

Odpowiednie zarządzanie kąpielą lutowniczą zapewnia stabilny proces lutowniczy

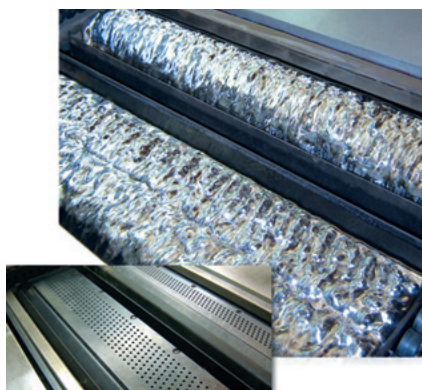
Zarządzanie kąpielą lutowniczą jest procesem ciągłym, który nigdy nie dobiega końca i wymaga stałej kontroli w celu zagwarantowania jakości. Nie jest to zadanie proste, bo współzależność zastosowanych materiałów, narzędzi oraz obowiązujących przepisów i aspektów ekonomicznych w produkcji elektroniki sprawia, że efektywne zarządzanie kąpielą lutowniczą dla utrzymania stopów lutowniczych w stanie równowagi wymaga od producenta zwrócenia uwagi na wiele szczegółów.

Stosowany w procesie lutowniczym stop lutowniczy miękki rozpuszcza w zróżnicowanym stopniu powłoki metali na płytkach drukowanych i komponentach. Natężenie tego procesu oraz wynikający z niego stopień zanieczyszczenia stopu jest uzależnione od temperatury lutowania, czasu zwilżania, wielkości tygła, wybranych narzędzi oraz zastosowanego stopu. Wyższa agresywność bezołowiowych lutów miękkih w porównaniu ze stopami ołowiowymi i związane z tym silniejsze działanie rozpuszczające wobec innych metali, to czynniki sprawiające, że zmiany w składzie kąpeli lutowniczej zachodzą w tym przypadku szybciej.

Uwzględniając wymagania nakładane przez obowiązujące przepisy i aspekty ekonomiczne, efektywne zarządzanie kąpielą lutowniczą staje się nieodzowne, by utrzymywać stop w stanie równowagi. Stan równowagi oznacza w tym przypadku nie przekraczanie granic składu chemicznego, powyżej lub poniżej których staje się konieczna ingerencja. Inaczej mówiąc chodzi o minimalizację prawdopodobieństwa wystąpienia wad oraz aby nie zmieniały się właściwości samych lutów i tym samym zagwarantowana została stabilna jakość procesu lutowania.



Fot. 1. Znajdujący się w stanie równowagi stop lutowniczy minimalizuje ryzyko wystąpienia błędów i podnosi standard jakości



Fot. 2. Ukazane na zdjęciu łączenie komponentu z płytką skutkuje zmianą składu stopu. Aktywne zarządzanie kąpielą lutowniczą może jednak przywrócić sytuację do normy

Pobieranie próbek

Proces kontroli rozpoczyna się od regularnego pobierania próbek, niemniej już na tym etapie kryją się pierwsze zagrożenia. Jeśli czynność ta nie zostanie wykonana poprawnie, wyniki analizy mogą mieć wątpliwą wartość i nawet zastosowanie najlepszych metod analitycznych nie będzie w stanie tego zmienić. Zazwyczaj do pozyskania próbek korzysta się z czystego czerpaka. Podobnie jak w przypadku wszystkich narzędzi, należy pamiętać o ścisłym rozgraniczeniu pomiędzy liniami produkcyjnymi, które odpowiednio zawierają i nie zawierają ołowiu. W związku z tym sugeruje się użytkowanie dwóch czerpaków do pobierania próbek zamiast jednego.

Po ok. 2–3 godzinach, gdy instalacja osiągnie stan stabilny i tym samym lut zostanie w jednorodny sposób wymieszany, po-

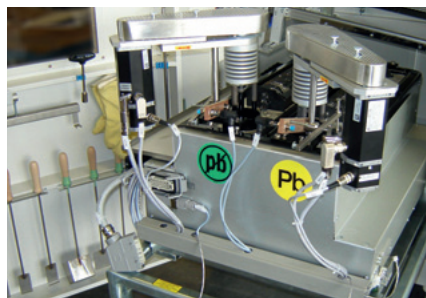
bia się próbkę z centralnego punktu kąpeli lub bezpośrednio z fali. Następnie próbka przelewana jest do zimnej formy. W dalszej kolejności jest ona opisywana (typ maszyny, stop, data poboru) i wysyłana do laboratorium firmy Stannol w Velbert. Po odpowiednim przygotowaniu, jej skład jest identyfikowany w spektrometrze iskrowym najwyższej klasy. Z reguły klienci otrzymują wyniki analizy drogą mailową w ciągu 24 do 72 godzin, licząc od momentu wpływu próbki do laboratorium.

