

STROJNÍ MECHANIK 2

UČEBNICE PRO II. ROČNÍK



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

FINANCOVÁNO Z PROJEKTU CZ.1.07/1.1.00/44.0006

GRAFIKA OVLÁDACÍCH PRVKŮ



ZVĚTŠENÍ OBRÁZKU
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)

ZMENŠENÍ OBRÁZKU
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)



PŘEHRÁNÍ VIDEO



POHYB NA DALŠÍ KAPITOLU
UČEBNICE



NÁVRAT NA OBSAH
UČEBNICE



POHYB OBRÁZKEM
MYŠÍ



VÍCE INFORMACÍ
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)



PROHLÍŽENÍ FOTOGRAFIÍ
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)



POHYB NA PŘEDCHÁZEJÍCÍ
KAPITOLU UČEBNICE





Ovládací prvky

Obsah

1 Rozšíření znalostí v ručním zpracování kovů

1.1 Mechanizované nástroje

1.2 Vinutí pružin

1.3 Broušení

1.4 Technologické postupy

1.5 Kování

1.6 Zaškrabávání, zabrušování, lapování

2 Nerozebíratelné spoje

2.1 Pájení

2.2 Lepení

3 Ruční zpracování nekovů a povrchová úprava

3.1 Nekovové materiály

3.2 Základní natěračské práce

4 Základy strojního obrábění

4.1 Soustružení

4.2 Frézování

4.3 Hoblování

4.4 Broušení

4.5 Vrtání

5 Úprava a montáž součástí strojů a zařízení

5.1 Úprava pro montáž spojení

5.2 Montáž a příprava potrubí

Použitá literatura



1 RUČNÍ ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

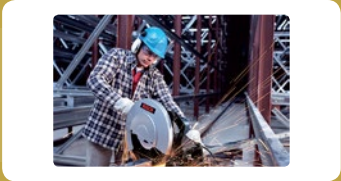
1.1 MECHANIZOVANÉ NÁSTROJE



1.2 VINUTÍ PRUŽIN



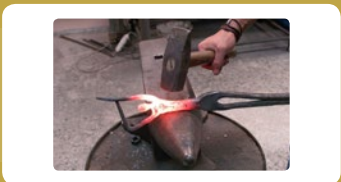
1.3 BROUŠENÍ



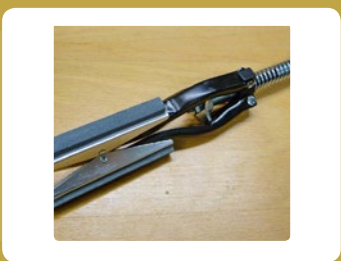
1.4 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY

Číslo	Druh práce	Popis práce	Název a použitý MZZ/OEA	
1	1	141	Opřevazání	Zpracování dřeva, oceli, hliníku, plastů, skla, keramiky, kovu
2	2	142	Výroba díla z dřeva	Výroba z dřeva
3	3	143	Profesionální práce s dřevem	Profesionální práce s dřevem
4	4	144	Opřevazání díla z dřeva	Opřevazání díla z dřeva

1.5 KOVÁNÍ



1.6 ZAŠKRABÁVÁNÍ, ZABRUŠOVÁNÍ, LAPOVÁNÍ





1.1 MECHANIZOVANÉ NÁSTROJE

i

Ruční obrábění kovů a s ním spojené práce jsou časově náročné a fyzicky namáhavé. Využíváme proto ruční stroje, které mechanizují hlavní řezný pohyb (přímočarý vratný nebo otáčivý) a které tvoří přechod mezi ručními nástroji a obráběcími stroji.

TYPY MECHANIZOVANÝCH NÁSTROJŮ DLE ZPŮSOBU POHONU

- Elektrické
- Pneumatické

ELEKTRICKÉ MECHANIZOVANÉ NÁSTROJE

Vyznačují se lehkostí, přenosností a snadnou manipulací. Ve většině případů nepotřebují žádné zvláštní rozvody el. energie.

- **pohon – kabel** (nejčastěji 230 V) – elektromotor (brusky, vrtačky...)
- **vibrační cívka** (el. vibrační bruska, el. vibrační pistole...)
- **akumulátor** (akuvrtačky, utahováky, šroubováky...)
- **druhy – vrtačky, brusky, nůžky, šroubováky, pilky, utahováky, závitořezy, kladiva**

!

Osoby pracující s ručním elektrickým nářadím musí být proškoleny v poskytování první pomoci při úrazu elektrickým proudem podle ČSN 34 3500.



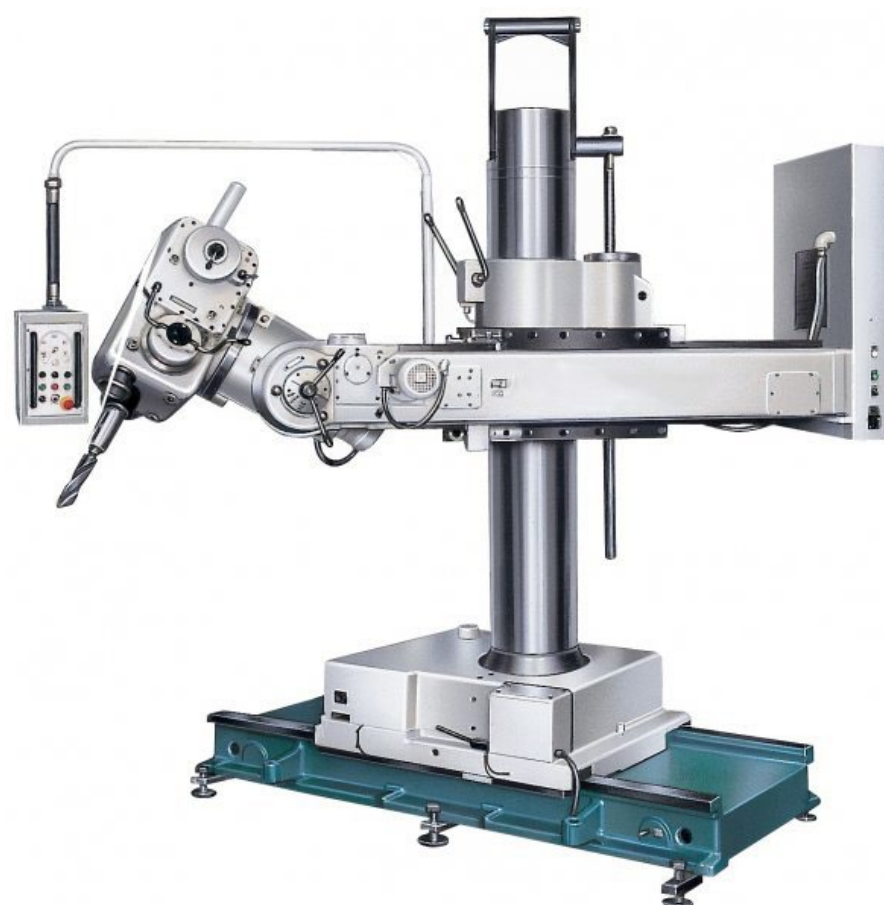


Vrtačky

Vrtání je třískové obrábění materiálu. Ruční vrtačky najdou uplatnění u oprav, údržby, montáží apod. Mohou mít pravý či levý chod, plynulou volbu otáček, příklep (pneumatický, mechanický), různý způsob upínání nástrojů do vřetena (SDS, hlavička s kličkou, hlavička s ručním rychloupínáním apod.) a různý výkon vrtačky. Předchozí uvedené prvky se liší u různých výrobců, kategorií a dle určeného použití (hobby, profi). Do upínacích systémů lze upevnit i jiné nástroje (mimo vrtáků) jako např. brusná tělíska, brusné a lešticí kotouče, rotační pilníky apod.



Vrtačka s příklepem a upínáním vrtáku SDS, plynulá regulace otáček



Sloupové vrtačky (různá provedení)



Různé příslušenství pro vrtačky, příklepové vrtačky s SDS upínáním



Příslušenství, které můžeme používat při práci s vrtačkou



Bezpečnost práce:

- Před prací zkontrolovat vrtačku, zejména neporušenost přívodního kabelu. Zjištěné závady se ihned nahlásí nadřízenému – opravy může provádět pouze školený pracovník s potřebnou kvalifikací.
- Přívodní kabel umístit tak, aby nebyl přejet ani nedocházelo k jeho poškození o ostré hrany (netahat přes ostré hrany).
- Nikdy nedotahovat upínání vrtáku při zapnutém stroji! Dotahujeme pouze za klidu stroje rukou.
- Nutné pevné držení vrtačky, stabilní postoj. Zákaz použití na žebříku (při zakousnutí vrtačky hrozí nebezpečí pádu ze žebříku). Zákaz používání za deště a ve vlhkém prostředí – nebezpečí úrazu el. proudem. Nepoužívat v prostředí s nebezpečím výbuchu (jiskření na komutátoru).
- Po dovržení zmírnit tlak na nástroj, aby se nezakousnul.
- Při vrtání větších průměrů děr je vhodné předvrtání vrtákem menšího průměru.
- Nutnost použití ochranných pracovních pomůcek – brýle, pracovní oděv, pracovní obuv.

Brusky

Broušení je třískové obrábění materiálu pomocí mnohobřitého nástroje – brusného kotouče tvořeného zrny brusiva s pojivem v určitém tvarovém provedení.

- **Ruční brusky** – používáme při montážních pracích, na dílnách, při údržbě, opravách a tam, kde není možné použití pevně umístěných brusek. Nahrazují ruční pilování a řezání. Broušení je jedinou metodou, kterou lze obrábět, brousit a rozbrušovat i předměty tepelně zpracované (např. zakalené).



Úhlová bruska



Řezné kotouče pro úhlovou brusku





Nástroje jsou tvořeny brusným materiálem, pojivem a případnou výztuhou. Jedná se o ploché, prstencové nebo hrncovité brusné kotouče menších velikostí nebo brusná tělíska na stopkách. Vzhledem k ose brusky se kotouč může otáčet radiálně, nebo axiálně. Každý musí být označen štítkem, na kterém je uvedena specifikace, rozměry, pro jaký materiál je určený, zrnitost, druh brusiva, pojivo, struktura, tvrdost kotouče, sloh kotouče a také maximální povolená obvodová rychlost (m/s). Pokud je tato rychlost překročena, dojde k destrukci kotouče. Obecně lze říci, že čím menší průměr brusného kotouče nebo brusného tělíska, tím větší jsou otáčky motoru brusky, aby se dosáhlo vhodné obvodové rychlosti. Slabostěnné řezací kotouče nebo kotouče pro úhlové brusky bývají vyztužené mřížkou ze speciálních vláken. Ovšem i přes toto opatření nesmíme kotouč při práci vyvracet a musí být držen stále v ose řezu. Bruska nám na něj nesmí upadnout! Poškozený kotouč je v takovém případě nutné ihned vyměnit.



Pásová ruční bruska

Dále sem patří brusná a lešticí plátna či papíry, jež lze používat jednoduše v ruce, ale také upnuté do mechanizovaných nástrojů (pomocí suchého zipu, upínače, lepením...). Na každém plátně musí být číselně uvedena na jeho zadní straně zrnitost. Ta nám udává počet zrn brusiva na 10×10 mm. Čím je číslo menší, tím je zrnitost hrubší, a naopak. Podle druhu práce pak volíme i zrnitost plátna (na leštění „jemnější“, na odstraňování rzi „hrubší“).

- **Kotoučové a stolové brusky** – obvykle na nich brousíme jednoduché nástroje z různých materiálů, které nelze obrábět jiným způsobem. V těchto strojích používáme brousící kotouče – skládají se z brusiva (ostrohranná brousící zrna) a pojiva. Zrna od obrobku oddělují jemné třísky a zároveň se vylamují a tupí. Postupně pak vystupují nová ostrá zrna na povrch – dochází tak k samobroušení. Při práci vybíráme na tvrdý materiál měkký brusný kotouč, a naopak.



Elektrická a pneumatická stopková bruska pro malá brusná tělíska, mívá až 30 000 ot./min.

- Orovnávače** – nástroje ke srovnání brusného kotouče v případě, kdy hází a vibruje celou bruskou, případně k obnovení ostrosti kotouče nebo srovnání nerovností a žlábků.

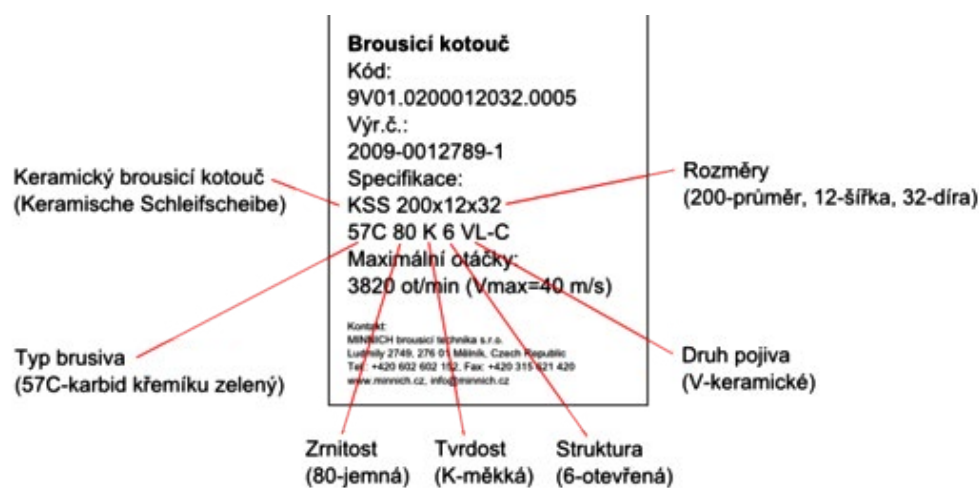
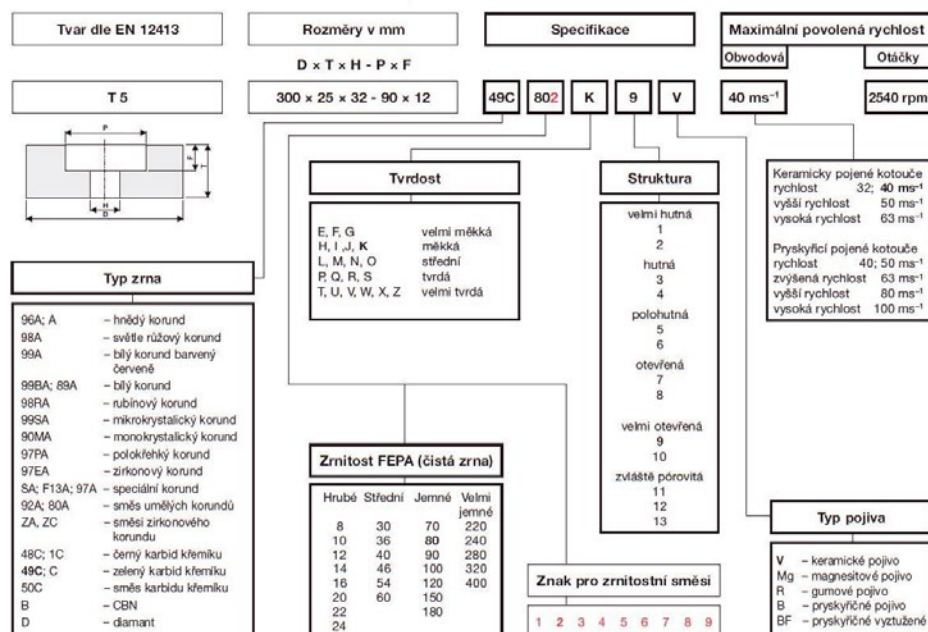


Různé druhy orovnávačů brusných kotoučů – hranol, diamantový hrot, kolečkový orovnávač s náhradními kolečky

- Označování a specifikace brousicích kotoučů**

Obecné označování

ZNAČENÍ TVARU, ROZMĚRŮ A SPECIFIKACE





Štítek s údaji o brusném kotouči

Tvar 100 × 50 × 20 1 A – 84 × 40

Tvar (hrncový tvar)

100 – vnější průměr brusného kotouče

50 – výška celková brusného kotouče

20 – průměr otvoru pro nasazení na hřídel

1 A – tvar brusného kotouče

84 – vnitřní průměr hrnce

40 – vnitřní výška hrnce

Specifikace brusného kotouče

A 98 25 K 9 V

A98 – umělý korund růžový

25 – zrnitost (hrubá)

K – tvrdost brusného kotouče (měkký kotouč)

9 – pórovitost (velmi pórovitý)

V – pojivo (keramické)



Označení smirkových pláten





- Ukázky brusných strojů



Vibrační bruska



Kotoučová čelní bruska



Pásová bruska na kov



Stolní bruska



Mezera mezi kotoučem a podložkou



Bezpečnost práce:

- Před započetím práce zkontroluj brusku, je-li v pořádku. Zjištěné nedostatky hlas svému nadřízenému.
- Proveď kontrolu přívodního kabelu, než jej připojíš do sítě.
- Nepoužívej jiné rozměry a typy brusných nebo řezných kotoučů, než jaké jsou určeny pro daný typ brusky.
- Neodstraňuj ochranné kryty.
- Zákaz práce na žebříku.
- Zabraň nechtěnému pádu brusky, hrozí nebezpečí poškození brusného kotouče.
- Odkládej nástroj, až se vřeteno brusky přestane otáčet.
- Před montáží nového brusného kotouče zkontroluj, jestli není prasklý – vizuálně, poklepem.
- Brusný kotouč nesmí být mokrá. Nepracuj s ruční bruskou za deště.
- Brusné kotouče musí mít čitelný informační štítek.
- Dodržuj požární bezpečnost, jiskry odlétající od brusky mohou způsobit požár.
- Roj jisker může způsobit poranění, zejména očí. Je důležité použití ochranných prostředků, především brýlí.
- Při broušení některých materiálů dochází k vysoké prašnosti a hrozí nebezpečí vdechování. Je třeba používat respirátory.
- Při práci na stolních a stojanových bruskách je třeba dbát na včasné seřizování podpěrek (max. 3 mm, nebo polovina tloušťky broušeného materiálu) a hradítek, která slouží k tomu, aby nevyletoval prach a odbroušený materiál (seřizují se na co nejmenší mezeru).
- Při výměně brusného kotouče vkládáme mezi brusný kotouč a příložku měkký materiál (kůži, plast, karton), aby při dotahování nedošlo k drcení a prasknutí brusného kotouče.
- Po montáži kotouče, seřízení hradítek, podpěrky apod. pustíme stroj na 5 minut naprázdno a do „volného prostoru“, tj. aby v případě destrukce kotouče vylétávající kousky nikoho nezasáhly.
- Po této zkoušce se brusné kameny orovnají diamantovým orovnávačem, protože každý nový kotouč mírně hází, seřídí se opět hradítko a podpěrka a je možné stroj použít.



Nůžky

Stříhání je beztržkové dělení materiálu.

- **Ruční elektrické nůžky** – lze jimi stříhat plech do tloušťky 3 mm. Pracují na principu krátkého kmitajícího ostří. Používají se tam, kde je nutné z plechu vystříhnout tvarově složitý výrobek.



Ruční el. nůžky na plech (různé druhy)

Bezpečnost práce:



- Zkontrolovat nástroj, je-li v pořádku, zejména přívodní kabel, není-li poškozený, a to dříve než ho zapojíme do zásuvky.
- Opravovat závady může jen proškolený pracovník.
- Při práci nedávat ruce do blízkosti nožů.
- Pozor na ostré hrany plechů po stříhání, při manipulaci používat rukavice.
- Nepracovat s el. nůžkami ve vlhkém prostředí.



Šroubováky

Jedná se buď o jednoúčelová šroubovací zařízení, nebo nám tuto funkci může zastoupit patřičně vybavená elektrická vrtačka. Jsou napájeny kabelem o různém napětí – nejčastěji 230 V – a jsou výkonnější, někdy vybaveny magnetickým přidržovačem šroubu, případně zásobníkem šroubů a vrtů. Nebo mohou být akumulátorové – vhodné pro montážní práce, výhodou je malý rozměr, ale nevýhodou zpravidla nižší výkon.



Akumulátorový šroubovák s nástavci, výhodný pro práce mimo dosah elektrické sítě nebo také pro snadnou manipulaci s ním



Příklady bitů používaných v el. šroubovácích, ale používají se i v běžných ručních nástrojích.



El. šroubováky na 230 V s přívodní šňůrou

Bezpečnost práce:



Je velice podobná jako při práci s vrtačkou.

- Před započetím práce zkontrolovat přístroj, zejména přívodní šňůru. Případné poruchy nahlásit svému nadřízenému.
- Pozor při práci ve výškách. Vždy je nutné mít při práci stabilitu a pevno pod nohama.
- Používat ochranné pracovní pomůcky.



Elektrické pilky

Řezání je třískové dělení materiálu – oceli, barevných kovů, dřeva atd. Před samotným řezáním provádíme důkladné rozměření materiálu. Pro řezání používáme pilové listy nebo kotouče vhodné pro daný obráběný materiál. Jde o přechod mezi ručním a strojovým obráběním.

Pily na kov používají k dělení pilový list, keramický rozbrušovací kotouč nebo ocelový kotouč s jemným ozubením. Zuby mohou být osazeny destičkami z karbidů wolframu.



El. přímočará pilka na kov, pouze jiný výrobce, jiný tvar



Přímočaré pilky; můžeme s nimi i v materiálu do určité míry vyřezávat různé tvary. Rozdíl je pouze ve tvaru, výrobci.



Elektrická kotoučová pila



Elektrická vibrační vyřezávací pilka, umožňuje vyřezávat složitější tvary.



El. ruční řetězová pila. Používá se hlavně na hrubší dělení měkkých materiálů, jako je dřevo.



Stolní kotoučová pila, s možností nastavení úhlu řezu. Řezací kotouč může být z uhlíkové oceli nebo s plátky ze slinutého karbidu a také s různou velikostí ozubení.



Ruční elektrická pásová pila



Pro porovnání – strojní pásová pila na kov



Další typ strojní pásové pily na kov



Kotoučové pily na kov se zuby a diamantovými zrnky na povrchu řezného kotouče

Bezpečnost práce:

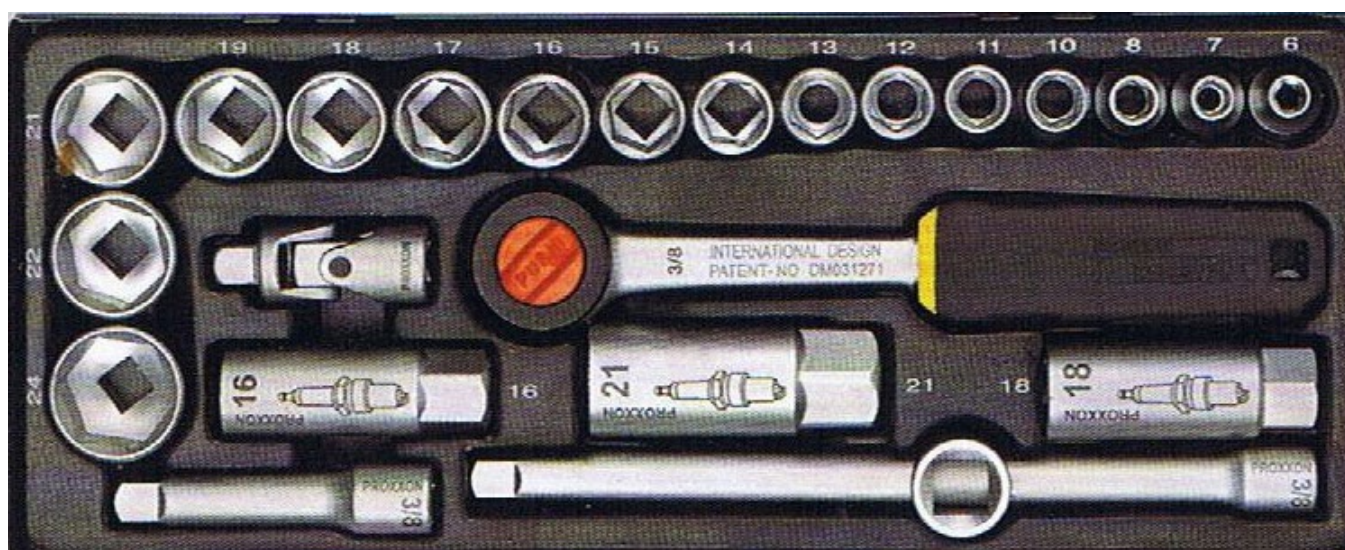


- Zkontrolovat zařízení, je-li v pořádku, zjištěné nedostatky nahlásit svému nadřízenému.
- Opravy smí provádět jen řádně proškolený pracovník.
- Řídit se návodem výrobce pro obsluhu nástroje.
- Zákaz improvizací (odstraňování krytů, použití řezacích nástrojů, které k danému přístroji nepatří atd).
- Používat ochranné pomůcky.
- Nedávat ruce do pracovního prostoru nástroje, neprovádět opravy či úpravy za chodu přístroje.
- Odkládat pily až po zastavení.



Utahováky

Určeny k utahování a povolování matic, šroubů, vrutů. Jsou ráčnové, nebo rázové. U většiny se dá nastavit utahovací moment. Jejich používáním podstatně zkracujeme výrobní časy. Použití hlavně v provozech s častým utahováním (autoservisy...).



Pro ukázkou – sada ručních ráčnových utahováků – tzv. gola klíče a rotační ráčna (k použití tam, kde je málo místa). Tzv. oříšky, tj. nástrčné trubkové klíče, se dají použít jako výměnný segment do elektrického utahováku.

Bezpečnost práce:



- Zkontrolujeme nástroj, je-li v pořádku.
- Nástrčné a výměnné klíče nesmí být mastné.
- Po použití odkládat nástroj na bezpečné místo a rovněž kabel uložit tak, aby nedošlo k poškození (zejména v autoservisech).
- Používat ochranné pomůcky, např. antivibrační rukavice.



❖ Závitořezy

Používáme je tam, kde práce se stabilními stroji není možná nebo je příliš obtížná. Určeny především pro řezání vnitřních závitů v sériové nebo malosériové výrobě. Řezají také vnější závit na trubkách. U závitových hlav těchto strojů bývají závitové nože dělené a výměnné. Proti zlomení závitníku při malém vychýlení z osy mají výkyvná sklíčidla.



Závitořezy pro řezání vnitřních závitů. Jsou umístěny na rameni, které umožňuje kolmý pohyb nad obrobkem v různém směru.



Ruční závitořez. Upínací hlavička je tzv. plovoucí, znamená to, že snese i drobné vychýlení od osy přístroje a závitník se nezlomí.



Stolní elektrický závitořez pro řezání vnějších závitů na trubkách

Bezpečnost práce:



- Před započetím prací je nutné provádět kontrolu stroje a neporušenost přívodního kabelu.
- Používat ochranné pomůcky.
- Dodržovat hygienu při práci – práce s mazadly.
- Vzniklé třísky odstraňujeme štětci, háčky – NE foukáním!
- Dobře upínat materiál před započetím řezání závitů.
- Pozor na poranění o ostré konce závitů.



Kladiva

Taktéž označována jako sbíječky. Rozlišujeme:

a) Vrtací

Pro vrtání vysoce odolného materiálu (beton, ocel, kámen). Obvykle mají pneumatický příklepový mechanismus s plynulou regulací otáček, lze nastavit vrtání, vrtání s příklepem, nebo pouze příklep. Upínání vrtáků zajišťuje systém SDS



Ukázka nářadí pro kladiva se systémem upínání SDS-plus

Ukázka elektrického kombinovaného kladiva s vrtáním a upínáním nástrojů typu SDS.

b) Sekací

Zaměřena na sekání, ale je s nimi možné i vrtat. Mají příklep.



Ukázka sekacího el. kladiva



c) Bourací

Větší rozměrově i hmotnostně, výkonné. Nástroje se do upínací hlavy uchycují pomocí šestihranu. Jsou vyrobeny kováním a jejich následným broušením (nelze je kalit! – docházelo by pak k praskání). Používají se hlavně pro rozrušení betonu, asfaltu. U těchto přístrojů je rozvinuta i antivibrační technologie – přenos vibrací na pracovníka je tlumený až o 70 %. Dnes jsou již samozřejmostí různé mechanické a elektrické vlastnosti, jako je regulace otáček, volnoběh bez přiklepu, signalizace poruchy kabelu a vypínače atd.



Ukázka bouracího kladiva

Bezpečnost práce:



- Kontrola zařízení, je-li v pořádku a bez závad.
- Pracovat s kvalitním nářadím, které nepodléhá abrazivnímu opotřebení.
- Používat ochranné pomůcky, zejména antivibrační rukavice, pracovní obuv, pracovní oděv, ochranné brýle, případně respirátory, ochranu sluchu, helmu

Toto je ukázka možností mechanizace nástrojů. Rozvoj této technologie měl za následek zvýšení produktivity práce a značnou úsporu fyzické námahy.



Elektrické mechanizované nástroje jsou velice rozšířené díky dostupnosti elektrické energie a snadnému využití. Existují však provozy, kde je není možné využívat, z důvodu vysokého rizika havárie (např. v dolech – jiskření komutátoru by mohlo způsobit výbuch). Z tohoto důvodu se začaly využívat mechanizované nástroje poháněné stlačeným vzduchem – pneumatické mechanizované nástroje. U těchto je však nutný rozvod stlačeného vzduchu a místo elektromotorem jsou poháněny turbínou.



PNEUMATICKÉ MECHANIZOVANÉ NÁSTROJE

Využití těchto nástrojů je obdobné jako u elektrického mechanizovaného nářadí.



Kompresor pro výrobu stlačeného vzduchu na pohon pneumatického nářadí



Pneumatický utahovák



Pneumatická kladiva – sbíječky



Pneumatické nůžky na plech



Pneumatická ofukovací pistole

Bezpečnost práce:



- Veškerá bezpečnost při práci je stejná jako u elektrického mechanizovaného nářadí a je třeba ji dodržovat.
- Při práci se stlačeným vzduchem je třeba vědět o nevhodnosti „žertování“ typu foukání stlačeného vzduchu do obličeje nebo jiné části těla (je znám případ, kdy měl z důvodu „žertování“ pracovník potřhaná střeva).
- Pistole se stlačeným vzduchem svádí k čištění nasedaného prachu, znečištěného stroje apod. Přitom zviřený prach dýcháme a střepinky kovů (např. po vrtání) při odfukování mohou způsobit zranění...
- Používáme předepsané ochranné pomůcky, dle toho jaký pneumatický mechanizovaný nástroj budeme používat.
- Pneumatická kladiva se nesmějí uvádět v chod, pokud není nástroj přitlačen na obrobek (beton, kámen, ocel...). Nástroj by se mohl uvolnit a způsobit zranění, případně poškodit obrobek.

OBEČNÁ PRAVIDLA PRO BEZPEČNOST PRÁCE S MECHANIZOVANÝMI NÁSTROJI



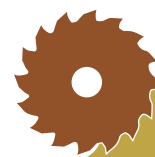
Je nutno dodržovat všechna pravidla pro ruční práci a také další pravidla platná pro druh pohonu a konstrukci stroje. Základní podmínkou je dokonalé seznámení se s nástrojem a návodem na obsluhu od výrobce. Elektrické nástroje musí být řádně uzemněny.



Kontrolní otázky:



1. Co jsou to mechanizované nástroje?
2. Vyjmenujte druhy pohonů mechanizovaných nástrojů.
3. Popište výhody a nevýhody jednotlivých druhů pohonu mech. nástrojů vzhledem k prostředí, ve kterém s nimi pracujeme.



1.2 VINUTÍ PRUŽIN



Jedná se o součástky schopné pružit a vlivem působící síly akumulovat energii a měnit polohu svou i jiných konstrukčních dílů. Používají se hojně ve strojírenství.

DOPORUČENÍ PRO NAVRHOVÁNÍ A KONSTRUOVÁNÍ PRUŽIN

- Platí, že teplota pracovního prostředí ovlivňuje relaxaci pružiny, projevující se snížením síly vyvíjené pružinou při její deformaci. S touto skutečností je třeba počítat při návrhu pružiny pro pracovní teploty vyšší než 80 °C a příslušným způsobem zvýšit míru bezpečnosti u pevnostní kontroly pružiny. Na velikost pracovní teploty je nutno brát zřetel také při výběru materiálu pružiny.
- Vlivem koroze se podstatně snižuje životnost pružin. Zejména u cyklicky (únavově) zatížených pružin má koroze velmi výrazný vliv. Opět je důležité vzhledem k tomuto faktoru zvýšit míru bezpečnosti u pevnostní kontroly pružiny. Také je třeba zohlednit výběr materiálu pružiny.
- Tření mezi závity také omezuje životnost pružiny.
- Přednostně se doporučuje konstruovat zkrutné pružiny tak, aby byly zatěžovány ve směru svinování závitu, tj. tak aby se při přijímání energie svinovaly a při vydávání energie rozvinovaly. Je-li technicky nezbytné zatěžovat pružinu proti směru svinování závitů, doporučuje se navrhovat pružinu s vyšší mírou bezpečnosti (asi o 3–5 %).
- Okuličkováním pružiny se zvýší mez únavy v ohybu materiálu pružiny zhruba o 10 až 15 %. To umožňuje u cyklicky namáhaných okuličkových pružin snížit spotřebu materiálu na pružinu, zmenšit její rozměry, úložný prostor atp. Proto se doporučuje uplatnit technický požadavek kuličkování u všech kmitavě namáhaných pružin. Z technologických důvodů se obvykle kuličkují pouze pružiny s průměrem drátu větším než 1 mm.
- Přednostně se u pružin používá pravé vinutí (pravotočivá šroubovice), levé vinutí se používá, je-li to technicky nezbytné.
- U zkrutné pružiny je pracovním ramenem pružiny myšleno to, které se během zatěžování pružiny otáčí kolem osy pružiny. Opěrné rameno zachovává svoji pozici.
- Způsob výroby – navíjení pružin za studena (strojově) používáme pouze u průměrů drátů do 16 mm. Formování pružin za tepla se používá pro výrobu vysoce namáhaných pružin větších rozměrů s průměrem drátu přes 10 mm.
- Materiál pružiny vybíráme z doporučeného seznamu a normy materiálů pro pružiny.



Zkrutné pružiny

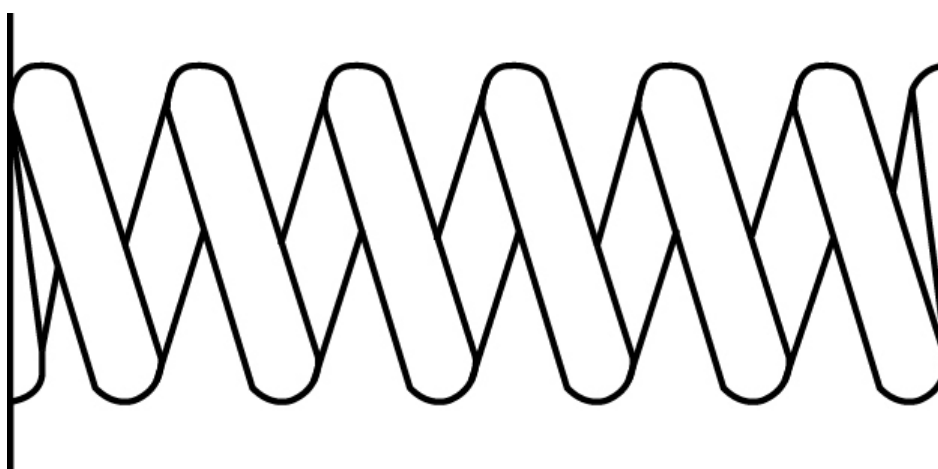
i **Mezní rozměry pružiny:** Při návrhu pružiny není možné postupovat bez určitých rozměrových omezení. Některé rozměry, resp. poměry jednotlivých rozměrů pružiny jsou omezeny doporučenými hodnotami stanovenými jak příslušnými normami (viz např. DIN 2088), tak i různými výrobci. Vzniká tak soubor okrajových podmínek, které je nutné vzít při návrhu pružiny v úvahu.

DRUHY PRUŽIN A ZPŮSOBY VINUTÍ



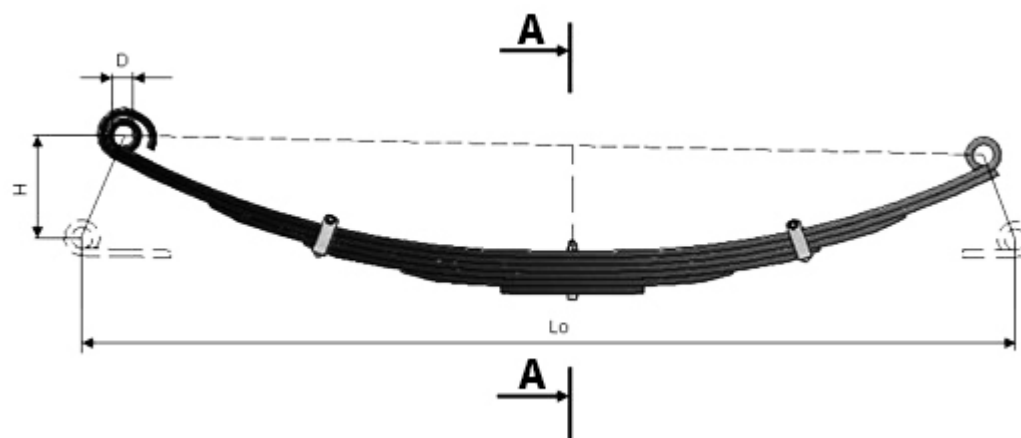
Dle tvaru

- šroubovitě





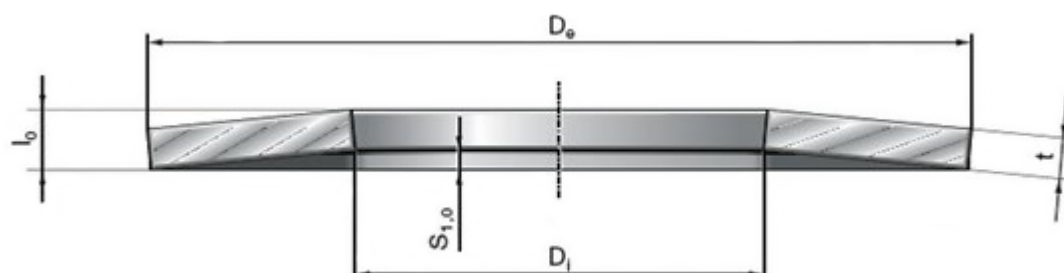
- listové



- spirálové (tažné, tlačené)



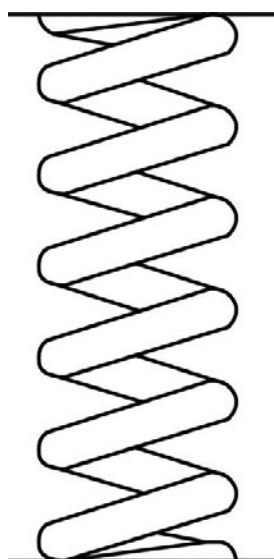
- kotoučové



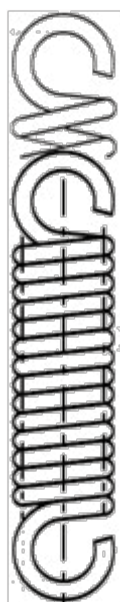


• Dle způsobu práce

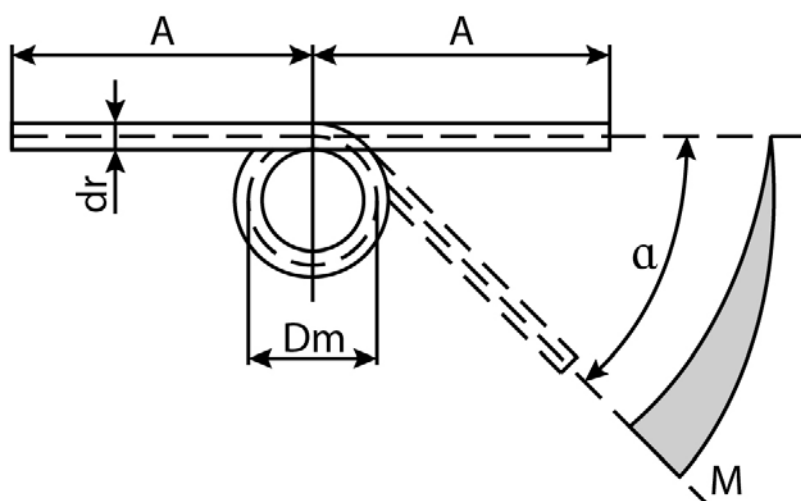
- tlačné



- tažné



- zkrutné





Pružiny – rozdělujeme podle namáhání ve směru osy – tlačné, tažné, zkrutné. Vyrábějí se z kruhových i hranatých průřezů a mohou být pravotočivé i levotočivé. Určující rozměry pružiny jsou průměr, rozteč a délka. Rozlišujeme u nich také vnitřní rozměr (při nasazování na dřík) a vnější rozměr (umístění v otvoru).

VÝPOČET PRUŽINY

Únosnost pružiny, tj. největší síla, kterou pružina vyvine při roztažení nebo stlačení, závisí na pružnosti materiálu pružiny, na průměru pružiny a na jejím průřezu. Vypočítává se podle vzorců uvedených v technických příručkách nebo se vyhledává v tabulkách.



U malých pružin běžných ve výrobě přístrojů souhlasí vypočtené nebo tabulkové hodnoty s praktickými výsledky jen přibližně, neboť odchylky rozměrů materiálů a způsob výroby mají na ně větší vliv než u velkých pružin. Proto se únosnost malých pružin má vždy prakticky vyzkoušet (pákovými váhami).

Při výpočtu pružin se přihlíží jen k počtu pracovních závitů. U tlačných pružin, jejichž krajní závity jsou dovřeny (přihnuty) a je na nich upravena opěrná plocha, se stanoví počet pracovních závitů tak, že se od celkového počtu závitů odečítá 0,75 závitu na každé straně, tedy celkem 1,5 závitu. U tlačných pružin s nedovřenými závity se odečítá jeden závit na každé straně, tj. celkem dva závity.

VINUTÍ PRUŽIN

Pružiny se průmyslově vyrábějí na speciálních ručních i strojních navíječkách a na navíjecích automatech. Strojní mechanik musí být schopen zhotovit pružinu i bez speciálních pomůcek, např. ve svěráku.

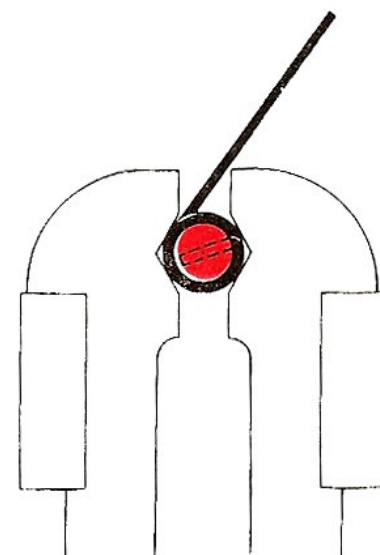
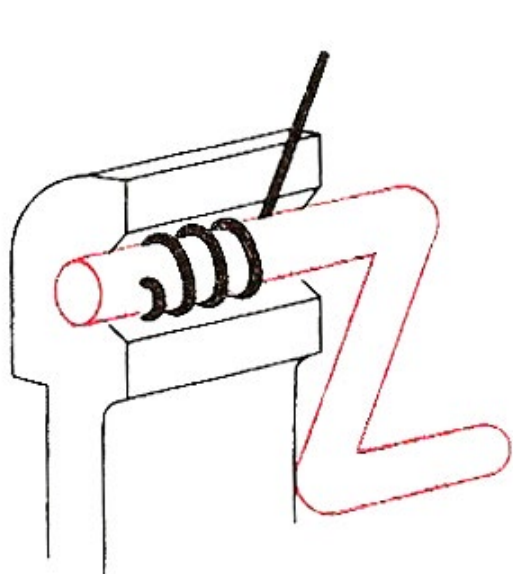


Ruční zhotovení pružiny

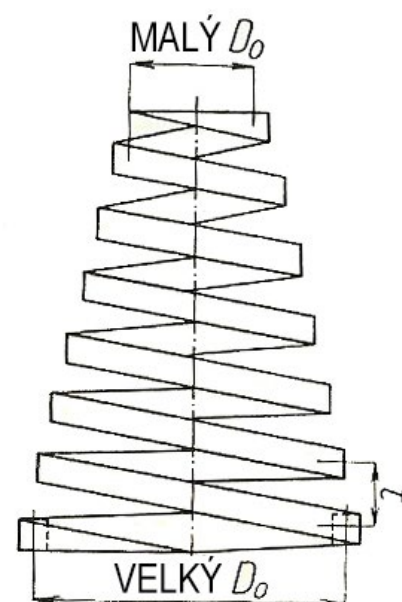
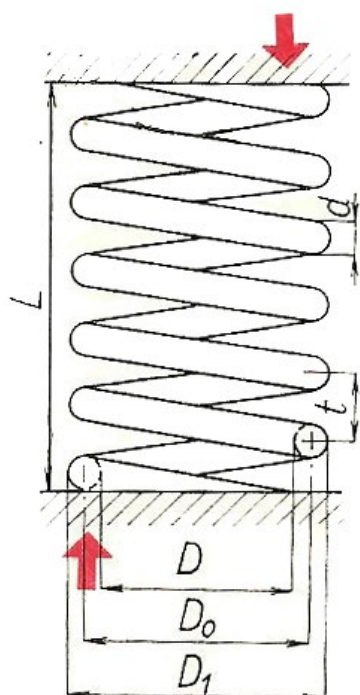
Ve svěráku se pružiny navíjejí na válcový trn, který musí mít menší průměr, než je vnitřní průměr pružiny, protože se pružina po stažení z trnu poněkud rozvine a její průměr se zvětší. Trn je na jednom konci ohnut jako klika a na druhém konci má příčnou díru na zachycení drátu. Trn se zahnutým drátem se vloží do dřevěné svěrky nebo dřevěných vložek ve svěráku. Pravou rukou se otáčí klikou a drát přidržovaný levou rukou se navíjí na trn v předepsaných roztečích (u tlačných pružin), nebo těsně vedle sebe u pružin tažných. Po navinutí pružiny se konec drátu odštípne nebo napiluje a odlomí.



Při vinutí tlačných pružin musíme pamatovat na to, že se po stažení z trnu rozvinou více než tažné. Protože se přitom zkracuje i délka, musí se tlačné pružiny navinout poněkud delší.



Ruční navíjení tlačné pružiny



Tlačná pružina válcová a kuželová

ÚPRAVA KONCŮ PRUŽIN

Konce tlačných pružin se obvykle přihnou a zbrousí tak, aby pružina postavená na rovinné ploše stála kolmo na tuto rovinu. Proto se poslední závit ohřeje plamenem přiváděným v trubce tak, aby se další závity nevyhřály. V červeném žáru se pak přitlačí na nějakou plochu a obrousí se opěrné plochy pružiny.

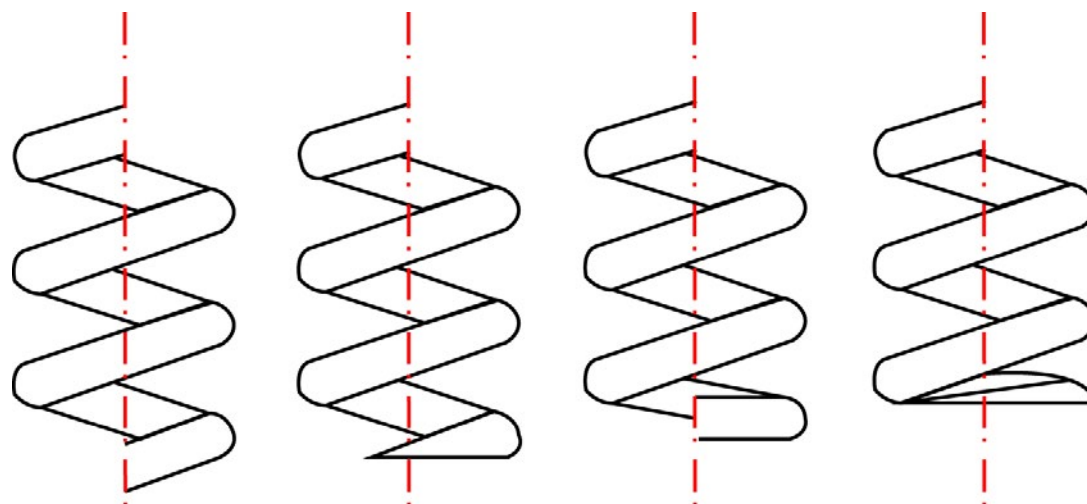
U tažných pružin se na koncích upraví oka ohybem drátu o 90 stupňů a jejich přihnutím do středu pružiny.

Při **broušení** je vhodné pružinu nasadit na dřevěný trn, jehož druhý konec držíme v ruce. Zabroušený konec pružiny zajistí kolmé dosednutí pružiny.

Zakončení pružiny oky – základní tvary představují půl oko, celé oko (německé),



vmáčknuté oko (anglické), prodloužené oko. Další varianty ok lze dohodnout, např. dvojité, stranová, vložená; vzájemné postavení ok je v podstatě libovolné.



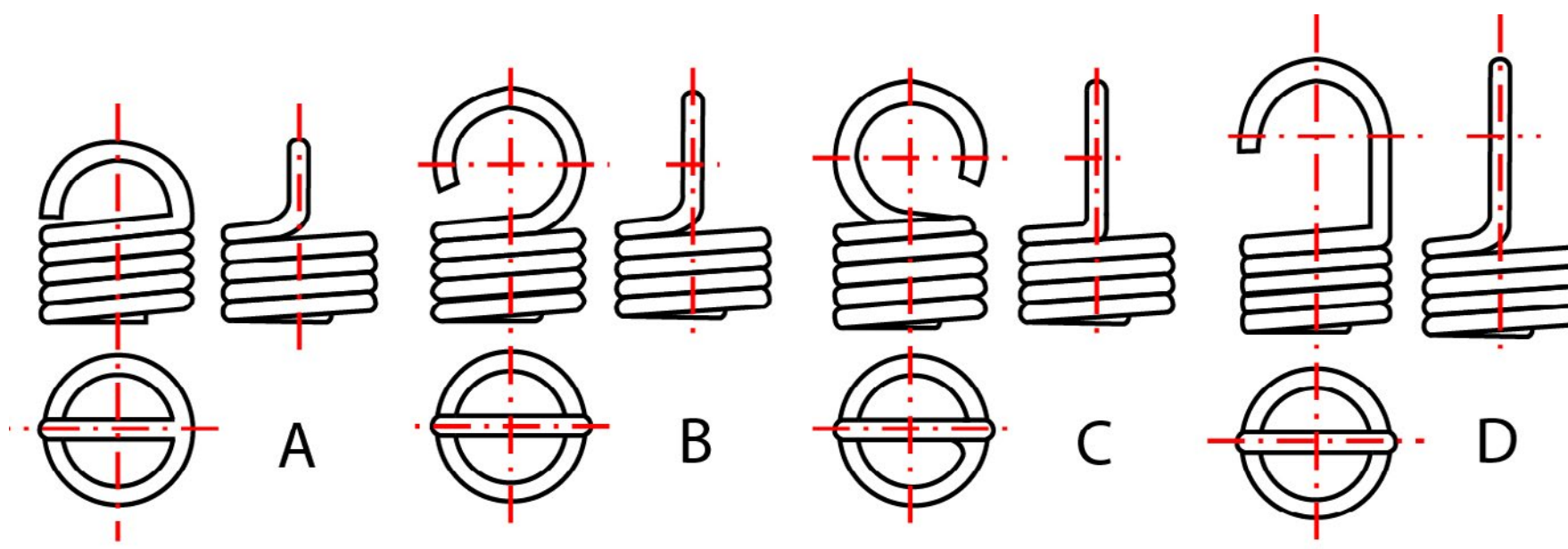
Způsoby úpravy konce tlačné pružiny

PATENTOVÁNÍ

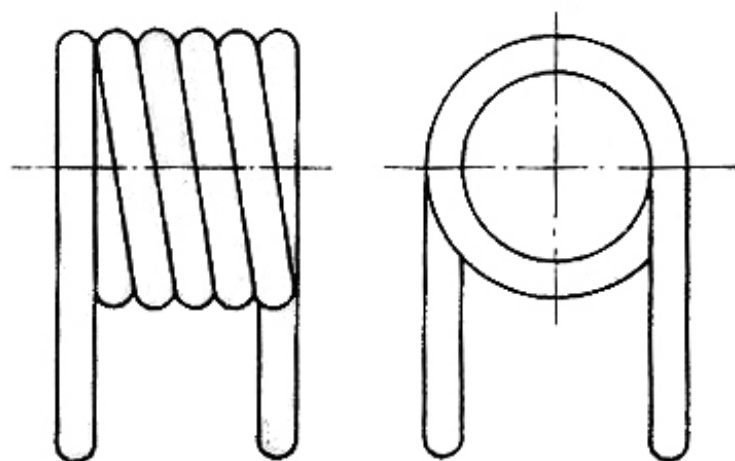
Ocelový drát na pružiny se táhne za studena. Patentováním drátu se obnovuje jeho tvárnost a zvyšuje houževnatost. Při procesu patentování se ocelový drát ohřívá průchodem elektrickou pecí a pak se protahuje roztavenou olověnou lázní, v níž se kalí.

