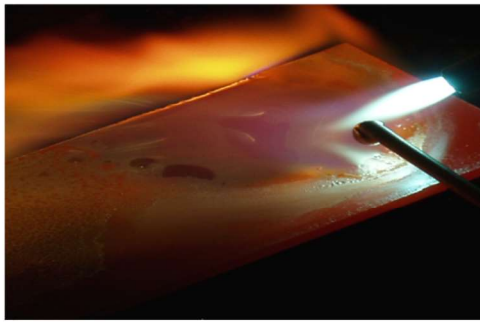


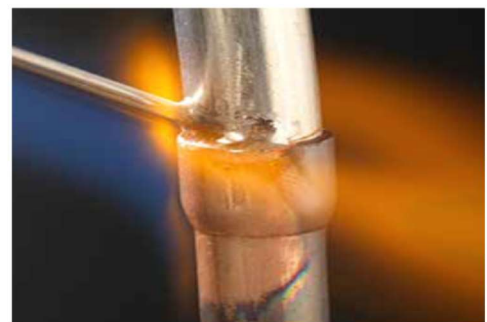
Příručka tvrdého pájení

Pájky GalFlo:

- stříbrné pájky,
- měď-fosforové pájky,
- mosazné pájky,
- hliníkové pájky,
- tavidla k pájkám.



GALFLO™



**Obsah:**

ČÁST PRVNÍ – Představení firmy	6
1. Kontaktní informace	6
1.1. Kontaktní osoba:.....	6
1.2. Sídlo a sklad firmy Almio, s. r. o.:	6
1.3. Katalog pájek Galflo ke stažení:.....	6
1.4. Materiálové a bezpečnostní listy pájek Galflo ke stažení:	6
1.5. Poptávkový formulář pájek Galflo:	6
1.6. Všeobecné obchodní a dodací podmínky:	6
1.7. Certifikace ISO 9001 ke stažení:	6
2. Představení firmy Almio, s. r. o.	7
3. Představení výrobce pájek Galflo Pietro Galliani Brazing, S. p. A.	8
ČÁST DRUHÁ – TVRDÉ PÁJENÍ	9
4. Aktuální norma ČSN EN ISO, pro tvrdé pájení.....	9
5. Historie pájení a obecný úvod.....	9
6. Technologie pájení.....	10
7. Výhody a nevýhody pájení, ve srovnání se svařováním.....	11
8. Definice základních pojmů	13
8.1. Smáčivost.....	13
8.2. Roztékavost	14
8.3. Vzlínavost (kapilarita)	14
8.4. Difúze	15
8.5. Pracovní teplota	15
8.6. Teplota tavení – Solidus / Likvidus	15
8.7. Eutektikum.....	15
9. Dělení pájení a pájek podle teploty tání a dle normy ČSN EN ISO	15
9.1. Měkké pájení / měkké pájky.....	15
9.2. Tvrdé pájení / tvrdé pájky.....	16
10. Tvrdé pájení, pro různé druhy potrubních rozvodů	18
11. Základní anglické pojmy pájení vs. svařování.....	18
12. Tvrdé pájky a jejich rozdělení.....	18
12.1. Stříbrné pájky s obsahem cínu	19



12.2.	Stříbrné pájky s obsahem niklu.....	19
12.3.	Stříbrné pájky s obsahem křemíku.....	20
12.4.	Měď fosforové pájky a měď fosforové pájky se stříbrem	20
12.5.	Mosazné pájky	20
12.6.	Hliníkové pájky.....	20
12.7.	Zlaté pájky	21
12.8.	Palladiové pájky	21
13.	Významné prvky ve slitinách.....	21
13.1.	Fosfor (P)	21
13.2.	Cín (Sn).....	21
13.3.	Křemík (Si)	21
13.4.	Úloha ostatních prvků ve slitinách při pájení.....	22
14.	Teploty tání prvků.....	22
15.	Pájitelnost kovů.....	23
16.	Tavidla pro tvrdé pájení, dle normy ČSN EN ISO 18496	23
16.1.	Funkce fosforu jako tavidla.....	24
17.	Způsoby tvrdého pájení.....	24
17.1.	Pájení plamenem	25
17.1.1.	Ohřev při pájení plamenem	25
17.1.2.	Typ plamene	26
17.1.3.	Teplota plamene	26
17.2.	Kapilární pájení.....	26
17.3.	Pájení v peci.....	27
17.4.	Pájení ve vakuu	27
17.5.	Pájení odporový teplem	28
17.6.	Indukční pájení.....	28
17.7.	Pájení ponorem	29
17.8.	Vysokoteplotní pájení	30
17.9.	Ohřev na vzduchu	30
17.10.	Ohřev bez přístupu okolní atmosféry.....	30
18.	Druhy spojů pro tvrdé pájení	30
19.	Konstrukce pájených spojů	32



20. Vady spojů	32
21. Zkoušení pájených spojů.....	33
22. Mechanické vlastnosti pájených spojů.....	34
23. Životnost pájených spojů	34
ČÁST TŘETÍ – Charakteristika pájek GalFlo (Pietro Galliani Brazing).....	35
24. Pájky GalFlo a pájení železných a neželezných kovů	35
25. Technologie pájení stříbrnými pájkami, dle ČSN EN ISO 17672.....	35
25.1. Stříbrné pájky s obsahem cínu	35
25.2. Stříbrné pájky bez obsahu cínu	36
25.3. Stříbrné pájky s obsahem niklu, pro pájení tvrdokovu (wolfram-karbid).....	36
25.4. Stříbrné pájky s obsahem křemíku.....	36
25.5. Pájky používané v oblasti, zvýšené koncentrace soli v ovzduší	36
25.6. Doporučená ekologická tavidla CleanTech™, pro stříbrné pájky	36
25.7. Standardní toxické tavidla, pro stříbrné pájky	37
26. Měď-fosforové pájky, dle ČSN EN ISO 17672.....	38
27. Technologie NanoTech™ měď fosforové pájky, ČSN EN ISO 17672.....	39
28. Technologie NanoTechFlux™.....	41
29. Technologie NanoTechPlus™	43
30. Mosazné pájky, dle ČSN EN ISO 17672.....	43
30.1. Doporučená ekologická tavidla CleanTech™, pro mosazné pájky	43
30.2. Standardní toxické tavidla, pro mosazné pájky	43
31. Hliníkové pájky, dle ČSN EN ISO 17672	44
31.1. Doporučená tavidla, pro hliníkové pájky	44
31.2. Tavidla pro hliníkové pájky	44
32. Pájení železných a neželezných kovů	44
32.1. Pájení nerezů	44
32.2. Pájení mědi a měděných rozvodů (měděných trubek).....	46
32.3. Pájení mosazi	46
32.4. Pájení univerzální obalovanou pájkou GalFlo 45Sn – Ag145 (Ag45Sn)	46
32.5. Pájení tvrdokovů	47
32.6. Technologie CladTech™	48
32.7. Pájení hliníků	50



32.8.	Tavidla	52
33.	Postup předtím, než začnu pájet!	53
34.	Postup při pájení krok za krokem	53
35.	Všeobecné specifikace pro správnou aplikaci	54
36.	Průvodce výběrem slitin. Jak vybrat správnou pájku?.....	55
37.	Přehled pájek GalFlo, pro chladírenské aplikace.....	57
37.1.	Chladírenská pájka GALFLO CuP6	58
37.2.	Chladírenská pájka GALFLO CuP7	59
37.3.	Chladírenská pájka GALFLO CuPAg2	60
37.4.	Chladírenská pájka GALFLO CuPAg5	61
37.5.	Chladírenská pájka GALFLO CuPAg15	62
37.6.	Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag34Sn	63
37.7.	Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag40Sn	64
37.8.	Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag44.....	65
37.9.	Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag45Sn	66
37.10.	Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag55Sn	67
37.11.	Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag56Sn	68
38.	Oblasti použití pájek GalFlo	69
39.	Kompletní přehled pájek GalFlo.....	70
40.	Hořáky a ostatní příslušenství, pro tvrdé pájení.....	76
ČÁST ČTVRTÁ – Závěr		77
41.	Dodací podmínky.....	77
42.	Závěrečná ustanovení	78
43.	Seznam obrázků	79
44.	Použité zdroje.....	80



ČÁST PRVNÍ – Představení firmy

1. Kontaktní informace

1.1. Kontaktní osoba:

- Ing. Mojmír Glet (vedoucí oddělení pájecích materiálů a vedoucí kvality)
- Mobil: +420 739 212 754
- Email: glet@almio.cz
- <https://www.almio.cz/pajky>
- Svaz chladicí a klimatizační techniky: <https://www.chlazení.cz/katalog/almio-s-r-o-5122>
- V celém textu jsou **zeleně zobrazeny doporučení** a **červeně upozornění!**

1.2. Sídlo a sklad firmy Almio, s. r. o.:

- IČO: 25067249
- DIČ: CZ25067249
- Dobronická 1257
- 148 00 Praha 4 Kunratice

1.3. Katalog pájek Galflo ke stažení:

- <https://www.almio.cz/pajky> (včetně příručky pájení Almio)

1.4. Materiálové a bezpečnostní listy pájek Galflo ke stažení:

- <https://www.almio.cz/pajky> (u jednotlivých slitin v tabulce)

1.5. Poptávkový formulář pájek Galflo:

- <https://www.almio.cz/poptavka>

1.6. Všeobecné obchodní a dodací podmínky:

- <https://www.almio.cz> (sekce ke stažení)

1.7. Certifikace ISO 9001 ke stažení:

- <https://www.almio.cz> (sekce ke stažení)

2. Představení firmy Almio, s. r. o.

Firma Almio, s. r. o. velkoobchod pájecími materiály byla založena již roku 1998 a je jediným výhradním zástupcem a dodavatelem italské výrobní společnosti **Pietro Galliani Brazing S. p. A.** Naše spolupráce trvá úspěšně, již 24 let, od roku 2000. **V roce 2023 jsme prodali 65.000 kg pájek na českém trhu.** Převážně dodáváme pájky **renomovaným výrobcům** v oblasti **automotive, zdravotnictví, potravinářství, tepelných výměníků, tepelných čerpadel, klimatizací, chladících zařízení**, ale i středním a menším společností s menším odběrem, jako jsou např. **servisní a montážní práce.**

Jedná se o **pájky značky Galflo** ve formě pájecích tyčinek v obalovaném, či hladkém provedení. Standardní rozměry jsou o průměru 2,00 mm a o délce 500 mm, jako pájky kulaté, či čtyřhranné. **Skladem v Praze je široká škála slitin a průměrů.** Pájky jsou určené, např. **pro pájení mědi, mosazi, nerez, oceli, hliníku** atd. A **pro pájení, např. měděných trubek, rozvodů či měděných instalací, aplikací a pro pájení materiálů z různých kovových části a dílů.** Ze sortimentu **pájecího materiálů (stříbrných, měď – fosforových, mosazných a hliníkových pájek, či pájecích past a tavidel ekologických, či standardních** si vybere každý zákazník, který potřebuje pájku, pro tvrdé pájení.

Všechny pájky jsou normované, dle aktuální platné normy **ČSN EN ISO 17672 z prosince roku 2018.** Výroba podléhá jejich kritériím. Stejně jako výrobce disponujeme certifikátem kvality **ČSN EN ISO 9001**, včetně dalších potřebných formulářů, nařízení a potvrzení, jakými jsou např. REACH, ROHS, CMRT, dlouhodobé prohlášení dodavatele pro produkty se statusem preferenčního původu atd.

Dále Vám, **firma Almio, s. r. o. velkoobchod kovy**, se sídlem v Praze, již 26 let, nabízí ucelený sortiment produktů certifikované kvality, od renomovaných světových výrobců, ze zemí západní Evropy. Našim odběratelům zajišťujeme nejen dopravu, skladování materiálů, financování, ale také poradenství a profesionální přístup v oboru od našich specialistů. **Náš tým se skládá ze 30 zaměstnanců.**

Hutní materiály expedujeme z našich skladů z **Prahy, Olomouce** anebo **Jablonce nad Nisou** po celé České republice a Slovensku. Odběratelé máme také po celé Evropě. Nabízíme **plechy, desky, tyče, trubky a dráty z neželezných kovů (měď, slitiny mědi, mosaz, bronz, hliník, zinek) a také nerez nebo ocel.** Podrobný soupis nabízených kovů a polotovarů/materiálů naleznete na webových stránkách www.almio.cz. V roce 2023 jsme dosáhli obrátu: 850 mil. Kč.



3. Představení výrobce pájek Galflo Pietro Galliani Brazing, S. p. A.

Pietro Galliani Brazing S.p.A (PGB) působí v oblasti zpracování kovů již více než 100 let. PGB se nachází ve městě Vergato v Itálii 50 km jižně od Bologně. **PGB je od roku 1995 evropským lídrem ve výrobě produktů GALFO pro tvrdé pájení.** Naším posláním je pomáhat zákazníkům a optimalizovat jejich procesy pájení. Tohoto poslání dosahujeme pochopením současných a budoucích potřeb zákazníků a vývojem, výrobou a marketingem správných produktů a služeb.



Věříme, že Evropa je strategický region pro výrobu našich produktů. **Na rozdíl od většiny našich konkurentů jsme naši výrobu nezadali do Číny nebo jiných „nízkonákladových“ regionů.** Věříme, že efektivní výroba, rychlý servis, vynikající kvalita a kvalifikovaný personál nám poskytnou výraznou výhodu nad našimi konkurenty. V posledních 4 letech PGB investovala miliony eur do své továrny v Itálii a pokračuje v modernizaci svých procesů a investicích do výzkumu a vývoje.

Jsme odhodláni zvyšovat kvalitu naší značky. Náš závazek je nabízet nejvyšší kvalitu za dobrou cenu. Každý den jsme odhodláni podporovat tradici dobré kvality ve všem, co děláme. Kvalita pro nás není jednorázová akce, ale nepřetržitý způsob života. Naše produkty procházejí před odesláním 3 chemickými analýzami k zákazníkům. Testujeme suroviny, odlitky polotovarů a hotové produkty, aby bylo zajištěno, že budou splňovat naše přísné podmínky kvality. PGB vytvořil interní standardy, které daleko přesahují standardy norem DIN, ISO, AWS nebo EN.

Jsme nadšení pro technologie a inovace! Technologie pomáhá neustále zlepšovat naše vlastní interní procesy a také vytvářet nové produkty a řešení pro naše zákazníky. PGB má ve své organizaci tým chemických expertů a metalurgů kteří spolupracují na řešení složitých problémů našich zákazníků. Pro nás je to výzva, když naši zákazníci požadují neustále nová a nová řešení.

Na trh jsou uváděny materiály, u kterých se zdá, že je pájení téměř nemožné. Pietro Galliani Brazing S.p.A se pyšní tím, že má jednu z nejkompexnějších produktových řad v Evropě. **Vyrábíme více než 1000 různých produktů** a neustále vytváříme nová a inovativní řešení. Náš sortiment zahrnuje tyče, dráty, fólie, tavidla, kroužky, pasty, prášky a tyče, či dráty potažené tavidlem, tzv. obalované pájky. **CLEANTECH™ – POKROČILÝ SYSTÉM VÝVOJE TAVIDEL.** CleanTech™ je nejnovější vývoj v oblasti tavidel. Naše řada tavidel CleanTech™ eliminovala toxické složky a zároveň zlepšila kvalitu pájení. **CleanTech™ je čistější pro životní prostředí i pro vaše díly.**

ČÁST DRUHÁ – TVRDÉ PÁJENÍ

4. Aktuální norma ČSN EN ISO, pro tvrdé pájení

Tvrdé pájení – Pájky

- dle ČSN EN ISO 17672 z prosince 2018.

Tvrdé pájení – Tavidla pro tvrdé pájení – Klasifikace a technické dodací podmínky

- dle ČSN EN ISO 18496 z dubna 2022.

5. Historie pájení a obecný úvod

Od počátku 20. století je tento metalurgický proces využíván průmyslově. Nicméně tomu tak vždy nebylo. Tato metoda převažovala v řemeslné výrobě. Na samém začátku nenacházela ve strojní velkovýrobě pochopení, neboť se zastával názor, že pájený spoj nedosahuje v porovnání se spojem svařovaným, tak vysoké pevnosti. Tato myšlenka (**ohledně pevnosti spoje**) byla hlavním důvodem, proč se pájení nahrazovalo svařováním. Na základě této skutečnosti se vše zaměřovalo na zdokonalování svařování a pájení bylo ve velkovýrobě opomináno a používalo se pouze minimálně, např. při pájení speciálních aplikací. Na základě toho docházelo ke stagnaci pájení, neboť nebylo možné tuto metodu vyvíjet ve prospěch technologie. A tak se tedy pájení dlouhodobě využívalo pouze v řemeslnických dílnách, či při opravách apod.

Zlom nastal v 50. letech, pájení začalo vstupovat do sériové a hromadné výroby velkých závodů. Proč tomu tak bylo? Postupem času se zjistilo, že **pájení výrazně snižuje požadavky na technologický postup** i u velmi náročných aplikací a tím samozřejmě docházelo i **ke snížení výrobních nákladů**. Na základě těchto skutečností docházelo k rozvoji a k zdokonalování pájení a začaly vznikat nové metody jako indukční pájení, pájení v pecích, či ultrazvukové pájení.

Jak již tedy víme, tak pájení je jeden z nejstarších metalurgických procesů spojování kovových částí. **Jednoduše řečeno je to proces, kterým vzniká mechanický pevné nerozebíratelné spojení kovů, dílů, částí či materiálů stejného nebo různého chemického složení pomocí roztavené slitiny (pájecího materiálů/tvrdých pájek)**, za teploty převyšující 450–500 °C. Nedosažitelnou a nesmírnou výhodou pájení je **možnost spojování (železných, nebo neželezných kovů, částí, dílů, či materiálů) z nesvařitelných, nebo velmi složitě svařitelných (železných kovů, nebo neželezných kovů, částí, dílů, či materiálů), které jsou pro svařování nevhodné**. Pájené plochy se nenatavují, ale jsou smáčené roztavenou pájkou.

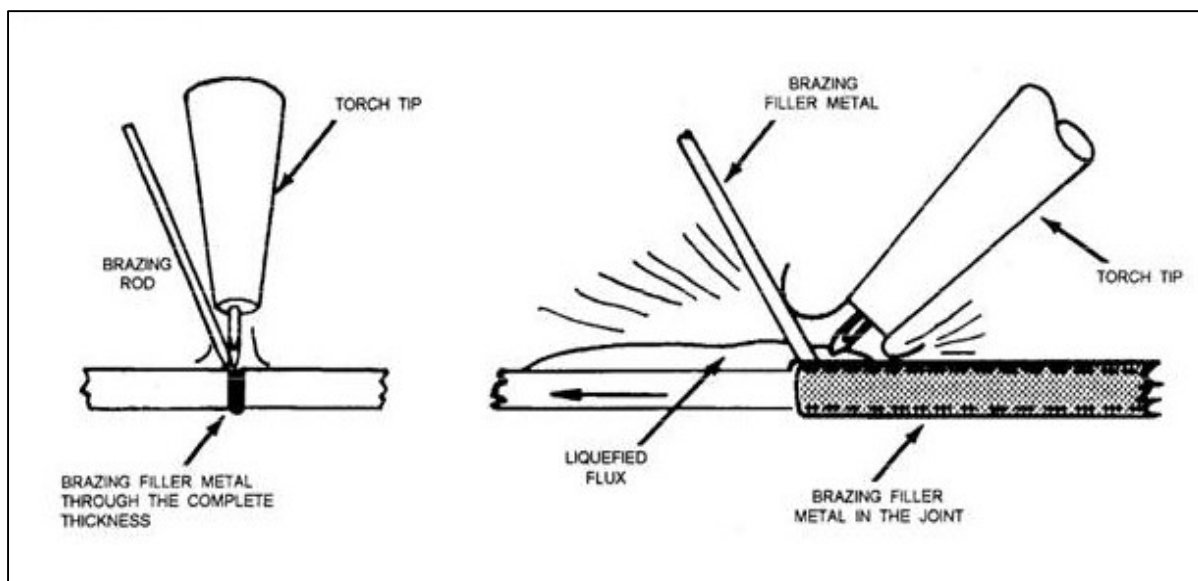
Mezi další výhody řadíme: jednoduchost technologie, používání nízkých teplot a možnost výroby složitých výrobků a náročných spojů, např. v pasířství (výroba lustrů) nebo hudebních nástrojů.

Pájení se uplatňuje v celé řadě odvětví, jakými jsou např. (automotive, letecký průmysl, výroba chladicích a klimatizačních zařízení, výroba tepelných čerpadel a tepelných výměníků, ve zdravotnictví, v potravinářství, ve zbrojním průmyslu, při výrobě lustrů, hudebních nástrojů a v mnoha dalších. Podrobné uplatnění si představíme v jedné z kapitol.

Pájený spoj musí splňovat spoustu požadavků na kvalitu. Mezi ty nejdůležitější řadíme **houževnatost spoje a odolnost proti oxidaci a korozi**. Správný výběr vhodného okolního prostředí (vakuum, redukční atmosféra) příznivě ovlivňuje vlastnosti spoje. Pájka proniká do základního materiálu difúzí, a tak dochází k promísení částic pájky a základního materiálu, čímž je vytvořený pájený spoj. **Teplota tání pájky je vždy nižší než teplota základního kovu.** Pevnost pájeného spoje je dána **pevností mezivrstvy pájený kov – pájka – pájený kov**. Čím menší je mezivrstva, tím větší je pevnost pájeného spoje. **Pájka musí mít tyto základní vlastnosti:** dobrou zatékavost a vzlínavost, vyhovující mechanické vlastnosti, malý rozdíl elektrického potenciálu vůči základnímu materiálu a dobrou cenu.

6. Technologie pájení

Pokud chceme pájkou docílit výborné kvality spoje, tak v první řadě **musí být pájené plochy dokonale čisté**, na kterých nesmí zůstat žádná mastnota, nečistoty, či oxidy. Jakmile provedeme mechanické čištění, tak se povrch odmastí, pokud je potřeba, tak očistíme ještě chemicky. Pokud chceme během ohřevu na pájecí teplotu **dodatečně zabránit tvorbě oxidů** nanášíme na povrch tavidlo, které tyto oxidy nebo jejich zbytky redukuje a rozpouští. Tavidlo může být nahrazeno redukční atmosférou, pokud se pájí v peci. Jakmile jsou díly očištěné, tak se před pájením tzv. **slícují, aby se poloha dílů již nemohla při další manipulaci, či ohřevu změnit**, to vše zajišťuje správně sestavená konstrukce pájeného spoje v podobě nalisování, pomocného nýtu, lemování, pomocného sváru, či vhodného přípravku, který se využívá např. při pájení v sériové výrobě.



Obrázek 1 Technologie a postup pájení

Dalším důležitým pravidlem je, aby **byla pájka nanášena v nezbytně nutném množství** a tím se zbytečně nesnižovala pevnost pájeného spoje a také nezvyšovala spotřeba pájky.

Dříve, než je dílec připraven k tvrdému pájení, tak se **mezi pájené plochy vkládá tenký plíšek**, či **příkládá tvarovaný drát**, také můžeme použít a nanést **pastu**, následuje ohřev na pájecí teplotu.

V sériové výrobě se nejčastěji používá ohřev v peci, pokud jde o pájení strojních součástí. Typická je pec průběžná s redukční atmosférou, méně častý je indukční ohřev.

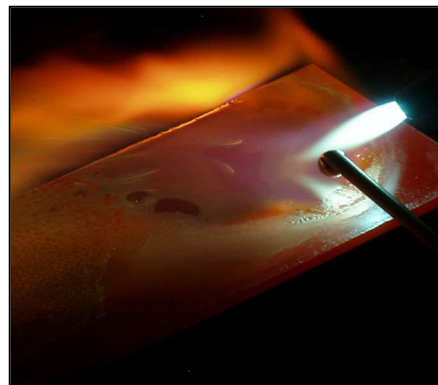
V řemeslnictví, v dílnách, při kusové výrobě, nebo při opravách se při tvrdém pájení standardně používá ohřev plamenem. Samozřejmě může být ohřev prováděný i dalšími způsoby, jako je například ponořením do roztavené pájky nebo tavidla, infrazářením apod.

Ohřev musí být rychlý a rovnoměrný, protože čím větší prodleva na vyšší teplotě, tím se obvykle zhoršuje kvalita spoje. Jestliže jsou použita velmi účinná, ale agresivní tavidla, je velmi důležité jejich zbytky pečlivě odstranit, jelikož zbytky působí korozivně.

Odstranění zbytků tavidla je velmi náročné a nákladné. **Proto je dobré používat ekologická tavidla řady CLEANTECH výrobce Pietro Galliani Brazing, s kterým neztrácíte čas a námahu, lépe se s nimi pracuje a nejsou toxické oproti standardním toxickým tavidlům**.



Obrázek 2 Technologie tvrdého pájení



Obrázek 3 Technologie tvrdého pájení

7. Výhody a nevýhody pájení, ve srovnání se svařováním

Obecně platí, že pájení v porovnání se svařováním má řadu výhod, v odrážkách níže si představíme ty nejdůležitější.

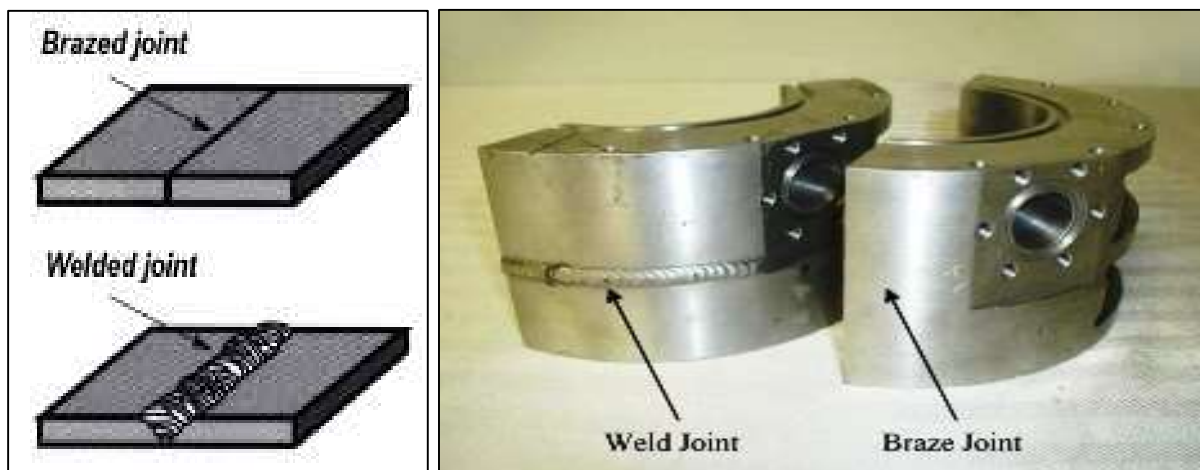
- **Spojování nesourodých materiálů:**

- tzn. různého chemického složení, různé neželezné a železné kovy, nebo lze např. spojit díl z kovu (z oceli) a druhý díl, který je vyrobený, např. na základě práškové metalurgie.

- **Spojování nesvařitelných materiálů:**
 - zkrátka použijeme tvrdé pájení tam, kde svařování nenajde pochopení. Svařování takových materiálů, či dílů není buď vůbec možné nebo je velmi složité. Mohou být použity speciální metody svařování, které jsou ale velmi náročné a nákladné.
- **Nedochází k natavování materiálů.**
- **Nedojde k roztavení v místě spoje.**
- **Spoj je zahřátý přibližně na 50 °C nad teplotu tání použité pájky.**
- **Spojování probíhá za nižších teplot, než jsou teploty tavení pájených materiálů.**
- **Při pájení vznikají menší tepelná pnutí a s ním spojené deformace**
- Tedy nedochází k tak velkému teplotnímu namáhání materiálů.
- **Při pájení je změna struktury pájeného materiálů minimální.**
- **Pájení probíhá u několika spojů najednou.**
- **Vizuálně lepší vzhled, než u svárů:**
 - není nutno dále obrábět.
- **Plynulý přechod mezi pájenými dílci.**
- Využívá se ve výrobě a strojírenství.
- Nižší kvalifikační nároky, zvláště při pájení v pecích a pájecích automatech.
- Výsledný předmět může být vyroben z většího počtu jednoduchých částí.
- Úspora tepelné energie a materiálu, hospodárnost výroby.
- Možnost mechanizace a automatizace pájení.
- Možnost spojení všech kovů, slitin a vysoká rozměrová přesnost pájených dílů.

Zásadní nevýhodou pájení oproti svařování, je ta skutečnost, že pájený spoj má obecně nižší mechanické vlastnosti než spoje svárové. Pevnost spoje (hlavně v tahu), není rovněž tak vysoká, jako u svárového spoje.

Pevnost v tahu je přibližně 300 MPa, ve střihu kolem 220 MPa. Pokud jsou ale dodržovány technologie pájení a jeli použita vhodná konstrukce, lze pevnost pájeného spoje zvýšit, ale tyto skutečnosti jsou vesměs nákladné.



Obrázek 4 Pájený a svářený spoj



8. Definice základních pojmů

Pájecí materiály / tvrdé pájky musí splňovat řadu vlastností, jako jsou např.:

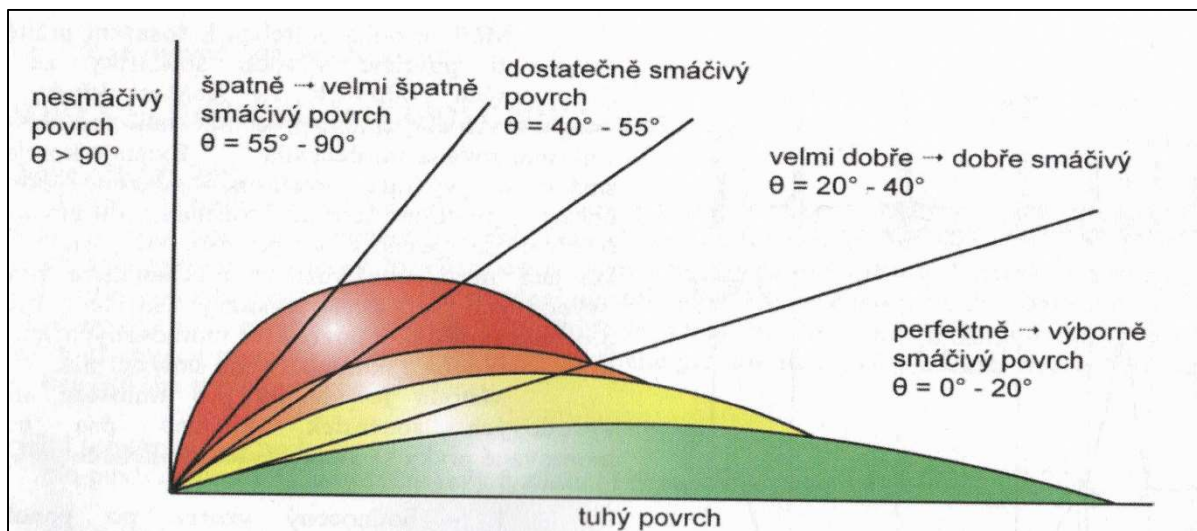
- **Dobrá smáčivost, roztékavost, vzlínavost.**
- **Vyhovující mechanické vlastnosti.**
- **Malý rozdíl elektrického potenciálu, vůči základnímu materiálu.**

Mezi základními a zároveň nejdůležitějšími vlastnostmi jsou

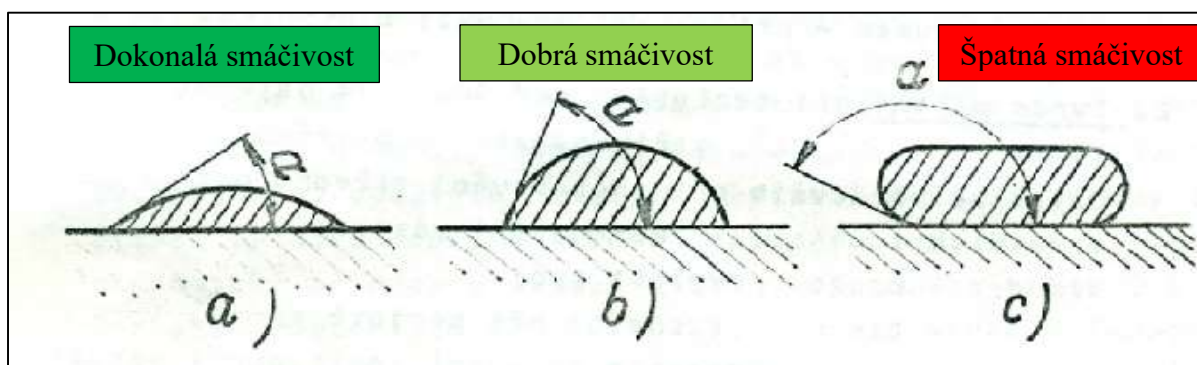
- **Smáčivost, roztékavost, vzlínavost (kapilarita).**
- **Difuze, pracovní teplota, teplota tavení.**
- **Solidus, likvidus a eutektikum.**

8.1. Smáčivost

Pájky se fyzikálně chovají jako tekutina, protože se při pájení taví. Smáčivostí se rozumí nevratné rozložení roztavené pájky na povrchu pájených materiálů. Dobrá smáčivost pájky je základním a důležitým předpokladem pro vzlínání do pájené mezery a její vyplnění. Jednoduše řečeno smáčivost je schopnost tekuté pájky přilnout k čistému povrchu spojovaného materiálu při dané teplotě.



