



SMT RYCHLÉ TIPY: VÝBĚR PŘETAVOVACÍ PECE

Robert Voigt, DDM Novastar

Výběr přetavovací pece

Existuje několik různých přetavovacích metod pro zkapalněnou pájku kontrolovaným způsobem a ne všechny z nich lze doslova nazvat "pece".

Například nejjednodušší forma ohřevu se provádí vedením, tj. kontaktem s vyhřívaným povrchem, jako je horká deska. Další způsoby zahřívání se obvykle provádějí v komoře (peci), ale spoléhají na různé způsoby zahřívání:

1. Konvekce: Desky s osazenými součástkami procházejí ohřátým, cirkulujícím vzduchem z konvenčního elektrického zdroje tepla.
2. Infračervené (IČ): Desky jsou vedeny uvnitř komory přes přímý IČ zdroj tepla.
3. Fáze páry: Pára se vytváří zahříváním kapaliny se specifickým bodem varu (240 °C) a přenáší teplo na desku plošných spojů těsně nad bodem tání pájky.

Otázka: Jakou velikost potřebuji? Odpověď: Kolik zón si můžete dovolit?

Vypadá to jako podivný způsob, jak zahájit diskusi o přetavovacích pecích, ale není to úplně nepřiměřené. Stejně jako u každého složitého procesu bude existovat kompromis mezi náklady a schopnostmi a více zón vám vždy poskytne lepší flexibilitu a větší kontrolu nad vaším profilem, ale za peníze. Rozhodnutí musí být kvalifikováno především na základě vaší předpokládané propustnosti, tj. kolik desek zpracováváte za den nebo týden.

Existují i další aspekty, jako je velikost desky, hustota součástek a vhodná tepelná technologie, ale my o nich budeme mluvit po zjištění objemu pracovního toku. Toto je vodítko pro zóny týkající se typických potřeb objemu:

Výrobní kapacita desek	Typ/zóny	Typický cenový rozsah
1 – 5 desek/den	Jednoduchá nebo dvojitá horká deska; bez zón	25.000 – 50.000 Kč
12 – 15 desek/den	Dávková pec, jedna zóna	60.000 – 150.000 Kč
100 desek/den**	Dopravníková 3-zónová pec	250.000 – 370.000 Kč
Přes 100 desek/den	Počet zón závisí na rychlosti a výrobním objemu	Do 5.000.000 Kč

** V typickém světě výroby malého a středního objemu splňuje nejzákladnější požadavky malá dopravníková horizontální konvekční pec.

Nyní pro vysvětlení. Typická pájecí operace v dnešním světě vyžaduje tři hlavní stupně pro profilování teploty: přehřátí, máčení a přetavení k provedení těchto funkcí: 1) Přehřívací fáze po určitou dobu na aktivací teplotu, 2) fáze máčení po jinou dobu k aktivaci pájky, a 3) fázi přetavení, kde teploty vrcholí ještě v jiném časovém rámci. Poté je deska typicky ochlazená a odstraněna. V závislosti na materiálu, například olovnatých, bezolovnatých nebo speciálních materiálech, jako jsou epoxidy, se bude teplotní profil pro každou fázi lišit podle specifikací výrobce, aby se dosáhlo optimálního spojení.

VEDENÍ

U horké desky (zařízení s přímým kontaktem) je téměř nemožné dosáhnout tří diskretních stupňů s jakoukoli přesností, takže tato technika je doporučena pouze pro fandky, kteří denně vyrábějí pár desek a nezatěžují se teplotním profilem. Dvojitá horká deska může být o něco lepší, protože uživatel může přednastavit teploty se dvěma digitálními teplotními regulátory a může ručně přesunout desku plošných spojů z jedné desky na druhou na určitou dobu, aby dosáhl každé fáze. Žádná horká deska však není technicky profesionální metodou.



