



ГИБКИЕ ПЕЧАТНЫЕ БАТАРЕЙКИ И АККУМУЛЯТОРЫ

Антон Нисан

edu@ostec-group.ru

ВВЕДЕНИЕ

Печатная электроника, как и традиционная, немислима без элементов питания – батареек и аккумуляторов. Основные типы батареек и аккумуляторов, которые могут быть напечатаны¹ (для простоты вместо термина «гальванический элемент» будем использовать обиходное название – «батарейка»), приведены на рис. 1, их принцип работы такой же, как у непечатных.

Преимущества печатных элементов питания над традиционными заключаются в гибкости, малой толщине, потенциально более низкой стоимости при массовом производстве, широком диапазоне возможных форм, принципиальной возможности формирования в процессе изготовления изделия, например, книги, журнала, упаковки. Основных недостатков два: сравнительно большая площадь и низкая емкость.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Область применения печатных батареек, как её видит один из производителей таких батареек, показана на рис. 2. Весьма интересным применением являются трансдермальные пластыри.

Трансдермальные пластыри все шире используются для самостоятельного введения лекарственных средств через кожу. На рынке уже представлено большое количество разнообразных пассивных пластырей, например, никотиновые и антиникотиновые. Однако развитие печатной электроники порождает интерес к активным

(т.е. с питанием от батареек) трансдермальным пластырям, основное преимущество которых состоит в возможности управления скоростью введения лекарств. По оценкам экспертов до 50% лекарственных средств, вводимых инъекционно, могут эффективно вводиться с помощью активных трансдермальных пластырей. Их типовое применение – введение лекарств для обезболивания, ухода за ранами, косметических процедур (рис. 3). Преимущества использова-

ния трансдермальных пластырей для пациентов очевидны: отсутствие болезненных уколов, снижение риска занесения инфекций, уменьшение частоты посещения медицинских учреждений.



Рис. 1 Типы элементов питания, которые могут быть напечатаны



Рис. 2 Область применения гибких печатных батареек. По материалам компании Blue Spark

¹ Источник: M. Wendler, G. Hubner, M. Krebs. Development of Printed Thin and Flexible Batteries

² Данные компании Blue Spark

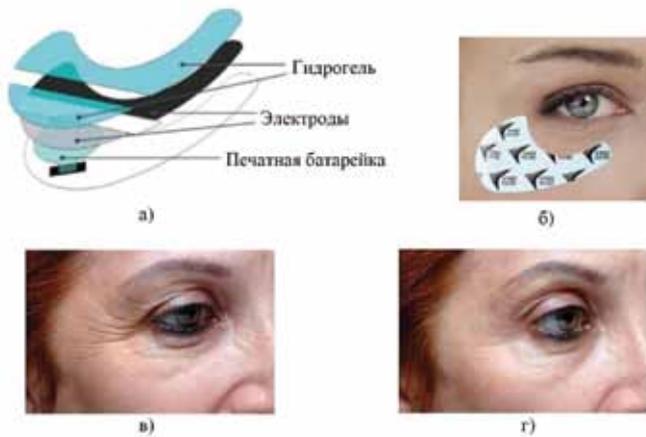


Рис. 3 Косметические трансдермальные пластыри: а) структура, б) внешний вид. Заявленный эффект: в) фотография до применения пластыря, г) фотография после 20-минутного применения пластыря. Источник: Power Paper

МАРГАНЦЕВО-ЦИНКОВЫЕ ПЕЧАТНЫЕ БАТАРЕЙКИ

С размещением катода и анода в одной плоскости

На рис. 4 и 6 проиллюстрирован процесс рулонной печати марганцево-цинковых батареек, разработанный компанией Blue Spark. На полиэфирную пленку трафаретной печатью наносится токовый коллектор, поверх него – Ag катодный контакт, затем – катод на основе диоксида марганца и угля. После этого ламинируются цинковая фольга – анод. На следующей операции наносится клейкий уплотнитель, активируемый при нагревании и давлении. В образовавшуюся полость укладывается сепаратор для предотвращения электронной проводимости между катодом и анодом. Затем наносится электролит на основе $ZnCl_2$ и ламинируется полиэфирная пленка.

