrary Science Index", и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.4.4 Физическая химия (химические науки). Также основные материалы диссертации апробированы в виде стендовых и устных докладов на ведущих международных конференциях.

По представленному автореферату и работе в целом имеются следующие замечания и вопросы:

1) В автореферате не раскрыт состав электролита, использованного в экспериментах по осаждению металлического лития. Природа электролита оказывает

существенное влияние на процессы, протекающие при осаждении металлического лития, и морфологию осажденного слоя.

2) Описанные в автореферате плотности тока электроосаждения лития около 100-500 мкА/см<sup>2</sup> мало интересны с точки зрения практического применения в перспективных литиевых аккумуляторах. В научных статьях (DOI: 10.1038/s41467-025-59967-w) уже описаны примеры реализации литий-металлических аккумуляторов демонстрирующих более 100 циклов заряда-разряда с плотностью тока заряда более 17 мА/см<sup>2</sup>. Может ли предложенный в данной работе сплав Li-Ga обеспечить схожие характеристики и проводились ли подобные эксперименты? Проводились ли эксперименты по исследованию осаждения металлического лития со сплавом Li-Ga в условиях избыточного внешнего давления?

3) Принимая во внимание положительный эффект приложения избыточного внешнего давления на равномерность осаждения металлического лития при заряде литий-металлических аккумуляторов хотелось бы видеть в ходе моделирования процессов, описанных в главе 3, влияние данного фактора на рассчитанные величины.

Перечисленные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Считаю, что проведенные исследования (по своей актуальности, научной новизне, объему и практической значимости полученных результатов) соответствуют критериям, определенным пп. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова», а автор исследований Евгения Кондратьева заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 1.4.4- Физическая химия.

кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник –  
заведующий лабораторией пост-литий-  
ионных электрохимических систем,  
Институт электродвижения,  
МФТИ, Физтех

Визгалов Виктор Анатольевич

11 февраля 2026 г

Контактная информация:

Визгалов Виктор Анатольевич,  
кандидат химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела;

Полное название организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»

Должность: старший научный сотрудник – заведующий лабораторией

Подразделение: Лаборатория пост-литий-ионных электрохимических систем, Институт электродвижения

Почтовый адрес:

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, 9  
Моб. телефон: телефон канцелярии МФТИ, Физтех (495) 408-42-54  
Адрес электронной почты: vizgalov.va@mipt.ru