

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИСТОЧНИКОВ ТОКА НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Темирова М. А.

*Темирова Махбубахан Абдурайимовна / Temirova Makhbubakhan Abduraimovna – кандидат физико–математических наук, доцент,*

*кафедра физика, факультет проектирования и строительства автомобильных дорог и сооружений,  
Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*

**Аннотация:** была определена вольтамперная характеристика химических источников тока с электродом полианилин–цинк и его ряд физических свойств, и были сравнены с физическими свойствами других классических полимеров.

**Ключевые слова:** полианилин–цинк, электрическая проводимость; папокомпозит, проводящий полимеры, стабильность, полианилин-цинк, электрод.

Большинство полимерных материалов, как современных так и созданных в начале прошлого века являются изоляторами. Однако немалая группа материалов, хотя и относится к группе полимеров, но является проводником. Примером такого материала является полианилин. Полианилин состоит из повторяющихся N-фенил-п-фенилендиаминных и хинондиминных блоков.

В настоящее время этот полимер занимает лидирующее положение по числу публикаций [1-5], связанных как с исследованием его структуры и свойств, так и возможностями практического применения в качестве электропроводящих и противокоррозионных пленочных покрытий, различного типа электрохромных и электролюминесцентных устройств и других электронных приборов. С другой стороны полианилин как проводящий полимер с хорошей устойчивостью к воздействиям окружающей среды и большими возможностями использования в качестве материала для полимерных батарей и микроэлектронных устройств [1, с. 21].

На сегодняшний день процесс накопление энергии реализуется в батареях с металлическими электродами, вес которых ограничивает удельную емкость на уровне приблизительно 250 А-ч/кг (например, в свинцовых батареях). Возможности для применения более легких батарей неограниченны: от жилищного строительства до транспорта, включая космическую промышленность и, конечно, электронику. Замена свинцовых электродов органическими теоретически возможна по мере того, как процесс введения и выведения примесей из проводящих полимеров станет таким же обратимым, как такой же процесс в свинце.

ПАНИ может быть использован как материал для положительного электрода в цинковых аккумуляторах. Поэтому мы задались целью разработать технологию получения электропроводящего полианилина и создания на его основе химических источников тока (ХИТ).

Технология полимеризации полианилина состоит в окислении анилина персульфатом аммония в водном растворе соляной кислоты [2].

Нами получены таблетки полианилина прессованием порошка полианилина, синтезированного способом полимеризацией.

Известно, что процесс накопления энергии реализуется в батареях с металлическими электродами, вес которых ограничивает удельную емкость аккумуляторов. Замена металла на полимерные электроды не только облегчает вес, но позволяет сэкономить применение таких металлов, как свинец, серебро, цинк, кадмий и др., запасы которых все более истощаются. Например, для изготовления 1000 шт. положительных электродов из полимера требуется всего 40-50 граммов порошка полимера, а в случае применения пленок и того меньше.

В данной работе приведены результаты исследований зарядно-разрядных характеристик, циклической вольтамперограммы следующих систем ХИТ: ПАНИ-цинк. Было установлено, что изготовленные элементы по своей экономической ценности эффективнее, чем батареи с металлическими электродами, так например, система ХИТ цинк-ПАНИ с полимерным электродом имела следующие характеристики.

На показанной циклической вольтамперограмме ПАНИ– электрода в растворе ПАК и ПВХ наблюдаются анодные и катодные пики, связанные с процессом допирования ПАНИ, анионами HCl, соответственно. Разряд, расходуемый на окисление ПАНИ, почти равен заряду, расходуемому на восстановление, Кулоновская эффективность равна 96%, что свидетельствует об очень хорошей обратимости процесса заряда разряда ПАНИ-электрода [1, с. 21].