Obrázek 5 Smáčivost pájky

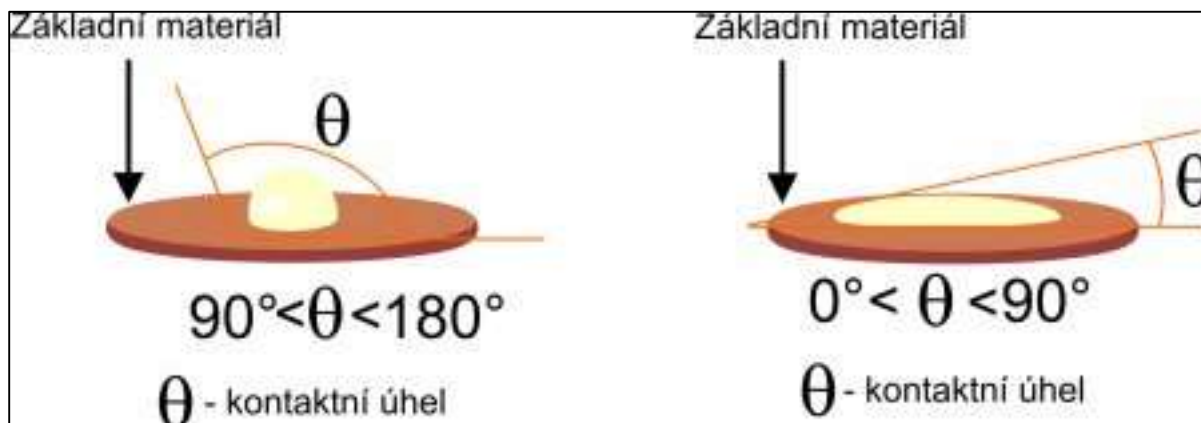


Obrázek 6 Typy smáčivosti



8.2. Roztékavost

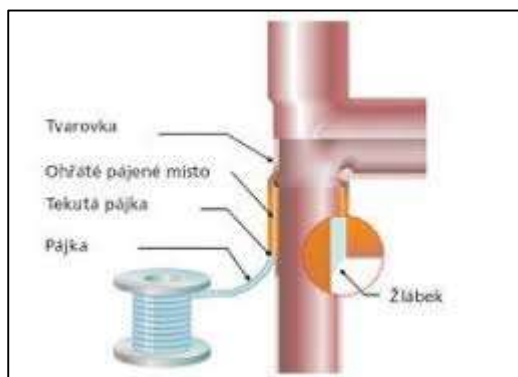
Je schopnost tekuté pájky se roztéci, při určité teplotě po vodorovném povrchu základního materiálu. Posuzuje se podle úhlu (tečna na povrchu pájky x základní materiál).



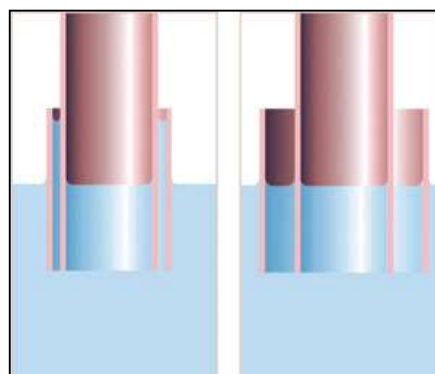
Obrázek 7 Roztékavost pájky

8.3. Vzlínavost (kapilarita)

Zde se setkáváme s tzv. kapilárním tlakem, tento jev se vyznačuje tím, že hladina tekutiny v mezeře je vyšší než okolní hladina. Díky tomu roztavená pájka vzlíná do mezery a to i navzdory gravitaci. Zkrátka díky působením kapilárních sil dochází při pracovní teplotě k vyplnění úzké mezery roztavenou pájkou. **Rozdíl – h – bude tím větší, čím menší je – r –**

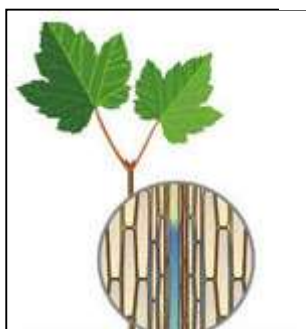


Kapilární pájení měděných trubek
0,02 mm až 0,3 pro trubky o Ø 6 až Ø 54 mm
0,4 mm pro trubky o Ø 54 mm až Ø 108 mm



Optimální pájecí mezera – kapalina vstoupá vzhůru
Široká mezera – kapilární jev se neprojeví

Obrázek 8 Jak působí kapilarita (vzlínavost)



Voda v rostlině vstoupá, vlivem kapilarity



Houba nasává kapalinu, vlivem kapilarity

8.4. Difúze

Působením smáčivosti dochází k tomu, že pájky vytvářejí se základním materiálem slitinu. Difuzí se rozumí vznik slitiny, kdy jeden z materiálů zůstane v pevném stavu. Vzniká tzv. difuzní zóna, a to na základě přesouvání atomů pájky. **Velikost difuzní zóny ovlivňuje pevnost pájeného spoje.**

8.5. Pracovní teplota

Pracovní teplotou se rozumí nejnižší teplota na povrchu materiálu v místě pájení, dochází k tomu, že se pájka smáčí, rozšiřuje se a následně se může spojit s materiálem. Není nutné, aby byly pájky vždy plně roztaveny, obvykle je pracovní teplota v rozsahu teploty tavení pájek, mezi solidem a likvidem.

8.6. Teplota tavení – Solidus / Likvidus

Jednoduše řečeno solidem se rozumí začátek tavení pájky, zkrátka když pájky začnou tát, zatímco termínem likvidus se rozumí teplota úplného roztavení pájky. Solidus a likvidus ohraničují rozsah tavení. Pokud je rozsah tavení velký, tak pájky vytvářejí hustější lázeň a lépe tak překrývají mezeru. Naopak pokud je rozsah tavení malý, popř. u eutektické pájky, tak pájky vytvářejí velmi řídkou lázeň a pájka má vynikající vzlínavost.

8.7. Eutektikum

Jedná se o tuhou směs dvou látek, jejichž krystaly byly vytvářeny při tuhnutí společně. **Čisté eutektikum** je míšící poměr obou složek, při kterém je teplota tuhnutí směsi nejnižší. V případě, že je míšící poměr odlišný, vznikají směsi **podeutektické**, u kterých jsou tuhé fáze tvořeny směsí eutektika a krystalů jedné složky. Nebo vznikají směsi **nadeutektické**, u kterých jsou tuhé fáze tvořeny směsí eutektika a krystalů druhé složky. Pokud chtějí **látky tvořit eutektikum**, musí splňovat následující podmínky, viz níže. **Směsi, které nesplňují tyto podmínky (stačí, že nesplňují jednu), nevytvářejí eutektické směsi.** Vytvářejí jiné soustavy, jako jsou např. peritektické směsi, či tuhé roztoky.

- v pevném skupenství jsou nerozpustné nebo alespoň částečně nerozpustné,
- v kapalném skupenství jsou rozpustné,
- teploty tání jsou dostatečně blízké,
- eutektická teplota je nižší než teploty tání obou samostatných složek.

9. Dělení pájení a pájek podle teploty tání a dle normy ČSN EN ISO

9.1. Měkké pájení / měkké pájky

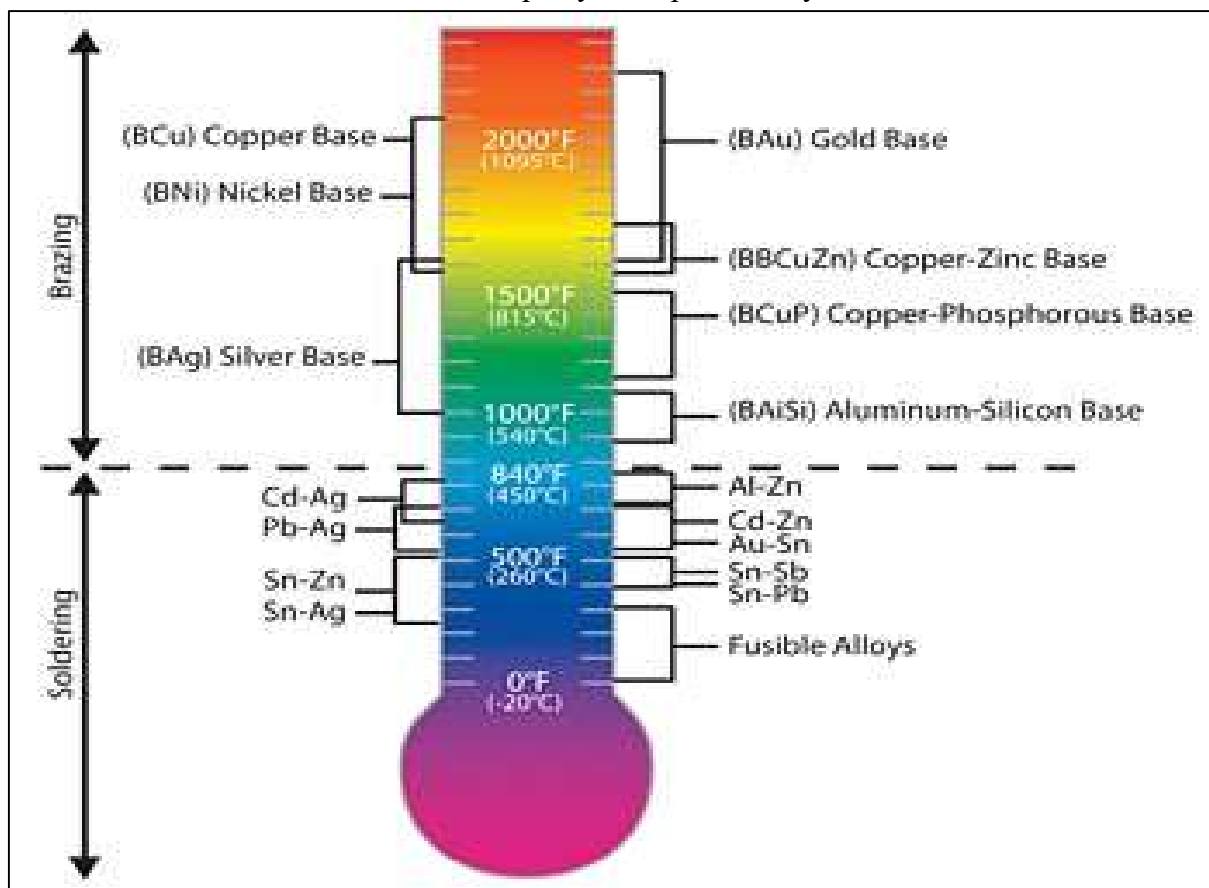
Měkké pájení, tj. s použitím tavidla, **kdy má pájka teplotu likvidu pod 450 [°C]**. Jedná se hlavně o pájky **cínové Sn** (teplota tání 232 [°C]), nebo častěji slitiny s **olovem a cínem** (Pb – Sn), jedná se o tzv. klempířské pájky, a to v poměru Pb/Sn = 60/40, 50/50, 40/60. Jelikož tyto pájky obsahují vysoké množství olova je, zda zapotřebí vysoké opatrnosti. Tyto pájky také podléhají regulacím EU. Další slitiny jsou se stříbrem (Ag), bismutem (Bi), či zinkem (Zn). Všechny měkké pájky se dodávají nejčastěji ve formě lité tyče o rozměrech

10x10x10x500 mm (klasický litý cín, pro klempíře, např. Pb60Sn40), či ve formě trubičkových pájek plněných tavidlem ve formě drátů na cívce, nejčastěji 0,25 nebo 1 kg např. pro slitiny Sn95Ag5. Tyto měkké pájky se používají na spoje, které nevyžadují vysokou pevnost. **Pevnost spoje v tahu u měkkých pájek je 20–80 [MPa] a ve stříhu do 40 [MPa].** Hlavní oblast jejich použití je elektrotechnický průmysl a vodo-topo.

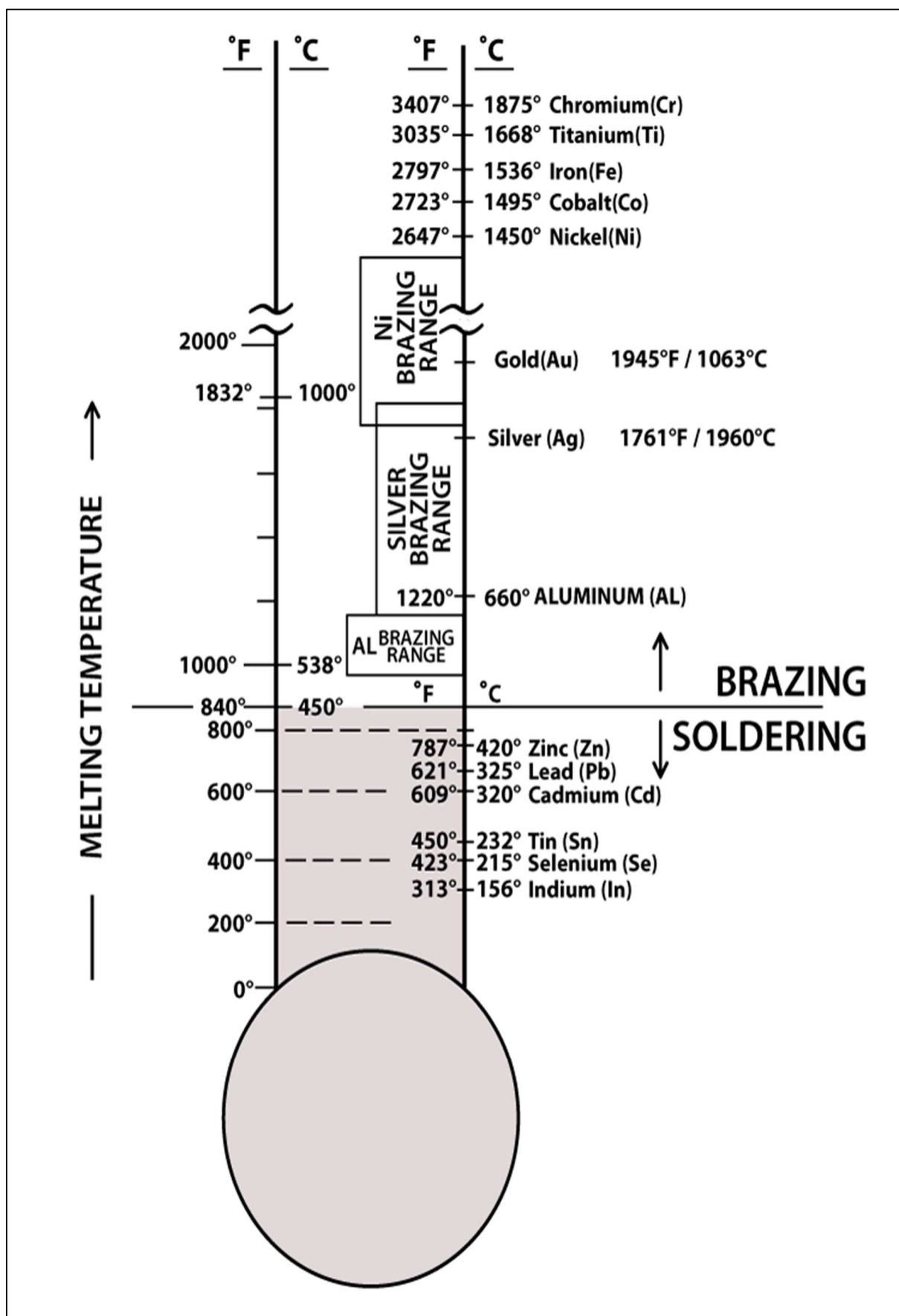
9.2. Tvrdé pájení / tvrdé pájky

Tvrdé pájení, tj. s použitím tavidla, kdy má pájka teplotu likvidu nad 450 [°C]. Jedná se o skupiny pájek na bázi **stříbra (Ag), mědi a fosforu se stříbrem a bez stříbra (CuPAg a CuP), mosazi (CuZn), nebo hliníku a křemíku (AlSi)**. Vysokoteplotní pájení, tj. tvrdé pájení bez tavidla v ochranné atmosféře nebo ve vakuu pájkou, jejíž teplota likvidu je nad 950 [°C]. Dodávají se standardně ve formě tyčinek hladkých, či obalovaných tavidlem o průměru 2,00 x 500 mm, drátů, kroužků, či pásků a fólií.

Tvrdé pájky se používají na spoje větší pevnosti, až 500 [MPa]. Např. stříbrnou pájku lze použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin, tvrdokovů a kombinaci těchto materiálů mezi sebou. **K ohřevu se nejčastěji používá plamen (kyslík acetylenový, který je seřízený na teplotu pájení).** Stříbrné pájky mají houževnatější spoje než mosazné. **Pájené plochy musí být dokonale čisté a ošetřené mechanicky i chemicky, aby se zabránilo oxidaci a také aby se zvětšila smáčivost a vzlínavost používaného tavidla.** Hlavní oblast použití je v automotive, výroba chladících a klimatizačních zařízení a tepelných čerpadel, či výměníku.



Obrázek 9 Rozdělení pájek podle teploty pájení (slitiny)



Obrázek 10 Rozdělení pájek podle teploty pájení (kovy)



10. Tvrdé pájení, pro různé druhy potrubních rozvodů

Tvrdé pájení je vhodné pro pájení potrubních rozvodů, kde je dopravované medium:

- pitná voda nad DN 28, **nedoporučuje se: pitná voda do DN 28.**
- vytápění teplovodní,
- vytápění horkovodní,
- vytápění podlahové,
- topný olej,
- chladicí tekutina,
- plyn (zemní i tekutý),
- chladivo.

11. Základní anglické pojmy pájení vs. svařování

U těchto technologií dochází v České republice velmi často ke sjednocení, či míchání základních anglických pojmů, vše by mělo být nazýváno správnými jmény.

- **Tvrdé pájení / Brazing.**
- **Tvrdá pájka / Brazing filler.**
- **Pájený spoj / Brazed joint.**
- **Tavidlo / Flux.**
- Měkké pájení / Soldering.
- Měkká pájka / Solder.
- Svařování / Welding.
- Svar / Weld.
- Obalené elektroda / Covered electrode.
- Přídavný drát / Wire electrode.

Také si nikdy neplest pojmy pájení se svařováním, jedná se o odlišné technologie spojování materiálů za tepla. Dříve se ve starých ČSN EN normách uvádělo před každou slitinou písmeno **B** nebo **S**, to určovalo, jestli se jednalo o slitinu pro **tvrdé pájení B (Brazing)**, nebo **měkké pájení S (Soldering)**. Označení slitiny, pro tvrdé pájení vypadlo, např. **B-Ag44CuZn-675/735**. I dnes se můžete velmi často setkat, že je před slitinou, která je určena pro tvrdé pájení použit anglický pojem Soldering (měkké pájení), nebo je před slitinou písmeno S, či je slitina označena jako Solder doslova pájka, i když se jedná o pájku, pro tvrdé pájení, správně by tedy mělo být Brazing filler.

12. Tvrdé pájky a jejich rozdělení

Při tvrdém pájení se používají tzv. tvrdé pájky ve formě hladkých tyčinek standardně o průměru 2,00 mm a délce 500 mm za použití tavidla ve formě již připravené pasty, nebo prášku, který je nutno připravit k pájení (poměr prášku a vody přibližně 4:1), **nebo pájek obalovaných tavidlem, které jsou již určené k okamžitému použití a jsou tedy**

praktičtější. Pracovní teplota tvrdé pájky je vždy nižší než teplota tání základního materiálu. Tvrdé pájky se využívají převážně tam, kde jsou kladeny požadavky na vyšší mechanickou a tepelnou odolnost.

Spoj, který je tedy vytvořený za pomoci tvrdé pájky (na rozdíl od spoje měkkou pájkou) může být určen k mechanickému namáhání, nebo (v závislosti na druhu použité pájky) může být vystavován vysokým, resp. nízkým teplotám, či teplotním výkyvům. Hlavními složkami jsou běžné nebo drahé kovy.

12.1. Stříbrné pájky s obsahem cínu

Jsou šetrné k životnímu prostředí a nahrazují skupiny slitin s kadmíem, tudíž nepředstavují zdravotní ani bezpečnostní riziko. Jedná se o slitiny Ag-Cu-Zn-Sn a další doprovodné prvky. **Obsah cínu snižuje teplotu tavení slitiny, mají tedy nižší pájecí teploty.** Užití tavidla je zapotřebí pájí-li se v oxidačním prostředí.

Nejpoužívanější a nejuniverzálnější stříbrnou pájku je pájka obalovaná GalFlo 45Sn – Ag145 (Ag45Sn), diam 2,00 x 500 mm, pro pájení náročnějších operací a tam kde je kladen důraz na vysokou houževnatost a pevnost spoje, který je např. namáhán vibracemi, nárazy, či výraznými teplotními výkyvy.

Pájky s min. 20 % stříbra se uplatňují pro ocel, měď a litinu. Pájky s minimální obsahem 40 % - 45 % stříbra se uplatňují pro nerezavějící ocel a tvrdokovy. **Nejsou citlivé na přehřátí a tvorbu pórů. Mají velmi dobrou roztékavost, jsou pevné a mají schopnost zůstat při ohýbání a nárazech vcelku bez tvorby trhlin, jsou houževnatější a jsou odolné proti korozi a zlepšují elektrickou vodivost.** Jsou chemicky odolnější než pájky mosazné. Pro zvýšení mechanické pevnosti se využívají příměsí niklu nebo manganu.

Slitina bez zinku (Ag160-Ag60Sn) je vhodná pro pájení nerezavějící oceli v náročných a vlhkých podmínkách a také pro pájení v peci. Pájení probíhá v ochranné či redukované atmosféře a ve vakuu. Využívají se především v tepelné technice (tepelné výměníky), výroba nástrojů a v leteckém průmyslu.

Standardně jsou pájky na bázi stříbra vyráběny v obalovaném provedení diam 1,50; 2,00 x 500 mm, tyto obalované tyčinky jsou určeny k okamžitému použití, tavidlo je již v obalu obsaženo, nebo v provedení hladkém 1,00; 1,50; 2,00 x 500 mm, kde je zapotřebí dodatečně použít tavidlo.

12.2. Stříbrné pájky s obsahem niklu

Využívají se ke spojování náročně pájitelných materiálů, jakými jsou nerezavějící a nástrojová ocel, wolfram-karbid, nikl a jeho slitiny v oblasti, **kde je kladen vysoký důraz na odolnost vůči korozi a vysoké servisní teploty.** Nikl je vhodnou základní složkou pro žárovečné a žáruvzdorné pájky, je odolný proti korozi a oxidaci. Vlastnosti niklových pájek se dají zlepšit legováním. Jedná se např. o pájku Ag449 – Ag49NiMn, která je vynikající pro pájení tvrdokovů (standardní forma pájka je tri-foil 1:2:1 Cu: Ag: Cu), tzv. sendvičová pájka.



12.3. Stříbrné pájky s obsahem křemíku

Nedoporučují se **pro spojení, která jsou vystavena nárazům, vibracím, tlaku a námaze**, jelikož křemík, může vytvářet velmi křehké intermetalické sloučeniny.

12.4. Měď fosforové pájky a měď fosforové pájky se stříbrem

Charakteristickým rysem těchto slitin mědi s fosforem je **samotavící vlastnost**. Jsou používány pro spojování mědi s mědí, kde není zapotřebí použít tavidlo a pro měď legovanou a její slitiny (bronz, mosaz), kde se tavidlo použít musí, stejně jako pro stříbrné pájky. **Nesmí být nikdy použity na železné kovy, slitiny niklu a mědi obsahující nikl.**

Roztékavost pájky závisí na množství obsahu fosforu. Měď fosforové pájky by se **neměly používat při pájení rozvodů, které jsou ve styku s médii obsahující síru.** Na méně náročné aplikace vodo-topo apod. se používají měď fosforové pájky bez obsahu stříbra a pájky s obsahem stříbra min. 2 %, pro chladicí techniku a pro instalace plynové techniky pájky s obsahem stříbra min. 5 %.

Pro náročné spoje, které jsou zatíženy vibracemi, nárazy a tepelnými změnami se používají pájky s min. obsahem stříbra 15 %. **Jsou úspěšně používány ve zdravotnictví, protože neobsahují zinek a vyvarují se nebezpečí vzniku koroze. Nejvíce využívanou měď-fosforovou pájkou se stříbrem, pro pájení mědi s mědí v oblasti chladírenských a klimatizačních aplikací je GalFlo CuPAg15 (CuP284, dle normy ČSN EN ISO 17672).**

Standardně jsou pájky na bázi mědi s fosforem (a také se stříbrem) vyráběny v hladkém a kulatém provedení diam 1,50; 2,00, 3,00 x 500 mm, ale také v provedení čtyřhranem 2 x 2 x 500 mm, které je velmi oblíbené.

12.5. Mosazné pájky

Mosazné pájky nejsou paradoxně určené pro pájení mosazi, tyto pájky se používají při pájení oceli, litiny a mědi, jestliže nehrozí poškození materiálu vyšší teplotou. Mosazné pájky obsahují Cu-Zn a **základní mosaznou pájkou je pájka GalFlo OTSI Cu60ZnSi – Cu470a**, dle aktuální normy ČSN EN ISO 17672 a legujících prvků (např. Sn, Si, Ag, Ni, Mn).

Standardně jsou vyráběny jako metrové tyče o průměru 1,50; 2,00; 2,50; 3,00; 4,00; 5,00 mm a také v obalovaném provedení 2,00; 3,00 x 500 mm. Z ekonomického hlediska (často se používají díky nízké ceně) jsou mosazné pájky velmi výhodné a mají dobré pájecí vlastnosti a zaručují vysokou pevnost spoje. Důležité je dodržení předepsané pájecí teploty. Příměsí zinku lze regulovat tavící teplotu. Se zvětšujícím se obsahem zinku teplota tání klesá a naopak, ale zároveň s tím roste i křehkost, nedoporučuje se obsah zinku větší než 65 %. Přísadou stříbra v mosazných pájkách zvyšuje jejich tekutost a přilnavost. Mosazné pájky se používají k pájení mědi, bronzu, litiny a oceli.

12.6. Hliníkové pájky

Tvrdé pájení je možné u čistého hliníku a vybraných slitin. Jsou vhodné pro pájení měď-hliník a mosaz-hliník. Pájky AlSi12 a AlSi5, které jsou modifikací slitiny, jsou

charakteristické horší smáčivosti a v případě AlSi5 i horší vzlínavosti ale za to se vyznačuje lepším překlenutím mezery. **Pájky se nejčastěji vyrábějí ve formě trubičkových pájek plněných tavidlem GalFlo AlSi12, diam 2,00 x 500 mm.**

Tato slitina pro pájení hliníku a jeho slitin a také pro pájení spojů hliník-nerez, hliník-ocel, hliník-měď. Nedoporučuje se pro pájení eloxovaného hliníku a slitin G-ALMg, G-AlCuTi, G-AlCuTiMg. Shoda barvy a struktury, pro čistý hliník a nízkolegované slitiny do 2 % prvků. Pájka GalFlo AlSi12 může být použita pro plamenové pájení, pájení v peci a ve zvláštních případech pro indukční pájení. Kapilární trubičková pájka s náplní nekorozivního tavidla (DIN EN 1045 FL 20) se používá při pájení topných těles či při pájení radiátorů. Vhodná také pro opravy chladičů klimatizací.

12.7. Zlaté pájky

V porovnání s ostatními pájkami, mají zlaté pájky zcela mimořádné vlastnosti. Pájený spoj na svém povrchu nevytvářejí žádné oxidy, odolává korozím, snáší velké a časté výkyvy teplot a je velmi dobře elektricky vodivý.

12.8. Palladiové pájky

Palladiové pájky se používají ve výrobě plynových turbín, proudových motorů nebo jaderných reaktorů. Využívají se zejména pro svoji odolnost vůči vysokým teplotám a odolnost proti rázu.

13. Významné prvky ve slitinách

13.1. Fosfor (P)

Tento prvek má ve slitině speciální, tzv. samotavící vlastnost, a tedy díky obsahu fosforu nemusíte, při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Pravidlem je, že čím více je fosforu ve slitině, tak je pájka řidčeji tekoucí. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli.

13.2. Cín (Sn)

Tento prvek je ve slitině velmi důležitý, neboť plní funkci toho, **že snižuje teplotu tavení slitiny.** Čím více je ve slitině cínu, tím dosahuje pájka nižší teploty tavení. **Pájka Galflo Ag56Sn – Ag156 se vyznačuje nejnižší pájecí teplotou a to 620–655 °C.** Stříbrné pájky s obsahem cínu jsou šetrné k životnímu prostředí a nahrazují skupiny slitin s kadmíem, tudíž nepředstavují zdravotní ani bezpečnostní riziko. Pájky bez cínu, tedy AgCuZn, mají větší pevnost spoje, ale za to vyšší pájecí teploty. Standardně se používají pájky s cínem.

13.3. Křemík (Si)

Je spíše ve slitině považován za nečistotu a nemá pro pájení, žádný vliv. Udává se, že pájka je mírně tekutější, ale u obalovaných pájek, to nelze poznat. Tyto slitiny jsou pak označeny, např. Ag125Si. Ale v zásadě jsou stejné, jako pájky, bez křemíku.

