



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název a adresa školy:

Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková  
organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01

IČO:

47813121

Projekt:

OP VK 1.5

Název operačního programu:

OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Typ šablony klíčové aktivity:

III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT (20  
vzdělávacích materiálů)

Název sady vzdělávacích materiálů:

**STT II**

Popis sady vzdělávacích materiálů:

Strojírenská technologie II, 2. ročník

Sada číslo:

F–18

Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:

14

Označení vzdělávacího materiálu:  
(pro záznam v třídní knize)

VY\_32\_INOVACE\_F–18–14

Název vzdělávacího materiálu:

**Pájení**

Zhotoveno ve školním roce:

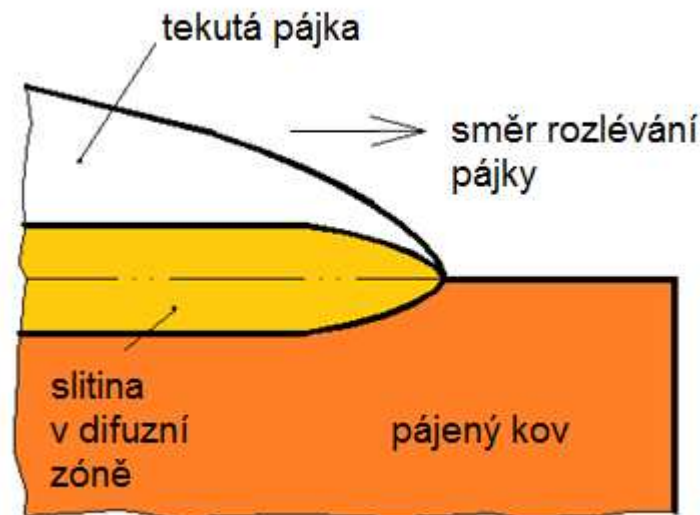
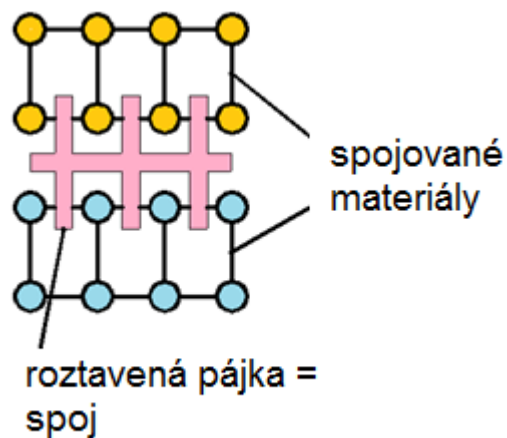
2011/2012

Jméno zhotovitele:

Ing. Palát Hynek

# Pájení

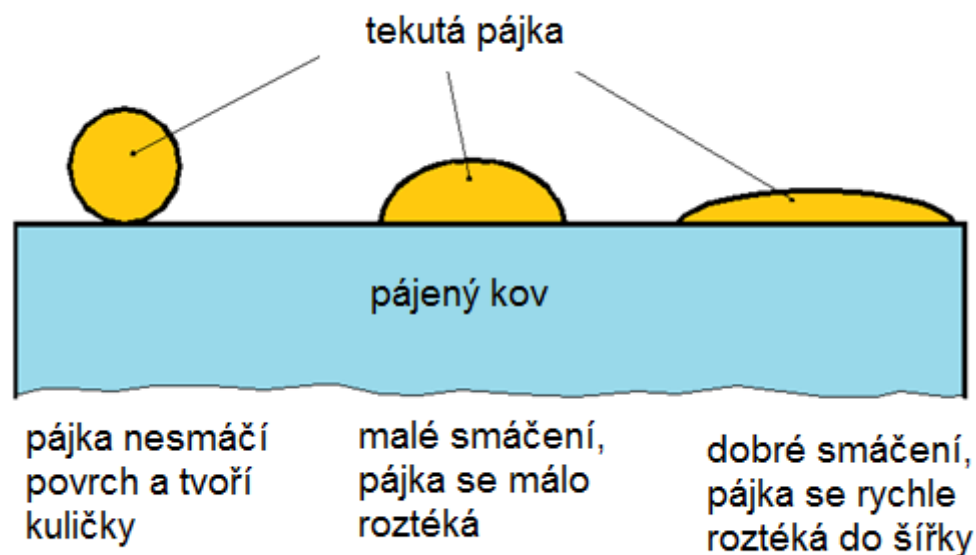
Je nerozebíratelné metalurgické spojení kovových součástí roztavenou pájkou, přičemž pájené plochy nejsou nataveny, ale **smáčeny** roztavenou pájkou, která má nižší teplotu tavení, než základní materiál. Ke spojení dojde vlivem **difuze** a **rozpuštěnosti** pájky v základním materiálu.