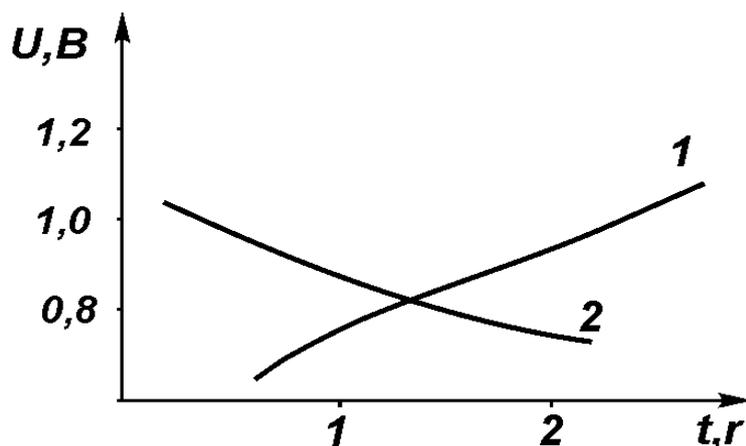


Рис. 1. Зарядные (1) и разрядные (2) кривые, зарядно-разрядные характеристики полианилинового электрода

На рис. 1. приведены (образец № 012104) зарядная (1) и разрядная (2) кривые цинковой батареи (зависимость напряжения [В] от времени [ч]). Кривые измерены при пропускании зарядного тока  $1,2 \cdot 10^{-3}$  А, разрядный ток  $1,0 \cdot 10^{-3}$  А. Среднее зарядное напряжение 1,13 В среднее разрядное напряжение 0,78 В, удельная зарядная ёмкость  $2,4 \cdot 10^{-3}$  А·ч, удельная разрядная емкость  $2,0 \cdot 10^{-3}$  А·ч, удельная зарядная энергия 310 Вт·ч/кг, удельная разрядная энергия 160 Вт·ч/кг. Масса полианилина 0,0001 кг. Все измерения выполнены при комнатной температуре.

Источником тока с металлическими электродами. Они характеризуются следующими значениями удельной разрядной мощности: серебряно-цинкового элемента 96 Вт/кг, удельной разрядной энергии 46 Вт·ч/кг. Изготовленные нами элементы имеют следующие параметры: удельная зарядная и разрядная мощность 157 Вт/кг, 130 Вт/кг; удельная зарядная и разрядная энергия, соответственно равны 310 Вт·ч/кг и 160 Вт·ч/кг. Сопоставление ХИТ с электродами Zn-ПАНИ с серебряно-цинковыми элементами показывает, что перезаряжаемая батарея с полианилиновым электродом по своей экономической ценности эффективнее, чем батарея с металлическими электродами (см. таблица 1 - 3).

Таблица 1. Характеристики некоторых полимерных электродов

| Полимер             | Диапазон разряд, В | Кулоновский КПД, % | Саморазряд, % | Наработк. число циклов | Удельная энергия, Вт·ч/кг |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------------------|---------------------------|
| Полипиррол          | 3,5-2,0            | 98,8               | 100           | 200                    | 80                        |
| Полипиофен          | 4,2-3,5            | 96,2               | 35,5          | 200                    | 75                        |
| Полиазулен          | 4,0-3,0            | 98,8               | 84            | 200                    | 62                        |
| Поликарбазол        | 4,2-3,5            | 80,7               | 7,7           | 14                     | 78                        |
| Полидибензокорбозол | 4,2-3,0            | 81,2               | 0,0           | 20                     | 70                        |
| Полифениламин       | 4,1-3,0            | 93,1               | 8,0           | 31                     | 76                        |
| Полиацетилен        | 4,1-5,0            | 95,6               | 6,7           | 200                    | 60                        |

