



SMT RYCHLÉ TIPY: VÝBĚR VLNOVÉHO PÁJECÍHO ZAŘÍZENÍ

Robert Voigt, DDM Novastar

Výběr vlnového pájecího systému

Různé typy technik pájení průchozími otvory jsou:

1. Ruční
2. Ponor
3. Tažení
4. Vlna
5. Selektivní

Přestože se ruční pájení stále provádí dodnes, obvykle se nenachází v produkčním prostředí, protože vyžaduje vysoce kvalifikovanou a pracnou práci, při které se vyrábí velmi nízký počet desek. Ponor a tažení byly představeny před mnoha lety jako levnější alternativy vlnového pájení, ale staly se zastaralými formami s příchodem dostupnějších a vysoce přesných vlnových systémů.

Dnes je pájení vlnou nejběžnější a nejúčinnější dostupnou formou pájení vývodových součástek. Jedná se o nádrž na pájku, dostatečně velkou, aby zvládla šířku největších desek, které očekáváte ke zpracování. Čerpáním horké pájky tryskou tak, že povrch spodní strany desky naráží na vlnu vytvořenou tryskou, vytvoří výsledný vodopád horké pájky jediný kontaktní bod napříč všemi spojovacími body na desce, čímž se eliminuje případné přemostění. Systém obvykle integruje stanici s tavidlem, předehřívací stanici a vlnovou stanici do dopravníkového systému, který pro držení desek používá prsty nebo držáky paletového typu.

Vlnové pájení je osvědčená technika, ale existuje mnoho variací systémů, které je třeba hledat v závislosti na vašich potřebách. Ve všech se jedná o tři operace:

1. Aplikace tavidla
2. Aplikace předehřevu pro aktivaci tavidla
3. Aplikace pájky

Prvním krokem při výběru vlnového systému je identifikace velikosti největší desky (délka x šířka), kterou bude stroj očekávat ke zpracování. Tím se určí velikost stroje a stejně tak jeho cena, od stolní jednotky, která manipuluje s 200 mm deskami (od 250 000 Kč), až po volně stojící stroje s kapacitou až 610 mm s použitím velmi velké nádrže na pájku (stojí až 2 000 000 Kč nebo více). Větší velikosti pojmu také mnohem více pájky, což také přispívá k nákladům na vlastnictví.

Větší systém poskytuje větší flexibilitu. Může nejen zvládnout větší desky, ale může také zvládnout ke zvýšení výkonu několik menších desek dopravovaných vedle sebe. Potenciální kupec může zvážit výrobní kapacitu výpočtem počtu desek za celkovou dobu cyklu od začátku do konce, která se pohybuje od 2,5 do 4 minut od tavidla po pájení.

Vlastnosti vlnového pájení

Existují dva typy vln:

- Laminární vlna vytváří velmi hladký laminární proud pájky podobně jako vodopád. Toto je nejpoužívanější typ.
- Turbulentní vlna posílá pájku nahoru do desky s vysoce turbulentní vlnou, která se používá pro součástky s vývody, jako jsou piny s dlouhými nohami, které jsou umístěny poměrně blízko, a pro hustší součástky. Turbulentní vlna pomáhá odvádět přebytečnou pájku, aby se snížily krápníčky nebo můstky. ("Odvádění" znamená zatažení pájky z nožky součástky do spoje součástky).

Některé stroje jsou k dispozici s dvojitými nádržemi na pájku, které lze použít samostatně nebo společně na stejné desce. SMD součástky se často zpracovávají ve stroji s turbulentní vlnou.

Jak systém pájení vlnou funguje

Na základě řídicího systému stroje je vlna vytvářena vysokotlakou komorou, která vytlačuje pájku ven pájecí tryskou. Komora drží trysku a motor čerpadla, který pohání oběžné kolo uvnitř tlakové komory.

Dopravník, který drží desku, působí na vlnu pod úhlem 7° a kontaktuje všechny součástky pouze na velmi krátkou dobu, poté vlnu opouští.

Velikost nádrže na pájku je určena velikostí vlny, nejmenší obsah je asi 45 kg pájky pro šířku vlny 180 – 200 mm, až 1100 kg pájky pro 610 mm širokou vlnu. Protože pájka je nákladná, velikost stroje přispívá k provozním nákladům.