• Patentování tažné pružiny:

- **Bez předpětí** – závity mají mezi sebou malou, ideálně nulovou vůli.
- **S předpětím** – je potřeba vyvinout počáteční sílu, než se začne pružina natahovat.



Řešení konců tažných pružin



Zkrutná pružina



Zajišťovací pružné kroužky



Zajišťovací pružné závlačky

MONTÁŽ A DEMONTÁŽ PRUŽIN

Pružiny ze silnějšího průměru drátu demontujeme, nebo naopak provádíme montáž pomocí speciálních přípravků. Bez těchto přípravků bychom pružinu na místo, kde bude pracovat, obtížně a s nebezpečím zranění vkládali nebo demontovali (viz např. odpružení automobilu).





MATERIÁLY PRO VÝROBU PRUŽIN

- a) Patentovaný ocelový drát podle EN 10270-1 třídy SM, SH, DH
- b) Nerezový pružinový drát podle EN 10270-3, jakostí 14 301, 14 310, 14401, 14 568
- c) Cínová bronz CuSn6, CuSn8
- d) Mosaz CuZn36
- e) Speciální Ni a Ti slitiny

Bezpečnost práce:



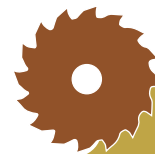
- Používání předepsaného pracovního vybavení pro danou práci.
- Při dokončování dávat pozor na zpětné odpružení vyráběné pružiny.
- Při úpravě závěrných závitů pružiny dodržovat B. P. na brusce a doporučené pracovní postupy pro broušení čel pružiny.
- Při montáži a demontáži pružin, zejména silných, používat přípravky k tomu určené.
- Pozor na ostré konce ocelového drátu.
- Při ohřevu závěrného závitu dbát na požární bezpečnost a používat ochranné pomůcky.

Kontrolní otázky:



1. Charakterizujte pružiny tlačné.
2. Charakterizujte pružiny tažné.
3. Co je to patentování?





1.3 BROUŠENÍ

Broušení je třískové obrábění materiálu, kdy se brusný kotouč otáčí proti posuvu materiálu do záběru. Zrna brusného kotouče ubírají z povrchu obráběného materiálu jemné třísky a obrousí hladký a přesný povrch při dokončovacích operacích, např. po soustružení nebo frézování, protože po těchto operacích nedokážeme udělat tak kvalitní povrch. Proto musíme při soustružení apod. nechávat přídavek materiálu pro dokončovací operaci na strojní brusce (řádově v desetinách milimetru). Broušení můžeme používat i při hrubování a broušení z volné ruky, např. při běžných zámečnických pracích, jako je srážení hran apod.

Metoda obrábění broušením je vhodná i při obrábění tepelně zpracovaných materiálů a slinutých karbidů, které jsou tvrdé.

Velká řezná rychlost při broušení je příčinou vzniku tepla a vysoké teploty odebíraných třísek. Vysoká teplota při broušení může způsobit řadu závad, např. popuštění povrchových vrstev, vznik mikrotrhlin v důsledku pnutí, oduhličení. Proto je při broušení velice důležité správné chlazení (proudem vzduchu, kapalinou).

BRUSIVA

Rozdělujeme je na přírodní a umělá. Většinou v praxi používáme umělá brusiva. Jsou to karbid křemíku (SiC), tavený oxid hlinitý – korund (Al_2O_3) a karbid boru (B_4C). Nejtvrdším brusivem jsou diamantová zrna, ať už umělá, nebo přírodní.

NÁSTROJE

Jako nástroje při broušení se používají brusné kotouče různých tvarů, materiálů a určení. Brusná plátna se do pásů spojují lepením, kotouče se mohou k brusce připevnit šroubem přes podložku nebo pomocí suchého zipu.

SKLADOVÁNÍ

Brusné kotouče mají být skladovány v suchém a větraném skladu. Teplota ve skladu má být 10–30 °C, relativní vlhkost nemá přesáhnout 70 %. Při těchto podmínkách si brusné kotouče s pojivem syntetická pryskyřice uchovají původní mechanické a chemické



vlastnosti po dobu dvou let. Aby bylo možné kontrolovat stáří těchto brusných kotoučů, na brusném kotouči musí být čitelné údaje. Brusný kotouč musí být skladován tak, aby nemohl do sebe natáhnout případnou vlhkost (následná nevyváženost po montáži na vřeteno a nebezpečí roztržení). Musí mít na sobě štítek s označením důležitých údajů pro použití brusného kotouče.



Brusné pásy



Brusné role



Brusné archy

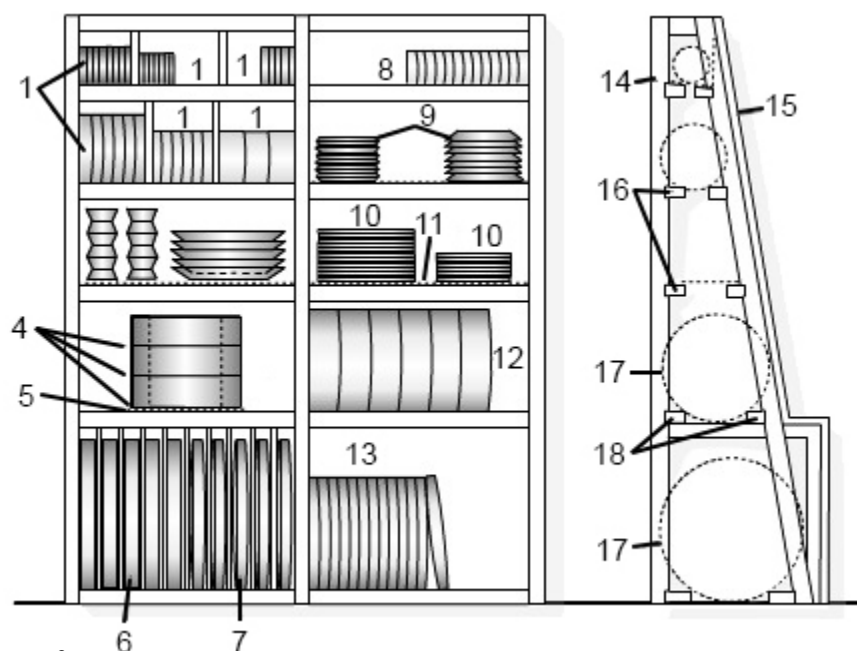


Brusné kotouče, segmentové brusné kotouče, brusné pásy (již slepené do požadované délky), brusné role (polotovar pro brusné pásy), brusné archy

TABULKA ZNAČENÍ BRUSNÝCH KOTOUČŮ

A99		60 K 9		V 00/50	
Druh brousícího materiálu (druh brusiva)				Max. obvodová rychlost 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160 m.s	
A99B	Elektrokorund bílý			Doplňující technologický znak	
A99	Elektrokorund bílý - barvený červeně			Druh pojiva	
A99M	Elektrokorund bílý - barvený modře			V - keramické	
A98	Elektrokorund růžový			B - umělá pryskyřice	
A96	Elektrokorund hnědý			Mg - magnetizované	
C48	Karbid křemíku černý			R - pryžové	
C49	Karbid křemíku zelený			Struktura	
90MA	Monokrystalický korund			Velmi hutná 1-2	
97A	Polokřehký korund			Hutná 3-4	
80A	Zirkonový korund			Střední 5-6	
CBN	Kubický nitrid bóru			Otevřená 7-8	
AG92	Mikrokrystalický korund, známý jako SG			Velmi otevřená 9-10	
K	Slinutý korund			Zvlášť pórovitá 11-18	
Zrnitost				Vysokoporézní 10VS-18VS	
Velmi hrubá	8, 10, 12				
Hrubá	14, 16, 20, 24				
Střední	30, 36, 46, 54, 60				
Jemná	70, 80, 90, 100, 120				
Velmi jemná	150, 180, 220, 240				
Zvlášť jemná	280, 320				
Tvrdost					
Velmi měkká	G, H				
Měkká	I, J, K				
Střední	L, M, N, O				
Tvrdá	P, Q, R, S				
Velmi tvrdá	T, U, V, W				





Skladování brusných kotoučů

RUČNÍ BROUŠENÍ NA KOTOUČOVÝCH A STOLOVÝCH BRUSKÁCH

••• Kotoučové brusky

Lze na nich brousit nástroje, srážet hrany po řezání, obrušovat svary, švy na odlitcích apod. Stroj se vybaví kotouči podle toho, jaký materiál budeme brousit. Stroj musí mít podpěrky pro obrobek. Na vřeteno stroje lze nasadit i lešticí kotouče. Na lešticí kotouče se nanese brusná pasta (různé zrnitosti, dle toho jakou chceme dosáhnout kvalitu povrchové úpravy).

Každá bruska musí mít kryty brusného kotouče, které zároveň limitují max. možný průměr brusného kotouče, který můžeme použít, a zároveň chrání proti rozletu brusných částí brusiva i broušeného materiálu, ale také má za úkol zabránit rozletu roztrženého kotouče. Kryty mají nástavce pro odvod zrn a brusiva do nádoby, zmenší se tím prašnost při broušení při obrábění za sucha. Obrobky při broušení je vhodné ponořovat do nádoby s vodou, pro ochlazování (s výjimkou slinutých karbidů, které by popraskaly).

Obecná doporučení:

Podle druhu broušeného materiálu se zásadně používá tvrdý kotouč na měkký materiál a měkký kotouč na tvrdý materiál. Tvrdost kotouče je správná, jestliže se zrno z kotouče, z pojiva, uvolňuje, jakmile se otupí. Nestane-li se tak, je pojivo příliš tvrdé a otupená zrna se musí odstraňovat orovnááním kotouče. Je-li pojivo naopak příliš měkké, uvolňuje zrna příliš brzy. Kotouč je sice stále velmi ostrý, ale rychle se opotřebí.



Stolní dvoukotoučová bruska



Lešticí kotouče

Stolové brusky

Na nich lze obrobky držené v ruce obrušovat na rovinných plochách. Hodí se pro kusovou a malosériovou výrobu. Nástrojem je hrncovitý kotouč, který je uložen na svislém hřídeli elektromotoru a lze ho ve svislé ose přestavovat nahoru a dolů. Brousíme za sucha, a proto používáme odsávací zařízení pro prach obsahující částice brusiva, pojiva a broušeného materiálu.



Stolová bruska





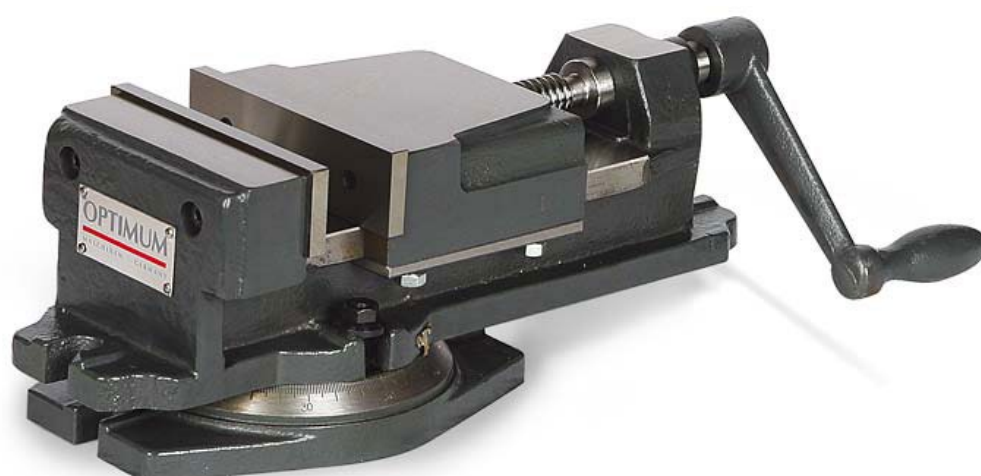
BROUŠENÍ PLOCH TVAROVÉHO A PROFILOVÉHO MATERIÁLU

Pro broušení tvarových ploch a různých profilů používáme speciální nástrojové brusky:

- **Univerzální brusky** – pro broušení více druhů nástrojů, ploch a tvarů.
- **Speciální jednoúčelové brusky** – pro broušení jenom jednoho druhu nástroje (např. vrtáky), jednoho druhu tvaru na obrobku apod.
- **Speciální víceúčelové brusky kopírovací** – na různé tvary, závity, ozubená kola apod.

UPÍNÁNÍ OBROBKŮ

Obrobky na pracovní stůl brusky upínáme pomocí svěráků nebo také na magnetický stůl (ne všechny obrobky se na magnetický stůl mohou upnout z důvodu tvaru, nevhodného materiálu apod.). Při broušení na kulato se obrobek upíná mezi hroty.



Stojní svěráky



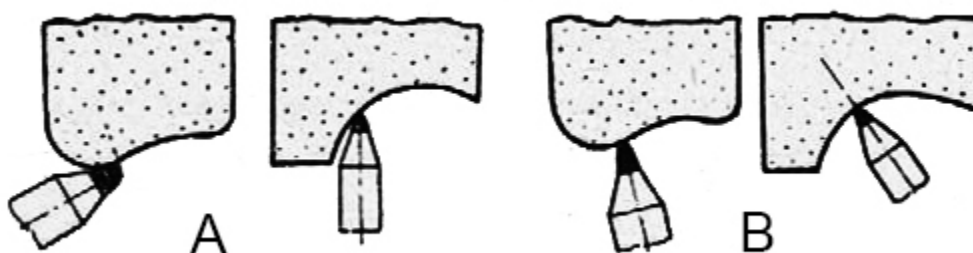
Nástrojová bruska BN 102 (broušení na plocho, na kulato, tvarové broušení)



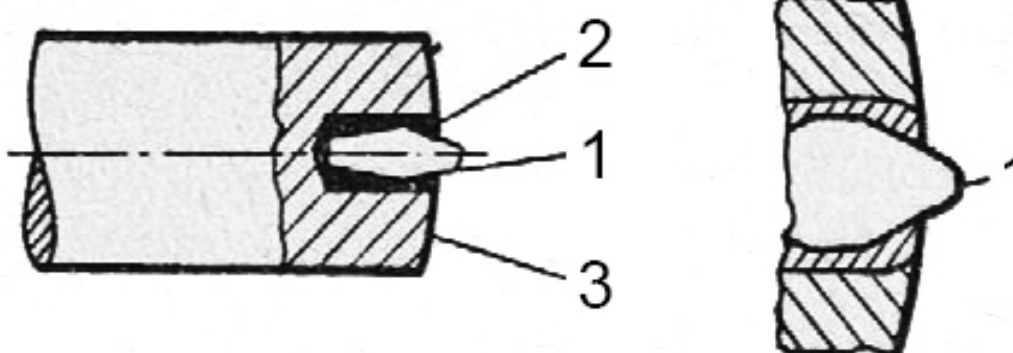
BROUŠENÍ TVARŮ

Provádíme buď tvarovým kotoučem, nebo úzkým kotoučem, který se posouvá podle šablony tak, aby svým obvodem brousil profil. Rotační obrobky se tak brousí na bruskách do kulata (i na bezhrotých bruskách), ostatní profily brousíme na bruskách pro rovinné broušení. Přípravou brusného kotouče pro tvarové broušení se sice ztrácí část brusiva, přesto je celková spotřeba brusiva menší než při práci s úzkým kotoučem s bodovým stykem. K přípravě tvarových kotoučů se dají použít i opotřeбенé brusné kotouče.

Brusné kotouče se do potřebného tvaru upravují pomocí tyček z karbidu křemíku (na hrubo) s diamantovým hrotem (na čisto), podobně jako se to dělá při orovnávání brusného kotouče, ale používáme navíc jako vodítko šablony ve tvaru, jaký budeme chtít na brusném kotouči vytvořit.



Tvarování, orovnávání brusného kotouče diamantovým hrotem



Usazení diamantu v ocelovém držáku: 1) diamant 2) tvrdá pájka 3) držák

ROZBRUŠOVÁNÍ MATERIÁLŮ

Řezání brusnými kotouči je výhodnější než ostatní způsoby řezání. Řez materiálu trvá krátce a mohou se řezat libovolné materiály (kov, sklo, kaučuk..., trubky, profily...). Řezat můžeme za sucha i s chlazením, někdy i pod vodou.

Ocel pevnosti přes 70 kg/mm^2 se přeřízne bez ostřin, při pevnosti materiálu do 50 kg/mm^2 vznikají skoro vždy ostřiny. Řezná rychlost kotoučů na kovy je 80 m/s .

Pojivo řezacích kotoučů je buď šelakové (pro ocel s velkým obsahem uhlíku, na tvrdé



kovy a na kalenou ocel), nebo bakelitové (na všechny druhy oceli a jiné materiály). Používá se i gumové pojivo (na velmi tenké speciální kotouče tl. od 1 mm). Řezné kotouče bývají značně namáhány, jejich šířka bývá do 5 mm a proto jsou obvykle vyztužené mřížkou ze skelných vláken.

- **Korundové kotouče** – řezou ocel a neželezné kovy.
- **Karborundové kotouče (SiC)** – řezou sklo, porcelán, kámen, litinu.
- **Diamantové kotouče** – řezou slinuté karbidy, křemen.

••• Upínání broušeného materiálu

Pro přesnější práci součást upínáme do hrotů, sklíčidel nebo skřípců ve vřetenu, na lícní desky na vřetenu, na pracovní stůl brusky, do svěráků, na magnetické upínací desky. Materiál na kyvadlových rozbrušovačkách upínáme do svěráků nebo pomocí svěrek do prizmy tvaru V apod. Je třeba dát pozor, aby nedošlo pohybem rozbrušovaného materiálu k sevření řezacího kotouče, pak by mohlo dojít k roztržení řezacího kotouče.



Ukázky rozbrušovacích nástrojů



Práce s rozbrušovací kyvadlovou pilou

BROUŠENÍ RŮZNÝMI TYPY RUČNÍCH BRUSEK

Ruční brusky užíváme při montážních pracích (např. broušení svarů) a také tam, kde nemůžeme použít stacionární brusky. Ruční brusky mohou mít pohon elektrický, nebo pneumatický.

Každý z těchto pohonů má své výhody i nevýhody. Pneumatické brusky se nedají použít všude, nejčastěji se používají v blízkosti rozvodu tlakového vzduchu, tj. převážně v tovární hale apod. Nejrozšířenějším pohonem ručních brusek je elektřina. Pro pohon se používá nejčastěji 230 V.

• Bruska ruční úhlová

Používá se při montážních pracích na dílně i na stavbách, k broušení svarů, s řezným kotoučem i k dělení materiálů (kovy, keramika apod.). Do vřetene můžeme upínat i diamantové řezací kotouče. Brusky jsou rozdělené podle používaného průměru brusného kotouče (115 mm, 125 mm, 150 mm, 180 mm, 230 mm) a limitující je průměr ochranného krytu kotouče na brusce, který nám dovolí montáž jen předepsaného průměru kotouče pro brusku. Protože max. dovolená obvodová rychlost ($O = \pi \cdot D \cdot n$ – kde $\pi \cdot D$ = obvod kruhu a n = otáčky vřetene) je 80 m/s, které jsou limitující. Čím menší průměr brusného kotouče, tím má bruska na vřetenu větší otáčky



(např. průměr 115 mm má mnohem vyšší otáčky než průměr 230 mm), aby se dosáhlo stejné obvodové rychlosti. Prodlouží se tím životnost brusného nebo řezného kotouče.



Úhlové brusky, průměr 115 mm až 230 mm

Různé průměry brusných kotoučů pro úhlové brusky s označením důležitých údajů o brusném kotouči.

✦ Bruska ruční přímá

Používá se v běžné zámečnické praxi na dílně nebo při montážních pracích. Brousíme s ní v místech, kam se např. s úhlovou bruskou nedostaneme, např. srážení hran v potrubí, broušení svarů apod.



Přímá bruska, brusný kotouč se štítkem s údaji



Bruska ruční přímá stopková

Používá se na jemnější zámečnické a nástrojařské práce (úpravy dutin forem, srážení hran, broušení na nepřístupných místech apod.). Možnosti těchto brusek naznačují rozmanitá brusné tělíška.



Tvary stopkových brusných tělísek a stopkové přímé brusky



Úhlová stopková bruska s možností regulace otáček vřetene

Bruska ruční pásová

Používá se převážně pro broušení rovinných ploch povrchů kovů, dřeva, atp. při povrchové úpravě materiálů od hrubého až po jemné broušení, dle toho jaký brusný pás (jakou zrnitost pásu) použijeme. Číslo zrnitosti brusného plátna či papíru značíme P, od největší zrnitosti P20 až po nejjemnější zrnitost P400.

Pásové brusky používají pás široký 60–105 mm. Brusný pás vedou dva válce, z nichž jeden je hnáný a druhý hnací.

Brusná zrna jsou na brusné plátno, které je i vrstvené kvůli životnosti pásu, přilepena a mají na sobě povlak, který brání zanesení brusného pásu prachem; jde zpravidla o steatit vápníku s antistatickou úpravou. Prodlouží se tím životnost brusného pásu.

Pro lepší orientaci v brusných prostředcích, podle účelu použití a namáhání, se u značkových výrobků používá barevné rozlišení: modrá barva pro brusivo na železné kovy, červená nebo oranžová na dřevo, černá nebo růžová na beton, žlutá na lehké a barevné kovy, stříbrná na plastické kovy a bílá na lepidlo a povrchy.

Pásové brusky mívají i účinné odsávání do integrovaného vaku na brusce, který zachytává prach vznikající při broušení.



Pásové brusky a výměnné brusné pásy

POSTUP MONTÁŽE BRUSNÉHO KOTOUČE NA HŘÍDEL STOLNÍ NEBO STOJANOVÉ BRUSKY, SEŘÍZENÍ BRUSKY

- a) Zkontroluji zvolený brusný kotouč, je-li v pořádku – pohledem, poklepem, nesmí při poklepu vydávat zvuk křaplavý, ale jasný, zvonivý. Poškozený brusný kotouč nesmím použít. Při dopravě brusného kotouče se vyvarujeme nárazů.
- b) Obvodová rychlost kotouče nesmí být větší, než je dovoleno údaji na kotouči.
- c) Mezi upínací příruby vkládáme pružné podložky (papír, pryž, kůže) tl. 0,5–2 mm. Podložky musí přesahovat příruby po celém obvodu min. o 1 mm.
- d) Kotouč musí jít nasunout na vřeteno. Nesmí se provádět úpravy otvoru v brusném kotouči.
- e) Příruba – měkká podložka – brusný kotouč – měkká podložka – příruba – upínací šroub, které je třeba dotahovat s citem, aby nedošlo k poškození kotouče.
- f) Po upnutí zkontroluji brusný kotouč ručním otáčením, není-li poškozený.
- g) Provedu montáž ochranného krytu kotouče.
- h) Bruska se spustí na prázdko na 5 minut do volného prostoru – tj. aby v prostoru před zkoušenou bruskou nestál žádný pracovník. V této době by se měl projevit případný poškozený kotouč.
- i) Brusný kotouč se orovná orovnávačem, protože vždy je u nového kotouče vlivem tolerancí otvoru v kotouči způsobena určitá excentricita.
- j) Seřídím podpěrku co nejbližší kotouči a překontroluji ručním otáčením, jestli nedře o podpěrku. Max. mezera mezi kotoučem a podpěrrou může být 3 mm nebo polovina tloušťky broušeného materiálu.
- k) Seřídím hradítko (slouží k zabránění pohybu volných částic směrem k pracovníkovi) na co nejmenší mezeru ke kotouči.
- l) Brousit z boku brusného kotouče lze, je-li šířka kotouče min. 10 % jeho průměru.



- m) Vyhnete se při práci nárazům do kotouče.
- n) Na kyvadlových bruskách, na řezacích kotoučích, je zakázáno brousit z boku kotouče.
- o) U ručních brusek dávat pozor, kam létá roj jisker, které mohou způsobit požár, zranění, poškodit sklo, obklady, plasty tím, že se třísky připečou. Používat přenosné zábrany proti odletujícím třískám.
- p) Ruční brusku odkládat, až se vřeteno přestane točit.
- q) Před započetím práce zkontrolovat přívodní kabel dříve, než je zapojen do sítě. Přes kabel se nesmí přejíždět, musí být chráněn.
- r) S ruční bruskou se nesmí pracovat ze žebříku, ale musíme mít vždy pevně pod nohama.

Bezpečnost práce:



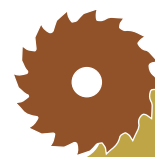
- Při broušení vznikají nebezpečné drobné třísky, ale i ostré úlomky brusiva, které ohrožují oči, plíce, kůži...
- Důsledně používat ochranné pomůcky – upnutý pracovní oděv, pracovní obuv, ochranné brýle nebo štít.
- U stroje, kde je rotující vřeteno, nesmím mít – vázanky, šály, volně vlající oděv, prstýnky, hodinky, řetízky, náhrdelníky. Dlouhé vlasy musí být ukryté pod čepicí. Na ruce nesmí být obvazy.
- Nepoužívat rukavice.
- Na pracovišti musí být pořádek, zejména pod nohama.
- Pracovník se plně věnuje práci (nenechá se rozptylovat při práci např. od spolužáků).
- Každá stacionární bruska má mít v zadní části možnost připojení odsávání nebo odvádět vznikající prach do nádoby s vodou (nebezpečí onemocnění silikózou nebo fibrózou plic).
- Je třeba zkontrolovat a doplnit stav oleje a mazadel.
- Při opravách, výměně brusného kotouče, vypnout stroj hlavním vypínačem a označit cedulkou „mimo provoz“.
- Čištění stroje a jiné manipulace se strojem provádíme pouze za klidu stroje.
- Čištění stroje tlakovým vzduchem je zakázáno.



Kontrolní otázky:



1. Popište bezpečnost práce při broušení.
2. Popište výměnu brusného kotouče na stojanové brusce.
3. Jakým způsobem zarovnáme brusný kotouč na brusce?
4. Jaké údaje vyčteme ze štítku na brusném kotouči?



1.4 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY

Výrobní postup se skládá z dílčích pochodů, jako je výrobní postup slévárny, kovárny, strojní dílny, kalírny, ruční montážní dílny aj. Kromě toho v sobě zahrnuje další úseky, jako zásobování, dopravu, skladování a jiné práce nezbytné k nerušené práci všech složek. Soubor pochodů, při němž se mění tvar a vzájemné uspořádání součástí, jejichž výsledkem je hotový výrobek, se nazývá technologický postup.

ZÁKLADNÍ POJMY

••••• Technologický postup

Určuje rozměr materiálu, stanoví jednotlivé druhy prací, jejich sled, určuje jak výrobní zařízení (pracoviště), tak i pomocná zařízení (nástroje, přípravky a měřidla). Technologický postup je tedy návod (slovní, popř. doplněný i obrázky) udávající s větší či menší podrobností způsob výroby. Základním článkem každého výrobního postupu je operace.

••••• Operace

Je souvislá část práce, která se koná na jednom pracovišti a je vymezena pracovním návodem, je to souvislá část práce jednoho nebo skupiny pracovníků na jednom pracovišti.

••••• Úsek

Je výrazně oddělená část operace, např. opílování určité plochy, kdy se použije nejprve hrubého pilníku. Tuto část operace pak nazýváme úsek (1), následně se piluje jemným pilníkem v dalším úseku (2). Při pilování čtyřhranu, které je jedinou operací, je pilování každé strany úsekem, takže tato operace má čtyři úseky.

- Pro normování výkonu se úseky dělí dále na **úkony**, jež se skládají z **pohybů**.

Při sestavování technologického postupu se dodržuje určitý postup, který začíná prostudováním výkresu, určením výchozího materiálu, určením upínacích a rozměrovacích základen. Upínací plochou při ručním zpracování jsou plochy, za které se obrobek při obrábění upíná. Rozměrovací (výchozí) základnou jsou plochy, od nichž se vychází při orýsování a při měření.

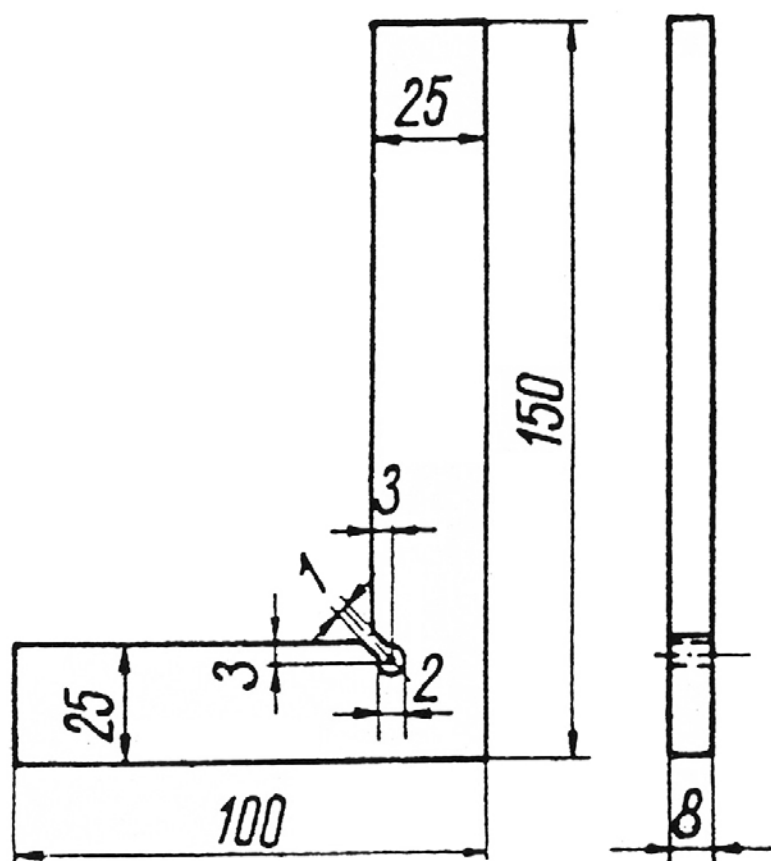


Technologické výrobní podklady

Jsou dílenské podklady obsahující **výkres** a **technologický postup**.

Ukázka výkresu a postupového listu pro ruční výrobu plochého úhelníku

- Číslo pracoviště se uvádí podle třídníku výrobních zařízení a prací v kovoprůmyslu.
- Čísla začínající čtyřkou a pětkou přesně udávají typ stroje, jehož se má použít.
- Čísla začínající devítkou – označují různé ruční práce.



Struktura povrchu:	Hrany:	Měřítka	Přesnost ISO 2768-mH
			Tolerování ISO 8015
			Prostředí
Materiál	Polotovár	Hmotnost kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu	Název	
	Kreslil		
	Schválil	Číslo dokumentu	
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ	Datum vydání		List /

Číslo operace úseku		Číslo praco- viště	Popis práce	Náradí a pomůcky MĚŘIDLA
1	1	941	Orýsovat	Rýsovací deska, měřítko, úhelník, jehla, důlkovač, kladívko
2	1	461	Vrtat díru o Ø 2	Vrták Ø 2 mm
3	1	942	Proříznout zářez k dířo	Pilka
4	1 2 3 4 5	942	Opilovat všech 6 úzkých stran na hrubo Totéž na čisto Opilovat obě široké strany na hrubo Totéž na čisto Vyleštit široké strany	Hrubý pilník, úhelník, posuvka Jemný pilník a ostatní Hrubý pilník a dřevěná podložka s lůžkem pro obrobek Jemný pilník a ostatní Jemné brusné plátno
5	1	942	Lapovat 4 měřicí plochy úhelníku	Lapovací deska a pasta, nožové pravítko, úhelník a mikrometrické měřidlo
6	1	942	Kontrola	Kontrolní deska a měřidla



Způsob zpracování technologických postupů není jednotný, ale závisí zejména na typu výroby:

- v kusové výrobě převládá největší stručnost
- v sériové výrobě jsou postupy podstatně podrobnější
- v hromadné výrobě bývají zvlášť podrobné

Odborná úroveň výroby závisí nejen na dokonalosti výrobních postupů, ale i na technologické kázni pracovníků. Pracovník je povinen přesně dodržovat postup uvedený ve výrobních podkladech. Technologická nekázeň může být příčinou velkého množství zmetků. Proto se každá změna, byť k dobrému, musí nejprve navrhnout písemně příslušnému útvaru, který provede řízení, a teprve po jeho skončení se může postup změnit (případně zamítnout).

Kontrolní otázky:



1. Co nám mají říct technologické postupy? Co to je technologický postup?
2. Zkuste samostatně stanovit technologický postup výroby zvoleného jednoduchého výrobku.
3. Popište technologický postup montáže šroubového spoje.
4. Popište technologický postup montáže nýtového spoje s půlkulatou hlavou.



1.5 KOVÁNÍ

Kování je tváření kovů úderem nebo tlakem a lze jím zpracovávat jen kovy s dostatečnou tvárností. Kovy jsou většinou dobře tvárné za tepla, do určité míry se dají tvářet i za studena.

Tvárné kovy jsou zejména ocel, litá ocel, měď, čistý hliník, olovo, stříbro a zlato. Vůbec nelze kovat litinu a slitiny mědi s ocelí.

Kováním můžeme levně dosáhnout zlepšení mechanických vlastností materiálu, zejména pevnosti a houževnatosti, ale i úspory materiálu, protože se jedná o opracování beztržkové.



Kovář



ZPŮSOBY OHŘEVU MATERIÁLU

Stabilní výheň

Má litinovou nebo zděnou jímku pro ohniště, v němž se palivo spaluje za vydatného přívodu vzduchu dodávaného ventilátorem. Dým z paliva se zachycuje dýmníkem, z něhož odchází do komína. U výhně je zásobník paliva a nádoba s vodou, která se používá jednak k tlumení ohně, jednak při kovářském kalení nástrojů. Pohon ventilátoru je zajištěn elektrickým motorem.



Kovářská výheň s příslušenstvím

Přenosná (polní) výheň

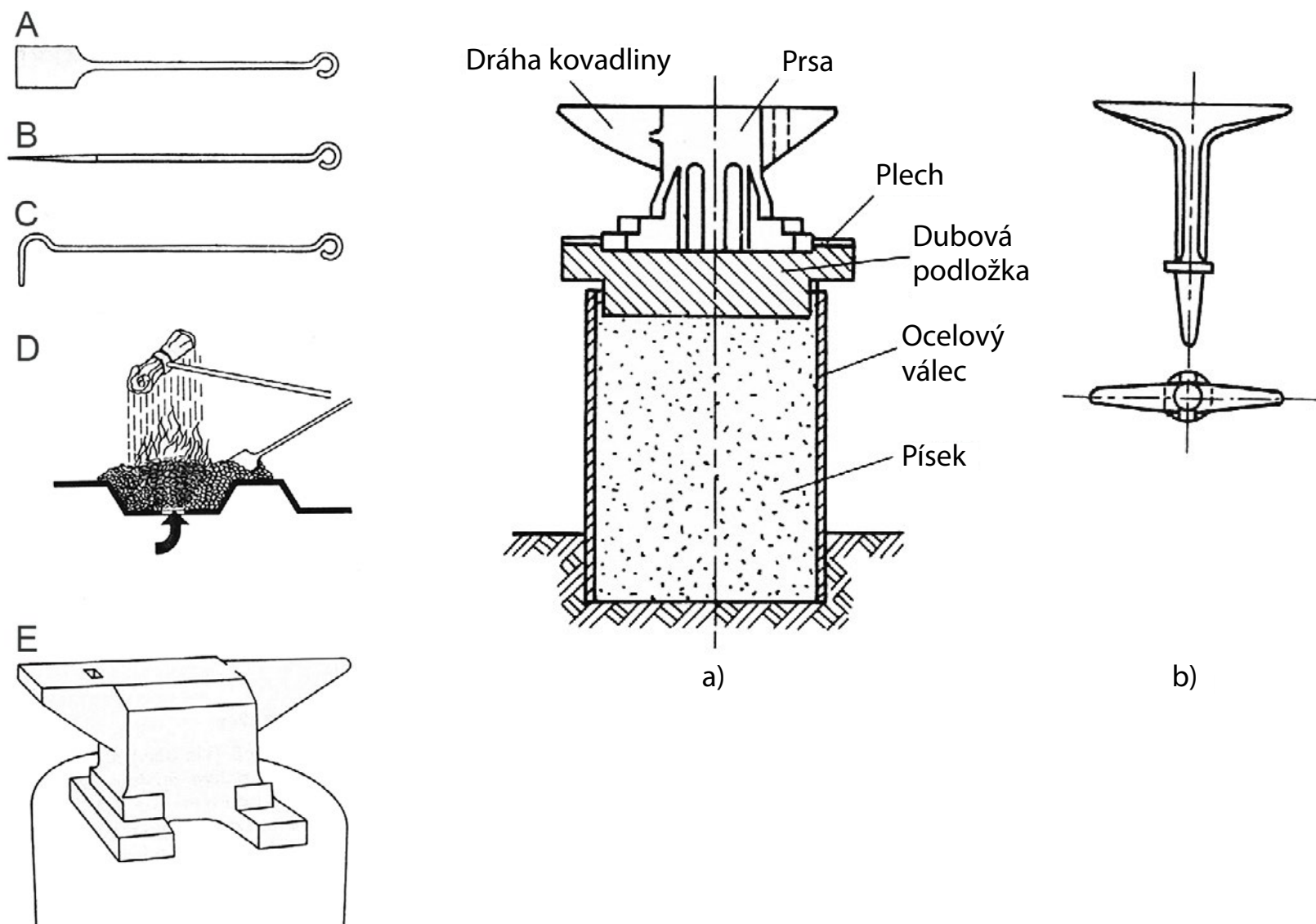
Používá se na stavbách a na montáži. K pohonu ventilátoru je používán také elektromotor, případně je pohon realizován šlapáním.

Oheň hoří ve výhni v prostoru ohraničeném tzv. ledvinami, z litiny, která snese žár kovářského uhlí. Kovářské uhlí je buď černé uhlí zrnitosti oříšek, nebo dřevěné uhlí či koks. Uhlí se v topeništi zkrápí, aby se udržela teplota pod vzniklou krustou, a také tepelným rozkladem vody dosáhneme vyšších teplot hoření. Ohřívaný materiál je třeba ve výhni bedlivě hlídat, aby nedošlo k jeho tzv. spálení – přehřátí, potom se materiál stává křehkým a je lepší ho nahradit jiným materiálem. Pokud přerušíme na chvíli práci na výhni, je dobré do topeniště vložit kousek dřevěného špalku, k udržení ohně. Výheň pak po přestávce v práci snadněji roztopíme. Regulaci přívodu vzduchu od ventilátoru zajišťujeme pomocí klapek, ovládaných pákami pod ventilátorem.



KOVÁŘSKÉ NÁŘADÍ

K obsluze ohně ve výhni je zapotřebí soupravy nářadí, zejména lopatky na uhlí, kterou se palivo přikládá do topeniště, shrabuje a pěchuje. Háčkem se odstraňuje škvára. Bodcem se škvára propichuje a odstraňuje se od přívodu vzduchu od ventilátoru. K vlhčení paliva a ke zmírnění žaru se používá věchu, který se namáčí v nádobě s vodou.



Kovářské nářadí k obsluze výhně: A – lopatka, B – bodec, C – háček, D – kropítko, E – kovadlina

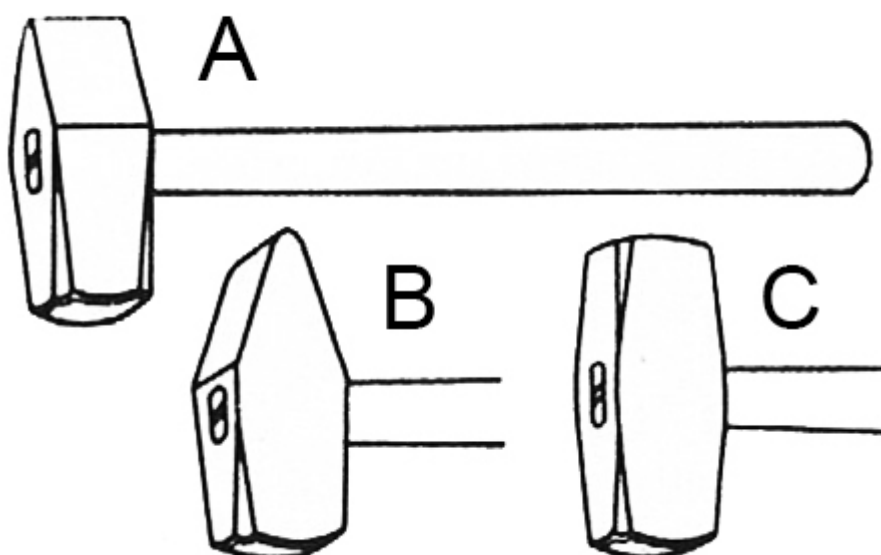
• Kovadlina

Pracovní plocha kovadliny (dráha) je hladká a tvrdá (kalená). Kovadlina má na jedné straně roh plochý a na druhé straně kuželový. Přední postranní šikmá plocha se nazývá prsa. Kovadlina se staví na dřevěný dubový špalek zapuštěný v zemi nebo do válcové ocelové nádoby naplněné drobným šterkem nebo pískem, uzavřené tlustou dřevěnou deskou. Někdy se používá vysoké štíhlé kovadliny se dvěma tenkými rohy, které se říká rohatina. V dráze kovadliny, na straně plochého hrotu je čtyřhranný otvor, do kterého se vkládají pro ukotvení různé sedlíky, utínky, rohatiny atp. Kovadlina je obvykle ocelový odlitek a může mít různý tvar, velikost a váží od 50 do 300 kg.



Kladiva

Mají různé tvary a různou hmotnost pro různé práce. Používáme kladiva jednoruční ve váze nejvýše 5 kg a kladiva dvouruční, jež váží 5 až 15 kg. Ploska kladiv je vypouklá, nos kladiva je kolmý na násadu, s výjimkou kladiva příčného křížového, které má nos rovnoběžný s násadou. Přitlukací kladivo s ploskami na obou stranách se nazývá perlík.

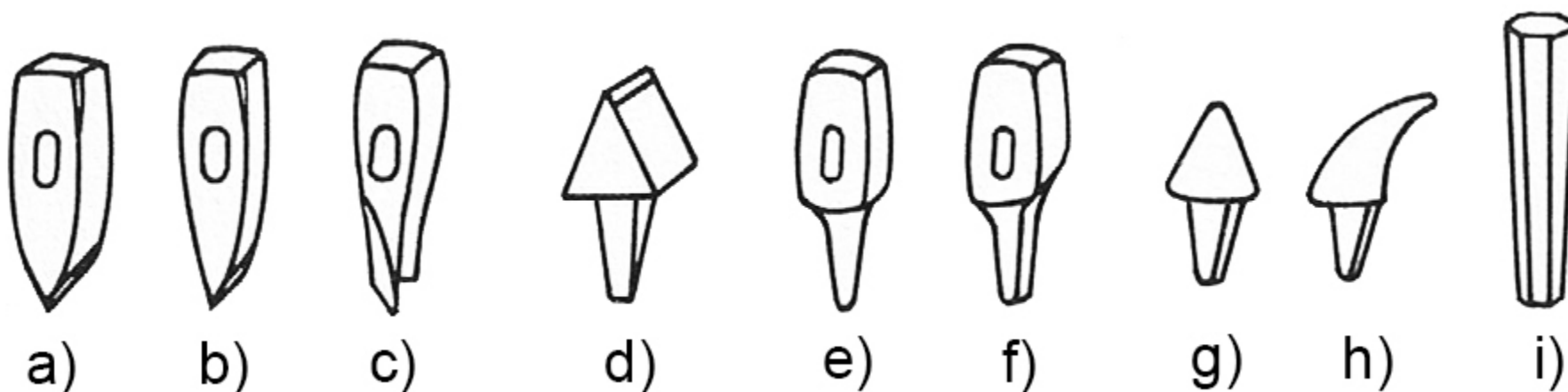


A – kladivo s nosem kolmým na násadu, B – příčné kladivo, C – perlík

Pomocné nástroje

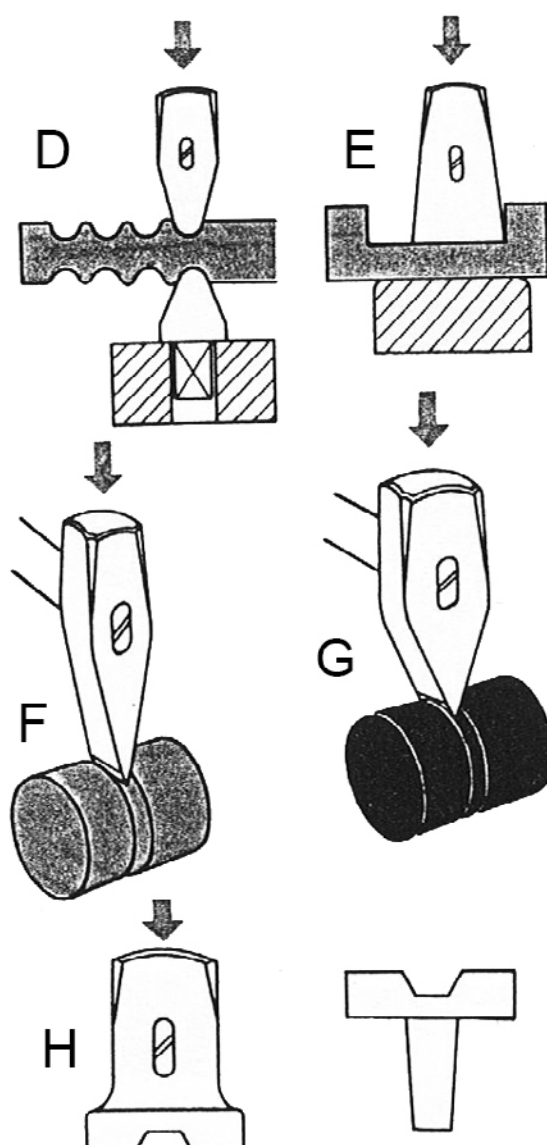
Některé nástroje s násadou se rovněž nazývají kladiva, ale pro jejich funkci je nutné na ně tlouct dalším kladivem. K nim patří zejména oblík, což je oblý osazovací nástroj. Dále sedlík, jímž se utváří osazení, a hladicí sedlík (s větší plochou), jímž se vykovaná plocha uhlazuje. Další pomocné nástroje jsou sekáče pro sekání za tepla a studena. K děrování se používá průbojníků s násadou.

Dřevěné násady na pomocných nástrojích nebývají naklínované. Při přitlukání kladivem by v místě nasazení násada praskla, proto musí mít násada částečný pohyb.

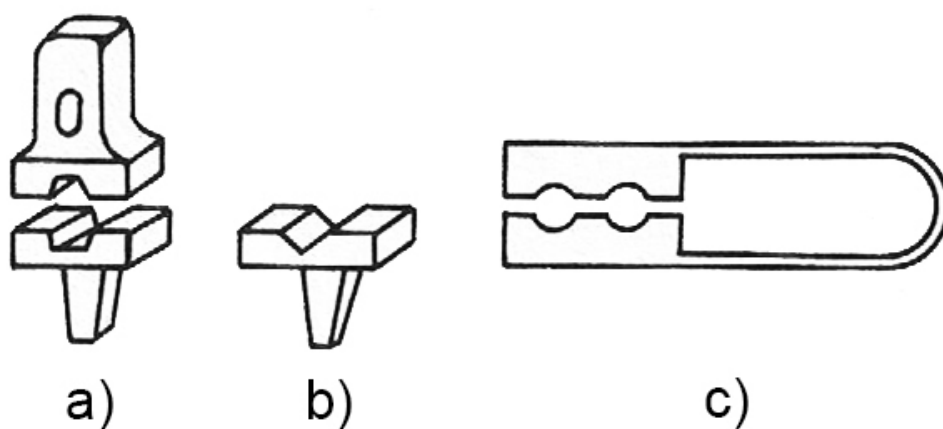


Sekáče a průbojníky:

a) sekáč pro sekání za studena, b) sekáč pro sekání za tepla, c) sekáč s oblým ostřím, d) utínka, e) kruhový průbojník, f) čtvercový průbojník, g) vlček (růžek), h) zahnutý růžek, i) rozšiřovací trn



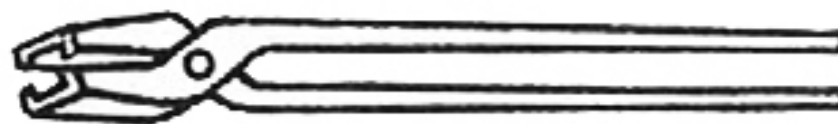
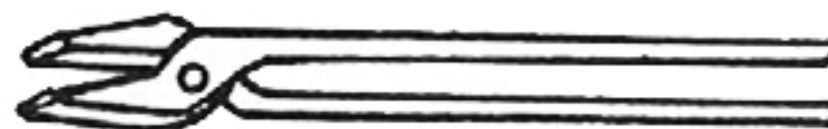
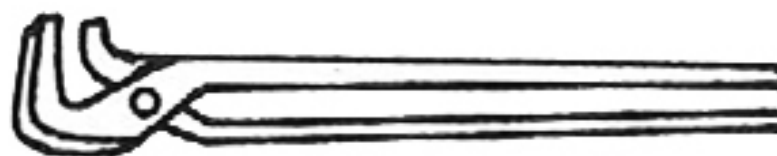
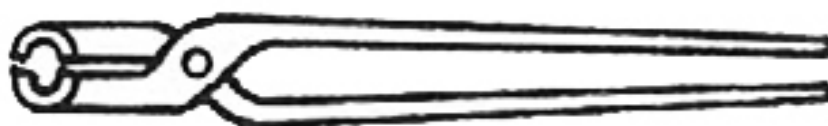
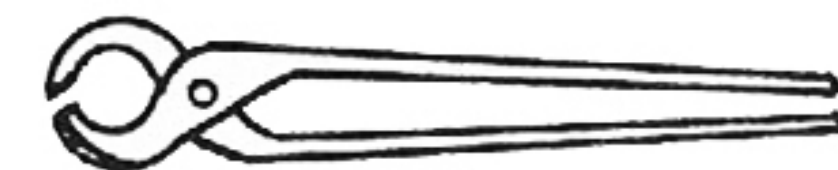
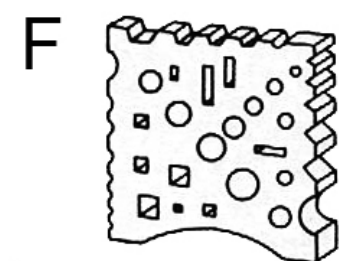
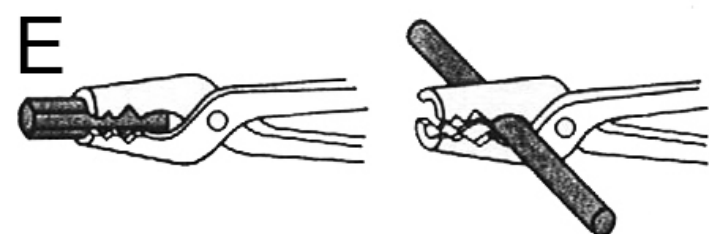
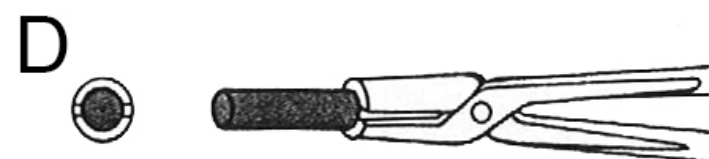
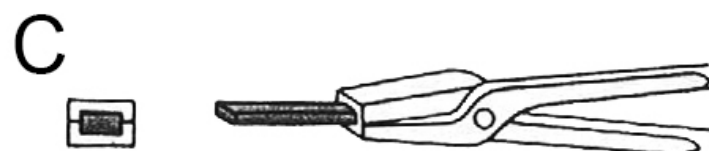
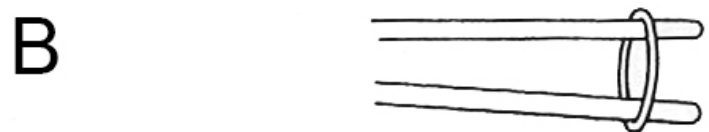
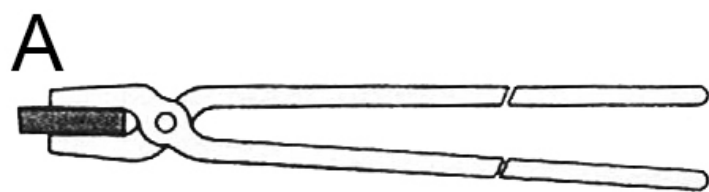
D – oblík, E – sedlík, F – sekáč pro sekání za tepla, G – sekáč pro sekání za studena, H – přitloukáci zápustka a sedlík do otvoru v dráze kovádky



Zápustky: a) pro šestihran, b) s ostrým rohem, c) spojené pružným třmenem

Kovářské kleště

Tvar kleští je přizpůsobený tvaru materiálu. Dlouhé kusy materiálu se drží na chladném konci v ruce. Na krátké kusy, kde by se materiál nemohl držet kvůli ohřevu, se používá kovářských kleští, které se drží za prodloužené rukojeti, tak aby kleštinami pevně svíraly materiál. Při zpracování těžkých výkovků se na rukojeti nasazuje svěrný kroužek. Zmenší se tím únava ruky. Používáme kleště ploché nebo s tvarovými kleštinami, různých velikostí a tvarů.