Obr. 1: Dvojitá horká deska

Výhody: Cena

Nevýhody: Nízký objem; žádná schopnost teplotních profilů, tedy žádná přiměřená kontrola kvality

KONVEKCE

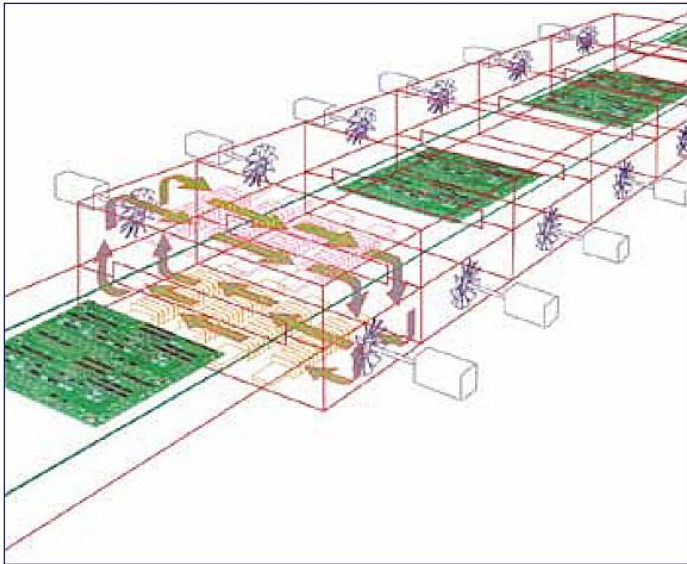
Jednozónové dávkové pece mohou zlepšit kvalitu a rychlost díky vestavěnému vícestupňovému regulátoru teploty. Tento systém je vhodný pro seriózní fandky, zákazníky s vědomím rozpočtu nebo zkušební laboratoře. Funguje tak, že přednastaví teploty pro každou fázi, vloží desku do pece, zavře víko a po dokončení desku vyjme. Přidání jednorázového nebo vícenásobného výsuvného držáku desek pomáhá připravit jednu desku k zasunutí, jakmile je hotová předchozí deska, a eliminuje tak potřebu otevřít víko. Je zřejmé, že tato technika je omezena rychlostí, ale také velikostí, protože dávkové pece obvykle zpracovávají desky pouze do velikosti 300 x 300 mm.

Výhody: Levná; stejná ovladatelnost pro olovnaté a bezolovnaté profily; malý půdorys (stolní); nízká spotřeba energie

Nevýhody: Maximální velikost desky 300 y 300 mm; omezená schopnost vytváření profilů díky konstrukci jediné tepelné zóny; nízký výrobní objem

Dopravníkové pece s více zónami,

počínaje třemi zónami pro dosažení každé fáze předeřevu, namáčení a přetavené jsou nejlepším řešením pro jakýkoli typ objemu výroby. Zajišťují úplnou kontrolu teploty a načasování každé fáze. Každá deska se pohybuje na dopravníku konstantní rychlostí a tráví v každém stádiu v závislosti na délce zóny (nebo střídavě na počtu zón) tolik času, aby se dosáhlo dokonalé rychlosti náběhu teploty materiálu, hustoty a geometrie desky .

