

Porovnání svařování a pájení

Při tavném svařování je svařovací teplota nad teplotou tavení základního a přídavného materiálu.

Při pájení se taví jen přídavný materiál. Podle použité pájecí teploty se pájení dělí na:

Měkké pájení = 50 až 450°C

Tvrdé pájení = 600 až 1200°C

Výhodou měkkého pájení je především možnost spojovat rozdílné materiály např. měď a hliník.

Pájení je definováno jako způsob metalurgického spojování kovových součástí roztavenou pájkou, přičemž pájené plochy nejsou nataveny, ale jen smáčeny použitou pájkou.

První podmínkou je dobrá **smáčivost** spojovaného materiálu tekutou pájkou.

Druhou podmínkou je dostatečné **povrchové napětí** v dotykových plochách mezi tuhým materiálem, tekutou pájkou a tavidlem

Povrchové napětí

Vzniká tím, že molekuly na povrchu kapaliny nejsou ze všech stran obklopeny jinými molekulami téhož druhu a jsou proto vtahovány do vnitřku kapaliny.

Vlivem povrchového napětí má tedy povrch snahu stáhnout se na nejmenší plochu.

Povrchové napětí při pájení ovlivňuje jak smáčivost a roztékavost pájky na povrchu tuhého základního materiálu, tak i kapilární vzlínavost pájky v mezeře spoje.

Smáčivost, roztékavost a vzlínavost

Smáčivost definujeme jako schopnost tekuté pájky přilnout k čistému povrchu spojovaného materiálu při určité teplotě.

Roztékavost je schopnost tekuté pájky roztéci se při určité teplotě po vodorovném povrchu základního materiálu.

Vzlínavost je definována jako schopnost tekuté pájky vyplnit při pracovní teplotě úzkou mezeru spoje působením kapilárních sil.

Metalurgické reakce při pájení

Při pájení je tekutá pájka a tuhý základní materiál určitou dobu ve vzájemném kontaktu. Tím je splněn nejdůležitější předpoklad metalurgických reakcí v oblasti spoje. Podle druhu pájky a základního materiálu může na hranici jejich kontaktu nastat některá z těchto reakcí :

- Adhezní spojení
- Vzájemná difúze prvků pájky a základního materiálu
- Rozpouštění základního materiálu použitou pájkou
- Reakce složek pájky s povrchovým oxidem základního materiálu

Adhezní spojení

Při tomto typu spojení nedochází k vzájemné rozpustnosti pájky a základního materiálu. Např. kombinace Pb-Fe, Pb-Cu, Pb-Zn, Pb-Ni, Pb-Mo, Pb-Al, Ag-Fe, Ag-Cr.

Adhezní spojování se využívá, jestliže při spojování nesmí dojít ke změně chemického složení spojovaných materiálů, např. při výrobě polovodičů.

Adhezní spoj má dobrou elektrickou vodivost, ale menší pevnost ve smyku a ohybu.

Difúzní spojení

Podmínkou vzniku difúze je přemístění atomů pájky a základního materiálu.

Obecně platí, že čím má základní materiál horší tepelnou vodivost, tím menší difúze se dosáhne (vysocelegované ocele, litina).

Difúzní spoje jsou pevné, ale rozpouštění základního materiálu může být nebezpečné při pájení tenkostěnných nebo povlakovaných materiálů.

Solidus, likvidus, eutektikum

Termínem **solidus** označujeme teplotu, při níž se začíná pájka tavit.

Likvidus označuje teplotu, při které je dosaženo úplného roztavení pájky.

Eutektikum – za určitých podmínek je možné dosáhnout, aby teplota solidu a likvidu byla stejná. Takové pájky se nazývají eutektické a používají se zejména v elektrotechnice a všude, kde je vyžadována nízká pracovní teplota pájení.

Pájky

Pájkou rozumíme přídavný materiál používaný při pájení.

Všeobecně se pájky rozdělují podle teploty tavení na :

1. Měkké pájky – teplota tavení do 450°C
2. Tvrdé pájky – teplota tavení nad 450°C

Měkké pájky

Vyznačují se nízkou pracovní teplotou a zároveň i malou pevností. Proto se používají na spoje, které nejsou pevnostně a teplotně namáhány. Měkké pájky jsou slitiny těžkých kovů, které se taví při nízkých teplotách, např.: Sn, Pb, Cd, Sb a Bi.

Měkké pájky můžeme rozdělit na:

1. Pájky cínové
2. Pájky speciální

Cínové pájky

Pájky Sn-Pb – pracovní teplota 190 až 350°C. Obsah cínu ovlivňuje kvalitu pájení a bývá v rozmezí 4-90%. Eutektikum vzniká při obsahu SN 61,9% a teplota je 183°C. Cín je 14x dražší než olovo, se zvyšujícím se obsahem Sn stoupá i cena pájek.

Nejpoužívanější jsou typy Sn50Pb a Sn60Pb, které mají el. vodivost kolem 7% vodivosti mědi, pevnost v tahu 40-60 MPa a tažnost asi 40%. Pevnost spoje závisí hodně i na základním materiálu, nejvyšší je u mědi, menší u mosazi a nejmenší u oceli.

Pájky Sn-Pb nejsou vhodné do potravinářství.



Měkké pájení

Cínové pájky

Pájky Sn-Ag – vyrábí se prakticky pouze typy Sn95Ag, Sn96Ag a Sn97Ag. Tyto pájky jsou eutektické, teplota tavení je 221°C. Pevnost i elektrická vodivost je vyšší než u pájek Sn-Pb, ale tažnost je poměrně nízká. Tyto pájky jsou určeny pro potravinářský průmysl. Světový trend zachování co nejčistšího životního prostředí se projevuje i v použití měkkých pájek. Je to tlak na používání měkkých pájek bez obsahu olova. Od roku 2006 by se měly dle evropské legislativy používat v elektronice pouze bezolovnaté pájky.