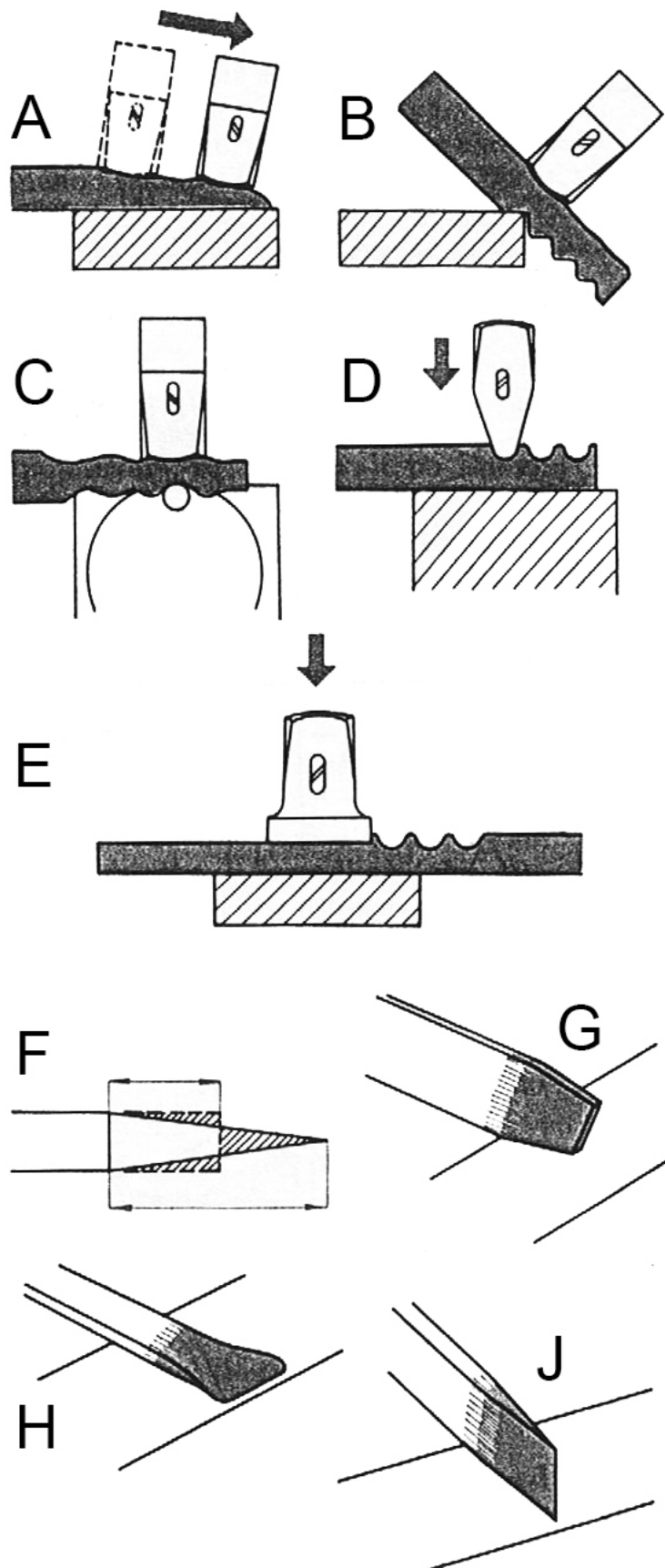
A – ploché kleště, B – svěrný kroužek, C – tvarové kleštiny, D – tvarové kleštiny, E – tvarové kleštiny, F – děrovací zápusťková deska



ZÁKLADNÍ KOVÁŘSKÉ PRÁCE

Zahrnují operace, jimiž lze zhotovit výkovky různých tvarů.

❖ 1) Prodlužování

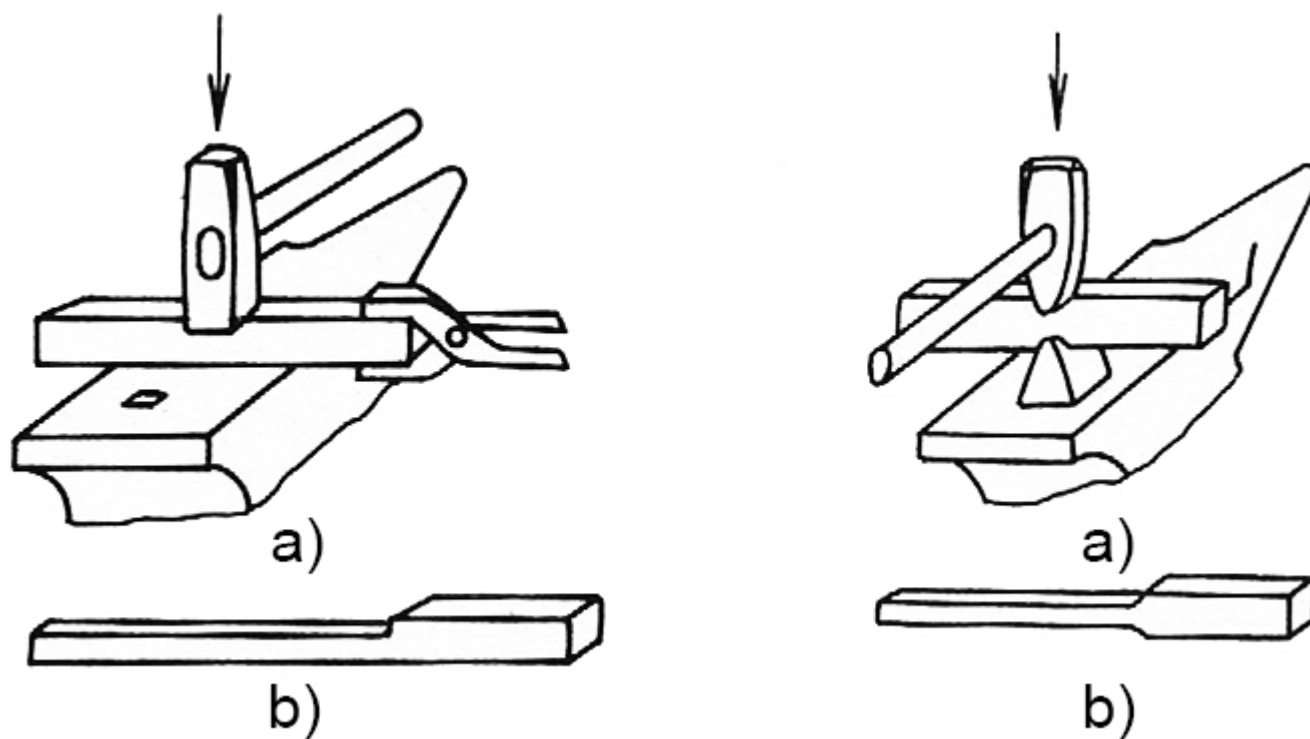


A – krátké prodloužení na dráze kovadliny, B – prodlužování přes hranu kovadliny, C – prodlužování přes roh kovadliny, D – prodlužování pomocí oblíku přitloukáním dvouručním kladivem, E – prodloužený materiál se orovná a uhlazuje přitloukáním na hladicí sedlák, F – klínové tvary se kovou na dráze kovadliny, nejprve se polotovar poněkud přiostrí, G – aby se klín při kování příliš nerozšířil, H – břit se nesmí kovat za tmavočerveného žáru, aby nepopraskal, po novém ohřevu se klín orovná na výšku, J – a uhladí



2) Osazování

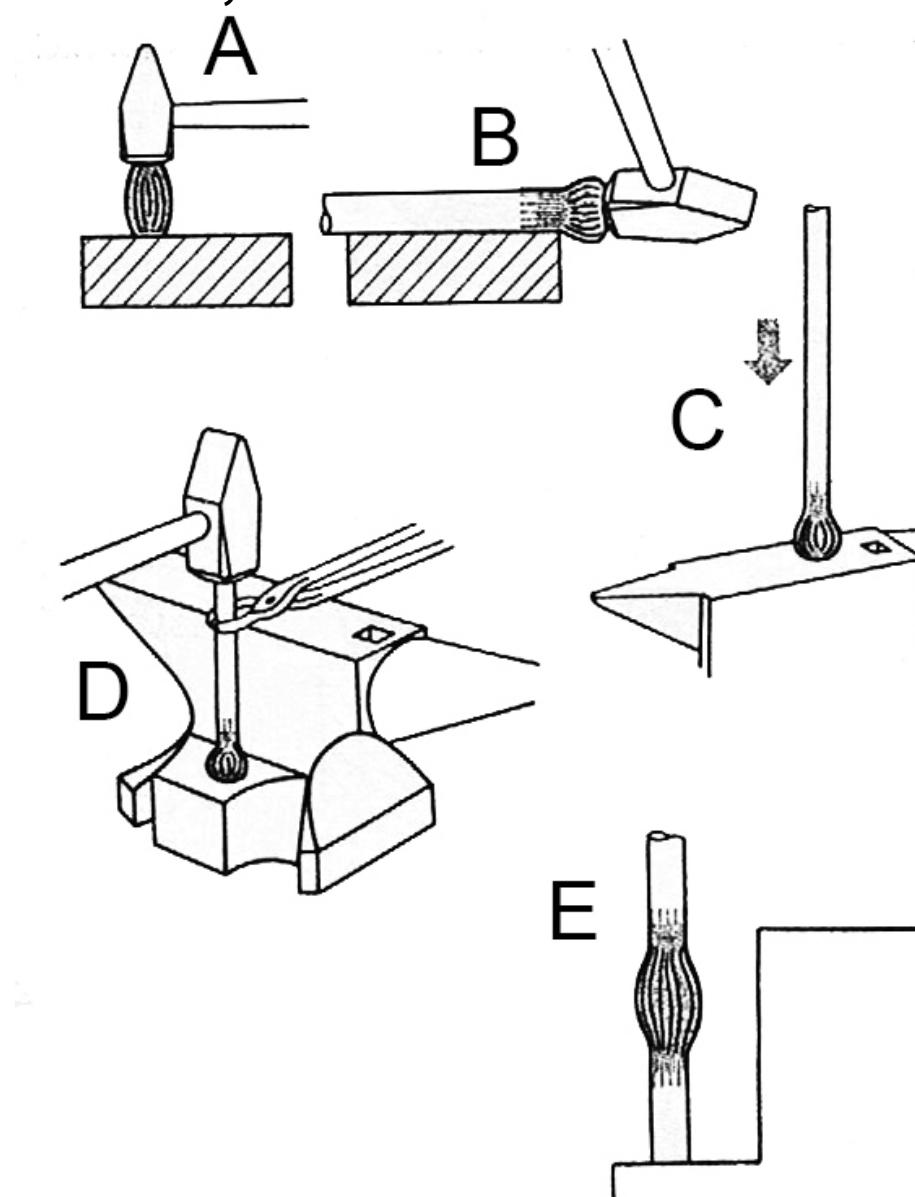
Je to ztenčování polotovaru ve vymezeném místě.



Jednostranné a dvoustranné osazování

3) Pěchování

Je zesilování polotovaru ve vymezeném místě.

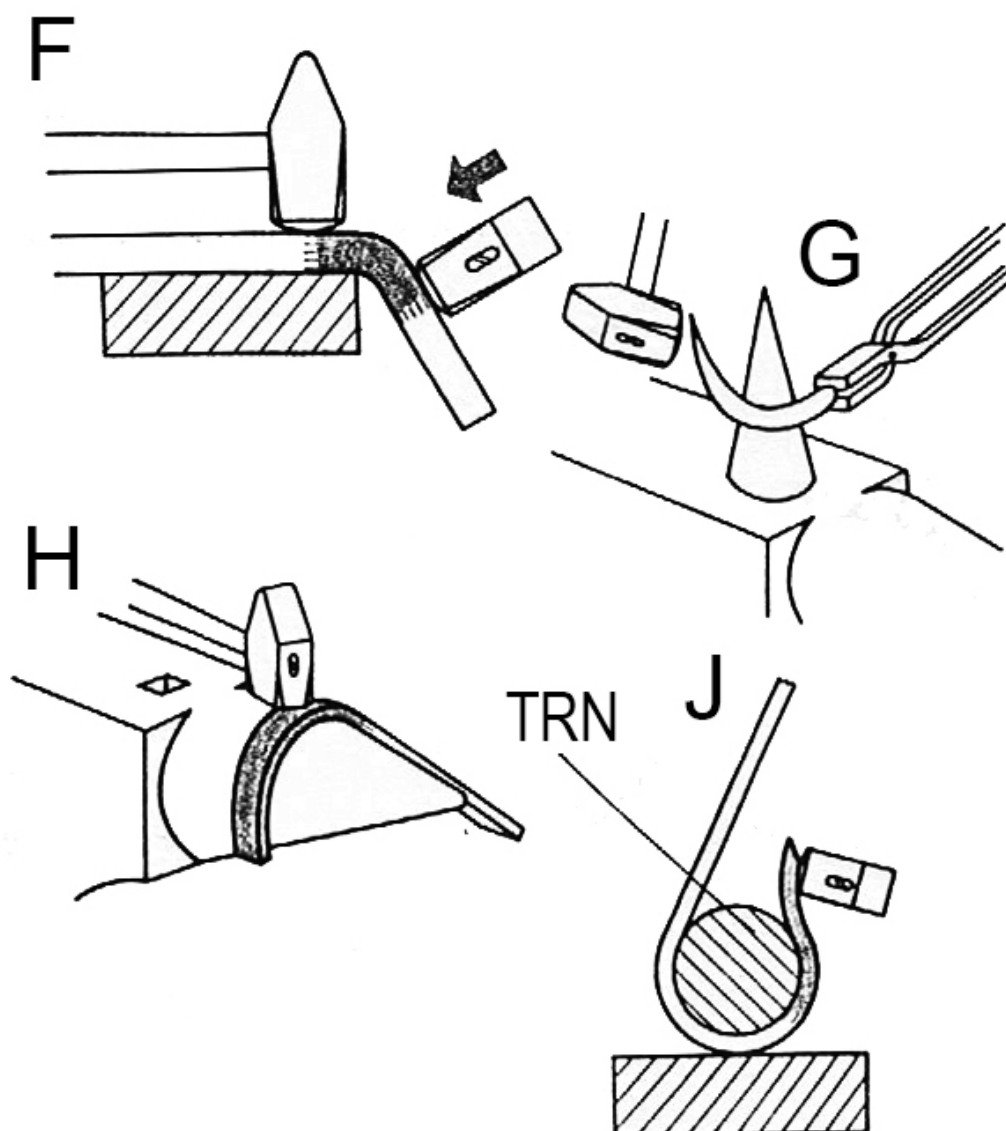


Pěchování



4) Ohýbání

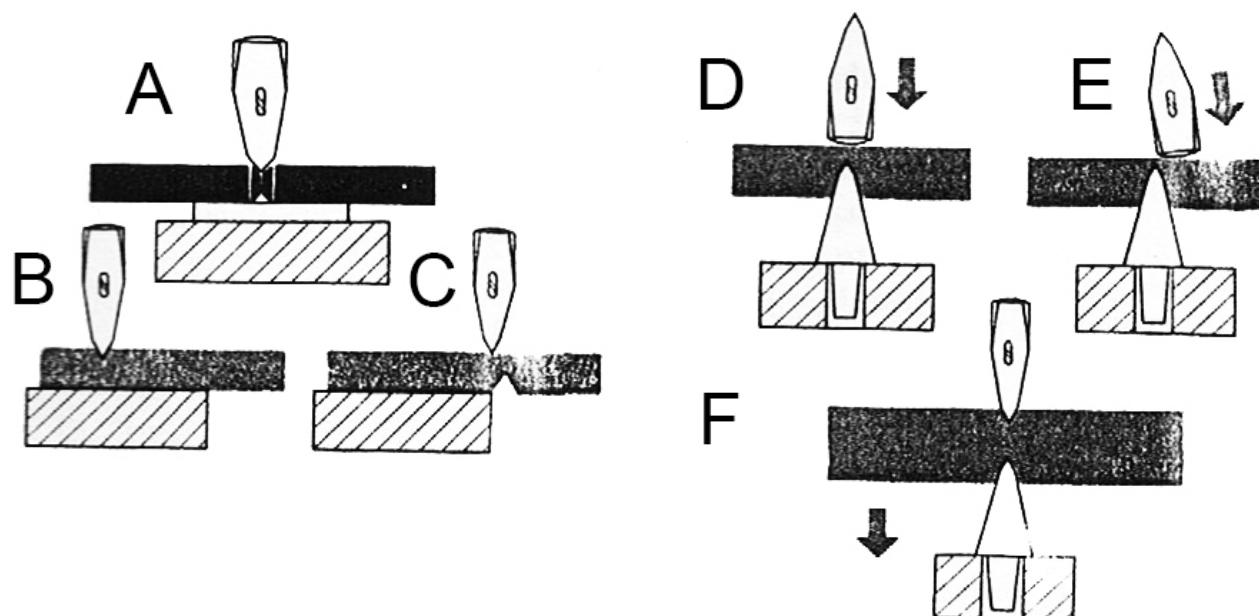
K ostrým ohybům se využívá hrany kovadliny. Větší profily se zakružují přes roh kovadliny a dokončují se pomocí trnu na dráze kovadliny.



Ohýbání

5) Sekání

Užívá se k dělení materiálů za tepla nebo za studena. Při sekání za studena se dráha kovadliny chrání ocelovou podložkou, na níž se materiál nasekne a přes hranu kovadliny se ulomí. Při sekání za tepla se materiál nasekává z obou stran. Snadno se seká na utínce vložené do díry v dráze kovadliny.

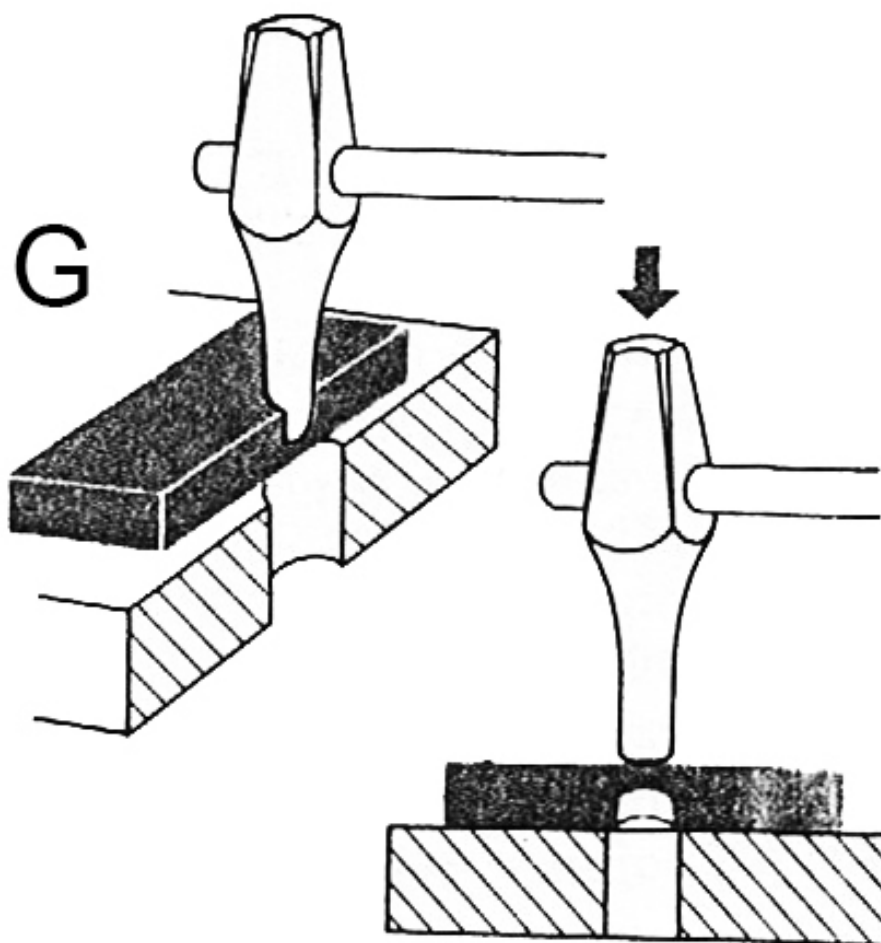


Sekání



6) Děrování

Díry kruhového, oválného a pravoúhelníkového průřezu se vyrábějí průbojníkem, a to u tenkého materiálu z jedné strany a u silnějšího materiálu z obou stran. Při děrování se materiál klade nad otvor v kovadině nebo v děrovací desce.



Děrování

7) Žíhání

Žíhání je zahřívání obrobku na žíhací teplotu, udržování na této teplotě a následné, zpravidla pomalé ochlazování.

Druhy žíhání:

- Žíhání ke **snížení pnutí** při 500–600 °C odstraňuje vnitřní napětí, které vzniklo při tváření za studena nebo za tepla.
- Žíhání **na měkko** při 680–790 °C (u legovaných ocelí i vyšší teploty) snižuje tvrdost ocelí, takže se dají lépe obrábět.
- **Normalizační** žíhání probíhá podle obsahu uhlíku asi při 750–950 °C, podle grafu železa – uhlíku. Odstraňuje příliš hrubou strukturu a vytváří novou jemnozrnnou strukturu s vyšší pevností. Odstraňuje i strukturní nerovnoměrnost po tváření za tepla, za studena i u odlitků.



8) Kalení

Je zahřívání oceli na teplotu kalení a následné rychlé ochlazení. Získáme tím větší tvrdost oceli. Nejvyšší hodnota tvrdosti dosažená kalením je závislá na obsahu uhlíku v oceli.

Pomocí tepelného zpracování ocelí můžeme z dobře zpracovatelných a vhodných ocelí získat tvrdé konstrukční součásti a nástroje odolné proti opotřebení.



Při kalení musí být známa jakost oceli. Údaje výrobce oceli – předepsaná kalicí teplota, vhodné kalicí prostředky, průběh popouštění, to vše je nutné důsledně dodržovat.

Ohřev součástí pro kalení

Na to se používají žíhací nebo solné kalicí pece (lázně s rozpuštěnou tekutou solí) s přesným řízením teploty. Solné pece mají tu přednost, že se tenkostěnné součásti nepřehřívají. Ohřev na kalicí teplotu se uskutečňuje nejprve předeříváním součástí na kalicí teplotě. Při předeřívání se obrobek až k jádru pomalu zahřívá. Pomalé předeřívání snižuje příliš vysoké tepelné napětí obrobku, umožňuje zakalení součástí bez trhlinek. Obrobky se v předeřívací komoře pece pomalu zahřívají, a nevkládají se tedy ve studeném stavu do příliš teplé kalicí pece.

Konečné zahřívání na kalicí teplotu se musí provádět rychle, abychom zabránili okujení, zhrubnutí zrna a oduhličení povrchu.

Ohřev oceli		Popouštění *)	
Teplota (°C)	Barva	Teplota (°C)	Barva
550 tmavě hnědá		200 světle žlutá	
630 hnědočervená		220 slámově žlutá	
680 tmavě červená		230 žlutá	
740 tmavě třešňově červená		230 hnědožlutá	
780 třešňově červená		250 hnědočervená	
810 světle třešňově červená		260 červená	
850 světle červená		260 pururově červená	
900 jasně světle červená		280 fialová	
950 žlutočervená		290 tmavě modrá	
1000 světle žlutočervená		300 chrpově modrá	
1100 žlutá		320 světle modrá	
1200 světle žlutá		340 šedomodrá	
1300 žlutobílá		340 šedá	

*) Barvy platí pro nízkoalloyované oceli.

Spektrum barev při ohřevu a popouštění



Kalicí (chladicí) prostředí:

- **Studená voda** – má silný ochlazovací účinek, teplá voda chladí pomaleji. Obě jsou vhodné pro uhlíkovou ocel.
- **Olej** – chladí tím pomaleji, čím je řidší. Je vhodný pro nízkolegované oceli.
- **Vzduch** – chladí nejpomaleji, je vhodný pro vysokolegované oceli.

Kalení se zmrazováním (-75 °C až -180 °C) dosahuje přeměny dalších 7–8 % z jinak zůstávajícího zbytkového austenitu na martenzit.

Napětí při rychlém ochlazování mohou být zmírněna:

- a) Zakrytím a zesílením slabých míst pomocí plechu.
- b) Volbou vhodného kalicího prostředí.
- c) Správnou polohou při ochlazování.
- d) Častým obracením a pohybováním obrobku v kalicím prostředí.
- e) Vhodným připevněním výrobku v kalicím prostředí.

Povrchové kalení

Je tepelné zpracování povrchové vrstvy k získání tvrdosti povrchu obrobku, při zachování houževnatosti jádra obrobku. Uhlík potřebný pro zakalení povrchových vrstev může být již v oceli – používá se ocel s obsahem uhlíku min. 0,35–0,84 %. Nebo je třeba provést úpravu oceli (obsah uhlíku do 0,2 %) dodáním uhlíku nebo dusíku do povrchové vrstvy – cementováním, nitridováním, nitro-cementováním. Tyto postupy nasycování povrchu ocelí se liší podle druhu sytícího prvku. Používají se konstrukční oceli s obsahem uhlíku do 0,2 %, které jsou dostatečně houževnaté. Malý obsah uhlíku je příčinou malé tvrdosti a nekalitelnosti oceli. Proto se povrchové vrstvy oceli nasycují atomárním uhlíkem (cementování) nebo uhlíkem a dusíkem (nitro-cementování). Toto se děje při teplotách od asi 850–950 °C v cementačních prostředcích, jako jsou dřevěné uhlí s přísadami, v tekutých prostředcích, jako je kyanid draselný nebo sodný, nebo v plynech, jako je zemní plyn. Všeobecně se cementuje až do hloubky 1,5 mm na obsah uhlíku od 0,7–0,9 % v povrchové vrstvě (0,1 mm/1 hod.).

Nitridování

Postup chemicko-tepelného zpracování, při němž se povrch ocelových předmětů obohacuje dusíkem. Vytvářejí se tím velmi tvrdé nitridy. Děje se tak zahříváním výrobků na teplotu asi 500–600 °C v plynném prostředí (NH_3 = amoniak, čpavek) nebo v kapalných solných lázních (kyanid sodný, kyanid draselný). Nitridování je velmi pomalé a vrstvička je velmi tenká (max. 0,5 mm), ale vyznačuje se vysokou tvrdostí a nejlepšími otěru-vzdornými vlastnostmi, i korozi-vzdorností do teploty 500 °C.



Popouštění

Je zahřívání zakaleného obrobku na určitou teplotu (popouštěcí teplota), setrvání na této teplotě a následné ochlazení. Popouštěním se ocel díky částečnému snížení tvrdosti stane houževnatější. Popouštění je nutné provádět ihned po kalení. Rychlým ochlazováním se stávají obrobky sklovitě tvrdé a křehké. Proto nedovolte, aby zakalené obrobky spadly na tvrdou podložku. Čím vyšší je popouštěcí teplota, tím delší je doba popouštění a tím více martenzitu se zpětně rozpadá. S tvrdostí stoupá pevnost, ale také křehkost oceli. Opětným zahříváním na 200–360 °C se ztrácí velká část křehkosti, ale částečně také tvrdost.

S přibývajícím výškou popouštěcí teploty ubývá tvrdosti, pevnosti v tahu a meze průtažnosti zakalené oceli, zatímco přibývá tažnost a vrubová houževnatost.

Při popouštění celkovém se obrobek zahřívá v peci nebo plamenem. Při popouštění místním se využívá zbytkového tepla po kalení. Při kontrole popouštěcí teploty je nutné pozorovat na čistém obrobku popouštěcí barvy (oxidační barvy). Je-li dosažena žádoucí barva, musí dojít ihned k ochlazování.

Materiály vhodné pro kalení

Jsou to oceli konstrukční ušlechtilé, nelegované i legované. Konstrukční oceli s obsahem uhlíku přes 0,35 % jsou kalitelné. Tím, že se tyto oceli dají tepelně zpracovat, dosáhneme zlepšení jakosti oceli. Zvyšují se mechanické hodnoty, jako jsou pevnost, houževnatost, pružnost a mez průtažnosti, proti stavu přírodního tvrdnutí a žíhanému stavu.

Nástrojové oceli – používají se na výrobu nástrojů a nářadí pro obrábění a tváření materiálů.

Uhlíkové – nástrojové oceli – jsou ušlechtilé oceli s obsahem uhlíku od 0,5 do 1,5 %. Kalí se při teplotách mezi 750–850 °C a mezi 200–300 °C se popouštějí. Pracovní oteplení nástrojů nemá překročit 200 °C. Čím vyšší je obsah uhlíku, tím vyšší je tvrdost. Oceli získávají po kalení tvrdou povrchovou vrstvu a měkké houževnaté jádro. Různé třídy kvality oceli se liší hlavně v tloušťce vrstev po kalení (hloubka kalení).

Slitinové – mají jako legující prvky chrom, mangan, křemík, molybden, vanad a wolfram.

- a) **Nízkolegované oceli** – obsahují 1–2 % Cr nebo W, jejichž karbidy zvyšují rezivost nástrojů. Pro některé nástroje se používají mimo Cr a W i jiné přísady jako Mn, Si, Ni, V. Nízkolegovaná ocel odolává vyššímu mechanickému namáhání lépe než uhlíková ocel, nástroje mají delší životnost.
- b) **Vysokolegované oceli** – obsahují i více než 10 % legujících prvků a rozdělujeme je na tři skupiny:
 - 1. **Oceli na tváření a obrábění za studena** jsou legovány obvykle vysokým obsahem chromu. Ocel na střížníky, nástroje na protlačování, závitníky aj. Ocel třídy 19. (19436) má 12 % Cr a 2 % C.



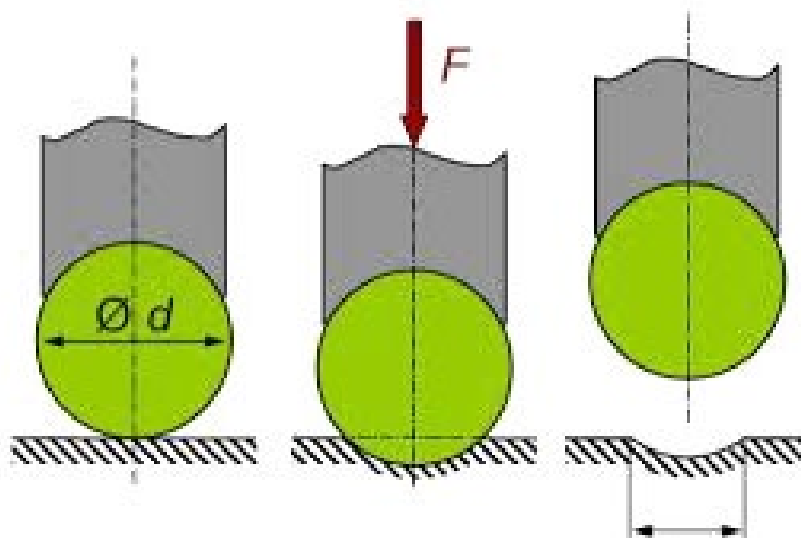
2. **Oceli pro tváření za tepla** mají obsah W 5–10 %, dále asi 2 % Cr a Mo, uhlíku kolem 0,25 %. Zachovávají tvrdost při větším oteplení.
3. **Rychlořezné oceli** mají velký význam při obrábění ocelí, mají 0,7–0,9 % C.

❖ Zkoušky tvrdosti dosažené kalením a popouštěním

a) Zkouška dle Brinela (zn. HBr)

Způsob jejího provedení určuje norma ČSN EN ISO 6506-1.

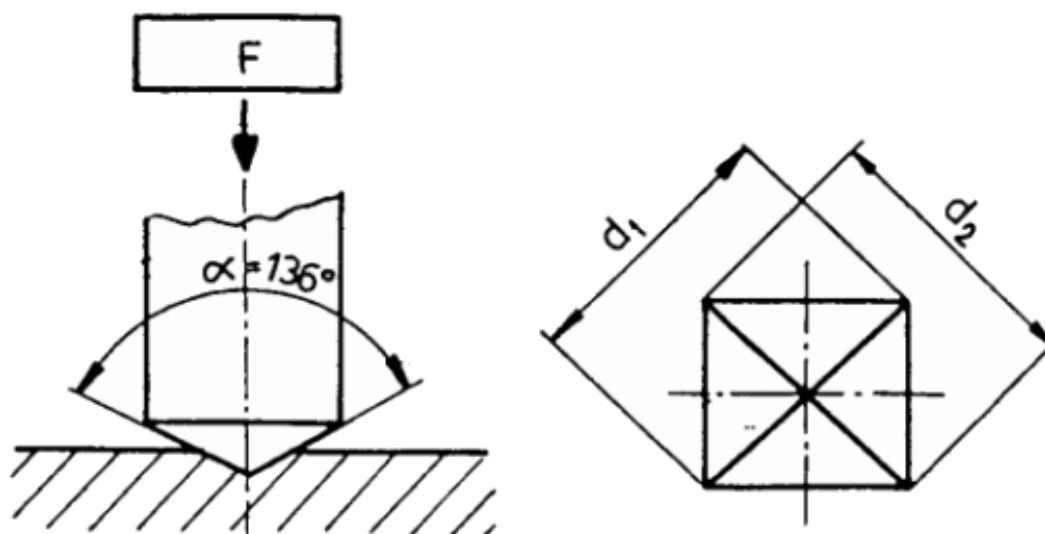
Principem je pronikání tělíska kulového tvaru do zkoušeného materiálu a následného měření průměru vtisku.



b) Zkouška dle Vickerse (zn. Hv)

Způsob jejího provedení určuje norma ČSN EN ISO 6507-1.

Je to statická zkouška tvrdosti materiálu, kdy vtlačujeme do zkoušeného materiálu čtyřboký jehlan s vrcholovým úhlem 136° . Měří se obě délky úhlopříček vtisknutého jehlanu.

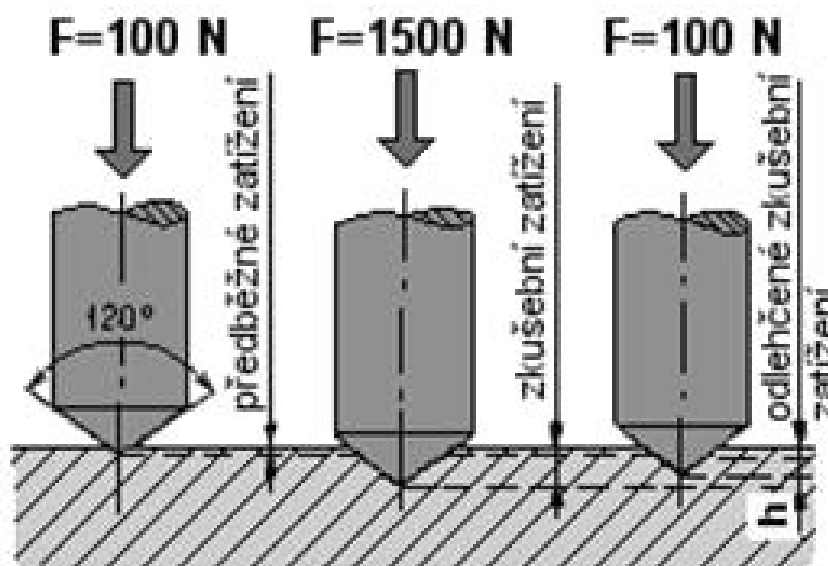




c) Zkouška dle Rockwella (zn. HRc)

Způsob jejího provedení určuje norma ČSN EN ISO 6508-1.

Je to zkouška, kdy do materiálu proniká diamantový kužel silou 1 500 N.



Bezpečnost práce:



- Používání ochranných pomůcek, pracovní oděv, pracovní obuv, kovářská zástěra, kožené kamaše.
- Pořádek na pracovišti, pro volný pohyb kolem výhně a bezproblémový pohyb s nahřátým materiálem po pracovišti.
- Používat bezvadné nářadí – řádně naklínovaná kladiva. Nutno vyřadit kladiva tzv. vytlučená (dlouho používaná), tj. taková, která mají od kovářské práce natolik napěchovanou hlavu nebo nos kladiva, že hrozí porušení max. pevnosti z důvodu napěchování materiálu kladiva a hrozí odlet odštěpků, střepek, které mohou způsobit zranění.
- Je nebezpečné vést údery naprázdno na dráhu kovadliny, protože dráha kovadliny je kalená a kladivo je také kalené. Při úderu může dojít k odletu odštěpků kladiva nebo i okrajů kovadliny.
- Při kování pracujeme s ohněm, je proto třeba dbát požární bezpečnosti při manipulaci s ohněm i s nahříváním materiálem.
- Odkládáme nahřátý materiál tak, aby se někdo nepovoláný nemohl spálit. Je třeba si uvědomit, že i materiál, který není červený od žáru ohně, může mít ještě teplotu kolem 300 °C.
- K držení krátkých obrobků používáme kovářské kleště, aby nedošlo k popálení.
- Pozor při kalení nebo prostém ochlazení teplého materiálu, dochází k vývoji páry a je zde nebezpečí opaření.
- Při kování je třeba materiál držet tak, aby se rázy kladiva nepřenášely do ruky držící materiál.



Kontrolní otázky:



1. Jaké práce, výrobky provádíme kováním?
2. Popište kovářskou výheň.
3. Jaké by mělo být vybavení kovárny?
4. Popište opravu ostří plochého sekáče i se zakalením a popuštěním.
5. Popište opravu rozklepané hlavy plochého sekáče i s následným popuštěním.



1.6 ZAŠKRABÁVÁNÍ, ZABRUŠOVÁNÍ, LAPOVÁNÍ



Zaškrabávání je dodatečné, většinou ruční opracování ploch. Patří k nejpřesnějším způsobům opracování a předčí ho jen strojní broušení, honování a lapování. Obrobené plochy nejsou nikdy dokonale rovné, vlivem pružnosti materiálu, chvění nástrojů atp.

ÚČEL A VÝZNAM

Lepšího povrchu dosáhneme zaškrabáním nebo zabroušením, tj. odstraněním drobných nerovností. Provádí se ručně odškrabáním slabé vrstvy materiálu. Nerovnost povrchů zjistíme přiložením a přejetím rovnou deskou potřenou slabě miniem nebo směsí rozpuštěného loje se sazemi, případně již hotovou tupírovací barvou. Na vyšších místech povrchu se barva otiskne, nižší zůstanou čistá. Zbarvená místa se oškrábou a postup se opakuje, až se povrch součásti zbarví úplně rovnoměrně, tj. až je obarvených míst co nejvíce na celé ploše. Hrubě zaškrabaná plocha má asi 4 styčná místa na ploše 1 čtverečního palce, jemně zaškrabaná plocha má asi 20 styčných míst na 1 čtvereční palec.

ZPŮSOB PRÁCE, NÁŘADÍ, POMŮCKY

••••• Ruční škrábání

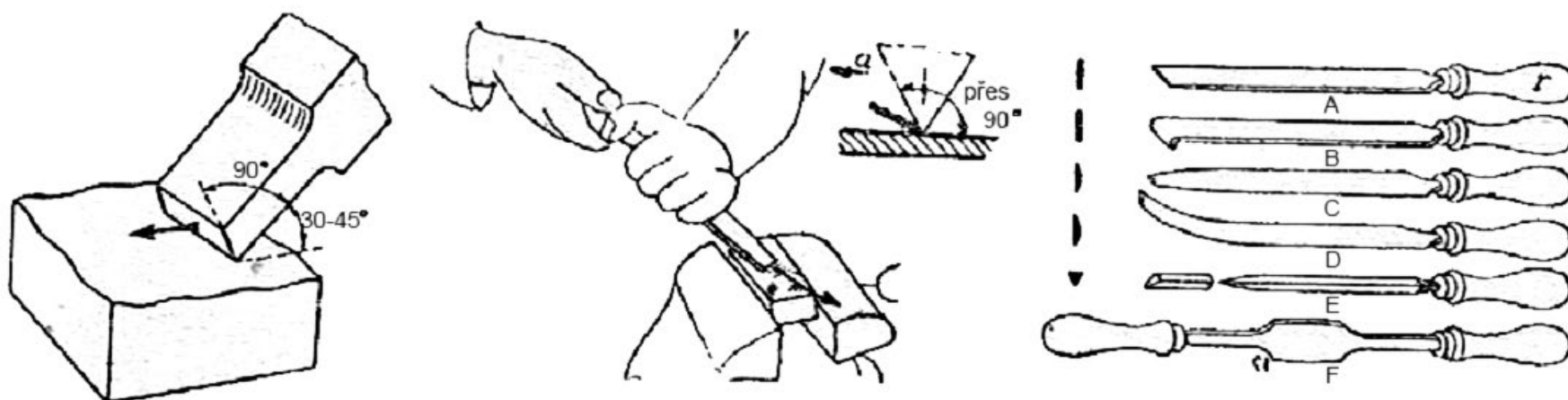
Škrabe se škrabkami, škrabáky. V podstatě je to řezný nástroj, jehož úhel je větší než 90 °C. Může řezat jen velmi jemné třísky. Měkké kovy (kompozice, cín) se dobře škrábou ocelovou destičkou s ostrými hranami. Zpravidla se škrabáky dělají ze starých pilníků, podle požadované práce.

Plochý škrabák slouží ke škrabání rovinných ploch.

Trojúhelníkovou škrabkou děláme zakřivené plochy a plochy špatně dostupné a rohy.

Půlkruhový škrabák je určen na ložiska.

Škrabák se dvěma držadly umožní lepší práci na velkých plochách.



Zaškrabávání, různé tvary a profily škrabáků

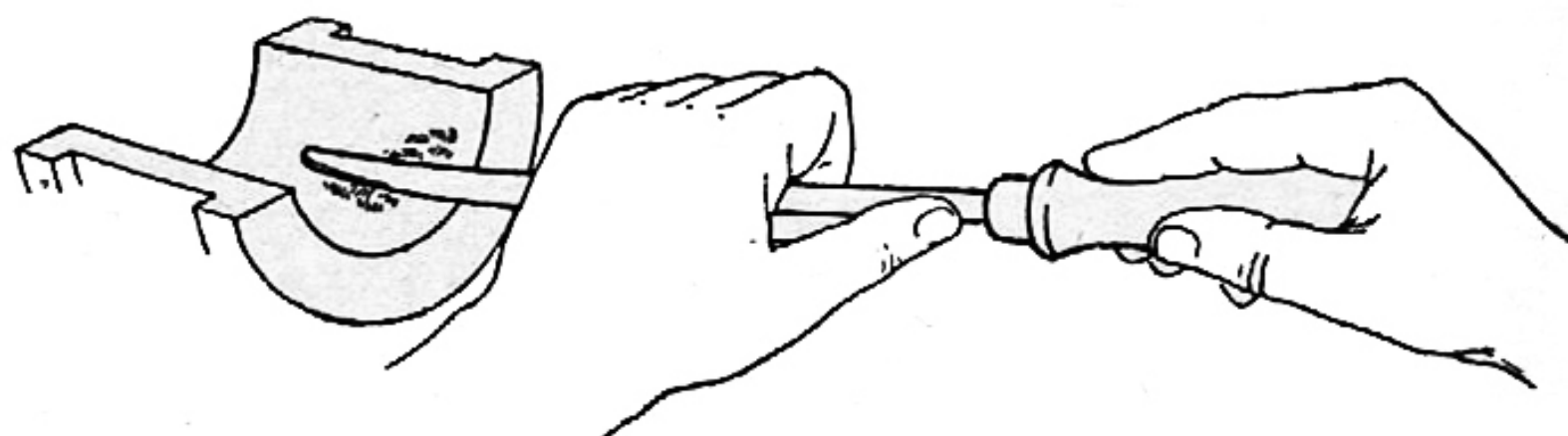
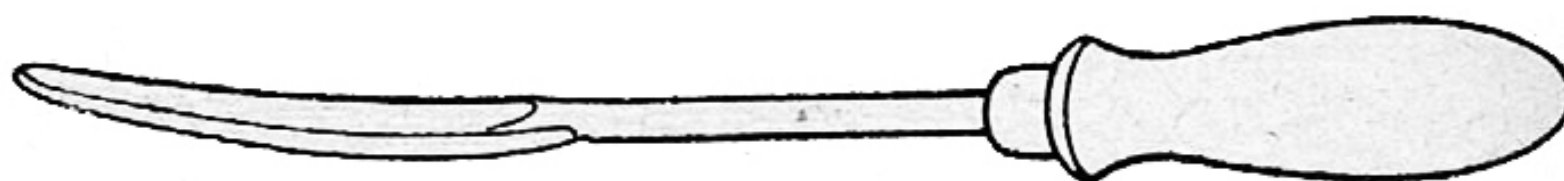
Tříhranný škrabák



Plochý škrabák



*Škrabák pro srážení
hran otvorů, pro úpravu
drážek*



Postup práce – zaškrabávání pánve ložiska. Levou rukou na škrabák tlačíme. Při pohybu zpět škrabák lehce zvedáme.



Zabrušování

Strojové zaškrabávání. Ubíráme nepatrnou vrstvu nejjemnějšími kotouči s bakelitovým pojivem. Podmínkou je přesně pruhový brus, dokonale vyvážený a chlazený vodou. Součásti se nejprve obrousí měkkým kotoučem o hrubším zrna a nakonec se ohladí jemným kotoučem, který zhotoví kvalitní hladký povrch.

Cílem je získání co nejrovnější (nejhladší) plochy, ručním nebo strojním obráběním. Povrch se leští pružnými kotouči ze dřeva, kůže, plsti, látek, za přívodu materiálů, jako jsou smírek, vápno, kysličník železa (lešticí pasta červená), kysličník chromu (zelená pasta) atp. Pasta se nanese na kotouč a lešticí prášek je vázán stearinem, parafinem nebo voskem apod. Pro předběžné broušení před leštěním jsou nejlepší flanelové nebo plstěné kotouče, na jejichž obvodu je nalepen smírek.

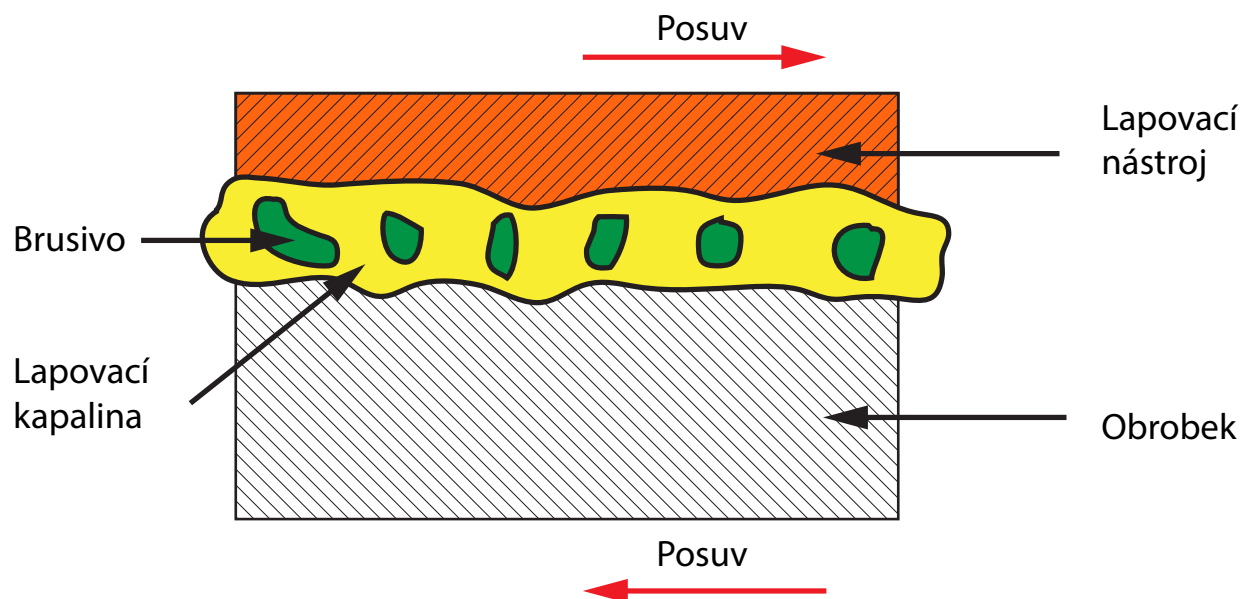


Brusné pasty

Typ	Barva	Použití		Obsah tuku	Brus	Lesk
Lg 2.1051	zelená	předleštění	ocel, nerez	2	7	5
Lg 39.106.9	oranžová	předleštění	ocel, nerez, hliník	2	5	8
Lg 1003A	červená	leštění	ocel, nerez, hliník	2	2	9
LU 0.462	modrá	finální leštění	ocel, nerez, hliník, měď, mosaz	1	1	10
Lg 2.851	žlutá	leštění	ocel, nerez	2	2	9
LU 6266	šedá	předleštění	ocel, nerez, barevné kovy	2	9	3
LU 5333	bílá	předleštění	ocel, nerez, barevné kovy	2	9	3
LU 7012	hnědá	předleštění	měď, mosaz	2	8	7



Lapování



Hodí se hlavně pro kalenou ocel. V podstatě jde o dobrušování povrchu nožů, válečků, měřidel. Válcová součást se jemně obrousí s přídavkem asi 0,005 a lapuje ručně nebo na stroji. Nástrojem jsou např. měděné tyče, jichž se používá podobně jako pilníků, nebo rozpínací trny, kroužky. Čelisti jsou dřevěné, měděné, olověné, či litinové na závitové kalibry. Brusný materiál tvoří korundový, rubínový, skleněný, diamantový prášek, prášek karbidu wolframu nebo křemíku. Je vázán na lapovanou plochu (přilepen) petrolejem, olejem apod. Na speciálních strojích se lapuje deskami antimonu, tvrdé mědi, litiny, také s tzv. diamantovými deskami (desky z litiny s vložkami z měkkého kovu, do nichž jsou zatlačeny krystalky diamantu). Pro ruční lapování kroužky a trny je obvodová rychlost 10–30 m/min, lapovacím kotoučem 10–20 m/s. Povrch se při lapování zhustí tlakem, takže je jako zrcadlo. Takto upravený a vyhlazený povrch součástí je hladký a přesný, a odolává tak lépe opotřebení.

Stroj má lapovací kotouče se svislou osou. Mezi horní a dolní kotouč je vložen kruhový unašeč, na kterém jsou upevněny obrobky. Obrábí se řezným pohybem brusiva a plastickou deformací. Materiál nástroje tvoří měď, litina, měkká ocel, plast. Používá se lapovací (brusná) pasta.

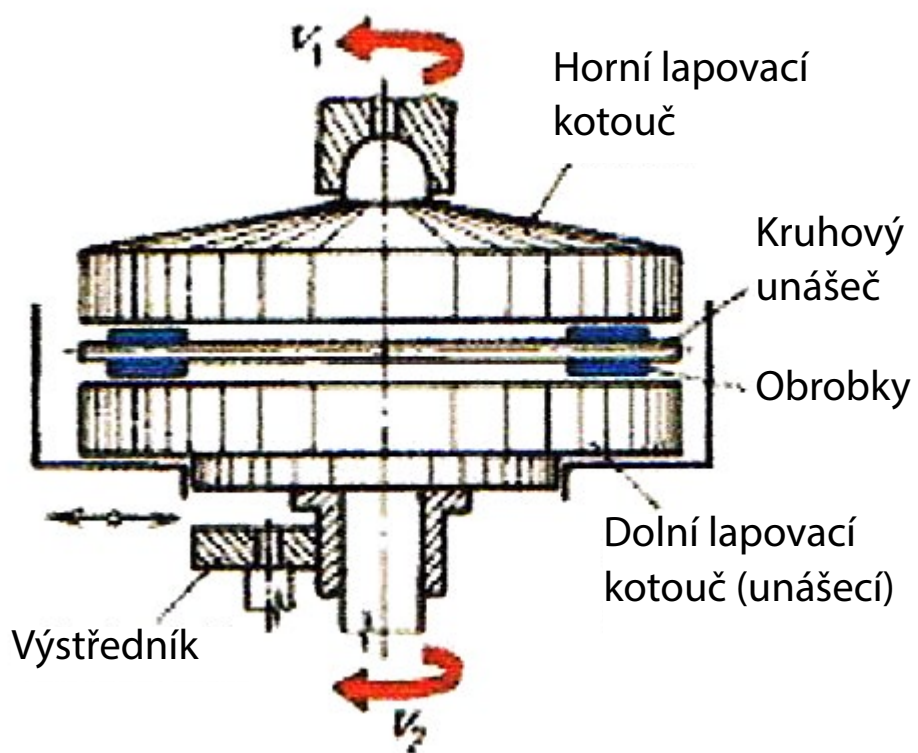




Ukázka lapovacích nástrojů



Při lapování se dosahuje velmi vysoké přesnosti geometrického tvaru. Např. u základních měrek je odchylka rovnoběžnosti ploch 0,07 až 0,3 μm .



