

ГИБКИЕ ПЕЧАТНЫЕ БАТАРЕЙКИ И АККУМУЛЯТОРЫ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

А.Нисан edu@ostec-group.ru

Мы продолжаем серию публикаций по органической и печатной электронике. Любое компактное электронное устройство, изготовленное как печатным, так и традиционным методом, немислимо без элементов питания. Современные технологии электронной промышленности позволяют серийно производить печатные элементы питания, которые все шире используются в различных изделиях.

Принцип работы печатных батареек (для простоты вместо термина "гальванический элемент" будем употреблять его обиходное название) такой же, как и у традиционных (рис.1).

Печатные элементы питания имеют очевидные преимущества по сравнению с традиционными: гибкость, малую толщину, потенциально более низкую стоимость при массовом производстве, возможность изготовления батареи любой формы, принципиальную возможность формирования в процессе изготовления изделия (например, книги, журнала или упаковки). Основных же недостатков всего два – сравнительно большая площадь и низкая емкость.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ БАТАРЕЕК

Области применения печатных батареек (по представлению одного из их производителей [2]) приведены на рис.2. Варианты применений этих элементов питания уже рассматривались

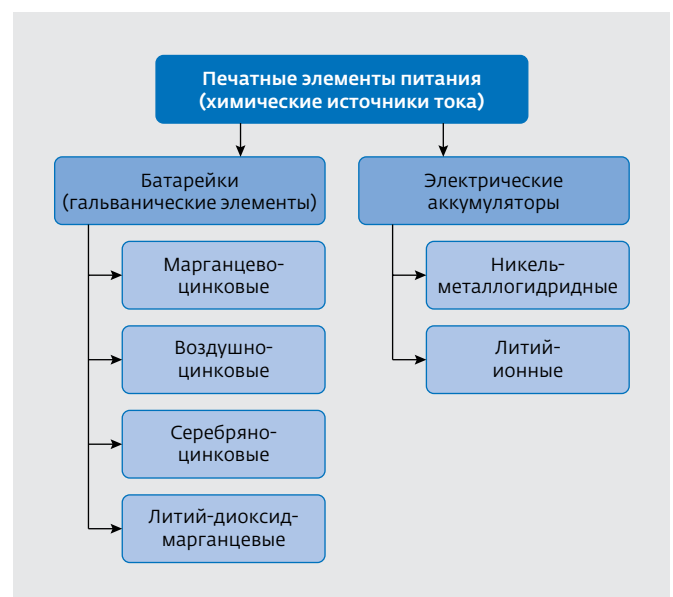


Рис.1. Типы элементов питания, которые могут быть напечатаны [1]



Рис.2. Области применения гибких печатных батареек

в предыдущих публикациях, посвященных печатной электронике (рис.3). Весьма интересная область – трансдермальные пластыри, которые все шире используются для самостоятельного введения лекарственных средств через кожу.

На рынке уже представлено довольно много разнообразных пассивных пластырей, например, никотиновые и антиникотиновые. Развитие печатной электроники порождает интерес к активным (т.е. с батарейным питанием) трансдермальным пластырям. В отличие от пассивных пластырей они могут регулировать скорость поступления лекарства. По оценкам экспертов [2], до половины

всех лекарственных средств, которые вводятся с помощью инъекций, можно эффективно вводить с помощью активных трансдермальных пластырей. Их типовое применение – введение лекарств для обезболивания, ухода за ранами либо в косметических процедурах (рис.4). Преимущества



Рис.3. Поздравительная открытка со светодиодами и печатными батарейками для их питания. Когда именинник задует "свечи", светодиоды гаснут [3]

