

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
STT	první	Jindřich RAYNOCH	30.10.2012
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
PÁJENÍ A LEPENÍ			

PÁJENÍ

Osnova učiva:

- ✚ Úvod
- ✚ Rozdělení pájek
- ✚ Význam tavidla
- ✚ Metody pájení
- ✚ Stroje a zařízení pro pájení
- ✚ Otázky k procvičení

Pájení je metoda vytváření pevných nerozebíratelných spojení dvou kovových součástí pomocí roztaveného kovu vhodných fyzikálních a mechanických vlastností. Přestože pájené spoje nedosahují pevnosti svařovaných spojů, mají své výhody, pro které je vhodné je použít.

Výhody pájených spojů:

- ✚ Možnost spojení kovů odlišného chemického složení, které jsou jinak nesvařitelné.
- ✚ Relativně nízká teplota pájení snižuje tepelné ovlivnění spojovaných materiálů.
- ✚ Dostatečně pevný a nepropustný spoj.
- ✚ Pájkly nepodléhají korozi.
- ✚ Vzniklý spoj je elektricky vodivý.

Princip pájení spočívá v očištění povrchu spojovaných součástí, nanesení vhodného roztaveného kovu – **pájký** – do místa spoje a následné zchladnutí spoje. K očištění povrchu spojovaných součástí se používají nejčastěji **tavidla**. Kov určený k pevnému spojování materiálů se nazývá **pájka**, nářadí pro tavení kovů při spojování součástek se nazývá **páječka**.

Pájení se nejvíce používá v elektrotechnice a elektronice k pevnému a vodivému spojení elektrosoučástek a vodičů. Další uplatnění nachází při spojování měděných potrubí, pozinkovaných plechů, pájení konzerv, břitvových destiček a pro mnoho dalších aplikací.

Druhy pájek

Pájka je čistý kov nebo eutektická slitina kovů, které se taví při nízké teplotě a je vhodná k pevnému spojování materiálů z jiných kovů.

Podle teploty tání se pájky rozdělují na:

- ✚ Měkké pájky s teplotou tání do 450 °C
- ✚ Tvrdé pájky s teplotou tání přesahující teplotu 450 °C

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Měkké pájky

Měkká pájka je slitina dvou nebo více kovů s nízkou teplotou tavení. Pájka obsahuje nejčastěji **Cín Sn** a **Olovo Pb** v různých poměrech mísení, popřípadě s přidavkem dalších kovů jako **Kadmia Cd**, **Zinku Zn**, **Stříbra Ag** či **Bizmutu Bi**. Měkké pájky se používají pro spoje, které nejsou příliš namáhány mechanicky ani teplotně. Pájka obsahující 37 % olova a 63 % cínu tvoří eutektickou slitinu s teplotou tání 183 °C. Ta tuhne při konstantní teplotě bez přechodových fází. Používala se pro pájení elektrotechniky. Přestože pájky bez přidavku olova mají horší vlastnosti, bylo olovo směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2011/65/EU ze dne 8. června 2011 zakázáno pro jeho škodlivé účinky na lidské zdraví a životní prostředí.

Většina speciálních pájek s velmi nízkou teplotou tavení se krom spojování používá i pro jiné účely zařízení. Jsou známy podle jmen svých tvůrců jako např.:

- ✚ Woodův kov je slitina Sn, Pb, Bi a Cd v hmotnostním poměru 1:2:4:1, použití na teplotní pojistky a požární čidla, jako plnivo při ohýbání tenkostěnných kovových trubek nebo v lékařství k tlumení RTG záření.
- ✚ Fieldův kov je slitina obsahující 32,5% Bi, 51% In a 16,5% Sn. Používá se např. na výrobu vytavitelných modelů ve slévárenství
- ✚ Arcetův kov s přidavkem rtuti s tavicí teplotou pouhých 45 °C

Tvrdé pájky

Tvrdé pájky se používají pro spoje, které jsou více mechanicky namáhány nebo které jsou namáhány vysokými nebo naopak velmi nízkými teplotami. Nejčastěji se jedná o slitiny obsahující **Měď Cu**, **Hliník Al**, **Stříbro Ag**, **Kadmium Cd**, **Nikl Ni** či **Zinek Zn**. Zřídka se používají též čisté kovy, např. **Stříbro Ag**, **Měď Cu**, **Zlato Au** a **Paladium Pd**.

