**Исследование влияния состава обогащенных литием оксидов на электрохимические свойства катодных материалов**

***Курлыкин А.А.,1,2 Медведева А.Е.1***

*Студент, 5 курс специалитета*

*1Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, Россия*

 *2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: kurlikin2001@yandex.ru*

Материалы на основе обогащенных литием оксидов (LR-оксидов) с общей формулой Li(1+y)*M*(1-y)O2 (*M* = Mn, Ni, Co) перспективны в качестве катодных материалов ЛИА. В настоящее время нет единого мнения об отнесении LR-оксидов к определённому типу структур, которые рассматривают и как твердый раствор Li1+x(NiCoMn)(1-x)/3O2 и как состоящих из двух фаз yLi2MnO3∙(1-у)Li*M*O2. Последняя запись наиболее удобна для проведения синтеза и лучшего понимания и удобства обсуждения. Методом соосаждения карбонатов переходных металлов (ПМ) с последующим твердофазным синтезом с источником лития были синтезированы несколько составов LR-оксидов, в которых исследовалось различное соотношение ПМ в «фазе» Li*M*O2, и влияние соотношений «фаз» Li2MnO3 и Li*M*O2 на их конечные электрохимические свойства. Серия образцов LR35 с соотношением «фаз» 0.35/0.65 содержит составы: Li1.149Ni0.277Mn0.574O2 (LR35-1), Li1.149Ni0.332Mn0.519O1.95 (LR35-2), Li1.149Ni0.221Mn0.519Co0.111O2 (LR35-3), а серия образцов LR50 (0.50/0.50) включает следующие составы: Li1.28Ni0.21Mn0.64O2.13 (LR50-1), Li1.28Ni0.26Mn0.60O2.09 (LR50-2), Li1.28Ni0.26Mn0.51Co0.09O2.09 (LR50-3). Традиционная триада ПМ: Ni, Co и Mn в литированных оксидных катодных материалов сложилась с начала 2000 г., но с течением времени наметилась тенденция к увеличению содержания Ni в составе с одновременным уменьшением содержания Co, прежде всего имея в виду его дороговизну. С одной стороны, Co безусловно увеличивает начальные значения удельной разрядной емкости за счет протекания электродной реакции Co2+- Co3+ и способствуя реакции окисления O2- при значении напряжения выше 4.5 В, но в то же время из-за выделения кислорода возможна более быстрая фазовая трансформация структуры, ведущая к деградации материала. Результаты предварительных испытаний показали, что разрядная емкость возрастает с увеличением содержанием Mn в образцах. Вместе с тем, при одинаковом содержании Mn в оксидах, большую емкость показал образец с Co в его составе, однако при увеличении скорости циклирования этот образец циклируется хуже (см. Табл. 1).

Таблица 1. Значения удельной разрядной емкости и остаточная емкость в процентах после циклирования.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Образец | Qраз. 1 цикл/ 0.1С | Qраз. 40 цикл/ 0.1С | Q ост,%0.1С | Qраз. 1 цикл/ 0.5С | Qраз. 40 цикл/ 0.5С | Q ост,%0.5С |
| LR35-1 | 253.4 | 238.3 | 94.1 | 207.8 | 182.1 | 87.6 |
| LR35-2 | 224.2 | 205.9 | 91.9 | 201.0 | 179.1 | 89.1 |
| LR35-3 | 251.3 | 246.1 | 98.0 | 225.0 | 182.2 | 81.0 |
| LR50-1 | 264.8 | 246.4 | 93.8 | 231.4 | 221.2 | 95.6 |
| LR50-2 | 237.2 | 245.4\* | ~100 | 201.1 | 205.93 | ~100 |
| LR50-3 | 220.6 | 224.7\*\* | ~100 | 186.2 | 176.36 | 93.63 |

\* значение удельной разрядной емкости после 14 циклов

\*\* значение удельной разрядной емкости после 34 циклов