Технические характеристики серийно выпускаемых батарей по данной технологии приведены в таблице 1.

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. 6-9). В качестве основания использовалась



Рис. 4 Рулонная печать батареек. Источник Blue Spark

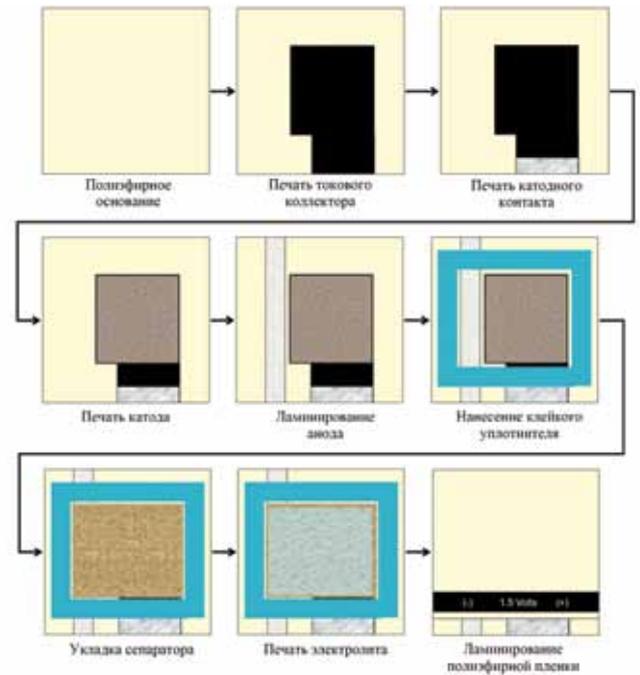


Рис. 5 Основные операции процесса изготовления по рулонной технологии гибких печатных марганцево-цинковых батареек с размещением катода и анода в одной плоскости. Метод нанесения большинства слоев – трафаретная печать. Источник: Blue Spark

Таблица 1 Технические характеристики гибких печатных батареек Blue Spark

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

пленка из полиэтилентерефталата (PET) толщиной 100 мкм, на которой 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 наносится методом дозирования. Сепаратор вставлялся между двумя заготовками батарейки перед ламинированием, но, по словам ученых, 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 2 (рис. 7), 3 и 4 батарейки соответственно.

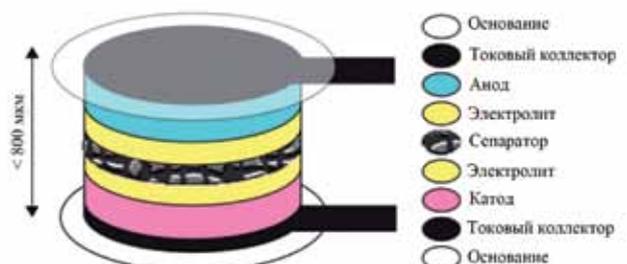


Рис. 6 Схематичное изображение печатной батарейки с размещением катода и анода друг над другом. Источник: Fraunhofer ENAS



Рис. 7 Печатная гибкая батарейка на 3 В. Источник: Fraunhofer ENAS

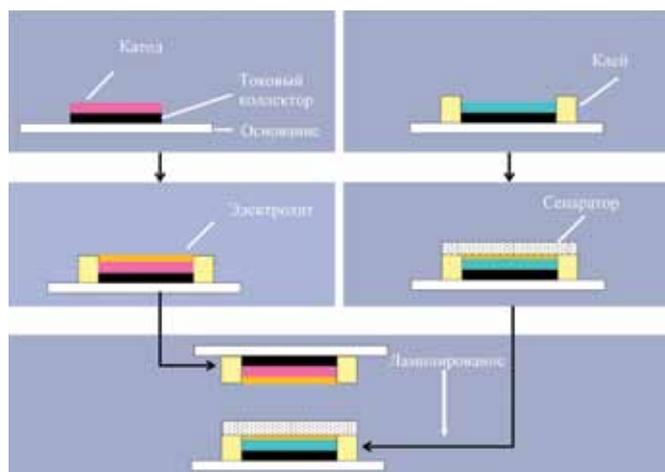


Рис. 8 Основные операции процесса изготовления гибких печатных марганцево-цинковых батареек с размещением катода и анода друг над другом. Источник: Fraunhofer ENAS