Lapovací stroj se svislou osou



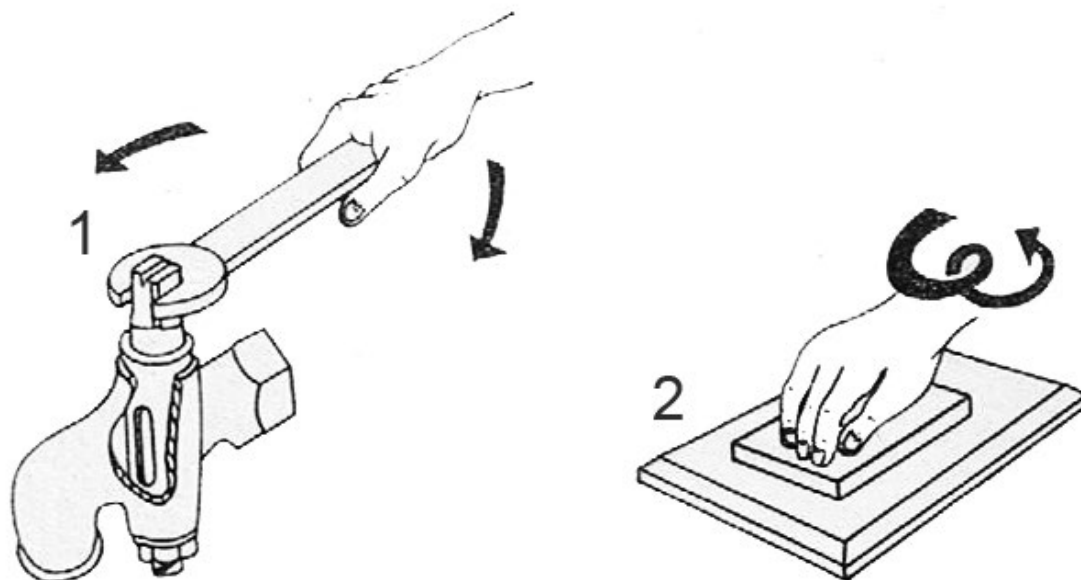
ZABRUŠOVÁNÍ PLOCH VENTILŮ A KOHOUTŮ

Zabrušování je konečná úprava dosedacích ploch součástí, která mají k sobě těsně přilnout (ventilů v sedlech, kuželů v tělesech kotoučů atp.). Zabrušování provádíme pomocí brusného prášku nebo brusné pasty. Brusné prášky a pasty jsou označeny čísly 8–320, udávajícími počet ok síta na 1", nebo písmenem M s číslem (např. M32). Jsou to tzv. mikrozrna tříděná mikroskopicky.

Při zabrušování postupujeme tak, že nejdříve pečlivě očistíme obě do sebe zabrušované plochy. Poté na jednu z ploch naneseme zabrušovací pastu nebo brusný prášek smíšený s olejem nebo petrolejem. Plochy do sebe vložíme a jednou z nich střídavě pootáčíme v obou směrech, přitom občas součást nadzdvihneme. Jedno pootočení je delší, abychom po dobu zabrušování součástí otočili o 360°. Pootáčení a nadzdvihování děláme proto, aby se zrna neustále vychylovala ze své dráhy. Zabrušování povrchů je obtížnější. Potřebujeme k němu přesně obrobenou litinovou desku, na kterou nanášíme brusný prášek a krouživými pohyby obrobku po litinové ploše s brusným práškem můžeme dosáhnout vyleštění povrchu.

Zabrušování např. u automobilových ventilů:

Ventily uzavírající sací a výfukové kanály u automobilových motorů musí velmi dokonale dosedat na svá kuželová sedla, aby dobře těsnily, co největší stykovou plochou odevzdávaly sedlu své teplo a tím se chladily (výfukový ventil jiné chlazení nemá, sací je chlazen čerstvou směsí vzduchu a kapiček paliva). Současně se zabrušováním ventilů se provádí odstraňování uhelnatých zůstatků, které se ve ventilových sedlech usazují.



Způsoby zabrušování



Přísavky, kterými můžeme ručně otáčet s ventily na motoru



LAPOVÁNÍ, PŘÍPRAVA, PROVÁDĚNÍ

• Příprava

Broušením nedostaneme pro některé účely dost hladký a přesný povrch (např. pro břity nástrojů). Proto povrch dále zpracováváme lapováním, tj. obrušováním volnými zrna brusiva, vázanými olejem. Zrna se různě obražejí a valí, až povrch jemně ohladí. K lapovanému povrchu přitlačuje zrna rovná nebo válcová deska, např. z husté litiny. Na lapování se ponechává přídavek až 0,01 mm. Povrch se napřed jemně strojně přebrousí. Ručně lapujeme tam, kde nejsou k dispozici lapovací stroje, hlavně v jednotlivé výrobě. Strojně se lapuje např. v hromadné výrobě náradí a měřidel.

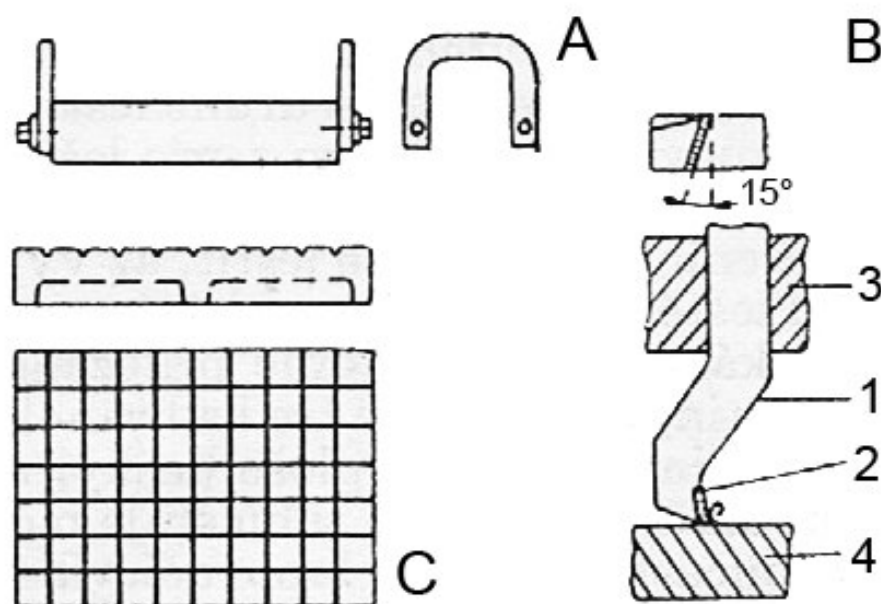
• Provádění

Ručně se lapuje dvěma způsoby:

- Lapovaná plocha se nepravidelnými krouživými pohyby tře o horní plochu lapovací desky.
- Plocha se lapuje lapovacím pilníkem, tj. litinovým hranolem.

Lapovací deska pro ruční lapování je z šedé litiny. Horní a dolní povrch se čistě ohobluje, strojně zaškrábne a naostří, tj. nanese se na něj lapovací pasta a lapovací desku třeme pravidelně po brusné desce.

Lapujeme i za sucha, ale s olejem je práce rychlejší. Naostřená deska se navlhčí pro lapování olejem a pro leštění benzínem. Nanese se na ni lapovací pasta a součást se po ní tře, až ztratí stopy po broušení. Lapujeme po celé ploše desky a směr lapovacích tahů měníme, aby ani na desce, ani na součásti nevznikl lapovací vlas z jemných rysek. Lapovanou součást držíme co nejblíže u lapovací desky. Součást držíme ve spec. rukavici, aby ohřevem od ruky nedošlo k deformaci.



Lapovací deska – A) škrábání nožem na hoblovce, B) nůž, C) brusná deska



KONTROLA A MĚŘENÍ

••••• Zabroušení

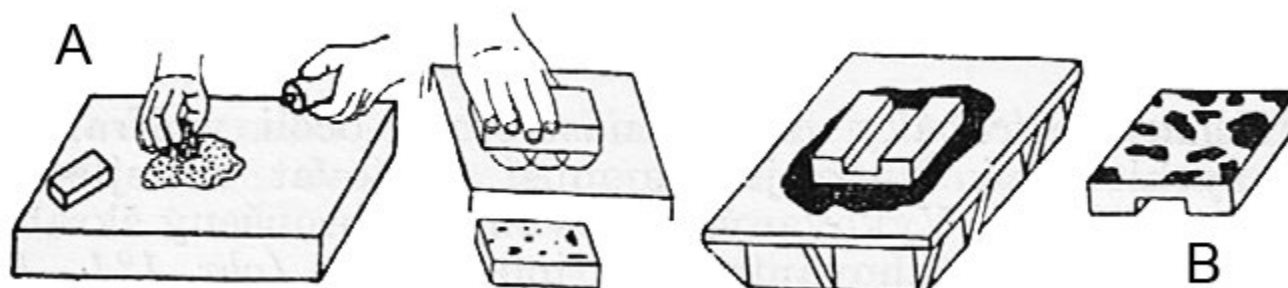
Kontrolujeme tak, že obě součásti pečlivě očistíme a na jedné uděláme podélně měkkou tužkou čáru. Při zasunutí součástí do sebe a otočení o 360° musí být čára rovnoměrně rozmazaná. Je-li čára pouze přerušená, tak pokračujeme v zabrušování. Při zkoušce jakosti těsnění nalijeme na spoj malé množství petroleje. Proteče-li petrolej spojem, bylo zabrušování nedostatečné a musí se opakovat. Takto můžeme zabrušovat ventily, kohouty, hřídelky do děr.

••••• Zaškrabávání

Kontrolujeme tak, že po zaškrabávání položíme obrobek na průměrnou desku s tuširovací barvou a zjistíme dotykové vrcholy, které se nám na obrobku obarví od tuširovací barvy, což nám ukáže, ve kterých místech ještě máme zaškrabávat.

••••• Lapování

Je nejjemnější obrábění, tak aby se dosáhlo co nejpřesnější kvality povrchu. Tuto kvalitu obrobení můžeme kontrolovat pohledem či porovnáváním se vzorníkem kvality obrábění. Rovinnost můžeme kontrolovat nožovým pravítkem, na průměrné desce, pomocí průměrných pravítek atp.



Příměrné desky – A) nanášení tuširovací barvy, B) otisky na obrobku



Bezpečnost práce:

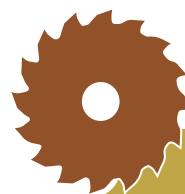
- Při práci používáme ochranné pomůcky (pracovní oděv, pracovní obuv, ochranné rukavice).
- Při práci na strojích s rotujícími vřeteny je zakázáno mít volný pracovní oděv, vázanky, řetízky, šály apod., dlouhé vlasy máme ukryté v šátku nebo pod čepicí.
- Dodržujeme hygienu při práci – pracujeme s ropnými látkami, pasty obsahují kysličníky těžkých kovů.
- Hadry nasycené oleji ukládat do zvláštních plechových nádob s víky, z důvodu požární bezpečnosti – nebezpečí samovznícení.
- Používat bezvadné nářadí, řádně nasazené a ostré škrabáky.



Kontrolní otázky:

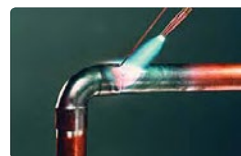


1. Co je to zaškrabávání? Kde ho můžeme použít?
2. Vyjmenujte nástroje pro zaškrabávání.
3. Co je to lapování?



2 NEROZEBÍRATELNÉ SPOJE

2.1 PÁJENÍ



2.2 LEPENÍ



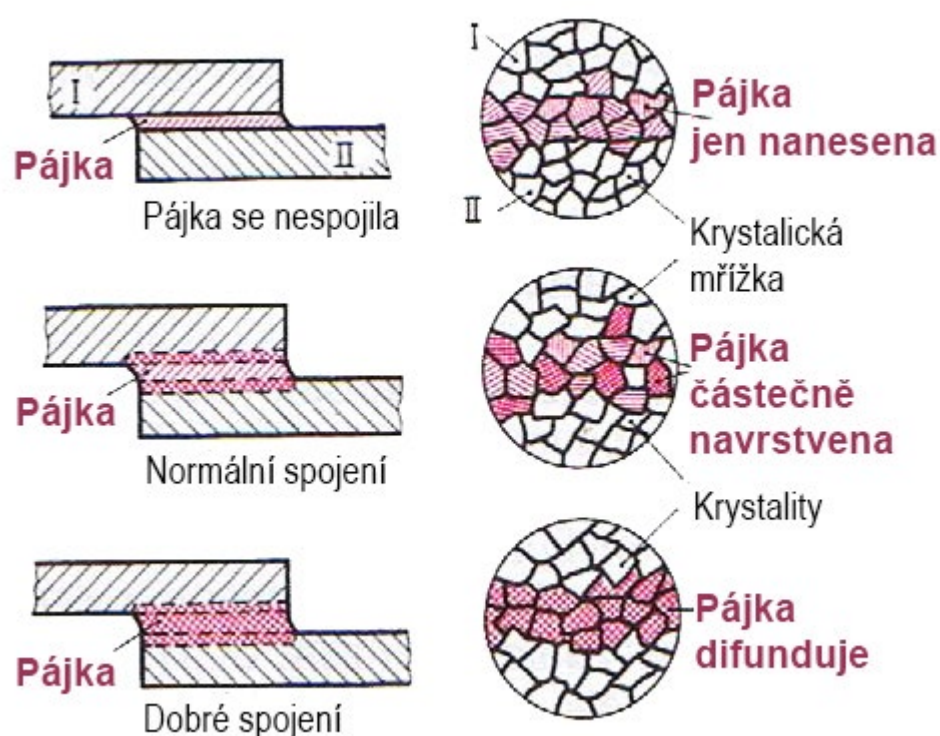


2.1 PÁJENÍ



Pájení je pevné nerozebíratelné spojení dvou kovových součástí spojovacím materiálem (pájkou) za použití nářadí přenášejícího teplo (pájedla a páječky). Pod pojem pájení však zahrnujeme i vyplnění dutin nebo nerovností materiálu spojovacím materiálem používaným při pájení.

Pro pájení je charakteristické, že pájený materiál má vždy vyšší teplotu tavení než materiál spojovaných součástí. Povrch pájených součástí se tedy při pájení netaví, ale rozpouští. To umožňuje vzájemné pronikání rozpuštěné pájky do základního materiálu a kovu do pájky. Tento jev se nazývá difúze. Je-li mezera mezi spojovanými materiály velmi malá, lze pozorovat srůstání krystalů obou základních ploch. Tím se vysvětluje až jedenapůlnásobně větší pevnost spoje, než je pevnost použité pájky.



PÁJENÍ NAMĚKKO

Měkkým pájením se spojují plechy, používá se ho při pájení vodovodních a plynových potrubí v domovních instalacích a při montáži elektrických vodičů. Výhodou je dostupný zdroj tepla a jednoduchost technologického procesu. K měkkému pájení používáme cínových pájek a pájení probíhá při teplotě nižší než 500 °C, většinou okolo 250 °C. Měkkým pájením nemůžeme spojovat tlustostěnné materiály, protože pájedlo nebo páječka na ně nemůže přenést dostatečné množství tepla. Proto pájení používáme hlavně při spojování tenkostěnných materiálů.



••• Páječky

Jsou zařízení, kterými nanášíme pájku na pájený materiál.

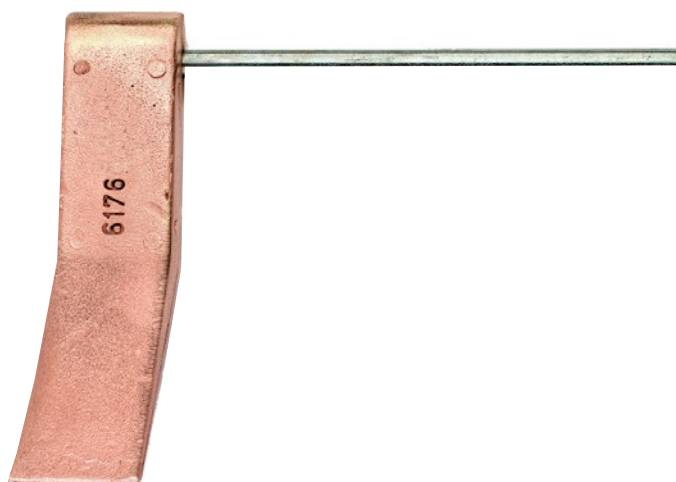
Pájedla a páječky jsou nástroje k pájení. Nejjednodušší jsou pájedla, která nemají vlastní zdroj tepla. Skládají se z měděného hrotu, nosného drátu a držadla. Nahřívají se plynovým hořákem, ve výhni apod. Hrot se nesmí ohřát na více než 550 °C, aby nepřestal přijímat pájku. Úkolem hrotu pájedla je přenášet teplo a roztavenou pájku na pájený spoj.

Páječky mohou ohřívat pájedlo i vlastním zdrojem tepla:

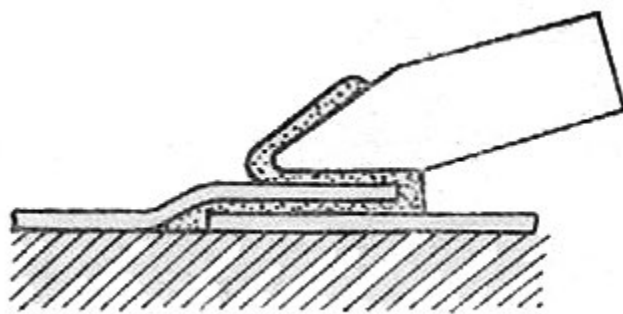
- **Elektrické** – trafo-páječky, používají se v elektrotechnice, na plošné spoje, pájení konců drátů apod.
- **Odporové** – mívají různou velikost pájecího hrotu i rozdílný výkon ohřevu hrotu. Ohřev pájecího hrotu provádí odporová cívka, která vnitřním průměrem obepíná pájecí hrot.
- **Plynové** – pro ohřev pájecího hrotu se používá hoření plynu. Plyn může být přiveden v dílně z pevného rozvodu plynu a pro montážní práce z tlakových lahví různých velikostí, obsahu a tvaru. Při vypotřebování plynu se prázdná tlaková nádoba jednoduchým způsobem vymění za plnou. Doporučuje se s novou nádobou neštěrkat, v nádobách bývají zbytky vody, které by mohly ucpávat trysky pro hoření plynu.
- **Benzínové** – používají se na montážní práce. Benzínovou páječku připravujeme tak, že nejdříve naplníme nádržku benzínem a otvor uzavřeme závěrným šroubem. Do ohřívací misky nalijeme trochu lihu a zapálíme jej. Ohřívacím plamenem se zahřeje trubka zplynovače a nasátý benzín se vypaří. Když dohoří ohřívací plamen (nikdy ne dříve), otevřeme ventil, aby mohly benzínové páry vstoupit do spalovací trubky. Zapálením vznikne ostrý plamen, který ohřívá pájecí hrot. Větší benzínové páječky bývají vybaveny hustilkou, kterou lze zvýšit tlak v nádrži.



Hroty páječek je potřeba občas očistit od opalů, kysličníků. Provádíme to pomocí tzv. salmiaku, který na sebe kysličníky mědi váže.



Pájecí měděný hrot



Správné položení pájecího hrotu na pájený materiál



Elektrické (odporové) páječky



Plynová páječka



• Pájka

Je to přídatný kov pro spojování součástí. Bod tavení musí být zásadně pod bodem tavení součástí, které mají být pájením spojeny. Jako pájky slouží např. tyče, dráty, fólie, vlákna, pájecí prášek, pájecí pasty, trubičky s tavidlem.

Pájky jsou především slitiny těchto kovů:

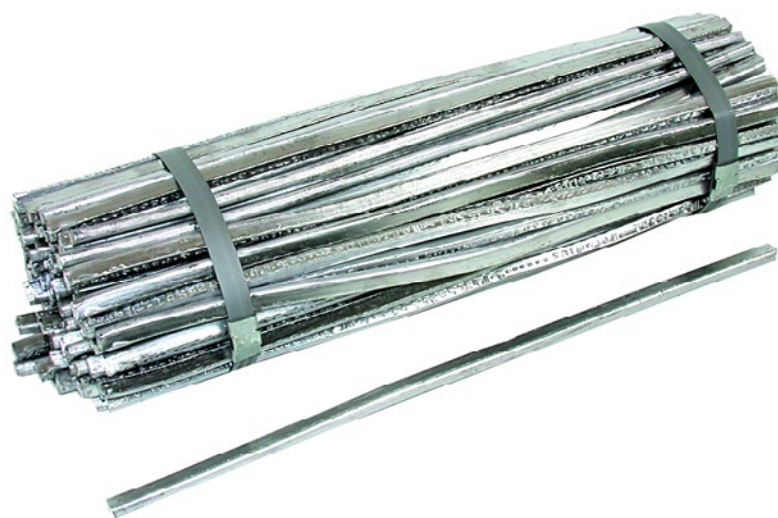
- **Měkké pájky** – cín (Sn), olovo (Pb), antimon (Sb), měď (Cu), stříbro (Ag), kadmium (Cd) a zinek (Zn). Jejich teplota tavení je pod 500 °C. Druhy pájení naměkko jsou – pájení plamenem, pájecí lázeň, pájení pájedlem a indukční pájení.
- **Tvrdé pájky** – z kovů, jako je měď (Cu), cín (Sn), stříbro (Ag), zinek (Zn), kadmium (Cd) a fosfor (P). Jejich oblast tavení začíná mezi 550–960 °C a končí mezi 600–970 °C.

Předpoklady dobrého pájení:

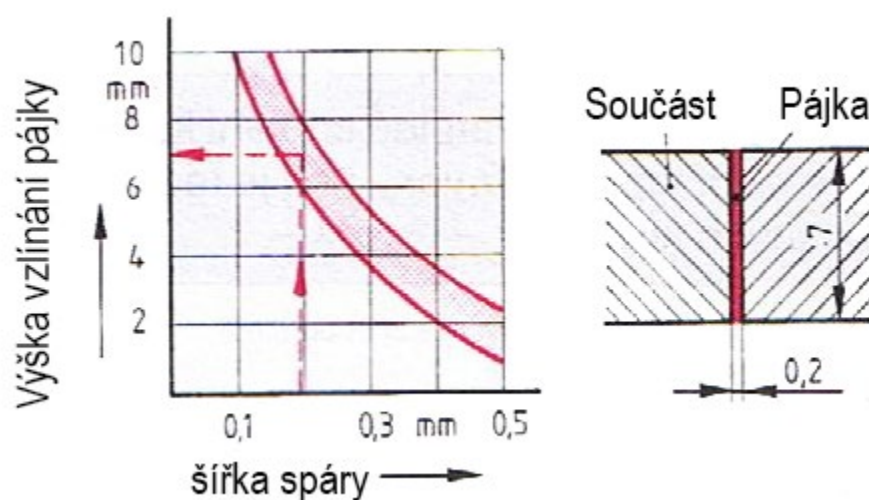
- *Plochy kovů, které mají být spojeny, musí být dobře připraveny k pájení a zbaveny nečistot. Zejména mastnota a oxidy zamezují spojení pájky s kovovými plochami. Pájeného místa se před pájením nedotýkáme ani prsty.*
- *Zahřívání podporuje vznik oxidů. Tavidla mají vzniklé oxidy kovů rozpouštět a během zahřívání zamezit tvorbě nových oxidů.*
- *Součásti a pájka musí mít při pájení požadovanou pracovní teplotu. Je to nejnižší povrchová teplota obrobku v místě pájení, při které se pájka taví a může difundovat do základního materiálu.*
- *Účinná teplota tavidla a tavení pájky musí být spolu sladěny.*



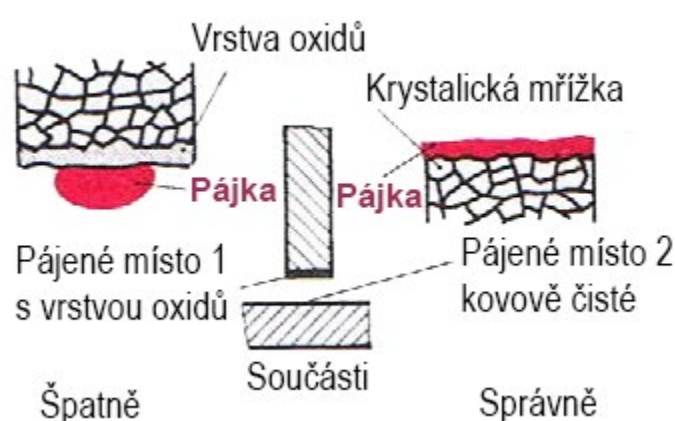
Cín na pájení trubičkový
(v dutině je tavidlo – kalafuna, užití v elektrotechnice)



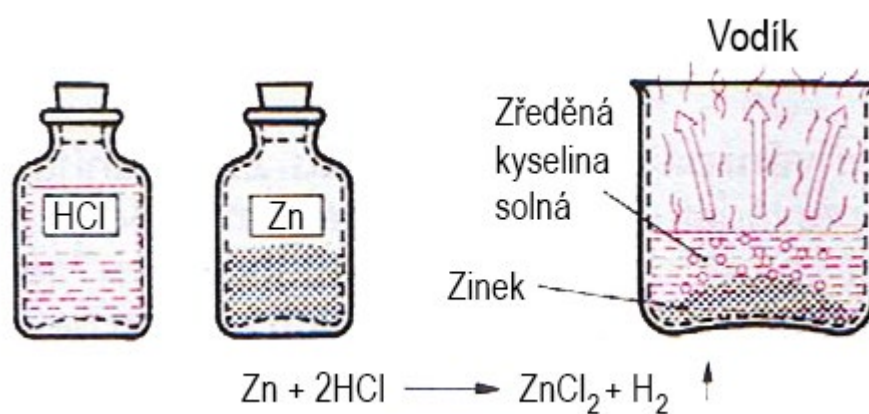
Cín na pájení (tyčový)
Pájka SnPb – v různých poměrech cínu a olova.
Použití – zejména klempířské práce. Pro obsah olova nemůžeme užívat v potravinářství.



Souvislost mezi šířkou spáry a výškou vztlínání pájky.



Předpoklad dobrého pájení. Pozor na oxidované materiály!



Výroba pájecí vody

Tavidla

Jsou to chemické látky, které na sebe váží kyslíčníky a jiné nečistoty a zajišťují tak lepší vazbu pájky na pájený materiál.

Každý kov je potažený vrstvou oxidu, která zamezuje spojení s pájkou. I když je tato vrstva rozpuštěna, tvoří se okamžitě, obzvláště zahříváním, nová vrstva. Tavidla, ochranné plyny nebo vakuum mohou vrstvu oxidů rozpustit nebo ji omezit. Pájka může do základního materiálu difundovat pouze tehdy, je-li odstraněna vrstva oxidů.



Každé tavidlo má určitou oblast účinné teploty. Je to oblast, kdy je tavidlo aktivní. Tato oblast musí být přizpůsobena pracovní teplotě pájky. Tavidla účinkují již pod pracovní teplotou (asi 50 °C) a nad teplotou pájení. Na pájená místa jsou nanášena ve formě kapaliny nebo pasty. Zbytky tavidla je nutno po pájení odstranit, neboť by mohly způsobit korozi. Tavidla se dělí podle oblasti svého použití.

Používáme například:

- **Pájecí voda** je roztok chloridu zinku a chloridu amonného s obsahem kyselin, korodující (účinná teplota 140–450 °C). Zbytky tavidla musí být omyty teplou vodou. Používá se na ocel, měď, slitiny mědi a cínu.

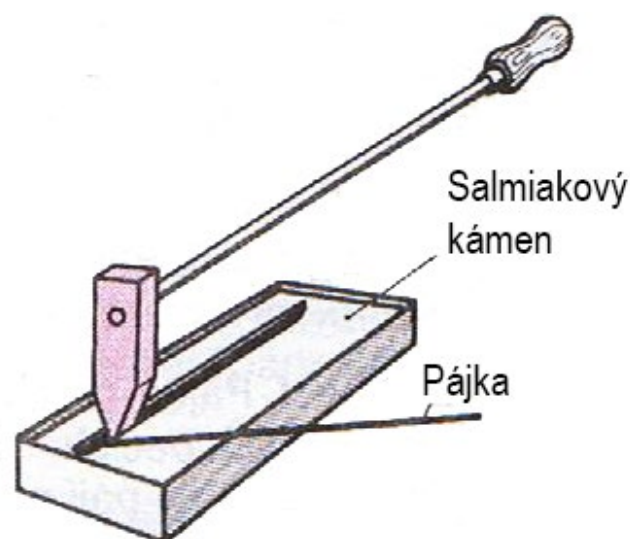
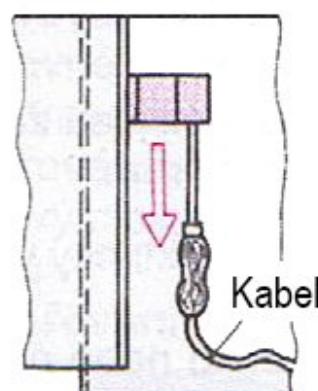
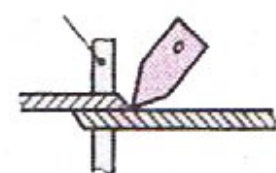


POZOR na pájecí vody s obsahem kyseliny! Při reakci vzniká vodík a kapalina se zahřívá. Uchovávejte v řádně označené lahvičce, uzavřené (pokud bychom nechali z lahvičky kyselinu vyprchávat, budou v dílně brzy veškeré kovové plochy a povrchy pokryty korozí)

- **Pájecí pasta** je směs zinkochloridu amonného s organickými tuky ve formě pasty nebo jako kapalná směs, podmíněčně korodující, pro teploty 200–400 °C. Zbytky se umývají ředidlem.
- **Kalafuna** je organická pryskyřice, nekorodující, pro teploty 200–400 °C. Používá se jako prášek nebo v jádru pájecích trubiček (drátů) převážně k pájení naměkko v elektrotechnice a elektrice. Zbytky mohou na pájeném místě zůstat.



Sevřeno kleštěmi



1 Pájení pájedlem naměkko

Očištění pájedla

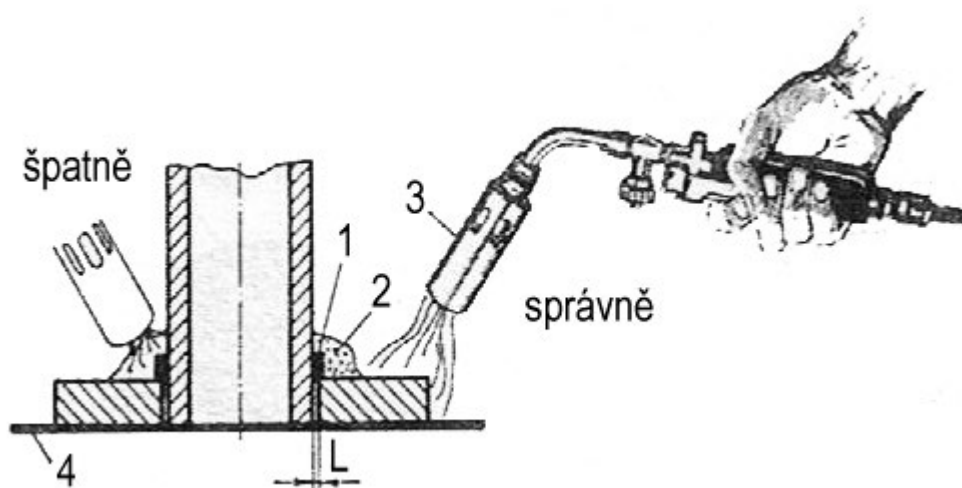
Pájedlo se čistí na salmiakovém kameni nebo pilníkem od oxidu měďnatého, aby pájka přilnula.

Očista pájedla a salmiakový kámen (chlorid amonný – dříve se užíval jako tavidlo, dnes k očištění pájecího hrotu)

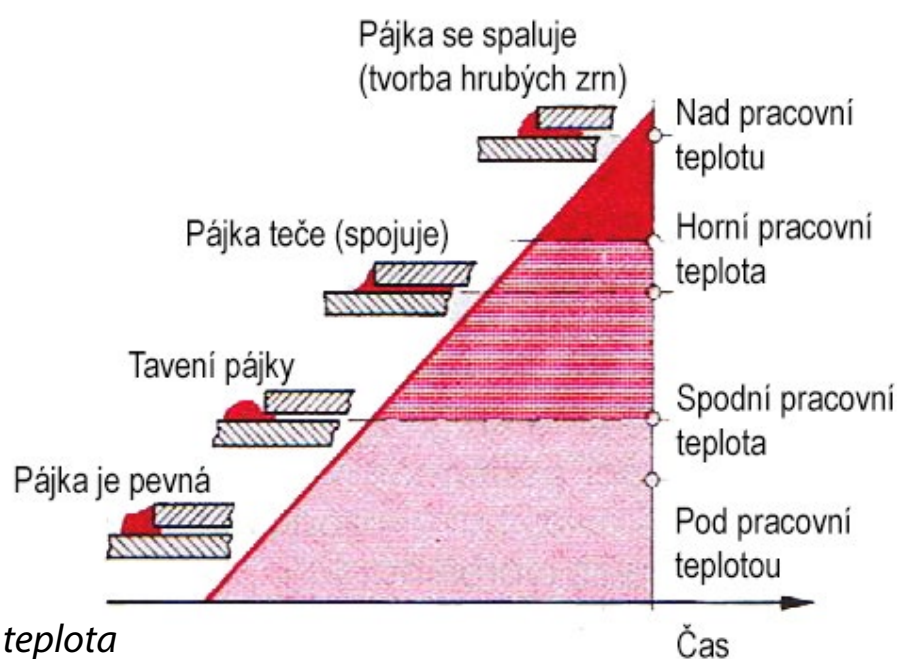


Pracovní postup pájení:

- Očista pájeného materiálu od nečistot a kyslíčnicků z pájených míst – smirkovým plátnem, drátěným kartáčem, ocelovou vlnou.
- Naneseme tavidlo k odstranění oxidových vrstev. Provádíme natřením štětečkem. U menšího rozsahu spoje se nanáší pájkou.
- Pájené místo se stejnoměrně zahřívá.
- Je-li dosažena pracovní teplota, odtaví se vložená nebo přivedená pájka na součásti. Důležité je, aby pájka nebyla nastavena do plamene a tím se neodtavovala, ale aby se zahřívala obrobkem.
- Po pájení necháme obrobek na vzduchu ochladit.
- Je třeba odstranit zbytky tavidla.



Pájení plamenem s vloženou pájkou – 1) vložená pájka, 2) tavidlo, 3) pájecí hořák, 4) podložka, např. šamot, L) spára při pájení

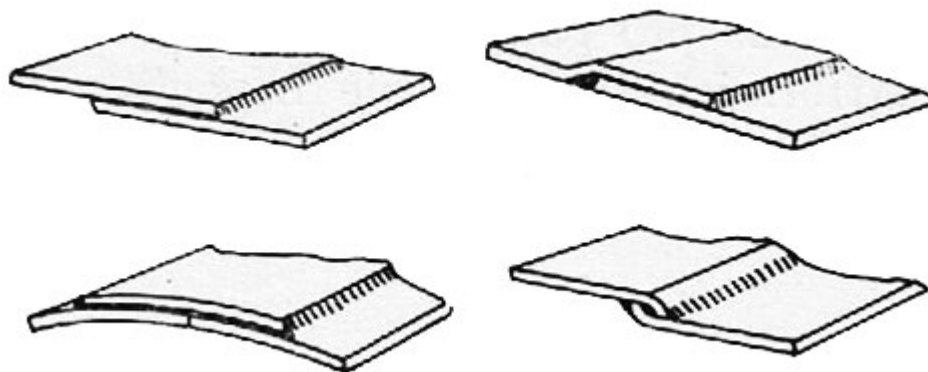


Pájecí postup a pracovní teplota

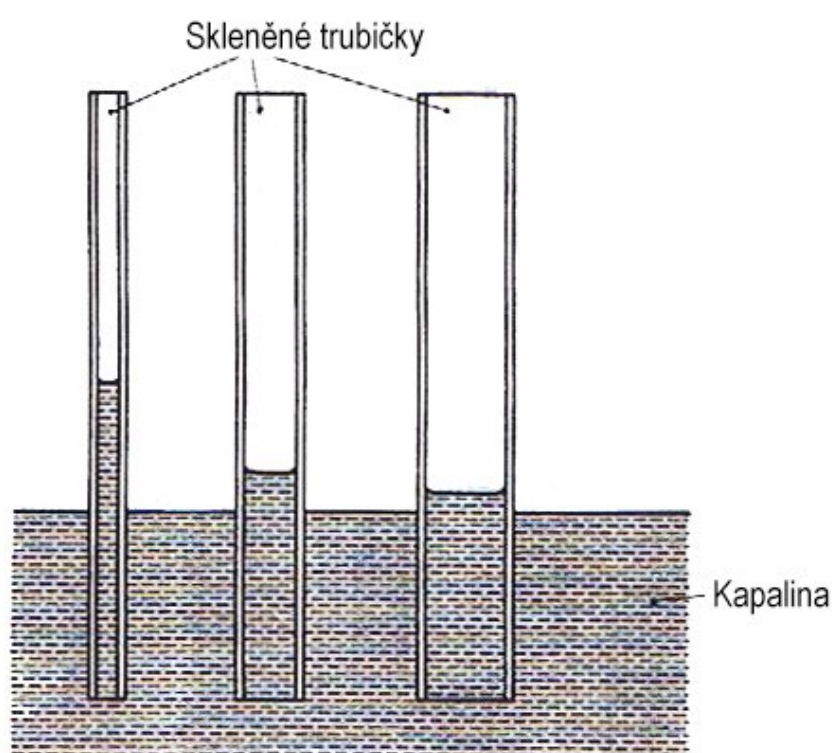
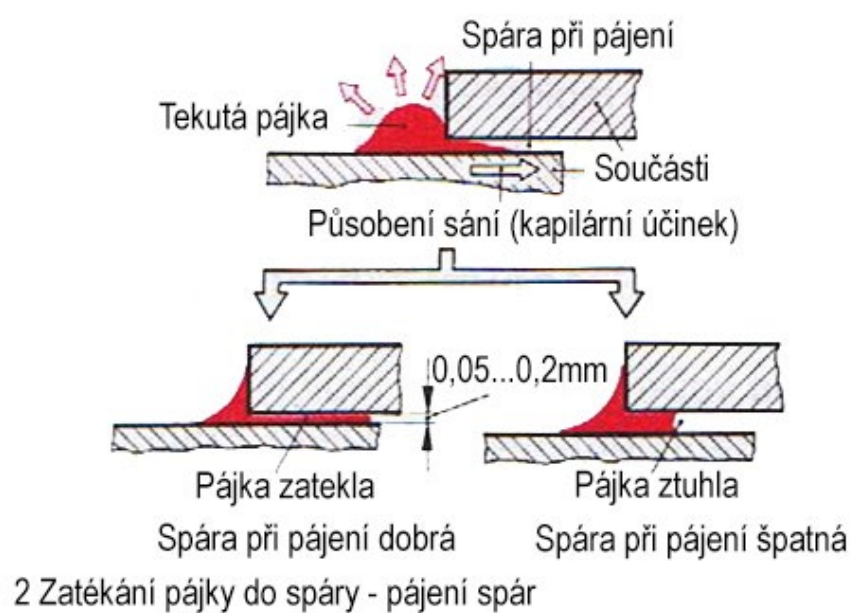


Druhy spojů

Obecně platí, že čím menší mezera mezi pájenými materiály, tím lépe.



Druhy pájených spojů pro měkké pájení



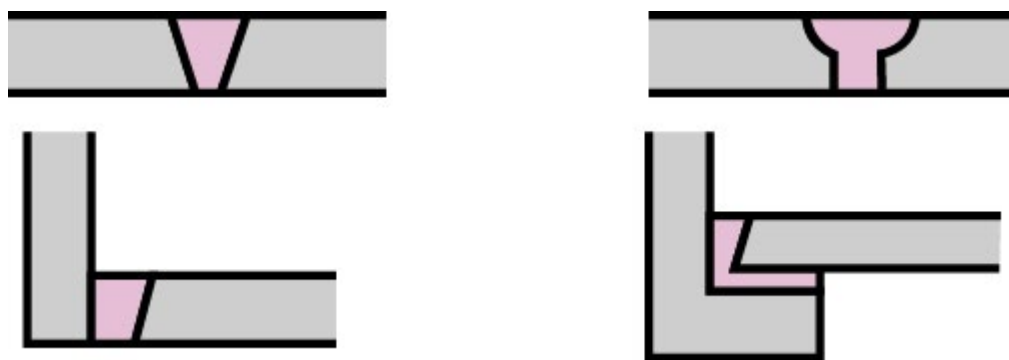
3 Výška stoupání kapaliny díky působení kapilárního účinku

Vzlínavost pájky dle velikosti ponechané mezery mezi materiály

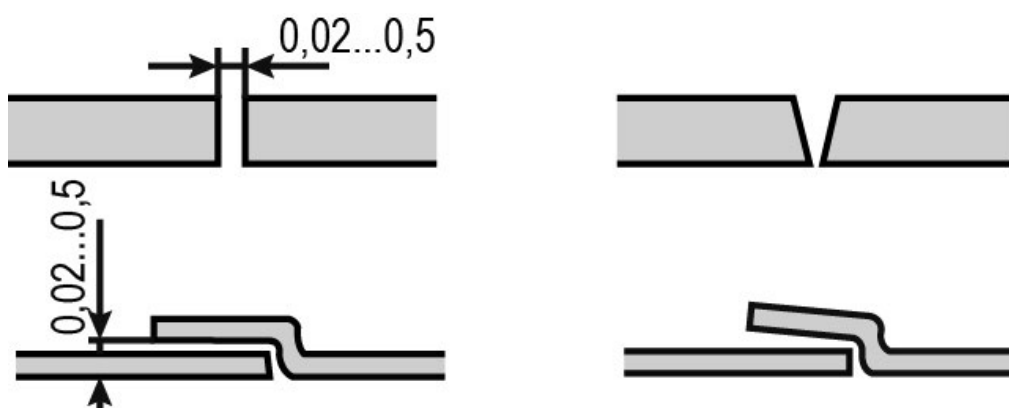


Kapilární a spárové pájení

Spárové pájení



Spára při kapilárním a spárovém pájení



Obecně – druhy spojů



Jednoduché přeplátování



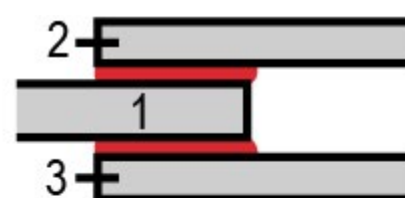
Stykové



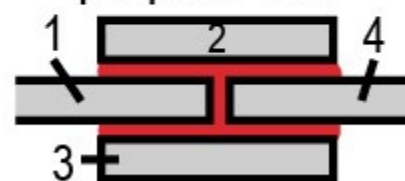
Odsazené přeplátování



Jednoduchá styčnice



Dvojité přeplátování



Dvojitá styčnice

Způsoby pájení v elektrotechnice

V elektronice užíváme obecně jemnější nástroje, páječky, než v běžné zámečnické nebo klempířské praxi. Používáme i jemnější pájky, jako je např. trubičková pájka, drátěná pájka. Tavidla používáme taková, která následně nezpůsobují oxidaci a korozi, např. kalafuna (bývá obsažena např. v trubičkové pájce). Ruční pájení v elektronice se používá pouze u kusové amatérské výroby a u oprav elektronických zařízení a při



pájení takových součástek, které nelze pájet strojně. Klasická transformátorová páječka je na většinu oprav hrubá a nehodí se na pájení součástek citlivých na elektrostatický náboj. Proto se používají různé druhy odporových páječek s různými provedeními hrotů a pokud možno s regulací teplot.



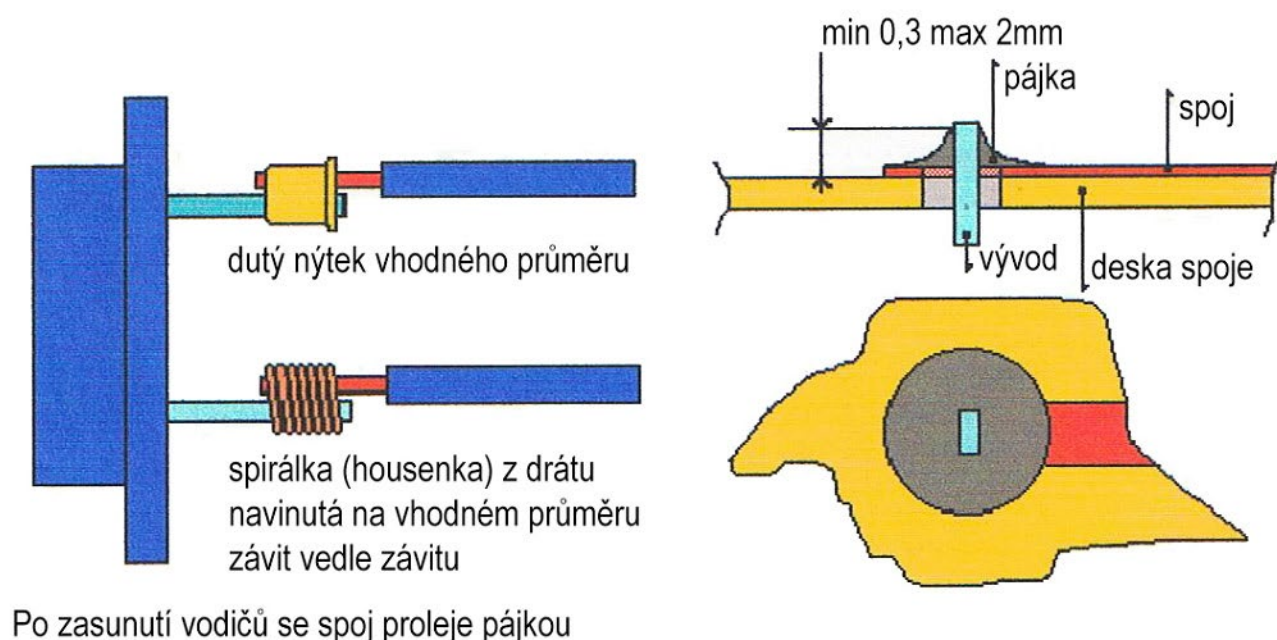
Elektrické spoje (plošný spoj), pájka (trubičková pájka), cín a kalafuna na pájení



Elektrická (trafo) pájka s výměnným pájecím hrotem

Postup zhotovení spoje

- Očistíme pájený spoj. Silně zoxidované spoje předem opájíme.
- Přiložíme součásti k sobě.
- Na spoj naneseme přiměřené množství tavidla.
- Přiložíme hrot páječky a prohříváme spoj.
- Po ohřátí přidáme do spoje pájku.
- Oddálíme páječku a počkáme na vychladnutí spoje.

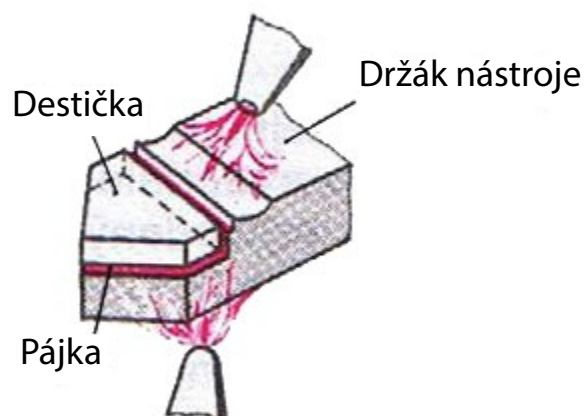


Po zasunutí vodičů se spoj proleje pájkou

Příklady pájených spojů v elektronice

PÁJENÍ NATVRDO

Tvrdé pájení je pevné nerozebíratelné spojení kovových materiálů za teploty vyšší než 500 °C tvrdými pájkami. Tvrdé pájení se používá při zhotovování nástrojů a strojních součástí. V porovnání s měkkým pájením je tvrdé pájení mnohem pevnější. Obecně platí, že čím je spára menší (řádově 0,1 mm), tím lépe působí kapilární vztlínavost pájky. Pájený spoj necháváme vždy volně vychladnout. Tvrdým pájením je možné úspěšně pájet ocel, litinu (pouze s předehřátím), nikl a hliník. Nelze pájet zinek a olovo. Velmi dobře se toto pájení uplatňuje při pájení drahých kovů.



Pájení plamenem natvrdo: Plamen s přebytkem acetylénu nahřívá současně destičku ze slinutého karbidu a držák.

• Páječky

Jsou zdroje tepla pro pájení. Mohou to být: pece, výhně, indukční ohřev, kyslíko-acetylenový plamen, ale i benzinová pájecí lampa. Při tvrdém pájení používáme přímý ohřev spojovaných materiálů a přikládáme pájku.



Kyslíko-acetylenová souprava



Plynový hořák



Způsob tvrdého pájení

• Pájky

Používáme hliníkové pájky, slitiny mědi, stříbrné pájky.

- **Hliníkové pájky** – Al-Si 5, pracovní teplota 625–640 °C; Al-Si 12, pracovní teplota 580–630 °C.
- **Pájky ze slitin mědi** mají vyšší pracovní teploty: 710–940 °C. Podle svého složení se používají na pájení armatur, pro pájení ocelí apod.
- **Pájky stříbrné** můžeme zpracovávat už za teploty 690 °C (Ag 50 Cu-Zn-Cd), slouží pro pájení stříbra a jeho slitin a pro pájení měděných vodičů. Nejvyšší teploty 960–1 000 °C vyžaduje pájka Ag 99,5, používá se pro pájení v elektrotechnice. Pájky, které jsou vyrobeny na bázi stříbra, se používají k pájení tlustostěnných součástí, k jemnému pájení, stejně jako k pájení plechů z mědi a jejích slitin a k pájení nerezavějících ocelí.



Tavidla

Pro tvrdé pájení používáme například:

- **F-SH 1**, sloučeniny bóru a fluoridů, oblast účinné teploty 500–800 °C, tavidlo pro stříbrné pájky.
- **F-SH 2**, sloučeniny bóru, oblast účinné teploty 750–1 100 °C, tavidlo pro tvrdé pájky ze slitiny mědi a zinku (jedovatý).
- **F-SH 3**, sloučeniny bóru, silikáty a fosfáty, účinné teploty přes 1 000 °C. Použití pro vysokotavné tvrdé pájky.



Tavidla

Kontrola správného spojení

Měla by následovat po provedení očisty pájeného spoje od tavidel. Tyto zkoušky slouží ke zjišťování skrytých povrchových i vnitřních vad materiálu, okují, plynových bublin, trhlin. Prověřují pevnost spojení, těsnost proti úniku média.

Způsob kontroly pájeného spoje volíme podle důležitosti spoje. Např. v elektronice na správném provedení spoje záleží vodivost propojených součástí a provádíme kontrolu vodivosti el. měřicími přístroji. Kvalitní spoj provedený klempířem zaručuje např. těsnost proti pronikání vody střechou atp.

- Kontrola správného spojení začíná už při přípravě materiálů pro pájení. Součásti musí lícovat, čím menší mezera, tím je lepší vzlínavost pájek a spoj má vyšší pevnost.
- Velice důležité je, aby pájené plochy byly čisté, bez oxidů, nemastné atp.
- Volíme správný pracovní postup, druh pájky, druh tavidla, vhodný ohřev pájeného materiálu.
- Po ukončení pájení spoj necháme volně vychladnout. Nezamáčet, nefoukat – rychlé ochlazení může změnit vlastnosti a krystalické uspořádání pájky.

