**Германиевые наноархитектуры в качестве анодных материалов:   
проблематика, методика, характеризация**

***Шарова Е.А., Фальчевская А.С.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Университет ИТМО, Химико-биологический кластер, Санкт-Петербург, Россия*

*E–mail:* [*sharova@scamt-itmo.ru*](mailto:ivanov@yandex.ru)

Богатая ресурсная база прекурсоров, доступная стоимость и низкий потенциал восстановления натрия обеспечивают прибыльную, безопасную и экологически чистую альтернативу литий-ионным аккумуляторами. Существует значительный ряд трудностей с подбором оптимального противоэлектрода для данного типа систем. Натрий в силу большого ионного радиуса в сравнении с литием не имеет склонности к эффективной интеркаляции со слоистыми анодными материалами, более того в результате взаимодействия с ионами лития образуются аморфные структуры, характеризация и моделирование которых затруднены [1]. Экспериментальные исследования показали реальные возможности внедрения материалов на основе металлов, а в особенности германия, для натрий-ионных (НИА) и литий-ионных (ЛИА) аккумуляторов [2].

На данный момент актуальной задачей является получение германиевых наноструктур с контролируемой морфологией и площадью поверхности. Переход к наноразмерным структурам позволяет сократить диффузионный путь ионов лития или натрия и повысить площадь поверхности контакта электрода и электролита. Поры в структуре анодного материала могут служить дополнительным местом для нивелирования объемных деформаций в процессе циклирования, могут обеспечивать больше путей диффузии для ионов и электронов, а также способствовать лучшей смачиваемости электродных материалов электролитом. Создание бинарных композитов и систем с добавлением легирующих элементов приводит к усовершенствованным электрохимическим показателям и, что более важно, данные соединения могут выступать в роли буферных фрагментов, снижая воздействие объемного расширения [3].

В нашем исследовании объединены несколько аспектов важных для эффективных анодных материалов. В рамках проекта были получены полые высококристалличные частицы германия допированные галием. Методика синтеза заключается в проведении диспергирования сплава жидкого металла в органических растворителях и дальнейшем проведении реакции гальванического замещения с солью требуемого металла. Степень замещения, морфология и пористость полученного материала варьируется при помощи подбора растворителя, поверхностно-активных веществ и времени, затрачиваемого на синтез. Однако для понимания фундаментальных аспектов корреляции емкости и напряжения, микроструктурных изменений германия, а также кинетики диффузии необходимо систематическое исследование материала в аккумуляторных системах с варьируемыми показателями циклирования.

**Литература**

1. Darwiche, A. Better Cycling Performances of Bulk Sb in Na-Ion Batteries Compared to Li-Ion Systems: An Unexpected Electrochemical Mechanism. J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 51, 20805–20811

2. Baggetto, L. Germanium as negative electrode material for sodium-ion batteries. Electrochemistry Communication. 2013, 34, p. 41-44

3. Dan, Li Unique Structural Design and Strategies for Germanium-Based Anode Materials Toward Enhanced Lithium Storage. Adv. Energy Mater. 2017, 7, 1700488