**Кинетические ограничения пористых композитных электродов на основе катодного материала** **Na3V2(PO4)3**

***Дьяконов А. К.,1 Захаркин М.В.,1 Никитина В.А.2,1***

*Студент, 4 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*2Сколковский институт науки и технологии, центр энергетических технологий, Москва, Россия  
E-mail: andrdyakonov2001@yandex.ru*

На сегодняшний день одной из наиболее востребованных технологий запасания энергии являются литий-ионные аккумуляторы. Натрий-ионные аккумуляторы (НИА) также привлекают интерес исследователей ввиду большей распространенности натрия в земной коре. Одной из наиболее актуальных задач является разработка высокомощных НИА, сохраняющих высокую удельную емкость при высоких тока разряда. Однако, избежать потери энергоёмкости НИА при высоких плотностях тока затруднительно ввиду различных кинетических ограничений, которые могут реализовываться как на уровне медленной диффузии ионов натрия/фазовой границы в частицах электродного материала и замедленного переноса ионов через межфазную границу электродный материал/раствор электролита, так и на уровне пористого композитного электрода. В последнем случае снижение мощностных характеристик может быть обусловлено концентрационной поляризацией в порах композитного электродного материала [1], а также омическими эффектами из-за невысокой электронной проводимости самого композита и раствора электролита в порах композита [2].

В настоящей работе проведено исследование влияния скорости разряда на поляризационные эффекты, наблюдающиеся для электродов различной толщины и пористости. В качестве объекта исследования был выбран катодный материал (Na3V2(PO4)3, NVP) [3]. Этот материал демонстрирует относительно высокую теоретическую емкость 118 мАч/г, соответствующую деинтеркаляции двух ионов натрия на формульную единицу. Для соединения NVP характерно протекание фазового перехода в широком интервале составов, что приводит к появлению плато на кривых заряда и разряда. В работе получены данные о зависимости величины извлекаемого заряда от пористости композитных электродов на основе катодного материала NVP с загрузками 0.25, 1 и 2 мАч/см2. Предпринята попытка диагностики природы возникающих кинетических ограничений в композитных электродах на основе анализа спектров электрохимического импеданса, зарегистрированных в трехэлектродной конфигурации электрохимической ячейки.

*Работа выполнена при поддержке РНФ (Грант № 17-73-30006-П).*

**Литература**

1. Levi M.D., Aurbach D. Impedance of a single intercalation particle and of non-homogeneous, multilayered porous composite electrodes for Li-ion batteries // J. Phys. Chem. B. American Chemical Society , 2004. Vol. 108, № 31. P. 11693–11703.

2. Beuse T., Fingerle M., Wagner C., Winter M., Börner M. Comprehensive insights into the porosity of lithium-ion battery electrodes: A comparative study on positive electrodes based on LiNi0.6Mn0.2Co0.2O2 (NMC622) // Batteries. MDPI, 2021. Vol. 7, № 4. P. 70.

3. Zhu Y., Xu H., Ma J., Chen P., Chen Y. The recent advances of NASICON-Na3V2(PO4)3 cathode materials for sodium-ion batteries // J. Solid State Chem. Academic Press, 2023. Vol. 317. P. 123669.