

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

**Холод П.В.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

В настоящее время подавляющее большинство электронных устройств имеют в своём составе не менее одной печатной платы. Любая печатная плата состоит из самой платы и установленных на ней в один или несколько слоёв электронных компонентов. Существенное уменьшение массогабаритных характеристик электронных компонентов было достигнуто с внедрением технологии поверхностного монтажа. Основным отличием технологии поверхностного монтажа от технологии сквозного монтажа в отверстия – является то, что компоненты монтируются на поверхность печатной платы только со стороны токопроводящих дорожек и для этого не требуются отверстия. Таким образом, плата для схемы является и несущей основой и коммутирующей схемой.

Существенное уменьшение габаритов электронных компонентов, размеров их выводов и расстояний между ними (расстояния между выводами могут составлять десятые доли миллиметра) привело к невозможности реализации процесса производства печатных плат человеком без вспомогательного оборудования. В результате стали внедряться системы повышенной точности, которая достигается отдельным оборудованием во многом за счёт системы компьютерного (технического) зрения.

Процесс поверхностного монтажа в общем виде представляет собой нанесение паяльной пасты или паяльного клея на позиции, на которые будут монтироваться электронные компоненты, установку компонентов на позиции и оплавления паяльной пасты (клея). Первые два этапа предъявляют особые требования точности, так как в случае неточной реализации возможны короткие замыкания и разрывы цепи.

Паяльная паста (клей) наносится на печатную плату либо с помощью трафаретного принтера (серийное и массовое производство) либо с помощью автомата дозирования или встроенной в автомат установки компонентов системы дозирования (единичное и мелкосерийное производство). В последних двух случаях используется система технического зрения (СТЗ).

При использовании автомата дозирования компьютерное зрение применяется для фиксации платы в необходимом положении, которое осуществляется за счёт сканирования встроенной в автомат видеокамерой реперных знаков, расположенных на поверхности печатной платы. Реперные знаки представляют собой размещаемые в углах заготовки

простые геометрические фигуры (круги, квадраты, кресты, ромбы и т.п.) размером 1...5 мм, которые получают в процессе изготовления платы.

В автомате установки компонентов печатных плат СТЗ, помимо позиционирования печатной платы, применяется для точной установки электронных компонентов. Автомат управляется с компьютера и имеет собственное программное обеспечение, в которое загружается печатная плата, спроектированная в САД-системе, и преобразуется в программу обработки, либо же в самой программной среде создаётся программа установки компонентов. В обоих случаях создание программы монтажа основывается на использовании встроенной библиотеки компонентов, содержащей информацию о типах микросхем и других SMD-компонентов, их габаритах, размерах ножек, расстояниях между выводами и т.д. Элементы загружаются в специальные интеллектуальные питатели, которые вставляются в определённые позиции в автомате. Далее, согласно программе обработки, рабочая головка автомата с помощью вакуумного схвата захватывает компонент, переносит его в поле зрения видеокамеры, где происходит его анализ и сравнение с библиотечной моделью для выявления отклонений и задания корректировок, после чего с учётом заданных корректировок компонент устанавливается на печатную плату. Если в автомат установки компонентов интегрирована система дозирования, то по той же программе перед установкой компонентов автомат с помощью закреплённого на рабочей головке дозатора выполняет нанесение паяльной пасты (клея) на участки последующей установки компонентов [1].

Также система компьютерного зрения широко применяется для выявления дефектов паянных соединений. Самые первые методы сводились к тому, что печатная плата анализировалась с помощью СТЗ и ей присваивалась метка «годная деталь» или «брак» без указания конкретной позиции. Далее поиск неисправностей осуществлялся оператором. Более современные системы сводятся к выявлению некачественных соединений на основании машинного обучения, осуществляющегося путём обработки огромного количества снимков. Данный способ более эффективный, однако нестабилен при внедрении в производство новых плат. Также одним из современных способов контроля является внедрение искусственного интеллекта для анализа снимков, полученных с помощью автомата рентгеноскопии плат [2].

1. Богачек, Г.Д. Технология поверхностного монтажа. Автоматическая установка компонентов: учебное пособие / Г.Д. Богачек, И.В. Букрин, В.И. Иевлев; под общ. ред. В.И.Иевлева. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018 – 104 с.

2. Jabbar E., Loubes J.M. Supervised Learning Approach for Surface-Mount Device Production // 4th International Conference, LOD 2018 – Volterra 2018. – 11 p.