Další skupinou jsou **aktivní tvrdé pájky**, které se používají pro pájení kovů na keramiku či grafit. Tyto pájky se vyrábí s přidavkem **Titanu Ti** a **Vanadu V**. Pro pájení hliníkových dílů se používají pájky na bázi **Zinku Zn**.

Pro všechny druhy tvrdých i měkkých pájek je důležitá jejich přilnavost, smáčivost, pevnost a samozřejmě teplota tavení.

Cínové, trubičkové a tvrdé pájky:



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tavidla používaná při pájení

Abychom vytvořili kvalitní pevný spoj, je důležitá právě smáčivost pájky, tj. jak dokonale se pájka po povrchu rozptýlí a jak k součásti přilne. Před vlastním spájením je proto nutné povrch součástí očistit. Abychom povrch očistily, používáme při pájení v atmosféře nejčastěji tavidla.

Podle účinku rozdělujeme tavidla na:

- ✚ tavidla s leptavým účinkem
- ✚ tavidla bez leptavého účinku

Podle způsobu pájení rozdělujeme tavidla na:

- ✚ tavidla pro měkké pájení
- ✚ tavidla pro tvrdé pájení

Kromě použití tavidel můžeme smáčivost pájky zvýšit pájením ve vhodném prostředí.

K pájení se používají prostředí jako:

- ✚ vysoké vakuum
- ✚ redukční plynná atmosféra
- ✚ solná lázeň

Tavidla pro měkké pájení

Jako tavidla se pro měkké pájení používají nejvíce kapaliny s obsahem chemicky účinné látky. Tavidla obsahují nejčastěji **kyselinu solnou HCl** nebo kyselinu **fosforečnou H₃PO₄**. Po pájení je vhodné zbytky tavidla odstranit omytím vodou nebo lihem. Při pájení elektrických spojů se používá pryskyřice z borovic nazývaná **kalafuna**. Kalafuna při teplotách okolo 200 °C dokáže rozrušit tenké vrstvy oxidů a zlepšit přilnavost cínové pájky. Kalafunu obsahuje též nejčastěji používané trubičková pájka. Po zchlazení kalafuna dále pájené kovy nerozrušuje, proto ji není nutno odstraňovat.

Tavidla pro tvrdé pájení

Pro tvrdé pájení se používají tavidla na bázi **kyseliny borité H₃BO₃** nebo minerál **tetraboritan sodný** neboli **Borax Na₂[B₄O₅(OH)₄]·8H₂O**. Tavidla se vyrábí v podobě pasty, kapaliny nebo prášku. Mohou být též nanášeny jako pevný obal na dráty či tyčinky vyrobené z materiálu příslušné pájky, podobně jako u obalených elektrod pro svařování.

Tavidla:



Metody pájení

Podle způsobu ohřevu pájených součástí a pájky rozlišujeme:

- + pájení lokální nebo
- + pájení celobjemové

Lokální pájení

Lokální ohřev při měkkém pájení se provádí **dotekem horkého tělíska páječky**. Těleso je ohříváno odporově průchodem elektrického proudu nebo nepřímě elektrickým topným tělesem. Dále se používá pro ohřev pájky **proud horkého plynu** nebo **plamen**. Pro měkké pájení dostačuje plamen zemního plynu se vzduchem, pro tvrdé pájení se používá plamen kyslíko-acetylenový, podobně jako při svařování. Produktivní metoda ohřevu je **indukční ohřev**, kdy indukční cívka je přizpůsobena tvaru pájené součásti. Používá se např. pro pájení břitových destiček soustružnických nožů.