# Pájky

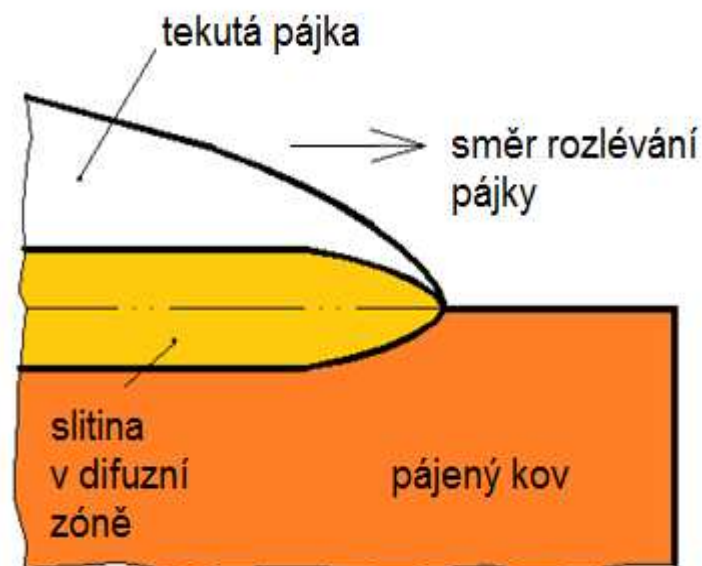
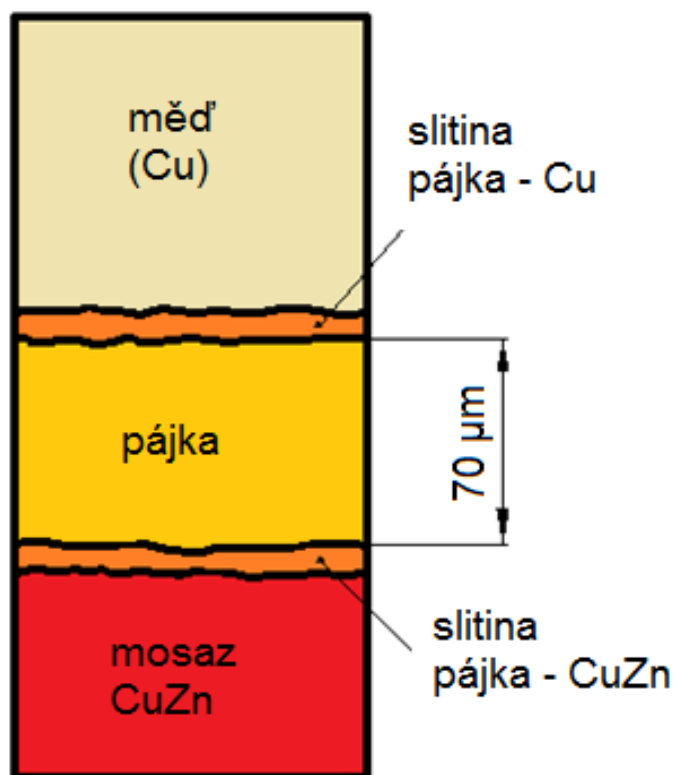
Jako pájky se používají většinou slitiny neželezných kovů.

Dodávají se ve formě bloků, fólií, tyčí, drátů, tvarovaných tělísek, prášku, nebo pasty. Velmi důležitou vlastností pájky je **smáčivost**.



# Struktura spoje po pájení - vytvoření slitin pájka - kov

struktura spoje (výbrus)



# Druhy pájení

Pájení	Teplota tavení pájky	Pevnost spoje	Pájka	Tavidlo
Měkké S tavidlem	Do 500°C	20 – 80 MPa	Cínové Cínovoolověná Bezolovnaté BIOpájky	Kalafuna- organické tavidlo
Tvrdé S tavidlem ve vakuu nebo v ochranné atmosféře	Nad 500°C	až 500 MPa	Cu, Al, Ag, Au	Borax, kyselina boritá
Vysokoteplotní Ve vakuu nebo ochranné atmosféře	Nad 900°C			

# Tavidlo

- Tavidlo odstraňuje z pájených ploch nečistoty, zabraňuje oxidaci, zvyšuje **smáčivost** základního materiálu pájkou a chrání pájku před vypařováním.
- Teplota tavení tavidla je nižší, než teplota tavení pájky.
- Dodává se ve formě pájecí vody nebo pasty, zbytky pájky se odstraňují.