13.4. Úloha ostatních prvků ve slitinách při pájení

Úloha ostatních prvků ve slitinách při pájení je velmi důležitá, všechny prvky se navzájem doplňují, aby pájka plnila co možná nejlepší funkci při pájení.

Prvek	Úloha prvků ve slitinách při pájení
Zinek (Zn)	snižuje bod tavení
Indium (In)	snižuje bod tavení
Nikl (Ni)	prevence odsmáčení
Měď (Cu)	vyšší pevnost spoje
Bismut (Bi)	snižuje bod tavení, lepší smáčení
Stříbro (Ag)	snižuje bod tavení, lepší smáčení, vyšší pevnost spoje
Antimon (Sb)	vyšší pevnost spoje, lepší smáčení
Germanium (Ge)	prevence oxidace

14. Teploty tání prvků

Jedná se o proces, při kterém se krystalicky pevná látka mění z pevného skupenství do skupenství kapalného.

Prvek	Teplota tání [°C]
Cín (Sn)	232
Olovo (Pb)	327
Zinek (Zn)	419,50
Hořčík (Mg)	650
Hliník (Al)	660,30
Mosaz (CuZn)	850–920
Bronz (CuSn)	960
Stříbro (Ag)	961,80
Měď (Cu)	1085
Šedá litina	1100–1300
Mangan (Mn)	1246
Nikl (Ni)	1455
Nerez	1510
Železo (Fe)	1538
Titan (Ti)	1668
Chrom (Cr)	1907



15. Pájitelnost kovů

Tvrdé pájení má tu nesmírnou výhodu, že můžeme pájet téměř všechny kovy. Až na zinek. Na zinek můžeme použít měkké pájení. Samozřejmě můžeme také pájet různorodé želené a neželezné kovy mezi sebou, což je opět nesmírnou výhodou v oblasti tvrdého pájení.

Pájitelnost	Kov
Vynikající	Zlato, Paladium, Rhodium, Stříbro, Kadmium, Cín
Dobrá	Měď, Bronz, Mosaz, Beryliová Měď, Niklové Stříbro, Olovo
Průměrná	Nikl, Uhlíková Ocel, Nízkolegovaná Ocel
Obtížná	Hliník, Hliníkový Bronz
Velmi obtížná	Vysokolegované Oceli, Nerezové Oceli
Vysoce obtížná	Hořčík, Chrom, Titan, Tantal, Litiny

16. Tavidla pro tvrdé pájení, dle normy ČSN EN ISO 18496

Tavidlo plní funkci tzv. „odstraňovače“ oxidů a nečistot z pájených ploch materiálů a také zabraňuje jejich dodatečné oxidaci neboli, jinak řečeno zabraňuje tvorbě oxidů. Jedná se o velmi důležitou funkci, neboť odstranění oxidové vrstvy je důležité, aby mohla pájka prostupovat neboli difundovat do základního materiálu. Tavidlo se „aktivuje“ pouze při určité teplotě. Tato teplota se musí přizpůsobovat teplotě pájky. Aby působila co nejúčinněji, musí se tavit při teplotě o 200 až 300 [°C] nižší, než je teplota pájení.

Základními sloučeninami tavidel používané pro tvrdé pájení jsou:

- kyselina boritá (směs boraxu pro pájení v rozmezí 700 až 1200 °C),
- borax (pro použití pájek s teplotou tání nad 800 °C),
- boritany (dobře tavitelné, mají dobrou čistící schopnost),
- fluorokřemičitany (dobrá ochranná schopnost a dobrá přilnavost, použití je omezeno vysokou teplotou tání),
- tyto sloučeniny nejsou moc dobře rozpustné ve vodě.

Postup práce po ukončení pájení:

- po ukončení pájení se zbytky tavidla odstraňují (mechanicky, chemicky),
- jelikož sloučeniny výše nejsou moc dobře rozpustné ve vodě,
- tak doporučeným postupem je prudké ochlazení ve studené vodě, pokud nevzniknou deformace, či nežádoucí změny struktury materiálu,
- následně se tavidlo odstraňuje broušením nebo osekáváním,
- v další fázi se spoj „vypere“ v horké vodě, nebo ve zředěné kyselině sírové,
- k odstranění zbytků tavidla se mohou také využívat i jiné zředěné kyseliny, jako kyselina octová, solná nebo citronová,



- nebo se zbytky tavidla odstraní vodou nebo mořením v roztoku kyseliny chlorovodíkové a neutralizací čpavkovou vodou,
- **použitím těchto rozpouštědel se nesmí narušit spoj,**
- na závěr se ještě spoj opláchne horkou vodou.

Tavidlo se v aktivním rozsahu teplot taví, roztéká se po materiálu a dochází k redukci oxidů. Během této doby musí dojít k zatečení pájky, protože po 3–4 minutách již oxidy nepůsobí. U odolných oxidů, např. při pájení CrNi ocelí, může být tato doba kratší, a proto je třeba brát v úvahu použití vhodného tavidla a druhu ohřevu.

Málo výkonný zdroj tepla neúměrně prodlužuje dobu ohřevu (vznikají další a další oxidy a přesycené tavidlo ztrácí účinnost), naopak agresivní oxidační plamen značně zvyšuje množství oxidů.

Výhody tavidel, pro tvrdé pájení (silikáty, boridy, chloridy, fluoridy):

- zabraňují vzniku oxidů na povrchu při ohřevu,
- odstraňují oxidy v průběhu pájení a zabraňují jejich novému vzniku,
- zmenšují povrchové napětí tekuté pájky a tím usnadňují její smáčivost.

Tavidla jsou dodávány v kapalné nebo tuhé podobě (pasta, prášek), poměr prášku a vody přibližně 4:1. Pro tvrdé pájení oceli a mědi se používá zrnitá směs boraxu a kyseliny borité. Pro pájení mosazi borax nebo jeho směs s chloridem a uhličitanem sodným.

16.1. Funkce fosforu jako tavidla

Fosfor má tzv. „samotavící vlastnost“. Fosfor se používá ve slitinách mědi a fosforu jako činidlo snižující teplotu a jako tavidlo. Proto pájky pro tvrdé pájení mědi s obsahem fosforu (CuP + CuPAg) umožňují pájení bez použití tavidla. V pájce obsažený fosfor reaguje s atmosférickým kyslíkem na oxid fosforečný, ten s oxidy mědi na povrchu na metafosforečnan mědi. Metafosforečnan mědi je korozně nezávadný, proto se pájená místa nemusí následně opracovávat. Současné normy stanovují pouze množství fosforu, které by se mělo nacházet v procentech v každé slitině. Normy nestanovují, kolik přesně by mělo být fosforu ve slitině.

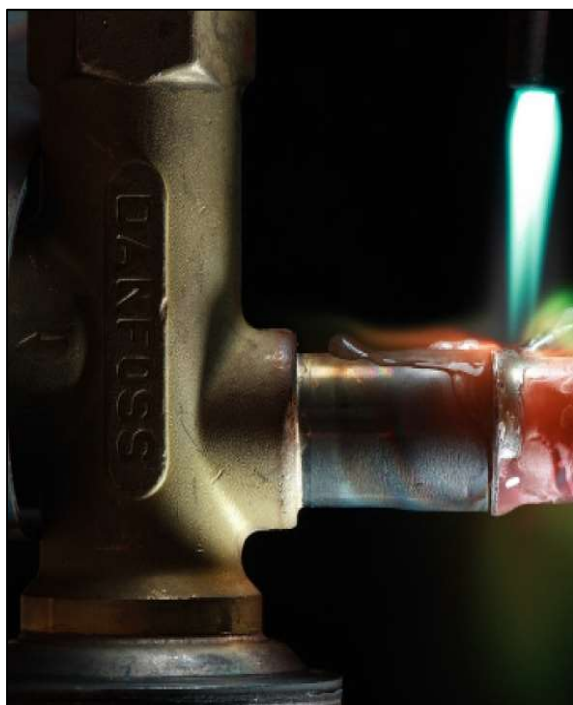
17. Způsoby tvrdého pájení

Mezi základní způsoby tvrdého pájení řadíme:

- pájení plamenem, kapilární pájení,
- pájení v peci,
- pájení ve vakuu,
- pájení odporovým teplem,
- indukční pájení,
- pájení ponorem.

17.1. Pájení plamenem

Tento způsob se používá v zakázkové výrobě nebo při opravách. Uplatňují se např. pájecí lampy a pájecí hořáky pro pájení malých a drobných předmětů, či částí. Tato metoda je ekonomicky výhodná, neboť investiční náklady na pájecí zařízení jsou nízké.



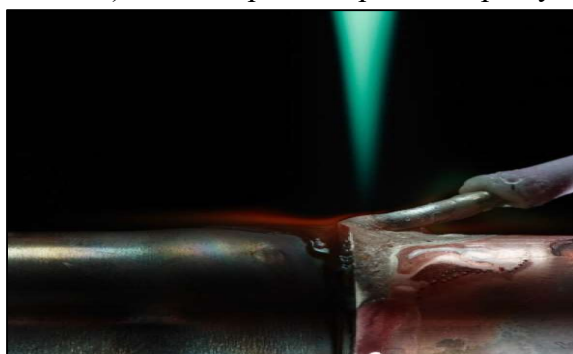
Průběh pájení: nejdříve se plamenem (jeho pohybem) přehřejí pájené předměty. Poté se do místa spoje přidá pájka s tavidlem. Plamen se vede tak, aby byl spoj rovnoměrně zahříván na pracovní teplotu pájky. Jakmile pájka vteče do mezery, tak máme hotovo, plamen odstavíme a předmět necháme v klidu vychladnout.



Obrázek 11 Pájení plamenem

17.1.1. Ohřev při pájení plamenem

Jedná se o nejběžnější druh ohřevu. Typ plynů a nastavení plamene závisí na potřebné pájecí teplotě, typu pájky a pájeného materiálu a tloušťce stěny. Málo výkonný zdroj tepla neúměrně prodlužuje dobu ohřevu (vznikají další a další oxidy a přesycené tavidlo ztrácí účinnost). Oxidaci působí i plamen s přebytkem kyslíku. A také zatěžuje páječe hlukem.

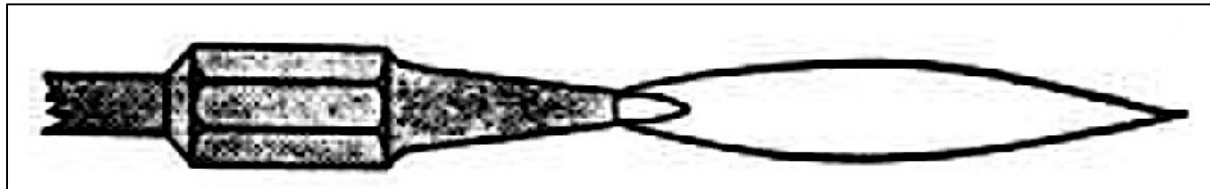


Obrázek 12 Pájení plamenem

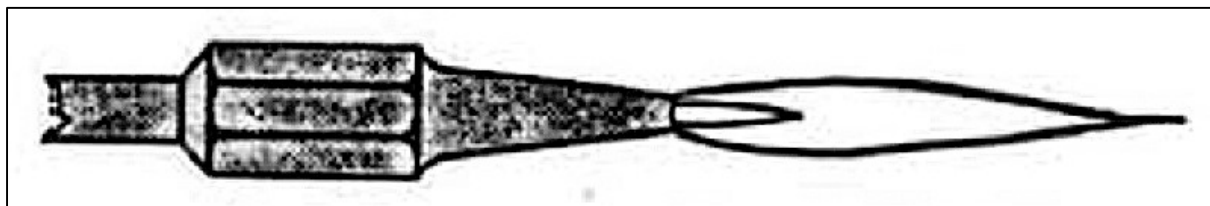
Typickým ohřevem tvrdého pájení je ohřev kyslíko-acetylenovým plamenem, zejména u pájek, které mají vyšší pracovní teplotu (pájky s nízkým obsahem stříbra a pájky mosazné) při velké tloušťce. Pro pájení pozinkovaných rozvodů se uplatňuje a nastavuje plamen

s mírným přebytkem kyslíku. Pro pájky na bázi hliníku se rovněž používá plamen s mírným přebytkem acetyleny, vhodnější je pak ale pájení směsí propan-kyslík nebo propan-butan.

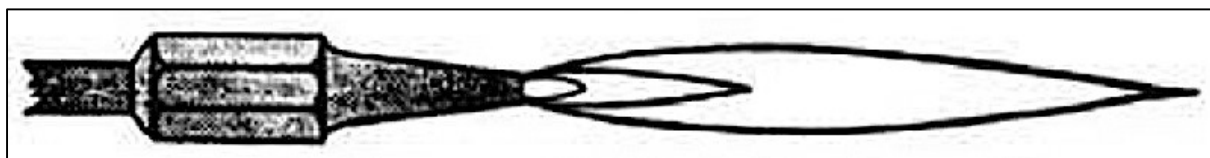
17.1.2. Typ plamene



Obrázek 13 Neutrální plamen



Obrázek 14 Oxidační (ostrý) plamen – přebytek kyslíku



Obrázek 15 Redukční (měkký) plamen – přebytek acetyleny

17.1.3. Teplota plamene

- Kyslík – Acetylen cca 3 200 °C
- Kyslík – Propan cca 2 500 °C
- Kyslík – Vodík cca 2 370 °C
- Kyslík – Svítiplyn cca 2 200 °C
- Vzduch – Svítiplyn cca 1 870 °C
- Vzduch – Acetylen cca 2 460 °C
- Vzduch – Propan cca 1 750 °C

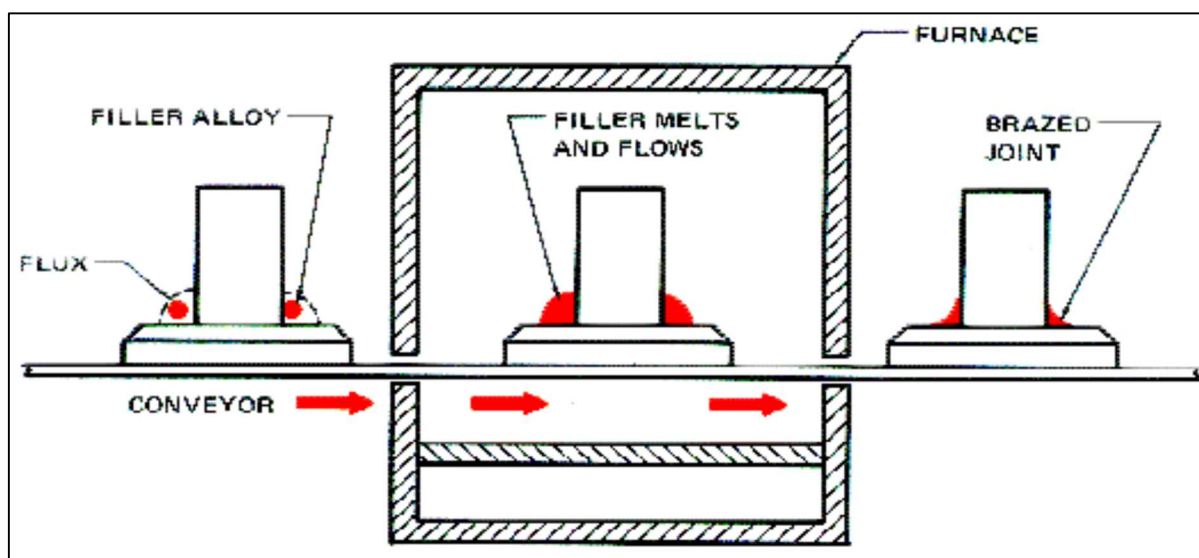
17.2. Kapilární pájení

Jedná se o způsob tvrdého pájení, využívá se zde vztlínivosti pájky (tzv. kapilarity). Vztlínivost (kapilarita) je popsána v kapitole 8.3. Používá se ve strojírenské výrobě. Kapilární pájení je výjimečné tím, že se při něm používá měděná pájka, která je řídce tekutá a dobře proniká i do velmi úzkých mezer. Používá se k pájení ocelových součástí. Teplota tání mědi je 1085 [°C]. K ohřevu se používá solných lázní nebo průběžných elektrických pecí s ochrannou vodíkovou nebo čpavkovou atmosférou, aby se zabránilo oxidaci povrchu pájených dílů. Před pájením se pájené části pevně spojí (většinou nalisováním), použije se pájka a následně probíhá pájení v peci. Zejména se používá v automotive.

17.3. Pájení v peci

Nejčastěji využívaný způsob, pokud se jedná o strojní výrobu (součástí a nástrojů). Pájení probíhá v atmosféře (ochranné, normální, redukční). Výhodou ochranné atmosféry je, že chrání pájený materiál před oxidací. Jestliže není v peci ochranná atmosféra, proces probíhá za zvýšené teploty (teplota je obvykle vyšší než teplota pájení).

Poté se správně připravené spoje vkládají do pece. Po roztečení pájky se pájený materiál z pece vytáhne a nechá vychladnout. Pájení v peci se používá pro pájení větších a velkých částí z hliníku, mědi, či mosazi za použití tavidla. Jeli vyžadován rovnoměrný ohřev je nutné použít zařízení vytvářející potřebnou cirkulaci vzduchu. K vytápění se používají elektricky vytápěné pece.



Obrázek 16 Pájení v peci

Jestliže se používá způsob pájení v ochranné atmosféře, tak se používají netečné plyny (vodík, směs dusíku a vodíku, argon, helium apod.). Díky nim, vytvořená atmosféra chrání pájený spoj před oxidací. Za vysokých teplot dochází k proudění ochranného plynu a z oxidového povrchu se začne strhávat kyslík. Pokud se snižuje tlak nebo zvyšuje teplota ochranného plynu, dojde k úplnému rozkladu.

Metoda vhodná pro pájení neželezných kovů za pomoci nízkotavitelných pájek na bázi mědi nebo stříbra. Metoda pájení v redukční atmosféře je vhodná pro hromadné pájení speciálních ocelí (uhlíkových, korozivzdorných, žáruvzdorných nebo žárovevných) za pomoci pájek na bázi mědi, stříbra nebo niklu. Redukční atmosféra odstraňuje z pájky povrchové oxidy a chrání pájený spoj během pájení. Během pájení se nepoužívají tavidla.

17.4. Pájení ve vakuu

Jedná se o nejnovější technologii pájení. Od roku 1948 se tato metoda začala používat při výrobě součástek, které využívají vzduchotěsnost spoje (např. elektronky). Také se využívá při výrobě proudových a raketových motorů, turbínových lopatek, nebo oběžných kol turbokompresorů. Pro pájení kovových částí, a také lze tuto metodu použít i pro spojování

keramických nebo grafitových částí. Během pájení se nepoužívají tavidla a pájení probíhá ve vakuových pecích.



Obrázek 17 Pájení ve vakuu



17.5. Pájení odporový teplem

Elektrický proud (Jouleovy ztráty) je zdrojem tepla. Touto metodou je možné rychle dodat teplo pouze do spoje. Pájecí teplota je poměrně přesně kontrolovatelná. Celkový odpor žhavicího obvodu se skládá z odporu elektrod pájeného materiálu a přechodových odporů v místě styku pájky a pájeného materiálu.

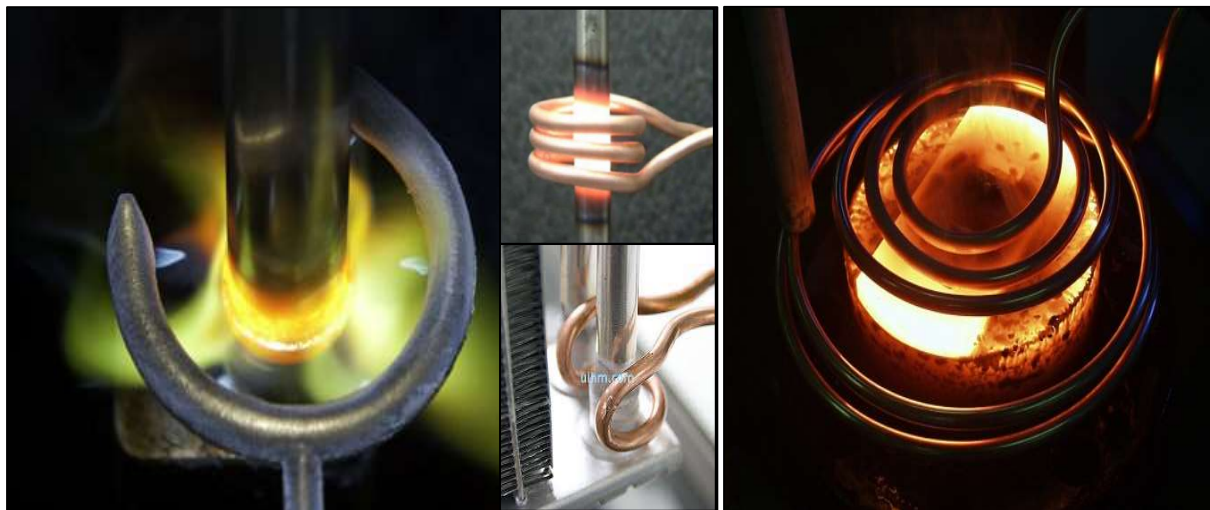
Podle pájek rozlišujeme dva základní typy ohřevu: pájky nízkoodporové (ve většině případech měděné), teplo se vyvíjí až v pájené části. Využívá se při pájení materiálů s vysokým elektrickým odporem (ocel). Vysokoodporové (uhlíkové) pájky se využívají pro pájení dobře vodivých materiálů (měď). Odporové pájení se převážně využívá v elektrotechnickém průmyslu při pájení vodičů s izolací, která je citlivá na teplotní výkyvy. Základní částí zařízení pro odporové pájení je transformátor. Primární vinutí bývá přizpůsobeno pro síť 3x400V. Do sekundárního obvodu se připojuje pájený materiál.

17.6. Indukční pájení

Teplo vzniká díky elektrické indukce, která umožňuje bezdotykový elektrický ohřev materiálu na teplotu pájení. V oblasti spoje je nutné docílit rovnoměrného ohřevu obou spojovaných materiálů na pracovní teplotu pájení. Ohřev je pomalý, aby došlo k rovnoměrnému ohřátí celého průřezu pájeného spoje.

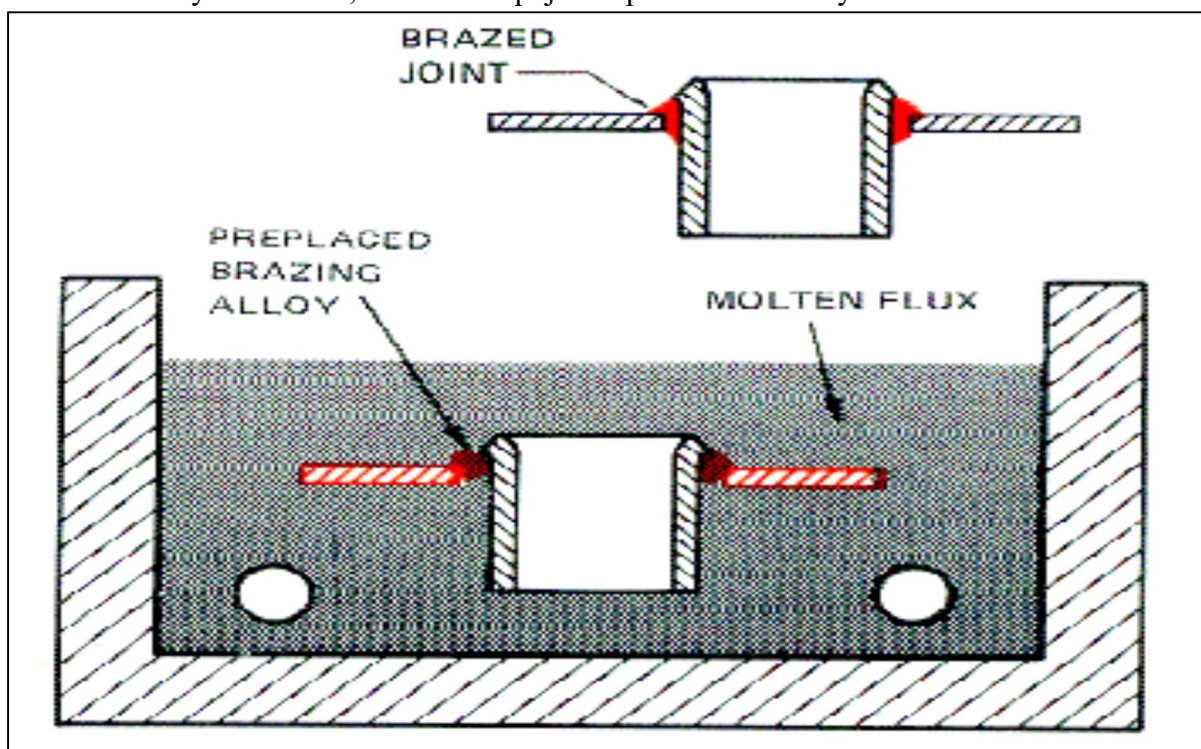
Tato metoda je založena na principu transformátoru. Indukční cívkou protéká elektrický proud I o napětí U . Tímto dochází k vytvoření střídavé magnetické pole, které je uvnitř cívky silnější než na její vnější straně. Vkládali se do vnitřního prostoru cívky elektricky vodivý materiál, tak cívka působí jako primární vinutí a vložený materiál jako sekundární vinutí spojené nakrátko. Cívka indukuje ve vloženém materiálu vířivé proudy a na základě toho vzniká teplo. Takto se ohřívá vložený materiál. Cívka je převážně z měděné trubky, uvnitř trubky cirkuluje voda, která cívku ochlazuje.

Účinnost je závislá na generátoru a na ohřivaném materiálu. Pokud je ohříván magnetický, tak je ohřev rychlejší, neboť zde působí vířivé proudy a také magnetická hysterese. Při ohřevu nemagnetických kovů (Cu, Al) je ohřev pomalejší, neboť ho vyvolávají pouze vířivé proudy.

**Obrázek 18 Indukční pájení**

17.7. Pájení ponorem

Tato metoda se uplatňuje k pájení lehkých kovů. Pájka na bázi solí se při ohřátí na spájeném kovu rozkládá. Plyny, které se potom uvolňují, rozrušují oxidační povlak pájeného spoje. Pájený materiál je ponořený do lázně s tekutou pájkou, zahřeje se a pájka zaplní a utěsní spoje. Výhodou je spojování všech běžných kovů, spojování konstrukčních součástí s velkými stěnami, vodotěsné spojení tepelně a elektricky vodivé.

**Obrázek 19 Pájení ponorem**

17.8. Vysokoteplotní pájení

U této metody pájení je problém oxidů řešen pecní atmosférou, či vakuem, viz v kapitolách výše. Např. zemní plyn, propan, nebo směsi vodíku a dusíku, štěpený amoniak, vodík reagují za vysokých teplot s oxidy za vzniku čistého kovu, vodních par a dusíku. Ve vakuu pak dochází k rozrušení oxidační vrstvy spolupůsobením podtlaku a teploty.

17.9. Ohřev na vzduchu

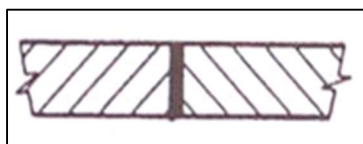
Pro pájení s přístupem okolní atmosféry, (tj. mimo ohřevu plamenem, indukčním ohřevu, odporovým, v běžné peci, letlampou, tyčovou a pistolovou páječkou, platí stejná pravidla a používají se stejné pájky a je nutné použít tavidlo. Při pájení pájkou na bázi stříbra je pro ohřev odporem či indukci vhodné tavidlo odolné proti přehřátí s vysokou tepelnou stabilitou. Jeli použita pasta, musí být již namíchána (slitina a tavidlo, pouze pojivo ve slitině není dostačující).

17.10. Ohřev bez přístupu okolní atmosféry

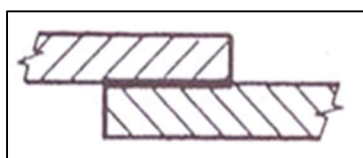
Jde o vysokoteplotní pájení v peci s ochrannou atmosférou či ve vakuu. Typ ochranné atmosféry a typ vakua se odvíjí na pájeném materiálu a ovlivňuje i volbu správné pájky. Pájkou jsou na bázi vysokého obsahu mědi, nebo vysokého obsahu niklu. Např. ve formě dávkovatelné pasty, práškové pájky a tavidla, kroužků a fólií.

18. Druhy spojů pro tvrdé pájení

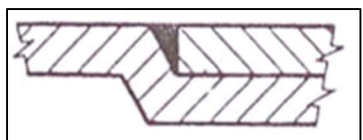
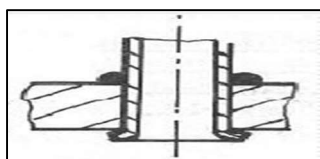
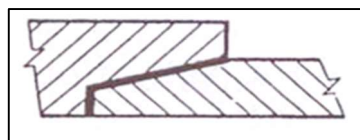
Níže si na jednotlivých obrázcích představíme několik druhů spojů, které jsou používány při tvrdém pájení:

**Tupý spoj**

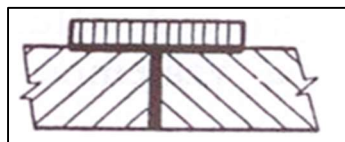
Tupý spoj: je málo používaným typem spoje, je vhodné ho použít pro pájky vyšší pevnosti (např. pro pájky mosazné).

**Překlátovaný spoj**

Překlátovaný spoj: nejčastější typ spoje, používá se vzorec: $l = (3-6) \times t$. Např. **Zásuvný spoj:** varianta překlátovaného spoje.

**Překlátovaný spoj lemovaný a překlátovaný spoj osazený****T spoj**

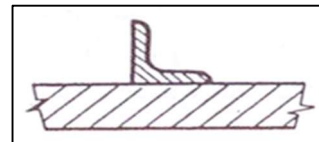
T-spoj: používaný např. u tenkých plechů, při MIG pájení.