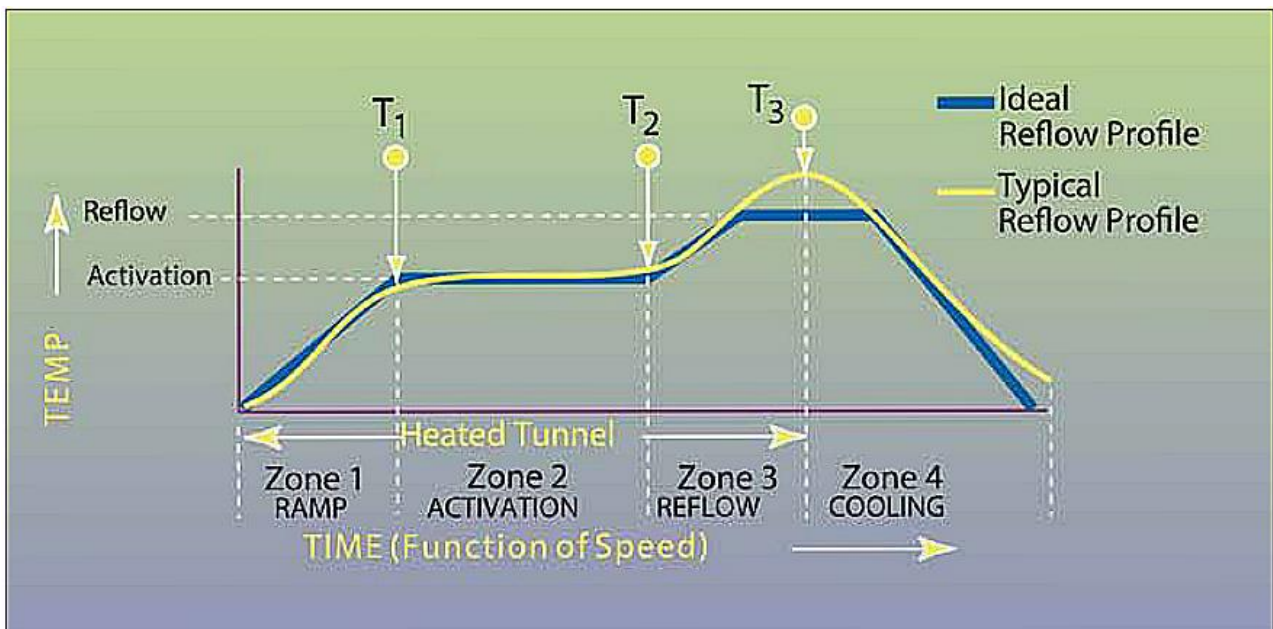


Výhody: Ekonomický výrobní systém pro > 100 desek / den; obvykle pojme velikosti desek až 300 x 300 mm; nabízí přesnou regulaci náběhových teplot pro zvládnutí nejběžnějších olovnatých a bezolovnaté pájecích profilů; lze snadno konfigurovat tak, aby fungoval na různých profilech desek, což je důležitá funkce pro smluvní výrobu.

Nevýhody: dražší než jiné metody

Obr.2: Pec s více zónami s konvekčním ohřevem

Nyní zpět k původní otázce: Proč je vždy dobré koupit tolik zón, kolik si můžete dovolit? Nebo spíše, kdy budete potřebovat v peci více než tři zóny?



Obr.3: Schéma diskretních zón v dopravníkové peci

Odpověď je funkcí toho, jak velkou flexibilitu potřebujete při montážní operaci, a to je dáno ovladatelností, efektivitou výrobního objemu a náklady. Více zón spolu s větší délkou poskytne větší flexibilitu při zpracování složitějších profilů, větší hustoty součástek desek a vyšší rychlosti (počet zpracovaných desek). Obecně platí, že teplota rampy nesmí pro správné profilování překročit 2 až 4 °C za sekundu, takže větší flexibilita zóny poskytne lepší kontrolu.

Větší pece lze také postavit s dalšími funkcemi, jako je schopnost zvládnout větší geometrie desek a speciální schopnosti, jako je oboustranné pájení. Pro operátora smluvních montážních sestav, který zpracovává širokou škálu produktů, poskytuje více zón schopnost zachytit více zakázek, kterých nemohou konkurenti s menšími pecemi dosáhnout.

OHŘEVNÉ TECHNOLOGIE

Bez ohledu na technologii používanou pro ohřev desek je primárním cílem regulovat teplotní profil, aby se zabránilo nežádoucím podmínkám - například:

1) Tombstoning (stav, který způsobuje, že součástka vstane v důsledku mikroexplozí v pájce); 2) Delaminace substrátu (částečné oddělení vrstev materiálu desky plošných spojů, podobně jako puchýře); a 3) Špatná přilnavost / kontakt způsobený přehřátím a nedostatečným zahřátím.

Obvykle existují tři hlavní metody používané pro ohřívání v přetavovacích pecích. Jsou to:

1. Parní fáze
2. Infračervené
3. Konvekce

Parní fáze

Parní fáze je jednoduchý a spolehlivý způsob pájení. Složité komponenty a sestavy lze zpracovávat v malém procesním okně, ale stojí to peníze, takže před rozhodnutím o nákupu pochopte proces a co je v něm zahrnuto.

