

Nowoczesne piece lutownicze

O jakości montażu urządzeń elektronicznych w znacznym stopniu decydują urządzenia wykorzystywane do rozkładania elementów i ich lutowania. Przy produkcji płytek elektronicznych podstawowym urządzeniem decydującym o jakości lutowanych połączeń jest piec lutowniczy. Nadchodzące wprowadzenie dyrektywy WEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) odnoszącej się do segregacji zużytego sprzętu elektronicznego oraz dyrektywy RoHS (Restriction on Hazardous Substances) zakazującej stosowania ołowiu spowodowało, że wśród firm produkcyjnych wzrosło zainteresowanie nowoczesnymi piecami lutowniczymi. Nieco informacji ułatwiających podjęcie decyzji publikujemy w artykule.

Podstawowe pytania, na które każda firma stara się znaleźć odpowiedź zanim podejmie decyzję o wyborze dostawcy, to:

- Jaki system grzewczy należy wybrać?
- Jak duży piec jest potrzebny?
- Czy do lutowania jest wymagany azot?

Profil temperaturowy

Dokonując wyboru pieca lutowniczego musimy pamiętać, że jest on nam potrzebny do zapewnienia utrzymania prawidłowego profilu temperaturowego. Profil ten jest przygotowany dla określonego stopu lutowniczego występującego najczęściej w postaci pasty lutowniczej, która ma zapewnić stabilne połączenie elementów elektronicznych z podłożem znajdujących się na płytce PCB.

Profil składa się z kilku faz decydujących o jakości lutowanych połączeń. Poprawnie przygotowany profil temperaturowy jest dostosowywany do pasty lutowniczej. Zrozumienie



zagadnień związanych z jego przygotowaniem pozwoli na sformułowanie odpowiedzi na pytanie, jaki piec lutowniczy należy wybrać.

Faza wstępnego ogrzewania

Faza wstępnego ogrzewania zaczyna się w odniesieniu do lutowia bezołowiowego od temperatury 130...145°C i kończy na temperaturze około 175°C. Powinna trwać przynajmniej jedną minutę, aby przygotować płytkę PCB oraz elementy elektroniczne do fazy lutowania i nie może przekraczać dwóch minut. Przekroczenie tego czasu spowoduje, że topnik zawarty w paście odparuje w wyniku czego uzyskamy lutowane połączenie bardzo niskiej jakości. Zaleca się tak przygotować tę fazę aby temperatura narastała z prędkością 1,5°C na sekundę. Należy pamiętać, że aktywacja topnika zaczyna się w temperaturze 140...150°C. Temperatura 175°C powinno zostać osiągnięta bezpośrednio przed rozpoczęciem fazy lutowania.

Faza lutowania

Faza lutowania powinna trwać około 20...25 sekund. Temperatura ustawiona dla fazy lutowania powinna być wyższa o około 18...25°C od temperatury topnienia pasty lutowniczej. Aby uzyskać prawidłowe lutowane połączenie zaleca się tak przygotować profil temperaturowy aby czas w którym nastąpi aktywacja topnika zawartego w paście do czasu zakończenia fazy lutowania wynosił przynajmniej 40 sekund.

Faza schładzania

Faza schładzania w dużym stopniu wpływa na właściwości mechaniczne uzyskanych połączeń. Zalecaną wartością graniczną fazy schładzania są 3°C na sekundę. Zbyt gwałtowne schłodzenie prowadzi do przesunięcia elementów na płytce a w skrajnych przypadkach do uszkodzenia elementów elektronicznych.

Profil temperaturowy – liniowy lub skokowy (ramp – soak – peak)

O wyborze profilu temperaturowego decydują właściwości pasty lutowniczej oraz możliwości techniczne pieca lutowniczego. Przyrost temperatury powinien następować stopniowo. Przy zbyt gwałtownej zmianie temperatury istnieje niebezpieczeństwo zniszczenia elementów elektronicznych lub możliwości ich przesunięcia na płytce PCB. W obu przypadkach płytka jest niesprawna i wymagana jest jej naprawa, co wpływa na końcowy efekt ekonomiczny. Zaleca się tak przygotować profil aby narastanie temperatury następowało liniowo. Profil liniowy można łatwo przygotować w piecach wyposażonych w transporter, na którym umieszcza się płytki z naniesionymi elementami elektronicznymi. Przemieszczają się one przez kolejne komory grzewcze. Przy piecach nie posiadających transportera często przygotowuje się profil RSP. W przypadku takiego profilu należy dążyć aby różnica temperatury nie przekraczała 100°C. Karty katalogowe najpopular-

niejszych na rynku past lutowniczych takich jak Amtech, Koki, Alphametal oraz konstrukcje nowych pieców lutowniczych wskazują, że zalecany będzie liniowy profil temperaturowy. O wyborze profilu temperaturowego decyduje rodzaj pasty lutowniczej.

Parametry techniczne opisujące piec lutowniczy

Rodzaj transportera. Pracując z pojedynczą płytką PCB wystarczającym jest transporter łańcuchowy (fot. 1). Przy pracy z płytkami podwójnymi, jeśli zostaną pominięte rozwiązania zastępcze, zaleca się transporter wyposażony w prowadnice. Przy montażu dwustronnym zaleca się wykorzystać podpórki dla płytek PCB. Montowane są centrycznie pod płytką dzięki czemu zapobiegają przed jej wygięciem. Obecnie transporter łańcuchowy jest standardem. Prowadnice oraz podpórki stanowią wyposażenie opcjonalne.

