

DOI: 10.17117/na.2015.10.03.240

Поступила (Received): 24.10.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.240.pdf>

Смирнов К.С., Негородов М.В., Смирнов С.Е. Способ изготовления катода литий-полимерного аккумулятора

Smirnov K.S., Negorodov M.V., Smirnov S.E.
A method of manufacturing a cathode of a lithium-polymer battery

Предложен оригинальный способ изготовления электродов на основе литий-полимерного аккумулятора, включающий механоактивацию активной массы. Способ дает существенные преимущества по разрядному потенциалу, емкости и стабильности электрода, причем выигрыш достигается благодаря лучшей гомогенизации и компактированию его активной массы

Ключевые слова: литий, полимер, электрод, заряд, разряд

Смирнов Константин Сергеевич

Кандидат технических наук, научный сотрудник
Национальный исследовательский университет
МЭИ

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Негородов Михаил Викторович

Студент

Национальный исследовательский университет
МЭИ

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Смирнов Сергей Евгеньевич

Доктор технических наук, профессор
Национальный исследовательский университет
МЭИ

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

An original method of manufacture of electrodes based on lithium-polymer battery that includes a mechanical activation of the active mass. The method provides a significant advantage in discharge capacity, capacity and stability of the electrode, and a winning is achieved thanks to a better homogenization and compaction of its active mass

Key words: lithium, polymer, electrode, charge, discharge

Smirnov Konstantin Sergeevich

Candidate of Engineering Sciences, Researcher
National research university MPEI
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Negorodov Mikhail Viktorovich

Student

National research university MPEI
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Smirnov Sergey Evgenievich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
National research university MPEI
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

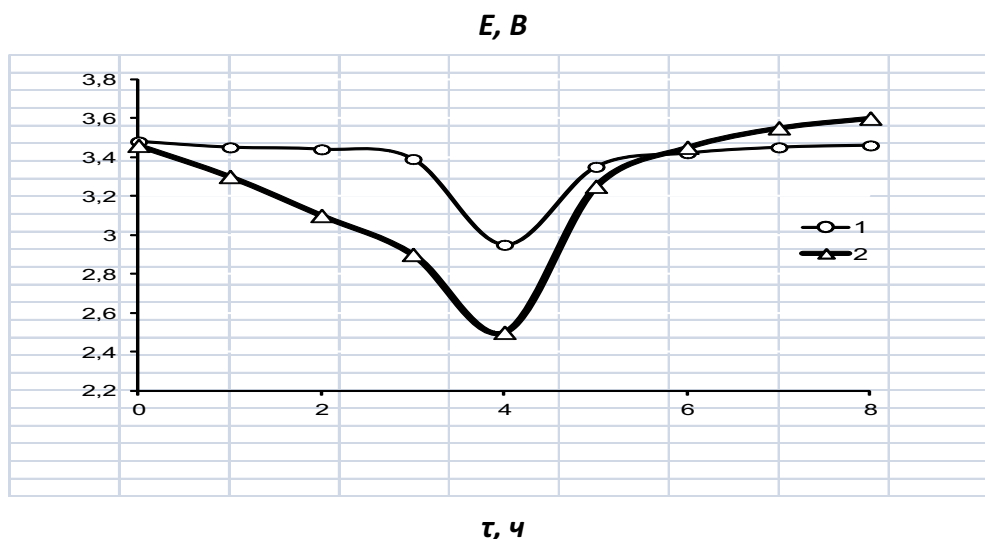
С момента появления радиоэлектронной техники ее развитие шло по пути повышения эффективности и компактизации. В настоящее время размеры логических плат, на которых организуются микроэлектронные схемы, уменьшились до таких значений, что уже практически все радиоэлектронные устройства могут изготавливаться в портативном исполнении [1, с. 13]. Однако степень их портативности и надежности, определяемая источниками электри-

ческой энергии, все еще не достаточно велика. Появление литиевых источников тока изменило ситуацию в отношении ограничения некоторых параметров ХИТ, выявив перспективы значительного улучшения таких определяющих характеристик, как удельная энергия, срок службы, срок сохраняемости, температурный диапазон работы и многих других. Подавляющее большинство современных литиевых аккумуляторов выпускается в виде призматических, цилиндрических и дисковых элементов. Но современные тенденции в развитии радиоэлектронной техники требуют создания тонких аккумуляторов. В настоящее время также актуально создание полностью твердофазных литиевых аккумуляторов, обладающих такими уникальными свойствами, как большая энергоемкость, легкость, малые размеры, способность принимать любую форму. Катод такого ХИТ представляет собой смесь активного вещества с электропроводной добавкой и связующим в нанодисперсном состоянии. В качестве связующего катода и электролита в его порах используется твердополимерный электролит. В последнее время во многих лабораториях мира проводятся исследования, направленные на создание катодного материала на основе соединения литий-железо фосфата – LiFePO_4 [2, с. 63]. Большой интерес к этому электродному материалу обусловлен очевидными преимуществами перед наиболее широко применяемым LiCoO_2 : низкой стоимостью, более высокой удельной емкостью, безопасностью для окружающей среды, стабильностью в заряженном состоянии. Однако существенными недостатками LiFePO_4 являются низкие значения электронной и ионной проводимости, приводящие к заметному падению электрохимических характеристик при увеличении токов заряда и разряда, а также значительное падение емкости электродов при циклировании [3, с. 387].

