

# ПЕЧАТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

## РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО

С. Чигиринский [micro@ostec-group.ru](mailto:micro@ostec-group.ru)

Печатная электроника – одно из современных и многообещающих направлений развития отрасли разработки и производства электронных приборов и компонентов. Каково современное состояние этой технологии? Каковы перспективы ее развития? Какие разработанные изделия наиболее быстро внедрены в производство?

Процесс печати развивался на протяжении многих столетий, начиная с изобретения первого печатного станка Иоганном Гутенбергом в XV веке. Однако лишь в последние несколько десятилетий технический и технологический прогресс позволили использовать этот процесс не только для выпуска газет, книг, журналов, но и для изготовления высокотехнологичных электронных компонентов. Благодаря этому появилось новое направление – печатная электроника. Согласно анализу мирового рынка, проведенному компанией IDTechEx (Великобритания), объем рынка печатной электроники к 2018 году составит 35 млрд. долл. Рынок США и далее до 2020 года будет ежегодно расти на 7-8 млрд. долл. В свою очередь Южнокорейская ассоциация производителей печатной электроники (KoPEA) и Исследовательский центр компании Tong Yang Securities (Южная Корея) прогнозируют превышение порога в 30 млрд. долл. уже к концу 2013 года (рис.1). Тем не менее, оценки экспертов IDTechEx и Tong Yang Securities совпадают в отношении структуры рынка.

Рассмотрим более подробно достоинства, особенности и перспективы развития печатной электроники. Создание печатной электроники определяется как процесс формирования электронных приборов с помощью традиционных методов печат-

ти на обычных гибких основах, таких как бумага, пластик или ткань. Наиболее важные достоинства этих приборов – низкая себестоимость, экологичность, энергоэффективность, гибкий и малогабаритный форм-фактор, технологичность при крупносерийном производстве, низкая температура и простота процесса изготовления. Особенности печатной электроники также позволяют быстро и экономично интегрировать ее с уже производящимися продуктами без применения специальных методов сборки. По печатной технологии можно создавать не только отдельные компоненты, но и полнофункциональные устройства. Необходимо подчеркнуть, что по сравнению с аналогичными уже освоенными в производстве схемными решениями на кремнии себестоимость печатных компонентов значительно ниже благодаря более простому и быстрому производственно-технологическому решению (более дешевые оборудование и технология; высокая производительность), а также благодаря более низкой стоимости базовых материалов при сохранении выходных параметров и функциональных возможностей приборов. Изделия печатной электроники можно разделить на следующие группы: органические фотоэлектрические преобразователи, гибкие дисплеи, освещение на основе органических светодиодов/электродлюминесцентных ламп (OLED/EL), устройства радиочастотной идентификации (RFID), память,



**Рис.1.** Динамика развития рынка печатной электроники (по данным KoPEA и Tong Yang Securities)

органические сенсоры, гибкие батареи, гаджеты, "умная" одежда (рис.2).

Множество производителей печатной электроники самостоятельно не занимаются разработкой высокотехнологичных продуктов печатной электроники, а привлекают для выполнения поставленных задач научно-исследовательские группы или компании, имеющие соответствующую специализацию и ориентированные на разработку печатной электроники. Достоинства такого взаимодействия можно проиллюстрировать на примере мирового лидера по разработке заказных устройств печатной электроники, а также низкотемпературной и высокотемпературной керамики (LTCC/HTCC) – **компания HaikuTech (дочерняя структура компании Polymer Innovations)**. В ее компетенцию входят вопросы подбора материалов и/или отработки технологии создания печатных контуров с высокой точностью, включая печать малых рисунков на больших рабочих площадях, на гибких органических и неорганических носителях как для научно-исследовательских предприятий (штучное и/или мелкосерийное производство), так и для промышленных предприятий (крупносерийное производство).

К достоинствам процесса трафаретной печати, предлагаемого **HaikuTech**, относятся:

- эффективное использование материала;
- низкие капиталовложения;
- применение в технологии стандартных металлосодержащих паст;
- сокращение сроков разработки и рисков;
- высокая точность и возможность мультитепечати;
- возможность производства при относительно низком классе чистоты производственных помещений.
- Вместе с тем компания **HaikuTech** выполняет следующие опытно-конструкторские работы:

- изучение связующих на водной основе для покрытий и материалов для трафаретной печати;
- исследование совместимости паст и несущих слоев, разработка рецептуры согласующих добавок;
- снижение линейных размеров печатных проводников (серебросодержащие пасты);
- разработка **RFID под трафаретную печать**;
- отработка процессов и получение необходимого выхода годных на предприятии заказчика;
- метрология и сортировка по эталону, электрическая и визуальная инспекция.

При работе с изоляционными, адгезивными и другими материалами технологи компании проводят работу по адаптации материалов заказчика под необходимый продукт и по достижению их совместимости со всеми используемыми составляющими. Для нанесения покрытий традиционно используется оборудование с подачей наносимого материала через щелевое отверстие или с помощью системы **"doctor blade" (подача материала через фильеру для создания ламинарного потока с ножом, установленным с зазором относительно ленты носителя)**.