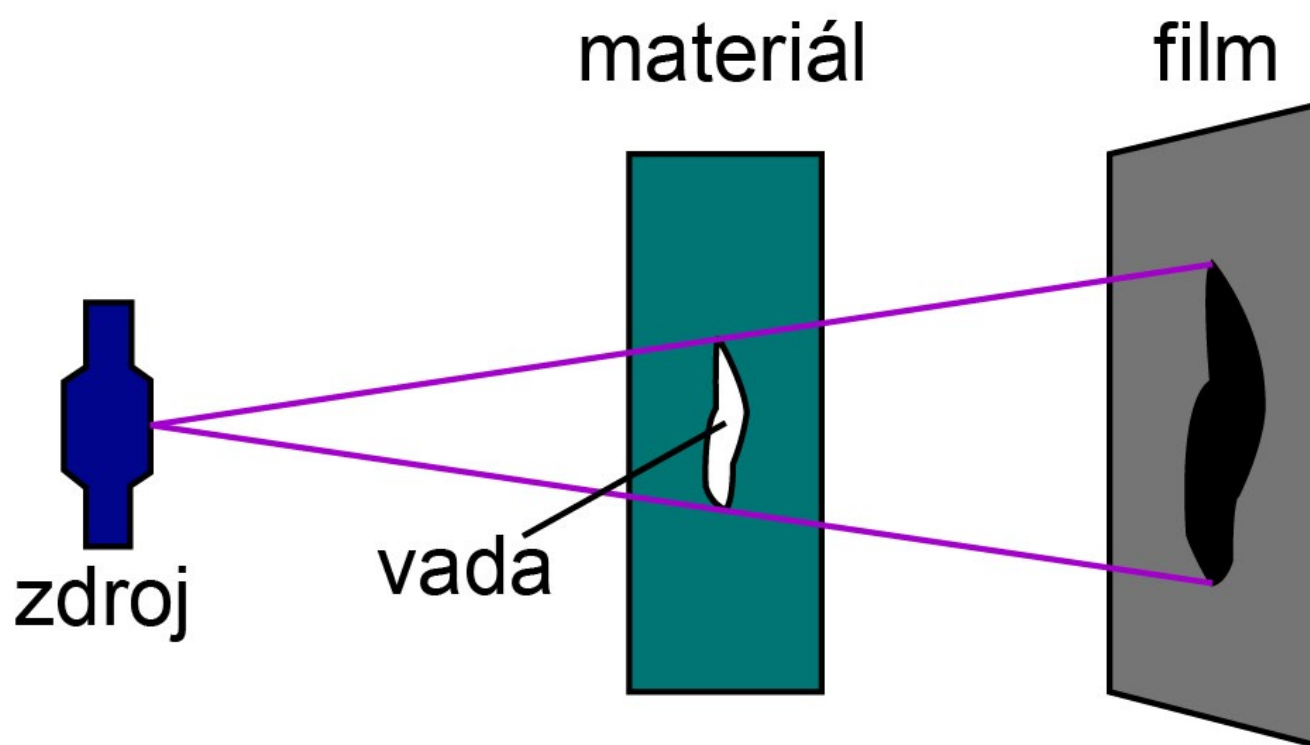


- Některá použitá tavidla po ukončení pájení mohou dál působit agresivně, proto je nutné provést po pájení očistu oplachem vodou atp.
- První kontrola provedeného spoje se provádí zrakem. Zjistíme, jestli je pájka ve spoji řádně zateklá, je-li prosáklá spojem, zda netvoří na povrchu pájených součástí shluky pájky atp.
- Další zkoušky se mohou provádět tzv. defektoskopicky, bez porušení materiálu.

NEJDŮLEŽITĚJŠÍ DEFEKTOSKOPICKÉ METODY

• Prozařování

Při průchodu ionizujícího záření materiálem dochází k zeslabování tohoto záření. Toto zeslabení závisí mimo jiné na tloušťce materiálu. Pokud je v materiálu defekt s vhodnou orientací vůči směru záření, je záření v tomto místě méně zeslabeno (nebo více – v závislosti na materiálu v diskontinuitě). Za předmětem se vytváří neviditelný reliéf primárního záření, který je třeba převést na viditelný obraz vhodným detektorem – v případě klasické (filmové) radiografické metody RT se jedná o radiografický film. Každý film má svou charakteristickou křivku, která určuje, jakého obrazového kontrastu se při dané aplikaci dosáhne. Z praktického hlediska je účelné (a doporučené normativními dokumenty) pracovat v lineární části charakteristické křivky – tedy pracovat se zčernáním (optickou hustotou) radiogramu vyšších hodnot. Změna radiografického kontrastu bude při stejném rozdílu intenzit primárního záření v místě vady a mimo ni větší, při vyšším zčernání.

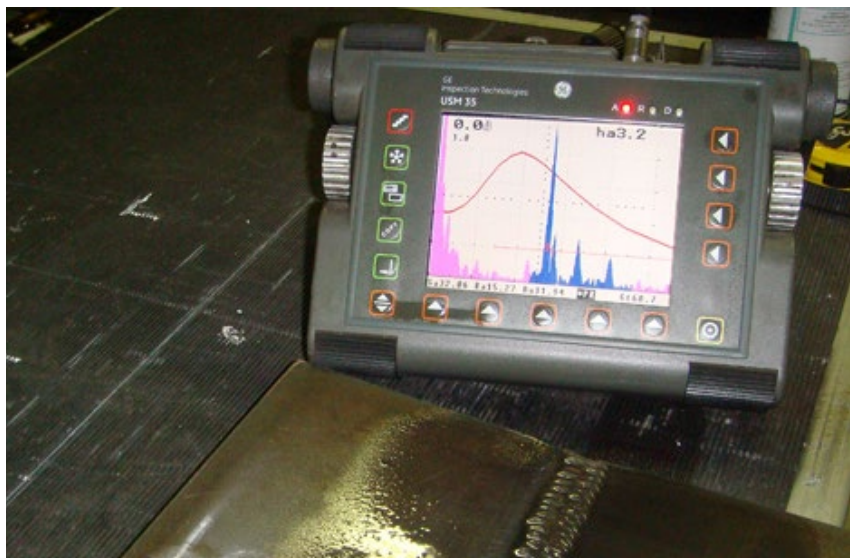




••••• Ultrazvuk

Je jednou ze základních metod nedestruktivního zkoušení. Ultrazvuková metoda umožňuje zjistit přítomnost vnitřních vad materiálu, a to i ve velké hloubce pod povrchem. UT metoda má největší dosah se všech NDT metod.

Je využívána především pro zkoušení tvářených polotovarů (plechy, výkovky, tyče), svarů a odlitků. Uplatňuje se však významně i při zkoušení různých typů nekovových materiálů, jako jsou některé typy plastů a kompozitů. Výhodou této metody je možnost automatizace procesu kontroly, především u polotovarů jednoduchého tvaru (trubky, plechy, tyče apod.). Kromě vnitřních vad typu trhlin, dvojivosti, dutin apod. je možno zjišťovat i vady povrchové. Mezi další výhody patří např. okamžité zobrazení výsledků zkoušky.



••••• Magnetické a indukční metody

Vhodným zmagnetováním feromagnetického materiálu dojde k jeho magnetickému nasycení. Případná vada v materiálu má jiné magnetické vlastnosti – většinou bývá nemagnetická (vzduch v trhlíně, struska, plyn v póru). V místě vady dochází k deformaci magnetického pole, jeho siločáry vystupují nad povrch. Vzniká tzv. rozptylový magnetický tok, který je nositelem informace o místní změně magnetických vlastností. Na povrch materiálu se nanáší jemný feromagnetický prášek, jenž se magneticky přichytí na povrch, avšak pouze v místě rozptylového toku. Prášek na povrchu vytváří indikaci zobrazující reliéf rozptylového toku způsobeného vadou. Indikace se hodnotí na základě vizuálního vjemu barevného nebo jasového kontrastu. Detekční schopnost metody začíná při šířce vady jednotek tisícín milimetru.





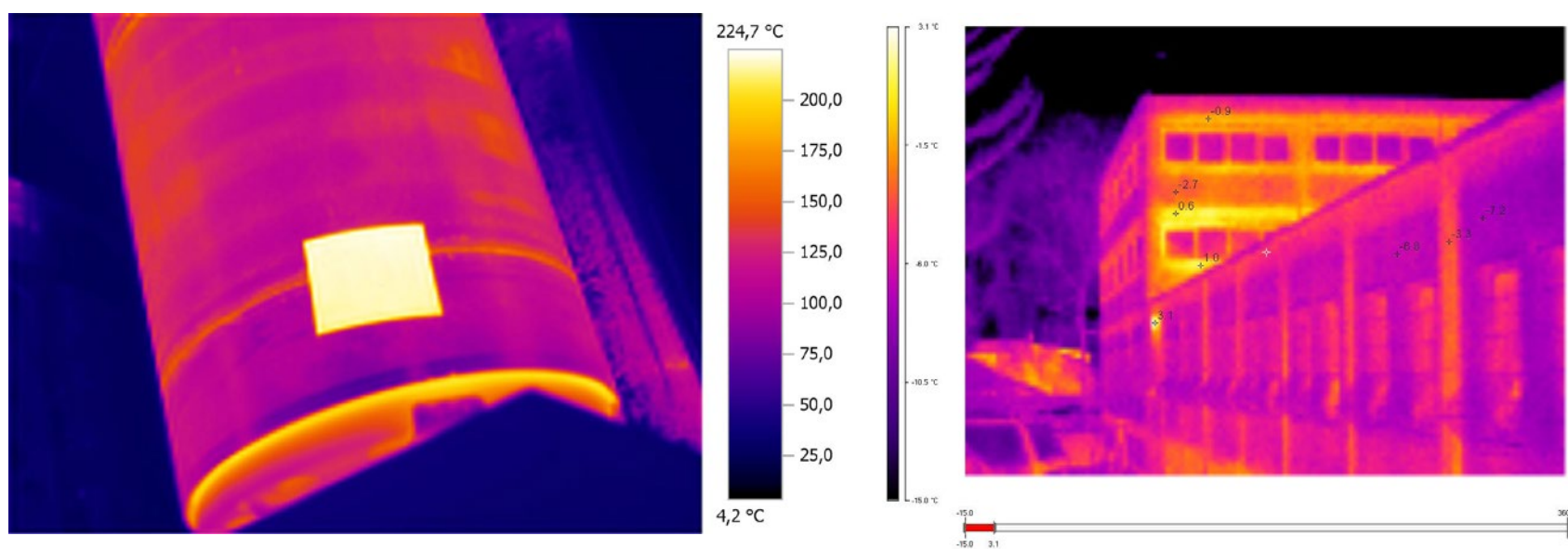
••••• Kapilární metoda

Na připravený (očistěný, odmaštěný a vysušený) zkoušený povrch součásti se nanese kapalina vhodných vlastností – penetrant. Po určitou dobu se ponechá tento penetrant působit – vniká do případných necelistvostí. Po ukončení penetračního času se přebytek penetrantu ze zkoušeného povrchu odstraní a nanese se tzv. vývojka. Vývojka působí jako absorbent („piják“), nasává penetrant, který vnikl do necelistvostí, a zároveň vytváří kontrastní pozadí. Při následné inspekci jsou posuzovány dvojrozměrné indikace zjištěných necelistvostí. Tato metoda umožňuje zjistit povrchové vady, které jsou pouhým zrakem neviditelné. Indikace se hodnotí na základě vizuálního vjemu barevného nebo jasového kontrastu. Detekční schopnost metody začíná při šířce vady jednotek tisícín milimetru (v závislosti na drsnosti povrchu, druhu přítomných vad, použité citlivosti zkušebního procesu apod.).



••••• Termografie

Jsou to metody hodící se pro kontrolu součástí a jejich spojů v náročných provozech, jako jsou tepelné elektrárny atp.





Bezpečnost práce:

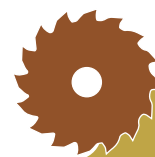
- Použít pracovní oděv, pracovní obuv, rukavice.
- Udržovat pořádek na pracovišti.
- Při manipulaci s materiálem používat ochranné pomůcky (rukavice, háčky apod.). Dodržovat zásady – nosit dlouhý materiál ve dvou, rozměrově velký materiál (např. plechy) taktéž.
- Při práci s páječkami pracujeme s teplotami nad 250 °C, případně i s otevřeným ohněm. Páječky odkládáme na nehořlavé podložky, aby nedošlo k zahoření. Pozor i na popálení, ohřátá páječka či pájedlo drží ještě dlouho teplotu.
- Při pájení budeme pracovat s pájkou obsahující olovo, které je toxické! Roztavená pájka může při práci i odkápnout, proto je třeba mít pracovní obuv.
- Pozor na manipulaci s tavidlem, hrozí nebezpečí vdechnutí výparů, nebezpečné je i potřísnění. Při práci s tavidly je důležité udržovat tyto látky v originálním balení, aby nemohlo dojít k záměně a např. tuto látku někdo nepožil. Na originálním balení navíc bývá uveden i návod k použití, druh látky, první pomoc při požití nebo potřísnění apod. Vždy je třeba se s návodem seznámit před započetím práce.
- Z technologického i bezpečnostního hlediska je nutné po pájení provést očistu pájených materiálů od tavidel, pokud to není tavidlo bezoplachové (jako např. kalafuna).
- Při práci s plynovými páječkami dodržovat bezpečnou vzdálenost otevřeného ohně od plynové láhve.
- Při nahřívání benzínových lamp používat líh (tekutý, tuhý), ne benzín! Nedoplňovat benzínovou lampu, pokud je ještě teplá po práci. Je nebezpečné se při plnění lampy potřísnit hořlavinou a následně manipulovat s otevřeným ohněm.



Kontrolní otázky:



1. Co je to pájka, páječka, tavidlo?
2. Vyjmenujte druhy pájek a jejich značení.
3. Popište vhodnost použití pájek, např. v potravinářství, při klempířských pracích.
4. Jaké tavidlo používáme v elektrotechnice?
5. Popište způsoby ohřevu páječek.
6. Co je to pájecí pasta?
7. Jaký je používaný rozsah pracovních teplot při měkkém pájení?



2.2 LEPENÍ



Zvyšování technické úrovně po druhé světové válce v oblasti spojování materiálů vedlo ke značnému rozmachu výroby syntetických lepidel, pojiv a tmelů. Za lepidla se považují obecně takové látky, které jsou při použití tekuté, smáčejí dokonale povrch materiálu, který chceme slepit, mají k němu dobrou adhezi a posléze se mění v pevné skupenství s vysokou kohezí molekul.

VÝZNAM

Lepení je velmi rychlý, a tedy i levný způsob spojování. Odpadá náročná příprava spoje, jako je vyměřování, důlčikování a vrtání děr, nezbytné např. u nýtování. Není třeba spojovacích součástí, jako jsou kolíky, šrouby, nýty aj. Tím se snižuje náročnost přípravy, snižuje se hmotnost. Moderní speciální lepidla, pokud je pro konkrétní spoj vhodně zvolíme, mají a musí mít minimální pevnost jako spojovaný materiál.

PŘEDNOSTI

- Můžeme spojovat stejné nebo různorodé materiály a různé tloušťky.
- Aplikací lepidel není narušena celistvost spojovaných dílců.
- Je možné připravit spoje vodotěsné i plynotěsné.
- Není narušován profil ani estetický vzhled lepeného souboru.
- Lepený spoj zabraňuje vzniku elektrolytické koroze kovových adherendů.
- Lepením nezvyšujeme hmotnost souboru, což je jedním z předpokladů miniaturizace.
- Spoje mohou být průhledné nebo i barevně přizpůsobené.
- Lze dosáhnout vysoké pevnosti spojů, zejména při namáhání ve smyku a rázové pevnosti.
- Ve srovnání s klasickými metodami spojování poskytuje lepení nové kombinační možnosti a dovoluje získat takové vlastnosti spoje, které nejsou dosažitelné běžnými způsoby spojování.



NEVÝHODY

- Nelze očekávat, že každé lepidlo poskytne pevné spoje na všech druzích materiálu. Neexistuje univerzální lepidlo pro všechny druhy materiálů.
- Klade vysoké požadavky na rovinnost a čistotu povrchu lepených dílů.
- Jsou nutné speciální úpravy povrchu adherendů se špatnými adhezními vlastnostmi.
- Konstrukčně použitelné spoje nejsou rozebíratelné.
- Většina lepených spojů je citlivá vůči namáhání v odlupování.
- Životnost reaktivních lepicích směsí je omezena.
- Maximální pevnosti spoje je dosaženo až po určité době.
- Odolnost vůči vyšším teplotám je omezena.
- Film termoplastických lepidel je citlivý vůči dlouhodobému statickému namáhání (vede k tečení polymerní složky lepidla).
- Lepení v průmyslovém měřítku je náročnější na vybavení pracoviště (nanášecí zařízení, lisy, přípravky apod.)

DRUHY LEPIDEL A JEJICH POUŽITÍ

••• Lepidla živočišného původu

Používala se nejvíce do doby objevu lepidel syntetických. Vyráběla se z živočišných nebo rostlinných materiálů. Dnes se používají ještě při lepení dřeva, v knihařství apod.

••• Lepidla rostlinného původu

Jsou to především lepidla **škrobová, pryskyřičná**. Používají se hlavně k lepení papíru. Jejich tuhnutí je způsobeno odpařováním vody, proto nejsou odolná vůči vlhkosti.

••• Lepidla pryskyřičná

Připravují se z přírodních pryskyřic a můžeme je rozdělit na dvě skupiny:

- **Vodou ředitelná** (arabská guma, přírodní latex apod.)
- **Rozpustná v organických rozpouštědlech** (kopál, pryskyřice, mastix apod.)

••• Lepidla minerální

Jsou poměrně málo rozšířena. Patří mezi ně lepidla vyrobená z vodního skla nebo z asfaltu.



Syntetická lepidla

Umožňují slepit látky, které se dříve nedaly slepovat. Lepí se s nimi konstrukce, které se dříve musely nýtovat nebo svařovat. Syntetická lepidla tvoří nejvýznamnější skupinu pojících materiálů, pro mnohá průmyslová odvětví. Syntetická lepidla mají lepší vlastnosti než lepidla přírodní, vytvářejí pevnější spoje, jsou odolnější vůči teplu, vodě, plísním atp.

PRÁCE SE SYNTETICKÝM LEPIDLEM

Syntetických lepidel je hodně druhů a není možné je zde všechny specifikovat. Pokud hledáme lepidlo na lepení konkrétního materiálu, najdeme si vhodné lepidlo v nabídce výrobců, v tabulkách nebo příručkách.

Každé syntetické lepidlo má přesný návod k použití, a jelikož je tento postup výrobcem již odzkoušený, je třeba tento návod dodržovat. Vyžaduje obvykle důkladné promísení, případně aktivaci různými urychlovači a tvrdidly. Lepidla, jejichž viskozita vzrůstá skladováním, musíme ředit. Totéž musíme dělat i tehdy, když potřebujeme dosáhnout tenčího naneseného filmu lepidla. Plochy musíme spojit v době, kdy má lepidlo největší lepivost, tato doba může být různá. Různá je i doba vytvrzování lepidla. Tuhnutí můžeme urychlit zahříváním horkým vzduchem atp. Tlak můžeme vyvinout např. lisem, svěrkami, ve svěráku, ručními válečky, závažím atp.

PŘÍPRAVA SOUČÁSTÍ K LEPENÍ

Lepené plochy musí být pečlivě mechanicky a chemicky očištěny (technickým acetonem, trichlorethylenem apod.), to znamená, že musí být zbaveny nečistoty a mastnoty, aby molekuly lepidla mohly přilnout na materiál. Smirkováním, pískováním nebo mořením (odstraňováním starého nátěru) jsou povrchy dostatečně zdrsňeny (otryskáním, smirkem apod.), aby bylo dosaženo zvětšení kontaktních ploch. Po očištění musí být kontaktní plochy pečlivě osušeny.

Lepicí vrstva se má pohybovat mezi 25–100 μm . S oběma spojovanými součástmi se nesmí až do vytvrzení pohnout. U epoxidových pryskyřic není potřeba větší tlak, stačí pouze dosedací (kontaktní) tlak.

Je nutné sledovat způsob namáhání lepeného místa a zabránit namáhání způsobem, který může lepený spoj narušit. Lepeným spojům nesvědčí např. namáhání v tahu, namáhání odlupováním. Pevnost spoje je závislá rovněž na druhu lepidla, velikosti přeplátovaných ploch a síle vrstvy lepidla.

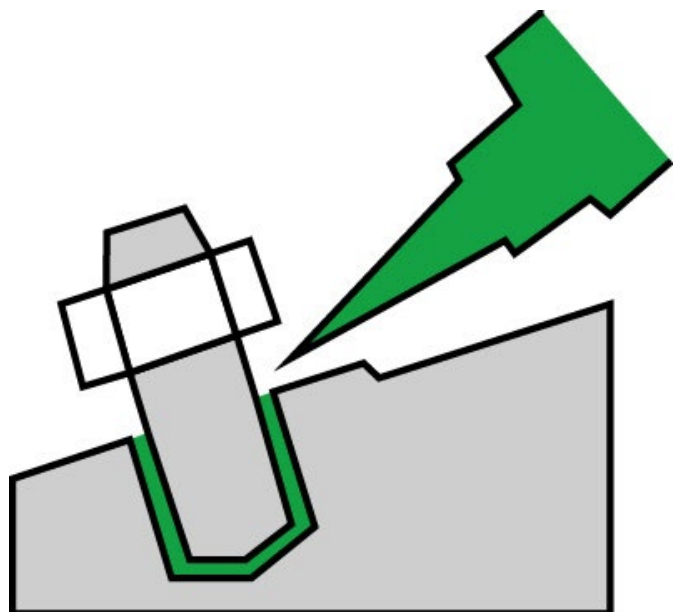


LEPENÍ A TMELENÍ V OPRAVÁRENSTVÍ

Lepení a tmelení je rychlý a relativně levný způsob spojování materiálů; můžeme také tmelit nerovnosti.

• Lepení

Používá se v dnešní době ve velké míře ve výrobě (automobilky v interiérech aut, laminování bazénů, lepení tavnými lepidly, ve stavebnictví apod.), a samozřejmě tím i v opravárenství. Pokud bylo při výrobě použito ke spojování lepení, používáme lepení i při opravách poškozených spojů. Lepení se dnes používá např. ve strojírenství k pojištění šroubů proti povolení, utěsňování vík převodových skříní. Dále k lepení plastových rozvodů vody, odpadního potrubí, nového brzdového obložení, obložení spojek automobilů. Opravy lepením provádíme i při opravách pneumatik, duší kol. Tavná lepidla používáme k lepení plastů (např. autoplasty).



Zajištění šroubu lepidlem



• Tmelení

Tmely jsou tekuté nebo tvárné hmoty schopné vytvářet tlustší vrstvy a vyplňovat otvory nebo spáry mezi tuhými materiály. Od všech druhů se požaduje schopnost vyplňovat daný prostor bez smršťování či propadání. Předpokladem kvalitního tmelení je i přiměřená adheze ke spojovaným materiálům. Tmely se vyrábí z mnoha organických i anorganických materiálů. Obsahují dvě funkčně rovnocenné složky, pojivo a plnivo.

Rozdělení (toto rozdělení je třeba považovat pouze za rámcové).

- Tmely lepivé
- Tmely vyrovnávací a spárovací
- Antikorozní a izolační
- Teplosměnné



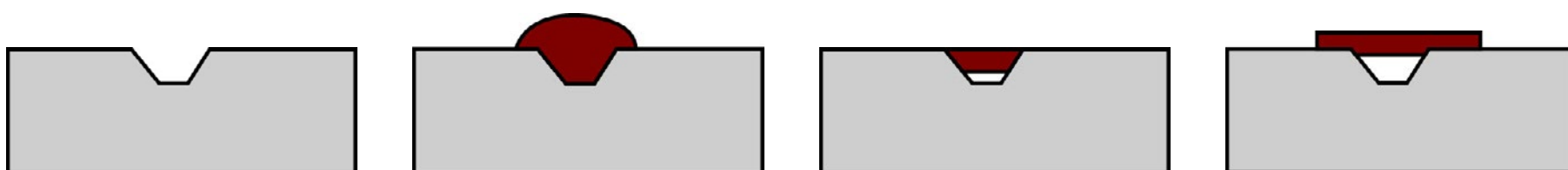
Doplňujícím aspektem může být i rozlišení tmelů podle materiálů, pro které jsou určeny (dřevo, beton, kovy, sklo apod.).

Pojivo pro tmely se vyrábí většinou podle zásad specifické adheze a dle požadavků na technologické vlastnosti spoje.

Plnivo není jen prostředkem pro zahuštění, ale podílí se plně na funkčních vlastnostech tmelu.

Tmely lepidivé – vyznačují se především dobrou adhezí ke spojovaným materiálům a kromě toho i vytvářením tlustého filmu, který ze spáry nevytéká. Rozdíl mezi lepidly a tmely je, že lepidla se nanášejí na dobře opracovaný povrch stykových ploch v tenké vrstvě. Tmely se nanášejí v tlustší vrstvě a musí být schopny přenášet pevnost v tlaku a ve smyku, vyznačovat se houževnatostí, vyrovnávat pnutí atp. Hlavním představitelem této skupiny tmelů jsou epoxidové lepidivé tmely. **Epoxidové pryskyřice** mají velmi dobré adhezní vlastnosti k řadě materiálů, mají minimální smršťivost po vytvrzení a také široké možnosti úprav po vytvrzení (broušení a jiné). Jako lepidivé tmely jsou vhodné především Eprosiny řady T, jejichž pryskyřičnou složku tvoří epoxidová pryskyřice ChS Epoxy 1200. Jednotlivé typy epoxidových tmelů se liší plnivem, a tím i konzistencí a vlastnostmi. Eprosiny se vyznačují velice dobrou adhezí ke kovům, keramice, sklu, betonu, dřevu. Nevhodné jsou na polyetylen, polypropylen, PVC, organické sklo. Používají se pro vylévání (tmelení) vad v odlitcích (plnivem bývá kovový prach), opravy strhaných závitů atp.

Další druhy lepidivých tmelů tvoří fenolitické lepidivé tmely, polyesterové lepidivé tmely, polyakrylátové tmely, polyvinylacetátové lepidivé tmely, polyvinylchloridové lepidivé tmely, asfaltové tmely, polymethakrylátové tmely, olejové tmely, silikonové tmely a anorganické tmely.



Tmelení vad – kaverna (např. v odlitku), nanesení tmelu (např. Eprosin), přebroušení do roviny s materiálem, nátěr



Eprosinový tmel, epoxidová pryskyřice 1200



Vzhledem k množství druhů vyráběných lepidel je vždy důležité seznámit se s návody výrobců, které jsou směrodatné pro užití lepidla v praxi.



Bezpečnost práce:

- Používáme ochranné pracovní pomůcky (pracovní oděv, obuv, rukavice, brýle, respirátory apod.).
- Pracujeme s rozpouštědly, tvrdidly apod., proto je třeba se před započatím práce dobře seznámit s vlastnostmi lepidel z hlediska hořlavosti a fyziologických účinků. Tyto údaje vždy najdeme na originálním balení výrobce, který je povinen tyto údaje na obalech zveřejňovat.
- Dodržovat protipožární opatření, protože budeme pracovat s lepidly a tmely obsahujícími organická rozpouštědla a hořlavé monomery.
- Je nebezpečné vdechovat výpary při přípravě směsí nebo při vytvrzování. Také je nebezpečné vdechovat prach suchého lepidla (např. po broušení tmelu).
- Tvrdidla jsou zpravidla kyseliny a mohou způsobit poleptání, podráždění dýchacích cest apod. Páry mohou poškodit i zrak, je nutné používat ochranné brýle.
- Zajistit dobré odvětrávání pracoviště.
- Při práci nejíst, nekouřit.
- Pozor na otevřený oheň.
- Po práci se řádně očistit od potřísnění lepidlem, omýt se mýdlem, ošetřit ochranným krémem.



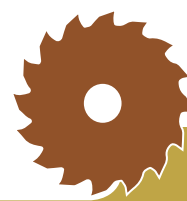
Kontrolní otázky:



1. Jakou technologii, bezpečnost práce atp. budeme používat při práci s lepidlem?
2. Co to jsou epoxidové pryskyřice a Eprosiny?
3. Proč je nutné používat originální obaly různých lepidel?
4. Popište příklady používání lepidel v praxi.



3 RUČNÍ ZPRACOVÁNÍ NEKOVŮ A POVRCHOVÁ ÚPRAVA



3.1 NEKOVOVÉ MATERIÁLY



3.2 ZÁKLADNÍ NATĚRAČSKÉ PRÁCE





3.1 NEKOVOVÉ MATERIÁLY

Nekovové materiály můžeme rozdělit na:

a) Přírodní látky

- organické (dřevo, papír, kůže, textilie apod.)
- anorganické (keramika, sklo, cement, písek apod.)

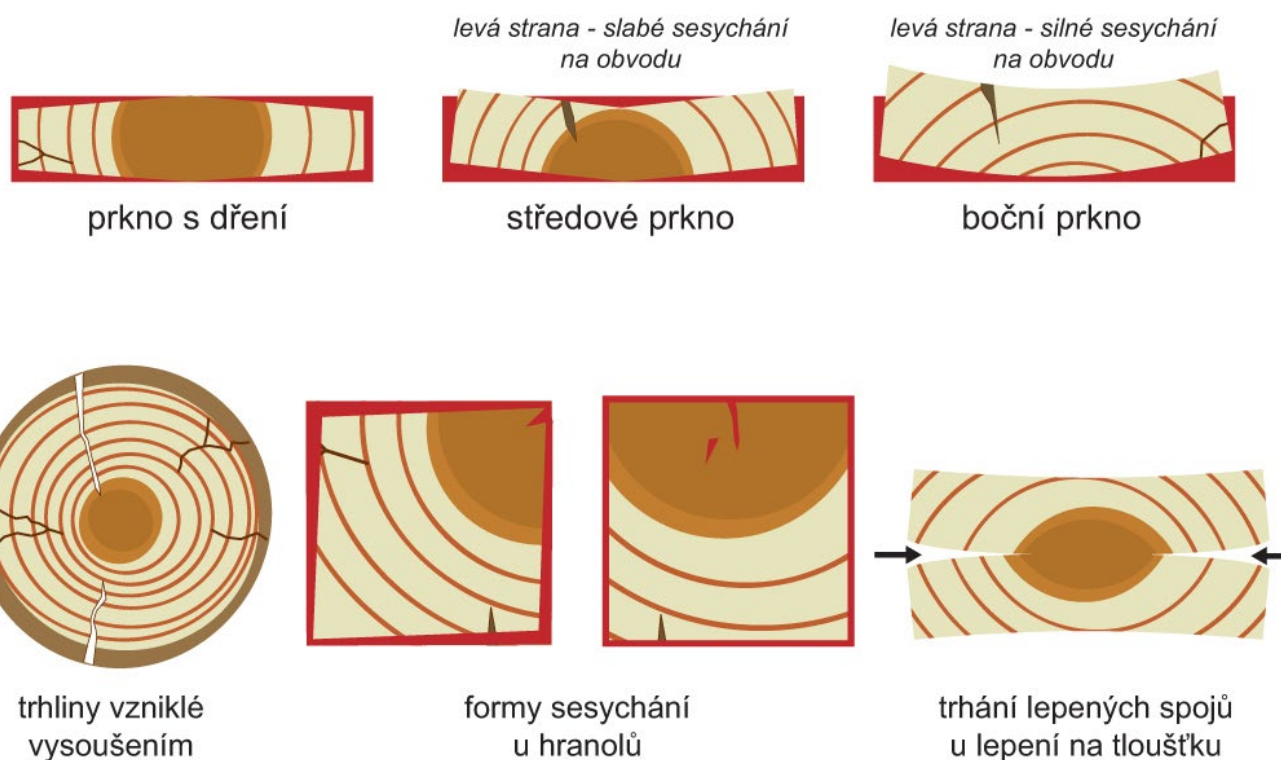
b) Plastické hmoty

- termoplasty (součásti tvarované teplem)
- reaktoplasty (tvrdé, např. bakelit)
- elastomery (roztahitelné, tvarované, elastické součásti)

DŘEVO

- **Jehličnaté** – borovice, smrk, jedle, modřín atd. Jde o více nebo méně měkké dřevo, hodící se zejména na stavební konstrukce (vazby střech apod.), bednění, ploty, obaly, palety, řezivo, dýhy, výrobu překližek, jako palivo, apod.
- **Listnaté – měkké** – lípa, jírovec (kaštan), topol, vrba, bříza apod. Používají se pro řezbářství, prkénka na pokračování v kuchyních, nábytkářství, výrobu papíru apod.
- **Listnaté – tvrdé dřevo** – dub, buk, jasan, habr, javor, akát atp. Tvrdé dřevo se používá v nábytkářství, pro kvalitní stavební konstrukce, dýhy, překližky, násady na nářadí atp.

formy sesychání u prken a fošen



Jak pracuje (křiví) řezivo při vysychání



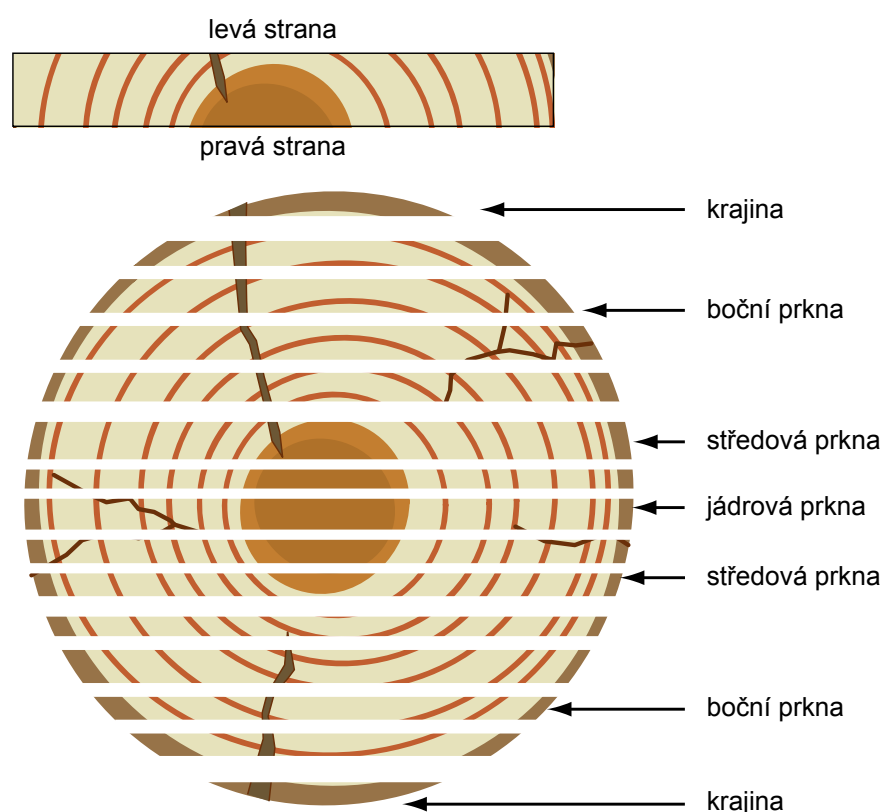
• Zpracování dřeva

Dřevo je organický materiál a jeho zpracování a opracování se děje třískovým obráběním, řezáním již od prvopočátku, tj. od kácení stromů, (benzínové řetězové pily, speciální lesní mechanizace apod.).

Abychom získali z vytěženého dřeva kvalitní řezivo, je nutné dodržovat určitá pravidla. Změnám vlivem vysychání nebo bobtnání zabráníme sušením, vyluhováním a impregnací. Oloupané kmeny nebo řezivo schnou pod kůlnami (chráněny před přímým sluncem) i několik let. Rychleji se suší uměle v sušárnách dřeva, vytápěných teplými plyny, párou, teplým vzduchem. Dříví je narovnáno a proloženo na vozících, kterými ho do komor zavážíme. Doba sušení je různá podle průřezů sušeného řeziva. Stav vysušení můžeme v průběhu sušení měřit speciálním přístrojem na měření vlhkosti.

• Loužení dřeva

Kmeny stromů řežeme na řezivo (prkna, fošny, hranoly, latě atd.) na strojích zvaných katry. Řezivo dále zpracovávají – truhláři (nábytek, vybavení domů, drobné výrobky ze dřeva atp.), tesaři (vazby, vnější stavební dřevěné konstrukce), koláři (dnes vymírající řemeslo, vyráběli loukoťové kola na povozy apod.).



Základní opracování dřeva se děje řezáním (ruční pilky, okružní pily, pásové pily, apod.), hoblováním (ručními hoblíky, strojním hoblováním na srovnávačkách, na protahovačkách), frézováním (horní a spodní frézky – frézují různé profily hran do dřeva, např. na rámy obrazu apod.), dlabačky (vytváří zádlaby pro spojování dřeva do ráků apod.).

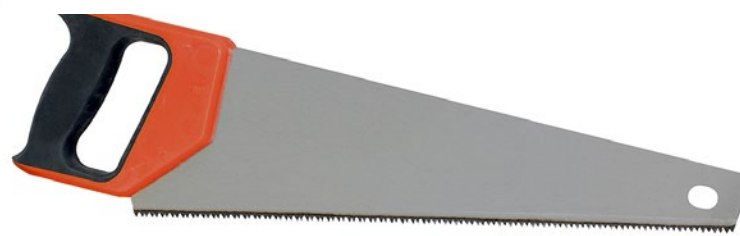


••••• Nástroje k opracování

Pila na dřevo, ruční hoblík, dláta



Ruční pilka, pásová pila, okružní pila na dřevo



Ruční pily na zkracování dřeva



Ruční elektrický hoblík, ruční dřevěný uběrací a drážkovací hoblík



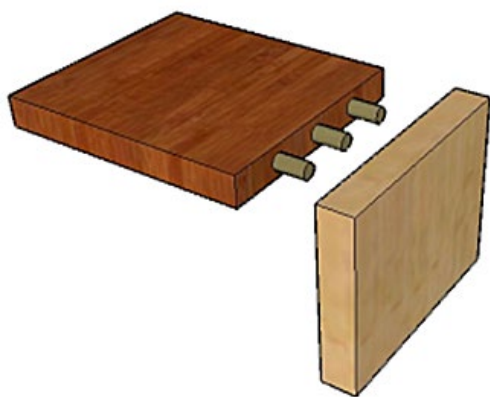
Plochá dláta



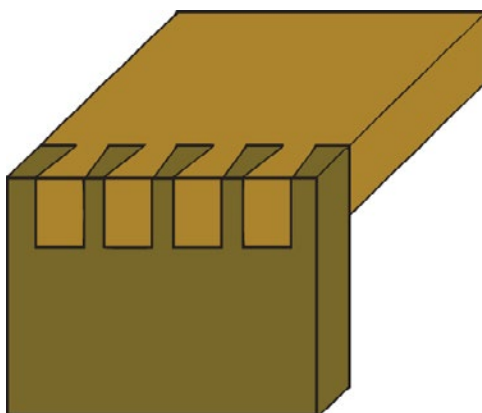
Dláta řezbářská

❖ Základní spoje a jejich zajištění

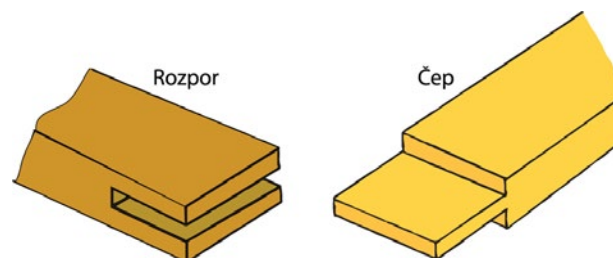
Základní truhlářské spoje se jistí proti pohybu klížením (lepením). Než slepený spoj zatvrdne, je vhodné ho zajistit např. svěrkou, kolíkováním, hřebíkem, hvězdičkou.



Kolíky



Ozuby



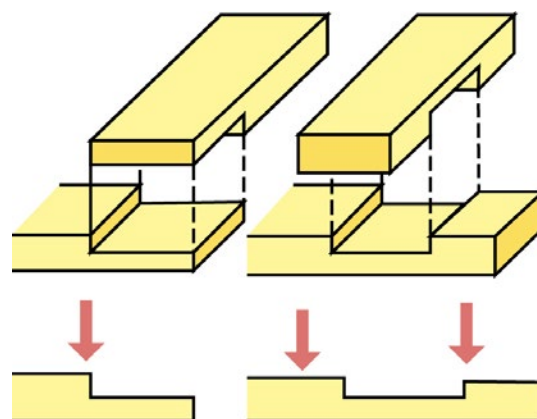
Čep a rozpor



Pero a drážka



Hmoždinky



Přeplátování

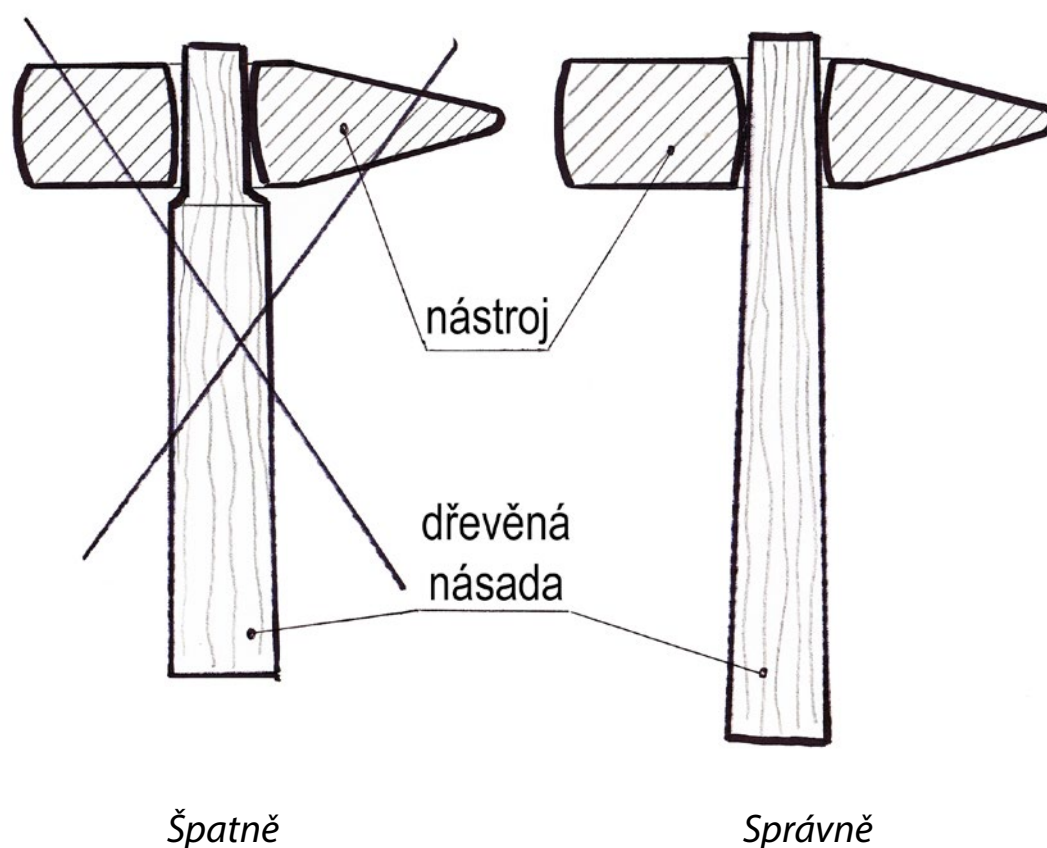


Nasazování dřevěných násad na nástroje

Některé nástroje i ve strojírenských oborech používají dřevěné násady – kladiva, kovářské nástroje, lopaty, krumpáče, pilníky, pilky na železo apod. Dřevo je tzv. „živý“ materiál, který pracuje. Pokud necháme nástroj s dřevěnou násadou např. na slunci, brzy zjistíme, že máme nástroj uvolněný. Pokud bychom nástroj nechali ve vlhkém prostředí (dřevo je schopno pojmout za vlhka až 10 % vody), nástroj se zase pevně usadí na násadě.



Protože je někdy potřeba nástroj na násadě opět dorazit, musí mít násada správný tvar. Obecně to platí pro všechny nástroje usazené na dřevěných násadách. Někdy je potřeba nástroje ještě zajistit proti vypadnutí – k tomu slouží dřevěný nebo ocelový klínek (naráží se do zářezu), hřebík, vrut do dřeva apod.



PLASTY

Plasty v mnoha případech nahrazují dřevo. A v současných technologiích si již nedovedeme bez plastů různé výrobky představit (např. automobilový průmysl). Jsou to organické látky, které se získávají z přírodních látek buď synteticky, nebo chemickou přeměnou.

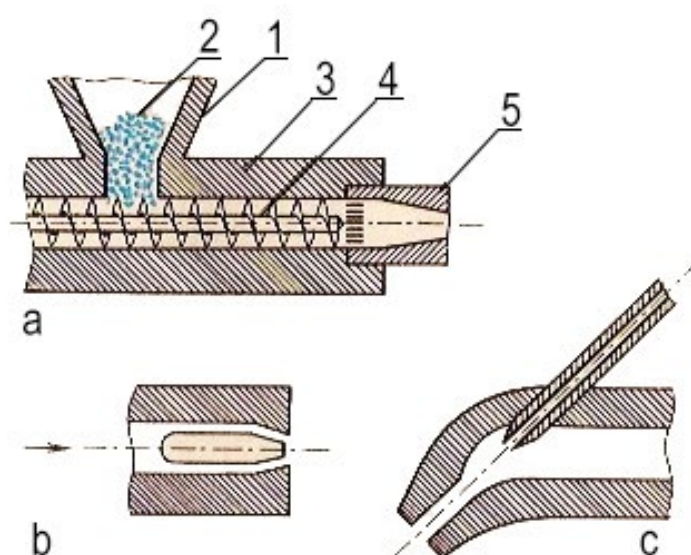
Vlastnosti

Jsou to převážně sloučeniny uhlíku, s výjimkou silikonů, které se odvozují ze sloučeniny kyslíku a křemíku. Mají malou hustotu, menší než je hustota hliníku. Dají se přibarvovat.



Jsou nepropustné (voda, plyn). Jsou odolné vůči chemikáliím. Jsou špatnými vodiči tepla, tepelná a tvarová stálost je omezena. Jsou prakticky nevodivé. Dají se rychle zpracovávat, litím, vstřikováním, foukáním.

Skupina	Změna vlastností	Příklad plastů	Využití
Termoplasty (tepelně tvárné)	Působením tepla měknou a působením chladu opět tuhnou, mění se vratně	Polystyrén PVC Organické sklo	Spotřební průmysl
Reaktoplasty (tepelně tvrditelné)	Působením tepla dochází k chemické reakci a plasty se vytvrzují, mění se nevratně do netavitelného a nerozpustného stavu	Kartit Umakart Epoxidy Sklené lamináty Polyestery	Strojírenství Doprava Chemický průmysl



Vytlačování – a) tyče, b) trubky, c) opláštování vodiče

Termoplasty

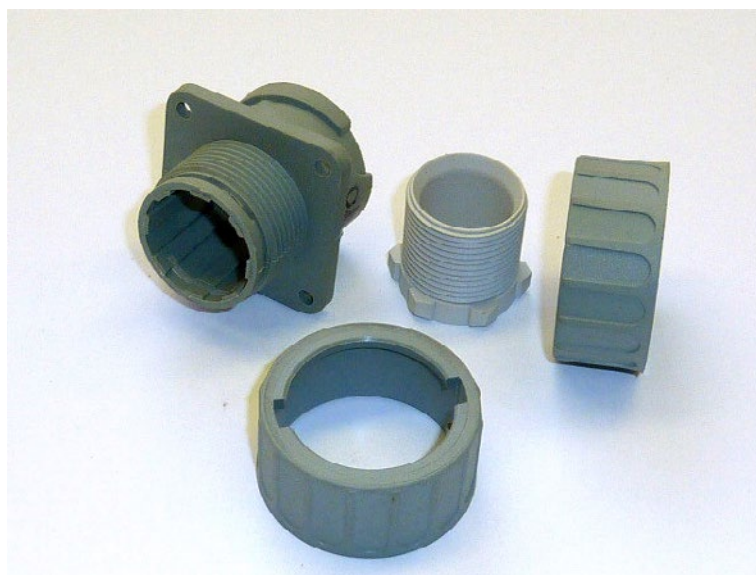
Hmoty tvarované teplem. Zvyšováním teploty se stává hmota plastickou a dá se zpracovávat vstřikováním, vyfoukáváním. Při ochlazení se mění plastický materiál na pevný.





Reaktoplasty (termosety)

Hmoty teplem vytvrzované. Jsou to hmoty, které nejsou po prvotním zpracování již dále zpracovatelné. Jsou vyrobené ze syntetických pryskyřic. Plnidlem je dřevěná moučka. Má tmavou barvu a je výborným elektroizolátorem. Jsou křehké, málo odolné na náraz.



Elastomery

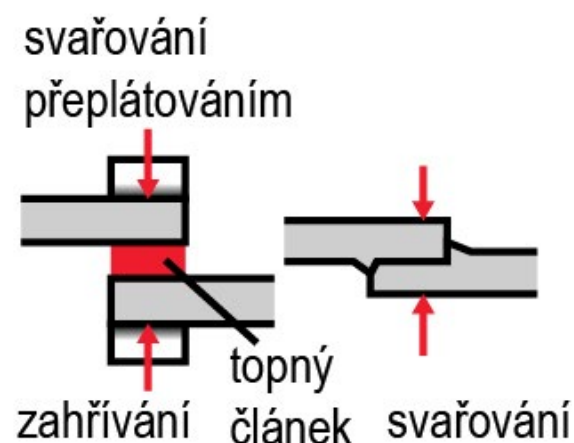
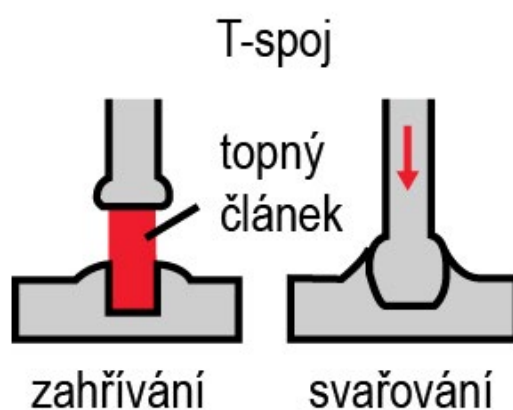
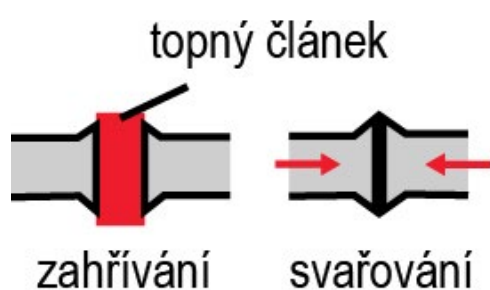
Roztažitelné, tvarované, elastické součásti. Mají vlastnosti pryže, mohou měnit tvar a potom se zpět vrátit do původního tvaru.

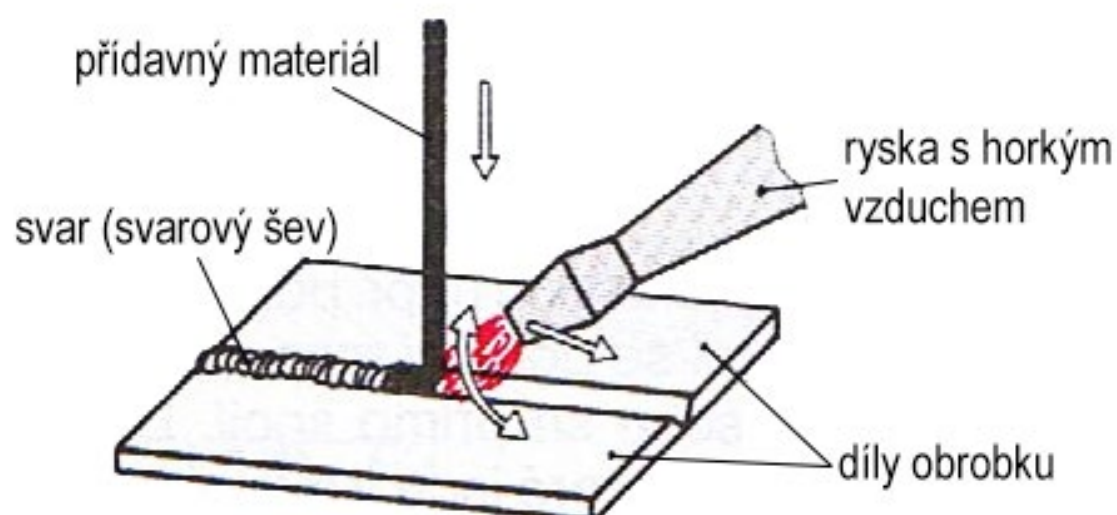
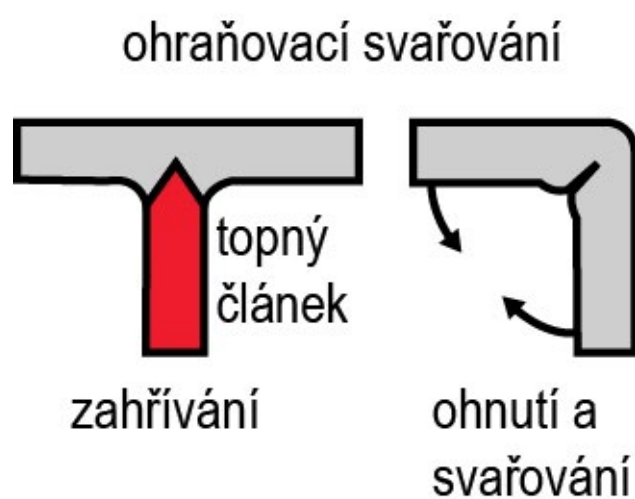


Spojování

- lepení
- svařování

svařování na tupo





Příklady svařování plastických hmot



Bezpečnost práce:

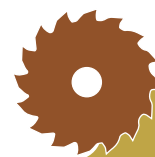
- Používání ochranných pomůcek (boty, oděv, rukavice, brýle apod.).
- Nástroje na opracování dřeva musí být ostré, při práci s nimi dbáme, aby k řezu docházelo při pohybu nástroje směrem od těla.
- Mít dobře upnutý materiál.
- Opracovávat násady tak, aby se uvolněný nástroj dal opravit a nemohlo dojít např. ke spadnutí kladiva z násady.
- Pracovat na obráběcích strojích na dřevo může jenom poučený a zaškolený pracovník.

Kontrolní otázky:



1. Jaké znáte použití dřeva v kovooborech?
2. Vyjmenujte druhy dřevin a popište vhodnost jejich použití.
3. Co to jsou termosety?
4. Co to jsou termoplasty?





