

## **КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ РАБОТЫ**

### **«Разработка и исследование композитных электродов с заданной пористой структурой на основе высокоповерхностных углеродных материалов для применения в суперконденсаторах»**

*Кузнецов Алексей Николаевич, Лебедева Марина Валерьевна*

#### *Введение*

Суперконденсаторы представляют собой электрохимические устройства хранения энергии, которые могут быть использованы как отдельно, так и в дополнение к другим источникам тока, например, к аккумуляторам или топливным элементам. Условно суперконденсаторы можно разделить на два типа: конденсаторы с двойным электрическим слоем (КДЭС) и псевдоконденсаторы (ПК). В КДЭС накопление энергии происходит за счет поляризации двойного электрического слоя на границе раздела «электрод-электролит». В ПК емкость возникает за счет процессов адсорбции и окислительно-восстановительных реакций, происходящих на поверхности материала электрода. Таким образом, процессы заряжения/разряжения не ограничиваются диффузией в объем электрода, что приводит к высоким скоростям работы, давая высокую удельную мощность.

Углеродные материалы (УМ) с высокой удельной площадью поверхности являются привлекательными и перспективными материалами для электродов в КДЭС. Помимо текстурных характеристик УМ обладают рядом других достоинств, таких как возможность их получения из природного сырья, электропроводимость, стабильность в различных жидких средах и относительная дешевизна. УМ обладают собственными хорошими емкостными характеристиками (220 Ф/г для активированного древесного угля [1], 175 Ф/г для углерода, полученного из рисовой шелухи [2]), однако, возможности для увеличения емкости чистого УМ ограничены. Создание композитных материалов (КМ) (например, углерод/проводящий полимер [3, 4], углерод/оксид металла [5]) на их основе позволяет в разы увеличить емкостные характеристики.

#### *Цель работы*

Целью данной работы является исследование микро- мезопористых углеродных материалов и создание на их основе композитов в качестве электродов для суперконденсаторов.

### *Основные задачи*

1. Провести отбор перспективных углеродных материалов, синтезированных в Институте катализа, обладающих наилучшими характеристиками для создания основы высокоемкостного электрода суперконденсатора.
2. Выбрать из известных и/или синтезировать новые электропроводящие материалы, позволяющие задавать оптимальную пористую структуру и электроемкостные характеристики композитного электрода суперконденсатора.
3. Определить и разработать способ формирования композитного электрода для применения в суперконденсаторах.

### *Предполагаемые подходы к решению задач (этапы исследований)*

#### Этап 1.

На основе литературных данных об оптимальной структуре материалов электродов суперконденсаторов и данных о текстурных характеристиках углеродных материалов, синтезированных в Институте катализа, будет произведен отбор наиболее перспективных материалов для создания основы композитного электрода. Электрохимическими методами будут исследованы электроемкостные характеристики выбранных углеродных материалов.

Электрохимические исследования запланировано проводить как в стандартных электрохимических ячейках, так и в разработанных в лаборатории прототипах ячеек суперконденсаторов для тестирования приготовленных электродов. Разработка прототипа ячейки суперконденсатора для лабораторного тестирования является частью заявленного проекта.

#### Этап 2.

На основе выбранных УМ будут созданы композитные материалы. Основной акцент будет сделан на использование в качестве компонентов КМ электропроводящих полимеров, которые, как известно из литературных данных [**Ошибка! Закладка не определена., Ошибка! Закладка не определена.**], позволяют создать материалы, емкостные характеристики которых превосходят характеристики чистых УМ. Будут разработаны оптимальные методы синтеза и проведено их физико-химическое исследование. Будет определено влияние природы и количества вводимого полимера на свойства (текстурные характеристики, емкость) получаемого КМ.

#### Этап 3.

Оптимизация пористой структуры электрода является одной из ключевых задач в данном направлении. Будет создан композитный материал с заданной пористой структурой, позволяющей улучшить диффузию жидкого электролита внутри электрода. В качестве одного из компонентов КМ будут использованы инертные к рабочей среде частицы нанометрового размера (например, оксида алюминия или соединения на его основе),

имеющие оболочку из электропроводящего полимера (например, полианилин). Будут разработаны оптимальные методы формирования электродов на основе синтезированных КМ с оптимальной пористой структурой и высокой емкостью.

#### Этап 4.

Будут определены и сформулированы критерии применения и подходы формирования электропроводящих слоев на основе разработанных композитных материалов с высокой электроемкостью для применения в суперконденсаторах.

#### *Имеющийся научный задел; экспериментальное оборудование*

В Институте катализа имеется большой опыт по созданию углеродных материалов с различными текстурными характеристиками. Так, например, в лаборатории Яковлева В.А., с которой ведется сотрудничество в данном направлении, из рисовой шелухи успешно синтезируются микро- мезопористые угли с площадью поверхности до 3000 м<sup>2</sup>/г. Протестированные нами такие УМ показывают хорошие емкостные характеристики и являются перспективными материалами для дальнейшего создания композитных материалов.

Для реализации представленного проекта имеется базовое оборудование и необходимые реагенты. Исследование физико-химических свойств будут проводиться при помощи имеющегося в Институте катализа оборудования. Электрохимические измерения будут проводиться в стандартных трехэлектродных электрохимических ячейках с жидким электролитом при помощи потенциостата Autolab PGSTAT30. Водные электролиты будут приготовлены с использованием ультрачистых реагентов и деионизированной воды (Milli-Q, 18 МΩ), полученной при помощи установки доочистки воды Milli-Q Gradient.

#### *Использованная литература*

- 
- 1 E. Raymundo-Pinero et al. *Carbon* **44** (2006) 2498–2507
  - 2 Y. Guo et al. *Materials Chemistry and Physics* **80** (2003) 704–709
  - 3 S. Zhou et al. *Synthetic Metals* **161** (2011) 1623–1628
  - 4 W.-C. Chen et al. *Electrochimica Acta* **48** (2003) 641–649
  - 5 S. Oke et al. *Chemical Engineering Journal* **146** (2009) 434–438