



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Spoje a spojovací součásti

Téma: Pájené spoje

Autor: Ing. Magdalena Svobodová

Číslo: VY_32_INOVACE_13 – 17

Anotace: *Seznámení se základními druhy pájek a jejich materiály. Konstrukční provedení pájených spojů. Výpočet pájených spojů tupých, šikmých i přeplátovaných při namáhání tahem.
DUM je určen pro studenty druhého ročníku strojírenských oborů.
Vytvořeno: říjen 2012*

Charakteristika spoje

- ▶ Pájením vznikne nerozebíratelný spoj kovových součástí použitím jiného roztaveného kovu – pájky.
- ▶ Tavicí teplota pájky je vždy nižší než tavicí teplota základního materiálu. Spojení je dosaženo prolínáním pájky do spojovaných materiálů a tvořením slitiny ve styčných plochách.
- ▶ Tvorbě oxidů na povrchu spojovaných materiálů má zabránit tavidlo.
- ▶ Pájením se vytváří nosné i vodivé spoje a utěsňují trhliny.

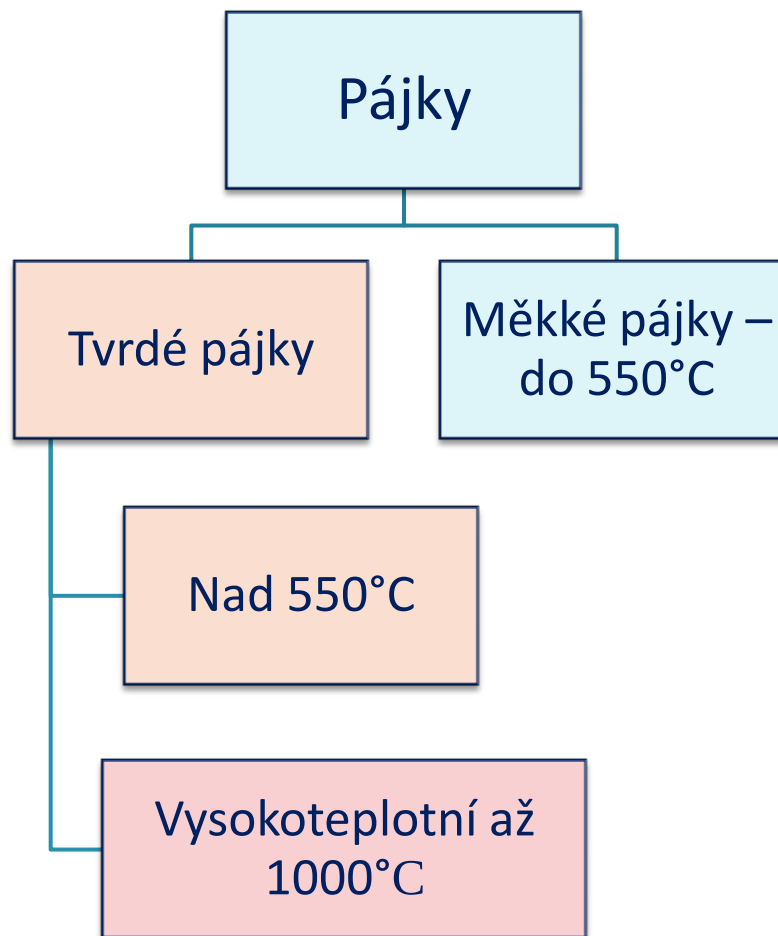
Výhody pájených spojů:

- Možnost spojení různých materiálů
- Zachování vlastností původních materiálů

Nevýhody pájených spojů:

- Malá pevnost spojů
- Složité tvary spojů
- Nutná úprava povrchu spojovaných materiálů

Rozdělení pájek



Druhy pájení

Měkké pájení

- ▶ Základním kovem jsou cín a olovo.
- ▶ Používá se pro spojování kovů při malém zatížení.
- ▶ Vyrábí se ve formě tyček a trubiček s tavidlem.
- ▶ Použití pro spoje v elektrotechnice, klempířské práce a vodotěsné spoje.

Tvrdé pájení

- ▶ Základním kovem je měď a její slitiny, nebo slitiny stříbra (vysokoteplotní pájky).
- ▶ Pro více zatížené spoje a výrobu náročných součástí.
- ▶ Spoje žárovevných, žáruvzdorných a korozivzdorných ocelí a slitin.
- ▶ Vyrábí se ve formě drátů, pásků a fólií.