Pájení	Tavidlo
Měkké	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapalina s obsahem kyseliny solné nebo fosforečné (pro nerez oceli).</li> <li>• <b>Pryskyřice</b> (kalafuna) – rozrušuje tenké vrstvy oxidů.</li> <li>• Tavidlo může být součástí „trubičkové“ pájky.</li> </ul>
Tvrdé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasta, kapalina, prášek(někdy obal na tyčince, drátu pájky).</li> <li>• Pro tzv. kapilární pájení ve vakuu nebo redukční atmosféře (vodíku) nejsou zapotřebí tavidla.</li> <li>• <b>Borax, kyselina boritá, směs boraxu a kyseliny borité.</b></li> </ul>

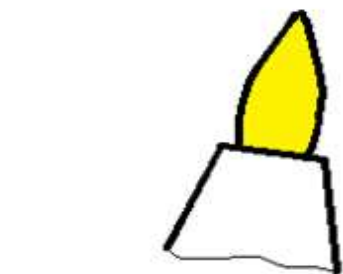
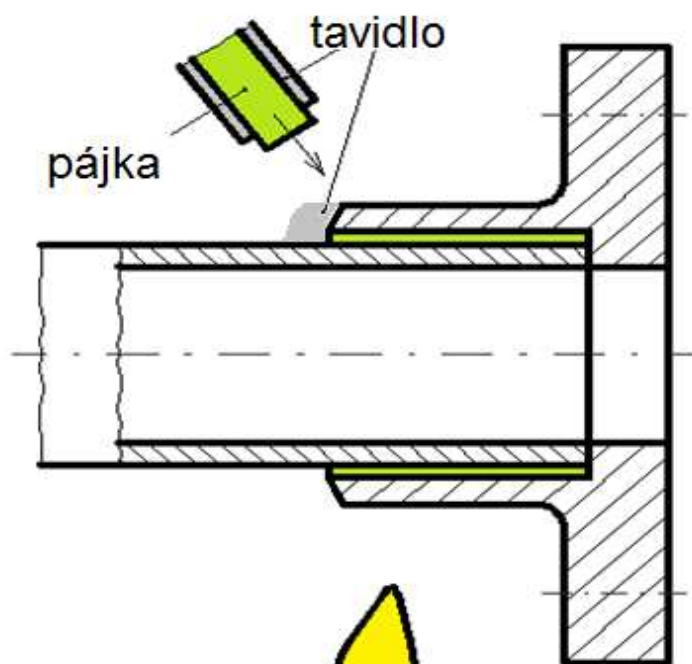
# Techniky pájení

Ohřev	Charakteristika
Plamenem	Plynový hořák, autogen.
Elektricky	Odporový, indukční ohřev.
V peci	V ochranné atmosféře, pájka = fólie.
Pájení roztavenou pájkou	Ponořením, přelitím nebo vlnou.
Ultrazvukem	Pájení hliníku Sn–Pb pájka se roztírá hrotem vibrátoru.
Laserem	Lokální ohřev pájených míst.

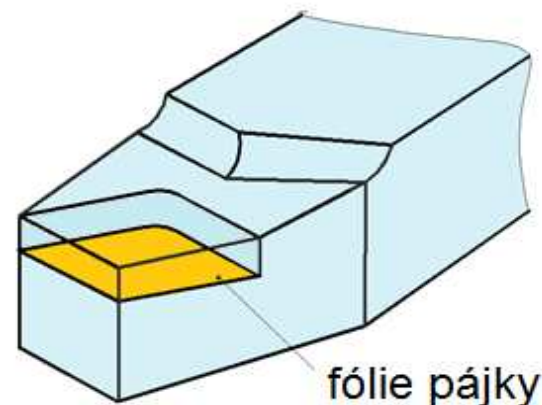
**Nánosové (reakční)** – roztavená pájka je nanášena na spojované plochy.

**Kapilární** – součásti jsou vhodně zajištěny proti vzájemnému posunutí a do mezery je vložena pájka (např. ve formě zrn), po vložení do pece se pájka roztaví a dojde ke spojení.

