

Паяльные системы с динамическим термоуправлением

На протяжении многих десятилетий основной задачей большинства паяльных станций было управление температурой холостого хода наконечника. Однако более важным параметром является температура паяемого контакта, которая в процессе пайки меняется с различной скоростью в зависимости от собственной теплоемкости соединения и теплоемкости наконечника. При этом на легких контактах могут возникать непредсказуемо резкие перепады температур, опасные для печатных проводников и чувствительных компонентов. Современные паяльные системы с динамическим термоуправлением призваны не только поддерживать температуру наконечника, но и управлять динамикой нагрева паяемого соединения, создавая оптимальные условия для работы флюса, формирования контакта и гарантированной безопасности компонентов и проводников.

Дмитрий Колесов

dak@argus-x.ru

Сегодня для реализации динамического термоуправления существуют два метода: естественный и искусственный. Первый подразумевает управление процессом нагрева за счет зако-

нов физики, второй — за счет электронной схемы, которая искусственно воспроизводит работу тех же законов. Характерной особенностью всех «динамических» паяльников является исключительно малый вес, а значит, и теплоемкость наконечника и нагревательного элемента. Большая теплоемкость препятствовала бы точному управлению динамикой нагрева паяльника. Кроме того, облегченные наконечники не накапливают тепла, а следовательно, не создают теплового удара при касании легких контактов или компонентов. И наконец, отсутствие тяжелого нагревателя и наконечника позволило создать намного более эргономичный инструмент (рис. 1).

Типичными и, пожалуй, единственными представителями инструментов с естественным динамическим термоуправлением являются индукционные паяльные системы, получившие широчайшее распространение в последние десятилетия. Рассмотрим их работу на примере индукционной паяльной станции METCAL MX-5000 (рис. 2) компании OK International.

Система MX-5000 построена на базе двухканального блока питания, представляющего собой генератор переменного напряжения 24 В с частотой 13 МГц. Блок снабжен индикатором мгновенной мощности (рис. 3), а также интеллектуальной системой контроля цепи заземления для полной электромагнитной и антистатической защиты. MX-5000 поддерживает работу индукционного паяльника и термомпинцета, предназначенных для монтажа и замены большинства поверхностных компонентов. Вместо наконечников применяются активные картриджи мощностью до 80 Вт.

Основным элементом системы MX-5000 является индуктор — катушка, намотанная непосредственно на наконечник паяльника (рис. 4). Наконечник выполнен из бескислородной меди, обеспечивающей максимальную теплопроводность. Хвостовая часть наконечника имеет ферромагнитное покрытие с определенной температурой размагничивания — известной в физике как точка Кюри. При включении паяльной станции катушка создает постоянно



Рис. 1. Динамический паяльник



Рис. 2. Индукционная паяльная станция METCAL MX-5000



Рис. 3. Индикатор мгновенной мощности станции METCAL MX-5000

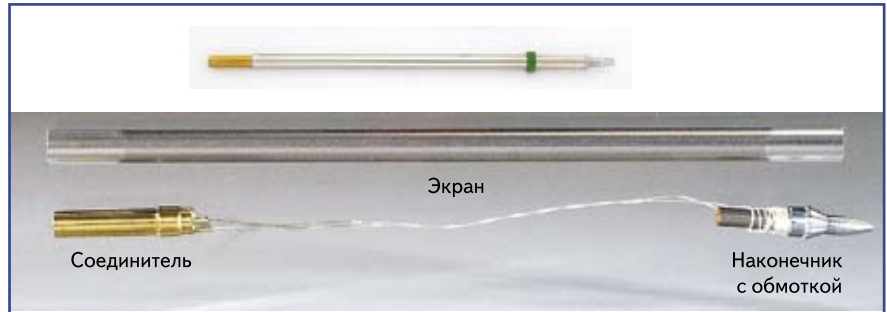


Рис. 4. Картридж-наконечник индукционного паяльника (вместо нагревателя — катушка индуктора, намотанная на наконечник с ферромагнитным покрытием)

