

УДК 54.057

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЗОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Лышко Ю.С., магистрант, I курс

Научный руководитель: Уваров Н.Ф., д.х.н., с.н.с.

Новосибирский государственный технический университет  
г. Новосибирск

Возрастающие затраты энергии, связанные с прогрессом современного общества, и ограниченный запас сырьевых ресурсов на планете ведут к неминуемому энергетическому кризису. Поэтому уже сейчас необходимы инновационные разработки в области энергетических технологий, а именно, создание более совершенных систем накопления и рекуперации энергии (например, топливных элементов, аккумуляторов, суперконденсаторов).

Электродный материал является одним из основных компонентов, обуславливающих эффективность накопления и рекуперации энергии в суперконденсаторах, так как накопление заряда на границе раздела электрод/электролит зависит от величины удельной поверхности и объема пор материала. Наиболее многообещающими электродными материалами для данных устройств являются высокопористые углеродные материалы, обладающие относительно низкой стоимостью, высокой величиной удельной поверхности, большим объемом пор, высокой электропроводностью, превосходной химической, термической и механической стабильностью. Кроме применения в качестве электродов подобные высокопористые углеродные материалы могут применяться и в других областях науки и техники, таких как адсорбция, катализ, разделение и хранение газов, и т.д.

В качестве высокопористых углеродных материалов для систем накопления и рекуперации энергии были предложены различные системы, такие как активированные угли, углеродные аэрогели, углеродные нанотрубки, микропористые углеродные материалы и мезопористые углеродные материалы, полученные темплатным синтезом, где в качестве твердой темплатой использовались силикаты. Однако, указанные углеродные материалы не удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к электродным материалам (высокая площадь удельной поверхности, большой объем пор, возможность контролировать размер пор и их распределение по размеру). В связи с этим, в последние годы активно разрабатываются методы создания мезопористых углеродных материалов, обладающих всеми необходимыми характеристиками. Одним из наиболее перспективных является темплатный синтез полимерных прекурсоров, с использованием мицелл в качестве темплата с последующим пиролизом полимера [1]. При проведении темплатного синтеза мезопористых углеродных материалов этим способом определяющую роль играет тип орга-

нического прекурсора, наличие и тип ПАВ, а также условия синтеза и пиролиза полимерного прекурсора.

В настоящей работе были проведены эксперименты по синтезу полимерных прекурсоров в присутствии и в отсутствии ПАВ. В качестве прекурсора были взяты фенолформальдегидные и резорцинформальдегидные смолы. Данные смолы были получены путём полимеризации фенола (или резорцина), растворённых в этиловом спирте, с формальдегидом в щелочной среде с добавлением и без добавления ПАВ, в качестве которого выступал триблок-сополимер Pluronic F127. Полученный полимер подвергался ступенчатому пиролизу в инертной атмосфере: до температуры 750 °С скорость нагрева составляла 1 °С/мин, в интервале температур 750-900 °С скорость нагрева была равна 5 °С/мин. Полученный образец отмывался дистиллированной водой до значения pH = 7, а затем высушивался.

По данным исследования продукта синтеза с помощью анализа изотерм адсорбции методом БЭТ, мезопористые углеродные материалы, полученные полимеризацией фенола и формальдегида без добавления ПАВ, имеют площадь удельной поверхности 1382 м<sup>2</sup>/г, при добавлении ПАВ значение площади удельной поверхности составляет 1300 м<sup>2</sup>/г. Для образцов, полученных полимеризацией резорцина и формальдегида без добавления ПАВ значение удельной поверхности составляет 1152 м<sup>2</sup>/г, а для образцов, полученных при добавлении ПАВ – 980 м<sup>2</sup>/г. Измерены значения удельной емкости полученных углеродных материалов в 6 М КОН, которые составляют 171 и 180 Ф/г для образца, полученного с ПАВ и в его отсутствии, соответственно.

Таким образом, оказалось, что добавление ПАВ не оказывает существенного влияния на значения удельной поверхности мезопористых углеродных материалов. Тем не менее, добавление ПАВ заметно увеличивает выход реакции: при добавлении ПАВ наблюдается увеличение выхода с 5% до 70%. По-видимому, наличие ПАВ приводит к распределению пор по размерам, но не оказывает влияния на общую величину поверхности пор структуры.

Другой возможной причиной отсутствия влияния ПАВ может быть механическая неустойчивость промежуточного мезопористого полимерного продукта при его начальной или конечной термической обработке. В этом случае необходимо провести более тщательный подбор условий пиролиза прекурсора, что планируется сделать в ближайшее время.

Список литературы:

1. Meng Y. A Family of Highly Ordered Mesoporous Polymer Resin and Carbon Structures from Organic-Organic Self-Assembly / Y. Meng, D. Gu, F. Zhang // Chem. Mater. 2006. – V. 18. – pp. 4447-4464.