

энергоустановки, либо отсутствие. Таким образом, рабочий диапазон не является фиксированной величиной, а непрерывно корректируется микроконтроллером в зависимости от уровня измеренных действующих значений сигналов, что позволяет устройству автоматически учитывать длину кабелей всех электродов, разброс характеристик опорных изоляторов и конструктивные особенности самой энергоустановки, влияющие на уровни сигналов электродов. Всю информацию о наличии напряжений на токоведущих шинах микроконтроллер передает в модуль индикации и в формате шинного интерфейса UART в блок согласования форматов обработанных данных и посылку канала RS-485. Кроме того, микроконтроллер управляет работой электромагнитного реле по заданному алгоритму.

Для адаптации устройства к различным классам энергоустановок высокого напряжения буферные усилители имеют регулируемый коэффициент усиления с помощью цифровых потенциометров. В процессе процедуры калибровки микроконтроллер выдает управляющие импульсы, изменяя коэффициент усиления так, чтобы размах сигнала максимально приблизился к динамическому диапазону АЦП. Процедура калибровки позволяет увеличить соотношение сигнал/шум и сделать устойчивой работу устройства при несимметричных режимах (перекосах фаз).

УДК 658.5+621.396

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАПЛЕСТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ**

И.С. Бобров

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Одной из важнейших проблем современной экономики является повышение качества продукции. В первую очередь это касается изделий электроники и технологий их производства. Их основой является печатные узлы, выполненные по технологии поверхностного монтажа.

В вопросах обеспечения высокого качества монтажа печатного узла большую роль играет паяное соединение (ПС). Оно должно обеспечивать надежную электрическую связь, прочное механическое соединение, высокую помехозащищенность.

Основной операцией, обеспечивающей требуемое качество паяного соединения, является нанесение паяльной пасты на контактные площадки печатной платы. Неправильно выбранные режимы нанесения ведут к появлению дефектов: перемычек, отсутствию галтелей, недостаточному количеству припоя на контактных площадках и др.

Это приводит к ошибкам в процессе монтажа компонентов. Ошибки монтажа, связанные с дефектами при нанесении паяльных паст, достигают 70%.

Тенденции развития радиоэлектроники связаны с ростом функциональной сложности, увеличением плотности монтажа, снижением размера компонентов и шага выводов. В связи с этим требования к качеству монтажа резко возрастают.

Наиболее распространенным способом нанесения паяльной пасты в технологии поверхностного монтажа является трафаретная печать. В этом случае используются принтер с ракелями и набор металлических трафаретов. Однако в ряде случаев эффективность такого способа оказывается низкой. Так при использовании металлических трафаретов одинаковой толщины возникают проблемы нанесения требуемого объема пасты, низкой скорости ее нанесения. Использование разнотолщинных трафаретов лишь частично решает эту проблему. При этом на печатных платах требуется предусматривать «мертвые» зоны для сохранения свободного пространства между апертурами, находящимися в разных плоскостях.

Другая проблема трафаретной печати – большое число технологических параметров, которые в ряде случаев трудно контролировать. Для достижения высокого качества печати необходимо тщательно оптимизировать технологический процесс.

В связи с этим компанией MYDATA automation (Швеция) была разработана технология каплеструйной печати, которая в ряде случаев становится альтернативой трафаретному способу.

Проведенный в работе анализ показал, что каждый тип компонента имеет свою массу и геометрию выводов, под которую разрабатывается свой рисунок контактных площадок. Все эти индивидуальные характеристики компонентов сильно влияют на процесс нанесения паяльной пасты. Для достижения высокого уровня качества ПС на большой поверхности печатной платы необходимо нанести нужное количество пасты и закрыть рабочую площадь контактной площадки. Обеспечению этих требований поможет каплеструйный способ, который обладает лучшими возможностями оптимизации процесса нанесения паяльной пасты.

Нами были проведены экспериментальные исследования с использованием каплеструйного принтера MY-500. Установлено, что производительность данного принтера достигает 25000 компонентов в час. Он позволяет получать «точки» паяльной пасты диаметром от 340 до 500 мкм. При этом минимальный объем дозы составляет бнл, а максимальный – 12нл. Разрешение энкондеров достигает 0,1мкм. Каплеструйная печать обеспечивала по результатам испытаний более высокую надежность ПС.