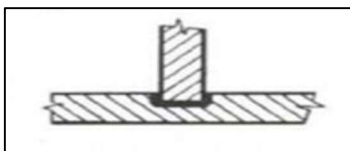
Spoj s příložkou



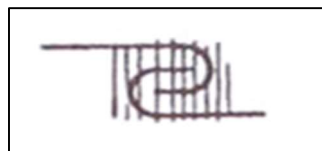
Šikmý spoj



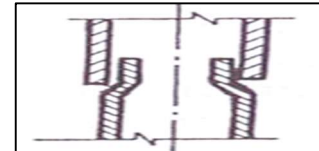
Připájení profilu



Vsazený spoj



Přehýbaný spoj

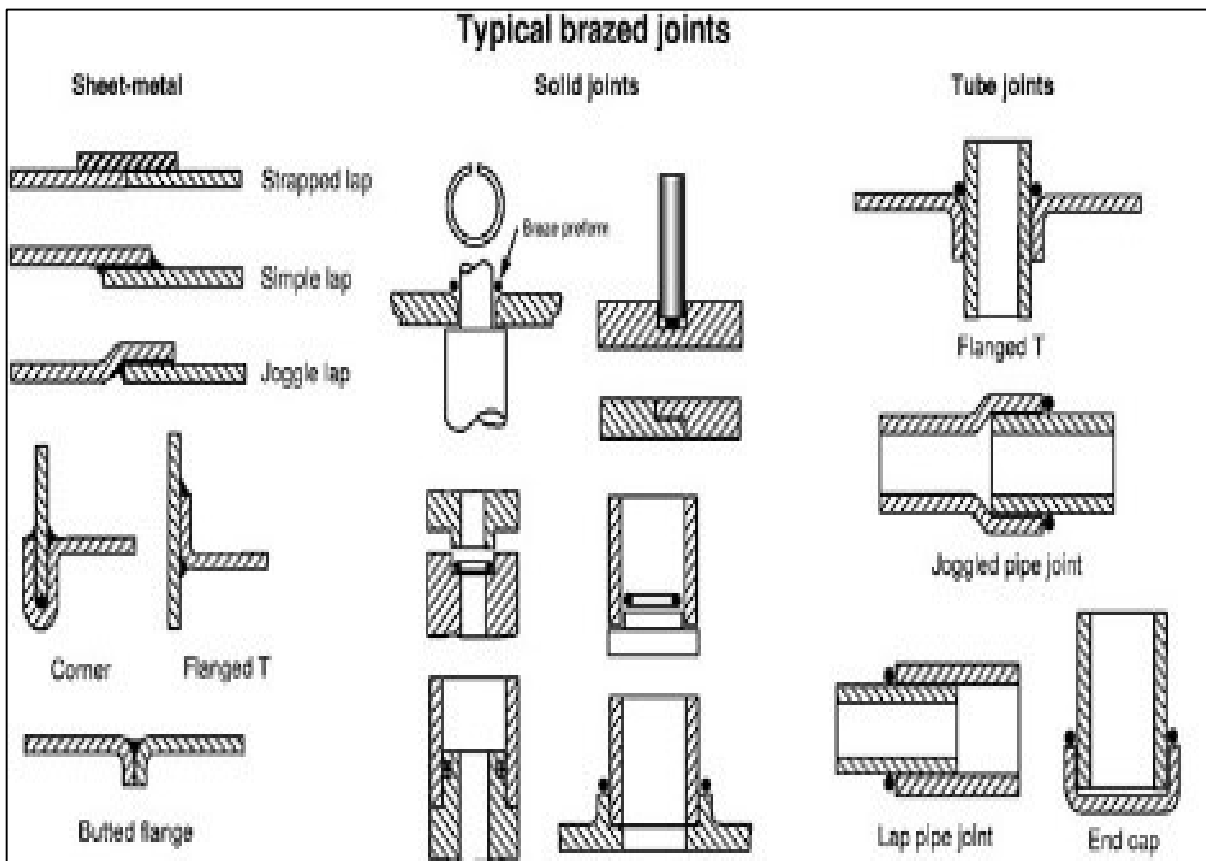


Hrdlový spoj vnitřní

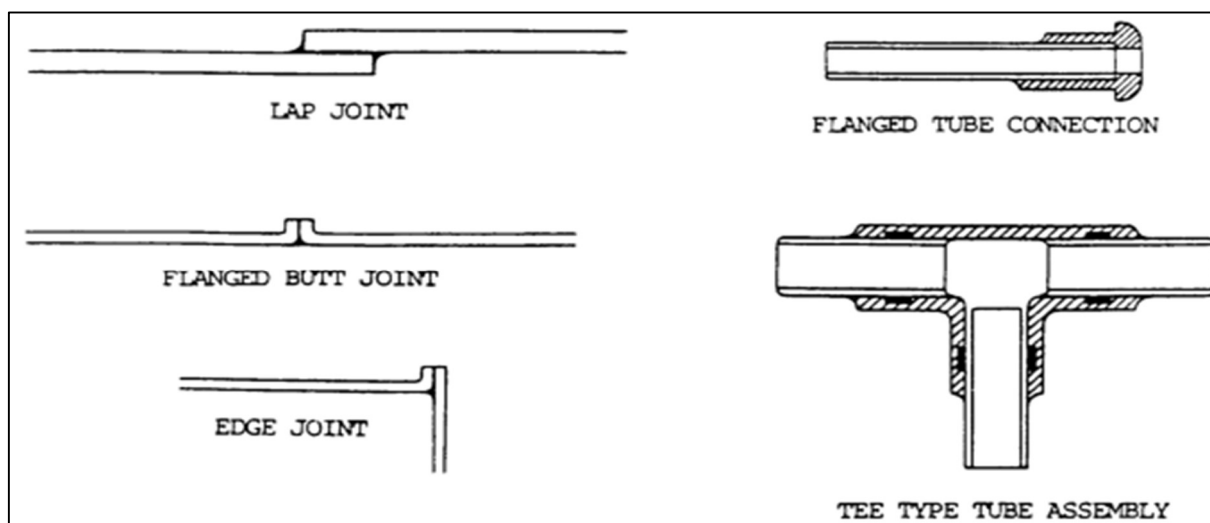
Obrázek 20 Druhy pájených spojů tvrdého pájení

Styčná plocha: druhy pájených spojů, viz obrázky pájených spojů výše. **Vložení pájky:** pájka je přidávána z venku či vložena předem (např. kroužek, pasta). Roztavená pájka proniká do mezery a vytlačuje z ní tavidlo. Důležité je zajistit vytečení tavidla. Výhodou pájení z vnitřku ven je možnost vizuální kontroly důkladného protečení pájky.

Pájecí mezera: jedná se o mezeru při pájecí teplotě, ne při teplotě pokojové! Podle typu spoje se mezera může zvětšit, nebo zmenšit. RT – pokojová teplota a AT – pájecí teplota.


Obrázek 21 Druhy pájených spojů na konkrétních polotovarech

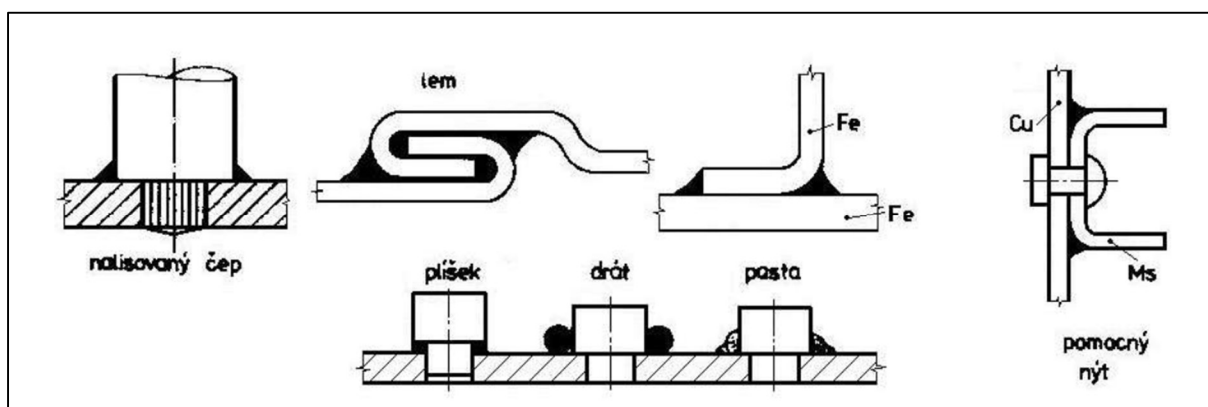
Na obrázku výše můžeme vidět druhy pájených spojů na konkrétní hutních polotovarech, první sloupec pájené spoje plechů, druhý sloupec jsou pevné spoje a třetí sloupec pájené spoje trubek.



Obrázek 22 Další vyobrazení stříbrných tvrdých pájených spojů

19. Konstrukce pájených spojů

Níže můžeme na obrázku vidět příklady konstrukcí pájených spojů, jako jsou nalisovaný čep, lem, plíšek, drát, pasta nebo pomocný nýt.



Obrázek 23 Konstrukce pájených spojů

20. Vady spojů

Níže jsou v jednotlivých odrážkách uvedeny vady spojů, s kterými se můžeme setkat při tvrdém pájení zapříčiněné špatnou přípravou pájecí plochy základního materiálu a práce s pájkou.

- Studený spoj,
- přehřátý spoj,
- pájkou nesmáčená místa,
- výskyt plynových dutin,
- kapky pájky,
- zbytky tavidla,
- nedostatečný přechod pájky,
- pórovitost a trhliny.

21. Zkoušení pájených spojů

Zkoušení pájených spojů se například provádí vodní tlakovou pumpou, kterou se zjišťuje těsnost spoje potrubí (tam kde ve většině případech protéká voda). Pokud je potrubí určeno pro plyn, používá se na zkoušky sprej pro detekci netěsností.

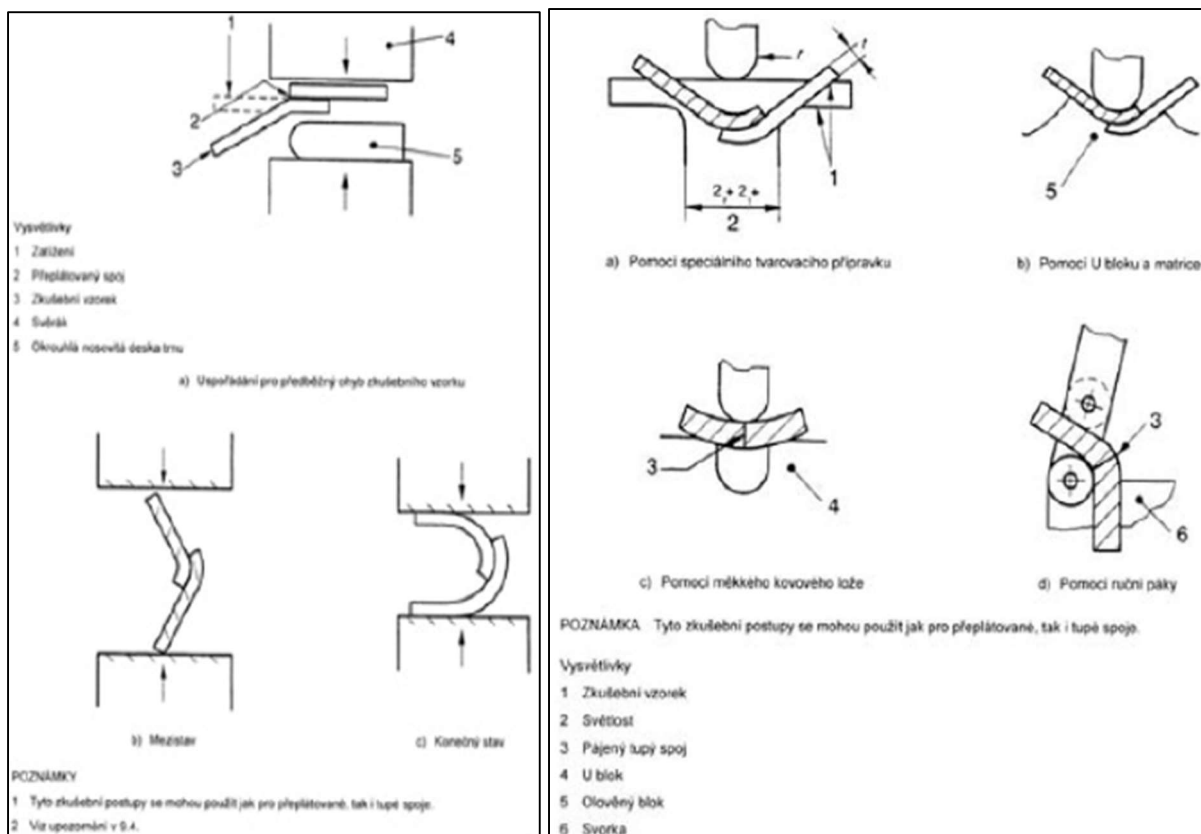
Jedná se o speciální sprej, který je neutrální vůči běžným hořlavým plynům a chladivům. Dochází ke tvorbě pěny, další žádné reakce neprobíhají. Netěsnost je zjištěna tvorbou bublin. Používá se také detektor, který musí být citlivý na použitý plyn.

Nedestruktivní metody zkoušení pájených spojů jsou například: vizuální kontrola, zkoušení ultrazvukem, radiografické zkoušení, kapilární zkoušení, zkoušení těsnosti, přetlakové zkoušení a termografie.

Vizuální kontrolu provádí pracovník (musí mít ověřený zrak) a kontroluje vzhled, přítomnost vad a tvar. Při kontrole musí být vhodné osvětlení, širokouhlá prohlížečka s malým zvětšením (5x), porovnávací měřicí přístroj (komparátor) a malé rovinné zrcátko.

Na správné vykonávání nedestruktivních zkoušek pájených spojů se zaměřuje norma ČSN EN ISO 18490, která se zabývá kvalifikací a certifikací pracovníků určených pro vykonávání těchto zkoušek.

Níže na obrázku 24 můžeme vidět jednotlivé zkoušky pájených spojů s kterými se můžeme běžně v praxi setkat.



Obrázek 24 Zkoušky pájených spojů

22. Mechanické vlastnosti pájených spojů

Např. u trubek, či potrubí jsou spoje namáhány nepravidelně (staticky i dynamicky) během určitého časového intervalu na základě teploty a tlaku (látka či medium které protéká potrubím). **Základní mechanické vlastnosti jsou pevnost v tahu, ohýbání a pnutí.**

Pevnost v tahu: pokud je pájený spoj správně a dobře provedený, tak je pevnost v tahu pájeného spoje vysoká. Pokud chceme docílit vysoké pevnosti v tahu pájeného spoje, tak zásadní vliv na tuto skutečnost má čistota povrchu základního materiálu v místě spoje, roztékavost pájky a teplota pájení. Pokud se přehřeje spoj, tak pevnost výrazně klesá. Např. když odbočíme k měkkému pájení, tak vyšší pevnost spojů získáme, pokud použijeme pájku s obsahem stříbra.

Pevnost v ohybu: jestliže se pájí pájkou na bázi stříbra, která má vyšší pevnost, tak je deformace přenášena do houževnatějšího základního materiálu. Zde se síly lépe rozkládají a pájený spoj následně vykazuje větší pevnost.

Pnutí a deformace: vznikají ve většině případech nerovnoměrným ohřevem a rychlým ochlazením pájeného materiálu. Abychom předešli ke vzniku vnitřního pnutí je třeba nechat pájený spoj volně vychladnout na vzduchu.

23. Životnost pájených spojů

Pokud je před pájením a během pájení vše správně provedeno (pájený spoj je kvalitní a jsou během pájení dodrženy veškeré předepsané pokyny, pro správný pájený spoj), tak pájené spoje mají velmi vysokou životnost. Veškerý pájecí materiál (pájky hladké, obalované, kroužky, pásky, pasty či tavidla) jsou vyráběny podle aktuální normy ČSN EN ISO 17672 a jejich výroba podléhá jejich přísným kritériím. K příslušným pájkám jsou vydávány originální atesty 3.1 přímo od výrobce (kde jsou všechny pájky jednotlivých šarží, před expedicí testovány ve špičkových laboratořích). Např. u měděných trubek, či potrubních systému (rozvody apod.) je životnost spojů stejně dlouhá nebo i delší než životnost samotného potrubního systému. **Hlavním faktorem, který může snížit životnost pájeného spoje je chyba páječe, který nekvalitně provede pájené spoje.**

Pokud např. u měděných trubek je spoj nekvalitní (špatně zapájený), je vždy lepší měděnou trubku uřezat a nahradit novou a spoj nově zapájet než nějakým způsobem špatně zapájený spoj opravovat. Je to neefektivní a výsledek bude z velké pravděpodobnosti negativní.

Každé balení pájky musí mít na štítku označení, dle aktuální normy ČSN EN ISO 17672, včetně šarže pájky, která musí korespondovat s číslem šarže na dodaném certifikátu / atestu 3.1 od výrobce. K pájce je také dobré mít materiálový a bezpečnostní list, kde najdete veškeré potřebné technické informace k pájce, které jsou užitečné předtím, než začnete pájet a také v případě potřeby k doložení, pro případné audity.



ČÁST TŘETÍ – Charakteristika pájek GalFlo (Pietro Galliani Brazing)

24. Pájky GalFlo a pájení železných a neželezných kovů

Následující přídavné **pájecí materiály na bázi stříbra** jsou obecné pájecí slitiny pro pájení natvrdo s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami, vhodné k snadnému pájení široké škály železných i neželezných kovů a jejich slitin (ocel, nerezavějící ocel, měď, mosaz, a další). Použití pro plamenové či indukční pájení.

Další okruh **měď fosforových pájek** se používá pro spojování mědi s mědí či pro měď legovanou a její slitiny (bronz, mosaz). Při spojování mědi s mědí, není zapotřebí použít tavidlo, díky obsahu fosforu, který provede desoxidaci. Pro slitiny mědi je tavidlo nutno použít, stejně jako pro stříbrné pájky.

Měď fosforové pájky nesmí být nikdy použity při pájení železných kovů, slitin niklu, kobaltu a mědi obsahující nikl, také by se neměly používat, jestliže spoj během provozu přichází do kontaktu s medií obsahující síru.

Pájky mosazné se používají pro pájení oceli, litin a mědi, jestliže nehrozí poškození materiálu vyšší teplotou.

Tvrdé pájení je též možné **u čistého hliníku** a vybraných slitin. Jsou vhodné pro pájení měď-hliník a mosaz-hliník.

25. Technologie pájení stříbrnými pájkami, dle ČSN EN ISO 17672

Přídavný pájecí materiál na bázi stříbra, je především využívány v případech, pájí-li se materiály citlivé na vysokou teplotu, materiály náročně pájitelné, tam, kde je kladen důraz vysoké vzlínivosti a tam, kde jsou kladeny vysoké nároky na houževnatost spoje a také při použití plamene s nižší výhřevností.

Mají velmi dobrou roztékavost, jsou pevné a mají schopnost zůstat při ohýbání a nárazech vcelku, bez tvorby trhlin. Pro pájení oceli, mědi a litiny se uplatňuje pájka, s již 20 % stříbra, pro pájení nerezavějící oceli a dále pro tvrdokovy, pak pájka s minimálním obsahem 40 až 45 % stříbra.

25.1. Stříbrné pájky s obsahem cínu

Stříbrný pájecí materiál s obsahem cínu, je šetrný k životnímu prostředí a nahrazuje skupinu slitin pájecího přídavného materiálu s obsahem kadmia, která byla, **dle Regulation (EU) No. 494/2011 20. 5. 2011** zrušena, tudíž nepředstavuje žádné zdravotní ani bezpečnostní riziko.

Obsah cínu v pájecím materiálu, snižuje teplotu tavení slitiny. Užití tavidla je zapotřebí, pájí-li se v oxidačním prostoru. Použití pro pájení oceli, včetně oceli nerezavějící,



mědi a její slitiny, mosazi, bronzu, niklu, temperované litiny a tvrdokovu. Vhodné pro chlazení až do $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

25.2. Stříbrné pájky bez obsahu cínu

Samozřejmě zásadním rozdílem u těchto slitin je, že neobsahují cín. Tyto pájky bez cínu mají vyšší pevnost spoje, ale na úkor chybějícího cínu vyšší pájecí teploty.

25.3. Stříbrné pájky s obsahem niklu, pro pájení tvrdokovu (wolfram-karbid)

Tyto pájky jsou určeny ke spojování náročně pájitelných materiálů, jakými jsou nerezavějící a nástrojová ocel, wolfram – karbid, nikl a jeho slitiny v oblasti, kde je kladen vysoký důraz na odolnost vůči korozi, a jsou požadovány vysoké servisní teploty.

Jsou velmi podobné jako pájky s obsahem kadmia. Pro tyto materiály jsou rovněž určeny pájky bez obsahu kadmia. Přítomnost niklu a manganu zvyšuje slévateľnost těchto materiálů. Pájky mají trojitý kovový obal s měděným jádrem (třívrstvé sendvičové pájky), díky tomu jsou schopny absorbovat následné dopady namáhání materiálů a zabraňují praskání. Po dokončení pájení bychom se měli vyhnout prudkému ochlazení.

25.4. Stříbrné pájky s obsahem křemíku

Tento přídatný pájecí materiál na bázi stříbra s obsahem křemíku se nedoporučuje pro spojení materiálů, které jsou vystaveny nárazům, vibracím, tlaku a námaze, jelikož křemík, může vytvářet velmi křehké intermetalické sloučeniny.

25.5. Pájky používané v oblasti, zvýšené koncentrace soli v ovzduší

Pro tyto aplikace se používá přídatný pájecí materiál s obsahem více než 40 % stříbra s obsahem cínu či bez něj. Tyto pájky jsou především požadované v lodním a námořním průmyslu při pájení konstrukcí, ztráta zinku je galvanickým procesem snížena.

25.6. Doporučená ekologická tavidla CleanTech™, pro stříbrné pájky

Tyto ekologická tavidla ve skupině CleanTech™ jsou netoxická a bez kyseliny borité, a tudíž nejsou tak nebezpečná, jako standardní toxická tavidla. Využívají se ve všech odvětvích, ale převážně ve zdravotnictví, potravinářství a tam kde chceme více chránit své zaměstnance.



Tyto netoxická tavidla, které (mají odstraněny toxické složky) jsou šetrnější k životnímu prostředí a pro pájecí obsluhu, zároveň zlepšují kvalitu pájení, mají také lepší čisticí vlastnosti pájených dílů a účinek na kovové povrchy ve srovnání se standardními toxickými tavidly, která jsou dnes na trhu.

**Výhody technologie CleanTech™:**

- Bezpečnější pro lidi a bezpečnější pro životní prostředí.
- Splňuje nejnovější klasifikace REACH pro toxicitu.
- Eliminuje potřebu pro speciální manipulaci, školení a dokumentaci pro toxické látky.
- Podporuje celkovou kapilaritu pájeného spoje.
- Odolává přehřátí.
- Vždy čistější spoje a čistější pro životní prostředí.

Typy tavidel CleanTech™:

- **CleanTech™ XLT (pracovní teplota 450–800 °C)**

Nejnižší teplota. Pro pájení ocelí, nerezových ocelí, mědi, mosazi a karbidů, pro pájky s obsahem stříbra Ag55-Ag60.

- **CleanTech™ SHT (pracovní teplota 450–800 °C)**

Středně vysoká teplota. Pro pájení ocelí, nerezových ocelí, mědi, mosazi a karbidů, pro pájky s obsahem stříbra Ag25-Ag45.

- **CleanTech™ XHT (pracovní teplota 500–850 °C)**

Velmi vysoká teplota. Pro pájení ocelí, nerezových ocelí, mědi, mosazi a jiných materiálů a karbidů s mimořádnou čistící silou, pro pájky s obsahem stříbra Ag12-Ag20, Ag60-Ag72 a také pro Ag49, stejně jako CleanTech X85.

- **CleanTech™ X85 (pracovní teplota 500–990 °C)**

Jedná se o hnědé tavidlo pro vysoké teploty nebo karbidové nástroje, používá se převážně pro pájku Galflo Ag49NiMn – Ag449, která se používá pro pájení tvrdokovů.

Tyto tavidla jsou dodávány ve formě pasty (již připraveno k použití), nebo prášku, potřeba jej namíchat (poměr prášku a vody přibližně 4:1). V balení po 0,25; 1, 5; 10; 20 kg v plastové dóze.

25.7. Standardní toxická tavidla, pro stříbrné pájky

DOPORUČENÍ A TIP PRO VÁS! Tyto standardní toxická tavidla mohou být nahrazeny ekologickými a pro pájení, zdraví a životní prostředí lepšími tavidly CleanTech™, viz v kapitole výše a také níže v kapitole kompletní přehled pájek Galflo.

FH 10 – obsahuje sloučeniny bóru, jednoduché a komplexní fluoridy. Redukuje oxidy při teplotě od 550 °C do 800 °C, kde se pohybují pájecí teploty všech stříbrných pájek. Tavidla pro všeobecné použití. Po použití se musí odstranit zbytky omytím či mořením, které jsou obvykle korozivní.



FH 11 – obsahuje vedle sloučenin bóru a fluoridů také chloridy. Teplotní pásmo od 550 °C do přibližně 800 °C. Používá se pro pájení slitin mědi s obsahem hliníku, hliníkových bronzů a hliníkem legované mosazi. Zbytky jsou taktéž korozivní a musí se odstranit omytím nebo mořením.

FH 12 – obsahuje sloučeniny bóru, elementární bór, jednoduché a komplexní fluoridy. Teplotní pásmo od 550 °C do přibližně 800 °C. Použití pro antikorozi, legované a tvrdé kovy. Zbytky se musí odstranit omytím či mořením, taktéž bývají obvykle korozivní.

Odstranění zbytku probíhá mechanicky, kartáčem v horké vodě, rychlým ochlazením bezprostředně po pájení (umožňuje-li to pájený materiál, pozor na možné změny struktury), mořením v lázni při 40 °C. Mořící lázeň bývá na bázi kyseliny fosforečné nebo kyseliny vinné.

26. Měď-fosforové pájky, dle ČSN EN ISO 17672

Charakteristickým rysem těchto **slitin mědi s fosforem je samotavící vlastnost**. Jsou používány pro spojování mědi s mědí, kde není zapotřebí použití tavidla a pro měď legovanou a její slitiny (bronz, mosaz), kde se tavidlo použít musí, dezoxidaci provede obsažený fosfor. Stejně užití je jako pro stříbrné pájky.

Měď fosforové pájky nesmí být nikdy použity na železné kovy, slitiny niklu a mědi obsahující nikl. Roztékavost pájky závisí na množství obsahu fosforu. Měď fosforové pájky by se neměly používat při pájení, které je ve styku s mědi obsahující síru. Roztékavost pájky závisí na množství obsahu fosforu. Na méně náročné aplikace vodo-topo apod. se používají měď fosforové pájky bez obsahu stříbra a pájky s obsahem stříbra min. 2 %, pro chladicí techniku a pro instalace plynové techniky pájky s obsahem stříbra min. 5 %.

Pro náročné spoje, které jsou zatíženy vibracemi, nárazy a tepelnými změnami se používají pájky s min. obsahem stříbra 15 %. **Jsou úspěšně používány ve zdravotnictví, protože neobsahují zinek a vyvarují se nebezpečí vzniku koroze. Nejvíce využívanou měď-fosforovou pájkou se stříbrem, pro pájení mědi s mědí v oblasti chladírenských a klimatizačních aplikací je GalFlo CuPAg5 (CuP284, dle normy ČSN EN ISO 17672).**

Pájka s 18 % stříbra je eutektická, velmi řídká tekoucí a velmi vzlínavá. Dle obsahu stříbra, jsou tyto pájky vhodné pro aplikace v chladicí technice až do – 70 °C. Tyto pájky jsou úspěšně používány ve zdravotnictví, protože neobsahují zinek a vyvarují se, tak nebezpečí vzniku koroze.

Při pájení čisté mědi se ideálně využívá přídatný pájecí materiál s obsahem 5 % stříbra (CuP 281a – GalFlo CuPAg5, ČSN EN ISO 17672). Tato varianta je z hlediska ekonomického nejlepší. Pájecí teplota a zatékavost CuPAg5 je srovnatelná se stříbrnou pájkou s obsahem 40 % stříbra. (Ag 140 – GalFlo Ag40Sn, ČSN EN ISO 17672), zásadní rozdíl je v ceně, kdy CuPAg5 je výrazně levnější.

První nevýhodou CuPAG5 v porovnání s Ag40Sn je, že s ní lze pájet pouze čistou měď, popř. lze použít při pájení mosazi, za použití tavidla jako pro stříbrné pájky, v žádném případě s ní nelze pájet ocel. Druhou nevýhodou u spoje měď a měď, je poloviční tažnost, tato nevýhoda, není až, tak podstatná. Poslední nevýhodou je, že ji lze použít v chladírenském průmyslu pouze do teploty – 40 °C, zatímco u stříbrných pájek se jedná o teplotu do – 200 °C.

Toto je srovnání dvou odlišných pájek, a to měď-fosforových se stříbrem a stříbrných, ale i toto srovnání je možné, vždy je ale důležité si uvědomit co se bude pájet a podle toho vybrat správnou pájku a tavidlo.

27. Technologie NanoTech™ měď fosforové pájky, ČSN EN ISO 17672

Společnost Pietro Galliani Brazing **vytvořila inovativní slitinu nové kvality, která překonává standardní slitiny a přináší novou úroveň kvality pájených spojů. NanoTech™ je unikátní díky vysoce kontrolovaným a mikronovým fázím fosforu rozptýleným v pájecí tyčince.**



Obrázek 25 Srovnání NanoTech technologie Galflo a konkurence

Výrobky Pietro Galliani Brazing GalFlo™ jsou výsledkem vývoje a výzkumu po celá desetiletí. Každý výrobek je zaručeně vyroben z vysoce kvalitních materiálů a prochází přísnou kontrolou kvality.



Obrázek 26 NanoTech technologie v praxi

Na obrázku 25 můžeme vidět srovnání konkurenční pájky s 5 % stříbra (CuPAG5, horní spoj, kvalita lídra na trhu (smáčení pórů a pórovitost)).

A NanoTech technologii Galflo výrobce Pietro Galliani Brazing s 2 % stříbra (Galflo CuPAG2, dolní spoj, kvalita NanoTech™ (vynikající smáčivost a žádná pórovitost)). Je jasné, že i pájky s menším obsahem stříbra, ale ve formě NanoTech jsou kvalitnější než konkurenční výrobky s vyšším obsahem stříbra.

Jde o srovnání NanoTech technologie produktů GalFlo a konkurenčních produktů na dvou odlišných slitinách. Co potom, když se použije stejná slitina se stejným obsahem stříbra, tedy 5 %. Cena pájky NanoTech CuPAg5 není výrazně vyšší než standardní slitina CuPAg5. **TIP DOPORUČUJI VYZKOUŠET!**

NanoTech™ Pietro Galliani Brazing. Fosfor se používá ve slitinách mědi a fosforu jako činidlo snižující teplotu a jako "tavidlo". Fosfor reaguje s oxidy mědi a rozkládá oxidy, aby se měď slévala a mohla být pájená bez tavidla. Současné normy stanovují pouze množství fosforu, které by se mělo nacházet v procentech v každé slitině. Normy nestanovují, kolik přesně by mělo být fosforu ve slitině. Slitiny NanoTech™ obsahují mikro fáze fosforu, které se snadno nevypařují ani nedochází ke shoření v plamenu, ale zůstávají rozptýleny v mědi a vytvářejí SUPER pájení.

NanoTech™

Funkce NanoTech™: dokonale kontrolovaný obsah fosforu, včetně toho, že je fosfor ve slitině rozptýlen ve formě nanosfér.

Výhody NanoTech™: teplota tání a tažnost jsou opakovatelné a konstantní, malá ztráta fosforu při pájení, žádná pórovitost v důsledku dýmání, nepění a výborně smáčí, čistější povrch po oplechování, nejlepší celková kvalita pájených spojů na trhu.