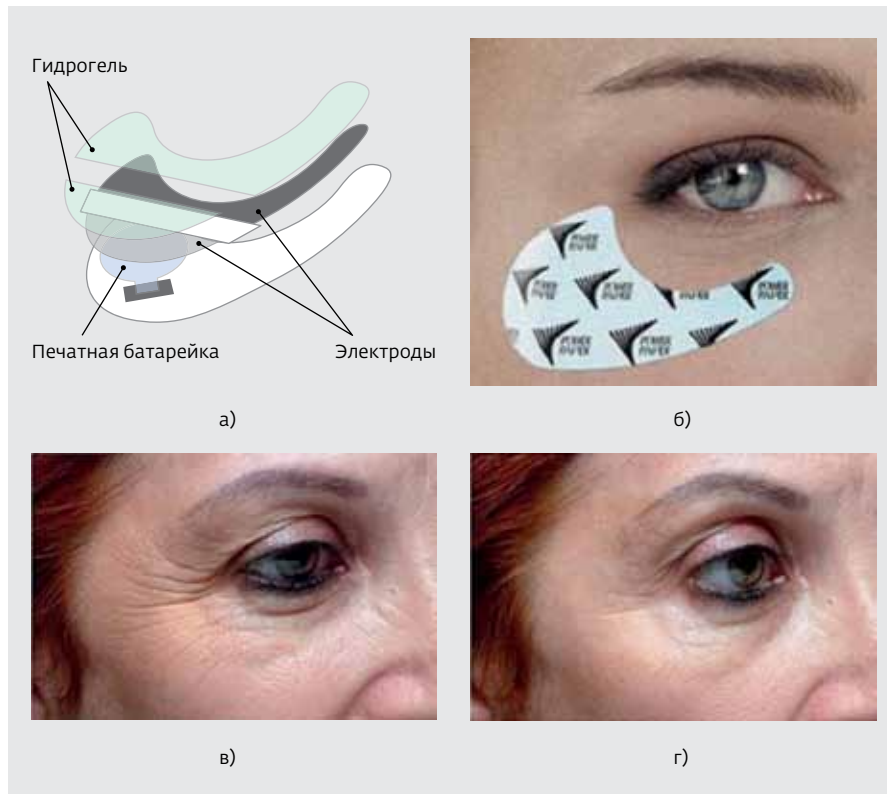


Рис.4. Косметические трансдермальные пластыри: а – структура; б – внешний вид. Заявленный эффект: в – до применения пластыря; г – после 20 мин применения пластыря [4]



Рис.5. Рулонная печать батареек

использования трансдермальных пластырей для пациентов очевидны: отсутствие болезненных уколов, снижение риска занесения инфекций и сокращение посещений медицинских учреждений.

МАРГАНЦЕВО-ЦИНКОВЫЕ ПЕЧАТНЫЕ БАТАРЕЙКИ

Батарейки с катодом и анодом в одной плоскости

Процесс печати батареек начинается с нанесения на полиэфирную пленку методом трафаретной печати токового коллектора (рис.5, 6). Затем поверх него наносится серебряный катодный контакт и катод на основе диоксида марганца и угля. После этого ламинируется цинковая фольга – анод. На следующей операции наносится клейкий уплотнитель, активируемый при нагревании