Zahřívání v parní fázi se provádí vsádkovým způsobem za použití speciální kapaliny s velmi specifickou teplotou odpařování 116 °C, čímž se zajistí, že se materiály nikdy nepřehřívají a nepoškozují. Díly jsou umístěny v jediné komoře nad kapalinovou lázní, která je potom zahřívána, aby se vytvořila pára v dokonalém bodu tání pájky. Deska je obalena parou, aby se v průběhu času dosáhlo prohřátí a přetavení, a teplota v komoře se sníží, aby pára kondenzovala zpět do kapalně lázně. Díly se poté vyjmou a nahradí novou deskou (nebo sadou desek).

Galden[®], patentovaná kapalina pro přenos tepla od společnosti Solvay, je nejoblíbenějším materiálem, obvykle používaným v těchto procesech, a je poměrně drahá, i když většina materiálu na konci ohřívacího cyklu kondenzuje zpět do lázně, takže může chvíli vydržet. Parní fáze je velmi předvídatelná metoda zahřívání, ale protože se jedná o velmi drahý systém, je vhodnější pro extrémně přesné aplikace, jako je elektronika MIL.

Výhody: Velmi přesná regulace teploty; eliminuje potřebu profilu založeného na hmotnosti nebo velikosti produktu; vyžaduje méně celkového programování, protože jedna receptura vyhovuje všem.

Nevýhody: Velmi vysoké náklady, až 2 500 000 Kč proti srovnatelné konvekční peci za 375 000 Kč; materiál velmi drahý; typicky dávkový proces pouze s pomalými dobami cyklu (10-20 min / cyklus versus 4-5 minut pro konvekci).



Obr.4: Pec pro přetavování v parách, ukazující desku, zavěšenou nad ložem s tekutinou, která přenáší teplo.

Infračervené (IČ)

IČ systémy byly široce používány během 90. let, protože byly relativně levné na nákup a provoz. Infračervené vytápění lze použít v dávkových nebo kontinuálních dopravníkových jednotkách. I když je stále k dispozici pro specializované aplikace, IČ zahřívání je ovlivněno barvou cílových součástí, takže různě zbarvené součástky absorbují teplo různými rychlostmi a mohou produkovat různé topné profily, což není zcela žádoucí.

V dnešní době se infračervený ohřev často používá pro speciální aplikace, kde je třeba rychle udržet rychlost náběhu s velmi krátkou dobou smáčení. Technika přímého ohřevu IČ činí modulaci a řízení velmi obtížným. Faktory, které lze použít pro změnu topného profilu, zahrnují vzdálenost, rychlost a intenzitu tepla. Z těchto důvodů se IČ často nepoužívá v produkčních prostředích s nízkým až středním objemem, které potřebují přizpůsobit širokou škálu konfigurací desek a teplotních profilů.

Výhody: Vhodné pro specifické aplikace vyžadující přímý ohřev, ale již se široce nepoužívají při montáži desky plošných spojů.

Nevýhody: Velmi neodpouštějící teplo; desky mohou být snadno poškozeny přehřátím, delaminací, stavěním součástí atd. ; teplotní profily obtížně nastavitelné podle typu a barvy materiálu; zkoušky jsou obvykle nezbytné, což je pro malé zakázky nepraktické.

Konvekce

Konvekční ohřev je dnes nejpoužívanější metodou pro přetavování desek plošných spojů. V tomto systému cirkuluje vzduch v jedné nebo více komorách (nebo zónách), vertikálně nebo horizontálně, aby obklopil celou sestavu desky rovnoměrným teplem. Každá zóna ve vícezónové peci si velmi spolehlivě udržuje svůj vlastní teplotní profil. Jak vertikální, tak horizontální způsoby distribuce tepla sdílejí stejný konečný výsledek – rovnoměrné teplo okolo desek.