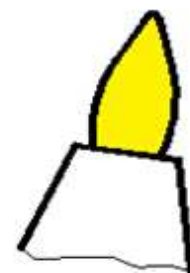
# Pájení plamenem



pájka přiložena



fólie pájky



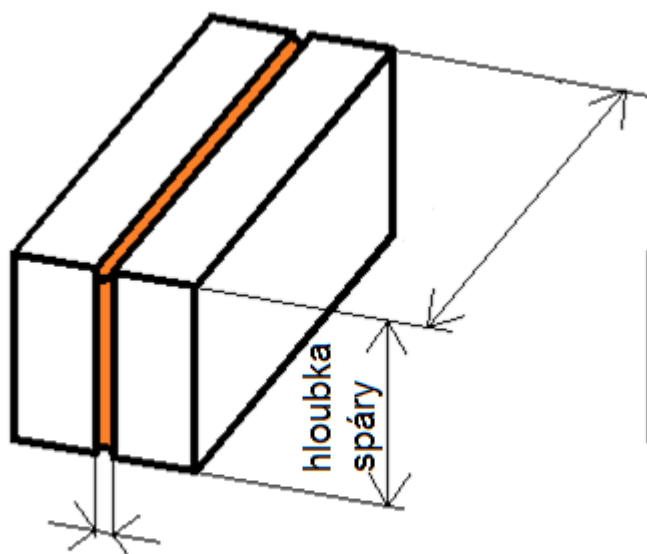
plamen

pájka vložena



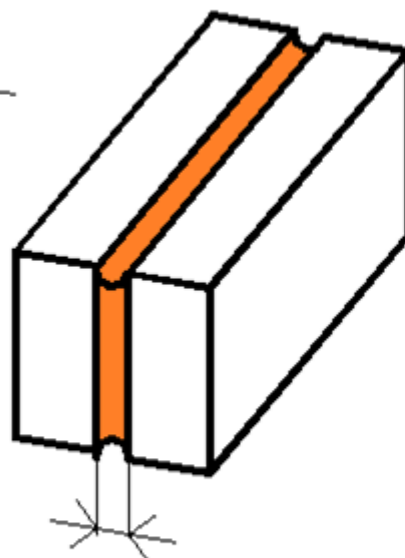
# Správné parametry pájení

úzká spára (výhodné)

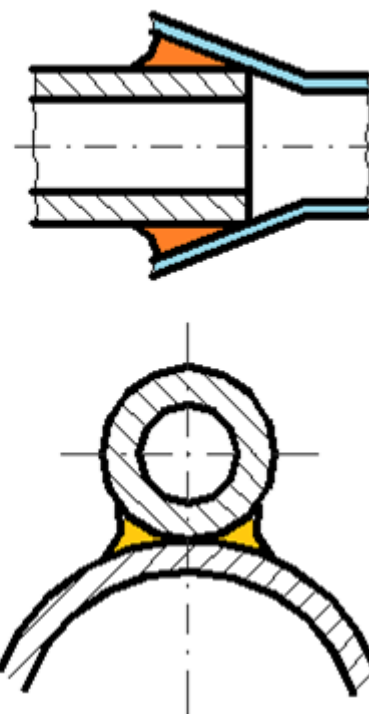


šířka spáry  
 $b < 0,25 \text{ mm}$

široké mezery (nevýhodné)

