

Pájené spoje v automobilovém průmyslu

Ing. Martin Abel

Robotické pájecí systémy našly své uplatnění v automobilovém průmyslu, dále ve výrobě domácí elektroniky, chytrých telefonů, zdravotnických přístrojů atd. Robotické systémy jsou vysoce výkonné, mohou pracovat 24 hodin denně, snadno reagují na neustále se vyvíjející trh. Jak technologie elektronických zařízení postupuje, výrobky se zmenšují a sestavy jsou hustší. Ochrana životního prostředí se dostává do popředí a vede to k vydání různých environmentálních předpisů (např. směrnice RoHS), které je nutno ve výrobním procesu dodržovat. To znamená, že pájecí systémy musí pracovat v souladu s požadavky na pevnost, spolehlivost, náklady a použití. Automatizované pájecí procesy jsou aplikovány třemi technologickými metodami:

1. metoda kontaktního pájení,
2. metoda pájení laserem,
3. metoda pájení ultrazvukem.

Mezi všemi pájecími metodami je kontaktní pájení hrotem metodou s nejdelší historií a současně technicky nejlépe zavedenou. Prováděla se hlavně ručně, nicméně pájecí roboty se v posledních letech začaly rychle prosazovat v automatizaci a racionalizaci.

Proces vytváření spojů pájením začal v době, kdy se tavítko používalo k odstraňování vrstvy oxidů ze substrátu. Spoj se pak vytvářel „smáčením“, „roz-

tavením“ a „rozlitím“ po rozhraní mezi substrátem a pájkou. Roztavená pájka se rozlije po kovovém povrchu, z něhož byla odstraněna vrstva oxidů, a kov substrátu se rozpustí do materiálu pájky. V procesu tavení kovového materiálu vznikne kovová slitina ze vzájemné migrace atomů jak z materiálu pájky, tak ze substrátu. Procesy tavení a rozlití mají za následek vytvoření intermetalického spoje v pájce.

3. Poškození teplem je nepatrné. Lze použít k pájení elektronických součástek citlivých na teplo.
4. Zařízení je kompaktní a cenově velmi příznivé.

Největší přednost kontaktního pájení železným hrotem spočívá v dosahování **nejvyšší kvality**. Kvalita pájení je určována dvěma faktory: **pevností spoje a spolehlivostí**. Při pájení hrotem se ne-



Obr. 1
Automatický robotický systém HAKKO



Obr. 2
Kontaktní pájení HAKKO robotickým systémem



Obr. 3 Jednoduché sestavení autopájecího systému z jednotlivých zařízení HAKKO



Obr. 4
Příklad sestavy



Obr. 5 Příklad kontaktního pájení sestavou přístrojů HAKKO

Cín, hlavní složka pájecí slitiny, demonstruje svůj silný sklon k rozpouštění jiných kovů, s nimiž přijde do styku. Bezohlovná pájka s vysokým podílem cínu má sklon rozpouštět (nebo při namáčení DPS během pájení vlnou) kov substrátu, měď koroduje a zatéká do pájky. Úroveň nečistot v každém případě může snadno narůstat.

Přednosti kontaktního pájení:

1. Zajišťuje nejlepší kvalitu pájení co do pevnosti a spolehlivosti.
2. Pájka v provozu je stoprocentně zcela nová.

ustále přivádí nová a ryzí pájka. Při pájení vlnou se kov substrátu rozpouští do roztavené pájky, jejíž vlastnosti se tak mění. Přívod nečistot se považuje za hlavní příčinu snížené pevnosti spoje.

Při pájení hrotem je součástka vystavena vlivu tepla krátkou dobu, obecně do 2 sekund. Elektro-

nické součástky je možno připojovat bez omezení jejich funkčnosti, a to díky malému přenosu tepla. Kontaktní bod je 1–5 mm ve srovnání s pájením přetavením, kdy se teplo přivádí na celou sestavu. Množství přenášeného tepla je velmi malé, takže nemá žádný vliv.

Kontaktní pájení má nejdelší historii ze všech metod pájení a vyznačuje se nejlepší pevností a spolehlivostí, nedokáže však snadno zpracovávat některé nové úkoly vyplývající z posledních výkřiků technologie. Aby bylo možno vyhovět novým požadavkům, je nutno

zavádět nové metody, plně pochopit teorii pájení a speciální charakteristiky nové metody využívat vhodným způsobem.

Další metody pájení

A) Metoda pájení laserem

Pájení laserem je zcela nová metoda pájení a je to metoda budoucnosti. Pracovní postup pájení se skládá z přehřevu pájecího bodu, přivedení tepla na zdroj pájky, tvarování pájky a povrchové úpravy. Tento proces je vždy stejný, ale liší se způsobem přivádění tepla ke zdroji pájky. Při procesu pájení laserem je postup následující:

hodnotu, tavidlo nejdříve nateče do pozice pájky, odstraní vrstvu povrchových oxidů a nečistot a zlepší těsnost pájky.

Přednosti laserového pájení:

1. Jedná se o bezkontaktní proces, tj. nezatěžuje DPS.
2. Účinně přivádí teplo a zdroj pájky umožňuje stabilní automatizaci pájení.
3. Umožňuje pájení v úzkých místech sestavy s vysokou hustotou montáže.
4. Velké omezení údržby.

Pájení laserem není náhradou kontaktního pájení. Je důležité vyhodnotit každou aplikaci a určit, kterou metodu použít.

k odstranění vrstvy oxidů. Je tomu tak proto, že využívá tento mechanismus odstraňující potřebu tavidla v pájecím procesu.