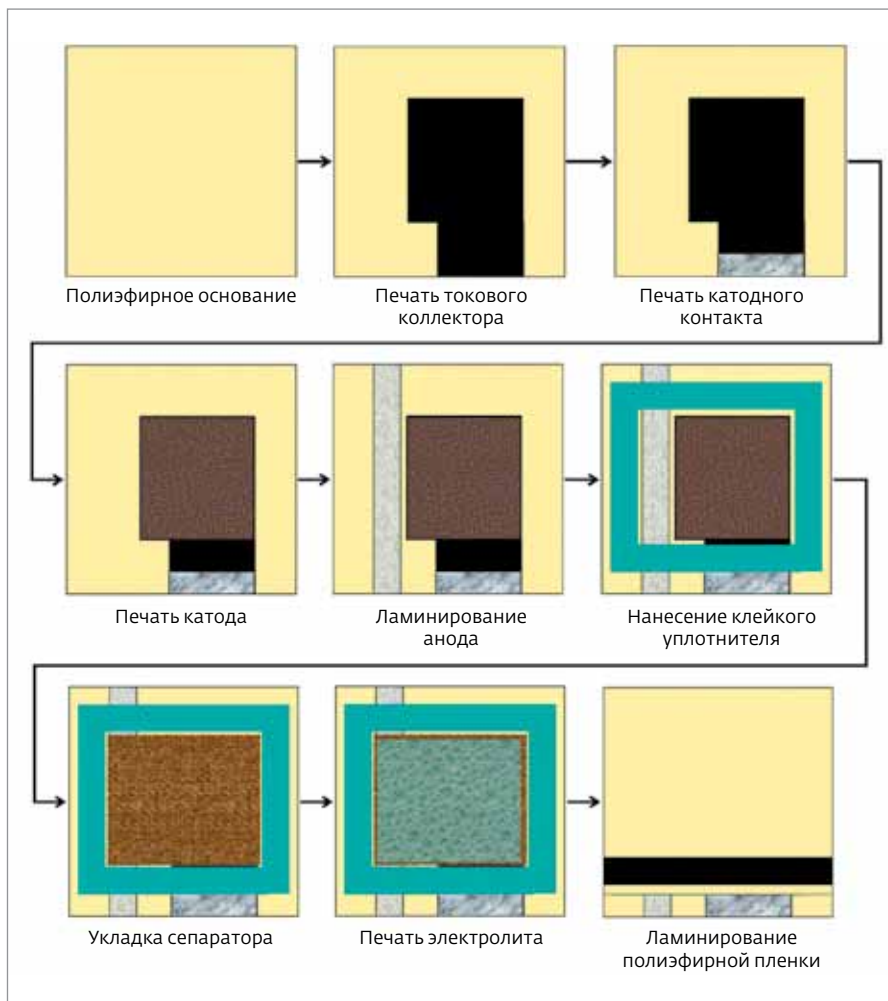


Рис.6. Основные операции процесса изготовления по рулонной технологии гибких печатных марганцево-цинковых батареек с размещением катода и анода в одной плоскости

и давлением. В образовавшуюся полость укладывается сепаратор, предотвращающий возникновение электронной проводимости между катодом и анодом. Затем наносится электролит на основе $ZnCl^2$ и ламинируется полиэфирная пленка. Характеристики производимых

Технические характеристики гибких печатных батареек Blue Spark [2]

Артикул	Напряжение, В	Емкость, мА·ч	Максимальный ток, мА	Ширина, мм	Длина, мм	Толщина, мм
ST1-104	1,5	33	1–2	55	47	0,75
ST3-102	3,0	33	1–2	54	86	0,79
UT1-102	1,5	15	1–2	55	47	0,5
UT1-205	1,5	5	1–2	40	30	0,5
UT1-602	1,5	39	1–2	79	47	0,5

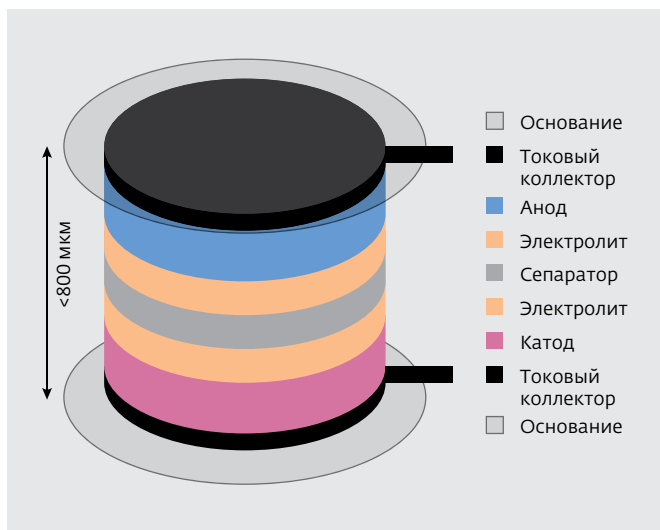


Рис.7. Схематическое изображение печатной батарейки с размещением катода и анода друг над другом [5]

Blue Spark печатных батареек приведены в таблице.