В работе использован оригинальный метод изготовления электродов, включающий в себя механическую активацию активной массы в процессе пластического деформирования на аппаратуре высокого давления типа наковален Бриджмена. Изготовление твердофазных катодов включает в себя: перемешивание порошкообразного литий-металл фосфата с электропроводящей добавкой, пропитку полученной массы раствором твердополимерного электролита в диметилацетамиде. В качестве электропроводящей добавки в активной массе катода применяли углеродные нанотрубки. Твердополимерный электролит состоит из перхлората лития и полисульфона-6ф при массовом соотношении компонентов полимер: соль лития 100: 20 [4, с. 84]. Затем полученную смесь предварительно обрабатывали ультразвуком на установке УЗ-1 и высушивали в сушильном шкафу [5, с. 54]. Полученную массу размалывали и наносили на поверхность токоотвода двумя способами. Первый, традиционный способ (ТС), заключается в напрессовке катодной массы на реакторную поверхность подложки электрода давлением 15 МПа. Второй способ позволяет вводить в процесс производства электродов дополнительную стадию воздействия на катодную массу: механоактивацию на аппаратуре высокого давления (МА). Активную массу катода подвергали обработке под давлением 1 ГПа на аппарате высокого давления типа наковальни Бриджмена. Использовали наковальни из твердого сплава ВК6 с рабочим диаметром 20 мм; обработку под давлением

проводили при комнатной температуре; угол поворота наковальни составлял 500°. Готовую электродную массу размалывали и напрессовывали на токоотвод в специальной пресс-форме. Непосредственно электрохимическими испытаниями электроды выдерживали в боксе 6БП1-0С в атмосфере осушенного аргона в течение суток. Твердополимерный электролит готовили методом полива следующим образом: порошки полимера и соли лития растворяли в диметилацетамиде, тщательно перемешивали, выливали в изложницу с тефлоновым покрытием и выдерживали в сушильном шкафу при определенной температуре до получения пленки толщиной 10÷15 мкм. Тестирование электродов проводили в экспериментальной трех – электродной ячейке из полипропилена при температуре 298 К на потенциостате IPC- pro M по стандартной трех – электродной схеме в интервале потенциалов от 3,5 до 2,5 В. Рабочая поверхность электродов составляла 1см². Активная масса электродов составляла 0.01- 0.014 г, а их толщина – 0.01- 0.015 мм. В качестве электрода сравнения использовали Li/Li⁺-электрод.

На рисунке 1 представлены электрохимические характеристики электродов, приготовленных традиционным способом и с использованием механоактивации. Они свидетельствуют о том, что использование МА дает существенные преимущества как по потенциалу разряда электрода так и по его удельной емкости.



1 – с использованием МА; 2 – ТС

Рис. 1. Зарядно-разрядные характеристики электрода на основе LiFePO₄

Ранее было показано, что выигрыш достигается благодаря лучшей гомогенизации и компактированию активной массы электрода. Сравнение полученных результатов с литературными данными показало, что электроды на основе LiFePO₄, изготовленные с использованием механоактивации, по электрохимическим параметрам превосходят известные из литературы на 12-15%.

Список используемых источников:

1. Смирнов К.С., Жорин В.А., Смирнов С.Е. Исследование свойств катодных материалов на основе литий-железо фосфата // Перспективные материалы. 2014. № 4. С. 13-17.
2. Сафронов Д.В., Новикова С.А., Скундин А.М., Ярославцев А.Б. Интеркаляция и деинтеркаляция лития из титаната лития и двойного фосфата лития-железа // Неорганические материалы. 2012. Т. 48. № 1. С. 63-68.
3. Воробьев И.С., Жорин В.А., Смирнов К.С., Смирнов С.Е. Синтез и электрохимические свойства композиционных катодных материалов // Журнал прикладной химии. 2015. Т. 88. Вып. 3. С. 387-390.
4. Пуцылов И.А., Воробьев И.С., Смирнов К.С., Смирнов С.Е. Исследование полимерного электролита для литиевых источников тока // Вестник МЭИ. 2015 № 2. С. 83-86.
5. Егоров А.М., Смирнов С.Е. Литий – фторуглеродные источники тока на основе наноматериалов // Вестник МЭИ. 2015. № 3. С. 53-57.

© 2015, Смирнов К.С., Негородов М.В., Смирнов С.Е.
Способ изготовления катода литий-полимерного аккумулятора

© 2015, Smirnov K.S., Negorodov M.V., Smirnov S.E.
A method of manufacturing a cathode of a lithium-polymer battery