Рис. 9 Интерактивная открытка, в которой гибкая печатная батарейка используется для питания светодиодов. Источник: Fraunhofer ENAS

НИКЕЛЬ-МЕТАЛЛОГИДРИДНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

В рамках проекта «PrintAkku» при участии Института масс-медийных средств г. Штутгарта и компании Varta была разработана технология изготовления полностью печатных гибких никель-металлогидридных аккумуляторов со следующими техническими характеристиками:

- напряжение 1,5 В;
- емкость 32 мА • ч;
- максимальный ток разряда/заряда 1 мА;
- размеры активной области 20x20 мм;
- толщина 0,6 мм.

В предлагаемой технологии не только токовые коллекторы и электроды, но и сепаратор/электролит на основе 25% раствора гидроксида калия наносятся трафаретной печатью (рис. 10, 11).

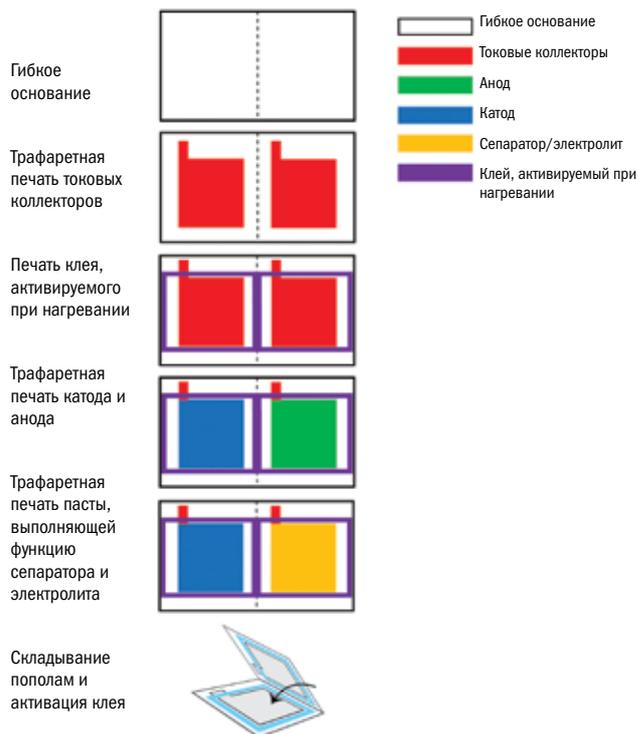


Рис. 10 Основные операции процесса изготовления печатных NiMH аккумуляторов

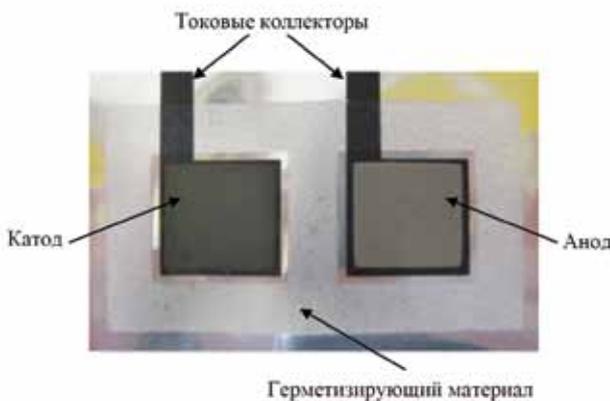


Рис. 11 Заготовка NiMH аккумулятора перед нанесением сепаратора/электролита. Источник: M. Wendler, G. Hubner, M. Krebs. Development of Printed Thin and Flexible Batteries

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, гибкие печатные батарейки уже серийно выпускаются, и на их основе создаются не только демонстрационные образцы, но и серийные изделия, например, трансдермальные пластыри. Разработка технологии печати именно марганцево-цинковых батареек во многом обусловлена экологичностью и низкой стоимостью этих источников тока.

Разработка технологий печати аккумуляторов позволит расширить область применения печатных источников тока. При этом особенно привлекательно выглядит сочетание печатных аккумуляторов и солнечных батарей в одном устройстве. ■■