Батарейки с размещением катода и анода друг над другом

Несколько иные конструкция и технология создания печатных батареек были разработаны во Фраунгоферовском институте электронных наносистем (Fraunhofer ENAS): в них катод и анод размещаются друг над другом (рис.7-10). В качестве основания использовалась пленка из полиэтилен-терефталата (PET) толщиной 100 мкм, на которой

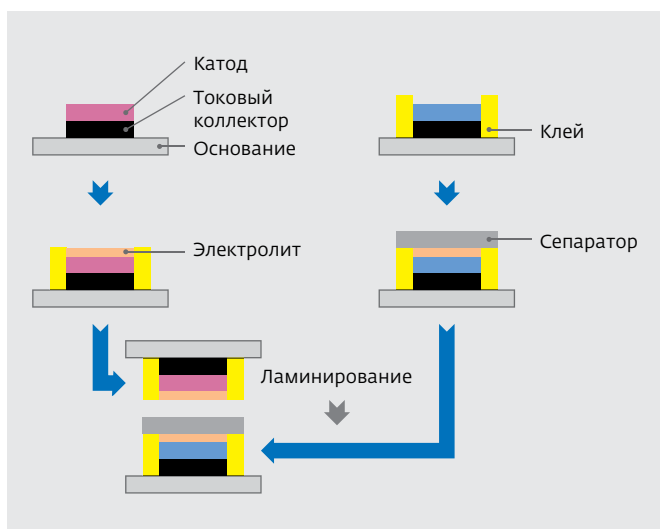


Рис.9. Основные операции процесса изготовления гибких печатных марганцево-цинковых батареек с размещением катода и анода друг над другом [5]



Рис.8. Печатная гибкая батарейка на 3 В [5]

трафаретной печатью формировались токовые коллекторы, катод и анод. Толщина токовых коллекторов из графита и чернил на основе углерода составляет 8-10 мкм, катода и анода - 60-80 мкм. Клей по периметру батарейки наносился методом дозирования. Сепаратор вставлялся между двумя заготовками батарейки перед ламинированием, но, по словам разработчиков, он также может быть нанесен методами печати. Номинальное напряжение батареек составило 1,5 В, номинальная удельная емкость - 2 мА·ч/см². Также были изготовлены батарейки на 3,0; 4,5 и 6,0 В, представляющие собой последовательно соединенные две (см. рис.8), три и четыре батарейки, соответственно.



Рис.10. Интерактивная открытка, в которой гибкая печатная батарейка используется для питания светодиодов [5]