Čistící účinek kavitačních implozí (na kovu)

V systému pájení ultrazvukem se pájení provádí zahřátým pájecím hrotem, jenž současně emituje ultrazvukové vibrace. Ultrazvukové vlny generované oscilátorem se přenášejí na pájecí hrot prostřednictvím trychtýře produkujícího kavitační bubliny na rozhraní mezi substrátem a roztavenou pájkou. Implozní energie kavitace mění povrch oxidu a odstraňuje vrstvu nečistoty a oxidu. Současně se vlivem tavení a rozlití vytváří vrstva slitiny.

Připojování prostřednictvím kyslíku (nekovové)

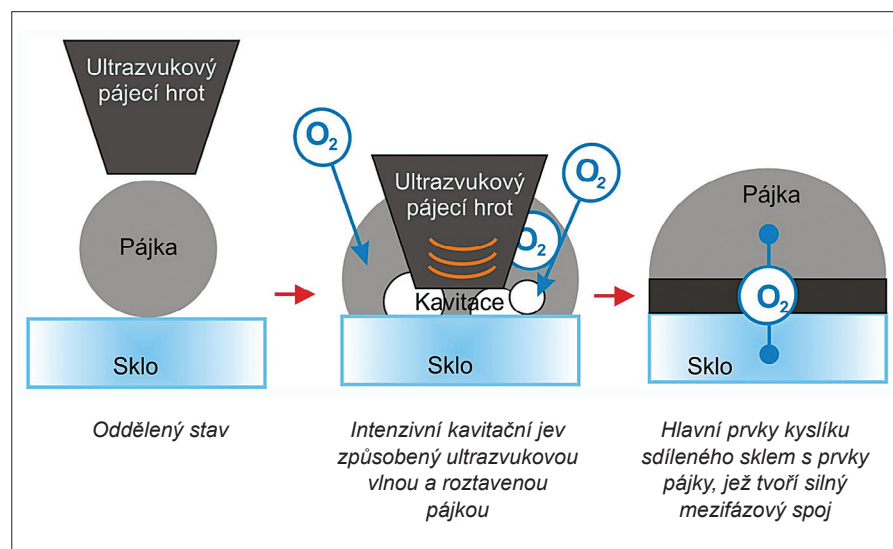
Sklo a keramika jsou samy oxidy a nemohou být připojovány konvenčními pájecími mechanismy. Kyslík se zařadí během současného uvolnění tepelné energie v okamžiku, kdy zaniknou ultrazvukové kavitační bubliny. Bylo doporučeno, aby kovové složky roztavené pájky se svojí silnou chemickou afinitou ke kyslíku tuto energii využily a zařadily kyslík jako médium, jehož prostřednictvím se vytvoří sdílený spoj s povrchem skla nebo podobného materiálu. Pájka roztavená vlivem ultrazvukových vibrací je dostatečně promíchána, takže pájka na spojovaném povrchu je ochotnější k zařazení kyslíku a k vytvoření silnějšího sdíleného spoje. Výsledné geometrické vlastnosti, chemické vlastnosti a pevnost spoje nejsou horší než u běžné pájky.

Možnosti využití pájení ultrazvukem jsou např. připojování elektrod ke sklu v solárních panelech, pájení hliníku v řídicích jednotkách, které tvoří „mozek“ automobilu, cívek s hliníkovým drátem v motorových cívkách a převodovkách atd.

Přednosti ultrazvukového pájení

1. Princip připojování, jenž využívá kavitačního jevu.
2. Silné vrstvy oxidů lze odstraňovat bez tavidla.
3. Nekomové pájení je možné díky kyslíku.

www.abetec.cz



Obr. 6 Pájení na skleněnou desku

1. Laser osvětí pájecí bod.
2. Osvětlená plocha emituje teplo (vyzařování povrchového tepla).
3. Teplo se přenáší do okolní oblasti a stoupá až k teplotě tavení.
4. Nanášejí se pájka.

Stav kompozice pájky se mění v závislosti na stoupající nebo klesající teplotě, a pokud není teplota správná, nelze zajistit optimální pevnost a spolehlivost. Správná pájecí teplota je taková, při níž se vnitřní kompozice pájky prakticky nezmění ve srovnání se stavem před zahříváním. V případě přivedení nadměrného tepla se sníží jak pevnost, tak spolehlivost v důsledku změn kompozice. Tavidlo rovněž teče při různých teplotách odlišně; má-li přiváděné teplo správnou

B) Metoda pájení ultrazvukem

Tato metoda je převratná v tom, že umožní spojit nespojitelné materiály pomocí ultrazvukové vlny. Umožňuje pájení na materiálech, jež byly původně téměř nepájitelné, jako je hliník nebo nerezová ocel, a dále na zcela nepájitelných nekovových površích, jako je sklo, keramika a alunit. Principy připojení se však u každého z těchto materiálů podstatně liší.

Pájení ultrazvukem využívá kavitačního jevu. Kavitační jev je jev, kdy při aplikaci vibrací ultrazvukové vlny na kapalinu se v důsledku rozdílu tlaku uvnitř proudů vytvářejí drobné dutiny ve formě bublin. Tyto dutiny zaniknou vlivem atmosférického tlaku. Během této 1/50 000 sekundy se uvolní velké množství energie. Ultrazvukové pájení využívá kavitační energii