Pájka, běžící v horké vlně, je také náchylná k oxidaci a vyčerpání, takže všechny tyto faktory zvyšují náklady. Inertizace oblasti dusíkem v místě kontaktu vytvoří kvalitnější spoj a vyloučí možnost studeného pájeného spoje nebo oxidace. Dusík také pomáhá redukovat strusku, která je definována jako pájka, která vytváří dosti oxidace nebo zbytků tavidla, aby učinila pájku neúčinnou, něco jako usazenina.

Kontakt pájecí vlnou na součástku probíhá pouze v sekundách, a jakmile prošel, téměř okamžitě se ochladí.



Obr.1: Turbulentní vlna (vlevo) a laminární vlna (vpravo) ve stejném systému



Obr.2: Stolní vlnový pájecí systém

Systémy na aplikaci tavidla

K dispozici jsou dva běžné typy systémů pro aplikaci tavidla:

- **Pěna:** Lázeň nebo nádrž, která je obvykle stejně široká jako vlna. Tavidlo se nalije do nádrže na tavidlo provzdušňovač v nádrži vytvoří pěnu, která se aplikuje na vývodovou součástku a desku.
- **Postřik:** Vysokotlaká nádoba obsahuje tavidlo, které je rozstříkováno na desku oscilační stříkácí hlavou, aby se pokryly všechny součástky a celá deska.



Obr.3: Zpěňovací fluxer

Zpěňování tavidla má tendenci být levnější a snáze udržovatelné než sprej. Nevýhodou je, že to způsobí vypařování, pokud není uzavřeno, a tavidlo se bude zhoršovat rychleji. Pěnové systémy jsou levné na provoz a snadno se používají a udržují.

Rozprašovací tavidlo je obsaženo ve vysokotlaké komoře, která eliminuje odpařování nebo degradaci. Postřikovací systémy jsou však mnohem dražší, je obtížné je nastavit a vyžadují každodenní údržbu. Zahrnují také vyšší křivku učení, protože je třeba je přizpůsobit pro každou jinou konfiguraci desky.



Obr.4: Postřikovací fluxer

Přehřívací systémy

Tavidlo vyžaduje aktivaci zahříváním, takže jakýkoli vlnový systém vyžaduje přehřívací stanici, uzavřenou v dopravníkové komoře, kde teploty přehřívání dosáhnou 140 - 175 °C. Jak součástky, tak deska jsou přehřívány, aby se eliminoval tepelný šok během vlny.

Typické přehřívací technologie jsou:

- Infračervené (IČ), které produkuje velmi robustní teplo
- Konvekce, která zajišťuje rovnoměrnější vytápění. Mnoho přehřevů je k dispozici kombinovaných. Konvekce se obvykle používá v prostředí bezoplachového tavidla, které vytváří suchý povrch a eliminuje čištění po pájení.

V každém systému je mnoho proměnných, takže je velmi důležité prodiskutovat vaše potřeby s prodejcem a určit, co je pro vaši situaci nejlepší.

Pro pájení vlnou existují tři běžné metody chodu desek:

1. Automatizovaný in-line systém
2. Ruční dopravníkový systém
3. Rámečkový nosný systém



Obr.5: Příklad přehřevů ve vlnovém pájecím systému

Automatizovaný in-line systém

Toto uspořádání je obvykle spojeno s celou osazovací linkou DPS, kde dopravník jednoduše posunuje osazené desky z montážní fáze přes vlnové pájecí zařízení dále k čištění, dokončování a dalším druhotným operacím. U pájecího stroje nedochází k ručním zásahům; je to zcela automatická operace od začátku do konce.

Vlnové stroje, které pracují tímto způsobem, jsou obvykle velmi drahé a používají se při opakovaných velkoobjemových operacích. SMEMA (Asociace výrobců zařízení pro povrchovou montáž) definuje jednotné specifikace pro systémy in-line, aby bylo zajištěno, že všechny operace v montážním prostředí přenášejí hladce desky z jednoho stroje na druhý, bez ohledu na výrobce, model stroje atd.

Výhody: Velmi efektivní; snižuje nebo prakticky eliminuje manipulaci a manuální práci.