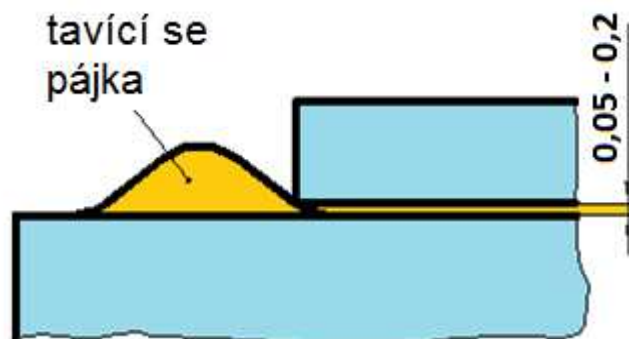


šířka mezery  
 $b > 0,3 \text{ mm}$

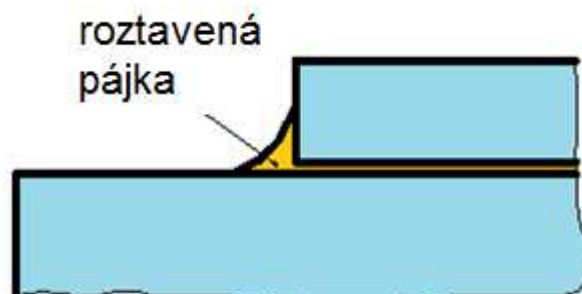
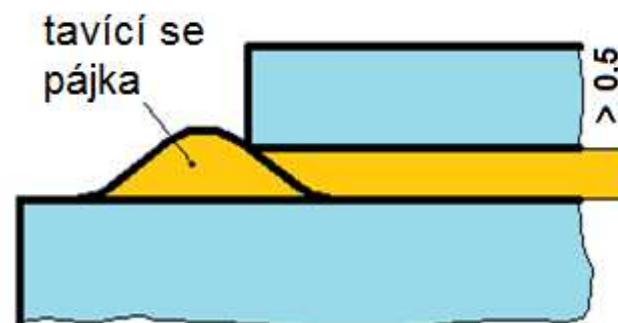