Działania po wykryciu nieprawidłowości

Świadectwa analizy firmy Stannol zawierają informacje o składzie kąpeli lutowniczej oraz podają zalecane specyficzne dla danego stopu granice tolerancji. Jeśli wyniki pomiarów nie odpowiadają uprzednio określonym zaleceniom, odchylenia zaznaczone są w różnych kolorach. Wartość oznaczona na czerwono wymaga konieczności podjęcia natychmiastowych działań korygujących lub naprawczych.

Ponieważ jednak granice nie są w żaden sposób normatywnie uregulowane, w gestii osoby odpowiedzialnej leży potencjalna decyzja o podjęciu czynności. Żadna z norm nie mówi bowiem o tym, jakie zanieczyszczenia mogą znajdować się w kąpeli lutowniczej i w jakiej ilości. Jedynie amerykański standard Joint Industry Standard 001F zawiera opracowane pod tym kątem wytyczne.

Płytki z obwodami drukowanymi, komponenty oraz rzadziej poddane obróbce elektroerozyjnej narzędzia, zmieniają wraz z upływem czasu skład sto-



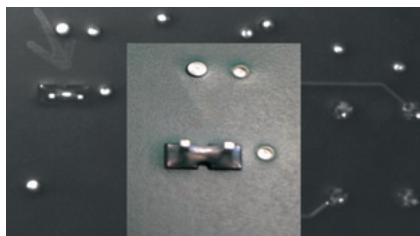
Fot. 3. Nieostrożność w trakcie produkcji mieszanej w podwójnym tyglu lutowniczym może skutkować fatalnymi w skutkach zanieczyszczeniami

pu lutowniczego często w takim stopniu, że konieczne jest przerwanie procesu i interwencja operatora. W stopie pojawiają się najczęściej pierwiastki takie jak: miedź, srebro, złoto, nikiel, po części również ołów, niemniej zmiany w stężeniu tych oraz innych metali mogą często skutkować pojawieniem się defektów lutowniczych. Oznacza to, że w momencie stwierdzenia przekroczenia granic tolerancji któregoś ze składników kąpeli, należy przystąpić do korekty, by zapobiec problemom jakościowym. Korekta oznacza częściową wymianę kąpeli lub jej napełnienie tzw. stopem „refill” (stopem uzupełniającym).

Stopy bezołowiowe i miedź

Jednym z wyzwań związanych z zastosowaniem stopów bezołowiowych jest regulacja zawartości miedzi. Powyżej 0,85% zawartości tego pierwiastka zwiększa się zagrożenie związane z formowaniem mostków, kruchością połączeń i podwyższeniem temperatury likwidusu. Za pomocą ubogich w miedź substytutów można zrekomensować wzrost stężenia miedzi powstały w kąpeli w efekcie ługowania i sprawić, że formowanie się mostków lutowniczych jest zminimalizowane. W rzadkich sytuacjach, w szczególności w strefach zimnych i w niskich temperaturach procesowych, zachodzi gromadzenie się intermetalicznych, trudnorozpuszczalnych faz w kształcie sopli (Cu₆Sn₅). Ich usunięcie jest możliwe jedynie poprzez ręczne zdjęcie kożucha lub kompletne opróżnienie wsadu wanny.

Dyrektywa RoHS zabrania stosowania stopów lutowniczych, w których zawartość miedzi przekracza 0,1%. Jeśli mimo to dochodzi do występowania zanieczyszczeń, oznacza to najczęściej, że ich źródłem są montowane kompo-



Fot. 4. Podwyższone stężenie miedzi w wannie lutowniczej zwiększa zagrożenie wystąpienia zwarcia elektrycznego

nenty. W skrajnych przypadkach może też dojść do nieumyślnego i nieprawidłowego napełnienia kąpeli lutowniczey. Gdy produkcja musi być realizowana zgodnie z wytycznymi dyrektywy RoHS, nie pozostaje wtedy nic innego, jak wymiana lub natychmiastowe rozcieńczenie wsadu kąpeli.