3.2 ZÁKLADNÍ NATĚRAČSKÉ PRÁCE



Natírání má význam proti rozrušování materiálu chemickými a fyzikálními vlivy působícího prostředí. Potřeba soustavného řešení problému koroze a protikorozi ochrana se stala naléhavou především při rozšířeném používání korodujících kovů, hlavně oceli.

DRUHY POVRCHOVÝCH ÚPRAV

••••• Mechanické úpravy

Broušení, leštění, omílání, otryskání.

••••• Chemické úpravy

Patří sem odmašťování, chemické moření a odrezování, fosfátování, pasivace, chromátování, barvení, chemické leštění, bezproudé vylučování kovových povlaků.

••••• Elektrochemické úpravy

Patří sem elektrochemické pokovování, způsobené průchodem elektrického proudu elektrolytem (např. anodická oxidace hliníku, chromování, niklování apod.).

••••• Organické úpravy

Úprava povrchů nátěrovými hmotami, práškové plasty, konzervační povlaky. Provádí se natíráním, máčením, poléváním, stříkáním. Je nejrozšířenější (více než 90 % povrchově upravovaných ploch).

••••• Tepelné úpravy

Využívají k úpravě povrchu tepelnou energii. Největší skupinu tvoří vytváření povlaků z roztavených kovů (zinkování, cínování, hliníkování, olovění atd.).

PŘÍPRAVA NATÍRANÉHO MATERIÁLU – PŘEDPOKLAD PRO KVALITNÍ VÝSLEDEK

••••• Mechanická úprava povrchu

Účelem je především zbavit povrch korozních produktů (broušením, leštěním,



kartáčováním, otryskáním apod.), oxidových vrstev, mechanických zbytků po předchozí technologické operaci (opalování starých nátěrů), vytvořit podmínky pro zvýšení korozní odolnosti.



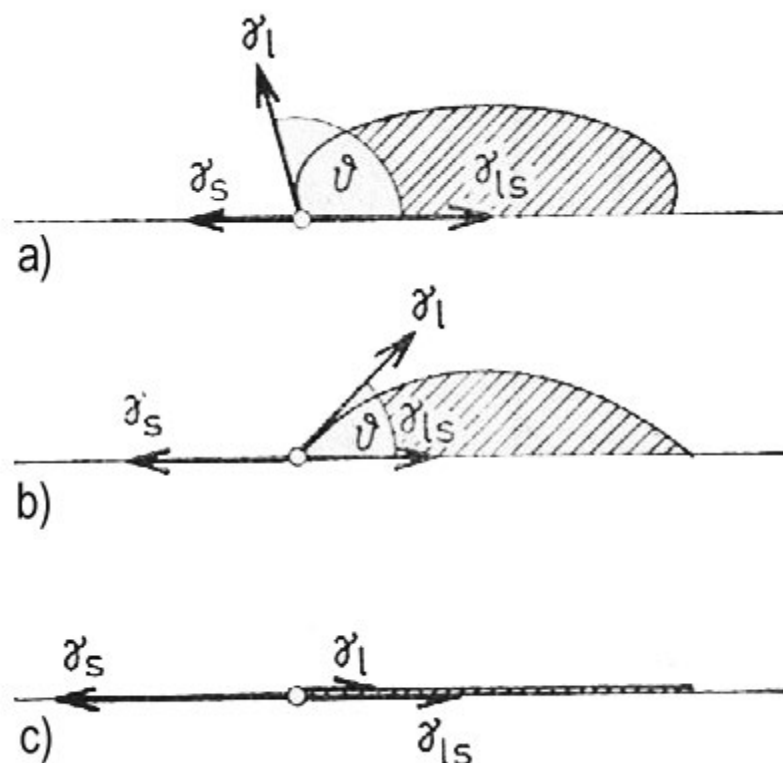
Drátěné kartáče: mosazný, rotační

Chemické úpravy

Tvoří souhrn procesů a operací, kde vlivem chemické reakce nebo chemického prostředí dochází k fyzikální nebo chemické změně povrchu upravovaného kovu.

Například:

- **Odmašťování v organických rozpouštědlech** – je to prosté fyzikální rozpouštění mastnoty.
- **Odmašťovací roztok** – vodný roztok alkálií spolu s detergenty odstraňuje z povrchu kovových součástí mastnoty (rostlinné, živočišné a minerální tuky, kovový prach, zbytky brousicích a leštících past). Alkalické anorganické soli jsou základní složkou odmašťovacích přípravků. Nejběžnější je hydroxid sodný NaOH.
- **Ultrazvukové odmašťování** – kavitační děje rozrušují a odstraňují mastnoty ze všech míst povrchu včetně povrchu otvorů i malých průměrů. Vhodné pro jednotlivé dílce.
- **Elektrolytické odmašťování** – odmašťování ponorové v alkalickém roztoku za využití el. proudu na tvorbu bublin vodíku a kyslíku pro zvýšení mechanického účinku na povrch součástí.
- **Odmašťování párou nebo tlakovou vodou** – je vhodné na očištění rozměrných a velmi znečištěných součástí.
- **Odrezování chemické** – odstranění rzi anorganickou kyselinou, převedení rzi na komplexní sloučeniny. Ponorem nebo nátěrem v kombinaci s kartáčováním.



Chování kapaliny na povrchu látky: **a)** nesmáčení, **b)** smáčení, **c)** rozestírání

PROVÁDĚNÍ ZÁKLADNÍCH NÁTĚRŮ

Základní nátěr tvoří mezivrstvu mezi připraveným podkladem součásti a vrchním nátěrem. Tyto nátěry mají velmi dobrou přilnavost ke kovovým povrchům a zvyšují přilnavost vrchního nátěru. Základních nátěrových hmot je dnes spousta druhů – vodou ředitelné, syntetické, nitrobarvy, reaktivní nátěrové hmoty (na pozink. plech) apod. Není zde účelné je všechny vyjmenovávat, k tomu můžeme použít katalogy výrobců. Základní nátěr nanášíme štětcem, válečkem, stříkáním, máčením.

• Štětce

Používáme kulaté, ploché, zárožáky (ploché štětce na dlouhé násadce) – používáme vždy štětce přiměřené velikosti.





••••• Válečkování



••••• Stříkání

Provádíme pistolí na vysavač, el. vibrační pistolí, vzduchovou pistolí na kompresor.

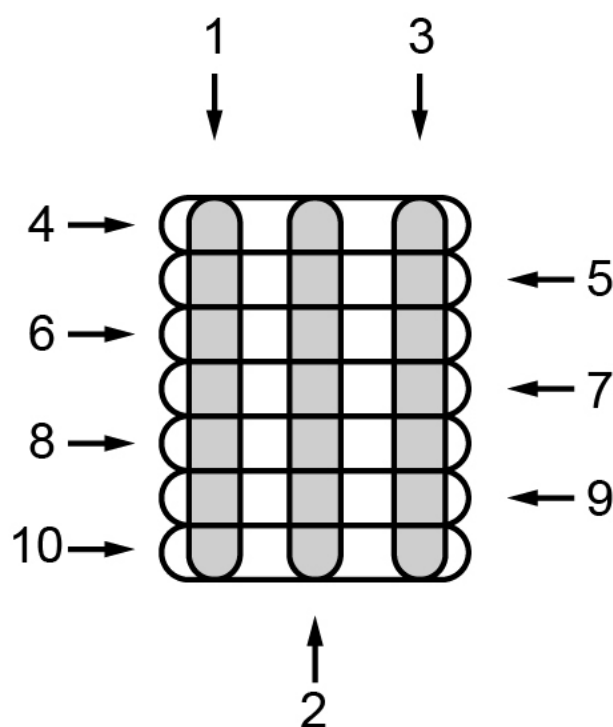


Stříkací pistole



VRCHNÍ KRYCÍ BARVY

Vrchní nátěr se nanáší na vyzrálý podkladový nátěr. Je nutné a vhodné používat pro nátěr součásti ucelenou řadu, tj. pokud budu provádět vrchní nátěr syntetickou barvou, musím použít pro základní nátěr také syntetickou barvu. Mohlo by se stát, že když bych použil na olejový nebo syntetický základní nátěr vrchní nátěr nitro, došlo by, vzhledem k agresivitě nitroředidel, k narušení (zkrabatění) podkladového nátěru.



Způsob natírání štětcem: 1–3 tahy nanášecí, 4–10 tahy roztírací.

Základní charakteristika nátěrových hmot

Charakteristiky různých druhů barev se všemi důležitými údaji najdeme v katalogu výrobců nátěrových hmot. Je vhodné držet se při práci návodu výrobce.

V návodu je uvedena spousta informací, např. první pomoc, likvidace zbytků atp., a to i formou piktogramů.

Bezpečnost práce:

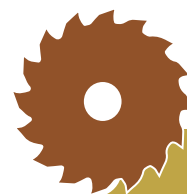
- Používat pracovní ochranné bezpečnostní pomůcky (oděv, obuv, rukavice, ochranné brýle, respirátory).
- Budeme pracovat s těkavými látkami, proto je třeba pracovat v dobře větraných prostorech.
- Budeme pracovat s hořlavinami, pozor na potřísnění a otevřený oheň.
- Vždy se před zahájením práce seznámit s údaji na obalu nátěrové hmoty, ředidla, chemikálie. Jsou zde údaje o technologii použití nátěrové hmoty, údaje o první pomoci při potřísnění atp.
- Jedná se většinou o nebezpečný odpad a dle toho je třeba s prázdnými obaly zacházet.



Kontrolní otázky:



1. Jaké rozeznáváme druhy nátěrových hmot?
2. Popište bezpečnou práci s nátěrovými hmotami.
3. Jak likvidujeme plechovky od nátěrových hmot?
4. Charakterizujte základní nátěrové hmoty.
5. Charakterizujte vrchní nátěrové hmoty.
6. Jak odstraňujeme staré nátěry?



4 ZÁKLADY STROJNÍHO OBRÁBĚNÍ

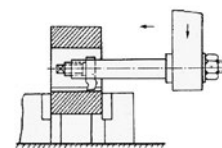
4.1 SOUSTRUŽENÍ



4.2 FRÉZOVÁNÍ



4.3 HOBLOVÁNÍ



4.4 BROUŠENÍ



4.5 VRTÁNÍ





4.1 SOUSTRUŽENÍ

***i** Je to nejobvyklejší druh obrábění a se soustruhy se setkáme v podstatě ve všech obrobkách, nářadovkách, opravnách a údržbářských dílnách. Soustružení se používá především k obrábění válcových tvarů při odebírání materiálu obrobku jednobřítým nástrojem pohybujícím se rovnoběžně k ose rotace obrobku upnutého ve sklíčidle.*

DRUHY SOUSTRUHŮ

• Hrotové soustruhy

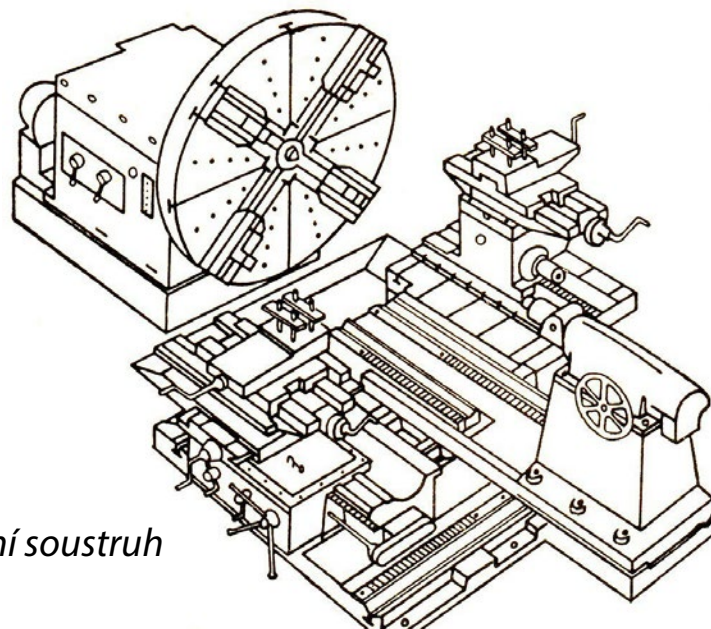
Používají se v kusové a malosériové výrobě pro soustružení hřídelových a přírubových součástí.



Univerzální hrotový soustruh

• Čelní soustruhy

Jsou určeny pro soustružení obrobků velkých průměrů a malé výšky, např. setrvačnicků, lanových kotoučů apod.

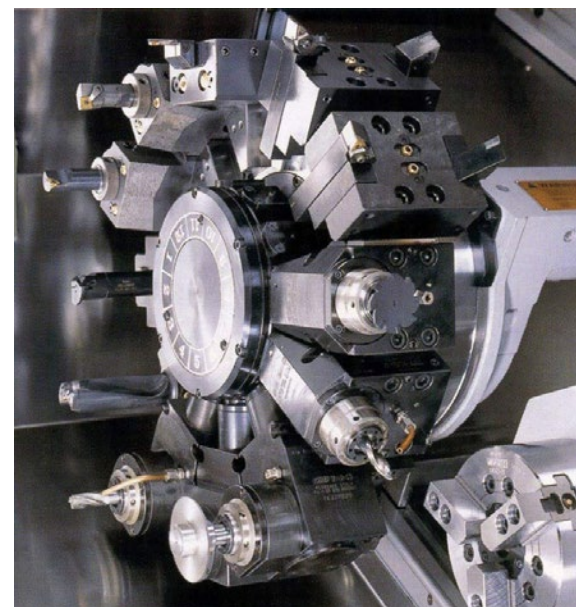


Čelní soustruh



••••• Revolverové soustruhy

Jsou určeny hlavně pro výrobu součástí v menších a středních sériích. Vyznačují se vícenástrojovou otočnou hlavou.



Revolverový soustruh, revolverová hlava pro upínání nástrojů

••••• Poloautomatické soustruhy

Mají automatický pracovní cyklus nástrojů. K opakování cyklu je nutný ruční zásah obsluhy stroje. Uplatňují se hlavně ve středně-sériové a velkosériové výrobě.

••••• Automatické soustruhy

Obrábějí se na nich nejčastěji v sériových a hromadných výrobach složité součásti z tyčového materiálu. Pracovní cyklus nástrojů i výměna obrobků na těchto strojích probíhá automaticky.

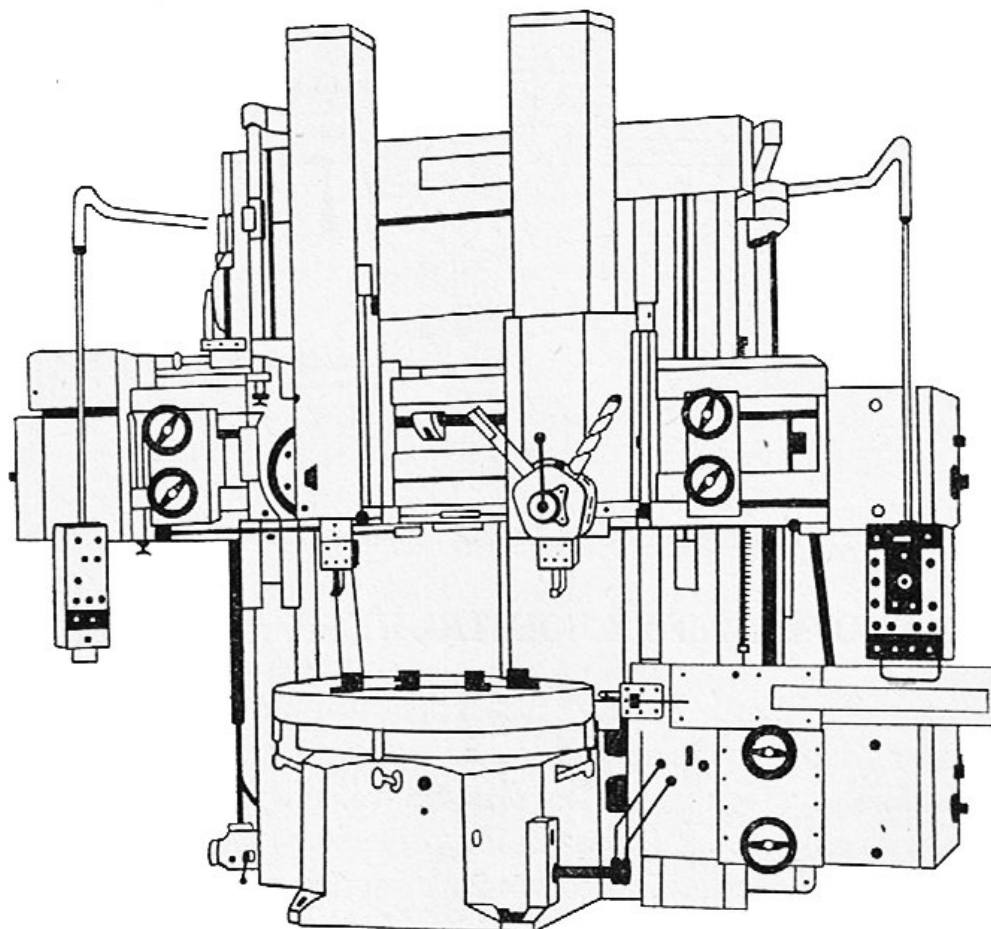


Sedmiosý CNC automatický soustruh XD32H



••• Svislé (Karusel) soustruhy

Používají se v kusové, malosériové, případně i v sériové výrobě středních a velkých rotačních součástí.



Svislý (Karusel) soustruh – princip práce viz obrázek

••• Číslicově řízené soustruhy

Základem je počítač, pomocí kterého si naprogramujeme stroj pro konkrétní obráběnou součást. Používají se pro velké série výrobků.



Svislý (vertikální) soustruh (CNC)

ZÁKLADNÍ PRACOVNÍ ETAPY

❖ 1. Údržba a mazání stroje

Před započítím práce na obráběcím stroji je nutné provést základní údržbu a promazání stroje. Pravidelná údržba stroje a jeho příslušenství je předpoklad pro bezproblémový provoz a dlouhou životnost. Ke každému stroji je dodávána legenda (návod) pro jeho údržbu. Uvádí také, jaká mají být používána maziva (do převodovky, do vřeteníku, do převodovky posuvů atp.) a jaká má být velikost jednotlivých náplní stroje.

Zásady údržby spočívají ve vypracování časového plánu údržby a jeho důsledném dodržování.

- Vedení provozního deníku stroje.
- Evidence náhradních dílů.
- Označení a přesná specifikace jednotlivých náplní stroje.
- Vedení přehledu o prováděných servisních zásazích (závady neprodleně odstraňovat).
- Dodržovat časové intervaly údržby obráběcích strojů (denní, týdenní, měsíční, roční, údržba dle odpracovaných provozních hodin).

Mazání se provádí před započítím práce maznicí s olejem na místa dle mazacího plánu konkrétního stroje. Do míst osazených mazničkami se musí natlačit předepsaný olej. Jsou to místa, které musíme mazat ručně, někdy i několikrát během práce na stroji.



Místa se stálými náplněmi – mají pro kontrolu výše hladiny tzv. olejoznaky, kde se, obvykle do poloviny kontrolky, musí značit hladina olejové náplně.

K údržbě stroje také patří jeho očista od třísek a špon. Třísky se odstraňují pomocí háčků, štětců apod. Nikdy ne rukama (může způsobit pořezání) nebo stlačeným vzduchem, který natlačí drobné třísky pod pojezd suportu apod., což způsobuje vydírání lože soustruhu. Po očištění od špon je třeba stroj očistit od zbytků maziv a drobných třísek. Provádí se to starými hadry, které se po použití odkládají do plechových nádob s víky (nebezpečí samovznícení).



Maznice pro tlakové mazání mazacích míst stroje



Štauferova maznice



Mazací lis



Tlaková maznice



Olejníčka



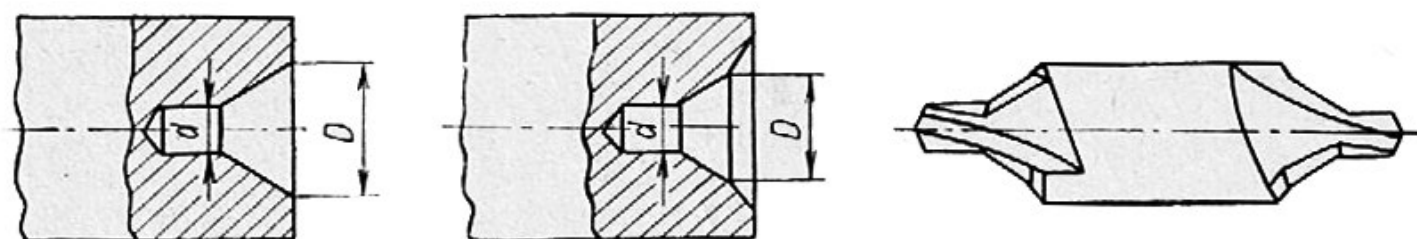
Olejoznaky pro kontrolu hladiny olejové náplně



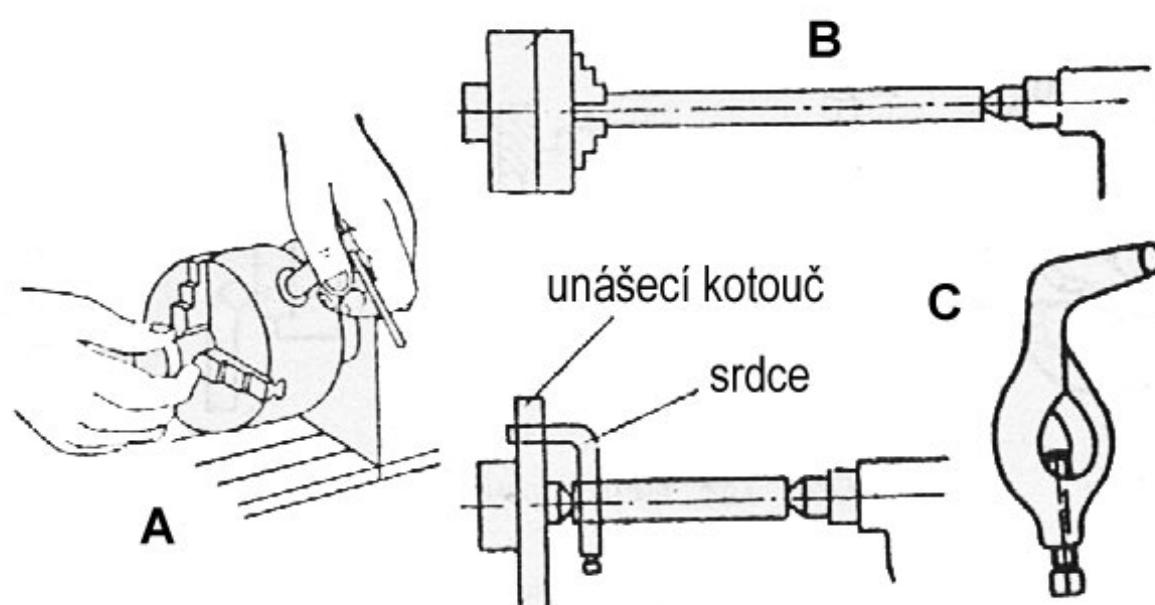
2. Upínání obrobků

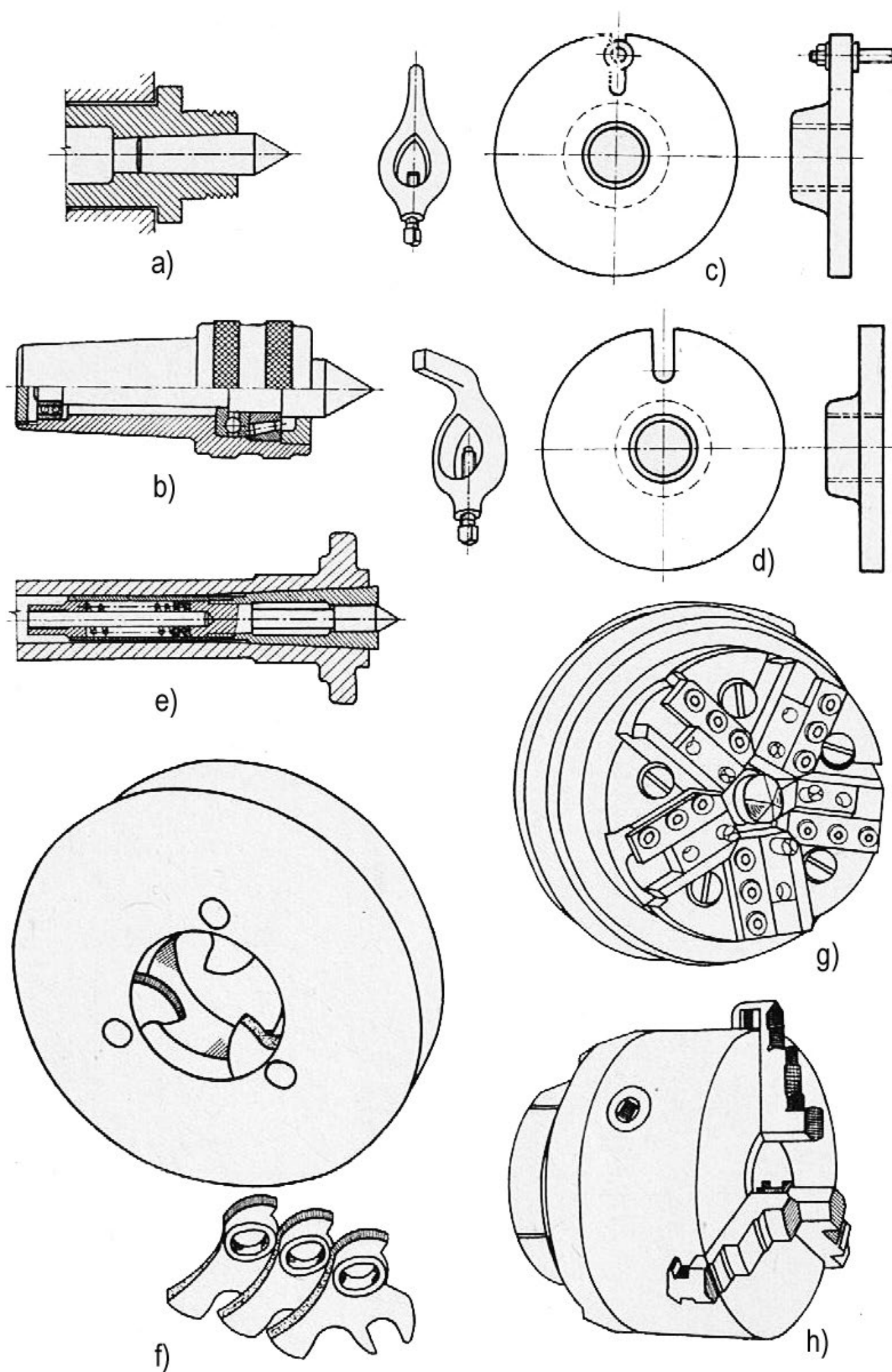
Způsob upnutí obrobku při soustružení závisí na jeho obrobku, hmotnosti, požadované přesnosti soustružení a rovněž na druhu soustruhu. Obrobky s poměrem délky a průměru $L / D > 2$ až 3 se upínají mezi hroty, jež zasahují na čele obrobku do navrtaných středících důlků. Úhel středících důlků je 60° a u těžkých obrobků 90° . Ve vřetenu soustruhu se používá pevný hrot a v koníku se užívá hrot otočný.

Nejpoužívanější upínací zařízení na soustruhu je univerzální sklíčidlo. Upínací čelisti bývají 3, popř. 4 a dotahují se ručně. Těžší a nepravidelné obrobky se upínají na univerzální upínací desku se samostatně stavitelnými čelistmi. Štíhlé dlouhé obrobky se podpírají při soustružení lunetami, které jsou pevně upnuty na loži stroje nebo jsou upnuty k suportu.



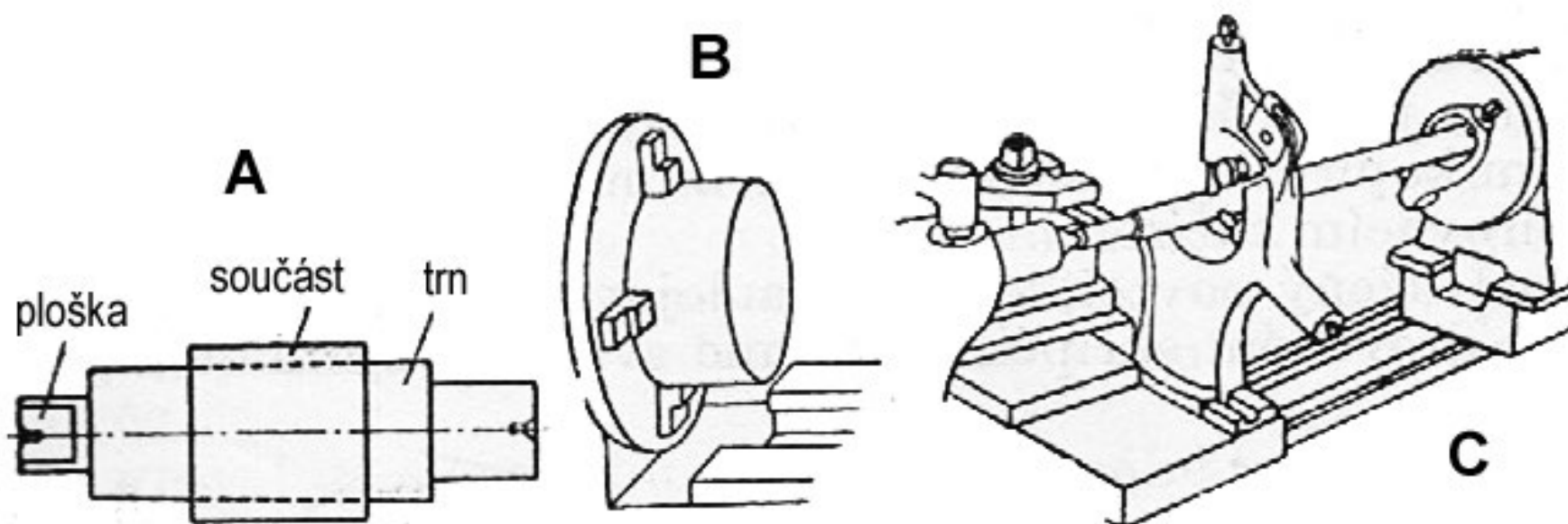
Středící důlky





Základní upínací pomůcky pro upínání obrobků:

a), b) pevný a otočný hrot, c), d) varianty unášecích desek se srdcem, e) odpružený hrot, f) samosvorné sklíčidlo, g) čelní unašeč, h) univerzální sklíčidlo

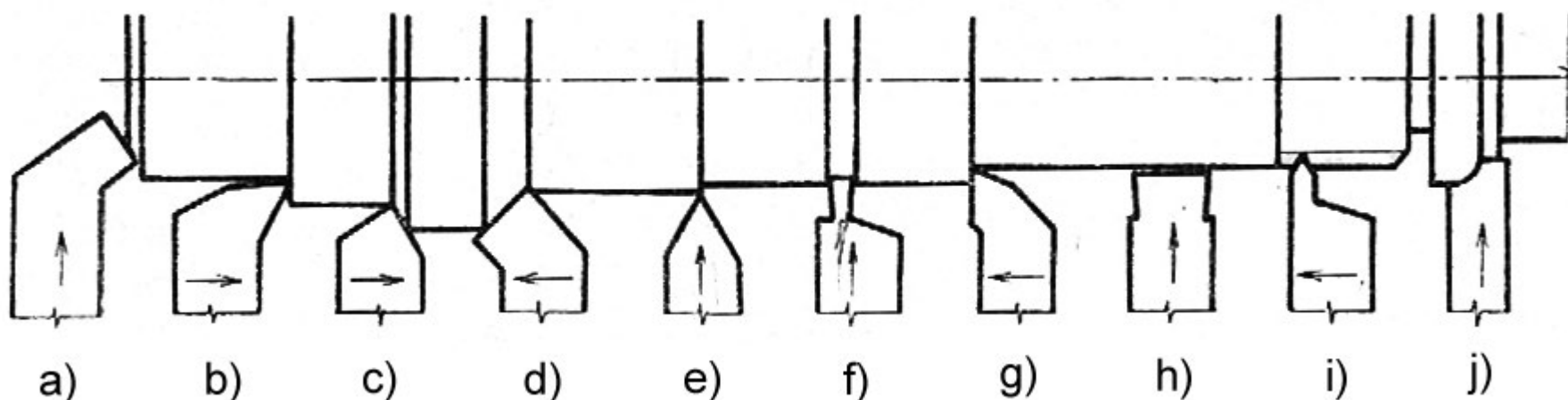


A) upnutí na trn, B) na lící desku, C) opření lunetou

3. Nástroje pro soustružení

Nejvíce nástrojů je z rychlořezné oceli (dobrá houževnatost, snadné ostření), dále máme nástroje se slinutými karbidy (vhodné pro soustružení těžko obrobitelných materiálů). Z řezné keramiky se používá směsné keramiky, která se uplatňuje při soustružení různých druhů litin a ocelí (nesnáší chvění, méně vhodná pro přerušované řezy).

- Ostří nožů – má běžně tvar přímky, popř. u tvarových nožů tvar odpovídající profilu obrobku.
- Dalším typem jsou nože s vyměnitelnými destičkami s předlisovanými utvářeči třísky, upínané za otvor. Tyto nože vyhovují požadavkům obrábění na číslicově řízených strojích. Kopírovací nože jsou vyráběny s trojúhelníkovou destičkou.

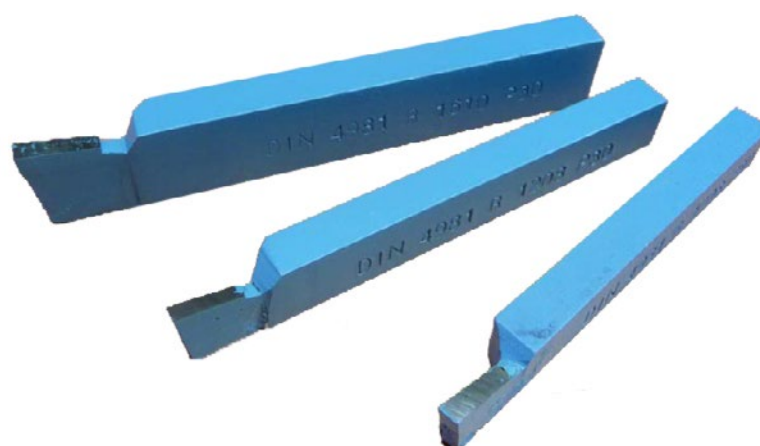


Základní soustružnické nože:

a) uběrací nůž čelní, b) rohový nůž, c) uběrací přímý, d) uběrací ohnutý, e) hladicí nůž, f) zapichovací nůž, g) uběrací stranový, h) naběrací nůž, i) závitový nůž, j) radiusový nůž



Tvarové soustružnické nože z nástrojové rychlořezné oceli



Soustružnické nože s plátky ze slinutých karbidů (připevňují se pájením), snesou náročnější řezné podmínky (vyšší řezné rychlosti). Barevné označení na konci těla nože značí, na co je řezný plátek určený, jestli na litinu, ocel apod. (viz např. strojírenské tabulky).

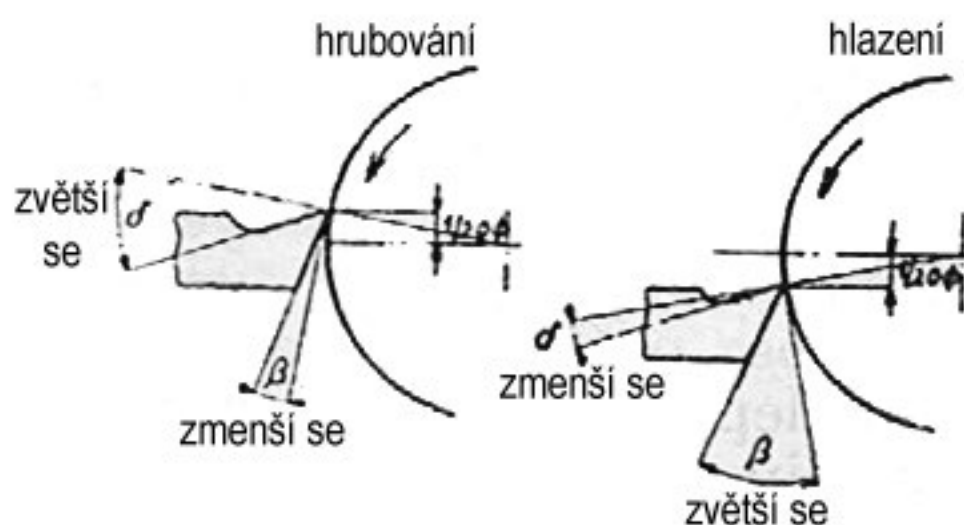
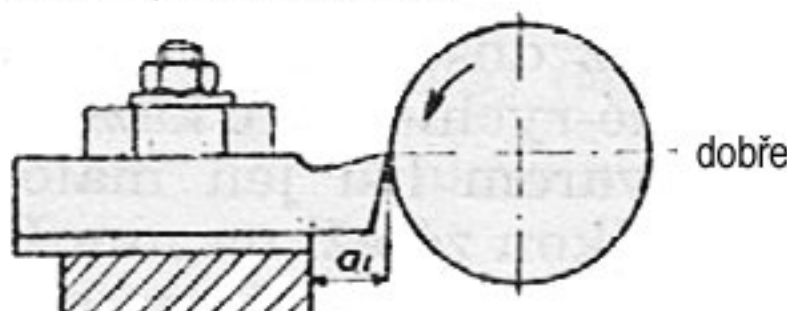
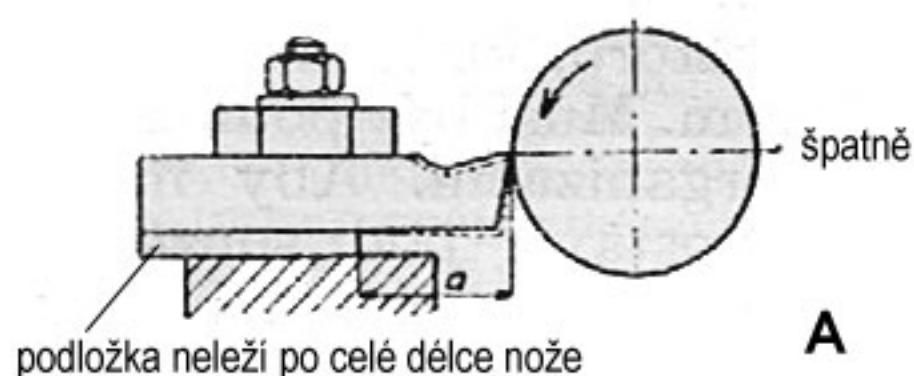


Nože s vyměnitelnými břitovými destičkami



4. Upínání soustružnických nožů

Soustružnické nože se upínají na soustruzích rozličnými upínkami nebo do nožových hlav. Nožové hlavy jsou otočné a dají se do nich upnout současně 4 nože. U revolverových soustruhů se upínají nástroje do revolverových hlav. U číslicově řízených soustružnických poloautomatů jsou nástrojové hlavy různé konstrukce. Držáky jsou řešeny tak, aby bylo možno seřizovat nástroje mimo stroj v seřizovacích přístrojích a seřízené nástroje v hlavě pak rychle vyměnit. U číslicově řízených obráběcích center jsou předem seřízené nástroje uloženy v zásobníku a upínají se automaticky do vřetena stroje. Výměna nástroje je řízena programem. Jak u revolverových soustruhů, tak u NC nožů jsou v nástrojových hlavách umístěny kromě nožů dle potřeby i nástroje pro obrábění děr, závitů apod.



Upnutí nože na střed obrobku

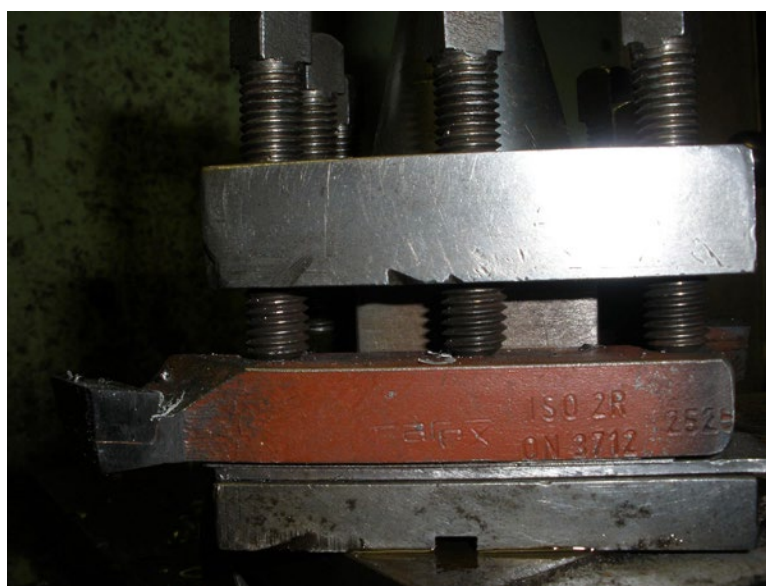


5. Seřizování a spuštění stroje



Než spustíme soustruh, je potřeba zkontrolovat, zda byly řádně provedené všechny předchozí úkony.

Soustruh spouštíme zapnutím hlavního vypínače přívodu proudu, před tímto krokem zkontrolujeme, je-li ovládací páka v nulové poloze. Ovládací pákou spouštíme pouze otáčení vřetene s obrobkem. Spouštění posuvů se zapíná na suportu a pohyb je přenášen přes pohybové šrouby, pouze za chodu a otáčení vřetene. Na soustruhu řadicími pákami přes převodové skříně nastavíme potřebné otáčky, rychlost posuvu apod.



Hlava držáku



Držák typ D



Držák typ H

Soustružnický nůž upnutý v nožové hlavě s podložkami na vystředění ostří vůči obrobku, rychloupínací nožový držák



Obrobek musí být dobře upnut ve sklíčidle.



Čtyřčelistové sklíčidlo a otočný koník v pinole





Osvětlení



Hlavní vypínač na stroji



Ovládací prvky stroje



A	1:8						1:1					
	1			2			1			2		
G	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
H	63	90	125	180	250	355	500	710	1000	1410	1990	2800

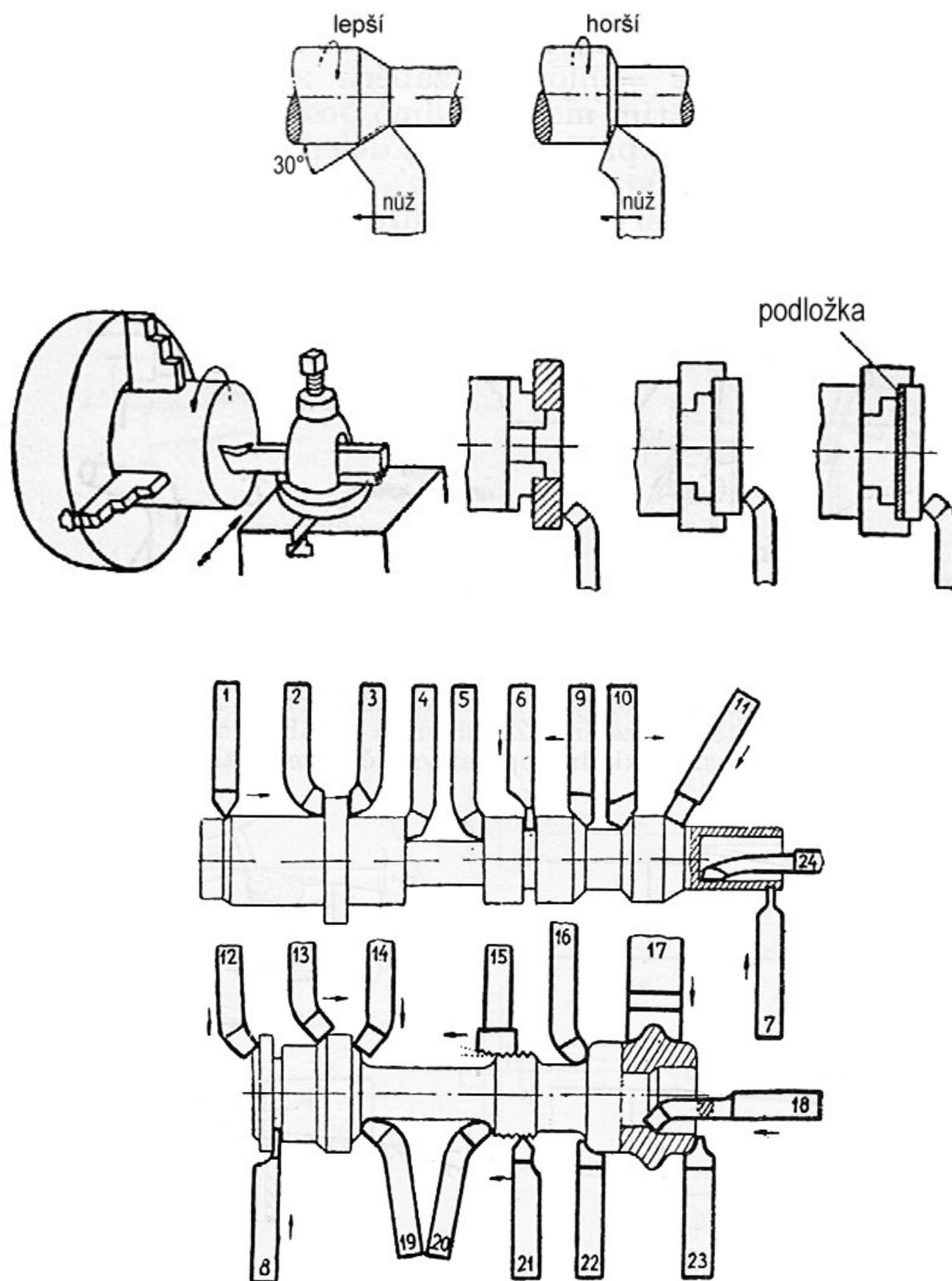
Tabulka nastavení otáček

Ovládací prvky stroje bývají specifické dle typu stroje, stáří stroje, dle výrobce stroje atd.



6. Základní soustružnické práce

- **Podélné soustružení** (vnější, vnitřní). Podélně soustružíme nejčastěji pravým nožem od koníku k vřeteníku, jen výjimečně opačným směrem.
- **Příčné soustružení**, čelní.
- **Řezání závitů na soustruhu** (řežeme nožem, závitovou čelistí, závitníkem).



Soustružnické nože



Bezpečnost práce:

- Používat upnutý pracovní oděv, bez volně vlajících součástí, tj. upnuté rukávy a cípy blůzy.
- Zákaz při práci používat rukavice. Nesmí být obvazy, vázanky, šály a jiné věci, za které by hrozilo nebezpečí zachycení rotujícími částmi stroje.
- Neponechat ve sklícidle utahovací kličku.
- Nedobrzďovat vřeteno rukou.
- Nerozevírat čelisti více než po označení ryskou (vždy musí být v záběru minimálně dva ozuby).
- Stát při obrábění mimo osu rotace sklícidla.
- Při práci nevkládat ruce do pracovního prostoru sklícidlo – nástroj.
- Neodstraňovat třísky rukou, nebezpečí pořezání! Používat háčky, štětce, smetáčky.
- Pro očistu stroje nepoužívat stlačený vzduch, nebezpečí poranění odletující třískou a napěchování třísek do různých mezer v suportu soustruhu.
- Očista stroje se provádí po každém ukončení směny, použité hadry od maziv se ukládají do plechových nádob s víky, je nebezpečí samovznícení.
- Při práci používat ochranné brýle nebo ochranný štít proti odletujícím třískám.
- Dodržovat hygienu práce a ošetřit pokožku ochranným krémem, např. Indulonou.
- Plně se věnovat práci, u tohoto stroje je velké nebezpečí úrazu!
- Pořádek na pracovišti.
- Na stroji mohou být jenom měřidla, stroj nesmí sloužit k odkládání věcí!
- Pracovník má stát na dřevěném roštu, který ho izoluje od podlahy.



Kontrolní otázky:



1. Popište bezpečnost práce na univerzálním hrotovém soustruhu.
2. Jak vystředíte břit soustružnického nože vůči obráběnému materiálu?
3. Proč používáme podpěrný otočný hrot?
4. Popište upínání vrtacích nástrojů na soustruhu.
5. Vyjmenujte druhy soustružnických nožů.
6. V jakých osách pracuje soustruh?
7. Popište způsob chlazení při soustružení.



4.2 FRÉZOVÁNÍ

Základní pojmy:

- **Frézka** – stroj
- **Fréza** – nástroj

Fréza řeže svými zuby třísky tím, že se otáčí a materiál se proti ní posouvá do záběru. Frézují se tak plochy rovinné i profilové.

DRUHY FRÉZEK

• Dle osy vřetene

Horizontální, vertikální, univerzální.



Frézky: horizontální, vertikální, univerzální

• Dle konstrukce

Konzolová, nástrojářská, portálová, odvalovací, na závity.

• Dle druhu řízení

Ruční, ruční s číslicovým odměřováním (NC – numeric control), s počítačovým řízením (CNC – computer numeric control).



ZÁKLADNÍ PRACOVNÍ ETAPY

❖ 1. Údržba a mazání

- Před započatím práce na frézce provedeme:
- Kontrolu, je-li stroj v pořádku.
- Provedeme kontrolu hladin olejových náplní na olejoznacích.
- Na frézce je potřeba některá místa mazat ručně, např. pumpičkou na stroji, ruční maznicí apod. Některá místa jsou mazána centrálně, např. z převodových skříní.
- Používáme maziva předepsaná výrobcem.
- Zkontrolujeme upínače obrobků (svěráky, mezi čelistmi nesmí zůstat třísky) a upevnění svěráků k pracovnímu stolu stroje.
- Používáme pouze ostré nástroje, v případě potřeby provedeme výměnu.



Olejoznaky



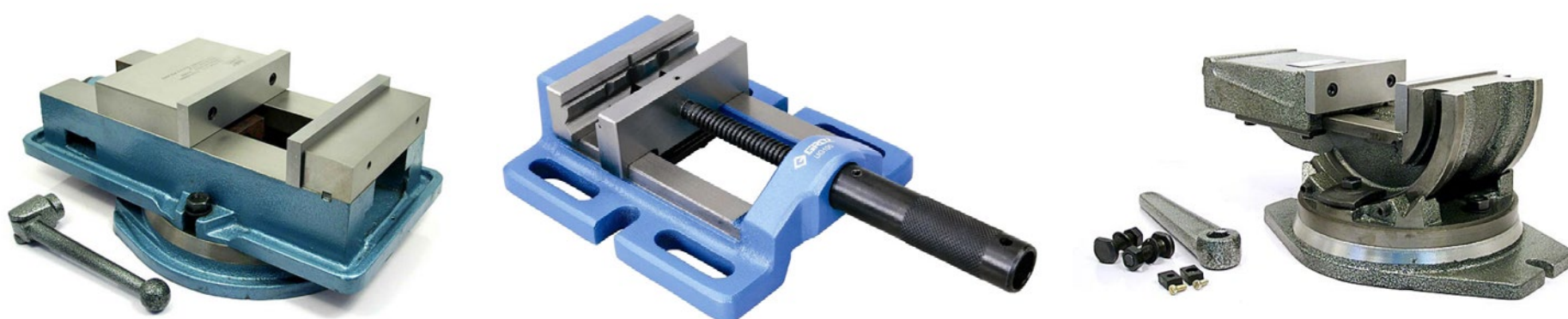
Olejové mazničky



2. Upínání materiálů pro frézování

Současným záběrem několika zubů vznikají při frézování velké řezné síly, proto musí být obrobek řádně upnut. Je důležité, aby nebyl obrobek při upínání deformován a aby byla upínací i obráběná plocha co nejblíže vřetena.

- Menší obrobky se obvykle upínají do běžných strojních svěráků, otočných a sklopných svěráků apod., ovládaných ručně, pneumaticky nebo hydraulicky. K upínání větších a rozdílných obrobků se užívá rozličných upínacích pomůcek, jako upínek, podpěrek, opěrek apod.
- Strojní svěráky i upínací šrouby se upínají k pracovnímu stolu frézky přes tzv. T drážky (drážky T mají i jiné obráběcí stroje na pracovních stolech).