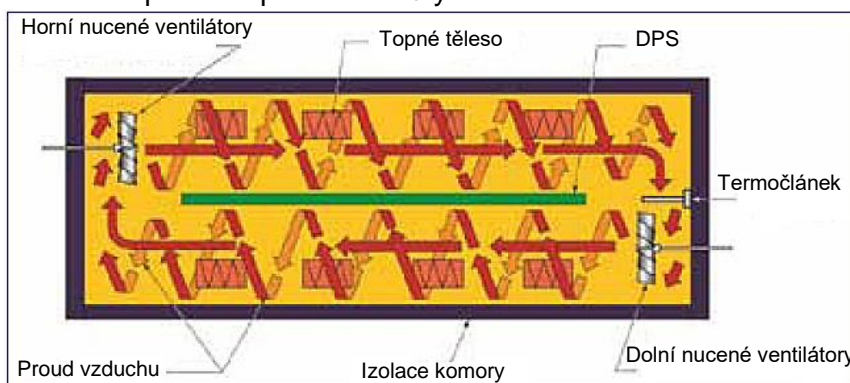
Přetlakový teplotní distribuční systém obvykle směřuje vzduch svisle nad a pod směrem k povrchům desek. Ty často vyžadují, aby předehevňné přetlakové prostory upravily teplotu vzduchu před ohřátím desky, ale nasměrování proudu vzduchu ze dvou různých směrů (horní a dolní) umožňuje uživateli přizpůsobit nastavení tepla nezávisle a s dobrou kontrolou a vytvořit velmi přesný profil. Stavba tohoto typu systému je obvykle složitější, a tedy dražší nežli horizontální konvekční typ.

Výhody: Rovnoměrná distribuce tepla; teploty jednotlivých zón jsou extrémně blízké teplotám zpracovávaných desek, což činí jejich profilování snadnějším než IČ; je potřeba méně pokusů a méně testovacích chyb.

Nevýhody: Některé metody cirkulace vzduchu nemusí být tak efektivní nebo snadno zvládnutelné jako horizontální proudění.

V horizontální konvekční komoře je teplo rovnoměrně distribuováno v celé komoře, což vede k rovnoměrnému rozložení tepla kolem samotné desky. Délka každé zóny a rychlost dopravníku určují dobu, po kterou deska zůstává v určitém ohřevném prostředí, což zajišťuje velmi spolehlivou a opakovatelnou kvalitu zpracování. Na rozdíl od cirkulace vzduchu pohybující se vertikálně nad a pod deskou, u horizontálního přetavování vzduch cirkuluje v jednom směru přes horní část desky a v opačném směru pod deskou. Toto je klíčová výhoda, která zabraňuje horkým bodům a umožňuje paralelnímu proudu vzduchu proniknout do prostoru pod součástky.

Výhody: Rovnoměrná distribuce tepla, neboť horní a spodní část desky přijímají vzduch z vnějšku do středu - což počítá s běžným "středovým horkým bodováním", které se někdy vyskytuje v tradičních přetavovacích pecích; teploty jednotlivých zón jsou extrémně blízké teplotám zpracovávaných desek, což usnadňuje jejich profilování. Nižší celkové náklady na vybavení, protože není vyžadován přetlakový systém.



Obr.5: Schéma toku vzduchu v horizontální konvekční dopravníkové peci

Způsoby dopravy desek

Pro dopravu desek vícezónovou pecí se používají dvě běžné techniky:

1. Pásový dopravník
2. Hranový nebo kolíčkový dopravník

Nejběžnějším způsobem je sítový dopravník, obvykle nerezová ocel nebo jiná nekorozivní slitina. Vzduch je schopen protékat pásem pro rovnoměrné ohřívání horní a spodní strany desky.

Kolíčkový nebo hranový dopravník nese desku za hrany v souvislé linii, což umožňuje volný průtok vzduchu kolem desky. Tuto metodu lze integrovat do modulárního systému in-line s dalšími montážními stroji.

Každá metoda funguje stejně dobře pro jednostranné nebo oboustranné desky. Hranové dopravníky mohou zvýšit náklady, které nemusí být nutné. Pokud jde o integraci s jinými systémy in-line, obraťte se na sdružení SMEMA (Surface Mount Equipment Manufacturers Association), které uvádí standardy připojení pro integraci montážních systémů

Inertní systémy

Pokud se pro konkrétní aplikaci produktu doporučuje inertní systém, je dusík nejčastějším plynem používaným ke snížení nebo odstranění oxidace během přetavování. Ve většině prostředí s nízkým až středním objemem montáže však inertizace obvykle není nutná. Pokud je to uvedeno, inertizační systém může přidat přibližně o 10% více k ceně základní reflow pece, a většina výrobců jej nabízí.