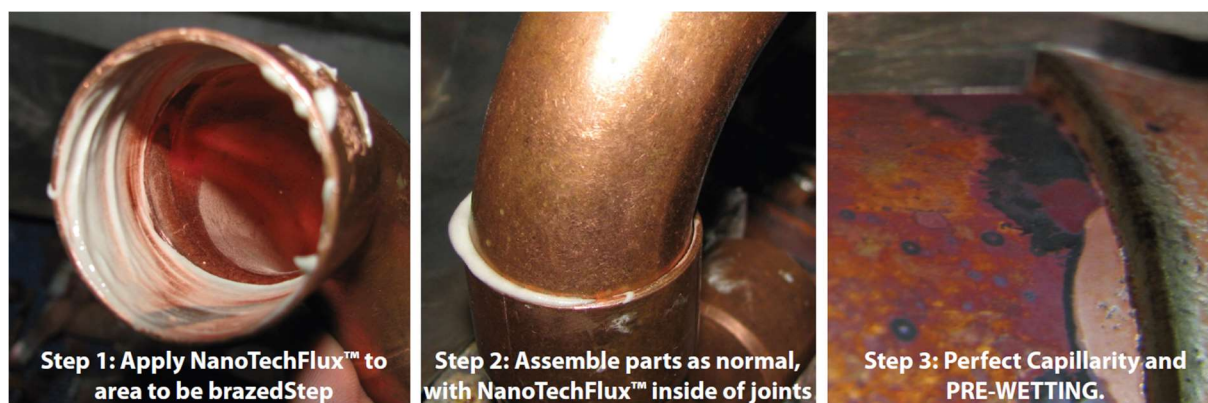
Obrázek 27 Srovnání kvality NanoTech technologie Galflo a kvality konkurence na trhu

První obrázek jsme si představili výše, **na prostředním obrázku vidíme perfektní NanoTech kvalitu pájky GalFlo žádné pěnění a excelentní smáčivost** a na třetím obrázku vidíme konkurenční pájku a kvalitu konkurence na trhu (pěnivost, špatné smáčení a ztrátu fosforu).

Platí pro pájky NanoTech GalFlo CuP6, CuP7, CuPAg2, CuPAg5, CuPAg15. Existují také pájecí pasty a tavidla NanoTech Flux, nebo technologie NanoTech Plus, která vykazuje větší tekutost, vylepšenou kapilaritu a lepší smáčení.

28. Technologie NanoTechFlux[™]

Společnost Pietro Galliani Brazing vytvořila inovativní tavidlo nové kvality, které překonává standardní tavidla a přináší novou kvalitu a novou úroveň kvality pájených spojů. **NanoTechFlux[™]** (pokročilý systém tavidel) je unikátní tavidlo s přísně kontrolovanými malými částicemi pájecí slitiny s vysokým obsahem stříbra uvnitř. **NanoTechFlux[™]** zvyšuje kapilaritu, vytvářejí předmáčení povrchu až o 200 °C nižší než normální pájecí teplota. Slitinu lze použít pro spoje na velmi obtížně přístupných místech.



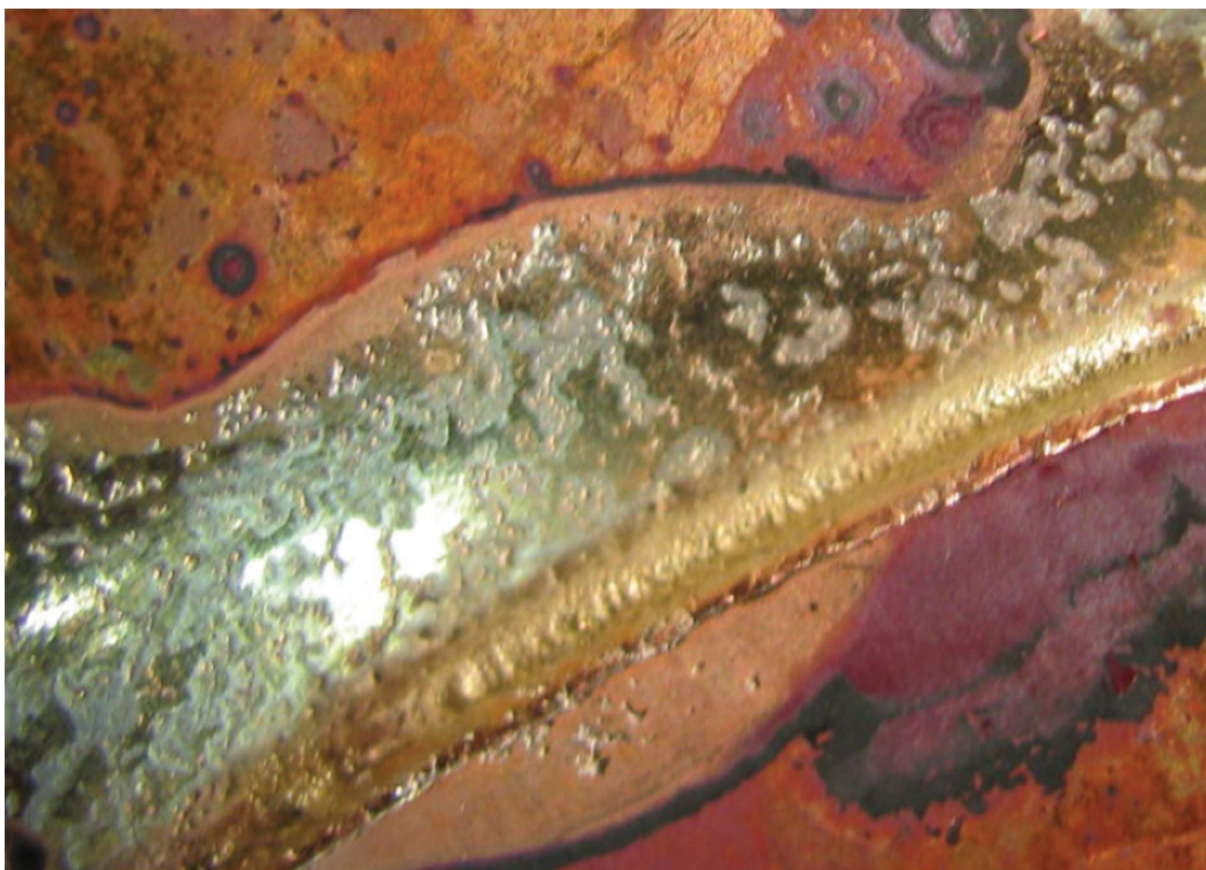
Obrázek 28 Postup použití NanoTechFlux

Postup použití NanoTechFlux[™]:

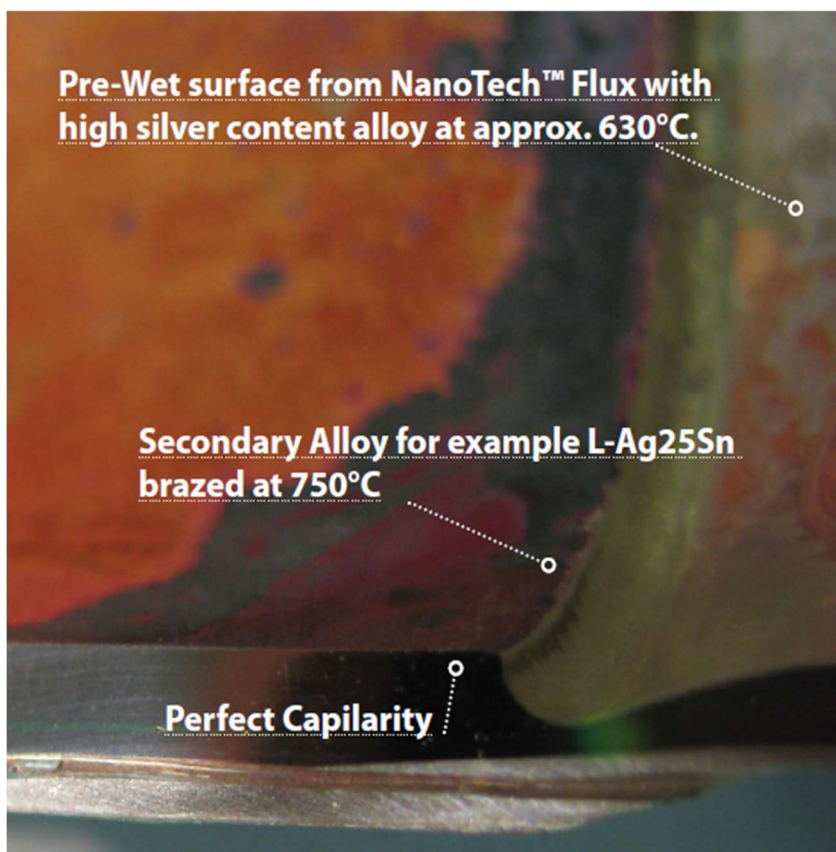
- Krok 1: Naneste přípravek NanoTechFlux[™] na plochu, která má být pájena.
- Krok 2: Sestavte díly jako obvykle s NanoTechFlux[™] uvnitř spojů.
- Krok 3: Dokonalá kapilarita a PŘEDMOKŘENÍ.

Výhody NanoTechFlux[™]:

- Předem umístěné mikročástice s vysokým obsahem stříbra slitiny, do těžko přístupných míst.
- Předběžné smáčení povrchu při teplotě 630 °C, které chrání před oxidací a "aktivuje" povrch pro "sekundární" pájení slitinou.
- Tavidlo zůstává během ohřevu na svém místě a neodtéká, což udržuje částice stříbra v pořádku tam, kde je potřebujete.
- Podporuje celkovou kapilaritu ve spoji.
- Přidává malé dodatečné množství stříbra, které dává vyšší pevnost spoje a odolnost proti korozi.
- Funguje na všechny slitiny mědi a oceli.



Obrázek 29 Užití NanoTechFlux ve tvrdém pájení



Předem navlhčený povrch z NanoTech™ Flux s vysokým obsahem stříbra při teplotě cca 630 °C.

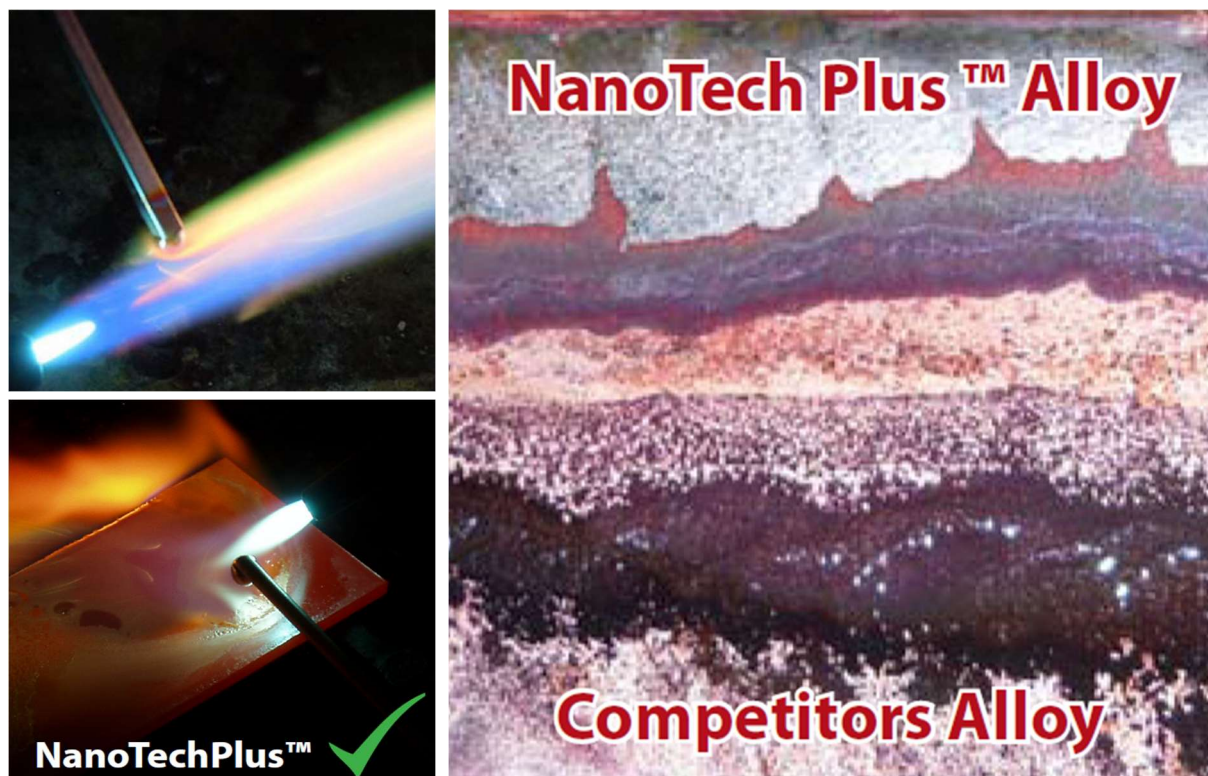
Sekundární slitina, např. Galflo Ag25Sn pájená při 750 °C.

Dokonalá vzlínavost.

Obrázek 30 Příklad NanoTechFlux ve tvrdém pájení

29. Technologie NanoTechPlus™

Slitiny NanoTechPlus™ během pájení nepřinášejí a neztrácejí fosfor, což vede k menšímu množství netěsností. Jedná se o nové a vylepšené měď fosforové slitiny. **Nová technologie NanoTech Plus vykazuje větší tekutost, vylepšenou kapilaritu a lepší smáčení.**



Obrázek 31 Srovnání NanoTech Plus technologie Galflo a konkurence

30. Mosazné pájky, dle ČSN EN ISO 17672

Mosazné pájky nejsou paradoxně určeny, pro pájení mosazi, ale jsou vhodné tehdy, pájí-li se ocel, litina či měď, jestliže nehrozí poškození materiálu vyšší teplotou. Z ekonomického hlediska jsou mosazné pájky velmi výhodné a zaručují vysokou pevnost spoje. **DOPORUČENÍ A TIP PRO VÁS!** Vyzkoušejte základní mosaznou pájku GalFlo OT Si – Cu60ZnSi – Cu470a v obalovaném provedení, diam 2,00; 3,00 x 500 mm, již nemusíte řešit tavidlo navíc, čímž ušetříte čas a pájka je již připravena k okamžitému pájení.

30.1. Doporučená ekologická tavidla CleanTech™, pro mosazné pájky

Stejně jako u stříbrných pájek je i u mosazných pájek doporučeno používat ekologická tavidla Cleantech Bronze. Jedná se tedy o vysokoteplotní tavidlo, pro mosaz. Pracovní teplota je 800-1000 °C.

30.2. Standardní toxické tavidla, pro mosazné pájky

FH 21 – tavidla pro všeobecné použití. Reakční teplota od 750 °C-1100 °C. Obsahují sloučeniny na bázi bóru. Zbytky jsou obvykle korozivní a musí se odstranit omytím či mořením.

31. Hliníkové pájky, dle ČSN EN ISO 17672

Tvrdé pájení hliníku je velmi složitou technologií tvrdého pájení. Tvrdé pájení je možné u čistého hliníku a některých slitin hliníku. Pájkou je modifikace slitiny AlSi12 (drát AlSi12 určený pro pájení má horší smáčivost), v některých případech AlSi5 (horší kapilarita a smáčivost, lepší překlenutí mezery). Dobře lze pájet čistý hliník a slitiny s teplotou solidu cca > 640 °C. Obtížněji se pájí slitiny do 2 % legujících prvků. Nad 2,8 % hořčíku, již materiál prakticky takto pájet nelze. Nedoporučuje se pájet slitiny AlMg, AlCuTi, AlCuTiMg a slitiny, které mají být následně eloxovány. Pájka AlSi12 má solidus 575 °C, např. AlMg2,5 solidus 593 °C. Rozdíl teplot je minimální, situaci dále komplikuje fakt, že hliník nevytváří náběhové barvy a jediným indikátorem je změna vzhledu tavidla. Standardní formou hliníkových pájek je trubičková pájka plněná tavidlem, ať již ve formě pájecí tyčinky, tak i drátu. Standardní průměr je 2,00 mm.

31.1. Doporučená tavidla, pro hliníkové pájky

Jsou dva typy tavidel korozivní a nekorozivní. Tavidlo **Galflux AlCor 101** je **korozivní** a kopíruje tavidla, dle normy řady FL 10, při pracovní teplotě v rozmezí 520-660 °C. Tavidla **Galflux AlNc 101** (pracovní teplota 570-660 °C) a **Galflux ZnNc** (pracovní teplota 430-480 °C), jsou nekorozivní a kopírují tavidla, dle normy řady FL 20.

31.2. Tavidla pro hliníkové pájky

FL 10 – pro tvrdé pájení čistého hliníku a pájitelných slitin AlSi pájkou. Obsahuje hydroskopické chloridy a fluoridy, hlavně sloučeniny lithia. Je korozivní, zbytky je nutno odstranit omytím či mořením, např. teplou vodou.

FL 20 – pro tvrdé pájení čistého hliníku a slitin do 0,5 % legujících prvků AlSi pájkou. Tavidlo je u méně zatěžovaných spojů vhodné i pro kombinace s mědí nebo ocelí. Obsahuje nehydroskopické fluoridy. Zbytky jsou obvykle nekorozivní, není nutno odstraňovat, pokud ano, 10 % kyselinou dusičnou s následným oplachem vodou nebo mechanicky. Spoj nutno chránit proti vodě nebo vlhkosti.

32. Pájení železných a neželezných kovů

Tvrdé pájení má tu nesmírnou výhodu, že můžeme pájet téměř všechny kovy. Až na zinek. Na zinek můžeme použít měkké pájení. Samozřejmě můžeme také pájet různorodé želené a neželezné kovy (to je jiného chemického složení) mezi sebou, což je opět nesmírnou výhodou v oblasti pájení.

32.1. Pájení nerezů

Přídavné pájecí materiály pro pájení nerezů, by měly být používány pro zvláštní účely, tam, kde je spoj vystaven přítomnosti vlhkosti či vody. Speciálně vhodné jsou oceli bez niklu, s nízkým obsahem niklu a pro série 400-410-420-430, austenitické oceli série 300. Pájky bez kadmia, ale obsahující nikl, nabízejí větší pevnost speciálně na oceli, pájky s kadmíem jsou odolnější proti korozi. **Nejlepší, ale zároveň nejdražší variantou pro pájení**

nerezu je stříbrná pájka s obsahem 55 % stříbra, a to **GalFlo 55Sn (Ag155)** dolegována malým obsahem cínu. Ag155 – Ag55Sn, EN 17672 (obalená tavídelm), z bez kadmiových pájek má nejnižší pájecí teplotu 650 °C, rozsah tavení od 630 do 660 °C, optimální pracovní teplota 650 °C a na CrNi ocelích typu 18/8 (klasické potravinářské typy, např. 17240, 1.4301) má maximální barevnou shodu a vysokou tažnost až 25 %.

Jako ekonomickou alternativou se nerez, často pájí i levnějšími stříbrnými pájkami s obsahem 40 až 45 % stříbra s malým obsahem cínu. Například Ag140 – Ag40Sn (670 °C) a Ag145 – Ag45Sn (690 °C). Má poloviční tažnost asi 12 %. Cín v pájkách totiž tažnost výrazně snižuje, ale u výše uvedené 55 % stříbrné pájky se to už neprojeví. Pokud se takto pájí spoj nerez a nerez, tak to nevadí. Rozdíl pracovních teplot je ještě zanedbatelný, malinko žlutější barva obvykle tolik nevadí. Ale u cínem legovaných pájek klesá u obsahu stříbra pod 50 % tažnost až na polovinu, což by u kombinace různých materiálů vzhledem k různé roztažnosti vadit mohlo. Pájka bez cínu, Ag244 – Ag44, která má vysokou tažnost a pevnost, má minimálně o 50 °C vyšší pracovní teplotu (730 °C). Pevnost standardní mosazné pájky je cca od 350 N/mm². Doporučená pevnost stříbrné pájky Ag155 – Ag55Sn je 330-430 N/mm². U dalších typů Ag140 – Ag40Sn a Ag145 je pevnost 350–430 N/mm² u Ag244 – Ag44 je pevnost 400–480 N/mm². Takže neplatí, že stříbrná pájka je méně pevná než mosazná. Tedy pokud by se nejednalo o speciální niklové legované mosazné pájky s pevností i přes 600 N/mm².

**Obrázek 32 Pájení nerezu**



32.2. Pájení mědi a měděných rozvodů (měděných trubek)

Měděné trubky představují nejvšestrannější materiál rozvodů TZB (pod zkratkou TZB se skrývá obor Technická Zařízení Budov). Měděné trubky, které se pájí se mohou používat na instalaci:

- Pitné a teplé vody.
- Radiátorového, podlahového a stěnového vytápění.
- Zemního plynu, PB-plynu.
- Slunečních kolektorů.
- Chlazení a klimatizace.
- Medicínského a technického plynu.

Doporučenými pájkami jsou:

- GalFlo CuPAg5, diam 2,00 x 500 mm.
- **GalFlo CuPAg15, diam 2,00 x 500 mm.**
- **Obalovaná pájka GalFlo 45Sn (Ag145 – Ag45Sn), diam 2,00 x 500 mm.**

32.3. Pájení mosazi

Pájení mosazi se provádí obalovanou nebo hladkou (nutno použít tavidlo) pájkou s obsahem stříbra **GalFlo 25Sn – Ag125 (Ag25Sn)** nebo bez příměsí cínu, a to **GalFlo 20 – Ag220 (Ag20)**. Tyto pájky jsou výhodné, neboť pájený spoj zachová podobnou, či shodnou barvu, jako základní pájecí materiál (v tomto případě tedy mosaz). Pájený spoj tvrdou pájkou GalFlo 20 (Ag220) je pevnější.

32.4. Pájení univerzální obalovanou pájkou GalFlo 45Sn – Ag145 (Ag45Sn)

Obalovaná pájka GalFlo 45Sn – Ag145 (Ag45Sn) je nejvíce využívána a univerzální pájku. Doporučuji vyzkoušet! Standardní provedení je ve formě obalované pájecí tyčinky, diam 2,00 x 500 mm. Slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Kapilární pájení ocelí včetně nerezových, mědi, slitin mědi, niklu, slitin niklu, litiny, do provozní teploty 200 °C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrickém průmyslu. V oblasti chladírenských a klimatizačních aplikacích. Pájení měděných instalací. Spoje odolné mořské vodě. Je typická, pro všeobecné použití, pokud jde o různorodé kovy s nízkou teplotou tání. Charakteristickým znakem je mírná roztékavost.



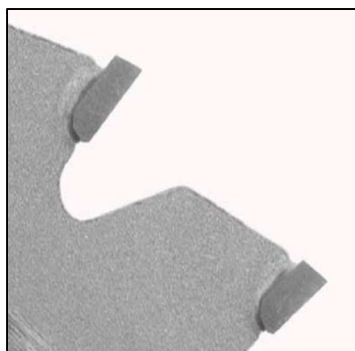
Obrázek 33 Univerzální obalovaná pájka Galflo Ag45Sn, diam 2,00 x 500 mm

32.5. Pájení tvrdokovů

Pájení karbidových (řezných) a dalších nástrojů, tvrdokovů (wolfram – karbidu), lze nejčastěji pájkami GalFlo Ag49NiMn, Ag55Sn, Ag56Sn. První jmenovaná slitina je pro tyto aplikace speciálně určena. Tyto pájky jsou určeny ke spojování náročně pájitelných materiálů, jakými jsou nerezavějící a nástrojová ocel, wolfram – karbid, nikl a jeho slitiny v oblasti, kde je kladen vysoký důraz na odolnost vůči korozi, a jsou požadovány vysoké servisní teploty. Jsou velmi podobné jako pájky s obsahem kadmia. Pro tyto materiály jsou rovněž určeny pájky bez obsahu kadmia. Přítomnost niklu a manganu zvyšuje slévatelnost těchto materiálů.

Nejčastěji se používá ve formě pásků, či tri-foilů Tri-foil: pájky mají trojitý kovový obal s měděným jádrem (třívrstvé sendvičové pájky), díky tomu jsou schopny absorbovat následné dopady namáhání materiálů a zabraňují praskání. Po dokončení pájení bychom se měli vyhnout prudkému ochlazení.

Lze použít i následující pájky, (ale je nutno znát přesnou finální aplikaci, základní materiál, metodu pájení a další podrobnosti, které jsou důležité, pro správný výběr pájky): GalFlo Ag20, Ag38Sn, Ag38NiMn, Ag40Ni, Ag40Sn, Ag44, Ag50Ni a Ag40Cd (u kadmiové pájky je nutné pro výroby potvrzení kde a jak bude přesně kadmiová pájka použita, včetně vyplněného prohlášení o přítomnosti kadmia ve slitině.



Obrázek 34 Pájení tvrdokovů

Stříbrné pájky s obsahem niklu a manganu se tedy hojně využívají při pájení tvrdokovu, tzn. karbid wolframu, nejčastěji v kombinaci s pájením řezných nástrojů.

Karbid wolframu (WC) je materiál pro výrobu obráběcích nástrojů. Je to bezkyslíkatá keramická látka s vysokou tvrdostí. Jeho složení je z uhlíku a wolframu. Ve strojírenství se často používá označení karbid. Má velmi vysokou hustotu, a to: 15,8 g/cm³, vyznačuje se též dobrou elektrickou vodivostí. Teplota tání je 2 870 °C. Tvrdost je 8,5 - 9 Mohsovy stupnice, dá se tedy srovnat s korundem.

Vzniká jako šedý prášek, ten se dá lisovat a slinovat, případně s podílem kobaltu a niklu. Slinutý karbid je černošedý. Dá se vyleštit do vysokého lesku, ale můžeme ho však leštit a brousit jen pomocí nejtvrděších materiálů, (např. karbid křemíku nebo diamant). Užívá se také tzv. semikarbid wolframu (W2C). Karbid se používá jako brusivo, ve slinuté formě na výrobu břitů a celých řezných nástrojů. Tyto nástroje s karbidovým břitem vytvářejí lepší

povrch, mohou pracovat při vyšších teplotách a dají se jimi obrábět i velmi tvrdé oceli. Větší řezné nástroje (vrtáky, soustružnické nože, frézy a podobně) se vyrábějí z oceli a **karbidové destičky se na ně upevňují pájením**. Nástroje a destičky ze slinutého karbidu wolframu uvedla na trh po roce 1920 německá firma Krupp pod obchodním názvem WiDia, který se u nás i dnes občas užívá.

32.6. Technologie CladTech™

Nejkvalitnější plátované pásy (tri-foil) pro pájení tvrdokovů s kontrolou procesu.



Obrázek 35 CladTech™ Tri-foil pro pájení tvrdokovů

Pájení tvrdokovů wolfram karbidů na ocelové podklady někdy vyžaduje tvárné spojení mezi pájecí slitinou a pájenými díly.

Výrobky **CladTech™** s měděnou vrstvou mezi vrstvami pájecí slitiny jsou dokonalým řešením pro absorpci rozdílného koeficientu roztažnosti mezi karbidy a ocelovým materiálem.

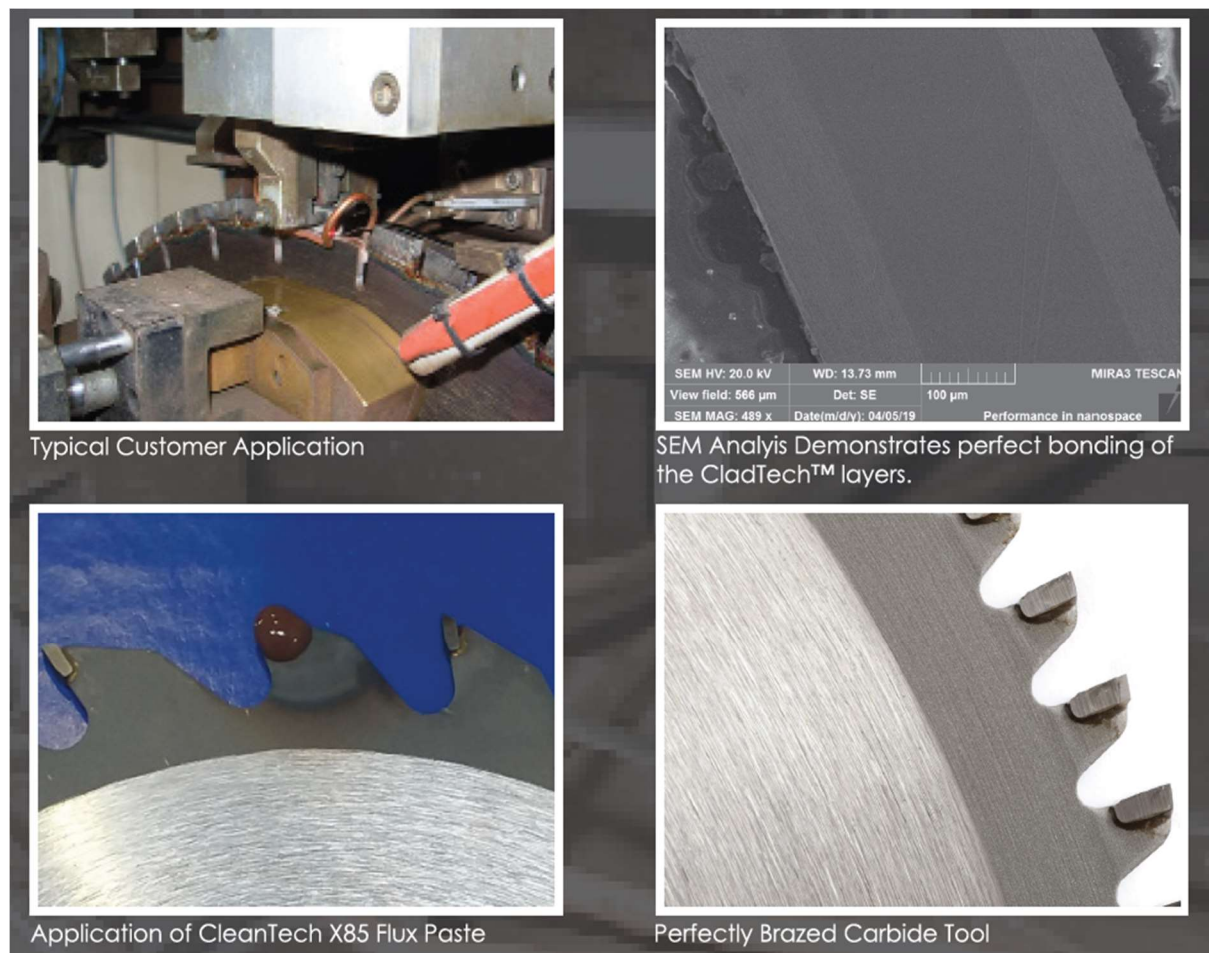
Tavidlo CleanTech™ X85 pracuje ruku v ruce s fóliemi **CladTech™** a poskytuje vždy dokonale pájení karbidů.

Tavidlo CleanTech™ X85 (pracovní teplota 500–990 °C) jedná se o hnědé tavidlo pro vysoké teploty nebo karbidové nástroje, používá se převážně pro pájku GalFlo Ag49NiMn – Ag449, která se používá pro pájení tvrdokovů. Tyto tavidla jsou dodávány ve formě pasty (již připraveno k použití), nebo prášku, potřeba jej namíchat (poměr prášku a vody přibližně 4:1). V balení po 0,25; 1, 5; 10; 20 kg v plastové dóze.