WELCO 1105C

WELCO 1105P

WELCO spol. s r.o.

U Cukrovaru 2829 · 688 01 Uherský Brod · Tel.: +420 572 637 924 · www.welco.cz



Měkké pájení

Cínové pájky

Pájky Sn-Cu - vyrábí se typy Sn97Cu a Sn99Cu. Pracovní teplota je 230 až 250°C. Spolu s Sn-Ag pájkami patří do skupiny ekologických pájek, jsou však levnější a jejich hlavní použití je pro pájení měděných trubek pro rozvody pitné vody.

WELCO 1108C

WELCO 1108P

WELCO spol. s r.o.

U Cukrovaru 2829 • 688 01 Uherský Brod • Tel.: +420 572 637 924 • www.welco.cz



Měkké pájení

Speciální měkké pájky

- Pájky pro vysoké nebo nízké teploty
- Pájky pro pájení pokoveného skla a keramiky
- Pájky pro tepelné pojistky
- Pájky pro hliník a jeho slitiny – **WELCO 1134 + 1134FLX**

WELCO spol. s r.o.

U Cukrovaru 2829 · 688 01 Uherský Brod · Tel.: +420 572 637 924 · www.welco.cz

Tavidla pro měkké pájení

Tavidlo je velmi důležitá součást v procesu pájení. Zajišťuje dezoxidaci povrchu a zlepšuje smáčivost. Tavidla se podle složení dělí na :

1. **Organická** (bez leptavého účinku) na bázi pryskyřice (kalafuna), nevyžadují oplach, použití v elektrotechnice.
2. **Anorganická** (s leptavým účinkem) na bázi kyselin nebo halogenů. Většinou po pájení vyžadují oplach k zamezení korozivního působení.

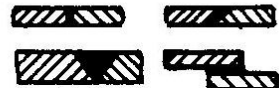
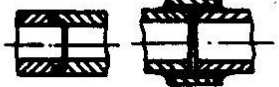
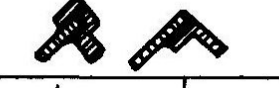
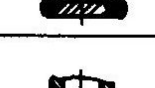
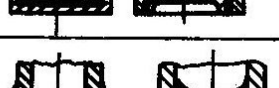
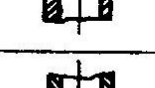
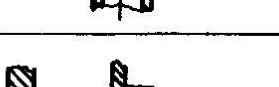
Tavidla pro měkké pájení

1. Plynná tavidla – pájení v peci, nebo nánosové pájení mosazi tavidlem Lindeflux, které je vháněno do hořáku přes směšovač.
2. Kapalná tavidla- nevhodná pro pájení plamenem. **WELCO 1106FLX**
3. Prášková tavidla – většinou se míchají s vodou nebo alkoholem pro snadnější aplikaci.
4. Pájecí pasty – obvykle kromě tavidla obsahují i práškovou pájku, vhodné zejména pro kapilární spoje. **WELCO 1105P, WELCO 1108P a WELCO 1107P**

Technologické provedení pájených spojů

Porovnání svařovaných a pájených spojů.

Požadavky na konstrukci pájené součásti se odlišují od požadavků na součást svařovanou. Je třeba zabránit vysoké koncentraci napětí v pájeném spoji.

SWAŘOVÁNÍ	PÁJENÍ
	
	
	
	
	
	

Čistota a úprava pájených ploch

Pájené plochy musí být vždy dokonale mechanicky očištěné např. pískováním a odmaštěné.

Oxidy lze odstranit mořením – ocel a měď v 10% roztoku kyseliny sírové, hliník v 10-20% roztoku NaOH.

Důležitá je i drsnost povrchu, příliš hrubý nebo naopak lesklý povrch znesnadňuje pájení. Vyhovující je drsnost od 1 do 100 μm .

Pájený spoj je vždy jakostnější, jestliže se plochy pájených dílů před sestavením opatří nánosem tavidla příp. pájecí pasty.

Ohřev při pájení

Nánosové pájení – teplota o ca 50°C nižší než je solidus použité pájky.

Kapilární pájení – teplota o 20 až 50°C vyšší než likvidus použité pájky.

Vždy je nutné ohřát nejprve základní materiál. Pokud není základní materiál ohřátý na pracovní teplotu dochází ke kuličkování pájky, protože roztavená pájka nemůže smáčet základní materiál.

Způsoby ohřevu

1. Pájení el. páječkou – vhodné pro elektrotechniku a menší součásti.
Výhody: přesná regulace tepla, nedochází ke shoření tavidla.
Nevýhody: pomalý ohřev, dochází k rozpouštění měděného hrotu pájedla v pájce.
2. Pájení horkým vzduchem – vhodné pro nízkoteplotní pájky a malé součásti.
3. Pájení plamenem – vhodné pro opravy, montáž a kusovou výrobu.
Výhoda : nízké náklady, rychlost ohřevu. Nevýhoda : nebezpečí shoření tavidla.

Způsoby ohřevu

4. Indukční ohřev – rychlé, vhodné pro sériovou výrobu
5. Ohřev v peci – vhodné pro součásti s větším množstvím pájených spojů
6. Ohřev el. odporem – odporové kleště pro pájení měděných trubek.
Výhody – čisté spoje, nehrozí popálení interiéru v okolí trubky.