Nevýhody: Velmi drahé, obvykle mimo dosah nízko až středně objemných smluvních montážních prací.

Typický rozsah nákladů: Často vyšší než 2 500 000 Kč.

Dopravníkový systém

Tento systém používá titanové prsty nebo klipsy k udržení a umístění desek při jejich pohybu vlnovým zařízením. Desky jsou založeny na dopravník ručně a operátor je na druhé straně vyjme.

Výhody: Zcela cenově dostupnější než kompletní in-line systém. Méně náročné na práci než rámečkový systém (níže).

Nevýhody: Může být obtížné založit nepravidelně tvarované nebo tenké desky, pokud jsou podpírány pouze okrajovými klipsy nebo prsty; tam přicházejí výhody rámečkového systému.

Typické rozmezí nákladů: 750 000 – 1 000 000 Kč

Rámečkový systém

Rámečkový nosič se používá k držení DPS (které mohou zahrnovat více desek) a celý rámeček je založen do vlnového pájecího zařízení. Jedná se spíše o dávkový proces než o in-line systém. Rámečky mají obvykle pevnou velikost podle vlnové kapacity (šířka a délka).



Obr.6: Titanové prsty (nebo klipsy) svírající desky při průchodu vlnovým zařízením

Výhody: Dobrá podpora pro nepravidelně tvarované nebo tenké desky, které by se jinak mohly deformovat; lze přizpůsobit tak, aby pojal neobvykle tvarované desky nebo více desek; velmi snadná údržba rámečků a prstů, protože vše lze provádět mimo stroj; rámečky se nespolehají na sadu prstů uvnitř stroje, který by bylo nutné vypnout kvůli údržbě.

Nevýhody: Desky musí být založeny do každého rámečku ručně a poté do stroje.

Typické rozpětí nákladů: 300 000 - 750 000 Kč, ale většina špičkových strojů může používat rámečkový systém.

Typy vlnových pájecích rámečků

Existuje celá řada firem, které se specializují na navrhování a výrobu zákaznických vlnových rámečků. Následuje několik hlavních rysů vlastností rámečků a konstrukčních možností. Výrobce vlnových pájecích zařízení, kterého si vyberete, by měl být schopen vás vést při výběru a použití správného rámečkového zařízení.

Technologie pájení vývodových součástek zůstává typickou metodou pro pájení konektorů a mnoha vysoce výkonných součástí, jako jsou transformátory a regulátory. To zase vedlo ke stylu desek plošných spojů se smíšenou technologií s některými nebo všemi následujícími vlastnostmi:

- Hustá zástavba součástek.
- Desky se součástkami na obou stranách.
- Těsně osazené SMD nebo tepelně citlivé komponenty, které by byly vlnou poškozeny.
- Průchozí konektory namontované blízko dříve nainstalovaných SMD.

Chcete-li pájet tyto spoje, je vyžadován konformní selektivní vlnový pájecí nosič (CSWSC). Jedná se o paletu nástrojů, která byla navržena tak, aby:

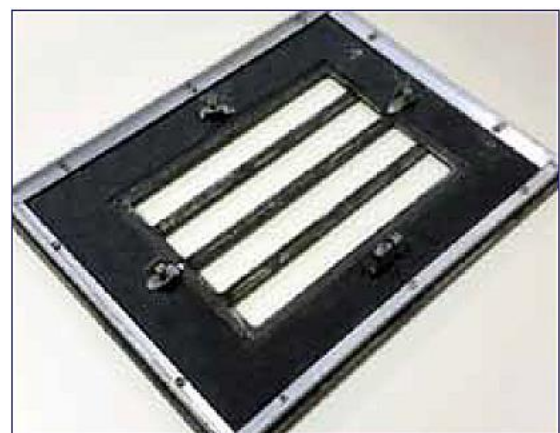
- Uzavírala všechny nebo téměř všechny součástky SMT na straně pájení.
- Vystavila účinkům některé nebo všechny vývodové součástky.
- Selektivně nechala protékat pájku kolem kolíků tím, že vytvoří největší možné otvory.
- Maskovala tepelně citlivé oblasti, jako jsou BGA plošky.
- Maskovala průchozí otvory, a pokud je to žádoucí, uzemnila rovné plochy a výstupky, jako jsou šrouby nebo nýty.