Product	Composition%						Melting Range °C	Operating Temp. °C	Density g/cm3	Tensile Strength N/mm2	International Norms		
	Ag	Cu	Zn	Sn	Ni	Mn					AWS A5.8	EN 17672	ISO 3677
CladTech™ 38	38	26	Bal	-	3,5	7,2	680°-700°	700°	8,8	525	-	-	B-Ag38ZnCuMnNi
CladTech™ 49	49	27,5	Bal	-	0,5	2,5	670°-690°	690°	8,9	300	BAG-26		B-Ag49CuZnMnNi
CladTech™ 50	50	20	28	-	2	-	660°-705°	690°	9	450	BAG-24	Ag 450	B-Ag50ZnCuMnNi

Product	Activity Range °C	AWS-5.31	EN 1045	Description
Standard Fluxes				
GalFlux UWR PW/PS	500-800	FB3-F	FH 10	High Temperature Flux for Brazing Tools
GalFlux UW PS/AF	550-800	FB3-F	FH 10	High temperature Flux for Brazing Tools in White Paste
GalFlux UB PS/AF	550-800	FB3-C	FH 12	High temperature Flux for Brazing Tools in Brown Paste
GalFlux Bronze PW	800-1000	FB3-J	FH 21	High temperature Standard Flux for Brass
CleanTech™ Series Fluxes				
CleanTech™ SHT PW /PS/AF	450-800	FB3-F	FH 10	Medium temperature Non-toxic Flux
CleanTech™ XHT PW /PS/AF	500-850	FB3-F	FH 10	High temperature Non-toxic Flux
CleanTech™ X85 PS/AF	500-990	FB3-C	FH 10	Non-toxic Brown Flux for Tool Production for Dispensers
CleanTech™ Bronze PW /PS/AF	800-1000	FB3-J	FH 21	High temperature Non-toxic Flux for Brass

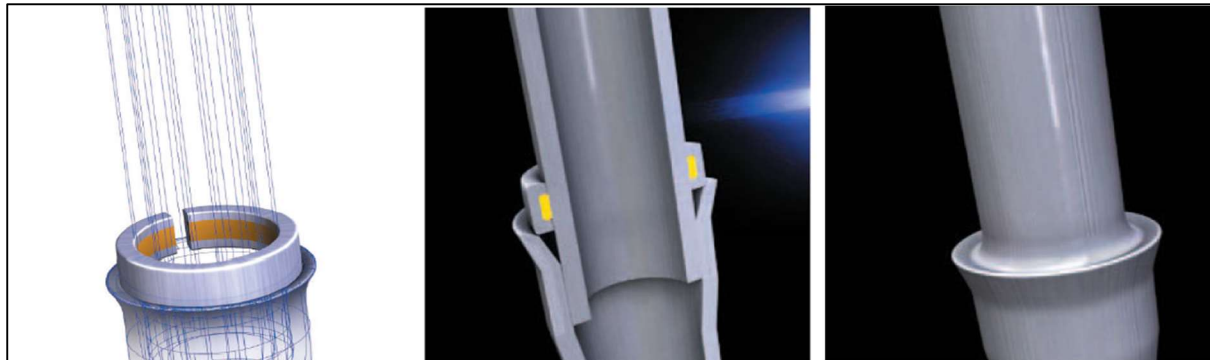
V tabulce jsou výše jsou uvedeny slitiny **CladTech™** které jsou určené pro pájení tvrdokovů (karbidů) s ocelovým materiál ve formě tri-foilů, včetně tavidla **Tavidlo CleanTech™ X85**, které je určené pro práci s pájecím materiálem **CladTech™**.



Obrázek 36 CladTech™ Tri-foil pájení v praxi

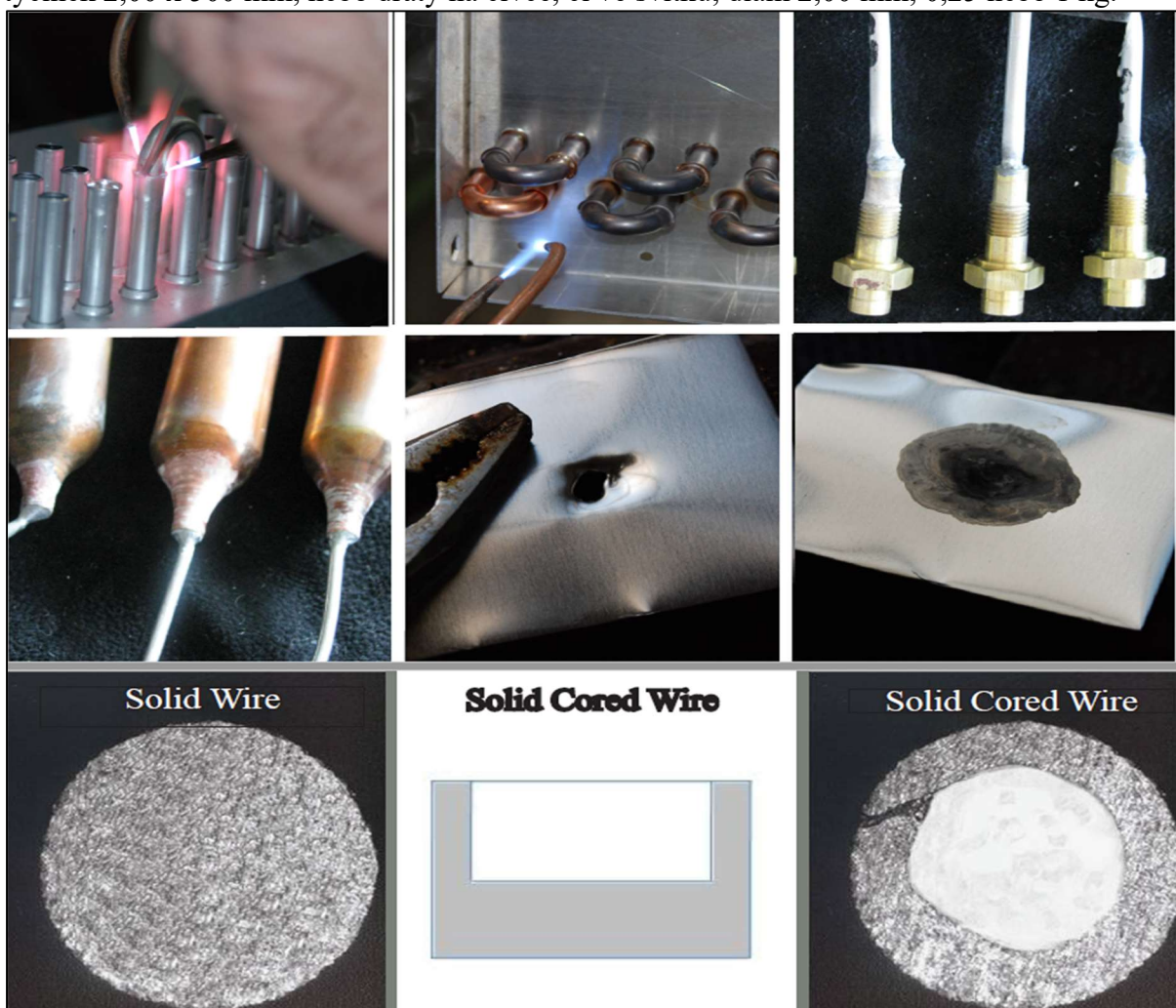
32.7. Pájení hliníků

Pájení hliníku je velmi složitou technologií v oblasti tvrdého pájení. Vyžaduje dlouholeté zkušenosti a výborné schopnosti páječe.



Obrázek 37 Pájení hliníku

Při tvrdém pájení hliníku se nejčastěji využívají 4 druhy pájek, a to GalFlo AlSi12, AlSi5, Zn98Al2, Zn78Al22 a **jednu speciální slitinu se stříbrem a to ZnAlAg4**. Pájky se standardně dodávají v trubičkovém provedení (drát je plněný tavidlem). Buď ve formě tyčinek 2,00 x 500 mm, nebo dráty na cívce, či ve svitku, diam 2,00 mm, 0,25 nebo 1 kg.



Obrázek 38 Pájení hliníku, aplikace a formy drátů

Nejčastější aplikace: oblasti chlazení, chladiče klimatizací, klimatizace, radiátory, topná tělesa, sušičky a pračky, opravy střech, kovotlačitelství. Dostupné jsou také pájecí pasty AlSi12, AlSiCu4, včetně tavidel pro tvrdé pájení hliníku (korozivní, nekorozivní).



Obrázek 39 Příklady použití hliníkových pájek

Na obrázku výše, číslo 39 je na prvním obrázku: spoj měď-hliník s GalFlo ZnAl12, na druhém: výsledky nové technologie nanášení tavné barvy, na třetím: průřez AlMg spoje pájeného za použití tavidla GalFlux ALCOR PS.

GalFlo ZnAlAg4 (SilvAl™) je slitina obsahující stříbro s nízkou teplotou tání a pro velmi snadné pájení hliníku, s vysokou kvalitou pájených spojů, která vám pokaždé zajistí perfektní výsledky. Pájení hliník-hliník. Skvělé řešení pro, pájení hliník-měď.



Obrázek 40 Pájení hliníku (kondenzátory)

Vynikající kapilarita a smáčivost u slitin Al i Cu ve srovnání s ostatními ZnAl slitinami. Vysoká tažnost, vhodné pro různorodé kovy (Cu – Al). Lepší odolnost proti korozi oproti jiným slitinám ZnAl. 200 °C pod teplotou tání hliníku. Skvělá pro výrobní aplikace (automotive, chladičová technika, výměníky tepla a chladiče) a pro opravárenské aplikace (opravy chladičů, trubek a klimatizací). Nepoužívat při opravách vysokotlakých okruhů.

**Obrázek 41 Pájení hliníku (měď – hliník)****Výhody:**

Nízká teplota tání 440° - 470°.

Vysoké prodloužení, vhodné pro různorodé kovy (Cu – Al).

Vynikající smáčivost u slitin Al i Cu.

Lepší odolnost proti korozi oproti jiným slitinám ZnAl.

Skvělé pro výrobní a opravárenské aplikace.

200 °C pod teplotou tání hliníku.

DOPORUČENÍ A TIP PRO VÁS! GalFlo™ ZnAlAg4 je také skvělým řešením pro pájení mědi s hliníkem.

32.8. Tavidla

S podrobným popisem tavidel jsme se již seznámili v předchozích kapitolách u jednotlivých slitin pájecích materiálů (tavidla pro pájky na bázi stříbra, měď-fosforu, mosazi a hliníku).

Vždy doporučuji používat ekologická tavidla řady CleanTech™, pro veškeré tvrdé pájení. Tyto ekologická tavidla ve skupině CleanTech™ jsou netoxická a bez kyseliny borité, a tudíž nejsou tak nebezpečná, jako standardní toxická tavidla.

Využívají se ve všech odvětvích, ale převážně ve zdravotnictví, potravinářství a tam kde chceme více chránit své zaměstnance, podrobnější informace k těmto tavidlům naleznete v kapitole 25.6. Doporučená ekologická tavidla **CleanTech™**, pro stříbrné pájky.

Bez tavidla se při tvrdém pájení neobejdete, tavidla odstraňují oxidy před pájením a zabráňují vzniku oxidů a škodlivých sloučenin během pájení.

Tavidla třídy FH = pro tvrdé pájení oceli, nerez, mědi a jejích slitin, niklu a jeho slitin, vzácných/drahyh kovů, wolframu a molybden. Zbytky tavidel jsou korozivní a musí být odstraněny, (vodou nebo mořením).

Tavidla třídy FL = pro tvrdé pájení hliníku a jeho slitin. FL10 jsou korozivní a musí být odstraněny (vodou, mořením). FL20 nejsou korozivní, ale pájený spoj není odolný vůči vodě a vlhkosti.



33. Postup předtím, než začnu pájet!

Pro správnou a přesnou volbu slitiny, pro tvrdé pájení je vždy nutné znát následující informace: (v případě potřeby, či rady se neváhejte ozvat, rád Vám poradím na níže uvedených kontaktech v zápatí dokumentu.):

- Čistota pájených ploch.
- Co se bude pájet?
 - Jaký je základní materiál: plech – trubka / měď – měď, měď – nerez.
- Jak se bude pájet?
 - Metody pájení: ruční, plamenem,
 - v peci (v ochranné atmosféře, ve vakuu),
 - ponorem, indukci, solná lázeň, odporové tvrdé pájení atd.
- Pro jakou aplikaci je pájka určena?
 - Chladírenský průmysl, klimatizační průmysl,
 - elektrotechnika, automotive,
 - potravinářský průmysl, letectví,
 - pasířství, dekorační předměty,
 - výroba okrasných předmětů, lustrů, hudebních nástrojů atd.

V další kapitole si postup pájení probereme detailněji krok za krokem.

34. Postup při pájení krok za krokem

Krok 1: na začátek si musíme udělat přípravu pájeného spoje, pájený povrch očistit, zde můžeme použít (pilník, škrabky, drátěný kartáč apod.), pozinkované plechy očistíme mořením (spoj potřebujeme zředěnou kyselinou solnou), pájené spoje přitiskneme k sobě kleštěmi, svěrkami, ve svěráku. **DOPORUČENÍ A TIP PRO VÁS! Jednoduchá rada (čím menší spára, tím větší pevnost).**

Krok 2: pokud máme vše řádně a správně připravené, tak nanese tavidlo na pájený spoj, na pájený spoj nanese tavidlo (pájecí pasta, kalafuna, pájecí voda, borax). Základní materiál, součástí, dílce, či jak chcete nahřejme na teplotu tavení pájky (tuto teplotu udržujeme po celou dobu pájení).

Krok 3: pájkou nanese potřebné množství pájky → pájka s kapilárním účinkem zatéká mezi těsně spojené materiálů → dochází ke slévání kovů → pájka vniká do povrchové vrstvy pájeného materiálu → pájka difunduje.

Krok 4: na závěr očistíme pájený spoj, povrch součástí očistíme od zbytků tavidla a čisticích prostředků.

Krok 5: postup práce po ukončení pájení:

- po ukončení pájení se zbytky tavidla odstraňují (mechanicky, chemicky),



- jelikož sloučeniny standardních toxických tavidel nejsou moc dobře rozpustné ve vodě, tak doporučeným postupem je prudké ochlazení ve studené vodě, pokud nevzniknou deformace, či nežádoucí změny struktury materiálu,
- následně se tavidlo odstraňuje broušením nebo osekáváním,
- v další fázi se spoj „vypere“ v horké vodě, nebo ve zředěné kyselině sírové,
- k odstranění zbytků tavidla se mohou také využívat i jiné zředěné kyseliny, jako kyselina octová, solná nebo citronová,
- nebo se zbytky tavidel odstraní vodou nebo mořením v roztoku kyseliny chlorovodíkové a neutralizací čpavkovou vodou.
- **použitím těchto rozpouštědel se nesmí narušit spoj,**
- na závěr se ještě spoj opláchne horkou vodou.

Vždy je lepší, než standardní toxické tavidlo použít ekologické tavidlo řady Cleantech s kterým je daleko méně práce a lépe se s ním pracuje.

35. Všeobecné specifikace pro správnou aplikaci

Vlastnosti spoje: Pájení je charakterizováno konceptem vzlínivosti, což je schopnost pájecí slitiny zatékat do vzduchového prostoru spoje. Pro správné vyplnění spoje je třeba vzít v úvahu vlastnosti základních kovů a pájecí slitiny. Vzdálenost mezi povrchy, které mají být spojeny, musí být stanovena při teplotě pájení. **Pro optimální odolnost pájeného spoje je dobrým pravidlem pro rovné povrchy překrytí ekvivalentní asi 3násobku menší tloušťky výše uvedených povrchů, min. 5 mm.**

Výběr pájecí slitiny: Na základě spojovaného materiálu a ekonomických úvah (% stříbra) souvisejících s úrovní obtížnosti aplikace, která je obecně přímo úměrná rozsahu tavení slitiny.

Příprava spoje: Před pájením je třeba spojované povrchy očistit odstraněním mastnoty pomocí rozpouštědel nebo horké vody a oxidů pomocí mechanického kartáčování.

Aplikace tavidla: Volba tavidla je stejně důležitá jako volba slitiny. Tavidlo aplikované na spojované povrchy by se mělo roztavit a stát se aktivním při teplotě nižší, než je teplota tání slitiny. Jeho činnost by měla pokračovat po celý cyklus tvrdého pájení, odstraňovat oxidy z kovů nebo předcházet jejich tvorbě.

Zahřívání spoje a nanášení slitiny: Ohřev lze provádět pomocí hořáku napájeného palivy, jako je acetylén, propan nebo zemní plyn, nebo pomocí indukčních nebo odporových elektrických systémů.

Účelem je rovnoměrně zahřát spoj na správnou teplotu pájení v závislosti na zvolené slitině a jejích vlastnostech, které určují optimální poměr ohřevu. Slitina by měla být normálně aplikována pouze tehdy, když je dosaženo teploty požadované pro rychlé roztavení podél všech povrchů spoje kapilární přitažlivostí.



Roztavená slitina teče vždy směrem k nejžhavější části spoje což lze získat případně nepřímým plamenem v případě použití hořáku.

Odstranění zbytkového tavidla: Jakmile dojde ke ztuhnutí pájecí slitiny, může být spoj ochlazen ve vodě, aby se odstranilo zbývající tavidlo, přičemž je třeba dávat pozor, aby nedošlo k poškození pájených prvků.

36. Průvodce výběrem slitin. Jak vybrat správnou pájku?

Pájku vybíráme podle účelu (pájení, navařování, spojování rozdílných kovů apod.) a podle vlastností a složení základního materiálu, který chceme pájet (např. měď, hliník, ocel). K pájení používáme odpovídající tavidlo. Pájky jsou dodávány v různých průměrech, nejčastěji od 1,00 mm do 3,00 mm.

- **Pro běžné opravy jsou vhodné obalené pájky.**
- **Pro jemné práce jsou vhodnější pájky holé + tavidlo.**

Slitiny s cínem: jsou náchylné k rychlému ochlazení, zejména ty, jejichž komponenty se navzájem velmi liší.

Slitiny s křemíkem: nedoporučuje se na spoje vystavené nárazům, vibracím, únavovému namáhání, protože křemík může vytvářet velmi křehké intermetalické sloučeniny.

Slitiny pro slaná prostředí: jsou ty s vysokým obsahem stříbra (>40 %) s cínem nebo bez něj. U těchto slitin, zvláště požadovaných pro stavbu lodí a v lodním průmyslu, jsou ztráty zinku galvanickým procesem sníženy.

Slitiny pro pájení krok za krokem: obvykle jsou ty s úzkým rozsahem tání. Jsou voleny s bodem tání postupně nižším, aby se zabránilo jevu opětovného roztavení přilehlých spojů, které byly dříve vyrobeny.

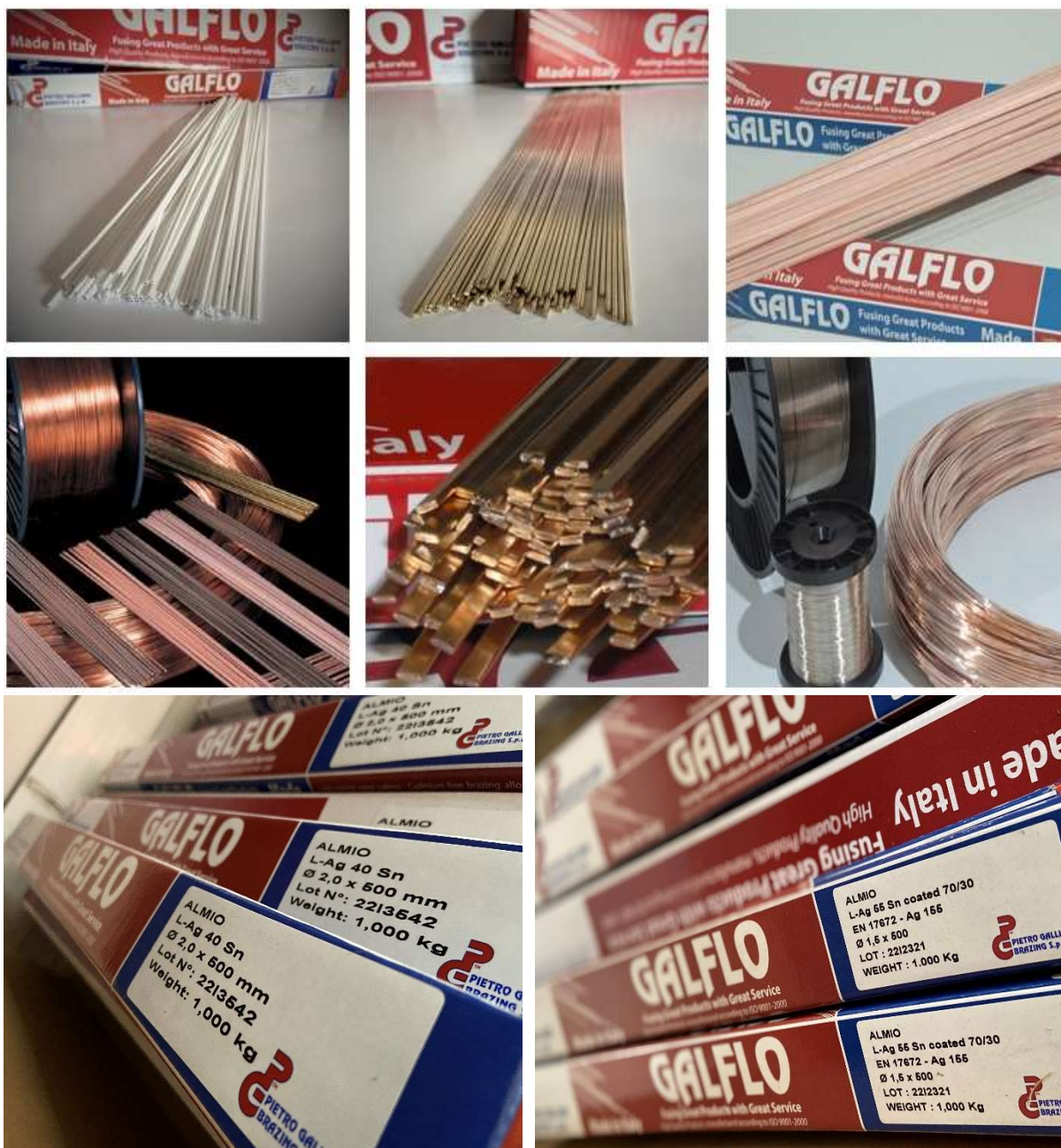
Nikl a jeho slitiny: jsou materiály náchylné k prasklinám při pájení, způsobeným mezikrystalovým pronikáním nebo pnutím. Je vhodné, aby slitiny měly nízké množství zinku a vysokou teplotu pájení.

Slitiny pro karbidy wolframu: jedná se o slitiny speciálně navržené pro karbid wolframu. Přítomnost niklu a manganu zvyšuje obtížnost smáčení těchto materiálů. Výhodné jsou slitiny s nízkou teplotou tání pro malé karbidy. Zvláště naznačeny jsou složené slitiny (tri-foil Ag-Cu-Ag) s propojenou vrstvou mědi schopnou absorbovat nárazy a vibrace. Karbidy mají velmi nízké koeficienty roztažnosti a liší se od kovů nosičů, proto musí být opětovné zahřívání prováděno pomalu a rovnoměrně, aby se zabránilo prasklinám. Je třeba se vyhnout rychlému ochlazení po pájení.

Slitiny pro nerezovou ocel: jejich výběr by měl vzít v úvahu provozní podmínky se zvláštním ohledem na přítomnost vlhkosti nebo vody. Ve skutečnosti v těchto případech může dojít k selhání u rozhraní korozní slitina-nerezová ocel. Obzvláště náchylné jsou oceli bez

niklu, s nízkým obsahem niklu a z řady 400-410-420-430, na rozdíl od austenitických ocelí řady 300, které jsou nejodolnější.

Slitiny mědi: určené pro pájení mědi a s použitím tavidla pro jeho slitiny (bronz, mosaz). Nejlepších výsledků se dosáhne úzkými vřely. Vzhledem k vysoké vodivosti je vhodné hořák rychle zahřívat. Není vhodný na železné a nerezové materiály, protože mohou vytvářet křehké intermetalické sloučeniny. U rafinované mědi obsahující rozpuštěné oxidy je nejlepší použít neutrální nebo mírně oxidační plamen, aby se zabránilo tvorbě dutin způsobených redukcí oxidů, jako je vodíkové křehnutí. Slitiny s fosforem by se neměly používat v přítomnosti plynů s vysokým obsahem síry. S úspěchem se používají v sanitárním a zdravotnickém potrubí, protože neobsahují zinek a nehrozí u nich riziko galvanického odzinkování.



37. Přehled pájek GalFlo, pro chladírenské aplikace

Tyto pájky viz níže uvedené v tabulce se využívají převážně v oblasti chladírenství, při výrobě klimatizací, tepelných výměníků, tepelných čerpadel, konkrétně například pájení měděných trubek, kterými protékají různá média (měděné instalace, rozvody, aplikace) a mnoho dalších, kde můžeme tyto pájky v oblasti tvrdého pájení využít.

Název pájky	ČSN EN ISO 17672	Forma pájky	Tavidlo	Průměr, délka 500 mm	Rozsah teploty tavení [°C]	Pracovní teplota [°C]
GalFlo CuP6	CuP179	Hladká, kulatá, čtyřhranná	Při pájení Cu-Cu není potřeba	2,00; 2x2	710–890	760
GalFlo CuP7	CuP180 CuP181	Hladká, kulatá, čtyřhranná	Při pájení Cu-Cu není potřeba	2,00; 2x2	710–820	730
GalFlo CuPAg2	CuP279	Hladká, kulatá, čtyřhranná	Při pájení Cu-Cu není potřeba	2,00; 2x2	645–825	740
GalFlo CuPAg5	CuP281	Hladká, kulatá, čtyřhranná	Při pájení Cu-Cu není potřeba	2,00; 2x2	645–815	710
GalFlo CuPAg15	CuP284	Hladká, kulatá, čtyřhranná	Při pájení Cu-Cu není potřeba	2,00; 2x2	645–800	700
GalFlo Ag34Sn	Ag134	Obalovaná tavidlem, kulatá	Cleantech SHT	2,00 x 500	630–730	710
GalFlo Ag40Sn	Ag140	Obalovaná tavidlem, kulatá	Cleantech SHT	2,00 x 500	650–710	690
GalFlo Ag44	Ag244	Obalovaná tavidlem, kulatá	Cleantech SHT	2,00 x 500	675–735	730
GalFlo Ag45Sn	Ag145	Obalovaná tavidlem, kulatá	Cleantech SHT	2,00 x 500	665–745	670
GalFlo Ag55Sn	Ag155	Obalovaná tavidlem, kulatá	Cleantech XLT	2,00 x 500	630–660	660

Nejvíce využívané pájky v chlazení jsou **GalFlo CuPAg5**, diam 2,00 x 500 mm pro pájení mědi s mědí v tomto případě není nutné použít tavidlo. Pro náročnější aplikace, kde je spoj zatěžován vibracemi, či výraznými změnami teplot pájka **GalFlo CuPAg15**, diam 2,00 x 500 mm a **obalovaná stříbrná pájka GalFlo Ag45Sn**, diam 2,00 x 500 mm. Níže jsou u jednotlivých slitin zeleně zobrazeny doporučení, pro výběr chladírenské pájky.



37.1. Chladírenská pájka GALFLO CuP6

Dle aktuální normy	01. 12.2018	ČSN EN ISO 17672	CuP 179
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	CP 203
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Cu94P 710/890
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1:1979-10	L-Cu P6
Britská technická norma	25. 02. 1952	BS 1845:1952	CP 6

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Cu	P	Al	Bi	Cd	Pb	Zn	Zn+Cd	Si	Celkový obsah doprovodných prvků
	min./max.	min./max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.	min./max.	
Složení % hmotnosti	Zbytek	5,9/6,5	0,01	0,030	0,01	0,025	0,05	0,05	0,05/0,25	0,25

Technické údaje:

Teplota tavení:	710–890 °C
Pracovní teplota:	760 °C
Hustota:	cca 8,1 g/cm ³
Mez pevnosti:	250 N/mm ² (MPa)
Tažnost:	cca 5 %
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 150 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky hladké kulaté (1 kg kartonová krabice): Ø 1,50; 2,00; 3,00 x 500 mm

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496:

**FH 10 – SHT pasta, prášek, (standardní)
není potřeba, při pájení Cu-Cu**

Použití: CuP179 – **Galflo CuP6 (chladírenská pájka bez obsahu stříbra), pro pájení mědi** je dobře tekoucí kapilární pájka, pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami. **Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi (mosazi, bronzu a červeného bronzu).** Díky obsahu fosforu nemusíte, při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. **Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médii obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování oceli (Fe), nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje.** Galflo CuP6 lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalátérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Také pro trubková vedení vody, výrobu zásobníků, aparátů, výměníků a boilerů. **Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli.**

37.2. Chladírenská pájka GALFLO CuP7

Dle aktuální normy	01. 12.2018	ČSN EN ISO 17672	CuP 180
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	CP 202
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Cu93P-710/820
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1:1979-10	L-Cu P 7
Britská technická norma	25. 02. 1952	BS 1845:1952	CP 3

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Cu	P	Al	Bi	Cd	Pb	Zn	Zn+Cd	Si	Celkový obsah doprovodných prvků
	min./max.	min./max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.	min./max.	
Složení % hmotnosti	Zbytek	6,6 / 7,4	0,01	0,030	0,01	0,025	0,05	0,05	0,05 / 0,25	0,25

Technické údaje:

Teplota tavení:	710–820 °C
Pracovní teplota:	730 °C
Hustota:	cca 8,05 g/cm ³
Mez pevnosti:	250 N/mm ² (MPa)
Tažnost:	cca 5 %
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 150 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

**Tyčinky hladké kulaté, čtyřhranné a NANO
(1 kg kartonová krabice):**

Ø 2,00; 2 x 2 x 500 mm

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496:

**FH 10 – SHT pasta, prášek, (standardní)
není zapotřebí, při pájení Cu-Cu**

Použití: CuP180 – **Galflo CuP7 (univerzální měď-fosforová pájka, bez stříbra)**. Dobře tekoucí kapilární pájka CuP7 je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami. **Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi (mosazi, bronzu a červeného bronzu).** Díky obsahu fosforu nemusíte, při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. **Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médii obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování ocelí (Fe), nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje.** Galflo CuP7 lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalátérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Také pro trubková vedení vody, výrobu zásobníků, aparátů, výměníků a boilerů. Často také, při pájení tepelných výměníků a tepelných čerpadel, při spojování mědi s mědí. **Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli.**

**37.3. Chladírenská pájka GALFLO CuPAg2**

Dle aktuální normy	01. 12.2018	ČSN EN ISO 17672	CuP 279
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	CP 105
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Cu92PAg-645/825
Americká technická norma	01. 09. 1992	AWS A5.8-92	BCup-6
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1:1979-10	L-Ag2P
Britská technická norma	25. 02. 1952	BS 1845:1952	CP 2

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Cu min./max.	P min./max.	Ag min./max.	Al max.	Bi max.	Cd max.	Pb max.	Zn max.	Zn+Cd max.	Si min./max.	Celkový obsah doprovodných prvků
Složení % hmotnosti	Zbytek	5,9 / 6,7	1,5 / 2,5	0,01	0,030	0,01	0,025	0,05	0,05	0,05 / 0,25	0,25

Technické údaje:

Teplota tavení:	645–825 °C
Pracovní teplota:	740 °C
Hustota:	cca 8,1 g/cm³
Mez pevnosti:	250 N/mm² (MPa)
Tažnost:	cca 5 %
Elektrická vodivost:	cca 5,0 m/Ω mm²
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 150 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky hladké kulaté, čtyřhranné (1 kg kartonová krabice): **Ø 1,50; 2,00; 2 x 2 x 500 mm**

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496: **FH 10 – SHT pasta, prášek, (standardní)
není zapotřebí, při pájení Cu-Cu**

