

ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА



**ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРНЫХ
И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

ПРОГРАММА



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

26-28 ноября 2012 г.
ИМЕТ РАН

УДК 541.6

ББК 24.7

X 46

X 46 Всероссийская молодежная научная школа «ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ». Москва. 26-28 ноября 2012 г./ Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, 2012, 382 с.

ISBN 978-5-4253-0498-8

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ

- РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
- Министерство образования и науки Российской Федерации
- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук
- Совет молодых ученых ИМЕТ РАН

Материалы публикуются в авторской редакции.

Сборник материалов доступен на сайте
<http://ch.imetran.ru/>

ISBN 978-5-4253-0498-8



© ИМЕТ РАН 2012

ЭЛЕКТРОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТА Al_2O_3 -C

Мандзюк В.И., Миронюк И.Ф., Гуменяк В.В.

Украина, Прикарпатский национальный университет имени Василия Стефаника,

mandzyuk_vova@rambler.ru

В работе исследовалась возможность использования композитного материала Al_2O_3 -C в качестве катода для литиевых источников тока. Для приготовления композита использовали оксид алюминия, полученный сжиганием пары $AlCl_3$ в водородно-воздушном пламени при температуре 1200-1320°C. Удельная поверхность порошкового материала составляла $107 \text{ м}^2 \cdot \text{г}^{-1}$, а его насыпная плотность $80 \text{ г} \cdot \text{литр}^{-1}$. Фрактальная структура аэрогеля сформирована из частиц размером 20-45 нм. Согласно данным рентгеновской дифрактометрии в порошковом материале регистрируется наличие γ -, δ -, θ - и α - Al_2O_3 , причем большинство частиц аэрогелевидного материала являются монокристаллическими [1].

Для нанесения на поверхность частиц Al_2O_3 углеродного покрытия исходный материал сначала увлажняли раствором поливинилового спирта, нагревали при температуре 180-220°C, а потом прожаривали в атмосфере аргона сначала при температуре 500-650°C, а потом при температуре 1550°C. Контактное взаимодействие углеродного материала с кристаллической основой Al_2O_3 обеспечивало формирование при высокой температуре графенового покрытия. Массовое содержание углеродной фазы в композитном материале составляло 18 %. Кроме того, наличие на поверхности частиц Al_2O_3 углеродного покрытия предотвращало их спеканию при высоких температурах, а структурная перестройка в оксидном материале во время прожаривания обеспечивала последовательный переход γ -, δ - и θ -фаз в α - Al_2O_3 .

Исследование проводящих свойств пирогенного оксида и композита методом импедансной спектроскопии показало, что модификация Al_2O_3 углеродом повышает на 6 порядков его удельную электропроводимость: для композита она составляет $3,18 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, а для пирогенного Al_2O_3 – $4,32 \text{ мкОм}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ (заметим, что для механической смеси частиц пирогенного Al_2O_3 с токопроводящей добавкой ее значение равно $0,18 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$).

На основе пирогенного и композитного материала формировали катоды гальванических источников питания: к первому добавляли 18 вес. % токопроводящей добавки и 4 вес. % связующего материала, ко второму – 4 вес. % связующего материала. Анодом служил металлический литий, электролитом – одномолярный раствор $LiBF_4$ в γ -бутиролактоне. Электрохимическое внедрение ионов лития проводили в гальваностатическом режиме при плотности тока 40 мкА/см^2 . Степень внедрения ионов лития рассчитывали по формуле $x = MIt/nFm$, удельную емкость – $C_{уд.} = It/m$, а удельную энергию $E_{уд.}$ – как площадь под разрядной кривой $U = f(C_{уд.})$.

Как следует из результатов исследований (табл. 1), модификация пирогенного оксида алюминия углеродом дала возможность увеличить значения x и $C_{уд.}$ в 2 раза по сравнению с исходным материалом, а удельную энергию – в 2,3 раза. Кроме того, наложение графена на частицы Al_2O_3 повышает электрохимический потенциал системы $Li | Al_2O_3$ -C с 2,8 до 3,4 В, что определяет, в первую очередь, большее значения удельной энергии элемента при других одинаковых условиях.

Таблица 1. Разрядные характеристики литиевых источников тока на основе Al_2O_3

Материал ^а	x^a	$C_{уд.} \cdot \text{мА} \cdot \text{ч/г}^a$	$E_{уд.} \cdot \text{Вт} \cdot \text{ч/кг}^a$
Al_2O_3 -C ^а	0,63 ^а	164 ^а	322 ^а
Al_2O_3 ^а	0,33 ^а	86 ^а	138 ^а

Следует заметить, что процесс электрохимического внедрения ионов лития в оба материала является необратимым. В частности, для элемента на основе пирогенного Al_2O_3 необратимая емкость после первого разряд-зарядного цикла составляет 92 %, а для элемента с катодом на основе композита Al_2O_3 -C – 95 %. Такое поведение обусловлено побочными химическими реакциями, связанными с формированием пассивирующего слоя LiF на поверхности частиц катодных материалов.

1. И.Ф. Миронюк, В.В. Гуменяк, В.И. Мандзюк, Н.А. Безрукая. Строение и морфология частиц Al_2O_3 , полученных при разных условиях газофазного синтеза // Физика и химия твердого тела. – 2012. – Т. 13, №3. – С. 715-722.