

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Соколова Александра Александровича «Новые электродные материалы на основе диоксида титана для литий- и натрий-ионных аккумуляторов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Актуальность диссертационной работы Соколова А.А. определяется необходимостью создания безопасных и недорогих анодных материалов для металл-ионных источников тока. Выбранный автором объект исследования – диоксид титана может служить, по мнению автора, перспективной альтернативой графиту и пентатитанату лития, однако требует улучшения проводящих свойств. Диссертация направлена на решение этой задачи за счет допирования, в том числе совместного допирования ионами металлов (цирконий и гафний) и неметалла (фтор).

В ходе выполнения работы методом темплатного золь-гель синтеза автором получен ряд наноструктурированных материалов на основе  $\text{TiO}_2$  в кристаллической форме анатаза, содержащего примеси гафния, циркония, и фтора. Установлено экспериментально влияние обозначенных допантов, включая концентрационное, на структуру, состав, морфологические особенности и электрохимические характеристики анатаза в литиевых и натриевых полужайках. Научная новизна исследований, степень обоснованности и достоверность научных положений работы, выводов и заключений соискателя не вызывает сомнений. Анализ экспериментальных данных, полученных при помощи современных и высокоточных физико-химических инструментальных методов, основан на использовании фундаментальных физико-химических теорий и закономерностей. Результаты научных исследований, полученные соискателем, опубликованы в авторитетных российских и зарубежных журналах, включенных в перечень ВАК, а также представлены на ряде научных конференциях, в том числе международного уровня.

Соколов А.А. показал возможность применения синтезированных материалов в качестве активной составляющей для отрицательного электрода литий-, и натрий-ионных электрохимических источников тока, что доказывает несомненную практическую значимость выполненной работы.

Вопрос. Рисунок 14б автореферата показывает результаты циклической вольтамперометрии (ЦВА) с участием натриевых полужайек с электродом из анатаза, со-допированного цирконием и фтором. Автор отмечает отличия

последующих катодных участков от первого участка на ЦВА: смещение пика в интервале между  $\sim 1,4$  и  $0,6$  В в область меньших потенциалов, исчезновение максимума при  $\sim 0,45$  В, максимальный ток катодного пика уменьшается. С увеличением числа циклов поляризации растёт анодный и катодный ток. С какими электрохимическими реакциями автор связывает описанные эффекты, возможно ли их возникновение при дальнейшем циклировании?

Замечания. В тексте автореферата встречаются немногие опечатки.

Указанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от работы.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертационная работа Соколова Александра Александровича «Новые электродные материалы на основе диоксида титана для литий- и натрий-ионных аккумуляторов» является законченным научным трудом, соответствует требованиям ВАК, а её автор заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Доктор химических наук (02.00.04 – физическая химия)  
Заведующий лабораторией физико-химических методов  
анализа, главный научный сотрудник

Поляков Евгений Валентинович

20.03.2026 г.

Даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела соискателя А.А. Соколова.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук».

620077, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, 91.

Тел.: +79222111665

эл. почта: [polyakov@ihim.uran.ru](mailto:polyakov@ihim.uran.ru)

Подпись Е.В. Полякова заверяю,  
Учёный секретарь института, к.х.н.



Липина Ольга Андреевна