Použití: CuP279 – **Galflo CuPAg2 (chladírenská pájka, pro chladíře k pájení měděných trubek, pokud není kladen důraz na vysokou pevnost spoje a pokud nejsou spoje vystaveny vysokým teplotním rozdílům a nejsou spoje vystavovány velkým vibracím. Tato pájka je levnější alternativou k pájce CuPAg5)** je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami je dobře tekoucí kapilární pájka vhodná i pro překlenutí a výplň mezery pro měď, mosaz, bronz, červený bronz. Díky obsahu fosforu nemusíte při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. **Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médii obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování ocelí (Fe) nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje.** Provozní teploty do 150 °C, chlazení do -20 °C Typické použití v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50 °C do +150°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalatérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Použití, pro aparáty, trubková vedení, elektromotory, převaděče proudu, zkratové obvody, jemná mechanika, potravinářský průmysl a rozvody vody. **Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli.**



37.4. Chladírenská pájka GALFLO CuPag5

Dle aktuální normy **01. 12.2018** **ČSN EN ISO 17672** **CuP 281a**

Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	CP 104
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Cu89PAg-645/815
Americká technická norma	01. 09. 1992	AWS A5.8-92	BCup-3
Německá technická norma	01. 01. 1985	NFA 81-362	06B2
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1:1979-10	L-Ag5P
Britská technická norma	25. 02. 1952	BS 1845:1952	CP 4

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Cu min./max.	P min./max.	Ag min./max.	Al max.	Bi max.	Cd max.	Pb max.	Zn max.	Zn+Cd max.	Si min./max.	Celkový obsah doprovodných prvků
Složení % hmotnosti	Zbytek	5,8 / 6,2	4,8 / 5,2	0,01	0,030	0,01	0,025	0,05	0,05	0,05 / 0,25	0,25

Technické údaje:

Teplota tavení:	645–815 °C
Pracovní teplota:	710 °C
Hustota:	cca 8,2 g/cm³
Mez pevnosti:	250 N/mm² (MPa)
Tažnost:	cca 8 %
Elektrická vodivost:	cca 5,0m/ Ωmm²
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 150 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:Tyčinky hladké kulaté, čtyřhranné (1 kg kartonová krabice): **Ø 1,50; 2,00; 2 x 2; 3,00 x 500 mm****Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496:** **FH 10 – SHT pasta, prášek, (standardní)
není zapotřebí, při pájení Cu-Cu**

Použití: CuP281a – **Galflo CuPag5 (typická a univerzální pájka pro chladíře k pájení měděných trubek a pro chladírenské a klimatizační aplikace. Je to nejvíce používaná pájka, pro tyto aplikace)** je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami, dobře tekoucí kapilární pájka s vyšší houževnatostí. Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi (mosaz, bronz, červený bronz). Díky obsahu fosforu nemusíte při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médii obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování oceli (Fe) nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. Provozní teploty do 150 °C, chlazení do -40 °C. Typické použití v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalatérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu, dále pro aparáty, trubková vedení, elektromotory, převaděče proudu, nabíječe, zkratové obvody, jemná mechanika, rozvody vody. **Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli.**

**37.5. Chladírenská pájka GALFLO CuPAg15****DOPORUČENÁ CHLADÍRENSKÁ PÁJKA, PRO PÁJENÍ MĚDI S MĚDÍ****Dle aktuální normy 01. 12.2018 ČSN EN ISO 17672 CuP 284**

Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	CP 102
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Cu80PAg-645/800
Americká technická norma	01. 09. 1992	AWS A5.8-92	BCup-5
Německá technická norma	01. 01. 1985	NFA 81-362	05B1
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1:1979-10	L-Ag15P
Britská technická norma	25. 02. 1952	BS 1845:1952	CP 1

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Cu min./max.	P min./max.	Ag min./max.	Al max.	Bi max.	Cd max.	Pb max.	Zn max.	Zn+Cd max.	Si min./max.	Celkový obsah doprovodných prvků
Složení % hmotnosti	Zbytek	4,8 / 5,2	14,5 / 15,5	0,01	0,030	0,01	0,025	0,05	0,05	0,05 / 0,25	0,25

Technické údaje:

Teplota tavení:	645–800 °C
Pracovní teplota:	700 °C
Hustota:	cca 8,4 g/cm³
Mez pevnosti:	250 N/mm² (MPa)
Tažnost:	cca 10 %
Elektrická vodivost:	cca 7,0 m/Ω mm²
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 150 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:Tyčinky hladké kulaté, čtyřhranné (1 kg kartonová krabice): **Ø 1,50; 2,00; 2 x 2; 3,00 x 500 mm****Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496: FH 10 – SHT pasta, prášek, (standardní)
není zapotřebí, při pájení Cu-Cu**

Použití: CuP284 – Galflo CuPAg15 (v kategorii měď – fosforových pájek se stříbrem je to ta nejlepší pájka, nejčastěji ji používají chladíři v chladírenském a klimatizačním průmyslu k pájení měděných trubek, kde je kladen vysoký důraz na pevnost spoje a kde jsou na spoji velké teplotní změny a pokud je spoj vystavován vysokým vibracím) je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami je řídicí tekoucí kapilární pájka pro měď a slitiny mědi pro vysoce náročné, houževnaté spoje s vibracemi, změnami teplot. Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi. Díky obsahu fosforu nemusíte při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médii obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování ocelí (Fe) nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. Provozní teploty do 150 °C, chlazení do -70°C. Lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalatérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu, při výrobě elektromotorů, aparátů, trubkových vedení a výměníků. **Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli.**

**37.6. Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag34Sn**

Dle aktuální normy	01. 12. 2018	ČSN EN ISO 17672	Ag 134
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	Ag 106
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Cu36AgZnSn-630/730
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1	L-Ag34Sn

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Ag min./max.	Cu min./max.	Zn min./max.	Sn min./max.	P max.	Cd max.	Al max.	Si max.	Ostatní max.	Ostatní celkem
Složení % hmotnosti	33 / 35	35 / 37	25,5 / 29,5	2 / 3	0,008	0,01	0,001	0,05	Bi 0,03 Pb 0,025	0,15

Technické údaje:

Teplota tavení:	630–730 °C
Pracovní teplota:	710 °C
Hustota:	cca 9 g/cm³
Mez pevnosti:	360 N/mm² (MPa)
Tažnost:	cca 12 %
Elektrická vodivost:	14 m/Ω mm²
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 200 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky hladké:	Ø 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)
Tyčinky obalované 70/30: STANDARDNÍ OBAL:	Ø 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)
Tyčinky obalované 80/20: Tenký obal:	Ø 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)
Tyčinky obalované 88/12: Extra tenký obal:	Ø 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496: **FH 10 – Cleantech SHT pasta, prášek, (ekologické / netoxické)**

Alternativní možnosti tavidel: **S-Plus, XLT, SLT pasta, prášek, (standardní, toxické)**

Použití: Ag134 – **Galflo Ag34Sn (jedna z typických chladírenských pájek)** je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. **Lze ji použít na kapilární pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin.** Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrickém průmyslu. V oblasti chladírenských a klimatizačních aplikacích. Pájení měděných instalací. Provozní teploty do 200 °C, spoje austenitických ocelí do -70°C.

37.7. Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag40Sn

Dle aktuální normy	01. 01. 2018	ČSN EN ISO 17672	Ag 140
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	Ag 105
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Ag40CuZnSn-650/710
Americká technická norma	01. 09. 1992	AWS A5.8-92	B Ag28
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1	L-Ag40Sn
Britská technická norma	25. 02. 1952	BS 1845:1952	Ag 20

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Ag min./max.	Cu min./max.	Zn min./max.	Sn min./max.	P max.	Cd max.	Al max.	Si max.	Ostatní max.	Ostatní celkem
Složení % hmotnosti	39 / 41	29 / 31	25,5 / 29,5	1,5 / 2,5	0,008	0,01	0,001	0,05	Bi 0,03 Pb 0,025	0,15

Technické údaje:

Teplota tavení:	650–710 °C
Pracovní teplota:	690 °C
Hustota:	cca 9,1 g/cm ³
Mez pevnosti:	430 N/mm ² (MPa)
Tažnost:	cca 12 %
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 200 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky hladké:	Ø 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)
Tyčinky obalované 70/30: STANDARDNÍ OBAL:	Ø 1,50; 2,00; 3,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496:	FH 10 – Cleantech SHT pasta, prášek, (ekologické / netoxické)
------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Alternativní možnosti tavidel:	S-Plus, UW, XLT pasta, prášek, (standardní, toxické)
--------------------------------	-------------------------------------------------------------

Použití: Ag140 – Galflo Ag40Sn (nejčastěji využívaná pájka, pro chladírenský průmysl. Používají ji chladíři, jako doplněk k pájce CuPAg5, nebo CuPAg15) je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Pájka necitlivá na přehřátí pro pájení ocelí včetně nerezavějících, mědi, slitin mědi, niklu, slitin niklu, litiny, spoje mezi různými materiály, do teploty 200 °C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrickém průmyslu. Má dobré antikorozi vlastnosti s nerezovou ocelí. Spoje odolné mořské vodě.

**37.8. Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag44**

Dle aktuální normy	1. 12.2018	ČSN EN ISO 17672	Ag 244
Předchozí česká norma	1. 1. 2001	ČSN EN 1044	Ag 203
Česká norma	1. 3. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Ag44CuZn-675/735
Německá norma	1. 1. 1985	NFA 81-362	44 A 1
Německá norma	1. 10. 1979	DIN 8513-1	L – Ag 44

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Ag	Cu	Zn	Pb	P	Cd	Al	Si	Bi	Ostatní celkem
	min./max.	min./max.	min./max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.	
Složení % hmotnosti	43 / 45	29 / 31	24 / 28	0,025	0,008	0,01	0,001	0,05	0,03	0,15

Technické údaje:

Teplota tavení DIN EN 1044:	675–735 °C
Pracovní teplota:	730 °C
Hustota:	cca 9,1 g/cm ³
Mez pevnosti DIN EN 12797:	S235: 400 MPa; E295: 480 MPa
Tažnost:	cca 25 %
Elektrická vodivost:	12,2 m/Ω mm ²
Pracovní teplota pájeného spoje:	cca - 200 °C to +200 °C (bez ztráty pevnosti)

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky obalované 70/30: STANDARDNÍ OBAL: Ø 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496: FH 10 – Cleantech SHT pasta, prášek, (ekologické / netoxické)

Alternativní možnosti tavidel: S-Plus, UW, XLT pasta, prášek, (standardní, toxické)

Použití: Ag244 – **Galflo Ag44 (chladírenská pájka, bez cínu, která má větší pevnost spoje, ale za to vyšší pájecí teploty, než skupina pájek s cínem)** je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami je dobře tekoucí a smáčivá pájka s výborným vyplněním mezery pro kapilární pájení a lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin a tvrdokovů. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Zatěžované a tupé a spoje, provozní teploty -200 až 200 °C / 300 °C, odolnost proti mořské vodě. Využití pro chlazení, potravinářský průmysl, mlýny, pivovary, jemná mechanika, lodní a letecké díly a měděné instalace. Je pevnější, než Ag145 a s vyššími pájecími teplotami.

**37.9. Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag45Sn
DOPORUČENÁ CHLADÍRENSKÁ PÁJKA, PRO OSTATNÍ SPOJE**

Dle aktuální normy	01. 12. 2018	ČSN EN ISO 17672	Ag 145
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	Ag 104
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Ag45CuZnSn-640/680
Americká technická norma	01. 09. 1992	AWS A5.8-92	B Ag36
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1	L-Ag45Sn

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Ag min./max.	Cu min./max.	Zn min./max.	Sn min./max.	P max.	Cd max.	Al max.	Si max.	Ostatní max.	Ostatní celkem
Složení % hmotnosti	44 / 46	26 / 28	23,5 / 27,5	2,0 / 3,0	0,008	0,01	0,001	0,05	Bi 0,03 Pb 0,025	0,15

Technické údaje:

Teplota tavení:	640–680 °C
Pracovní teplota:	670 °C
Hustota:	cca 9,2 g/cm³
Mez pevnosti:	350 MPa
Tažnost:	cca 10 %
Elektrická vodivost:	13,0 m/Ω mm²
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 200 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky hladké:	Ø 1,00; 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)
Tyčinky obalované 70/30: STANDARDNÍ OBAL:	Ø 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)
Tyčinky obalované 80/20: Tenký obal:	Ø 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496: FH 10 – Cleantech SHT pasta, prášek, (ekologické / netoxické)

Alternativní možnosti tavidel: S-Plus, UW, XLT pasta, prášek, (standardní toxické)

Použití: Ag145 – **Galflo Ag45Sn (nejtypičtější a nejvíce univerzální používaná pájka)** levnější alternativy k pájce Ag55Sn. Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. **Kapilární pájení ocelí včetně nerezových, mědi, slitin mědi, niklu, slitin niklu, litiny**, do provozní teploty 200 °C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrickém průmyslu. V oblasti chladírenských a klimatizačních aplikacích. Pájení měděných instalací. Spoje odolné mořské vodě. **Je typická, pro všeobecné použití, pokud jde o různorodé kovy s nízkou teplotou tání.** Charakteristickým znakem je mírná roztékavost.

**37.10. Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag55Sn**

Dle aktuální normy	01. 12.2018	ČSN EN ISO 17672	Ag 155
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	Ag 103
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Ag55ZnCuSn-630/660
Německá technická norma	01. 10. 1979	DIN 8513-1	L-Ag55Sn
Britská technická norma	25. 02. 1952	BS 1845:1952	Ag 14

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Ag min./max.	Cu min./max.	Zn min./max.	Sn min./max.	P max.	Cd max.	Al max.	Si max.	Ostatní max.	Ostatní celkem
Složení % hmotnosti	54 / 56	20 / 22	20 / 24	1,5 / 2,5	0,008	0,01	0,001	0,05	Bi 0,03 Pb 0,025	0,15

Technické údaje:

Teplota tavení:	630–660 °C
Pracovní teplota:	660 °C
Hustota:	cca 9,5 g/cm³
Mez pevnosti:	350 N/mm² (MPa)
Tažnost:	cca 25 %
Elektrická vodivost:	cca 9,4 m/Ωmm²
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 200 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky hladké:	Ø 1,00; 1,20; 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)
Tyčinky obalované 70/30: STANDARDNÍ OBAL:	Ø 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496: **FH 10 – Cleantech XLT** pasta, prášek, (ekologické / netoxické)

Alternativní možnosti tavidel: **S-Plus, UW, XLT** pasta, prášek, (standardní, toxické)

Použití: Ag155 – **Galflo Ag55Sn (TOP pájka ve stříbrných pájkách)** je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami je výborně tekoucí k přehřátí necitlivá pájka. **Vyznačuje se nejnižší pájecí teplotou.** Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin, tvrdokovů a kombinaci těchto materiálů mezi sebou. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrickém průmyslu. V oblasti potravinářství a výčepních zařízeních. **Spoje jsou odolné proti mořské vodě. Maximální shoda barvy, při pájení nerezavějících ocelí typu 18/8. Jejich použití minimalizuje vznik koroze způsobené působením niklu a jeho slitin.**

**37.11. Chladírenská pájka GALFLO obalovaná Ag56Sn**

Dle aktuální normy	01. 12.2018	ČSN EN ISO 17672	Ag 156
Evropská/česká technická norma	01. 01. 2001	ČSN EN 1044	Ag 102
Mezinárodní technická norma	01. 03. 1996	ČSN EN ISO 3677	B-Ag56CuZnSn-620/655
Americká technická norma	01. 09. 1992	AWS A5.8-92	B Ag7
Německá technická norma	01. 01. 1985	NFA 81-362	56 A1

Chemické složení (% hmotnosti):

Prvek	Ag min./max.	Cu min./max.	Zn min./max.	Sn min./max.	P max.	Cd max.	Al max.	Si max.	Ostatní max.	Ostatní celkem
Složení % hmotnosti	55 / 57	21 / 23	15 / 19	4,5 / 5,5	0,008	0,01	0,001	0,05	Bi 0,03 Pb 0,025	0,15

Technické údaje:

Teplota tavení:	620–655 °C
Pracovní teplota:	650 °C
Hustota:	cca 9,5 g/cm³
Mez pevnosti:	350 N/mm² (MPa)
Tažnost:	cca 25 %
Elektrická vodivost:	7,4 Sm/mm²
Viskozita	150–250 dPa s
Velikost zrna:	50–100 μm
Pracovní teplota pájeného spoje:	max. 200 °C

Skladem v Praze s dodáním do 2 dnů:

Tyčinky obalované 70/30: STANDARDNÍ OBAL: Ø 1,50; 2,00 x 500 mm (1 kg kartonová krabice)

Doporučené tavidlo dle ČSN EN ISO 18496: **FH 10 – Cleantech XLT** pasta, prášek, (ekologické / netoxické)

Alternativní možnosti tavidel: **S-Plus, UW, XLT** pasta, prášek, (standardní, toxické)

Použití: Ag156 – **Galflo Ag56Sn (obdobná slitina, jako Ag55Sn, ale je zde více cínu a to 5 % (Ag155 má 2 %) a méně zinku 17 % (Ag155 má 22 %)). Jsou zde o trochu nižší teploty díky větší přítomnosti cínu, než u Ag155 – Ag55Sn, vyznačují se stejnou pevnostní pájeného spoje** je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. **Vyznačuje se nejnižší pájecí teplotou. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin.** Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém, elektrickém a potravinářském průmyslu. **Tato pájka je výborně tekoucí a necitlivá k přehřátí. Maximální shoda barvy, při pájení nerezavějících ocelí, mědi a slitin, niklu a slitin a tvrdokovů.**



38. Oblasti použití pájek GalFlo

Tvrdé pájení je velmi rozšířené a můžeme se s ním setkat v mnoha odvětvích či oblastech, v některých z nich se navíc bez tvrdého pájení neobejdeme. Níže si představíme ty nejvíce rozšířené oblasti a odvětví (při výběru pájky vždy záleží na finálním použití a přesné aplikaci, jedná se pouze o všeobecný přehled) použití tvrdých pájek Galflo:

Oblast Odvětví použití	Výběr pájky GalFlo (hladké/obalované)
Výroba chladicí a klimatizační techniky (chladicí a klimatizační jednotky)	CuP6, CuP7, CuPAg2,
Domácí, průmyslové chlazení, kompresory pro chlazení, chladicí, mrazicí boxy	CuPAg5, CuPAg15, Ag34Sn,
Výroba tepelných čerpadel, ohřev	Ag40Sn, Ag45Sn, Ag55Sn,
Výroba tepelných výměníků (výměníky tepla), výparníky	CuP7, CuPAg5, CuPAg15, Ag34Sn, Ag45Sn
Výroba topení, podlahové, žebřiny, radiátory (topná tělesa)	CuP7, CuP7Sn7, CuPAg5, CuPAg15, Ag40Sn, Ag45Sn
Výroba koupelňových otopných těles	CuP7, CuP7Sn7, CuPAg5, CuPAg15, Ag40Sn, Ag45Sn
Výroba plynových kotlů, boilerů	CuPAg5, CuPAg15, Ag12, Ag45Sn
Pájení Cu trubek a měděných rozvodů a instalací	CuPAg5, CuPAg15, Ag45Sn
Montáž plynových rozvodů (montážní práce Cu trubek)	CuPAg5, CuPAg15, Ag45Sn
Montáž rozvodů medicinálních a technických plynů	CuPAg15, Ag45Sn
Výroba zdravotní a laboratorní techniky	Ag45Sn, Ag55Sn
Výroba nerezového nábytku, nerez	Ag44, Ag45Sn, Ag55Sn
Potravinářský průmysl	Ag34Sn, Ag40Sn, Ag45Sn
Výroba kávovarů	CuP7, Ag34Sn, Ag45Sn
Výroba výčepních zařízení	CuP7, Ag34Sn, Ag45Sn
Automotive	Ag44, Ag45Sn
Letecký průmysl	Ag60Sn
Lodní průmysl	Ag44
Strojírenský průmysl	Ag45Sn
Výroba rezných nástrojů, (tvrdokovy, nástroje s diamantovými a karbidovými hroty). Nože pro: karton, plast, kůže, chirurgické nástroje	Ag40Sn, Ag40Ni, Ag40Cd, Ag44, Ag49MnNi, Ag50Ni,
Nástroje pro opracování a řezání: pilové kotouče, vrtací nástroje, drtiče plastů, drtiče plastových materiálů	Ag55Sn, Ag56Sn
Elektro, výroba elektrických zařízení, domácích elektrických spotřebičů	CuPAg2, CuPAg5, Ag34Sn, Ag40Sn
Elektromechanické konstrukce, napěťové generátory, transformátory, elektro motory a kontakty, topná tělesa, elektrické kontakty, jističe, relé	CuPAg2, CuPAg5, Ag34Sn, Ag40Sn
Měřicí a regulační zařízení (měřicí přístroje, termostaty, tlakové spínače, manometry, vlhkoměry)	CuPAg2, CuPAg5, Ag34Sn, Ag40Sn
Výroba tepelných solárních panelů	Ag45Sn, Ag55Sn
Pasířství (umělecká díla), zámečnictví, kovovýroba (kovové rámy, přezky)	Ag20, Ag25Sn, Ag45Sn
Kovové příslušenství (interiérový design), kovové a trubkové konstrukce	Ag45Sn
Výroba hudebních mosazných nástrojů, kovové umělecké a okrasné předměty	Ag20, Ag25Sn, Ag45Sn
Výroba svítidel, výroba mosazných okrasných lustrů	Ag20, Ag25Sn, Ag45Sn
Výroba brýlí (pájení obroučků)	Ag45Sn, Ag55Sn
Šperkařství a práce se stříbrem a drahými kovy	Ag55Sn
Pájené ocelové rámy jízdních kol, automobilové a motocyklové díly	Ag45Sn / Ag55Sn
Výroba ocelového nábytku, opravy zemních strojů	Mosazné pájky Galflo
Kovotlačitelství	Trubičková AlSi12
Obchod, svařování, distribuce, svářečí školy	Celý sortiment Galflo



39. Kompletní přehled pájek GalFlo

Zeleně jsou v tabulce vyobrazeny pájky, pro chladírenské a klimatizační aplikace, pájení měděných aplikací (trubky, instalace, rozvody).

ČSN EN ISO 17672	Název slitiny	Použití měď-fosforových pájek (CuP)
CuP 179 Chemické složení [%] Cu zbytek P 5,9–6,5	GalFlo CuP6 Teplota tavení [°C] 710–890	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Dobře tekoucí kapilární pájka Galflo CuP6 je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami. Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi (mosazi, bronzu a červeného bronzu). Díky obsahu fosforu nemusíte, při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médií obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování oceli (Fe), nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. Galflo CuP6 lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Standardní pájka pro méně náročné spoje. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalatérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Také pro trubková vedení vody, výrobu zásobníků, aparátů, výměníků a boilerů. Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli. Pracovní teplota 760 °C. Hustota 8,1 g/cm³. Pevnost spoje 250 N/mm².
CuP 180 CuP 181 Chemické složení [%] Cu zbytek P 6,6–7,4 Cu zbytek P 7,0–7,5	GalFlo CuP7 CuP7,3 Teplota tavení [°C] 710–820 Teplota tavení [°C] 710–793	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Univerzální měď-fosforová pájka, bez stříbra. Dobře tekoucí kapilární pájka Galflo CuP7 je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami. Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi (mosazi, bronzu a červeného bronzu). Díky obsahu fosforu nemusíte, při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médií obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování oceli (Fe), nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. CuP 180 lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalatérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Také pro trubková vedení vody, výrobu zásobníků, aparátů, výměníků a boilerů. Často také, při pájení tepelných výměníků a tepelných čerpadel, při spojování mědi s mědí. Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli. Pracovní teplota 730 °C. Hustota 8,05 g/cm³. Pevnost spoje 250 N/mm².
CuP 182 Chemické složení [%] Cu zbytek P 7,5–8,1	GalFlo CuP8 Teplota tavení [°C] 710–770	Řidce tekoucí velmi kapilární pájka Galflo CuP8 je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami. Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi, mosazi a bronzů. Galflo CuP8 lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50 °C do +150°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalatérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Také při výrobě zásobníků, trubkových vedení, aparátů, výměníků a boilerů. Čím více je fosforu (P) v pájce, tím řidčeji teče. Dle normy jsou rozsahy fosforu poměrně velké, každé procento hraje velkou roli. Pracovní teplota 720 °C. Hustota 8 g/cm³. Pevnost spoje 250 N/mm².
CuP 386 Chemické složení [%] Cu zbytek P 6,4–7,2 Sn 6,5–7,5	GalFlo CuP7Sn7 Teplota tavení [°C] 650–700	Galflo CuP7Sn7 je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami je dobře tekoucí kapilární pájka pro pájení mědi, mosazi, bronzů, červeného bronzu. Barva velmi podobná mosazi. Provozní teploty do 150 °C. Spoj lze dobře galvanizovat. Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi. Díky obsahu fosforu nemusíte při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s médií obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování oceli (Fe) nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. Galflo CuP7Sn7 lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému a indukčnímu pájení a k pájení v ochranné atmosféře. Ideální použití pro pájení v peci. Používá se při pájení součástek v topeních a v radiátorech. Přijatelná roztékavost a také velice vysoká vzlínavost. Typickým využitím je pájení v elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Pracovní teplota 690 °C. Hustota 8 g/cm³. Pevnost spoje 250 N/mm².



ČSN EN ISO 17672	Název slitiny	Použití měď-fosforových pájek se stříbrem (CuPAg)
CuP 279 Chemické složení [%] Cu zbytek P 5,9–6,5 Ag 1,5–2,5	GalFlo CuPAg2 Teplota tavení [°C] 645–825	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Chladírenská pájka, pro chladíře k pájení měděných trubek, pokud není kladen důraz na vysokou pevnost spoje a pokud nejsou spoje vystaveny vysokým teplotním rozdílům a nejsou spoje vystavovány velkým vibracím. Tato pájka je levnější alternativou k pájce CuPAg5. Je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami je dobře tekoucí kapilární pájka vhodná i pro překlenutí a výplň mezery pro měď, mosaz, bronz, červený bronz (poskytuje dobré spojení při nízkých teplotách a dobrou roztékavost při vyšších teplotách). Díky obsahu fosforu nemusíte při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s mědi obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování ocelí (Fe) nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. Provozní teploty do 150 °C, chlazení do -20 °C. Typické použití v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50 °C do +150°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalátérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu. Použití, pro aparáty, trubková vedení, elektromotory, převaděče proudu, zkratové obvody, jemná mechanika, potravinářský průmysl a rozvody vody. Pracovní teplota 740 °C. Hustota 8,1 g/cm³. Pevnost spoje 250 N/mm².
CuP 281a Chemické složení [%] Cu zbytek P 5,8–6,2 Ag 4,8–5,2	GalFlo CuPAg5 Teplota tavení [°C] 645–815	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Typická a univerzální pájka pro chladíře k pájení měděných trubek a pro chladírenské a klimatizační aplikace. Je to nejvíce používaná pájka, pro tyto aplikace. Je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami, dobře tekoucí kapilární pájka s vyšší houževnatostí a nižší pájecí teplotou. Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi (mosaz, bronz, červený bronz). Díky obsahu fosforu nemusíte při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s mědi obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování ocelí (Fe) nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. Provozní teploty do 150 °C, chlazení do -40 °C. Typické použití v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalátérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu, dále pro aparáty, trubková vedení, elektromotory, převaděče proudu, nabíječe, zkratové obvody, jemná mechanika, rozvody vody. Pracovní teplota 710 °C. Hustota 8,2 g/cm³. Pevnost spoje 250 N/mm².
CuP 284 Chemické složení [%] Cu zbytek P 4,8–5,2 Ag 14,5–15,5	GalFlo CuPAg15 Teplota tavení [°C] 645–800	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. V kategorii měď – fosforových pájek se stříbrem je to ta nejlepší pájka, nejčastěji ji používají chladíři v chladírenském a klimatizačním průmyslu k pájení měděných trubek, kde je kladen vysoký důraz na pevnost spoje a kde jsou na spoji velké teplotní změny a pokud je spoj vystavován vysokým vibracím. Je slitina pro pájení natvrdo s obsahem fosforu a s výbornými průtokovými charakteristikami je řídké tekoucí kapilární pájka pro měď a slitiny mědi pro vysoce náročné, houževnaté spoje s vibracemi, změnami teplot (charakteristické znaky této pájky jsou vysoká houževnatost a nižší pájecí teplota). Tato pájecí slitina je vhodná ke spojování mědi s mědí nebo materiály na bázi mědi. Díky obsahu fosforu nemusíte při spojování mědi s mědí používat žádné dodatečné tavidlo. Tato pájecí slitina se nesmí použít, pokud spoj během provozu přichází do kontaktu s mědi obsahujícími síru. Tato slitina se dále nesmí použít ke spojování ocelí (Fe) nebo materiálů obsahujících železo, nikl a kobalt, protože by došlo k vytvoření křehkých přechodů spoje. Provozní teploty do 150 °C, chlazení do -70°C. Lze použít v chladírenských a klimatizačních aplikacích s provozními teplotami až -50°C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení a také v peci pod ochrannou atmosférou. Typické použití je v instalátérském, elektrotechnickém, chladírenském a klimatizačním průmyslu, při výrobě elektromotorů, aparátů, trubkových vedení a výměníků. Pracovní teplota 700 °C. Hustota 8,4 g/cm³. Pevnost spoje 250 N/mm².