# Spáry pro pájku nesmí být velké

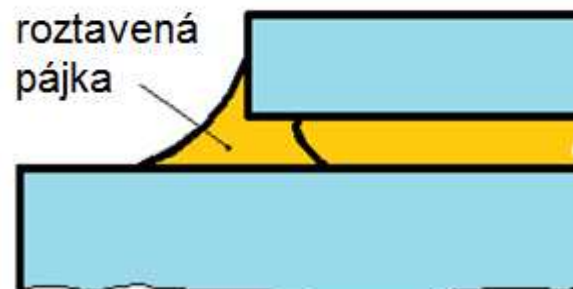
správné



nesprávné



spára 0,05 až 0,2 mm



mezera  $> 0,5$  mm

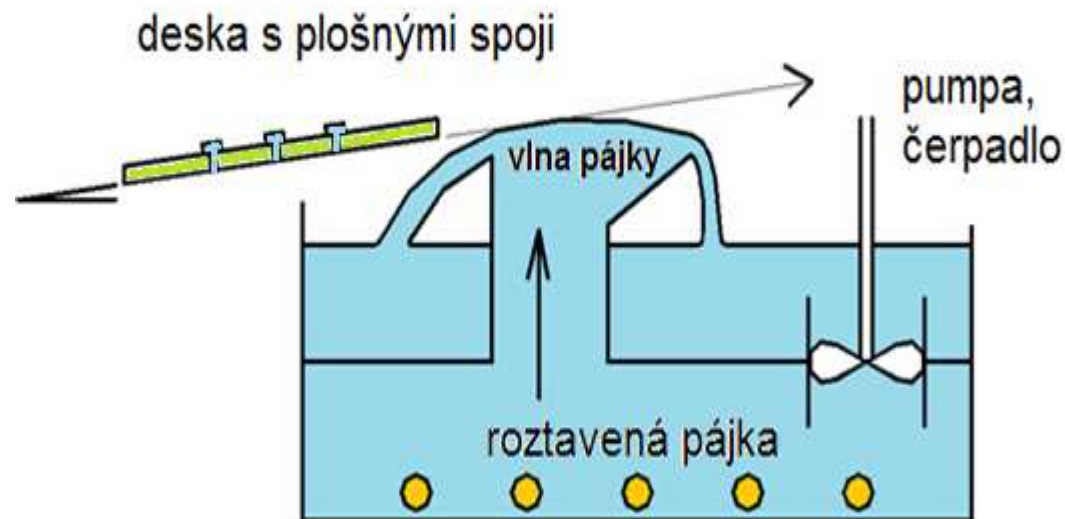
## Transformátorová páječka



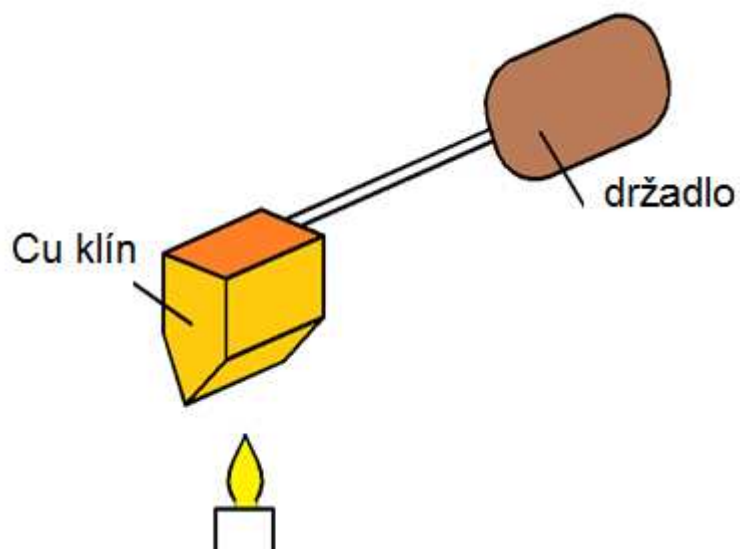
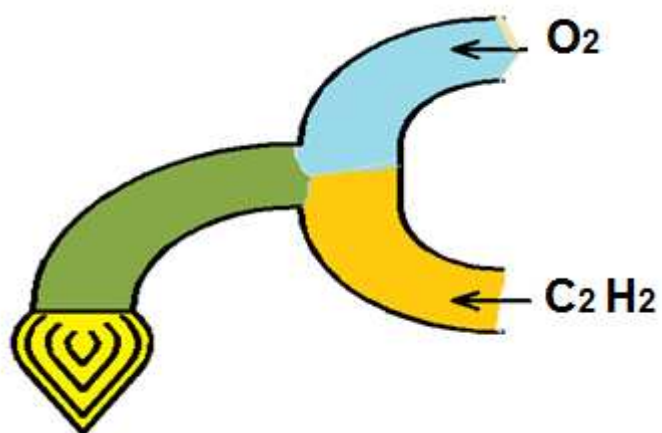
- Elektrické páječky jsou osazeny vyměnitelným pájecím hrotem z vodivého kovu (Cu), pokrytý odolnější vrstvou niklu.
- Hrot je ohříván topným tělískem - nejčastěji elektricky, přímým průchodem elektrického proudu u tzv. transformátorové páječky, nebo nepřímo elektrickým topným tělesem.

# Pájení plošných spojů

- **Vlnou tekuté pájky** – desky plošných spojů projíždějí vlnou tekuté pájky.
- **Pájení přetavením** – na DPS se přes šablonu z bronzové folie nanесou tečky pastovité lepidivé pájky. Při průjezdu desky **přetavovací pecí** se pájka roztaví a vytvoří pájený spoj.



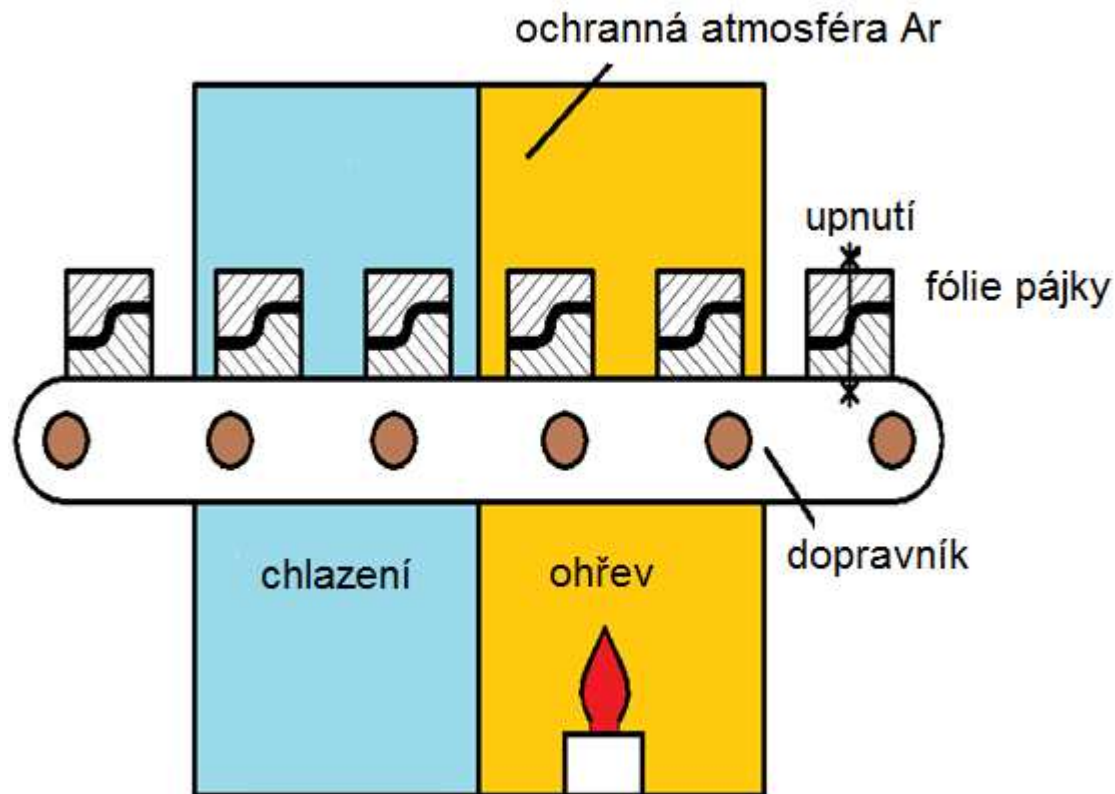
# Pájení plamenem



- Plamen ohřívá pájené předměty a pájku proudem horkého plynu nebo plamenem.
- Pro měkké pájení plamen zemního plynu se vzduchem.
- Pro tvrdé pájení plamenem kyslíko-acetylenovým nebo kyslíko-vodíkovým.