У **HaikuTech** богатый опыт взаимодействия с производителем оборудования компанией **КЕКО Equipment** по изготовлению производственного оборудования под конкретную задачу еще на стадии разработки технологии (рис.3). Возможности **HaikuTech** позволяют быстро провести тестовую печать заказного компонента или нанести требуемые заказчиком покрытия, а также выполнить тестовый выпуск средней партии конечного продукта с оценкой его себестоимости.

Наиболее крупные компании, способствовавшие освоению технологии печатной электроники **HaikuTech**, – **AVX, Kemet, Samsung, TDK, Siemens, Bosch, Vishay** и др. Специалистами **HaikuTech** выполнен ряд совместных работ с такими научно-исследовательскими институтами, как **Fraunhofer ISE (Институт солнечных энергетических систем Фраунхофера, Германия)** (рис.4) и **Alfred University (Нью Йорк)**. Сегодня **HaikuTech** – это мировая компания с головным офисом в Майами (США), офисами на Тайване и в Нидерландах, а также с официальными представительствами в Бразилии, Индии, Китае и России.

Сегодня на российском рынке компаний, подобных **HaikuTech**, имеющих собственные разработки или опыт внедрения передовых технологий, фактически нет, так же как нет и отечественного оборудования, аналогичного производимому компанией **КЕКО Equipment**. Таким образом, для быстрого освоения технологий печатной электроники

Органическая фотовольтаика	Пользовательские и первые автономные применения	Автономная энергия, интеграция со зданием	Единая сеть генерации энергии
Гибкие дисплеи	Ценники, "читалки" (e-readers)	Цветные «читалки» высокого разрешения, постеры	Электронные обои, скручиваемые OLED-телевизоры
OLED/EL освещение	Лампы, дизайн и декоративные применения	Световая черепица, техн. и архитектурное освещение	Гибкие осветительные элементы
Печатные RFID	Защита брэндов, электронные билеты	Логистика и автоматизация	Автоматическая идентификация (в том числе продуктов)
Память	Защита брэндов, идентификация, игры	Высокий уровень защиты брэндов, продвинутое игры	Электроника, мультимедиа
Органические сенсоры	Фотодиоды, термометры, манометры, хим. датчики	Потенциометры	Интеллектуальные сенсоры, встраиваемые системы
Гибкие батареи	Низкая емкость, временное использование	Высокая емкость, непрерывное использование	Прямая интеграция в корпуса и системы
Гаджеты	Поздравительные открытки, анимирован. логотипы	Интеллектуальные билеты, гаджеты среднего уровня	Гаджеты высокого уровня
"Умная" одежда	Встроенные в одежду клавиатура, сенсоры, световые эффекты	Интегрированные в одежду дисплеи и фотопреобразователи	Топливные ячейки, встроенные в ткань сенсоры
			

Рис.2. Дорожная карта развития печатной электроники

необходимо привлекать компании, имеющие соответствующий опыт. ЗАО «Остек» является официальным представителем компаний NaikuTech и KEKO Equipment в России. Предприятие Остек имеет опыт по внедрению передовых технологий производства электроники на отечественный рынок. Традиционно срок поставки и запуска оборудования составляет шесть месяцев. Вывод поставленной линии на производственную мощность составляет четыре-шесть месяцев в зависимости от слож-



Рис.3. Принтеры трафаретной печати производства KEKO Equipment (Словения): а) P-200 – для опытно-конструкторского и мелкосерийного производства; б) RTP-15P – для крупносерийного производства

ности и длительности технологического процесса (без учета предварительных научно-исследовательских работ, традиционно проводимых параллельно с изготовлением оборудования). В результате средний срок внедрения технологии на предприятии заказчика с обучением персонала составляет 12 месяцев, что в условиях современного бизнеса достаточно высокий показатель.

Основываясь на представленных данных, можно сделать очевидный вывод – развитие печатной электроники в ближайшие годы будет иметь одну из ключевых позиций на мировом рынке, и те отечественные компании, которые сделают ставку на производство продукции по этой технологии, гарантированно займут перспективный сегмент рынка. Причем на наш рынок изделия печатной электроники практически полностью поставляются из-за рубежа,

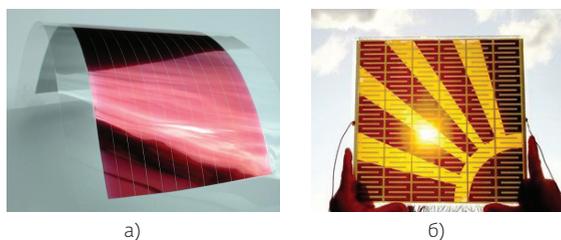


Рис.4. Пример органических солнечных элементов института Fraunhofer ISE, выполненных по технологии печатной электроники на гибких органических пленках (а) и на твердом носителе (б)

так как вклад российских производств в мировой объем печатной электроники сегодня бесконечно мал. Поэтому на сегодняшний день этот сегмент открыт!

ЛИТЕРАТУРА

<http://www.haikutech-printedelectronics.com/>  
<http://www.printedelectronics.kr/>  
<http://www.idtechex.com/>  
<http://www.keko-equipment.com/>