Klíčové prvky vlnového pájecího rámečku:

- Vlnové pájecí rámečky mohou maskovat uzemněné rovné plochy, pokovené povrchy, montážní otvory a SMT součástky a vystavovat vlně pouze požadované součástky DPS.
- Rámečky lze přizpůsobit pomocí nákladných skluzavek tak, aby rychle a snadno přidržovaly řadu součástí.
- Rámečky mohou obsahovat titanové rohy pro zajištění dlouhé životnosti při velkoobjemových operacích.



Obr.7: Nastavitelný rámeček drží desku



Obr.8: Zákaznický rámeček může maskovat průchozí otvory a tepelně citlivé plochy

- Mohou být navrženy tak, aby eliminovaly přeskokování pájky a poskytovaly lepší podporu konektoru.
- Mohou eliminovat časově náročný proces ručního lepení SMT součástek a maskování vývodových součástek.
- Mohou zlepšit tok pájky v průchozích oblastech a omezit opravy.
- Zákaznické rámečky mohou držet vývodové součástky a desky v jedné rovině.
- Pro posílení rámečku a ochranu desky před přímým zaplavením pájkou lze přidat vestavěné okrajové kolejnice.
- Výrobci mohou navrhnout zákaznické rámečky pro přímý tok pájky tvarováním pájecí strany nosiče tak, aby odpovídala desce.

Některé běžné doplňky pro vlnové pájení jsou:

1. Čištění vzduchovým nožem
2. Recirkulační čisticí systém
3. Inertní systémy
4. Nádrž na pájku s pojezdovým systémem
5. PC rozhraní

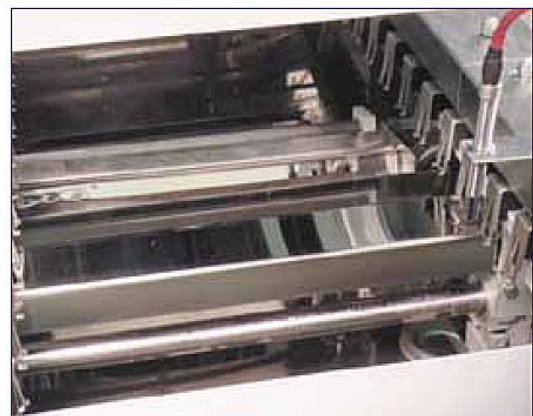
Předmluva k možnostem čištění

Výrobní požadavky založené na IEEE, IPC nebo jiných normách obvykle určují typ tavidla, které se má použít v konkrétním procesu. Normy IPC, jako je J-STD, se používají v elektronickém průmyslu montáže / výroby. Tato norma mimo jiné určuje typ pájky, materiály a procesy, aby odpovídaly určitým specifikacím. Pokud je použito vysoce aktivní kyselé tavidlo, často zanechává zbytky, pokud není v procesu vyčištěno, zatímco "bezoplachové" tavidlo je spáleno během přehřívání a obvykle nevyžaduje čištění po pájení na vlně.

U bezoplachových tavidel by mělo být tavidlo před vstupem do pájecí vlny zcela suché. Mnoho systémů pro pájení vlnou, dnes využívajících bezoplachové tavidlo, bude zahrnovat prodlouženou dobu přehřevu (tj. delší cestu přehřevem) pro aktivaci, aby se zajistily zcela suché desky a provedlo jejich efektivní čištění. Tyto doporučené specifikace poskytne výrobce tavidla.

Čištění vzduchovým nožem

Vzduchový nůž se používá k odstranění přebytečného tavidla jeho vyfukováním ze spodní části desky před vstupem do vlny. Obvykle se používá při zpěňovacích metodách, ale lze jej také použít při aplikaci tavidla rozstřikem.



Obr.9: Vzduchový nůž pro tavidlo

Výhody: Eliminuje většinu čištění po vlně; vrací přebytek zpět do zásobníku tavidla, aby se šetřil materiál.

Nevýhody: Přidává malé náklady, ale šetří manuální čištění po vlně.