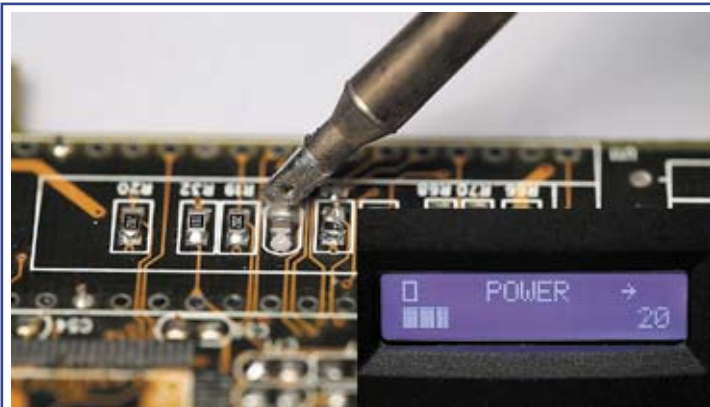
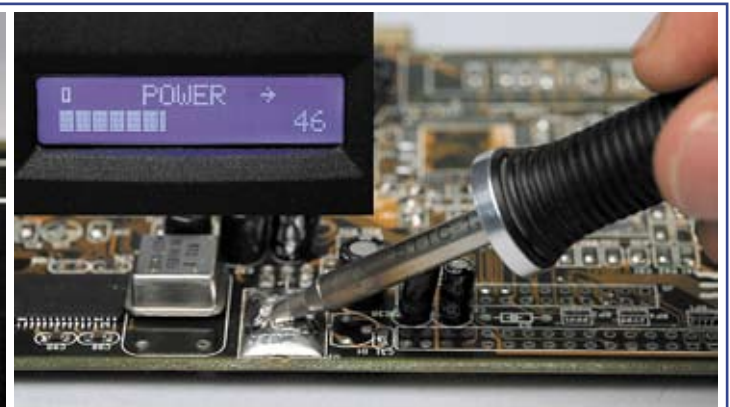


Рис. 5. Изменение мощности динамического паяльника



действующее переменное магнитное поле, наводящее на поверхности наконечника вихревые токи — так называемые токи Фуко.

Поскольку ферромагнитное покрытие препятствует проникновению магнитного поля вглубь наконечника, а также благодаря поверхностному эффекту, токи Фуко протекают только в поверхностном слое, то есть как раз в ферромагнитном покрытии. Из-за большого сопротивления ферромагнетика вихревые токи вызывают интенсивный нагрев наконечника. Через пару секунд после включения достигается температура точки Кюри, при которой ферромагнетик теряет магнитные свойства. Магнитное поле, а следовательно, и вихревые токи, перемещается вглубь наконечника, а поскольку это уже слой чистой меди с незначительным сопротивлением, наведенные токи уже не вызывают нагрева, и температура холодного хода наконечника стабилизируется в точке Кюри.

При малейшем отклонении температуры от точки Кюри во время пайки мгновенно восстанавливаются магнитные свойства ферромагнетика, и нагрев возобновляется. Причем чем больше теплоемкость паяемого контакта, тем больше отклонение от точки Кюри и тем большую мощность будет выдавать паяльник (рис. 5). Так происходит автоматическое управление мгновенной мощностью, вследствие чего скорость нагрева легких и тяжелых контактов уже не зависит от их теплоемкости, как в случае с классическим паяльником, а остается постоянной и определяется только выбором наконечника с определенным ферромагнетиком. За счет законов физики достигается полный контроль процесса нагрева, исключающий резкие перепады температур и обеспечивающий более высокое качество и более безопасную пайку.

Подобный алгоритм работы инструмента может быть реализован и с помощью электронной системы управления с обратной связью, контролирующей не только значение температуры, но и динамику ее изменения. Наиболее ярким примером системы с динамическим управлением являются термоинструменты серии IntelliHeat компании PACE. Серия представлена динамическим паяльником TD100, термопинцетом MT100 и термоэкстрактором TP100 (рис. 6).