Strojní svěráky



Různé upínky

3. Nástroje pro frézování, upínání nástrojů

Nástroje dělíme dle druhu upnutí na:

- **stopkové** (s kuželovou stopkou, s válcovou stopkou, válcové, tvarové)
- **nástrčné frézy** (válcové, tvarové)

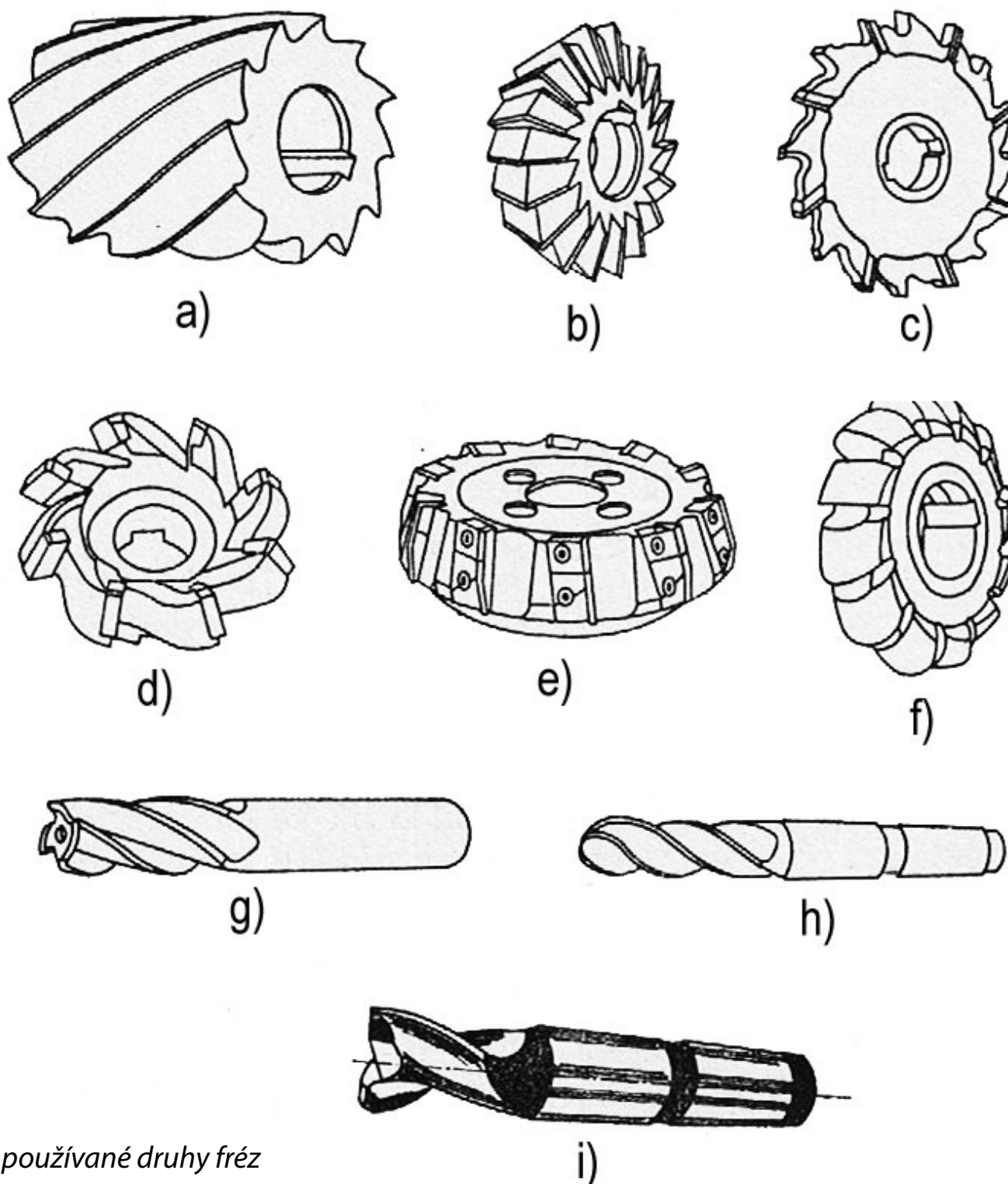
Dle materiálu frézovacích nástrojů:

- **Tvrdokov** (kvalitní, mají vyšší životnost)
- **HSS** – rychlořezná ocel
- **SK** – bříty jsou ze slinutých karbidů
- **S** – s výměnnými destičkami



Upínání nástroje

Pro upínání všech druhů nástrčných fréz na frézkách se používá frézovacích trnů. Frézovací trny mají na jednom konci kuželovou stopku, jíž se upínají do dutiny vřetena. Krouticí moment se přenáší perem v drážce frézovacího trnu a drážce frézy. Válcové frézy se upínají na dlouhé frézovací trny. Poloha frézy se na trnu zajišťuje rozpěrnými kroužky volně navlečenými na frézovacím trnu. Kromě rozpěracích kroužků je na trnu vodicí pouzdro, které je součástí posuvného ložiska umístěného na výsuvném ramenu vodorovné frézky. Frézy s kuželovou stopkou se upínají redukčními pouzdry přímo do upínacího kužele ve vřetenu frézky. Válcové stopkové frézy se upínají přes prizmatické redukce do unášecích hlav.



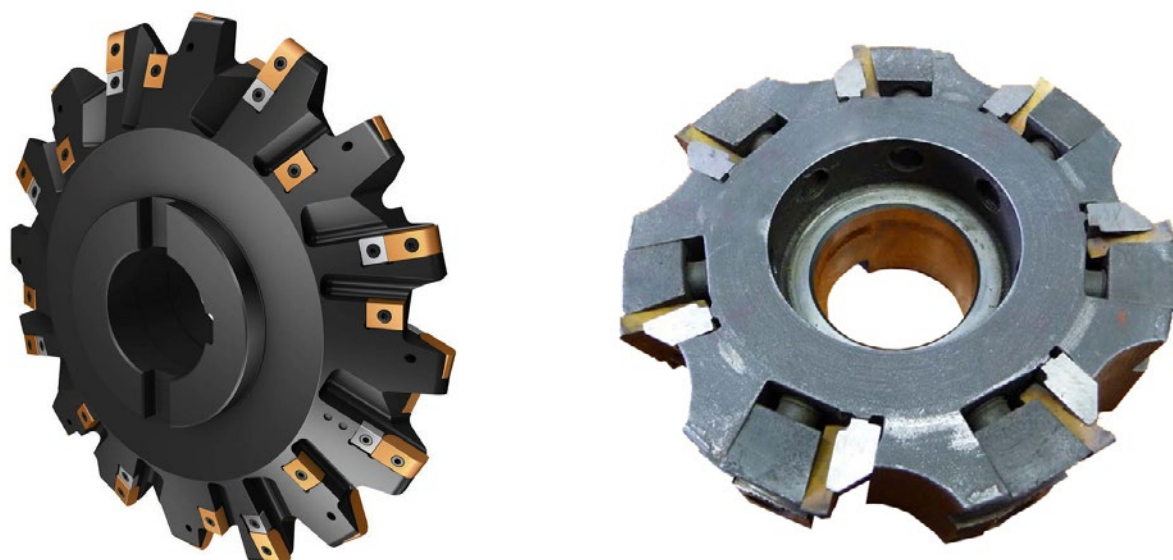
Nejčastěji používané druhy fréz



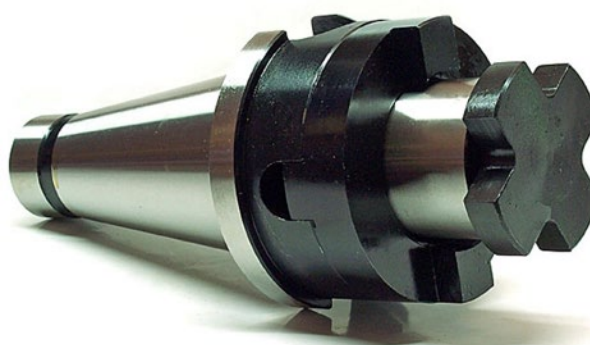
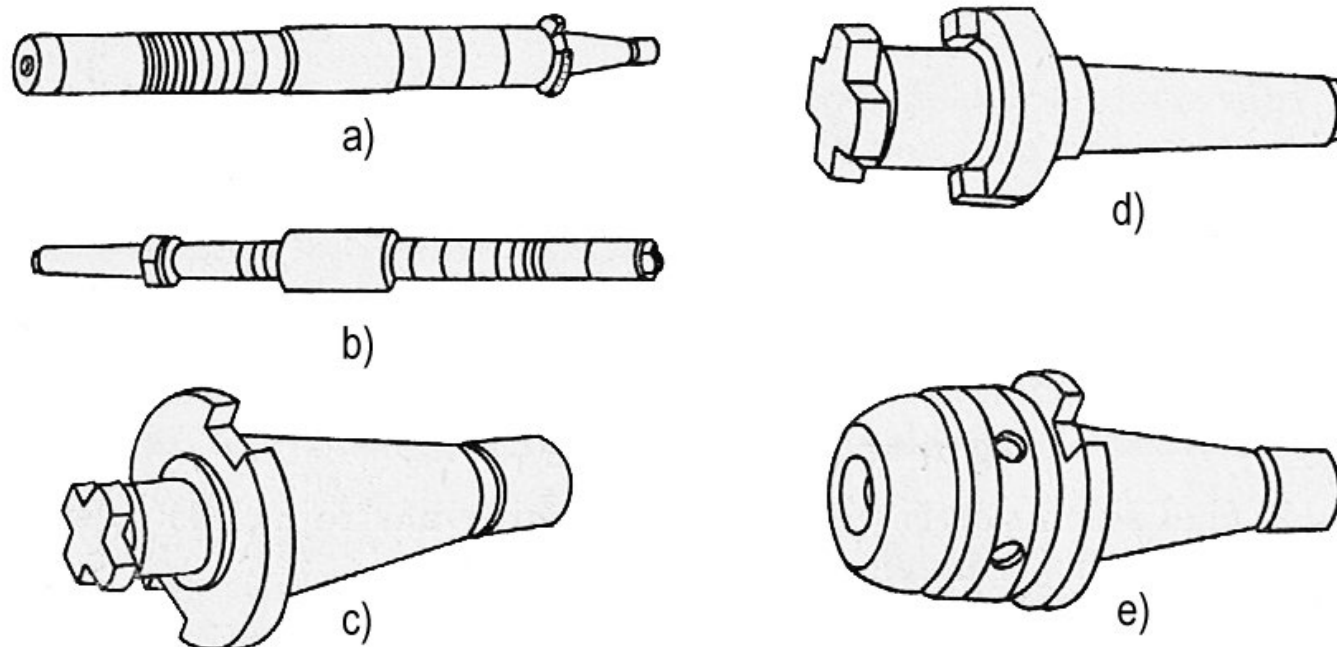
Frézy



Nástrčné frézy



Frézovací hlavy s výměnnými plátky ze slinutého karbidu



Upínací trny na frézy



Stopkové frézy

❖ 4. Seřizování a spouštění stroje

Frézka má tři posuvy, nahoru–dolů, doprava–doleva a křížem dopředu–dozadu. Většinou používáme dle potřeby pouze jeden směr posuvu proti rotujícímu nástroji. Zbylé dva posuvy musíme pojistit proti posuvu šrouby na rybinové drážce. Eliminujeme tím případné vůle a chvění při obrábění.



Dle velikosti a tvaru obrobku upneme obrobek na pracovní stůl frézky, nebo do strojního svěráku, který je opět řádně upnut na pracovní stůl stroje. Obrobek se nesmí během obrábění pohnout, znamenalo by to minimálně zmetek, ale většinou by hrozilo i zničení drahého nástroje, a v neposlední řadě i možnost zranění.

Při najíždění nástrojem na obrobek používáme noniové stupnice na klikách pro ruční posuv obrobku k nástroji. Teprve po nastavení správné polohy nástroj – obrobek zajistíme posuvy, které nebudeme používat, a teprve pak spustíme posuv pracovního stolu frézky směrem k obrobku. Seřídíme přívod chladicí a mazací kapaliny do místa řezu, aby nedocházelo k velkému otupení nástroje. Rotací nástroje dochází k rozstříkávání kapaliny. Tomu zabráníme vhodně rozmístěnými zábranami z plechu apod.



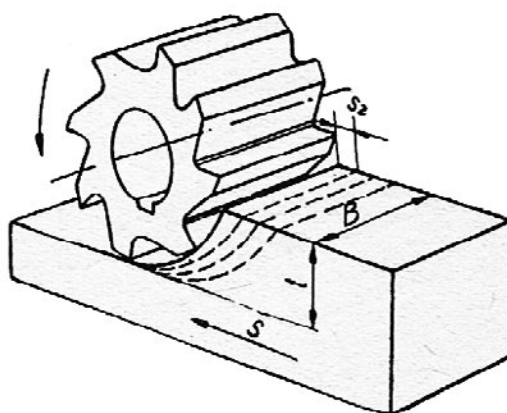
Páky a imbus šrouby na zpevnění nepoužívaných loží frézky, páky pro ztužení pracovního stolu frézky v podélném směru, páka pro ztužení vertikálního posuvu stroje

Ztužení může být provedeno pákou nebo i imbus šroubem. Zamezí vůlím v obráběcích osách, které momentálně nepoužíváme. Zamezí se chvění a zvýší se kvalita obrábění.

❖ 5. Základní práce na frézce

Frézování je metoda obrábění, při níž odebírají materiál obrobku zuby nástroje otáčejícího se kolem pevné osy. Posuv součásti přitom probíhá převážně ve směru kolmém k této ose. Řezný posuv je přerušovaný, každý zub frézy odřezává krátké třísky proměnné tloušťky.

Podle způsobu záběru frézy do materiálu obrobku rozeznáváme **frézování obvodem** a **frézování čelní**.





Nesousledné frézování

Nástroj se otáčí proti směru pohybu obrobku. Průřez třísky se postupně zvětšuje od 0 do maxima. Dá se použít u každé frézky.

Výhody

Práce frézy je klidná bez rázů, uplatňuje se při frézování odlitků a výkovků s tvrdou povrchovou kůrou.

Nevýhody

Horší jakost povrchu obrobku, malý řezný výkon, směr řezné síly ovlivňuje způsob upnutí obrobku.

Sousledné frézování

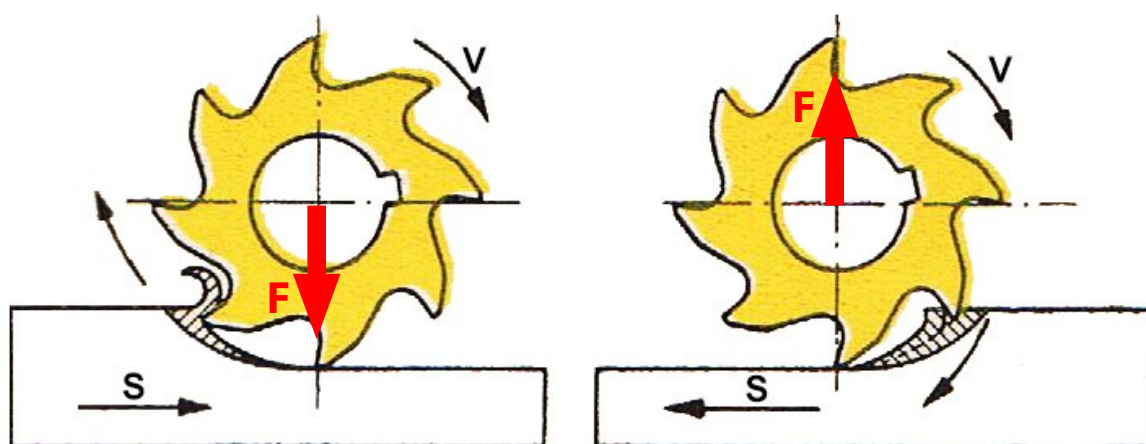
Fréza se otáčí ve směru totožném s pohybem obrobku. Tloušťka třísky je maximální při záběru zubu. Neprovádí se na odlitcích a na válcovaných polotovarech. Kvalitní povrch obrobku. Větší výkon při stejné trvanlivosti nástroje.

Výhody

Fréza po materiálu neklouže, tím vzniká méně tepla, fréza se nezahřívá, proto je možné volit vyšší řeznou rychlost a větší posuv. Obrobek je řeznou silou přitlačován do opěrných ploch upínače, což umožňuje upínat tenkostěnné obrobky při velkých hloubkách řezu.

Nevýhody

Nárazy při záběru každého zubu, odstraní se s použitím frézy se šikmými zuby.



Nesousledné a sousledné frézování



Bezpečnost práce:

- Používat pracovní oděv, pracovní obuv a ochranné pomůcky (brýle).
- Na oděvu nesmí být volně vlající cípy, obvazy, vázanky, šály apod.
- Je třeba být seznámen s provozem a ovládáním stroje.
- Před započetím práce zkontrolovat stroj, je-li v pořádku. Nedostatky nahlásit nadřízenému.
- Pořádek na pracovišti (volný pohyb kolem stroje).
- Neodkládat na stroj žádné předměty.
- Při obrábění nepoužívat rukavice (pouze za klidu stroje při manipulaci s obrobkem).
- Třísky odstraňovat pouze háčky, štětci, smetáčky apod. Nepoužívat tlakový vzduch (nebezpečí poranění a zanesení loží třískami).
- Dodržovat hygienu práce.
- Plně se věnovat práci a nenechat se rozptylovat spolupracovníky (stroj s rotujícími vřeteny).
- Použité hadry na čištění od oleje ukládat do plechových nádob s víky (nebezpečí samovznícení).
- Při opravě stroje ho vždy označit „mimo provoz“ a odpojit ho ze sítě.



Kontrolní otázky:



1. Jak nazýváme stroj a jak nástroj pro frézování?
2. V jakých osách pracuje frézka?
3. Popište sousledné a nesousledné frézování.
4. Vyjmenujte druhy frézek.
5. Popište upínání obrobků při frézování.
6. Popište způsob chlazení při frézování.



4.3 HOBLOVÁNÍ A OBRÁŽENÍ

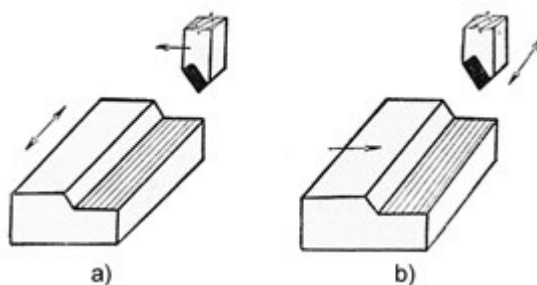
Základní dělení hoblovacích strojů:

- **jednostojanové**
- **dvoustojanové**
- **hoblovky na hrany plechů**

Základní dělení obrážeček:

- **vodorovné obrážečky**
- **svislé obrážečky**

Při obrázení koná nástroj pohyb hlavní řezný a posouvá se obrobek, při hoblování koná nástroj pohyb do řezu a pohyb do záběru činí obrobek. Posuv nástroje probíhá vždy na konci vratného pohybu stroje.



Pohybové schéma: a) hoblování, b) obrázení

ZÁKLADNÍ PRACOVNÍ ETAPY

1. Údržba a mazání stroje

Musíme mít vypracovaný časový plán údržby stroje a zajistit jeho dodržování, vést evidenci vykonané údržby, evidenci spotřebovaných náhradních dílů (filtry, žárovky atp.), kontrolovat označení přesné specifikace náplní, vedení kompletního přehledu servisních oprav.

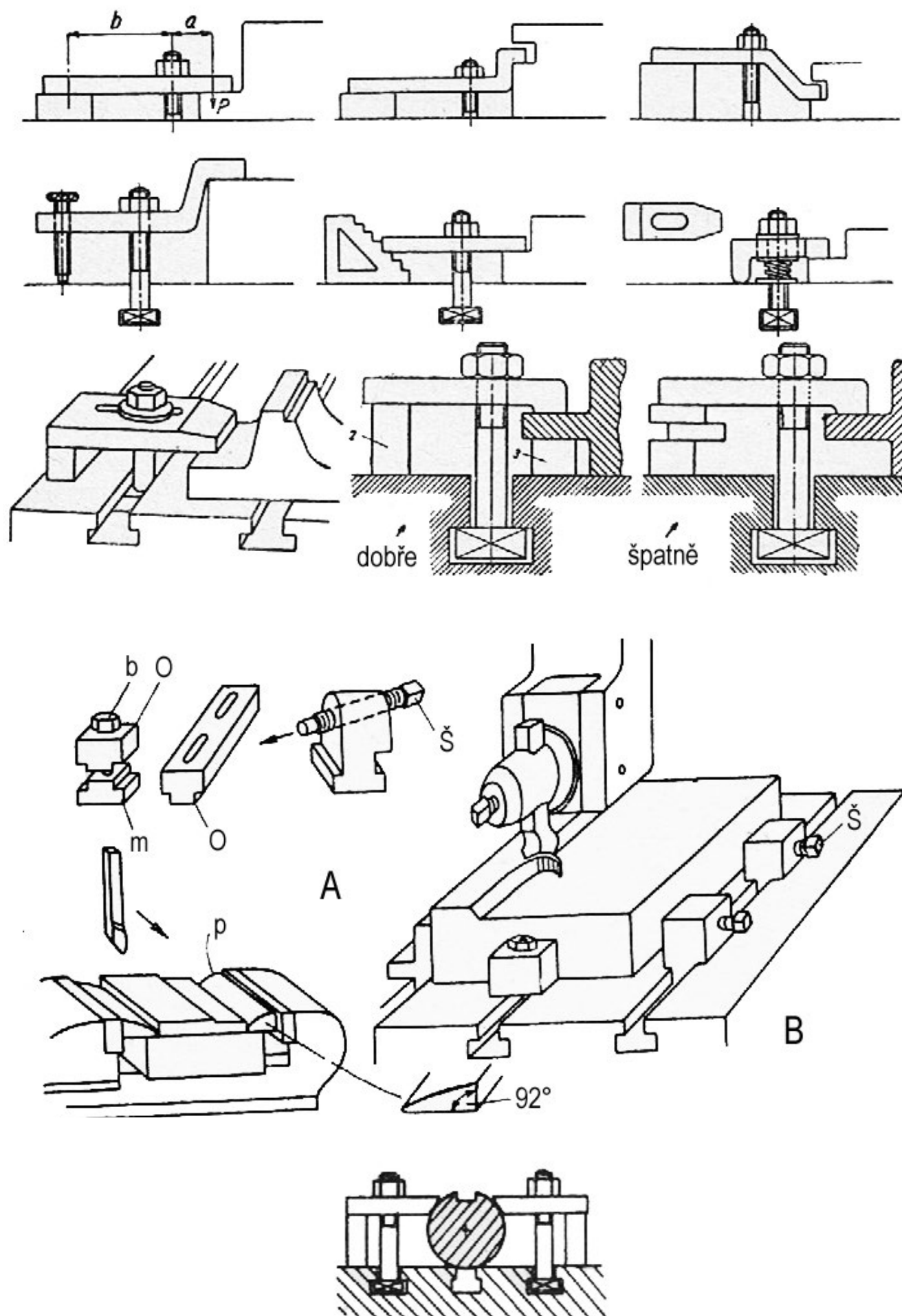
Časové intervaly údržby:

- denní údržba
- týdenní údržba
- měsíční údržba
- roční údržba
- údržba dle provozních hodin



2. Upínání materiálů

Upínání obrobku na hoblovkách a obrážkách se provádí podobně jako na frézkách pomocí různých upínek a podpěr, svěráků. Na vodorovných a svislých obrážkách se obrobky upínají nejčastěji do svěráků.

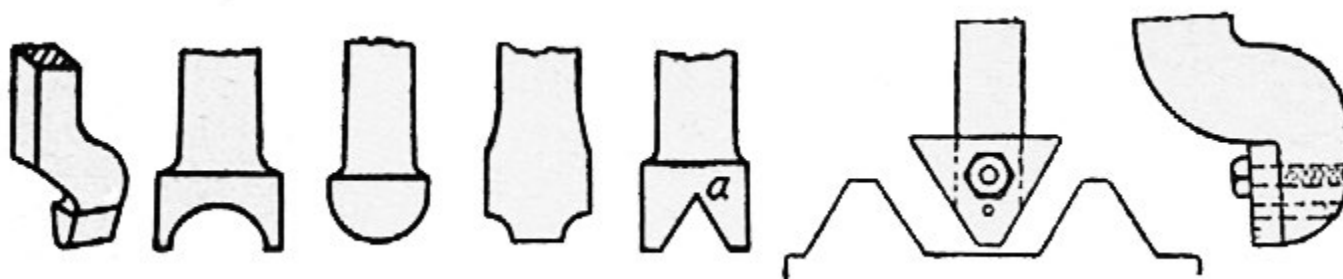


Upínání příložkami na stole. Příklady upínání.



3. Nástroje pro hoblování

- **Rychlořezné oceli** – umožňují až pětinasobné zvýšení řezných rychlostí (porovnáno s ocelí nástrojovou), protože vydrží vyšší ohřev. Na hoblovací nože volíme úsporné rychlořezné oceli, s menším množstvím legujících přísad, a tedy i levnější. Břit nebo břitová destička se často přivařují k násadě z levnější oceli. Profily nožů bývají čtvercové, obdélníkové, kulaté.
- **Slinuté karbidy** – snášejí řezné rychlosti až desetkrát větší než rychlořezná ocel, např. 1 000 m/min. To ovšem nemá pro hoblování význam, neboť málokdy překročíme rychlost 100 m/min. Nožů s destičkami ze slinutých karbidů se používá, protože vynikají trvanlivostí i výkonem.



Tvarové hoblovací nože

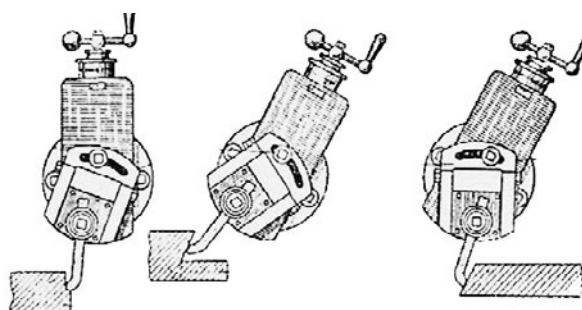
4. Seřizování a spuštění stroje

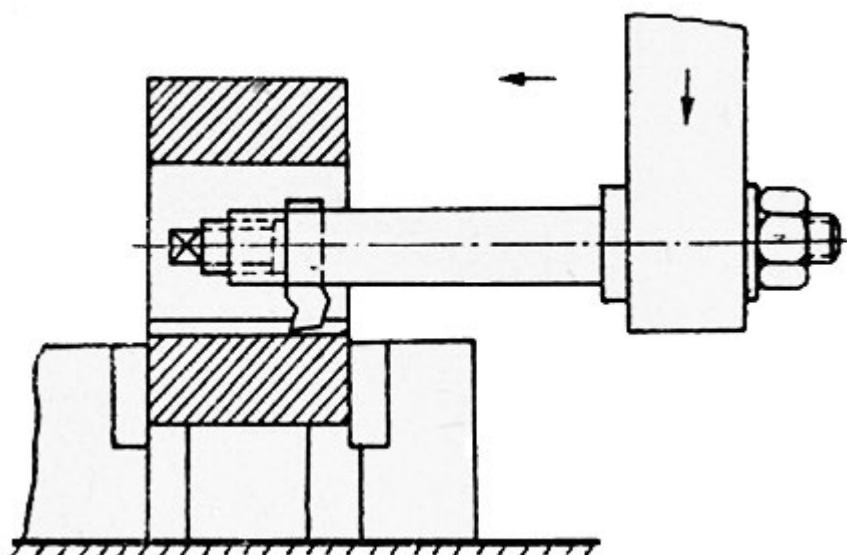
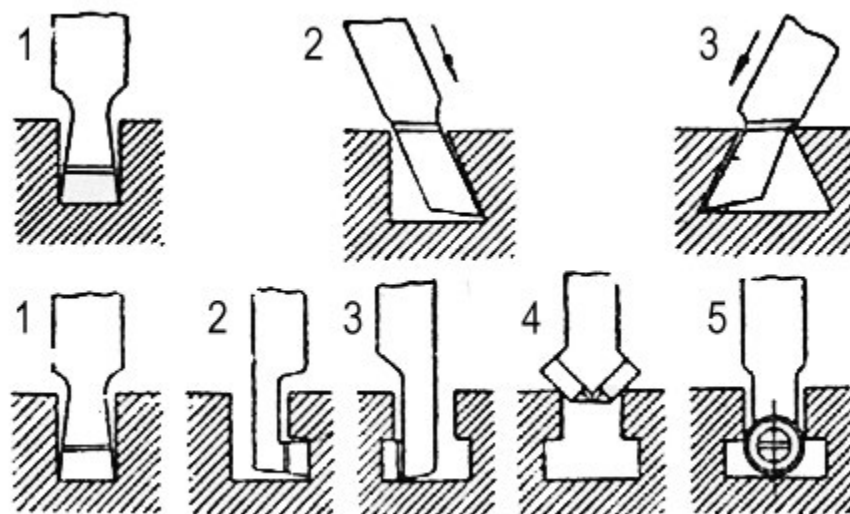
- Začneme běžnou kontrolou stroje, promazáním a kontrolou mazacích náplní.
- Na pracovní stůl upneme obrobek. Seřízení materiálu na pracovním stole je jednou ze základních podmínek kvalitního obrábění.
- Po upnutí je potřeba seřídít délku pracovního zdvihu. Seřizuje se dle návodu ke stroji.
- Seřízením délky pracovního zdvihu pro konkrétní obrobek zkrátíme pracovní čas obrábění.
- Další seřízení spočívá v posuvu materiálu proti obráběcímu noži, tzn. nastavíme tloušťku třísky.
- Seřízení chlazení a mazání při hoblování.
- Spouštění stroje se provádí nejprve hlavním vypínačem přívodu proudu a vlastní spuštění nástroje pákou, která ovládá spojku stroje.
- Kontrola přesnosti stroje a případné seřízení.

5. Základní práce na hoblovce a obrážečce

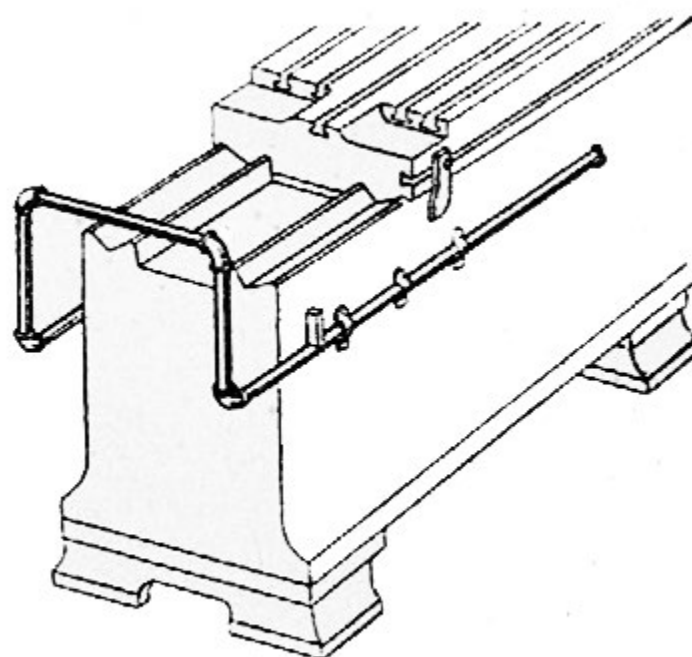
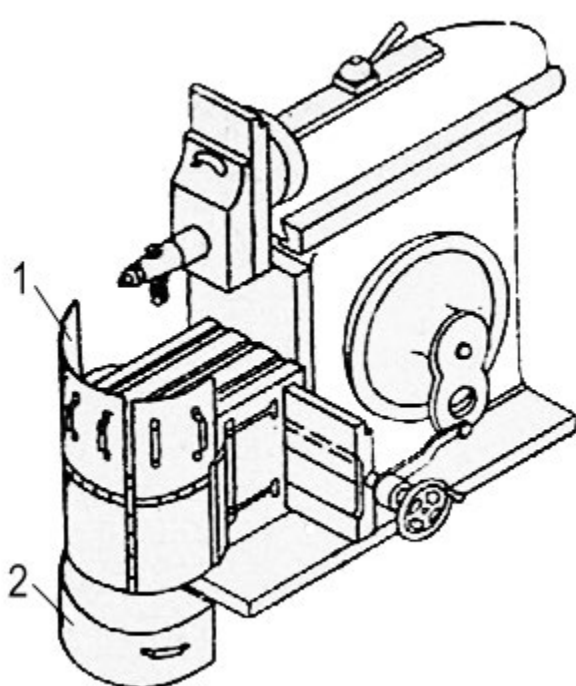
Hoblování podélných, svislých a šikmých ploch. Dále pak hoblování hranolu, zakřivených ploch, drážek.

Nožová hlava hoblovky





Hoblování drážek v dírách (pro unášecí klíny)



Kryty proti odletujícím třískám, ochranné zábradlí



Bezpečnost práce:

- Třísky neodstraňujeme nikdy rukou. Používáme smetáčky, háčky atp.
- Nosíme předepsané a upnuté pracovní ustrojení a obuv.
- Neodcházíme od pracujícího stroje.
- Různé úpravy a seřízení provádíme jen za klidu stroje.
- Hygiena při práci.



Kontrolní otázky:



1. Co je to hoblování a obrážení?
2. Popište upínání obrobků při hoblování.
3. Popište bezpečnost práce při hoblování.



4.4 BROUŠENÍ

i Je nejstarší způsob strojního obrábění a podstata broušení se za tisíciletí nezměnila. Brusný nástroj ostrohrannými zrny brusiva odřezává z broušeného povrchu maličké třísky.

ZÁKLADNÍ DRUHY BRUSEK

- ruční
- strojní brusky



Broušení na plocho



Bruska BPH 20 NA



Hrotová bruska na kulato



••• Broušení z volné ruky

Používáme tyto brusky – stolní, stojanová, rovinná.



Je zakázáno používat brusné kotouče bez štítku, kde jsou uvedeny všechny důležité informace o brusném kotouči (je jedno, o jaký kotouč se jedná, jestli pro ruční broušení, nebo strojní!), zejména jsou důležité informace o povolených otáčkách nebo o max. povolené obvodové rychlosti. Překročení vyznačených hodnot může vést k destrukci kotouče při práci a možnému zranění. Z označení kotouče A 96 63 P 4 B vyčteme, k čemu se kotouč hodí. Z označení kotouče (např. A96 63 P 4 B) vyčteme důležité údaje, např. druh brusiva, zrnitost, pojivo atd., viz strojnické tabulky.

UPÍNÁNÍ KOTOUČŮ

••• Upínání mezi příruby

Na hřídel nasadíme opěrnou ocelovou podložku. Nasadíme měkkou podložku, aby vlivem dotahování nedošlo k poškození brusného kotouče, podložka má po obvodu přesahovat ocelovou podložku minimálně o 1 mm (papír, kůže, plast apod.). Nasadíme brusný kotouč, otvor v kotouči musí být shodný s průměrem hřídele. Nesmíme otvor žádným způsobem upravovat! Následuje zase měkká podložka a ocelová přitlačná podložka. Našroubujeme a s citem dotáhneme matice (dle smyslu otáčení je na pravé straně pravý závit a na levém kotouči závit levý). Většinou bývají matice dvě za sebou, tzv. kontra. Maximální průměr brusného kotouče limituje velikost ochranného krytu, který nesmíme v žádném případě odstraňovat. Uzavřeme ochranný kryt. Seřídíme podpěrku co nejblíže k brusnému kotouči. Seřídíme hradítko co nejblíže k brusnému kotouči. Spustíme brusku na 5 min. tzv. do volného prostoru. Mělo by se projevit případné porušení brusného kotouče. Po této zkoušce orovnáme brusný kotouč orovnávačem (diamant nebo orovnávací kolečka apod.), protože každý nový brusný kotouč mírně hází. Po orovnání opět seřídíme příložku a hradítko. Max. povolená mezera mezi příložkou a kotoučem může být 3mm, nebo polovina tloušťky broušeného materiálu. Vyvarujeme se nárazů obrobkem do brusného kotouče.



Stolní bruska





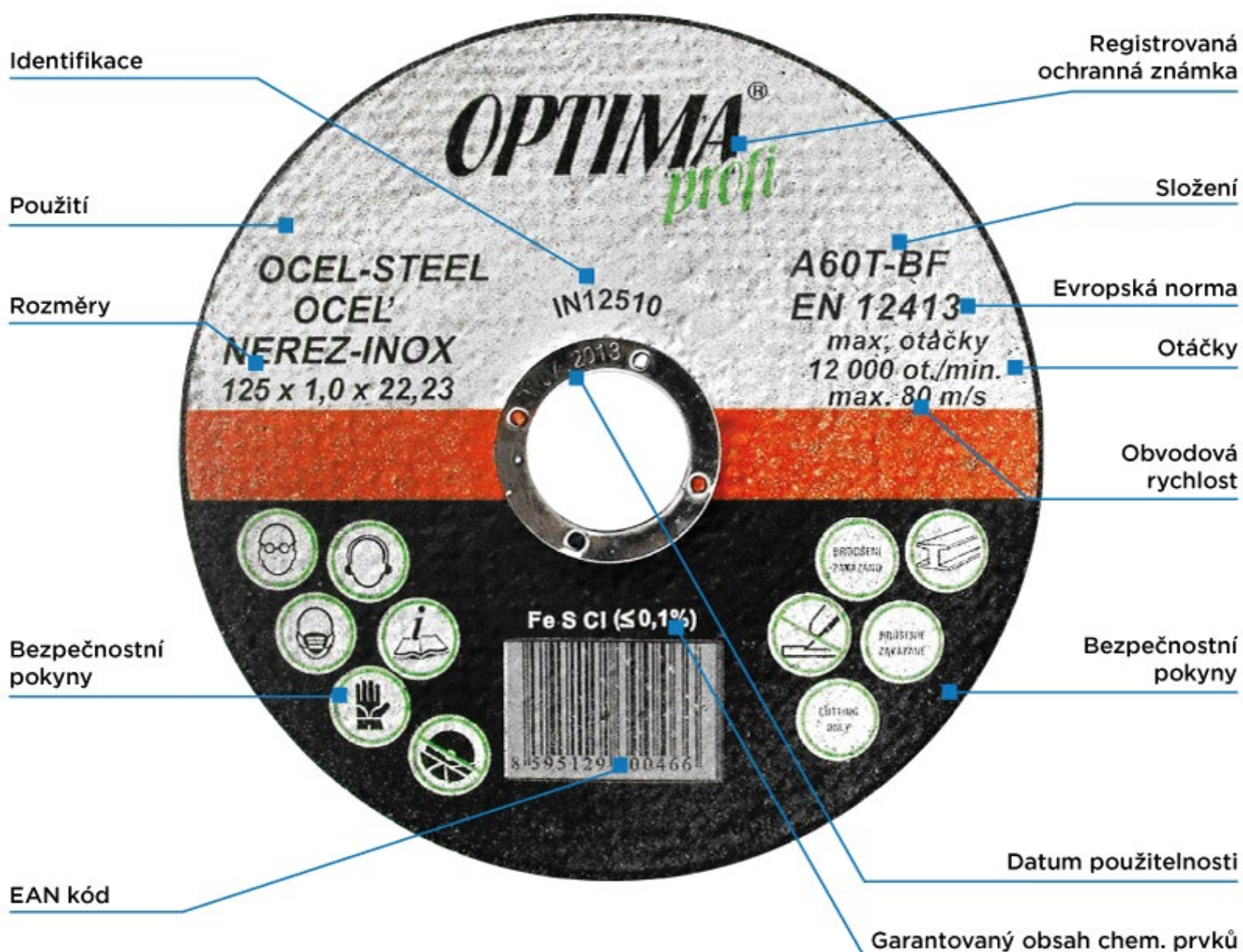
Stojanová bruska



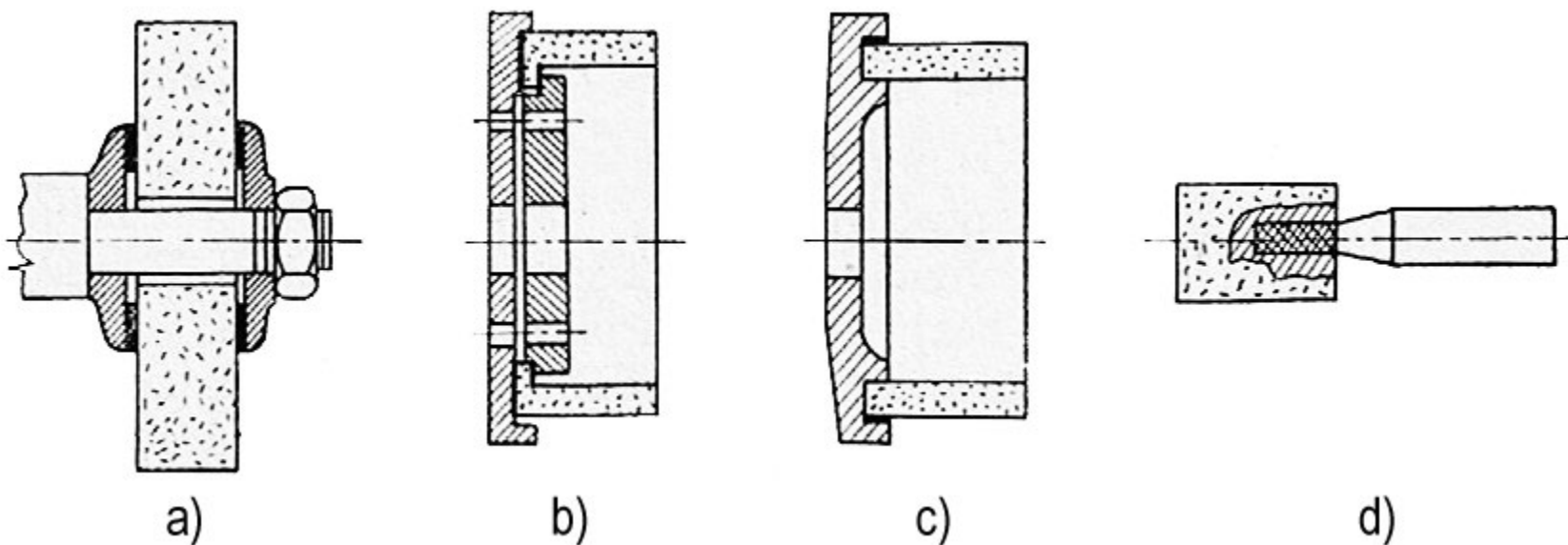
Stolní pásová bruska

i

Stojanová bruska patří mezi nejběžnější brusky na kovoobráběcích dílnách. Využíváme ji na srážení hran, broušení svarů, ostření náradí atp.



Brusný kotouč se štítkem



Upínání brusných kotoučů: a) mezi příruby, b) příruba, c) lepením, d) lepením

SEŘÍZENÍ A SPUŠTĚNÍ STROJE

Zkontrolujeme mazací náplně, promažeme stroj dle mazacího plánu. K seřízení brusky patří obecně volba správného nástroje pro konkrétní obrobek. Brusný kotouč musí být dobře orovnaný a obrobek dobře upnutý (svěrák, magnetický stůl). Nastavení délky zdvihu pracovního stolu se provede s minimálním přeběhem, dle velikosti broušeného obrobku. Broušení je velmi přesné obrábění citlivé na seřízení stroje – velikost třísky, stranový přísuv (směr k obrobku), stranový posuv apod. To vše seřizujeme pomocí noniových stupnic. Otáčky navolíme na obvodovou rychlost brusného kotouče (převodovka). Nastavíme přívod chlazení. Teprve po navolení správných parametrů na stroji tento spustíme a nejprve provedeme zkušební pracovní operaci.



Strojní svěrák



Magnetická deska



ZÁKLADNÍ PRÁCE

Metody broušení a typy brousicích strojů jsou charakterizovány tvarem broušených ploch, způsobem upnutí obrobku a kinematikou pracovních pohybů.



Bezpečnost práce:

- Nutno používat pracovní oděv, pracovní obuv, respirátor, rukavice, ochranný štít, brýle.
- Pracovník nesmí mít na sobě volně vlající cípy oděvu, vázanky, šály, obvazy.
- Pořádek na pracovišti zajišťující volný pohyb kolem stroje.
- Plně se věnovat práci.
- Dobrá příprava stroje.
- Nesmí se odstraňovat ochranné kryty.
- Zavčas provádět seřizování podpěrky a hradítka na stojanové brusce na předepsané hodnoty.
- Při výměně brusného kotouče dodržovat stanovené postupy.
- Pokud je bruska v opravě, je potřeba vypnout hlavní přívod elektřiny a označit cedulkou „mimo provoz“.



Kontrolní otázky:



1. Vyjmenujte značení brusných kotoučů.
2. Jak zjistíme, je-li brusný kotouč nepoškozen?
3. Kdy používáme „měkký kotouč“ a kdy „tvrdý kotouč“?
4. Co je to hradítka a co podpěrka? Popište jejich seřízení na brusce.
5. Jste oprávněni provádět úpravu otvoru v brusném kotouči?



4.5 VRTÁNÍ

i

Je vytváření děr třískovým obráběním, nástrojem je vrták.

ZÁKLADNÍ DRUHY VRTAČEK

Ruční

- svidřík
- ruční převodová vrtačka s kuželovým převodem
- ruční vrtačka se dvěma převody (tzv. americká)
- ruční elektrická vrtačka
- ruční pneumatická vrtačka



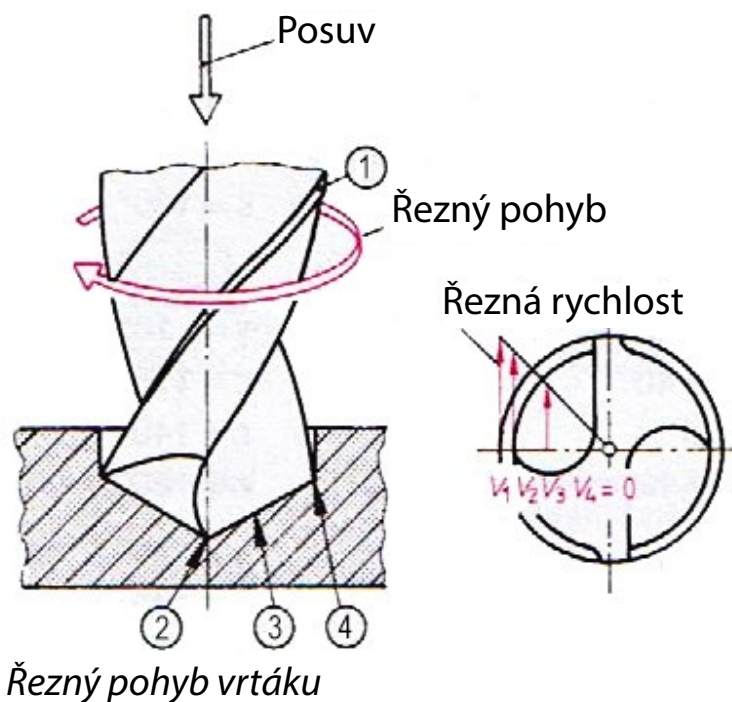
Svidřík, ruční převodová vrtačka s kuželovým převodem, ruční vrtačka se dvěma převody (tzv. americká)



Ruční elektrická vrtačka



Vrtačka s pneumatickým pohonem



Strojní

- stolní
- sloupové
- radiální
- vodorovné vyvrtávačky
- vícevřetenové vrtačky
- řadové vrtačky



Stolní a sloupová vrtačka



Radiální vrtačka, vodorovná vyvrtávačka

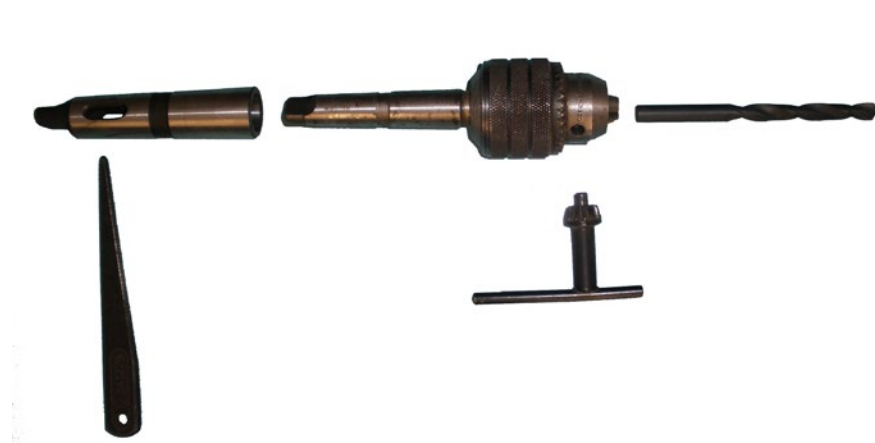
ZÁKLADNÍ PRACOVNÍ ETAPY

❖ 1. Údržba a mazání strojů

Údržba začíná kontrolou stroje, zjištěním případných nedostatků a jejich nápravou. Údržba je u každého stroje individuální, záleží na stáří stroje, jeho opotřebení a konstrukci. Moderním trendem je snaha o co nejmenší náklady na údržbu strojů.

Před započetím práce zkontrolujeme stav maziv a dle mazacího plánu stroje provedeme doplnění, případně výměnu olejových náplní. Některá místa s malým pohybem (např. pohyb pracovního stolu po sloupu) mažeme ruční maznicí, protože přes centrální mazání by to bylo plýtvání mazivem.

❖ 2. Nástroje a jejich upínání pro vrtání



Tříčelistová hlavička s Morse kuželem a redukčními Morsevložkami



Dvoučelistová reverzní hlavička



Šroubový vrták



Strojní výstružník



Záhlubníky



Rychloupínací plovoucí pouzdro. Do vřetene vrtačky se upevňuje pomocí Morse kuželu.



Při stejných jakostech materiálu platí: Čím menší je průměr vrtáku, tím větší má být počet otáček, a naopak. Při změně průměru vrtáku je třeba také změnit počet otáček vřetena!

Řezná rychlost, popř. počet otáček vrtáku se musí s přibývajícím pevností a tvrdostí obrobku snižovat. Měkké oceli, hliníkové slitiny aj. požadují většinou vysoké řezné rychlosti.

Zvolte řeznou rychlost a posuv vrtáku tak, aby se využilo co nejvyššího výkonu vrtáku a vrtačky při minimálním opotřebení nástroje.

Jsou-li řezná rychlost, popř. počet otáček vřetena a jeho posuv příliš vysoké, klesá životnost vrtáku. Je namáhán na řezných hranách a špičce, břity se velmi silně zahřívají, měknou, tupí se a lámou.



Stanovení otáček nástroje dle jeho průměru a řezné rychlosti:

Vrták D (mm)	Řezná rychlost (m/min)											
	10	12	15	18	20	25	30	35	40	50	70	100
2,0	1 590	1 910	2 390	2 860	3 190	3 980	4 780	5 580	6 380	7 960	11 160	15 900
2,5	1 274	1 528	1 910	2 290	2 550	3 180	3 820	4 460	6 000	6 370	8 920	12 740
3,15	1 010	1 210	1 520	1 820	2 020	2 530	3 030	3 540	4 040	5 060	7 080	10 100
4,0	796	955	1 195	1 430	1 595	1 990	2 380	2 990	3 190	3 980	5 980	7 960
5,0	637	760	955	1 145	1 275	1 590	1 910	2 230	2 550	3 180	4 460	6 370
6,3	506	607	758	910	1 010	1 265	1 520	1 770	2 020	2 530	3 540	5 060
8,0	398	475	597	715	796	996	1 194	1 392	1 592	1 992	2 784	3 980
10,0	318	381	478	572	637	796	955	1 115	1 274	1 592	2 230	3 180
12,5	254	305	382	458	508	635	764	890	1 016	1 270	1 780	2 540
16,0	199	239	299	358	398	498	597	697	796	995	1 390	1 990
20,0	159	191	239	286	318	398	478	558	636	795	1 115	1 590
25,0	127	153	191	229	255	318	382	446	600	637	892	1 274
31,5	101	121	152	182	202	253	303	354	404	506	708	1 010
40,0	80	95	119	143	159	194	239	278	318	398	557	795
50,0	64	76	96	114	127	159	191	223	255	318	445	636
63,0	51	61	76	91	101	127	152	177	202	253	354	506
80,0	40	48	60	71	80	100	119	139	159	199	278	398
100,0	32	38	48	57	64	80	96	112	127	159	223	318

Převod řezné rychlosti na otáčky:

$$v = \pi \cdot D \cdot n / 1\,000$$

$$n = 1\,000 \cdot v / \pi \cdot D$$



D – ø vrtáku v mm

v – řezná rychlost v m/min

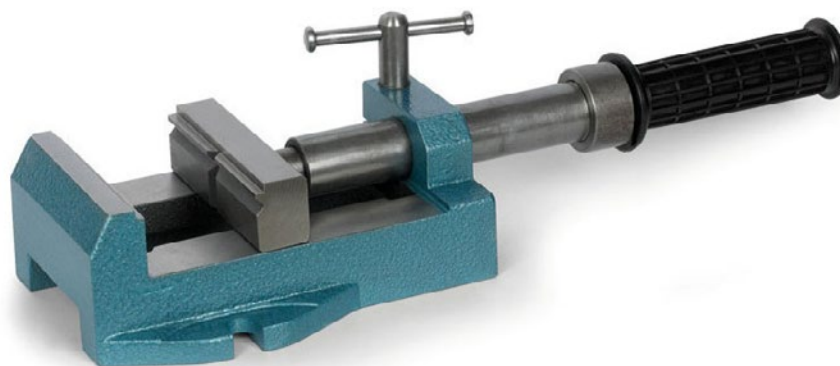
n – otáčky nástroje za minutu



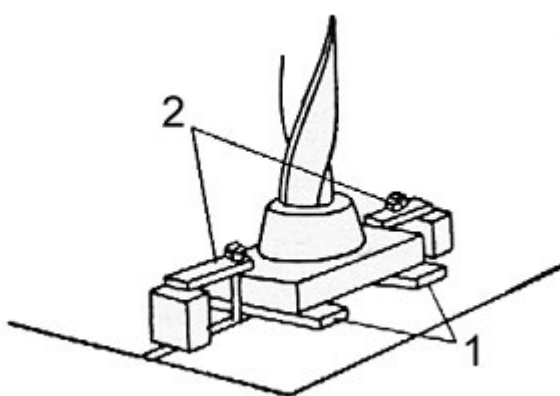
3. Upínání obráběných materiálů



Zámečnická svěrka



Strojní svěrák



Upínky

4. Seřizování a spouštění stroje

Seřizování vrtaček spočívá v nastavení parametrů dle dílenského výkresu.