Celobjemové pájení

Při celobjemovém zahřívání v peci je teplo předáváno **sáláním** z topného tělesa, především ve vakuové peci, nebo **vedením** plynem v peci s redukční atmosférou.

Podle způsobu nanášení pájky rozlišujeme:

- + **Nánosové** neboli **reakční pájení**, kdy roztavená pájka je nanášena na spojované plochy
- + **Kapilární pájení**, kdy jsou pájené součásti zajištěny proti posunutí, do mezery je vložena pájka a tavítko a ke spojení dojde po ohřátí v peci, kdy se pájka roztaví a zateče do spoje.

Stroje a zařízení pro pájení

Páječky

Páječka je elektrické nářadí pro tavení kovů při spojování součástek měkkým pájením. Elektrické páječky jsou osazeny vyměnitelným pájecím hrotem z tepelně vodivého kovu, zpravidla z mědi nebo jejich slitin. Pro ruční pájení se používá pistolová transformátorová páječka, která má místo hrotu pájecí smyčku z odporového drátu. Smyčka se zahřívá průchodem velkého proudu dodávaného vestavěným transformátorem.

Elektrické páječky a pistolová transformátorová páječka:



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pájedla

Pájedla jsou určena jak pro tvrdé, tak i měkké pájení, zdrojem tepla je zde plamen. Používá se zemní plyn, propan-butan nebo acetylenový plamen. Plamen nejprve zahřeje pájecí kladívko, které pak dotekem taví použitou pájku.

Pájedlo na PB, pájecí hlava a pájecí kladívka:



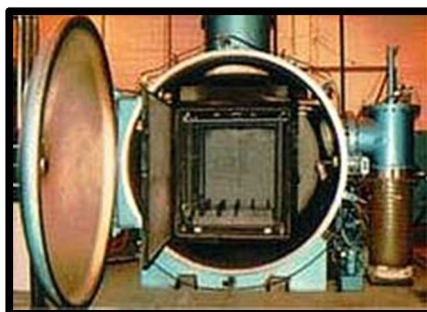
Pájecí soupravy

Přenosná pájecí souprava se používá především pro klempířské práce. Sada obsahuje zpravidla pájedlo s pájecím kladívkem, hadici, regulátor tlaku a lahev na PB.

Souprava na měkké pájení s piezoelektrickým zapalováním:









Vakuová pec pro kapilární pájení:



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky k procvičení tématu:

-  Vysvětli princip pájení.
-  Jaké jsou výhody pájených spojů.
-  Co je pájka a jak se pájky rozdělují?
-  Co je a k čemu slouží tavidlo?
-  Jaké znáš metody pájení?
-  Co je páječka nebo pájedlo?

Poznámky:

Použitá literatura a zdroj použitých obrázků a informací:

Miroslav Hluchý a kol. – *Strojírenská technologie 2*, SNTL 1979

http://cs.wikipedia.org/wiki/Pájení_a_způsoby_pájení

<http://svarecskepotreby.cz>

<http://www.google.cz/>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

LEPENÍ

Osnova učiva:

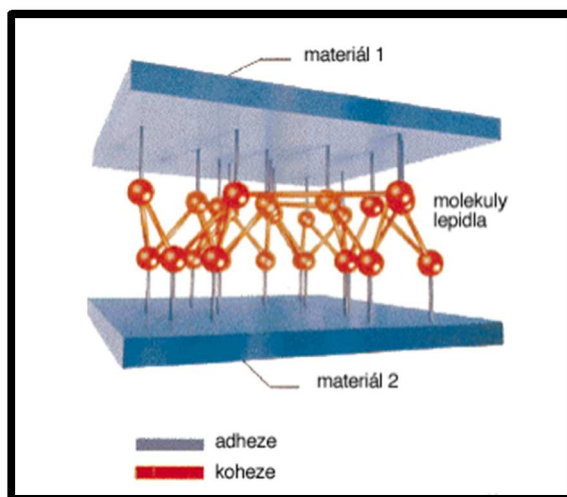
- ✚ Úvod
- ✚ Lepený spoj
- ✚ Rozdělení lepidel
- ✚ Druhy lepidel
- ✚ Tmely
- ✚ Příprava lepených ploch
- ✚ Demontáž lepených spojů
- ✚ Otázky k procvičení

Lepení je technologický postup, při kterém vytváříme nerozebíratelné spoje pomocí mezivrstvy lepidla. Lepidla v současnosti nahrazují klasické metody spojování součástí při zachování dobré pevnosti spoje. Vyrábějí se lepidla různého použití i chemického složení.