Szerokość transportera. O szerokości transportera decydują wymagania związane z wielkością płytki PCB. Obecnie oferowane piece posiadają standardową szerokość od 300 do 400 mm.

Długość tunelu grzewczego. Długość tunelu jest parametrem, który jest dobierany w zależności od prędkości automatu układającego elementy elektroniczne na płytce PCB. Obliczenie długości tunelu jest proste i zależy od kilku czynników. Jeśli zostanie założone, że automat montażowy produkuje jedną płytkę elektroniczną o formacie A4 na minutę a odległość pomiędzy poszczególnymi płytkami wynosi 5 cm, to piec powinien umożliwić przeprowadzenie procesu lutowania z prędkością 35 cm na minutę. Jeśli zostanie przyjęte założenie że czas przygotowanego profilu temperaturowego wynosi około 5 minut to minimalna długość tunelu powinna wynosić $35 \times 5 = 140$ cm. Jeśli zakupiony zostanie dłuższy piec lutowniczy wtedy w celu ochrony płytki elektronicznej przed przegrzaniem należy zwiększyć prędkość transportera.

Liczba komór grzewczych. Rozpatrując zagadnienie związane z liczbą komór grzewczych w piecu lutowniczym należy wcześniej odpowiedzieć sobie napytanie ile komór jest potrzebnych aby poprawnie przeprowadzić wcześniej przygotowany profil temperaturowy. Duże piece posiadają 6 lub 10 komór grzewczych. W praktyce w kilku z nich jest ustawiona

taka sama temperatura. Podzielenie jednej dużej komory na kilka mniejszych ułatwia utrzymanie ustawionej temperatury na stałym poziomie. Teoretycznie wystarczyć mogą tylko trzy strefy: dwie wstępnej ogrzewania (przejście z temperatury 130°C do 175°C), faza lutowania (około 240°C) oraz faza schładzania, która jest strefą dodatkową. W praktyce wykorzystując trzy strefy utrzymanie dokładnej temperatury jest bardzo trudne. Zalecanym rozwiązaniem są cztery komory grzewcze oraz jedna komora schładzająca. W trzech pierwszych następuje stopniowy wzrost temperatury od wartości 130°C do 175°C (*ramp – soak – soak*). W czwartej nastąpi faza lutowania (*pik*). Piec posiadający cztery komory grzewcze spełnia wymagania jakie stawia lutowie bezołowiowe. Stałe dążenie do wyrównania wartości temperatury na krańcach każdej strefy (przenikanie temperatury) powoduje, że profil temperaturowy jest zbliżony do liniowego.

Strefa schładzania. Powinna umożliwiać schładzanie płytki PCB z prędkością od 1°C do $2,5^{\circ}\text{C}$ na sekundę. W celu ochrony elementów elektronicznych przed wyładowaniami elektrostatycznymi strefa schładzania powinna być wyposażona w jonizator powietrza.

Azot?

Lutowanie w osłonie azotu pojawiło się wraz topnikiem typu *no clean*. Początkowo zastosowanie tego rodzaju topnika wymagało lutowania w osłonie azotu, aby uzyskać połączenia o dobrych parametrach mechanicznych i elektrycznych. Obecnie produkowane pasty typu *no clean* zapewniają poprawne lutowane połączenie bez wymagania stosowania azotu. Jest to bardzo ważne, ponieważ stosowanie azotu jest znaczącym obciążeniem finansowym.

Podczerwień

Wzrost temperatury lutowania związany z wprowadzeniem lutowia bezołowiowego spowodował, że różnica pomiędzy temperaturą graniczną powyżej której może nastąpić zniszczenie komponentów a temperaturą lutowania znacznie się zmniejszył. Kolejnym elementem jest dążenie do uzyskania jednej stałej temperatury rozłożonej równomiernie na całej powierzchni płytki. Jest to możliwe do uzyskania tylko w piecach konwekcyjnych wykorzystujących system grzałek. Temperatura będzie taka sama na powierzchni układu scalonego (czarna obudowa) oraz na powierzchni punktu lutowniczego (jasna, srebrna powierzchnia). Pojawienie się na rynku wtórnym bardzo dużej liczby pieców lutowniczych wykorzystujących podczerwień z jednej strony, oraz ich zniknięcie z oferty liczących się producentów urządzeń wykorzystywanych przy produkcji elektroniki, powinna skłonić zakłady produkcyjne myślące o nowych inwestycjach do rozważenia zalet oraz wad każdego z rozwiązań.



Fot. 1. Transporter łańcuchowy „niosący” lutowaną płytkę drukowaną

Podsumowanie

Dokonując zakupu pieca należy pamiętać aby posiadał on możliwość przygotowania profilu temperaturowego za pomocą własnego oprogramowania. Liczba komór grzewczych powinna być nie mniejsza niż 3 choć zalecaną liczbą wpływającą na jakość przygotowanego profilu temperaturowego są 4 komory grzewcze. Firmy myślące o produkcji płytek dwustronnych powinny zaopatrzyć się w transporter z prowadnicami oraz centryczną podporą dla płytki PCB. Dokonując zakupu pieca lutowniczego pamiętajmy, że jest to inwestycja obliczona na około 10 lat.

Dodatkowe informacje

Dystrybutorem jest TME Electronic Components
93-350 Łódź, ul. Ustronna 41, www.tme.pl,
tel. (42) 645 55 35, e-mail: tme@tme.pl