ČSN EN ISO 17672	Název slitiny	Použití stříbrných pájek (Ag) skupina pájek s cínem (Sn) nejvíce využívaná skupina pájek, určená pro tvrdé pájení
Ag125 Chemické složení [%] Ag 24–26 Cu 39–41 Zn 31–35 Sn 1,5–2,5	GalFlo Ag25Sn Teplota tavení [°C] 680–760	Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami (vyznačuje se dobrou roztékavostí a dostatečnou vzlinavostí). Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin, kromě hliníku. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém, elektrotechnickém a chladírenském průmyslu, zejména pak v oblasti pasířství a při výrobě mosazných lustrů, hudebních nástrojů, či okrasných předmětů či uměleckých děl. Tato pájka má unikátní vlastnost zachovat barevnou shodu s mosazí pájeného spoje s mosazí, nejčastěji ji používají pasíři a výrobci mosazných lustrů, hudebních nástrojů či okrasných předmětů a tam kde chtějí páječi zachovat shodu barvy pájeného spoje s mosazí. Používá se více než Ag220. Pracovní teplota 750 °C. Hustota 8,7 g/cm³. Pevnost spoje 420 N/mm².
Ag130 Chemické složení [%] Ag 29–31 Cu 35–37 Zn 30–34 Sn 1,5–2,5	GalFlo Ag30Sn Teplota tavení [°C] 665–755	Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami (specifikace těchto pájek je dobrá roztékavost a smáčivost). Pájka necitlivá na přehřátí pro kapilární i výplňové pájení ocelí. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém, elektrotechnickém a chladírenském průmyslu, zejména pak v potravinářském průmyslu. Tuto pájku začínají, již používat chlad'aři v obalovaném provedení, jako doplněk k pájce CuPAg2, CuPAg5, nebo CuPAg15, když nepájí měď – měď, ale i pro náročnější aplikace raději použijí vysokoprocenní pájku. Pracovní teplota 740 °C. Hustota 8,8 g/cm³. Pevnost spoje 380 N/mm².
Ag134 Chemické složení [%] Ag 33–35 Cu 35–37 Zn 25,5 – 29,5 Sn 2–3	GalFlo Ag34Sn Teplota tavení [°C] 630–730	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Jedna z typických chladírenských pájek. Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami (specifikace těchto pájek je dobrá roztékavost a smáčivost). Lze ji použít na kapilární pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrotechnickém průmyslu, zejména pak v oblasti chladírenských a klimatizačních aplikacích. Pájení měděných instalací. Provozní teploty do 200 °C, spoje austenitických ocelí do -70°C. Přítomnost cínu vylepšuje tekutost a přilnavost tavidla. Pracovní teplota 710 °C. Hustota 9 g/cm³. Pevnost spoje 360 N/mm².
Ag140 Chemické složení [%] Ag 39–41 Cu 29–31 Zn 26–30 Sn 1,5–2,5	GalFlo Ag40Sn Teplota tavení [°C] 650–710	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Nejčastěji využívaná pájka, pro chladírenský průmysl. Používají ji chlad'aři, jako doplněk k pájce CuPAg5, nebo CuPAg15. Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Pájka necitlivá na přehřátí pro pájení ocelí včetně nerezavějících, mědi, slitin mědi, niklu, slitin niklu, litiny, spoje mezi různými materiály, do teploty 200 °C. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém, elektrotechnickém průmyslu a zejména v oblasti chlazení a také pro pájení tvrdokovu (karbid wolframu). Má dobré antikorozi vlastnosti s nerezovou ocelí. Dobré mechanické a plnicí vlastnosti pro úzké spoje. Spoje odolné mořské vodě. Pracovní teplota 690 °C. Hustota 9,1 g/cm³. Pevnost spoje 430 N/mm².
Ag145 Chemické složení [%] Ag 44–46 Cu 26–28 Zn 23,5 – 27,5 Sn 2–3	GalFlo Ag45Sn Teplota tavení [°C] 640–680	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Nejtypičtější a nejvíce univerzální používaná pájka. Levnější alternativa k pájce Ag155 – Ag55Sn. Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami (charakteristickým rysem je mírná roztékavost). Kapilární pájení ocelí včetně nerezových, mědi, slitin mědi, niklu, slitin niklu, litiny, do provozní teploty 200 °C. Je typická pro všeobecné použití, pokud jde o různorodé kovy s nízkou teplotou tání. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrotechnickém průmyslu. V oblasti chladírenských a klimatizačních aplikacích. V potravinářském průmyslu a v odvětví např. kovovýroby. Pájení měděných aplikací (měděných trubek, rozvodů a instalací) Spoje odolné proti mořské vodě. Pracovní teplota 670 °C. Hustota 9,2 g/cm³. Pevnost spoje 350 N/mm².



Ag155 Chemické složení [%] Ag 54–56 Cu 20–22 Zn 20–24 Sn 1,5–2,5	GalFlo Ag55Sn Teplota tavení [°C] 630–660	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. TOP pájka ve stříbrných pájkách. Pájka pro pájení nerezů! Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami (je výborně tekoucí k přehřátí necitlivá pájka s dobrou smáčivostí). Vyznačuje se nejnižší pájecí teplotou. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, včetně nerezů, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin, tvrdokovů a kombinaci těchto materiálů mezi sebou. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Typické použití je v automobilovém a elektrotechnickém průmyslu. V oblasti potravinářství a při výrobě výčepních zařízení. Spoje jsou odolné proti mořské vodě. Maximální shoda barvy, při pájení nerezavějících ocelí typu 18/8. Jejich použití minimalizuje vznik korozi způsobené působením niklu a jeho slitin. Pracovní teplota 660 °C. Hustota 9,5 g/cm³. Pevnost spoje 350 N/mm².
Ag156 Chemické složení [%] Ag 55–57 Cu 21–23 Zn 15–19 Sn 4,5–5,5	GalFlo Ag56Sn Teplota tavení [°C] 620–655	Obdobná slitina, jako Ag155 – Ag55Sn, ale je zde více cínu a to 5 % (Ag155 má 2 %) a méně zinku 17 % (Ag155 má 22 %). Jsou zde o trochu nižší teploty díky větší přítomnosti cínu, než u Ag155 – Ag55Sn, vyznačují se stejnou pevností pájeného spoje Pracovní teplota 650 °C. Hustota 9,5 g/cm³. Pevnost spoje 350 N/mm².
Ag160 Chemické složení [%] Ag 59–61 Cu 29–31 Sn 9,5–10,5	GalFlo Ag60Cu30Sn10 Teplota tavení [°C] 600–730	Pájka bez zinku pro kapilární pájení legovaných i nelegovaných ocelí, mědi a jejich slitin, niklu a jeho slitin, temperované litiny. Použití zejména v leteckém průmyslu pro trubková vedení. I pro pájení v pecích s ochrannou atmosférou a ve vakuu, žádné znečištění kvůli vypařování legujících prvků. Slitina bez zinku je také vhodná pro pájení nerezavějící oceli v náročných a vlhkých podmínkách. Pracovní teplota 720 °C. Hustota 9,8 g/cm³. Pevnost spoje 390 N/mm².
Ag101 EN 1044 Chemické složení [%] Ag 59–61 Cu 22–24 Zn 13–15 Sn 2–4	GalFlo Ag60Cu23Zn14Sn3 Teplota tavení [°C] 620–685	Pájka používaná pouze v německém DIN 8513 označení a označení EN 1044. Dle aktuální normy ČSN EN ISO 17672 nemá označení. Tato pájka má menší obsah cínu, ale za to obsahuje zinek. Lze použít k pájení jakýchkoli ocelí, mědi a slitin na bázi mědi, jakož i na nikl a slitiny na bázi niklu. Může být použit pro tvrdé pájení plamenem nebo indukční pájení. Je vhodný pro tvrdé pájení v ochranné atmosféře nebo ve vakuu. Teplota pájení v peci je určena základními kovy. Pájení ve vakuu by mělo být prováděno při teplotách ne vyšších než 900 °C, aby se co nejvíce zabránilo odpařování stříbra. Typické aplikace se nacházejí např. v elektrickém a klimatizačním průmyslu. Pracovní teplota 680 °C. Hustota 9,6 g/cm³. Pevnost spoje 420 N/mm².



ČSN EN ISO 17672	Název slitiny	Použití stříbrných pájek (Ag) skupina pájek bez cínu (Sn), není tak využívána, jako skupina pájek s cínem (Sn)
Chemické složení [%] Ag 1 Cu 60 Zn 39	GalFlo Ag1 Teplota tavení [°C] 890–900	Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Také se do kategorie mosazných pájek s 1% stříbra. CuZnAg. Moc se nepoužívá. Pracovní teplota 900 °C. Hustota 8,4 g/cm³. Pevnost spoje 370 N/mm². Není dle aktuální normy ČSN EN ISO 17672, jedná se o speciální slitinu.
Ag205 Chemické složení [%] Ag 4–6 Cu 54–56 Zn 38–42	GalFlo Ag5 Teplota tavení [°C] 820–870	Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin. Shoda barvy při pájení mosazi. Používá se pro mosazné spoje, oceli nebo tvrzenou litinu. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Tohle není standardní pájka, moc se nevyužívá. Z výroby minimálně 50 kg. Pracovní teplota 860 °C. Hustota 8,4 g/cm³. Pevnost spoje 350 N/mm².
Ag212 Chemické složení [%] Ag 11–13 Cu 47–49 Zn 38–42	GalFlo Ag12 Teplota tavení [°C] 800–830	Také není obvyklou slitinou ve skupině 200. Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Hlavním využitím je pájení součástek v boilerech. Pracovní teplota 830 °C. Hustota 8,5 g/cm³. Pevnost spoje 410 N/mm².
Ag220 Chemické složení [%] Ag 19–21 Cu 43–45 Zn 34–38	GalFlo Ag20 Teplota tavení [°C] 690–810	Toto je již často využívána slitině ve skupině 200. Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami je necitlivá na přehřátí pro kapilární i výplňové pájení ocelí, temperované litiny, mědi, slitin mědi, niklu, tvrdokovů. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Použití, pro aparáty, díly chlazení, jemná mechanika, návar na bronzové a mosazné díly, letování diamantů do nástrojů. Barevná shoda s mosazi. Často se používá, při pájení mosazných okrasných dílů, pasířů, lustry a další okrasné mosazné předměty, stejně jako Ag125, ale je pevnější. Pracovní teplota 810 °C. Hustota 8,7 g/cm³. Pevnost spoje 380 N/mm².
Ag244 Chemické složení [%] Ag 43–45 Cu 29–31 Zn 24–28	GalFlo Ag44 Teplota tavení [°C] 675–735	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami je dobře tekoucí a smáčivá pájka s výborným vyplněním mezery pro kapilární pájení a lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin a tvrdokovů. U těchto pájek jsou typické velmi dobré mechanické vlastnosti (vysoká pevnost, vysoká tažnost a velmi dobré vyplnění mezery). Používají se pro pájení železných a neželezných kovů v peci. Ideálně nahrazují pájky s kadmíem. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Zatěžované a tupé a spoje, provozní teploty -200 až 200 °C / 300 °C, odolnost proti mořské vodě. Využití pro chlazení, potravinářský průmysl, mlýny, pivovary, jemná mechanika, lodní a letecké díly a měděné instalace. Je pevnější, než Ag145 a s vyššími pájecími teplotami. Pracovní teplota 730 °C. Hustota 9,1 g/cm³. Pevnost spoje 400 N/mm².
Ag265 Chemické složení [%] Ag 64–66 Cu 19–21 Zn 13–17	GalFlo Ag65 Teplota tavení [°C] 670–720	Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi i měděných slitin stejně jako na pájení niklu a niklových slitin. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Rovněž, je vhodná pro pájení v ochranné atmosféře a pro pájení ve vakuu. Teplota pájení v peci je určena základním kovem. Pájení ve vakuu by mělo být provedeno při teplotách do 900 °C, aby se zabránilo odpařování stříbra v co největší míře. Typické využití je při výrobě klimatizací a v elektrickém průmyslu. Vhodné pro pájení stříbrných slitin (925 %). Bílá barva. Pájení je podobné pájení ryzího stříbra. Pracovní teplota 710 °C. Hustota 9,6 g/cm³. Pevnost spoje 400 N/mm².
Ag272 Chemické složení [%] Ag 71–73 Cu 27–29	GalFlo Ag72 Teplota tavení [°C] 780–780	Je slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Eutektická pájka s velmi dobrými pájecími vlastnostmi pro ocel, uhlíkatou ocel, nerezovou ocel, měď, slitiny mědi, nikl, slitiny niklu, zejména pro pájení ve vakuu a pro vakuu odolné spoje i při vyšších teplotách. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Rovněž, je vhodná pro pájení v ochranné atmosféře a pro pájení ve vakuu. Teplota pájení v peci je určena základním kovem. Pájení ve vakuu by mělo být provedeno při teplotách do 900 °C, aby se zabránilo odpařování stříbra v co největší míře. Typické využití je při výrobě klimatizací a v elektrickém průmyslu. Neobsahuje Zn ani Sn. Slitina je pouze 72 % Ag a 28 % Cu. Pro pájení v peci při kontrolované teplotě bez použití tavidla. Pracovní teplota 780 °C. Hustota 10 g/cm³. Pevnost spoje 390 N/mm².



ČSN EN ISO 17672	Název slitiny	Použití stříbrných pájek (Ag) skupina pájek s niklem (Ni) a Manganem (Mn), pro pájení tvrdokovů
Ag449 Chemické složení [%] Ag 48–50 Cu 15–17 Zn 21–25 Mn 7–8 Ni 4–5	GalFlo Ag49MnNi Teplota tavení [°C] 680–705	Slitina pro pájení natvrdo na bázi stříbra s nízkou teplotou tavení a výbornými průtokovými charakteristikami. Jedná se o speciální pájecí slitinu s obzvlášť dobrou smáčivostí pro kapilární pájení nástrojů, která je vhodná pro pájení slinutých karbidů a materiálů, které jsou náročné na vlhko, jako je wolfram, molybden, tantal, chrom. Překlenutelná pevnost spoje, závisí na, základních materiálů. Může se používat k plamenovému i indukčnímu tvrdému pájení. Pro výrobu řezných nástrojů z tvrdokovů, nástrojů pro dřevozpracovatelský průmysl, kamenoprůmysl, zpracování plastů, papírenský průmysl, stavební průmysl. Vyrábí se také, jako tzv. sendvičová fólie neboli Tri-foil. Plátek mědi oboustranně pokovený stříbrnou pájkou v poměru 1:2:1 pro pájení tvrdokovových plátek na ocelové tělo. Pájka má dobrou smáčivost na oceli i tvrdokovech, měděná mezivrstva se netaví a vyrovnává pnutí mezi plátkem a nosičem. Pracovní teplota 690 °C. Hustota 8,9 g/cm³. Pevnost spoje 300 N/mm².
ČSN EN ISO 17672	Název slitiny	Použití mosazných pájek (CuZn)
Cu470a Chemické složení [%] Cu 58,5–61,5 Zn zbytek Si 0,2–0,4	GalFlo Cu60ZnSi Teplota tavení [°C] 875–895	Standardní a běžně používaná mosazná pájka v hladké a obalovaném provedení. Je slitina pro pájení natvrdo, pro kapilární i výplňové pájení. Lze ji použít na pájení veškeré oceli, mědi a pájení niklu a niklových slitin. Dobře tekoucí, houževnatá pájka málo citlivá na přehřátí. Ve zvláštních případech, lze použít na pájení slinutých karbidů (karbid wolframu). Galflo Cu60ZnSi může být použito pro plamenové pájení a indukční pájení. Typickým použitím je pájení v oblasti automotive a při výrobě nástrojů. Obvykle jsou používány na pozinkované oceli, trubičkové potrubí, v železniční dopravě, při pájení kohoutků, armatur a malých kovových částí. Pracovní teplota 900 °C. Hustota 8,4 g/cm³. Pevnost spoje 370 N/mm².
ČSN EN ISO 17672	Název slitiny	Použití hliníkových pájek (Al)
Al112 Chemické složení [%] Al 88 Si 12	GalFlo AlSi12 Teplota tavení [°C] 576–582	Slitina pro pájení hliníku a slitin hliníku a také pro pájení spojů hliník-nerez, hliník-ocel, hliník-měď. Nedoporučuje se pro pájení eloxovaného hliníku a slitin G-AlMg, G-AlCuTi, G-AlCuTiMg. Shoda barvy a struktury, pro čistý hliník a nízkolegované slitiny do 2 % prvků. Může být použito pro plamenové pájení, pájení v peci a ve zvláštních případech pro indukční pájení. Kapilární trubičková pájka s náplní nekorozivního tavidla. Používá se při pájení topných těles či při pájení radiátorů. Vhodná pro opravy chladičů klimatizací. Pracovní teplota 580 °C. Hustota 2,65 g/cm³. Pevnost spoje 125 N/mm².
Chemické složení [%] Zn 98 Al 2 Měkká pájka	GalFlo ZnAl2 Teplota tavení [°C] 375–388	Kapilární chladírenská pájka, pro pájení mědi a mosazi. Pro klimatizační aplikace, opravy střech, praček a sušiček a také v kovotlačitelství. Jedná s plněnou hliníkovou trubičkovou pájkou naplněnou nekorozivním tavidlem, tavidlo není nutné odstraňovat. Vhodná pro pájení plamenem. Pájka určená pro slitiny hliníku: Al99,5, AlMgSi 0,5 (AW 6060). Nepoužívat v oblasti potravinářství a pro vysokotlaké systémy, neboť obsahuje hliník. Používají se při pájení metodou TIG a MIG, při pájení hliníku a jeho slitin s procentem křemíku vyšší než 7 %. Vynikající smáčivost. Pracovní teplota 380 °C. Hustota 7,04 g/cm³.
Chemické složení [%] Zn 79 Al 17 Ag 4 Měkká pájka	GalFlo ZnAlAg4 Teplota tavení [°C] 440-470	CHLADÍRENSKÁ PÁJKA. Slitina obsahující stříbro s nízkou teplotou tání a pro velmi snadné pájení hliníku, s vysokou kvalitou pájených spojů, která vám pokaždé zajistí perfektní výsledky. Pájení hliník-hliník. Skvělé řešení pro, pájení hliník-měď. Výhody slitiny ZnAlAg4: Vynikající kapilarita a smáčivost u slitin Al i Cu ve srovnání s ostatními ZnAl slitinami. Vysoká tažnost, vhodné pro různorodé kovy (Cu – Al). Lepší odolnost proti korozi oproti jiným slitinám ZnAl. 200 °C pod teplotou tání hliníku. Použití slitiny ZnAlAg4: Skvělá pro výrobní aplikace (automotive, chladičův technika, výměníky tepla a chladiče) a pro opravárenské aplikace (opravy chladičů, trubek a klimatizací). Nepoužívat při opravách vysokotlakých okruhů. Pracovní teplota: 450 °C. Hustota: cca 6,47 g/cm³. Mez pevnosti: 290-345 MPa. Tažnost: cca 31 %.



ČSN EN ISO 18496	Označení produktu	Forma tavidla	Teplota [°C]	Slitina	Použití doporučených ekologických tavidel Cleantech
FH 10	CleanTech XLT	Pasta Prášek	450–800	Ag55-Ag60	Pro nižší teploty pájení ocelí, nerezových ocelí, mědi, mosazi a karbidů.
FH 10	CleanTech SHT	Pasta Prášek	450–800	Ag25-Ag45	Pro střední teploty pájení ocelí, nerezových ocelí, mědi, mosazi a karbidů.
FH 10	CleanTech XHT	Pasta Prášek	500–850	Ag12-Ag25, Ag49Mn, Ag50Ni, Ag60-Ag72	Pro vysoké teploty pájení ocelí, nerezových ocelí, mědi, mosazi a karbidů s vysokým čistícím účinkem.
FH 10	CleanTech X85	Pasta Prášek	500–990	Pro vyšší teploty pájení nebo pájení karbidů nástrojů.	
FH 21	Cleantech Bronze	Pasta Prášek	800–100	Pro vysoké teploty (mosaz)	

Označení produktu	Teplota tavení [°C]	Pracovní teplota [°C]	Typ	Použití pájecích kapalin
GF ECO 88	800-1000	900	Ekologické	88% koncentrace tavidla.
GF ECO Medium	800-1000	900	Ekologické	Standardní tavidlo na bázi metanolu, 70 % koncentrace tavidla.
GF ECO Low	800-1000	900	Ekologické	50% koncentrace tavidla.
GF ECO extra Low	800-1000	900	Ekologické	Nízká koncentrace tavidla.
GF P1	800-1000	900	Standard	Velmi nízká koncentrace tavidla.
GF P2	800-1000	900	Standard	Nízká koncentrace tavidla.
GF P3	800-1000	900	Standard	Střední koncentrace tavidla.

40. Hořáky a ostatní příslušenství, pro tvrdé pájení

K dispozici jsou možnosti dodání také hořáků a ostatního příslušenství, pro tvrdé pájení, jako jsou např.:

- hořáky, vyvíjecí zařízení,
- kapaliny,
- měděné tyče CuCr1Zr, pro výrobu pájecích hrotů (špiček),
- trysky, ocelové vlny, hadice apod.,
- včetně dalších produktů v oblasti tvrdého a měkkého pájení.

ČÁST ČTVRTÁ – Závěr

41. Dodací podmínky

Veškeré další informace jsou k dispozici v materiálových a bezpečnostních listech zdarma ke stažení na webových stránkách <https://www.almio.cz/pajky> v tabulce u jednotlivých slitin.

Pro případné dotazy, či objednávky nás kontaktujte na níže uvedeném čísle, nebo emailu. Veškeré další kontaktní informace naleznete v kapitole 1. Kontaktní informace.

Všechny pájky jsou skladem: Dobronická 1257, 14800 Praha 4 – Kunratice. Doprava: DAP zdarma od 10.000 Kč sběrnou službou Toptrans s dodáním do 2 dnů, včetně Slovenska. Nebo EXW Praha: ihned k vyzvednutí. Originální atest 3.1 z výroby: 100 Kč/ks bez DPH. Platí s výhradou meziprodeje. Všechny uvedené ceny jsou uváděny bez DPH za jednotku množství.

Skladem stříbrné (Ag) obalované pájky o průměru 1,50; 2,00 x 500 mm. Stříbrné (Ag) hladké pájky o průměru 1,00; 1,50; 2,00 x 500 mm + ekologické tavidlo Cleantech SHT (1 kg), měď-fosforové (CuPAg) hladké pájky se stříbrem o průměru 1,50; 2,00; 2x2; 3,00 x 500 mm, měď-fosforové (CuP) hladké pájky o průměru 1,50; 2,00; 3,00 x 500 mm, mosazné (CuZn) obalované pájky o průměru 2,00 x 500 mm, hladké mosazné (CuZn) pájky o průměru 1,50; 2,00; 2,50; 3,00; 4,00; 5,00 x 1000 mm, hliníkové (Al) trubičkové pájky plněné nekorozivním tavidlem o průměru 2,00 mm a ekologické tavidla Cleantech (pasty nebo prášky) a pájecí pasty Ag45Sn + mnoho dalšího.

Pájecí tyčinky jsou standardně balené v 1 kg originálních kartonových krabičkách, certifikovaných od výrobce.

Další slitiny pájek naleznete v katalogu Almio – Pájecí přídatné materiály, volně ke stažení na webových stránkách <https://www.almio.cz/pajky>

Odkaz na katalog pájek ke stažení: <https://www.almio.cz/pajky>. Zde také naleznete tuto příručku pájení Almio.

Popis jednotlivých slitin: pokud budete potřebovat zaslat materiálový nebo bezpečnostní list, tak se neváhejte ozvat na níže uvedených kontaktech v zápatí dokumentu. V materiálových listech jsou technické údaje, jednotlivé normy a formy pájek, včetně teplot a dalších technických informací atd.

42. Závěrečná ustanovení

Ke každé slitině je na vyžádání doložený originální atest 3.1 z výroby, kde jsou naměřeny přesné chemické údaje a všechny prvky v dané slitině (včetně limitů min. a max.). Další potřebná dokumentace a prohlášení, jako jsou např. REACH, ROHS, CMRT apod. včetně materiálových a bezpečnostních listů.

Vypracování těchto materiálů je dle mého nejlepšího vědomí a svědomí na základě dostupných zdrojů, zkušeností, vědomostí, praxe a informací od výrobce, přesto jsou informace obsažené v tomto materiálu pouze orientační, pro interní účely firmy Almio, s. r. o. Tyto studijní materiály jsou určeny, pro výuku a interní potřeby zaměstnanců firmy Almio, s. r. o. Za chyby v textu nenese firma Almio, s. r. o. žádnou zodpovědnost. Změna textu vyhrazena.

Informace o našich produktech a vybavení i o našich systémech a postupech jsou založeny na komplexním výzkumu a na technologických zkušenostech z aplikací. Tyto výsledky uveřejňujeme, ale nepřijímáme žádnou odpovědnost za příslušné jednotlivé kontrakty, které jdou nad jejich rámec. Vyhrazuje si právo provádět v průběhu vývoje produktů technické změny ústních i písemných podmínek podle našich nejlepších znalostí. Pouze výjimečně poskytujeme záruky na vzhled a řemeslné zpracování nebo trvanlivost, které jsou konkrétně zdokumentovány v jednotlivých kontraktech.

Naše služby aplikačních technologií jsou vám dále k dispozici při podrobných konzultacích, například jako součást řešení problémů spojených s výrobou nebo aplikací technologií. To však nezprošťuje uživatele jeho vlastní odpovědnosti za kontrolu vstupních informací a doporučení, která mu poskytujeme, před tím, než tyto vstupní informace nebo doporučení použije. To platí zejména pro zahraniční dodávky. Platí to i pro práva na obchodní značky třetích stran u aplikací a postupů, které nejsou dodány přímo námi. V případě škod nebo ztrát je naše ručení omezeno pouze na odškodnění v takové míře, která je uvedena v našich všeobecných obchodních a dodacích podmínkách pro případy kvalitativních nedostatků.

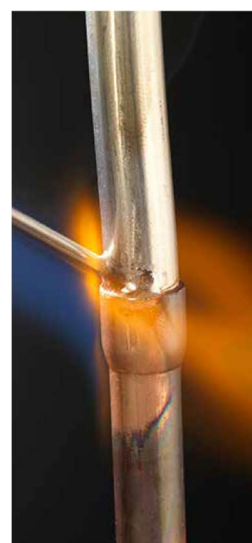
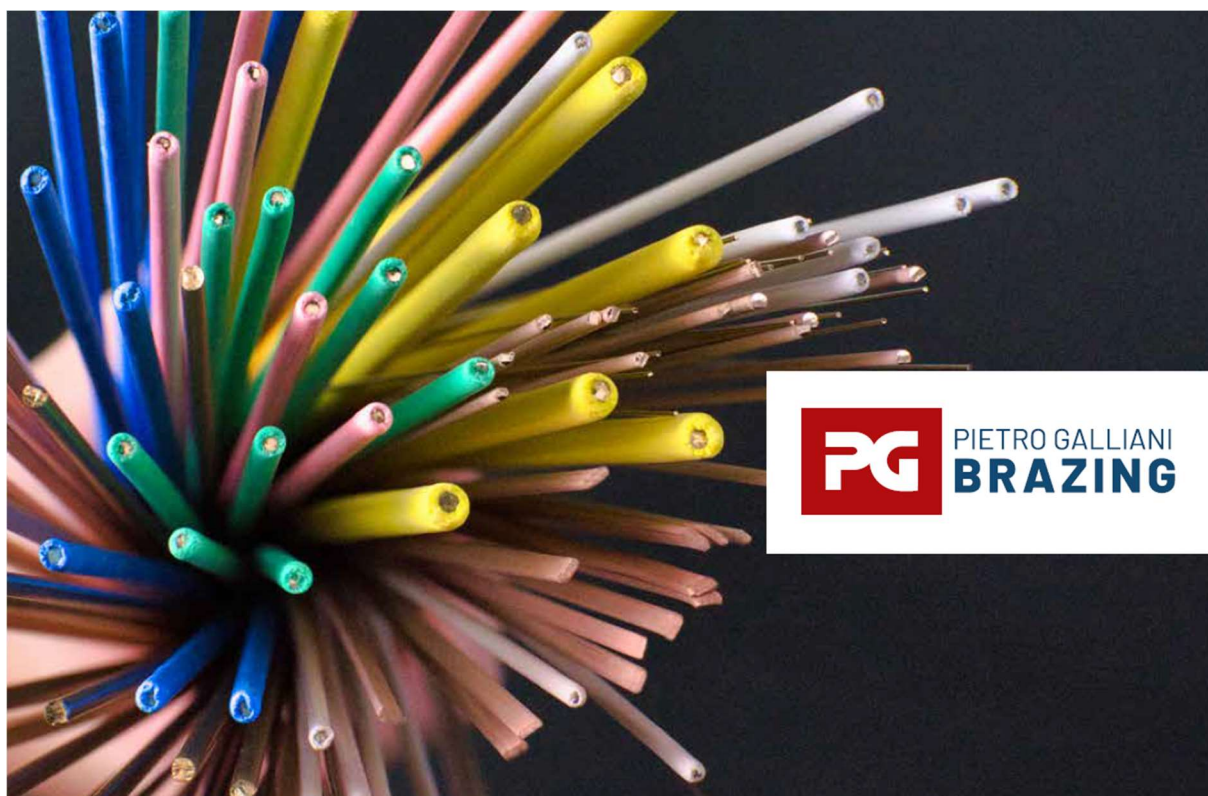


43. Seznam obrázků

Obrázek 1 Technologie a postup pájení	10
Obrázek 2 Technologie tvrdého pájení	11
Obrázek 3 Technologie tvrdého pájení	11
Obrázek 4 Pájený a svářený spoj.....	12
Obrázek 5 Smáčivost pájky.....	13
Obrázek 6 Typy smáčivostí.....	13
Obrázek 7 Roztékavost pájky.....	14
Obrázek 8 Jak působí kapilarita (vzlínavost)	14
Obrázek 9 Rozdělení pájek podle teploty pájení (slitiny)	16
Obrázek 10 Rozdělení pájek podle teploty pájení (kovy).....	17
Obrázek 11 Pájení plamenem.....	25
Obrázek 12 Pájení plamenem.....	25
Obrázek 13 Neutrální plamen	26
Obrázek 14 Oxidační (ostrý) plamen – přebytek kyslíku	26
Obrázek 15 Redukční (měkký) plamen – přebytek acetylenu	26
Obrázek 16 Pájení v peci.....	27
Obrázek 17 Pájení ve vakuu.....	28
Obrázek 18 Indukční pájení	29
Obrázek 19 Pájení ponorem	29
Obrázek 20 Druhy pájených spojů tvrdého pájení	31
Obrázek 21 Druhy pájených spojů na konkrétních polotovarech	31
Obrázek 22 Další vyobrazení stříbrných tvrdých pájených spojů.....	32
Obrázek 23 Konstrukce pájených spojů.....	32
Obrázek 24 Zkoušky pájených spojů	33
Obrázek 25 Srovnání NanoTech technologie Galflo a konkurence	39
Obrázek 26 NanoTech technologie v praxi.....	39
Obrázek 27 Srovnání kvality NanoTech technologie Galflo a kvality konkurence na trhu.....	40
Obrázek 28 Postup použití NanoTechFlux	41
Obrázek 29 Užití NanoTechFlux ve tvrdém pájení.....	42
Obrázek 30 Příklad NanoTechFlux ve tvrdém pájení.....	42
Obrázek 31 Srovnání NanoTech Plus technologie Galflo a konkurence	43
Obrázek 32 Pájení nerezů.....	45
Obrázek 33 Univerzální obalovaná pájka Galflo Ag45Sn, diam 2,00 x 500 mm.....	46
Obrázek 34 Pájení tvrdokovů.....	47
Obrázek 35 CladTech™ Tri-foil pro pájení tvrdokovů.....	48
Obrázek 36 CladTech™ Tri-foil pájení v praxi	49
Obrázek 37 Pájení hliníku	50
Obrázek 38 Pájení hliníku, aplikace a formy drátů.....	50
Obrázek 39 Příklady použití hliníkových pájek.....	51
Obrázek 40 Pájení hliníku (kondenzátory).....	51
Obrázek 41 Pájení hliníku (měď – hliník).....	52

44. Použité zdroje

1. Interní zdroje společnosti Almio, s. r. o.
2. Interní zdroje společnosti Pietro Galliani Brazing, S. p. A.
3. RUŽA, Viliam. Pájení. 2. vyd. Praha SNTL 1988.
4. HLAVATÝ, I.: Pájení. Podkladové materiály pro výuku. VŠB TU Ostrava 2015.
5. NEUMANN, HEINZ. Teorie svařování a pájení. 1. vyd. Technická univerzita v Liberci, 2014.
6. NOVÁ, I. NOVÁKOVÁ, I.: Technologie pájení. Podkladové materiály pro výuku. Technická univerzita v Liberci, 2014.



Poznámky:

Poznámky:

GALFLO[™]

**NEW!**

CleanTech[™]





PIETRO GALLIANI BRAZING S.p.A. Via Molino Malpasso 65, 40038 Vergato (BO) Italy
Phone +39 051 910061 Fax +39 051 7417223 Email: info@pietrogallianibrazing.com
Cap. Soc. € 4.000.000 I.v. - VAT IT 02788601207 - C.F. 02788601207 R.E.A. BO n. 467613 - Iscr. Reg. Imp. BO n.02788601207

www.pietrogallianibrazing.com