Таблица 2. Характеристики некоторых стандартных аккумуляторов

| Аккумуляторы        | Среднее напряжение, В | Кулоновский КПД, % | Саморазряд, % | Наработка, число циклов | Удельная энергия, Вт·ч/кг |
|---------------------|-----------------------|--------------------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| Никель-кадмиевые    | 1,2                   | 98,8               | 2-3           | 1000-1500               | 20-35                     |
| Серебряно-кадмиевые | 1,08                  | 97,8               | 2-3           | 300-500                 | 70                        |
| Никель-Цинковые     | 1,74-1,85             | 96,2               | 2-4           | 150-200                 | 50-70                     |
| Серебряно-Цинковые  | 1,50-1,85             | 98,8               | 2-4           | 50-100                  | 130                       |

Таблица 3. Физические характеристики аккумуляторов с полимерными электродами Цинк-ПАНИ

| Полимерные электроды<br>Zn/PANI | Среднее зарядное и разрядное напряжение, В |                | Зарядный и разрядный ток, А |                    | Вре-мя ч | Масса кг         | Кулоновский КПД % | Удельная зарядная и разрядная емкость, А·ч |                      | Удельная зарядная и разрядная энергия, Вт·ч/кг |                | Удельная зарядная и разрядная мощность, Вт·кг |                |
|---------------------------------|--|----------------|-----------------------------|--------------------|----------|------------------|-------------------|--|----------------------|--|----------------|---|----------------|
|                                 | U <sub>з</sub>                             | U <sub>р</sub> | I <sub>з</sub>              | I <sub>р</sub>     |          |                  |                   | Q <sub>з</sub>                             | Q <sub>р</sub>       | W <sub>з</sub>                                 | W <sub>р</sub> | P <sub>з</sub>                                | P <sub>р</sub> |
| 0121<br>04                      | 1,13                                       | 0,78           | 1,2×10 <sup>-3</sup>        | 10 <sup>-3</sup>   | 2        | 10 <sup>-4</sup> | 97                | 2,4×10 <sup>-3</sup>                       | 2×10 <sup>-3</sup>   | 310  | 160            | 157   | 130            |
| 0221<br>01                      | 1,08<br>4                                  | 0,84           | 10 <sup>-3</sup>            | 10 <sup>-3</sup>   | 1,45     | 10 <sup>-4</sup> | 96                | 1,18×10 <sup>-2</sup>                      | 1,5×10 <sup>-2</sup> | 128  | 126            | 129,<br>6                                     | 840            |
| 0121<br>03                      | 1,06<br>6                                  | 0,78           | 5,3×10 <sup>-3</sup>        | 5×10 <sup>-3</sup> | 1,60     | 10 <sup>-4</sup> | 96,5              | 8,48×10 <sup>-2</sup>                      | 8×10 <sup>-2</sup>   | 906  | 624            | 589   | 262,<br>5      |

Изучение вольтамперных характеристик данных ХИТ показало, что разработанная технология перспективна для создания новых ХИТ с улучшенными электрическими и экономическими параметрами.

#### Литература

1. Антонишен И. В., Туев В. И., Южанин М. В. Способ измерения внутреннего сопротивления химических источников тока. Доклады ТУСУРа, 2010. № 2 (22). Часть 2. С. 75-81.
2. Блайт Э. Р., Блур Д. Электрические свойства полимеров. М.: Физматлит, 2008. 376 с.
3. Темирова М. А. Влияние допирования на электрофизические свойства полианилина // Узбекский журнал. Проблемы механики. Ташкент, 2007. № 4. С. 35 -37.
4. Samuelson L., Liu W., Nagarajan R., Kumar J., Bruno F. F., Cholli A., Tripathy S. Synth. Met. 2001. V. 119. P. 341-402.
5. Heeger Alan J. Semiconducting and metallic polymers: the forth generation of polymeric materials. Nobel Lecture, Chemistry, 2000. P. 381-417.
6. Темирова М. А. Исследование физических свойств полианилина и разработка химических источников тока на их основе: Дисс... канд. физ. мат. наук. Ташкент, 1999. 21 с.
7. Avlyanov J. K., Min Y., Mac Diarmid A. G. and Epstein A. J. Structure and properties of processible conductive polyaniline blends. // Synth. Metal., 1995. Vol. 72. № 71. P. 138.