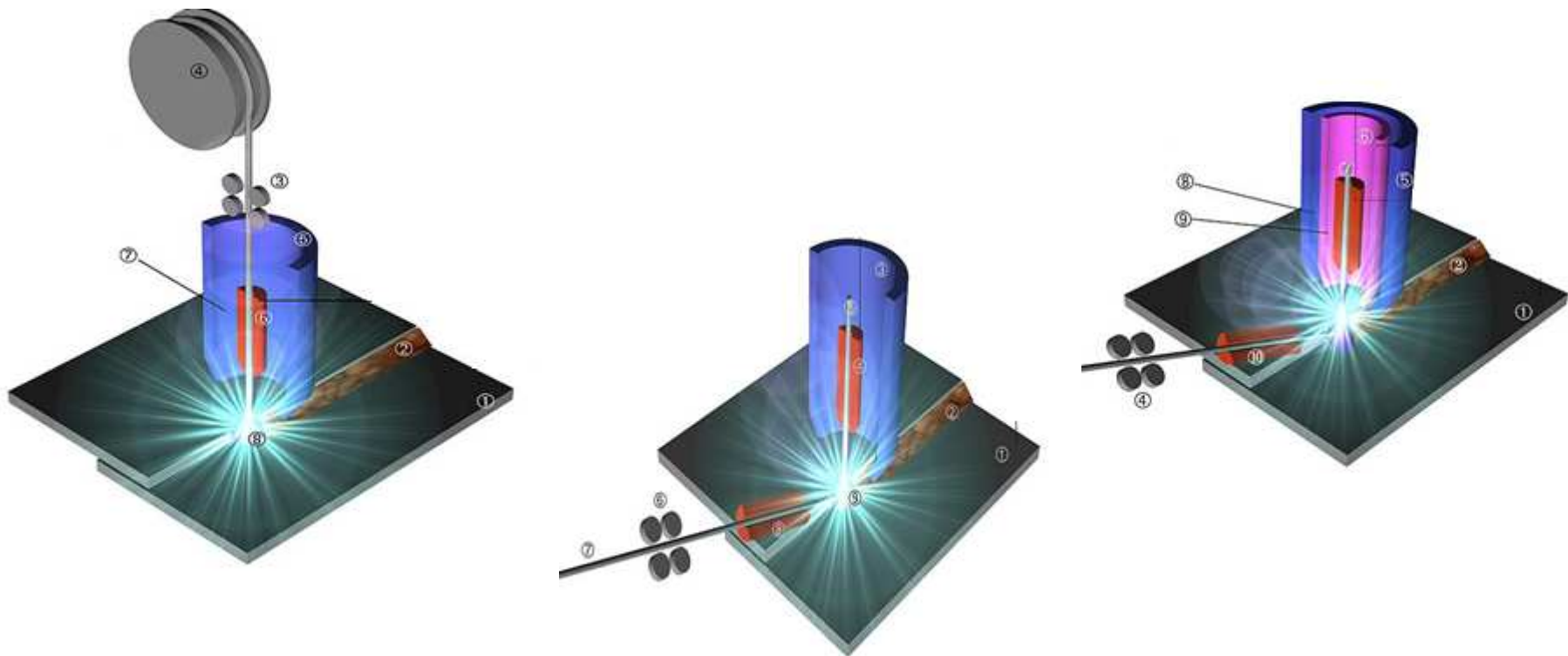
# Pájení v peci



- Používá se pro větší pájené plochy.
- Pájka se dodává jako fólie.
- Součásti musíme pevně spojit, zajistit.
- V peci v ochranné atmosféře se pájka roztaví a difunduje, zateče do materiálu.
- V ochlazovací části pájka zchladne.