ZPŮSOBY OVLÁDÁNÍ

Jakákoli přetavovací pec, bez ohledu na typ a počet topných zón, potřebuje způsob, jak regulovat teplotu a předepsaný profil pro zpracováváný produkt. Ten může být zabudovaný do pece (tj. na zařízení) nebo na PC a připojený pomocí komunikačního kabelu. Stejně jako u všech ostatních, existují výhody a nevýhody pro každý typ.

Ovládání na zařízení

Ovládání na zařízení znamená, že v peci je zabudován samostatný ovládací systém. Pro chod procesu pro vytvoření receptur nevyžaduje žádné PC ani externí zdroj informací. Lze jej ovládat pomocí jednoduchého uživatelského rozhraní zobrazujícího vstupní nápovědy a odečítané hodnoty. Ve většině případů je rozhraní poměrně základní a obvykle spíše malé.

Výhody: Velmi dobré funkční provedení; obecně dostupnější než externí PC systém.

Nevýhody: Některá omezení ukládacích kapacit pro receptury; aktualizace softwaru mohou být omezující kvůli omezené kapacitě hardwaru zařízení; uživatelské rozhraní je obvykle minimální a zobrazuje základy vstupů a výstupů.



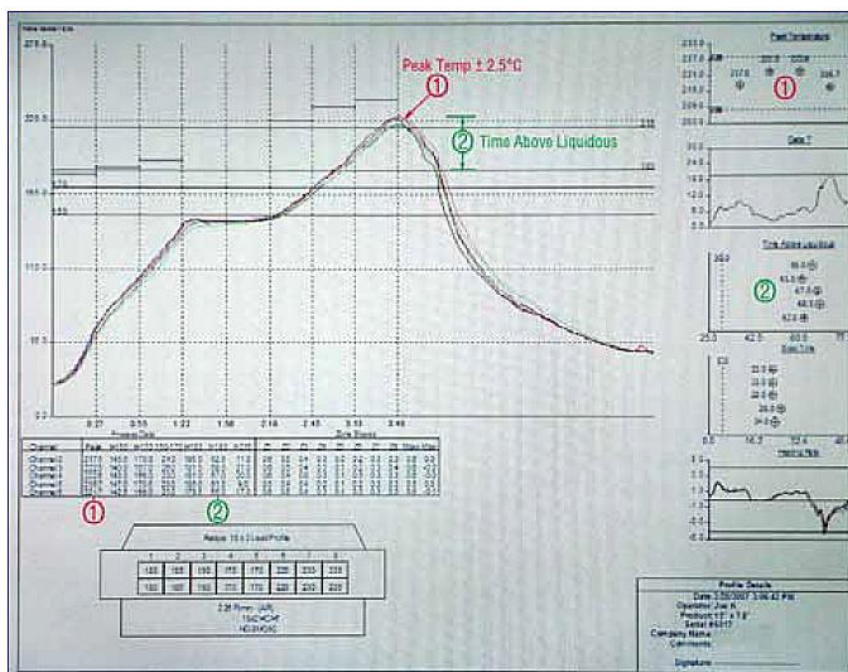
Obr.6: Zabudovaný ovládací interface na vícezónové peci

Ovládání na bázi PC

V tomto scénáři se pec připojí k počítači nebo notebooku, který hostí software prostřednictvím komunikačního kabelu. (Není obvyklé vidět bezdrátová připojení tohoto zařízení. Pevně zapojená připojení jsou považována za stabilnější.)

Výhody: Aktualizace softwaru jsou častější a umožňují pokračující vylepšování použitelnosti nabízené výrobcem; PC rozhraní poskytuje grafické uživatelské rozhraní pro celou obrazovku pro vizuální prezentaci dat bohatou na funkce; uživatel vidí grafické profily, které nejsou k dispozici ve většině ovládání na zařízení. Uživatelé si mohou zakoupit své vlastní počítače s veškerou kapacitou, kterou mohou nyní a v budoucnu potřebovat, aby vyhověli mnohem většímu počtu receptur / profilů, než jaké by byly k dispozici v systému ovládání na zařízení.