Rozhodující vlastnosti lepidel jsou:

- ✚ Dobrá **adheze**, tj. přilnavost lepidla ke spojovanému materiálu
- ✚ Dobrá **koheze** neboli soudržnost lepidla po vytvrzení
- ✚ Dobrá **zpracovatelnost** lepidla při výrobě

Lepený spoj:



Druhy lepidel

Lepidlo je látka, která umožňuje povrchům pevných předmětů k sobě přilnout a tím vytvořit jejich pevné spojení.

Podle základní složky lepidla rozdělujeme na:

- ✚ Lepidla na bázi živočišných přírodních směsí
 - kostní

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- kožní
- albuminové (krevní)
- kaseinová (mléčná)
- ✚ **Lepidla na bázi rostlinných přírodních směsí**
 - škrobová
 - z mouky
 - pryskyřicová
 - kaučuková
- ✚ **Lepidla na bázi syntetických materiálů**
 - Kyanoakrylátové – tzv. sekundová lepidla
 - Epoxidová - dvousložková
 - Silikonová

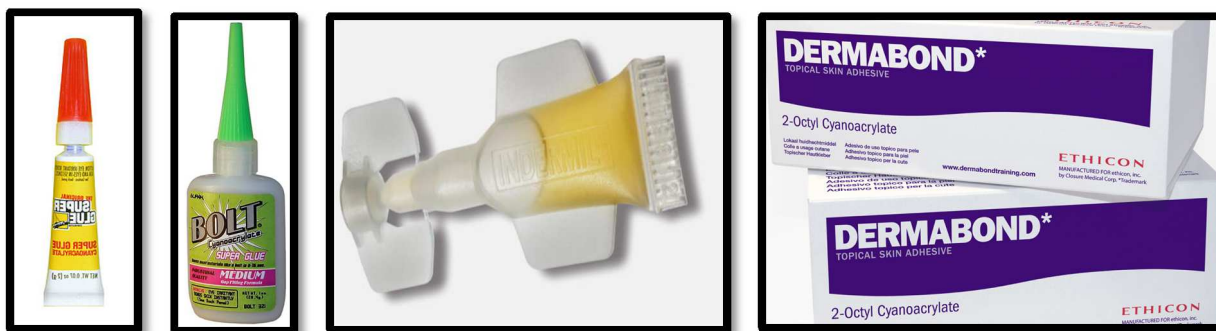
Podle mechanismu vytvrzování rozlišujeme lepidla na lepidla vytvrzovaná:

- ✚ anionovou reakcí
- ✚ disperzní
- ✚ vychladnutím - tavná
- ✚ vlhkostí prostředí
- ✚ vystavením UV světlu
- ✚ teplem
- ✚ aktivačním systémem
- ✚ anaerobní reakcí

Lepidla na bázi Kyanoakrylátů vytvrzovaná anionovou reakcí:

Rychle tvrdnoucí sekundová lepidla na bázi **methyl-2-kyanoakrylátu** nebo **ethyl-2-kyanoakrylátu** vytváří pevné spoje na neporézních materiálech. Používají se na opravy, lepení modelů, pro rychlá spojení apod. Lepidla na bázi **n-butyl-kyanoakrylátu** či **2-oktyl-kyanoakrylátu** se využívají k výrobě veterinárních a lékařských lepidel.