Во всех инструментах PACE IntelliHeat наконечник и нагреватель объединены в картридж. Такая конструкция обусловлена тем, что, несмотря на маленький размер и вес наконечника, паяльник должен обеспечить очень высокую теплоотдачу, особенно при работе на толстых многослойных платах. Это стало возможным только за счет объединения наконечника и нагревателя в одну деталь.



Рис. 6. Серия паяльных инструментов PACE с динамическим термуправлением: термопинцет MT100, паяльник TD100 и термоэкстрактор TP100

Поскольку система IntelliHeat контролирует не только температуру, но и мгновенную мощность, появилась возможность увеличить максимальную выходную мощность паяльника TD100 до 65 Вт без риска перегрева компонентов и контактных площадок. В результате инженерам PACE удалось создать легкий и очень эргономичный инструмент, позволяющий работать с платами любой теплоемкости, обе-



Рис. 7. Динамический паяльник PACE TD100 с наконечником «мини-волна»



Рис. 8. Паяльная станция PACE MBT-350 с динамической системой термуправления IntelliHeat

спечающий «правильный» режим нагрева контактов, а следовательно, высокое качество и безопасность ручного монтажа компонентов (рис. 7).

Паяльные станции PACE новой серии, как правило, являются мультисистемными и поддерживают работу не только «динамических» инструментов IntelliHeat, но и классических, с системой точного поддержания температуры SensaTemp. В результате за счет расширенного выбора терминструментов станции PACE наиболее универсальны и подходят для решения практически любых задач по монтажу и замене электронных компонентов. Флагман модельного ряда PACE — трехканальная станция MBT-350 (рис. 8).

Паяльная станция PACE MBT-350 обеспечивает одновременную работу трех терминструментов различного назначения. Это могут быть паяльники, термопинцеты и термомокстраторы в двух вариантах исполнения:



Рис. 9. Картриджи-наконечники PACE с алмазным покрытием для бессвинцовой технологии

с динамической системой термуправления IntelliHeat и классической — SensaTemp. Кроме того, наличие встроенной вакуумно-компрессорной системы позволяет использовать ряд «воздушных» терминструментов, таких как вакуумный паяльник и термофены. Мощность MBT-350 — 80 Вт на каждый канал, точность задания и поддержания температуры — 1 °С. В системе предусмотрена автоматическая компенсация теплопотерь