# Pájení MIG, WIG a plazmou

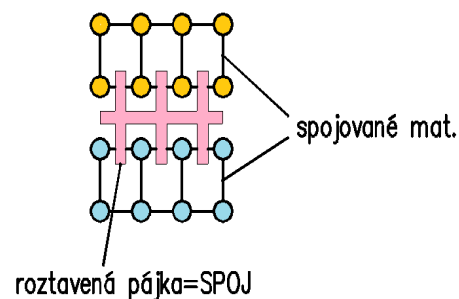
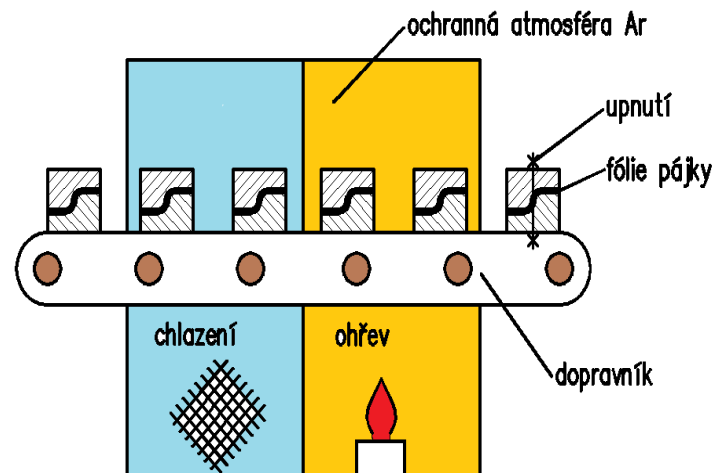
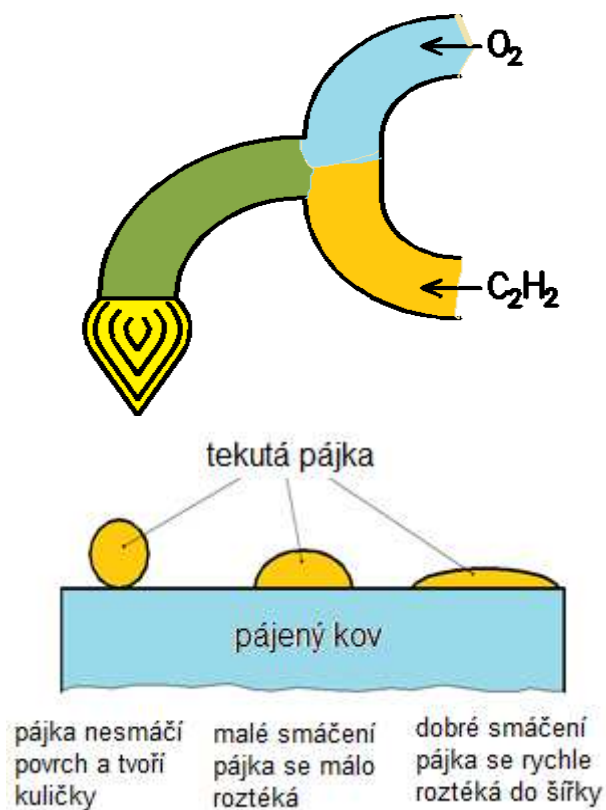
K ohřevu můžeme použít i netradiční způsoby používané u svařování. Používáme je u tvrdého pájení s měděnou pájkou.





# Úkoly:

- Jaké vlastnosti musí mít pájka?
- Vyjmenujte techniky pájení.
- Vysvětlete rozdíl mezi měkkým a tvrdým pájením.
- Jakou funkci má tavidlo u pájení?





## Seznam použité literatury

- Hluchý, M., Kolouch, J., Paňák, R. *Strojírenská technologie 2 – 1.díl*, 2. vyd. Praha: Scientia, 2001. ISBN 80-7183-244-8.
- Dillinger, J. a kol. *Moderní strojírenství pro školu a praxi*, Praha: Europa – Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
- <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Weichlot.jpg&filetimestamp=20110710012055>
- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/6/6a/Schematische\\_Darstellung\\_Plasma-L%C3%B6ten.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/6/6a/Schematische_Darstellung_Plasma-L%C3%B6ten.jpg)
- [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Schematische\\_Darstellung\\_WIG-L%C3%B6ten.jpg&filetimestamp=20070130105214](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Schematische_Darstellung_WIG-L%C3%B6ten.jpg&filetimestamp=20070130105214)
- [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Schematische\\_Darstellung\\_MSG-L%C3%B6ten.jpg&filetimestamp=20070130104508](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Schematische_Darstellung_MSG-L%C3%B6ten.jpg&filetimestamp=20070130104508)