Modelářská lepidla a lepidla používaná v lékařství:



Lepidla disperzní

Disperzní lepidla např. na bázi polyvinylacetátu schnou po nasátí tekuté složky do podkladu lepeného spoje. Používají se k lepení papíru, kartonu a dřeva.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Tavná lepidla

Lepidla tavná se nejprve zahřejí na požadovanou teplotu, zpravidla 100 - 200 °C, nanesou na spojované materiálu a spoj získá požadované vlastnosti po schladnutí na běžnou teplotu. Používají se např. k lepení PUR pěn navzájem a nebo s textilními materiály, plastů (PE, PP, ABS), kovů (Al, ocel) a kartonu, MDF a dřevotřískových desek a profilů apod.

Zařízení pro aplikaci tavných lepidel:



Lepidla vytvrzovaná vlhkostí prostředí

Lepidlo vytvrzuje na základě chemické reakce s vlhkostí vzduchu a lepených materiálů. Jednosložková nebo dvousložková **polyuretanová** lepidla jsou vhodná pro dřevo, kovy, kámen, beton, keramické dlaždice, pěnový polystyren, pryž a plastové lamináty aj. Další skupinou jsou **silikonová** lepidla, která vulkanizují při pokojové teplotě reakcí s okolní vlhkostí.

PU lepidla a příklady aplikace lepidla:



UV lepidla

UV lepidla vytvrzovaná UV zářením jsou určena především pro rychlé lepení skla na sklo nebo skla na kov, keramiku či porcelán. K vytvrzení UV lepidel se používá speciální zdroj UV záření vlnové

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

délky cca 230 nm - oblast blízká UVA. Některé typy UV lepidel je možné vytvrdit i pomocí denního světla, ale časy potřebné k dokonalému vytvrzení jsou v porovnání s vytvrzením UV lampou značně delší.

Zařízení UV, ruční UV lampa a ukázka UV lepidel:



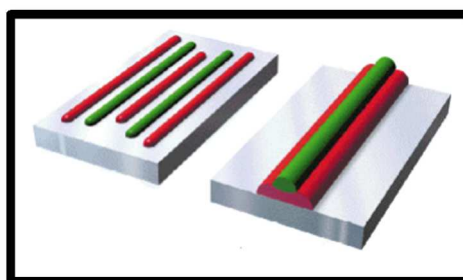
Lepidla vytvrzovaná teplem

Teplem vytvrzovaná lepidla se nanáší na jeden nebo oba spojované díly. Lepidla mají vysokou počáteční pevnost a adhezi. K spojení a stlačení dílů navzájem musí dojít spolu s použitím tepelné aktivace. Vyrábí se např. na bázi disperzní PUR, kopolymeru vinylacetátu, polychloroprenu, metakrylátu, epoxidová aj. Používají se na textil a kůži při výrobě obuvi.

Lepidla vytvrzovaná aktivačním systémem

Modifikovaná akrylátová lepidla se vytvrzují při pokojové teplotě použitím aktivátorů. Lepidla a aktivátory se na lepené povrchy nanášejí odděleně. Jakmile se obě části spojí, lepidlo se začne vytvrzovat. Lepidla mohou být před nanesením i smíšená, pokud mají dostatečnou dobu zpracovatelnosti.

Způsoby nanášení modifikovaných akrylátových lepidel:

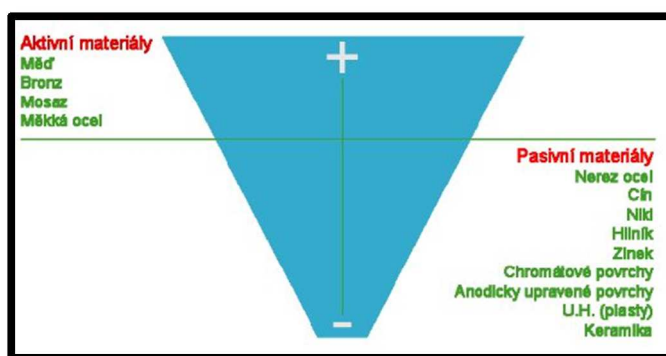


Lepidla vytvrzovaná anaerobní reakcí

Anaerobní lepidla jsou jednosložkové látky, které jsou na vzduchu neaktivní. Pokud však zabráníme přístupu atmosférického kyslíku spojení dvou dílů k sobě, spustí se proces polymerace lepidla. Volné ionty kovů při tom působí jako katalyzátory. U lepení pasivních materiálů s nízkým nebo žádným katalytickým účinkem je potřeba pro rychlé a úplné vytvrzení použít aktivátor. Krom lepení se používají i jako lepidla těsnící k utěsnění spojů kovových součástí.