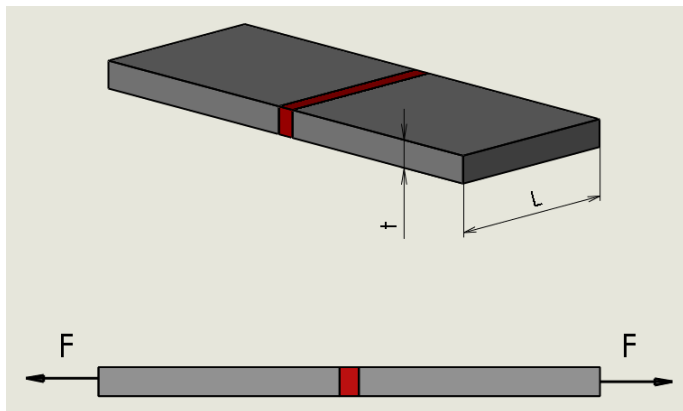
Úprava povrchu, tavidla

- ▶ Před pájením je nutná úprava povrchu spojovaných materiálů.
- ▶ Drsnější povrch je pro pájení vhodnější.

Tavidla

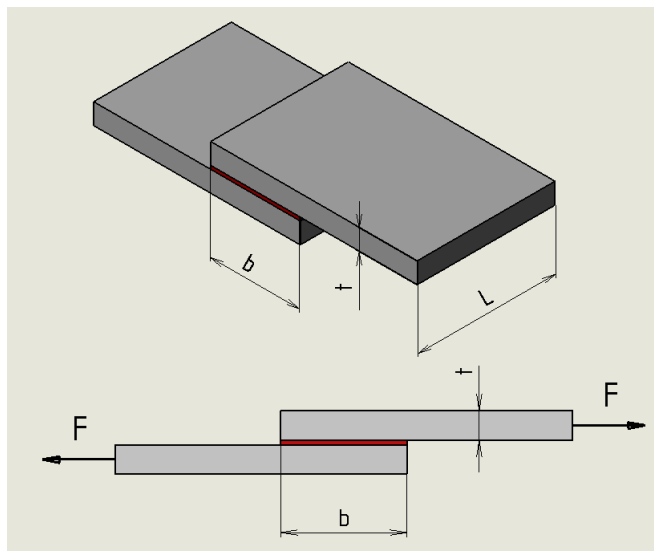
- ▶ Zabraňují tvorbě oxidů na povrchu spojovaných materiálů.
- ▶ Slouží ke smáčení povrchu a tím zajistí lepší vzlínavost a zatékání pájky do mezer mezi spojovanými součástmi.
- ▶ Teplota tavení tavidla je o $50 \div 100^{\circ}\text{C}$ nižší než teplota tavení pájky.
- ▶ Je to směs chemických sloučenin nebo anorganických látek. Pro tvrdé pájení se používá borax nebo kyselina boritá. Pro měkké pájení se používá kalafuna nebo bývá účinnou látkou kyselina solná, případně kyselina fosforečná.
- ▶ Konzistence tavidla může být tuhá, pastovitá i tekutá.

Výpočet pájených spojů



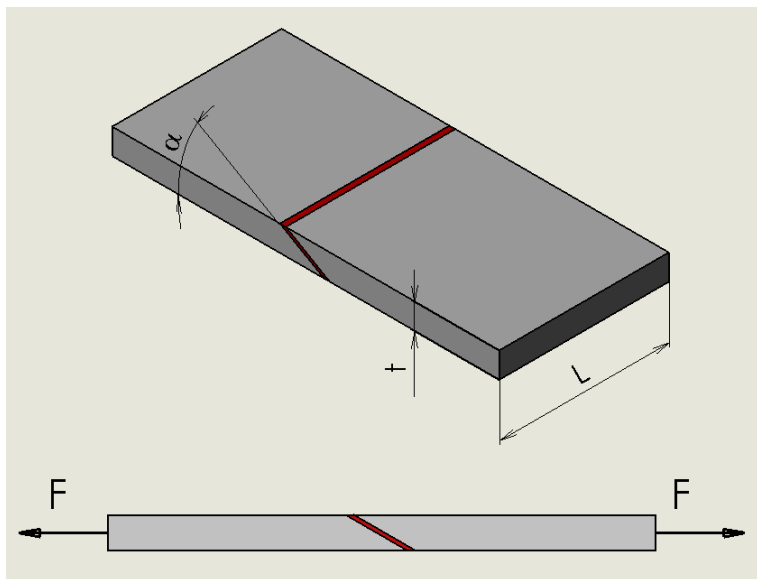
$$\sigma = \frac{F}{t \cdot L} \leq \sigma_{DP} \quad \sigma_{DP} = \frac{\sigma_{PS}}{k}$$

t	tloušťka materiálu
b	délka přesazení
L	délka pájeného spoje
σ_{PS}	mez pevnosti spoje v tahu
τ_{PS}	mez pevnosti spoje ve smyku
k	míra bezpečnosti (2÷4)
σ_{DP}	dovolené napětí spoje v tahu
τ_{DP}	dovolené napětí spoje ve smyku



$$\tau = \frac{F}{b \cdot L} \leq \tau_{DP} \quad \tau_{DP} = \frac{\tau_{PS}}{k}$$