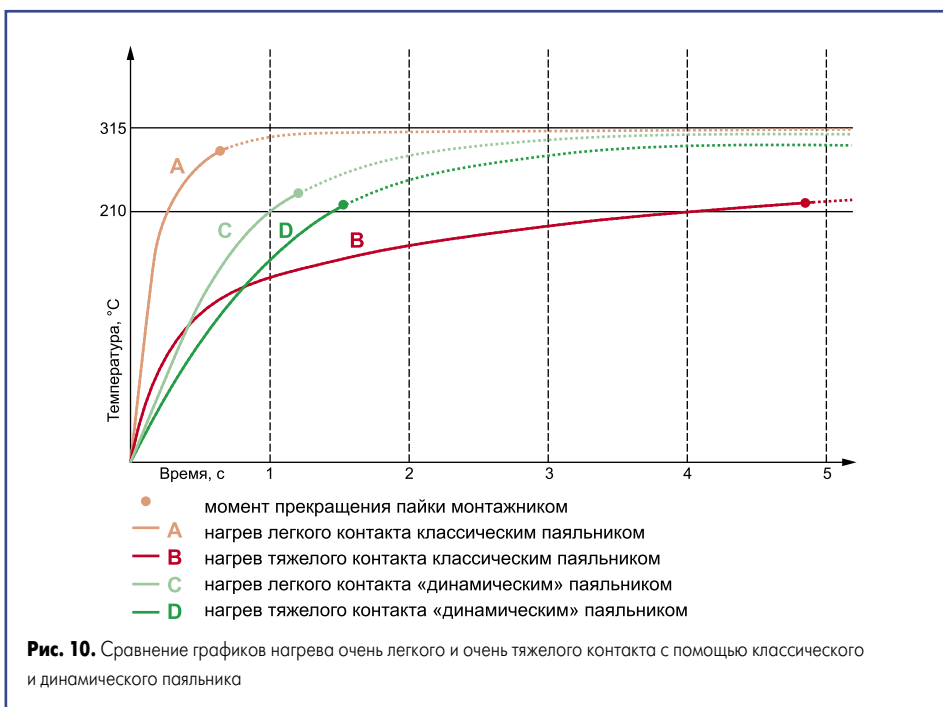


Рис. 10. Сравнение графиков нагрева очень легкого и очень тяжелого контакта с помощью классического и динамического паяльника

наконечников большого размера, переход в «спящий» режим и автоматическое отключение питания.

Последним достижением компании PACE стал выпуск картриджей-наконечников с алмазным напылением для бессвинцовой технологии (рис. 9). Предназначены они для динамического паяльника PACE TD100. Жесткость поверхности наконечника новой серии достигается не за счет слоя железа, которым традиционно покрывают медную заготовку перед хромированием, а за счет тончайшего алмазного слоя, обладающего намного более высокой теплопроводностью, чем толстый слой железа, при одинаковых прочностных характеристиках. За счет повышенной теплоотдачи эти наконечники позволяют выполнять пайку бессвинцовым припоем при более низкой температуре наконечника, что существенно продлевает ресурс наконечника в бессвинцовой технологии.

Несмотря на различный технологический подход, паяльные системы обеих марок — и PACE, и METCAL — решают одну и ту же задачу: управление всем процессом нагрева паяемого соединения, а не только температурой холостого хода паяльника. Для демонстрации работы «динамического» инструмента в сравнении с классическим паяльником с массивным наконечником на рис. 10 приведены графики нагрева очень легкого и очень тяжелого контакта, полученные в ходе исследований компанией OK International. На графике видно, что в момент касания контакта энергия, накопленная в классическом наконечнике, выливается на легкий контакт, вызывая лавинный нагрев, и контакт достигает температуры растекания припоя за долю секунды, что не позволяет монтажнику вовремя заметить момент растекания и прекратить пайку, отведя инструмент. Это может привести к локальному перегреву, повреждению чувствительных компонентов и вскипанию флюса. «Динамический» паяльник, напротив, дает быстрый, но плавный нагрев, позволяющий монтажнику осуществить визуальный контроль, увидеть момент растекания припоя и своевременно отвести инструмент. Даже если он не прекратит пайку вовремя, вероятность перегрева очень мала, так как опасных температур контакт достигнет только через несколько секунд, а так долго никто держать паяльник на контакте не будет.

При пайке тяжелого соединения классический паяльник, исчерпав накопленный запас энергии, начинает «тормозить», слишком затягивая процесс, что приводит к образованию интерметаллидов и началу коррозионных процессов. Динамический же инструмент, обладая более высокой теплоотдачей, нагревает тяжелый контакт до температуры пайки без задержки и примерно с той же скоростью, что и легкий. Таким образом, современные терминструменты с динамическим термуправлением обеспечивают оптимальный режим нагрева для качественной и безопасной пайки компонентов.

Уважаемые коллеги, говоря о ручном монтаже, необходимо напомнить, что паяльные



Рис. 11. Задымление при пайке с выключенным и включенным дымоуловителем VOFA

работы связаны с выделением крайне вредных для человека веществ. Существует заблуждение, что пайка бессвинцовым при-

поем безопасна для монтажника, однако это не так, поскольку большую часть вредных компонентов выделяет не припой, а флюс.

Пожалуйста, не выполняйте пайку без дымоуловителя (рис. 11), подумайте о вашем здоровье и об окружающей среде!