Přehled aktivní a pasivních materiálů pro lepení anaerobními lepidly.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Tmely

Kromě lepidel se v technické praxi používají též tmely jako prostředek proti vnikání prachu, vlhkosti a nečistot, k utěsnění spojů, v opravárenství, k vyplnění spár apod. Rozlišujeme tmely vytvrditelné a nevytvrditelné.

Podle použití a tmeleného materiálu rozlišujeme velké množství tmelů jako např:

- ✚ tmely na kov
- ✚ tmely na dřevo
- ✚ tmely na plasty
- ✚ stavební tmely
- ✚ tmely na sklo aj.

Podle chemického složení rozlišujeme tmely:

- ✚ silikátové anorganické
- ✚ olejové
- ✚ akrylátové
- ✚ silikonové
- ✚ dvousložkové polyesterové

Ukázky tmelů, aplikační pistole:



Příprava lepených ploch

Pro dosažení kvalitního lepeného spoje je nutná správná příprava povrchů. Lepené spoje jsou tím pevnější, čím důkladněji jsou povrchy vyčištěny a upraveny. Pevnost spoje je závislá na přilnavosti lepidla ke spojovaným povrchům.

Přilnavost lepidla se zvýší:

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- ✚ Odmaštěním lepených povrchů.
- ✚ Mechanickým odstraněním nežádoucích povrchových vrstev abrazí.
- ✚ Mořením povrchů velmi kyselými nebo silně alkalickými chemikáliemi.
- ✚ Předběžné ošetření povrchu ionizací.
- ✚ Vytvořením nového aktivního povrchu nanesením primeru – chemické látky zvyšující vhodnost k lepení.

Demontáž lepených spojů

I když lepené spoje řadíme mezi spoje nerozebíratelné, většinu spojů lze rozebrat obvyklými postupy stahováním nebo vylisováním. Před demontáží je doporučeno spoj ohřát na 300 až 400 °C. Po rozebrání se zbytky lepidla odstraní mechanicky. Pokud chceme spoj opět slepit, je třeba povrchy znovu očistit.

Otázky k procvičení tématu:

- ✚ Vysvětli princip lepení.
- ✚ Co je to adheze a koheze?
- ✚ Vysvětli pojem lepidlo.
- ✚ Jak rozdělujeme lepidla podle základní složky?
- ✚ Jak rozdělujeme lepidla podle mechanismu vytvrzování?
- ✚ Popiš jednotlivé metody vytvrzování.
- ✚ Co je tmel?
- ✚ Jak zvýšíme přilnavost lepidla?
- ✚ Dají se spoje rozebrat, jak?

Poznámky:

Použitá literatura a zdroj použitých obrázků a informací:

Miroslav Hluchý a kol. – *Strojářská technologie 2*, SNTL 1979

<http://cs.wikipedia.org>

<http://www.google.cz/>

www.tesmat.cz

www.lear.cz/lepidla-vyroba

<http://www.tgk-cz.cz>

[http://www.markotech.cz/wp-](http://www.markotech.cz/wp-content/uploads/2012/06/Loctite/pdf/3.Informace%20o%20technice%20lepeni.pdf)

[content/uploads/2012/06/Loctite/pdf/3.Informace%20o%20technice%20lepeni.pdf](http://www.markotech.cz/wp-content/uploads/2012/06/Loctite/pdf/3.Informace%20o%20technice%20lepeni.pdf)

www.druchema.cz

www.lear.cz

<http://cyberbond.de>

<http://www.uhu.cz/jak-a-cim-to-slepit> - články, videa a audiosoubory, které se zabývají lepením