

## 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

Тема исследования, результаты которого представлены в автореферате Соколова Александра Александровича «Новые электродные материалы на основе диоксида титана для литий- и натрий-ионных аккумуляторов», является актуальной в связи с необходимостью создания для литий- и натрий-ионных аккумуляторов безопасного, недорогого, нетоксичного анодного материала, способного обеспечить работоспособность при больших токах и при отрицательных температурах. Автор отмечает как преимущества, так и недостатки диоксида титана в кристаллической модификации анатаза по сравнению с коммерциализированными анодными материалами как графит и пентатитанат лития. Представленная работа направлена на разработку методик синтеза наноструктурированного  $\text{TiO}_2$  со структурой анатаза и его модифицирование за счет легирования металлами (цирконий и гафний) и неметаллами (фтор), с целью повышения эксплуатационных характеристик для применения в качестве анодного материала в литий- и натрий-ионных аккумуляторах.

Результаты проведенного исследования имеют большое научное значение.

1. Разработаны основы темплатного золь-гель синтеза наноматериалов на основе диоксида титана в модификации анатаза, легированного примесями катионного и смешанного катион-анионного типа.
2. Установлено влияние природы легирующего элемента на физико-химические свойства получаемых веществ.
3. Изучены электрохимические свойства полученных материалов на основе анатаза в качестве анодных для литий- и натрий-ионных аккумуляторов.

Достоверность полученных данных подтверждается комплексом задействованных независимых физико-химических методов, корректной статистической обработкой и соответствием сделанных выводов фундаментальным теоретическим положениям. Результаты работы по теме диссертации представлены в 9-ти статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, и в 24 публикациях в сборниках и материалах российских и международных конференций.

В качестве замечаний можно привести следующие.

1. Таблица 6, стр. 12. Нет достаточного описания в заголовке таблицы и в тексте автореферата. Так не ясно, что приведено в первом столбце? По-видимому, отношение концентраций циркония и титан. И второе. Отношение каких концентраций, массовых или атомных?

2. Результаты работы направлены на практические применения. Следовало бы в автореферате и в диссертации в завершающей части после выводов привести рекомендации по практическому применению полученных результатов.

