

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Евщик Елизаветы Юрьевны  
«Анодные материалы на основе кремния для литий-ионных аккумуляторов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук.  
Специальность 02.00.04 – физическая химия.

Работа Евщик Е.Ю. посвящена важной и достаточно востребованной тематике – исследованию анодных материалов на основе кремния для литий-ионных аккумуляторов. Замена графита, как основного компонента анодного материала, на кремний может привести к улучшению массогабаритных характеристик литий-ионных аккумуляторов. Известно, что основным недостатком кремния, как активного компонента отрицательного электрода, является увеличение материала в объёме при внедрении большого количества лития, что приводит к разрушению анода. Однако, к настоящему времени процессы разрушения, как и процессы, происходящие на электроде в процессе литирования, изучены недостаточно. В связи с этим, автору удалось внести существенный вклад в понимание процессов, протекающих на границе кремниевый электрод / литий-ионный электролит.

Среди основных результатов работы следует выделить обнаруженную автором термодинамическую неустойчивость кремния и оксида кремния к такому компоненту электролита, как гексафторфосфат лития, что, безусловно, является научной новизной. Показано, что такая особенность приводит к химическому взаимодействию между электродом и электролитом ещё до начала циклирования. В работе были исследованы возможные химические реакции, состав продуктов которых подтверждён методами РФЭС и РФА. Комплекс полученных результатов позволил предложить адекватный механизм образования твёрдозлектролитного слоя на поверхности электрода.

Практически значимым результатом является сопоставление электрохимических характеристик композиционных электродов на основе кремнийсодержащего нанопорошка в сочетании с различными типами связующего и вывод, что наиболее стабильные характеристики могут быть получены для образцов на основе литированной формы Нафiona в качестве связующего. Также были оптимизированы условия получения тонкоплёночных кремниевых анодов методом магнетронного напыления: подобраны оптимальная толщина плёнки и давление напыления. Полученные данные можно применять при изготовлении анодных материалов на основе кремния при создании литий-ионного аккумулятора нового поколения.

Важным достоинством работы является применение хорошо апробированных и высокоинформативных современных методов исследования структуры и свойств материалов. Результаты исследования различными методами



согласуются и не противоречат друг другу, достоверность экспериментальных данных не вызывает сомнений. Основные результаты работы прошли апробацию на российских и зарубежных конференциях, по теме диссертации опубликовано 3 статьи в рецензируемых научных журналах, в том числе *Electrochimica Acta* и *Известия АН: Серия химическая*.

К работе имеются замечания, не носящие принципиального характера. В работе не упоминается о свойствах полимерной мембраны литированного Нафiona, которая используется в качестве электролита. Какова его проводимость? Чем обусловлен выбор данного электролита при создании макета литий-ионного аккумулятора?

Ознакомление с авторефератом диссертационной работы Евщик Елизаветы Юрьевны на тему «Анодные материалы на основе кремния для литий-ионных аккумуляторов» позволило сделать заключение, что по своей актуальности и объему исследования, научной новизне и практической значимости, представленная диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013), в редакции, утвержденной постановлением Правительства РФ от 21.04.2016 №335 «О внесении изменений в положение о присуждении ученых степеней», а ее автор Евщик Елизавета Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Кандидат химических наук,  
Старший научный сотрудник  
Лаборатории оксидных систем  
ФГБУН Института химии твердого тела  
Уральского отделения РАН

Сунцов Алексей Юрьевич  
09.12.2016

620990 г.Екатеринбург,  
Первомайская, 91;  
тел. (343)374-44-95;  
suntsov@ihim.uran.ru

*Подпись Сунцова А.Ю. заверяю.*

Ученый секретарь Института химии твердого тела  
доктор химических наук



*Т.А. Денисова*

Денисова Т.А.