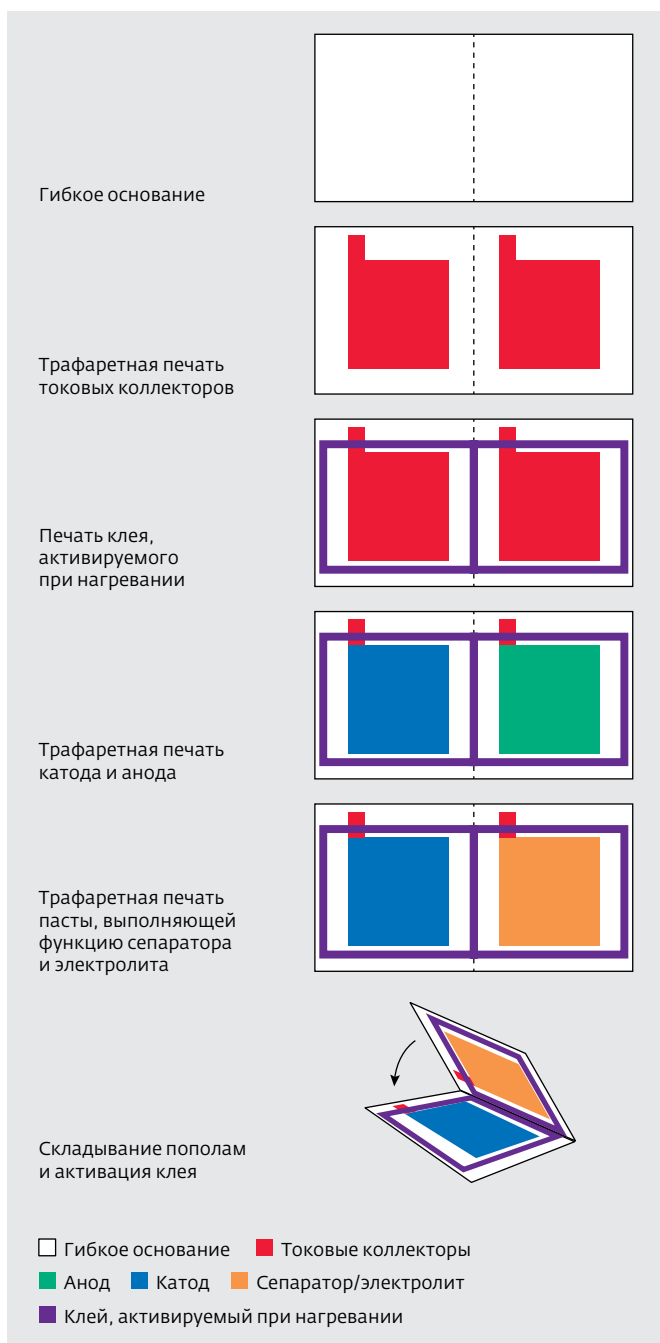


Рис.11. Основные операции процесса изготовления NiMH-аккумуляторов

Никель-металл-гидридные печатные аккумуляторы

В рамках проекта PrintAkku при участии Института масс-медийных средств (г. Штутгарт) и компании Varta была разработана технология изготовления полностью печатных гибких никель-металл-гидридных аккумуляторов со следующими техническими характеристиками:

- напряжение 1,5 В;

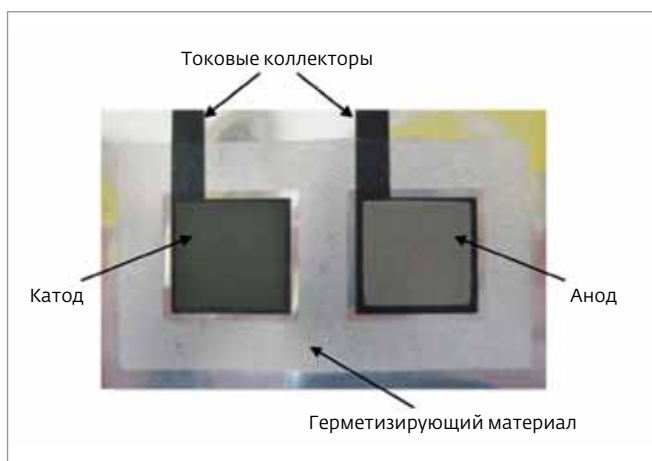


Рис.12. Заготовка NiMH-аккумулятора перед нанесением сепаратора и электролита [1]

- емкость 32 мА·ч;
- максимальный ток разряда/заряда 1 мА;
- размеры активной области 20×20 мм;
- толщина 0,6 мм.

В предлагаемой технологии методом трафаретной печати наносятся не только токовые коллекторы и электроды, но и сепаратор/электролит на основе 25%-ного раствора гидроксида калия (рис.11-12).

Итак, сегодня производство гибких печатных батареек уже налажено. На их основе создаются не только демонстрационные образцы, но и серийные изделия, например, трансдермальные пластыри. Разработка технологии печати марганцево-цинковых батареек во многом обусловлена экологичностью и низкой стоимостью этих источников тока, а разработка технологий печати аккумуляторов позволит расширить область применения печатных источников тока. При этом особенно привлекательно выглядит сочетание в одном устройстве печатных аккумуляторов и солнечных батареек.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Wendler M., Hübner G., Krebs M.** Development of Printed Thin and Flexible Batteries. – IC International Circular of Graphic Education and Research. The International Circle of Educational Institutes for Graphic Arts. – Technology and Management, 2011, №4, с.32-41.
2. <http://www.bluesparktechnologies.com>
3. <http://www.youtube.com/watch?v=KTpGCAi0oyg>
4. <http://www.powerpaper.cn/indexdcfb.html?categoryId=43882>
5. <http://www.enas.fraunhofer.de/>