Typický rozsah nákladů: Obvykle stojí méně než 25 000 Kč, jako doplněk k systému pájení vlnou.

Recirkulační čistící systém

Jedná se o čistící systém pro dopravníky prstového typu nebo pro dopravníky, kde se uchytávají desky za hrany. Rozstříkává na dopravník roztok těsně před založením nových desek. Systém obsahuje alkoholový čistící prostředek spolu s kartáči.

Výhody: Snižuje náklady na údržbu a prostoje způsobené zvyšováním zbytků tavidla.

Nevýhody: Tavidlo je docela lepkavá látka a může způsobit výrobní problémy, pokud se s ním nebude pravidelně jednat.

Typický rozsah nákladů: Obvykle přidává k nákupu vlnového pájecího zařízení mezi 25 000 - 50 000 Kč.

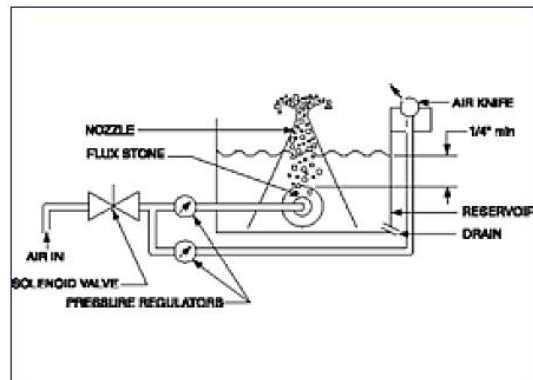
Inertní systémy

Inertní systémy se používají k zavádění dusíku během procesu pájení. Dusík je udržován v nádrži na pájku pomocí krytu, aby se snížila oxidace v nádrži a v kritických okamžicích při pájení desek. Inertizace dusíkem se doporučuje pro pájku bez olova, která jinak oxiduje poměrně rychle a může nepříznivě ovlivnit kvalitu spojů. Dusík je zdaleka nejčastěji používaným plynem v SMT aplikaci.

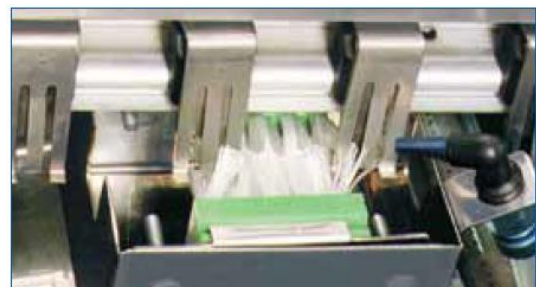
Výhody: Zajišťuje vysoce kvalitní spoje, aby v případě potřeby splňovaly standardy IPC.

Nevýhody: Přidává značné náklady.

Typický rozsah nákladů: K systému pájení vlnou může přidat až 100 000 Kč.



Obr.10: Schéma: vzduchový nůž pro tavidlo



Obr.11: Čistič prstů

Nádrž na pájku s pojezdovým systémem

U pájecích systémů s většími vlnami může samotná nádrž na pájku, pokud je plná, vážit až několik set kg. Doplněk pojezdový systém zjednodušuje údržbu tím, že usnadňuje vyjímání a čištění nádrže, což by se mělo provádět každý týden, aby se odstranila pájecí struska v typickém výrobním prostředí.

Výhody: Zjednodušuje čištění a údržbu, snižuje příležitosti pro zranění obsluhy.

Nevýhody: Může přidat 62 500 Kč k velkému vlnovému pájecímu stroji s těžkou nádrží na pájku.



Obr. 12: Nádrž na pájku s pojezdovým systémem

PC rozhraní

Tato funkce propojuje váš pájecí systém s PC nebo počítačem, připojeným k síti, aby bylo možné sledovat chyby nebo protokolovat data pro účely řízení kvality, nebo umožnit uživateli připojit se ke stroji pro dálkové ovládání.

Výhody: Rozhraní pro protokolování dat je důležité pro certifikaci ISO a vedení záznamů.

Cena: Bude se pohybovat od 37 500 do 87 500 Kč.

Jak vybrat dodavatele vlnového pájecího zařízení

Při hodnocení návrhů od prodejců vlnových pájecích zařízení 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.