

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ МИКРОСТРУКТУРЫ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ КАТОДНОГО МАТЕРИАЛА PRUSSIAN WHITE ДЛЯ НАТРИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Донец М.Е.¹, Васин Р.Н.¹, Сумников С.В.¹, Корнеева Е.А.², Самойлова Н.Ю.¹

¹Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория нейтронной физики
им. И. М. Франка, Дубна, Россия

²Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова,
Дубна, Россия
e-mail: mdonets@jinr.ru

Электрохимические характеристики, такие как емкость, мощность, скорость заряда/разряда, сильно зависят от структуры и микроструктуры катодного материала. Теоретически эти значения можно увеличить за счет уменьшения размера частиц материала, которое приводит к более коротким путям диффузии ионов и большей площади поверхности активного материала, контактирующей с проводящими добавками и электролитом [1]. Известно, что уменьшение размера частиц хорошо коррелирует с улучшением электрохимических свойств материалов литий-ионных аккумуляторов [2 - 4].

Гексацианоферрат натрия, или Prussian White - перспективный катодный материал для натрий-ионных аккумуляторов. Оптимизация его структуры и микроструктуры для дальнейшего улучшения свойств, например, стабильности при циклировании, является важной задачей для успешного коммерческого применения натрий-ионных аккумуляторов.

В данной работе было исследовано влияние механического перемолота на электрохимические свойства коммерческого гексацианоферрата натрия Prussian White (Fennac, Altris, Sweden), катодного материала для натрий-ионных аккумуляторов. Чистый порошок состоит из частиц кубической формы с линейными размерами 5-20 мкм. По мере увеличения времени перемолота исходного порошка с добавлением ацетона в шаровой мельнице кубические частицы разрушаются до фрагментов кубической морфологии размером 5 мкм, 2 мкм и менее 1 мкм для порошков, подвергавшихся перемолу в течение 1, 3 и 6 часов, соответственно.

Рентгеноструктурный анализ порошков после их сушки при 120°C позволил выявить сосуществование двух кубических фаз (пр. гр. Fm-3m) и дегидратированной ромбоэдрической фазы (пр. гр. R-3). Длительное время помола, 6ч, приводит к увеличению доли ромбоэдрической фазы, что является следствием лучшего дегидратирования перемолотого порошка по сравнению с образцами с более крупными кубическими частицами (в исходных порошках Prussian White) или их фрагментами (порошки, перемолотые в течение 1ч и 3ч). Электроды на основе перемолотого порошка Prussian White демонстрируют емкость ~110 мАч/г (по сравнению с ~80 мАч/г для исходного коммерческого порошка) при скорости циклирования 10С и лучшую стабильность циклирования, сохраняя большую часть своей первоначальной удельной емкости после 300 циклов заряда/разряда, чем электроды на основе исходного материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 21-12-00261).

Список источников

1. Yamada A., Chung S.C., Hinokuma K. // J. Electrochem. Soc. 148, A224 (2001).
2. Bobrikov I.A. // J. Power Sources 258, 356 (2014).
3. Ni J., Kawabe Y. // J. Power. Sources 196, 8104 (2011).
4. Zhang H., Xu Y., Liu D // RSC. Adv. 5, 11091 (2015).