Zanieczyszczenia kąpeli lutowniczej

W stopach na bazie cyny i miedzi wysoki poziom srebra jest czymś niepożądanym, gdyż zanieczyszczenia te mogą skutkować zmatowieniem powierzchni. Nikiel, z kolei, to pierwiastek, który jest częścią składową stopów mikrodomieszkowanych. Uznaje się go za pierwiastek wpływający na rozdrobnienie struktury oraz minimalizujący ługowanie miedzi. Sytuacja staje się jednak niebezpieczna, gdy jego stężenie przekracza 0,1%, gdyż może to prowadzić do kłopotów ze zwilżalnością.

Rosnące stężenie złota (od ok. 0,1%) powoduje, że lut nabiera konsystencji pastowatej i traci połysk. Jeszcze większe stężenie tego pierwiastka skutkuje kruchością połączeń.

Prawdziwie problematycznym pierwiastkiem jest żelazo. Zanieczyszczenie kąpeli lutowniczej żelazem może trwać przez dłuższy czas, bez jakichkolwiek oznak. Korozja pomp, dysz i pozostałych narzędzi przebiega pod powierzchnią kąpeli lutowniczej i w efekcie często pozostaje niezauważona a rozpuszczone składniki są dystrybuowane bardzo niejednorodnie. Ponadto żelazo ma również skłonność do segregacji w próbkach, co utrudnia jego wykrycie oraz ilościowe oznaczenie zawartości. Stężenia żelaza przekraczające ok. 0,3% są przyczyną kruchych połączeń lutowniczych i ziarnistego wyglądu lutu.

Dodatkowym utrudnieniem kontroli wsadu jest fakt, że materiały stosowane do budowy instalacji, przykładowo chrom i tytan, nie są objęte standardo-

wą ofertą analityczną laboratoriów producentów stopów lutowniczych. Dlatego rozsądnym rozwiązaniem jest regularne kontrolowanie narzędzi pod kątem uszkodzeń oraz, gdy zajdzie taka potrzeba, wymiana narzędzi na nowe.

Cynk, kadm i glin to z kolei pierwiastki silnie utleniające się. Oznacza to, że już niewielka zawartość tych pierwiastków prowadzi do powstawania tlenków, których stężenie rośnie na powierzchni. Już nawet znikome stężenia, przekraczające 0,005%, mogą być przyczyną defektów w procesie lutowania.

Arsen z kolei to pierwiastek redukujący zwilżalność, którego stężenie, przekraczające 0,05%, jest argumentem przemawiającym za wymianą stopu.

Wysoka zawartość bizmutu, podobnie jak ma to miejsce w przypadku ołowiu, powoduje matowienie powierzchni. Nawet jeżeli bizmut zapewnia między innymi lepszą wytrzymałość cieplną, należy unikać sytuacji, gdy jego obecność jest połączona ze zwiększonym stężeniem ołowiu, gdyż może to prowadzić do odrywania menisków lutowniczych.

Z kolei antymon, który w lutach miękkich zwiększa wytrzymałość na rozciąganie, w stężeniu przekraczającym 0,5% może negatywnie wpływać na szybkość zwilżania.

Indywidualność procesów

Nadzorowanie kąpeli lutowniczej wymaga sporej uwagi. Trudno o uniwersalne zalecenia odnośnie częstotliwości analiz, gdyż każdy proces ma swój indywidualny charakter. Częstość analiz powinna być dostosowana do liczby lutowanych płyt z obwodami drukowanymi oraz stopnia zużycia lutu. Rozsądnym rozwiązaniem, przynajmniej w początkowej fazie, jest zwiększenie częstości analiz po dokonaniu modyfikacji procesu lutowania. Nasi klienci mogą korzystać z usług związanych z bezpłatną analizą kąpeli lutowniczej oraz ze wsparcia technicznego firmy Stannol na każdym etapie procesu.

Christian Czapiewski

Wyłączny dystrybutor produktów Stannol na polskim rynku



A member of the Bluestar Group

Milar Sp. z o.o.

tel. 22 755 85 21, faks 22 755 80 09
milar@milar.pl, www.milar.pl