Výpočet pájených spojů



t	tloušťka materiálu
L	délka pájeného spoje
α	úhel sklonu šikmého spoje
σ_{PS}	mez pevnosti spoje v tahu
τ_{PS}	mez pevnosti spoje ve smyku
k	míra bezpečnosti (2÷4)
σ_{DP}	dovolené napětí spoje v tahu
τ_{DP}	dovolené napětí spoje ve smyku

Namáhání šikmého spoje na tah

$$\sigma = \frac{F \cdot \sin^2 \alpha}{t \cdot L} \leq \sigma_{DP} \quad \sigma_{DP} = \frac{\sigma_{PS}}{k}$$

Namáhání šikmého spoje na smyku

$$\tau = \frac{F \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{b \cdot L} \leq \tau_{DP} \quad \tau_{DP} = \frac{\tau_{PS}}{k}$$

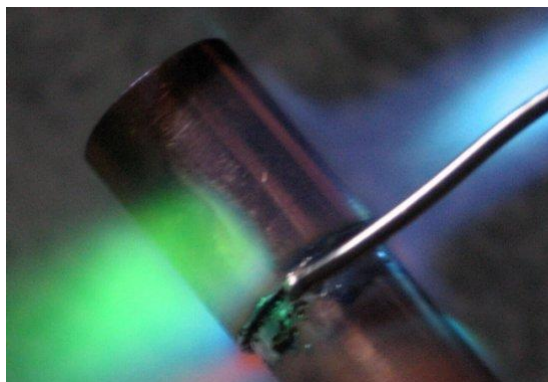
Příklady provedení pájených spojů



Spoj pájený na měkko s jednoduchým přehybem.



Spoj pájený na měkko překládáním plechů.



Pájený spoj měděných trubek – převzato z [7]



Tupý podložený pájený spoj.



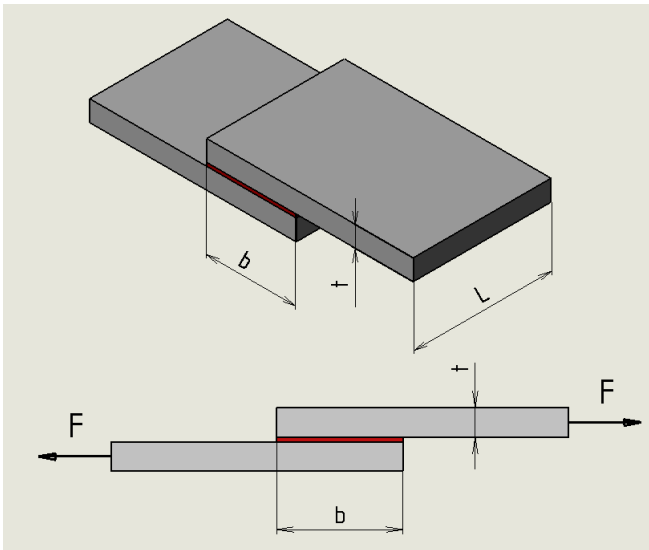
Pájený spoj – převzato z [6]



Pájený spoj – převzato z [8]

Kontrolní otázky

- ▶ Jaké druhy pájených spojů znáte?
- ▶ Co je to tavidlo a k čemu se používá?
- ▶ Vypočítejte jako sílu přenese pájený spoj dle obrázku. Rozměry spoje jsou: $b = 15 \text{ mm}$, $L = 60 \text{ mm}$ a bezpečnost spoje volte $k = 3$.



Použitá literatura

1. KŘÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů I: Části strojů*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1977. L13-C2-V-43f/25559.
 2. SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně. Brno: VUTUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
 3. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. Druhé, zcela přepracované vydání. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.
 4. DILLINGER, Josef a kol. *Moderní strojírenství: pro školu i praxi*. Vydání první. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
 5. FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. *Tabellenbuch Metall*. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6.
 6. [cit. 2012-09-20] <http://pctuning.tyden.cz/ilustrace3/highlander/AC500R/ac9.jpg>
 7. [cit. 2012-10-07] http://www.mujiplan.cz/data/images/big/IMG_6313.jpg
 8. [cit. 2012-09-25]
http://www.konstrukce.cz/PublicFiles/image/K/2012/K512/122x122_kubal19.jpg
-