Nevýhody: Může přidat 12500 - 25000 Kč v nákladech oproti systému ovládání na zařízení.



Obr.7: Vzor uživatelského interface v ovládacím systému na bázi PC

Profilování produktu

Proces profilování produktu určuje a / nebo ověřuje aktuální nastavení pece v ovládací jednotce, bez ohledu na to, zda je ovládání na zařízení nebo PC. Profilovací soupravy jsou k dispozici od většiny výrobců a zahrnují termočlánky, veškeré příslušenství pro připojení sond k desce pro použití během procesu a návod s pokyny.

Profilování se provádí pomocí jedné nebo více tepelných sond (termočlánků) připojených k produktu a jejich následným průchodem celým procesem, aby se ověřila nebo upravila receptura na základě požadavků pájčí pasty nebo produktu. Pro profilování je žádoucí více sond, aby se zajistilo, že se teploty povrchu desky z jedné strany na druhou nezmění o více než 2-4 °C.

Optimální přetavovací profil je jedním z nejdůležitějších faktorů při dosahování kvalitních pájecích spojů na sestavách desek plošných spojů (DPS) se součástkami pro povrchovou montáž. Profil je funkcí teplot aplikovaných na sestavu v průběhu času. Při grafickém znázorňování se vytváří křivka, která představuje teplotu v určitém bodě na DPS, v kterémkoli daném čase, během procesu přetavování.

Profilování na zařízení

Profilování lze provést pomocí některých řídicích systémů na zařízení; jsou však ve vizuální prezentaci omezeny velikostí a konfigurací displeje a obvykle nemají nástroj pro tisk nebo uložení a načtení souboru offline, což je nezbytné pro ISO 9000 a další dokumentaci pro zajištění kvality. Pokud tedy uvažujete o zabudovaném ovládacím prvku, ujistěte se, že má k dispozici možnost exportu / výstupu dat pro dokumentaci QA, pokud si myslíte, že to budete v budoucnu potřebovat.



Obr. 8: Příklad profilovací soupravy, která obsahuje sondy, příslušenství a uživatelský manuál

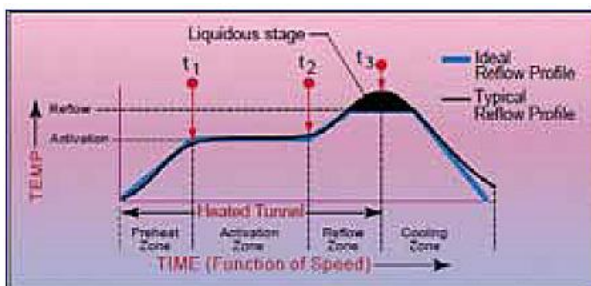
Profilování na PC

Profilovací systém založený na PC poskytne uživatelské rozhraní s bohatými funkcemi, které usnadní používání obsluhy. Operační systém Windows™ je známý všem a je velmi intuitivní pro grafické prezentace, plynulý tisk a ukládání souborů pro zajištění řádného vedení záznamů.

Profilování třetí stranou

Profiler zakoupený od poskytovatele třetí strany obvykle kombinuje více vylepšení, než jsou k dispozici od systémů profilování na zařízení nebo systémů profilování na PC. Profilovací zařízení nabízí řada výrobců a lze je snadno najít pomocí

vyhledávání "výrobce profilovacích zařízení pro přetavovací pece".



Obr. 9: Příklad teoreticky ideálního přetavovacího profilu, vytvořeného čtyřmi částmi nebo zónami. První tři jsou ohřev a poslední je ochlazování

Jak vybrat dodavatele přetavovací pece

Při hodnocení návrhů od prodejců přetavovacích pecí se před nákupem pokuste najít reference nebo recenze. Často je najdete při vyhledávání na internetu, a přestože to není zcela vědecké, můžete získat vodítka ohledně kvality konstrukce nebo teplotní stability, která by mohla ovlivnit vaše rozhodnutí. Některé offshore produkty mohou vypadat atraktivní z hlediska cen, ale nemusí

splňovat vaše standardy; plus, poprodejní podpora může být problematická, pokud potřebujete pomoc.