Tam je uvedeno:

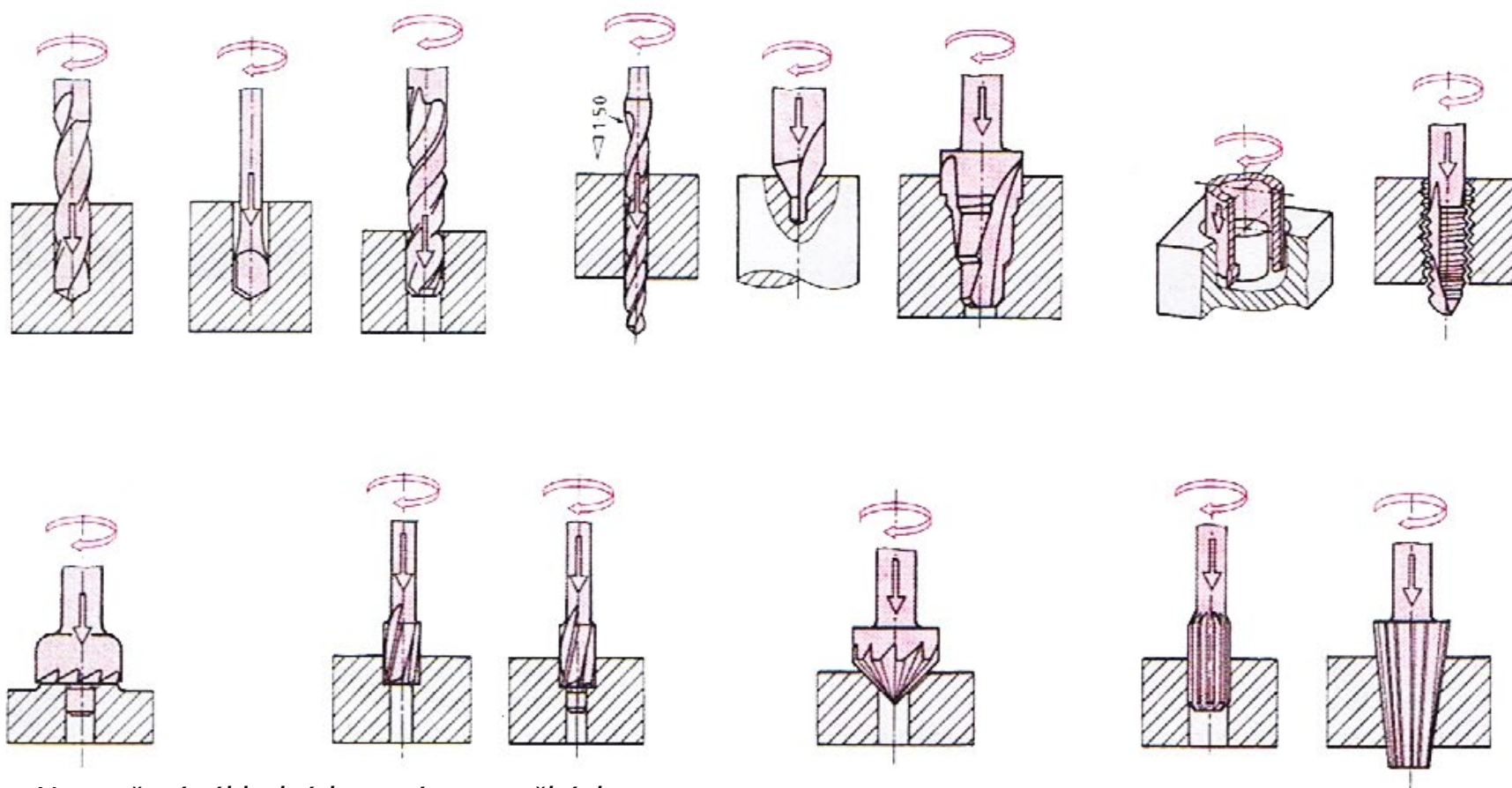
- Poloha vrtané díry na obrobku.
- Průměr vrtáku a jaký vrták použijeme (šroubovitý, dělový, korunkový, trojhranný apod.).
- Jestli bude díra průchozí, nebo jaká bude hloubka vrtané díry.
- Ustavení obrobku do polohy, ve které budeme vrtat, a upnout jej (svěrák, upínky apod.).

Nastavíme řezné podmínky, dle průměru vrtáku (vystružování, řezání závitů) a dle druhu vrtaného materiálu a nastavíme ovládací páky převodovek do správných poloh. Nastavíme si na strojní vrtačce i strojní posuv, dle tabulky na stroji. Vrtačku spouštíme klasicky vypínačem. Pozor, má polohy pro pravý a levý chod!



Ovládací prvky pro zapínání sloupové vrtačky

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA VRTAČKÁCH



Naznačení základních prací na vrtačkách.



Bezpečnost práce:

1. Používat upnutý pracovní oděv, pracovní obuv, rukavice (pouze pro manipulaci s materiálem), ochranné brýle nebo štít.
2. Při práci nepoužívat rukavice.
3. Nesmí být v blízkosti obvazy, vázanky, šály apod.
4. Udržovat pořádek na pracovišti, kolem stroje musí být možno se volně pohybovat a také je nutný pořádek na pracovním stole vrtačky.
5. Některé vrtačky mají primární pohon přes klínové řemeny. Při přesmykování řemenů je třeba stroj vypnout hlavním vypínačem.
6. Nedobrzďovat vřeteno rukou.
7. Utahovací kličku nebo vyrážecí klín nesmíme mít uvázanou (aby byla vždy po ruce) řetízkem nebo lankem ke stroji.
8. Třísky se nesmí odstraňovat kompresorem, ale jen smetáčky, štětci, háčky apod., nikdy ne rukou.
9. Materiál nedržet pouze v ruce, ale používat svěrky, strojní svěráky, příložky.
10. Dodržovat hygienu práce.



Kontrolní otázky:



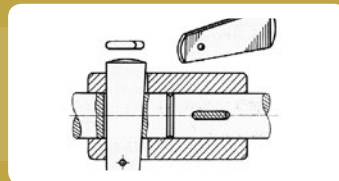
1. Vyjmenujte základní druhy vrtaček.
2. Jaké je stanovení otáček při vrtání různými průměry vrtáků?
3. Popište šroubovitý vrták.
4. Popište bezpečnost práce při vrtání.
5. Popište upínání obrobků při vrtání.
6. Jaký je způsob chlazení při vrtání?
7. K čemu slouží šroubová drážka na vrtáku?



5 ÚPRAVA A MONTÁŽ SOUČÁSTÍ STROJŮ A ZAŘÍZENÍ



5.1 ÚPRAVA PRO MONTÁŽ SPOJENÍ



5.2 MONTÁŽ A PŘÍPRAVA POTRUBÍ





5.1 ÚPRAVA PRO MONTÁŽ SPOJENÍ

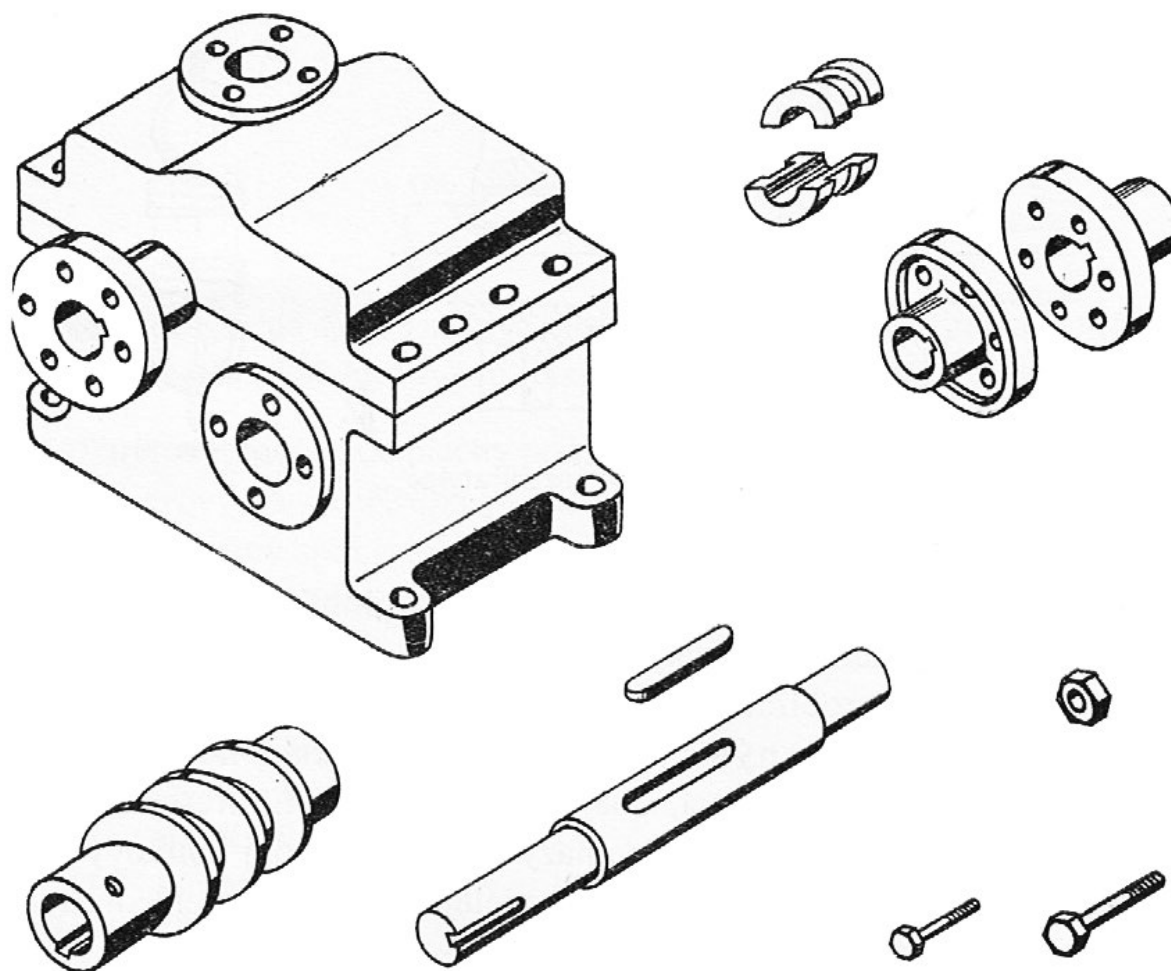
i

Montáž je pracovní proces sestavování stroje z jednotlivých částí. Každý stroj se skládá z několika součástí nebo skupin součástí, které se montují dohromady téměř výhradně ručně.

Montáž lze rozdělit na 4 skupiny prací

- **Předběžná montáž** (např. sešroubování desek, aby se mohly vrtat společně)
- **Skupinová montáž** – součásti montujeme v menší skupiny, z nichž se bude sestavovat celek.
- **Konečná montáž** – ze skupin i jednotlivých součástí se montuje celek, výrobek.
- **Vyzkoušení** výrobku před expedicí.

Celá montáž musí být pečlivě rozvržena na řadu skupinových montáží, buď podle práce (funkce) součástí, nebo podle pořadí, jak se za sebou montují.



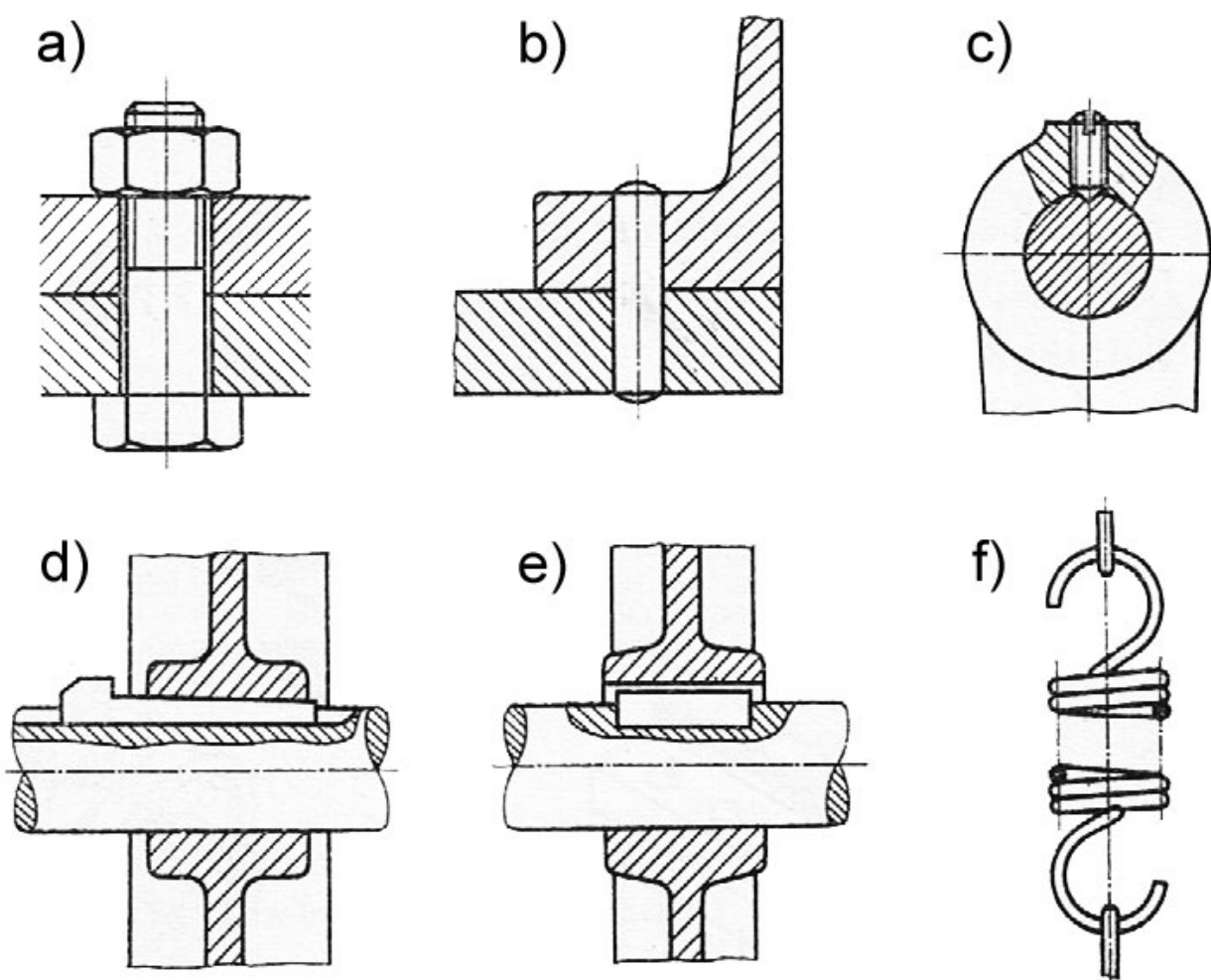
Stroj, části stroje, součásti



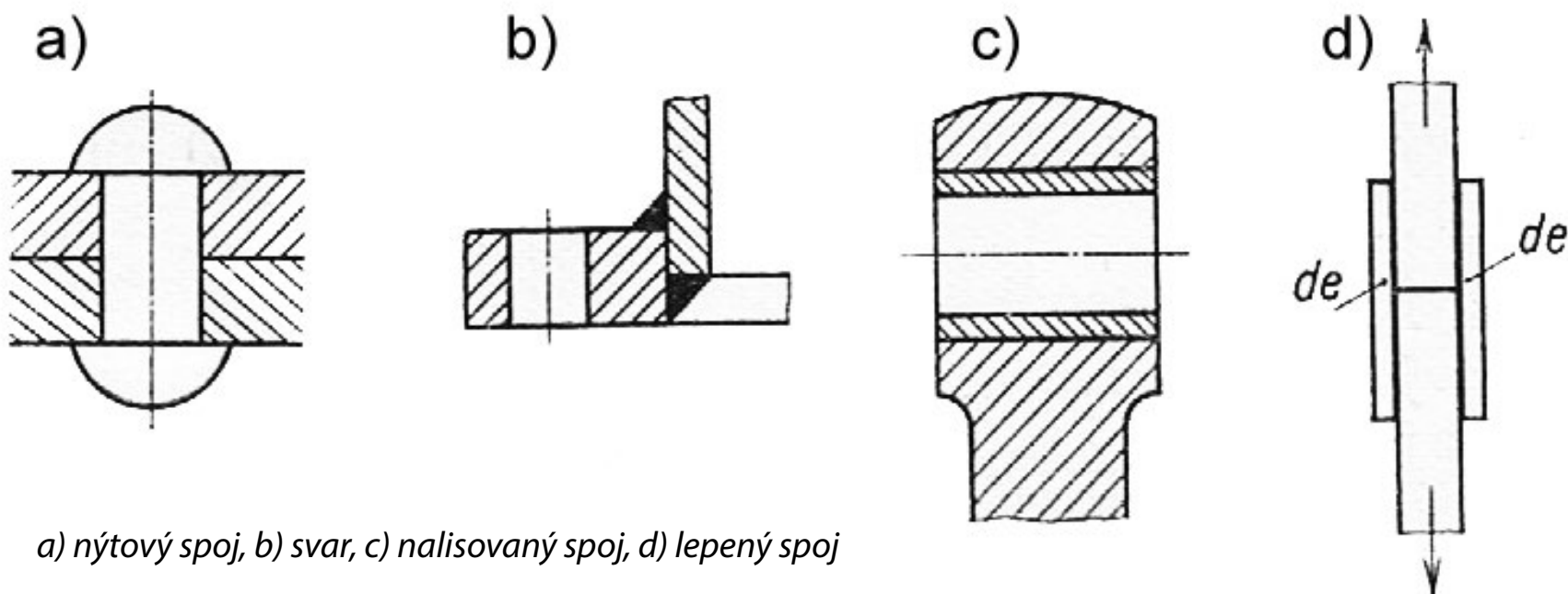
Strojní součásti mohou být

a) **rozebíratelné** – při demontáži nedojde k poškození

b) **nerozebíratelné** – při demontáži by došlo k poškození



a) šroubový spoj, b) kolík, c) červík, d) klín s nosem, e) pero, f) pružina



a) nýťový spoj, b) svar, c) nalisovaný spoj, d) lepený spoj



ÚPRAVA PRO MONTÁŽ SPOJENÍ



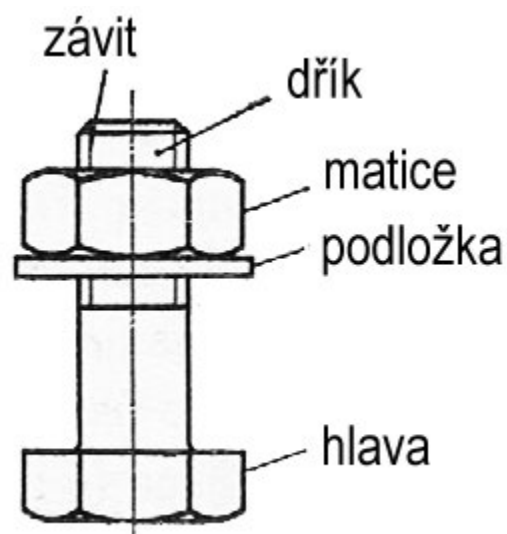
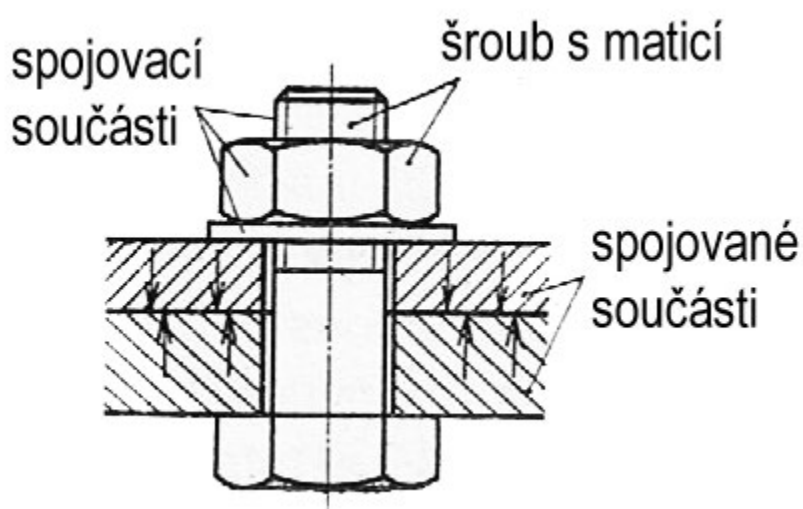
Podle druhu spojení provedeme i různou úpravu součástí, které chceme spojovat. Většinu úprav budeme provádět operacemi, které jsou popsány v předchozích kapitolách – vrtání, frézování, broušení apod. Účelem těchto úprav je, aby části materiálu na sebe dobře dosedly a provedený spoj měl ve smyku vyšší pevnost.

- **Šroubový spoj** – pro tento spoj je potřeba vrtání díry pro vložení šroubu nebo pro vyřezání závitu (menší průměr díry), srážení hran, zahlubování.
- **Nýtování** – vrtání díry do materiálů, srážení hran, zahlubování, svrtávání nýťovaných součástí.
- **Klíny** – frézování drážek do hřidelů, obrážení drážek do děr.
- **Kolíky** – vrtání děr (svrtávání), vystružování.

••• Spojení šrouby

Výhody – jednoduchost, práci zvládne i laik, normalizace, možnost utažení přesnou utahovací silou, jednoduchá demontáž, univerzální použití.

Nevýhody – šrouby se uvolňují při chvění (provádí se speciální úpravy), pro zhotovení závitů jsou nutné drahé obráběcí nástroje, šrouby zvyšují váhu spoje a díry zmenšují pevnost spoje.



Šroubový spoj, sestava šroub, matice, podložka

••• Rozdělení šroubů

Šrouby jsou typizovány a jsou vyráběny ve velmi rozmanitém provedení tvarů, průměrů a délek. Tuto rozmanitost vystihují tabulky výrobců, obchodníků (např. Feromat apod.). Nejběžnější sortiment lze shlédnout ve strojních tabulkách.



••••• Dělení šroubů dle materiálu

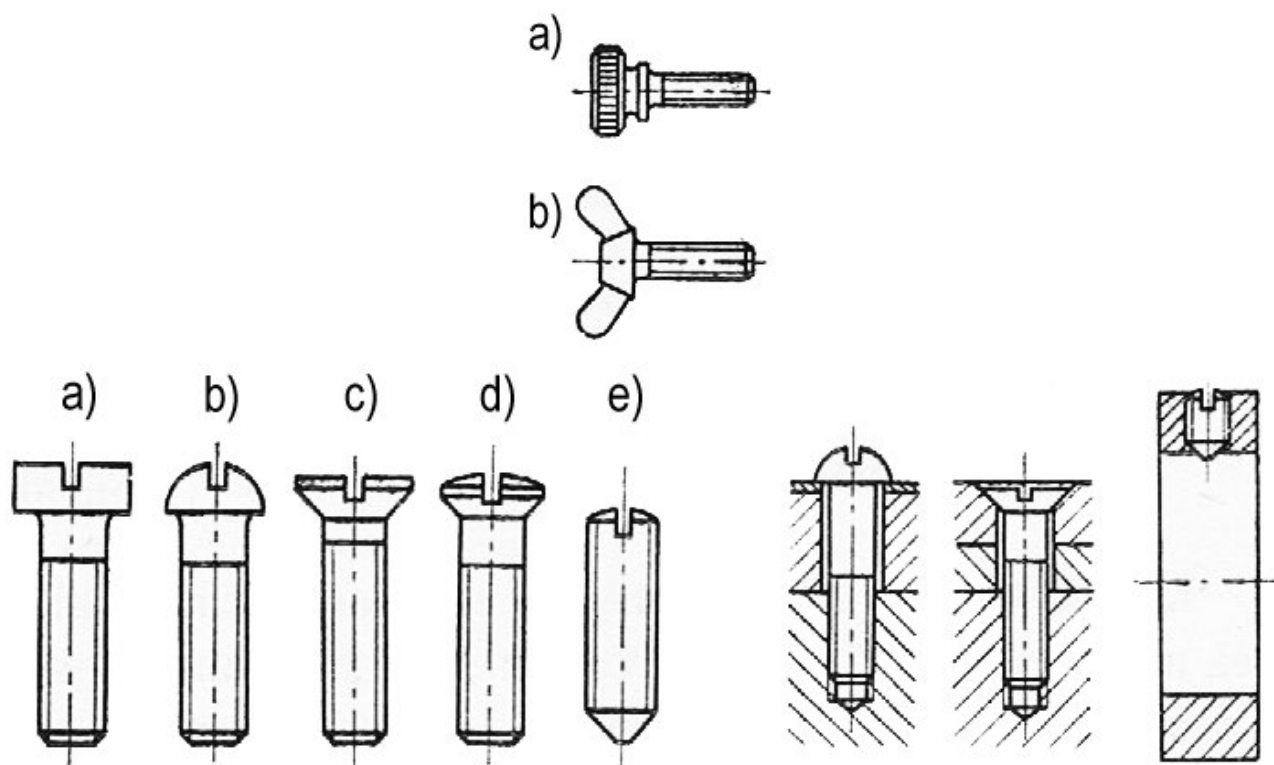
- Ocelové šrouby; jsou nejobvyklejší, rozlišují se podle přesnosti výroby na hrubé a přesné
- Mosazné šrouby
- Šrouby ze slitiny hliníku

••••• Dle směru vinutí

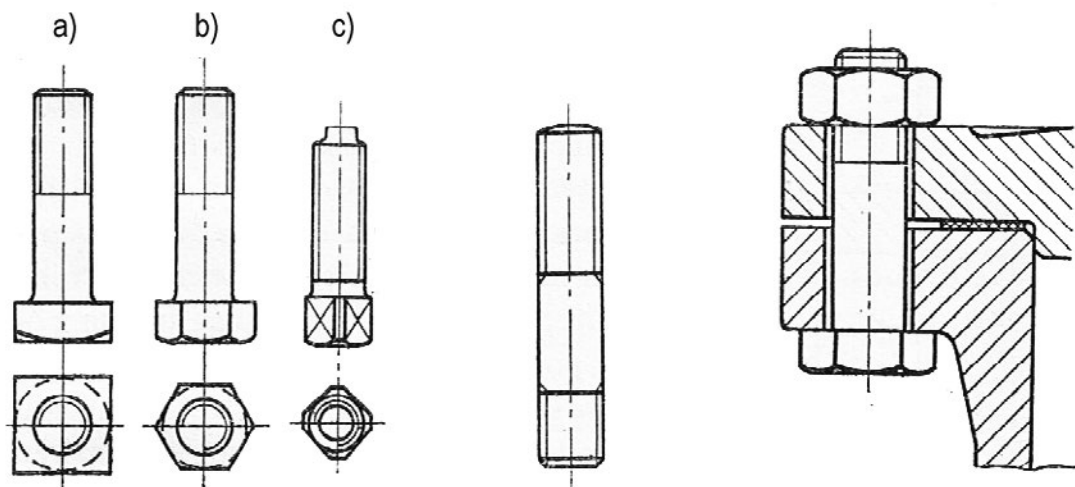
Dle směru závitu dělíme šrouby na pravé a levé. Rovněž stoupání závitu může být různé (viz strojní tabulky), mohou být jednochodé, vícechodé.

••••• Dle závitu

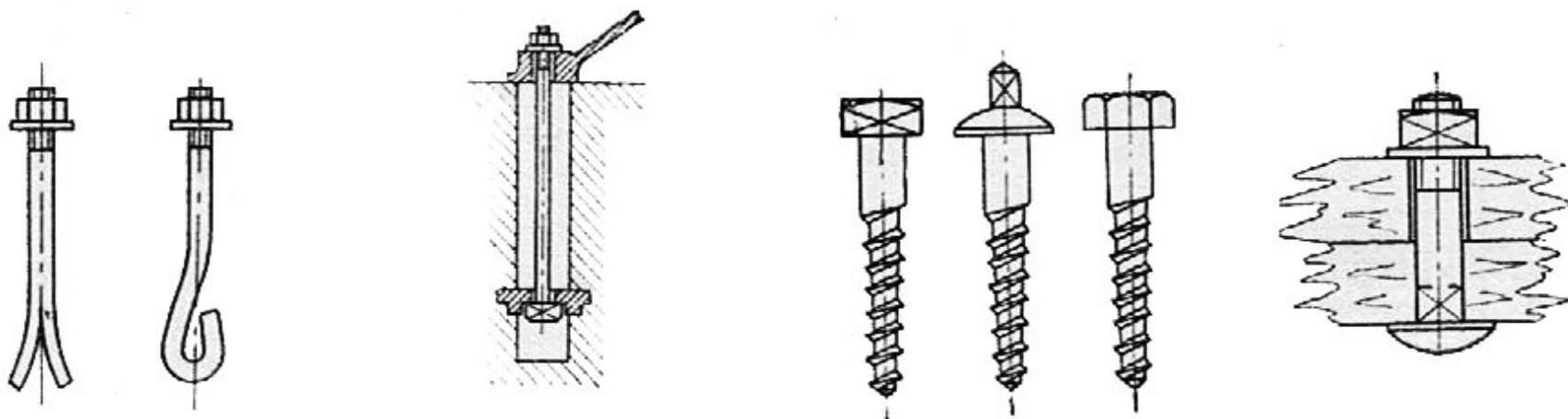
Metrický – je nejčastěji používaný závit pro spojovací šrouby. Jeho vrcholový úhel je 60° . Značka šroubu je M, např. M20, což značí metrický závit s vnějším průměrem $D = 20$ mm. Dále například Whitworthův, trubkový atd.



Šrouby pro ruční utahování (křídlaté, vroubkované), pro utahování šroubovákem (jsou se zářezem), šroubové spoje



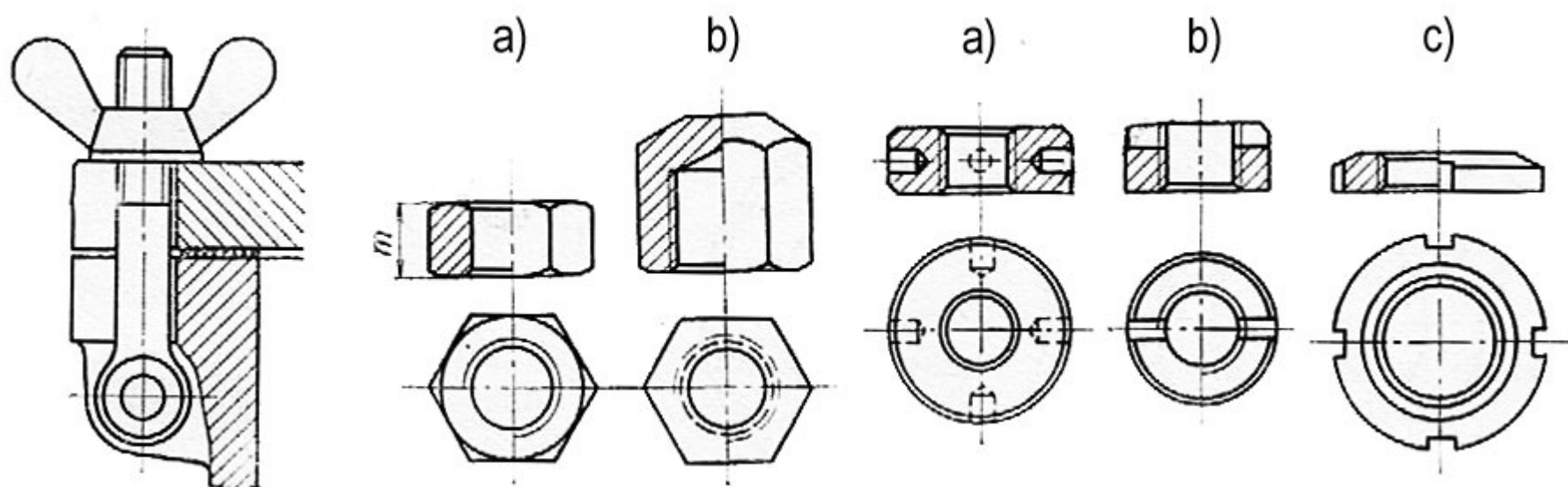
Šrouby pro utahování klíčem, závrtný šroub, spoj s maticovým šroubem



Ukázka možností použití šroubů

Matice

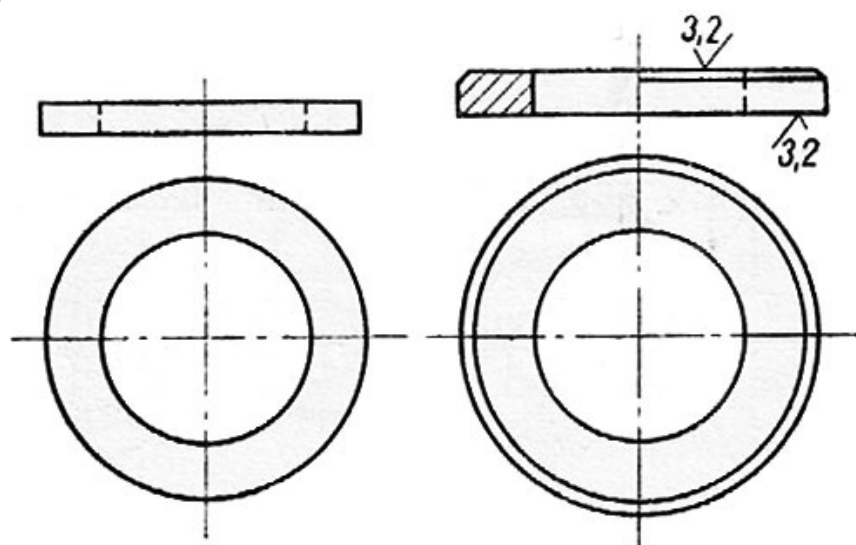
Pro matice platí to samé co pro šrouby – jsou typizované a s rozmanitostí sortimentu se můžeme seznámit např. ve strojních tabulkách.



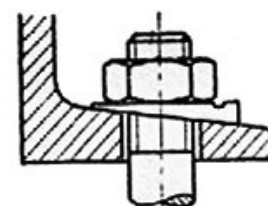
Matice křídlová, pro dotahování rukou, šestihranná matice otevřená, uzavřená, kruhová matice

Podložky

Podložky se pod matici kladou zejména tehdy, je-li povrch pod maticí nerovný nebo měkký.



Podložky kruhové



Podložka šikmá

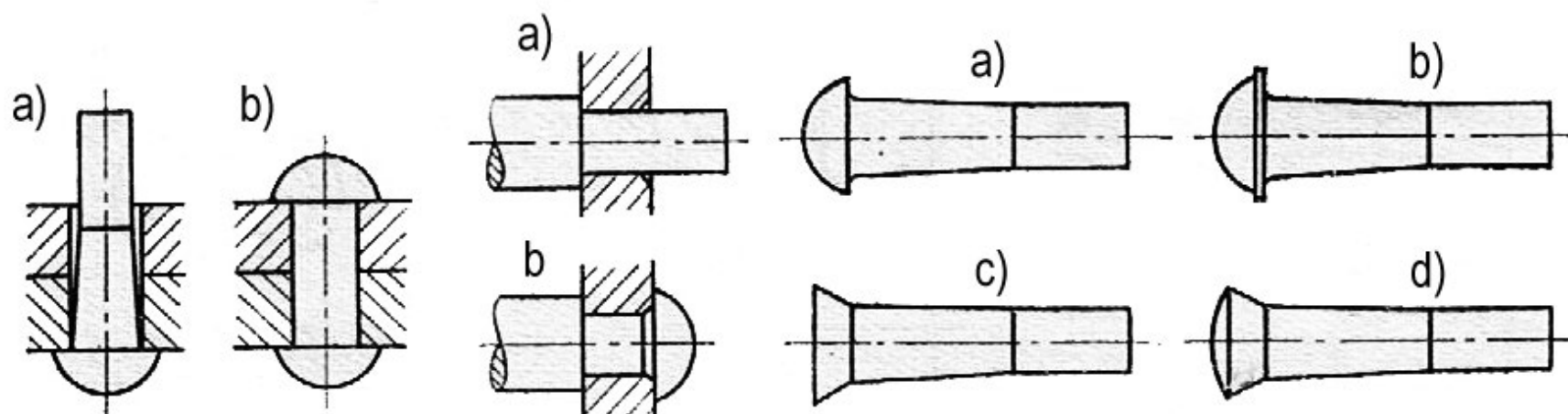


MONTÁŽ A SPOJENÍ NÝTY

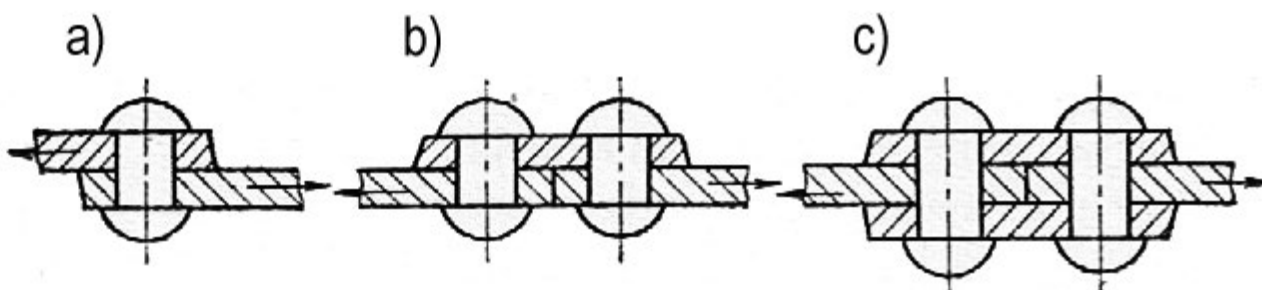
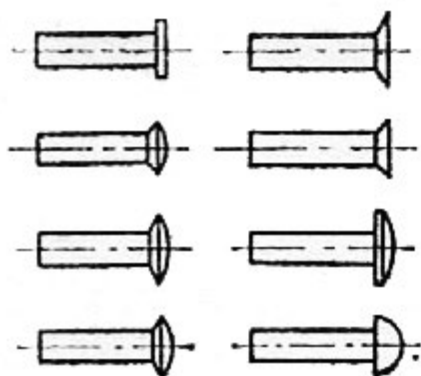
Výhody – nýťový spoj je odolný proti chvění a kmitání, spoj není nutno zajišťovat proti uvolnění, spoj je levný, zhotovení spoje je jednoduché.

Nevýhody – pro zhotovení spoje tak, aby se rovnal pevností spojovanému materiálu, je nutno provést složité nýťové spoje, nýty zvyšují váhu konstrukce, demontáž nelze provést bez poškození.

• Nýťované spoje



Nýťový spoj nepřímý, přímé nýťování, tvary nýtů



Nýťové spoje: a) zámečnické, b) s jednou stykovou deskou, c) se dvěma stykovými deskami

MONTÁŽ A SPOJOVÁNÍ KLÍNY

Výhody – dokonalé spojení pro přenos otáčivého pohybu z hřídele na kola, jednoduché zhotovení klínu, jednoduchá demontáž spoje bez poškození součástí.

Nevýhody – obtížné zhotovení drážky v hřídeli, značné předpětí ve spoji.

• Základní rozdělení:

- **Podélné klíny** – třecí, ploský, drážkový klín zaražený nebo vsazený, tangenciální, Woodruffovo (úsečové, segmentové) pero – má tvar kruhové úseče.
- **Příčné klíny** – s jednostranným nebo dvoustranným úkosem, spojovací nebo stavěcí.



Podélné klíny

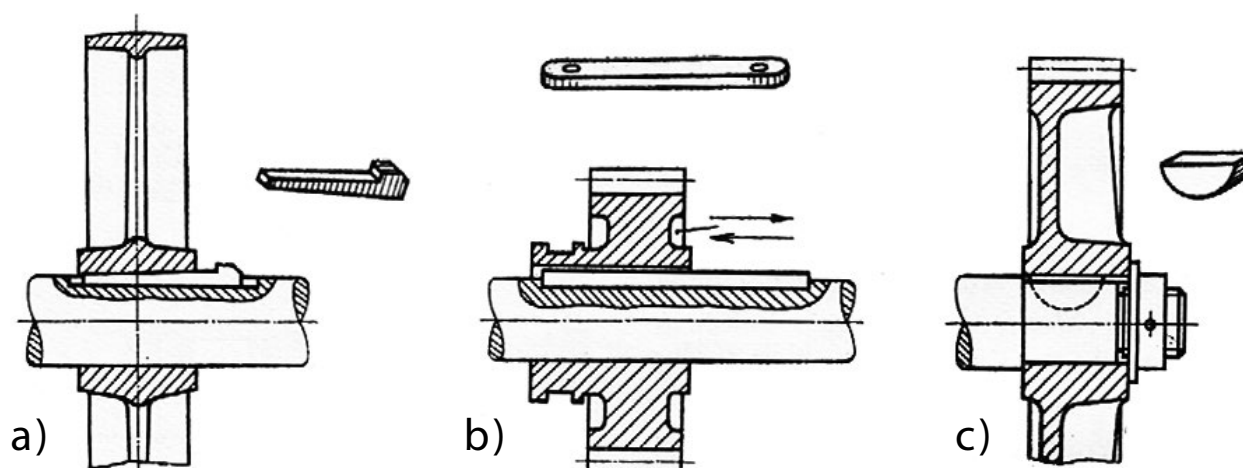
Používají se k rozebíratelnému spojení hřídele s nábojem za účelem přenosu rotačního pohybu. Klín má v podélném směru úkos a zaráží se ve směru osy hřídele mezi hřídel a náboj. Po zaražení klínu vznikne tlaková síla působící ve stykových plochách. V důsledku tlakové síly vzniká tření, které zajistí přenos rotačního pohybu z hřídele na náboj a opačně.

Vyrábí se **bez nosu** nebo **s nosem**. S nosem se používají tehdy, když nelze při demontáži klín vyrazit z druhé strany.

Pero

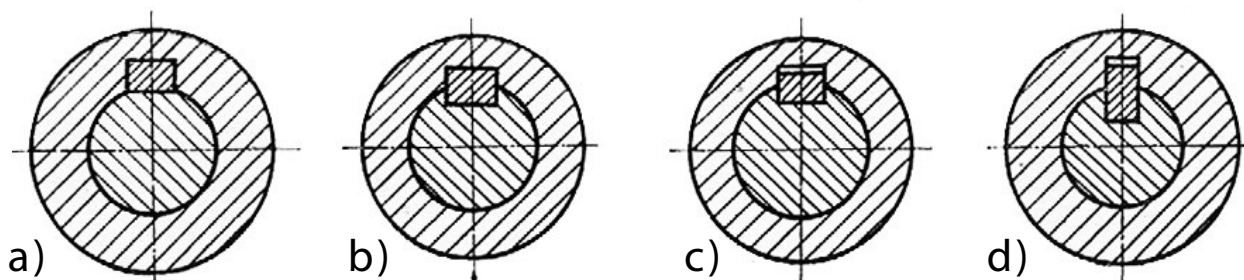
Je spojovací součást, jež se podobá klínu a má stejný účel, tj. přenos krouticího momentu. Od klínu se liší tím, že nemá úkos a že se náboj může po hřídeli posouvat.

- a) spoj klínový,
b) spoj na pero a drážku,
c) spoj s úsečovým perem



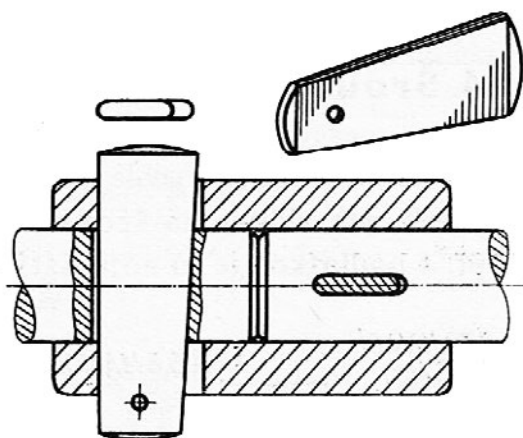
Podélné klíny:

- a) klín ploský
b) klín drážkový
c) pero vodící
d) pero kotoučové

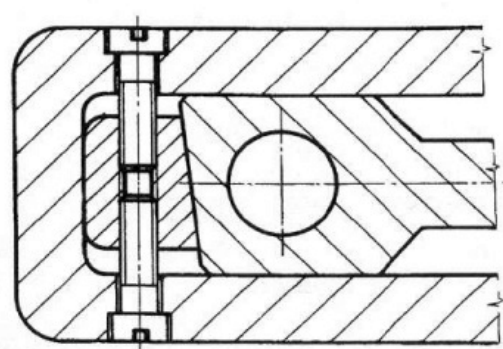


Příčné klíny

Užívají se ke spojení dvou tyčí vsazených do společné objímky. Jejich úkos bývá 1 : 12 až 1 : 25. Nejsou samosvorné a proti posuvu se zajišťují závlačkami.



Příčný klín



Stavěcí klín – používá se k ustavení vzájemné polohy dvou částí vůči sobě nebo k vymezení vůle. Mají jednostranný úkos a nastavení polohy se provádí pomocí šroubů.



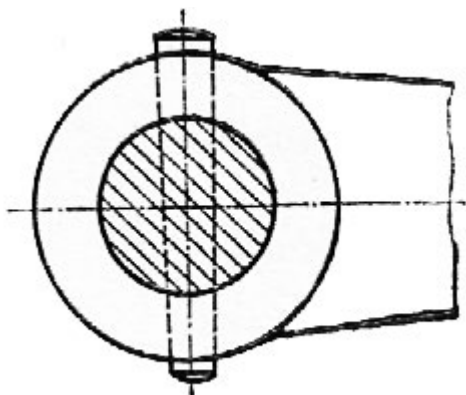
MONTÁŽ A SPOJENÍ KOLÍKY

Výhody – jednoduché spojení, které může provést i laik, umožňuje přesné ustavení součástí a zamezuje radiálnímu posuvu součástí, demontáž spoje je jednoduchá bez poškození součástí.

Nevýhody – kolíky nezabezpečují axiální posun součástí.

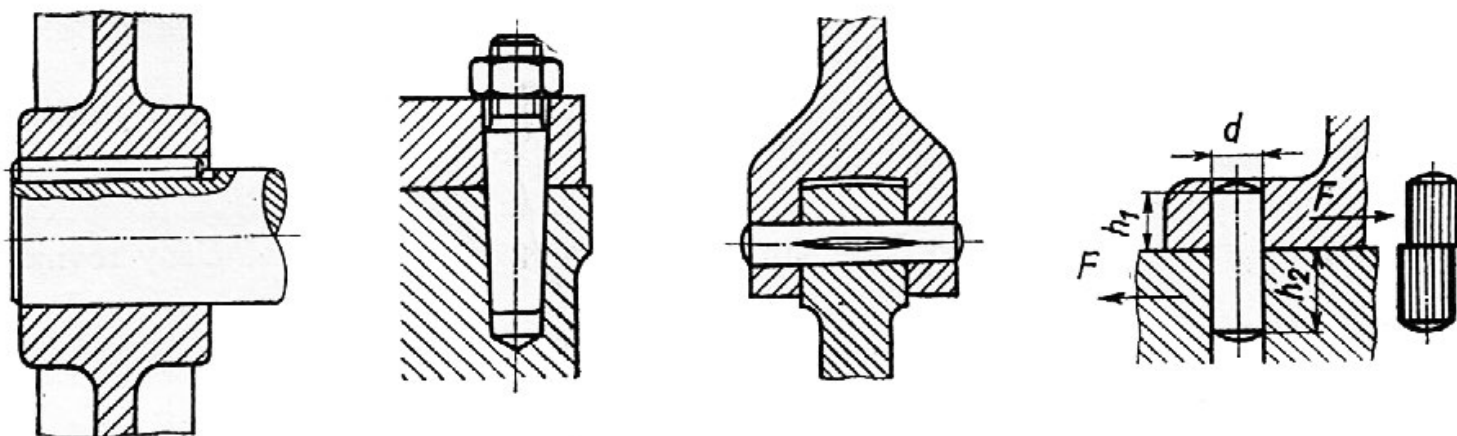
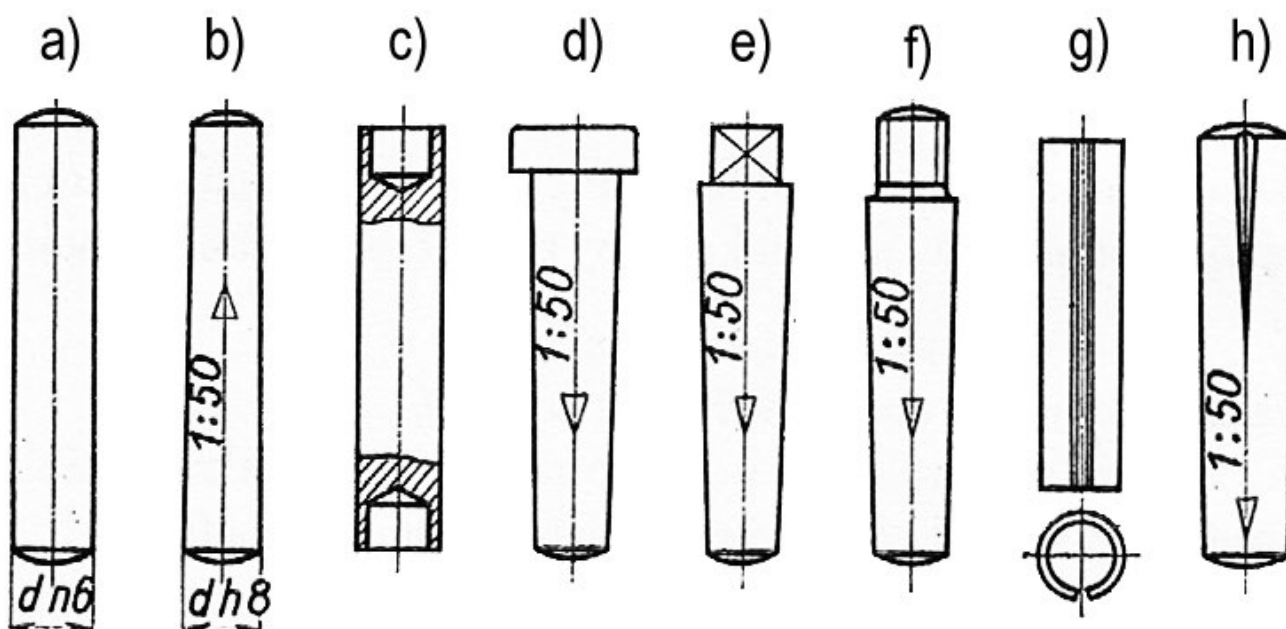
Kolík zajišťuje dvě součásti proti posuvu nebo proti otáčení. V některých případech se použije jako hřídel nebo čep, kolem kterého se dvě součásti kývají. Kolík je typizovaná spojovací součást, viz strojní tabulky.

Kolíkový spoj

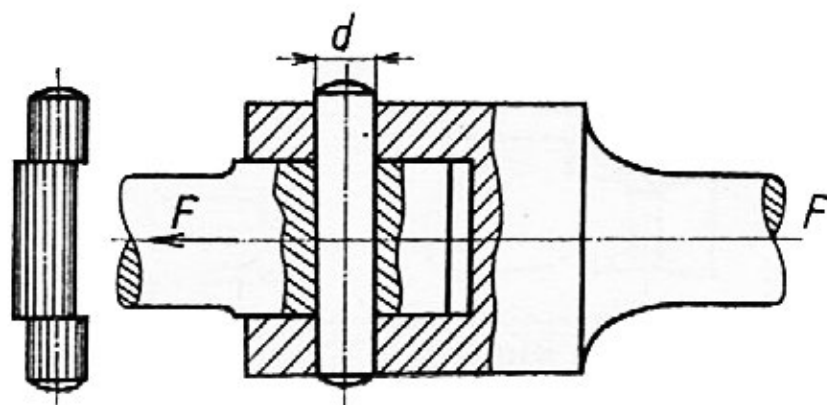


Typy kolíků:

- a) válcový kolík hladký
- b) kolík kuželový
- c) kolík pro rozevření
- d) kolík s hlavičkou
- e) kolík s vnitřním a vnějším čtyřhranem
- f) kolík s vnitřním a vnějším závitem
- g) kolík pružný
- h) kolík rýhovaný jen v části těla

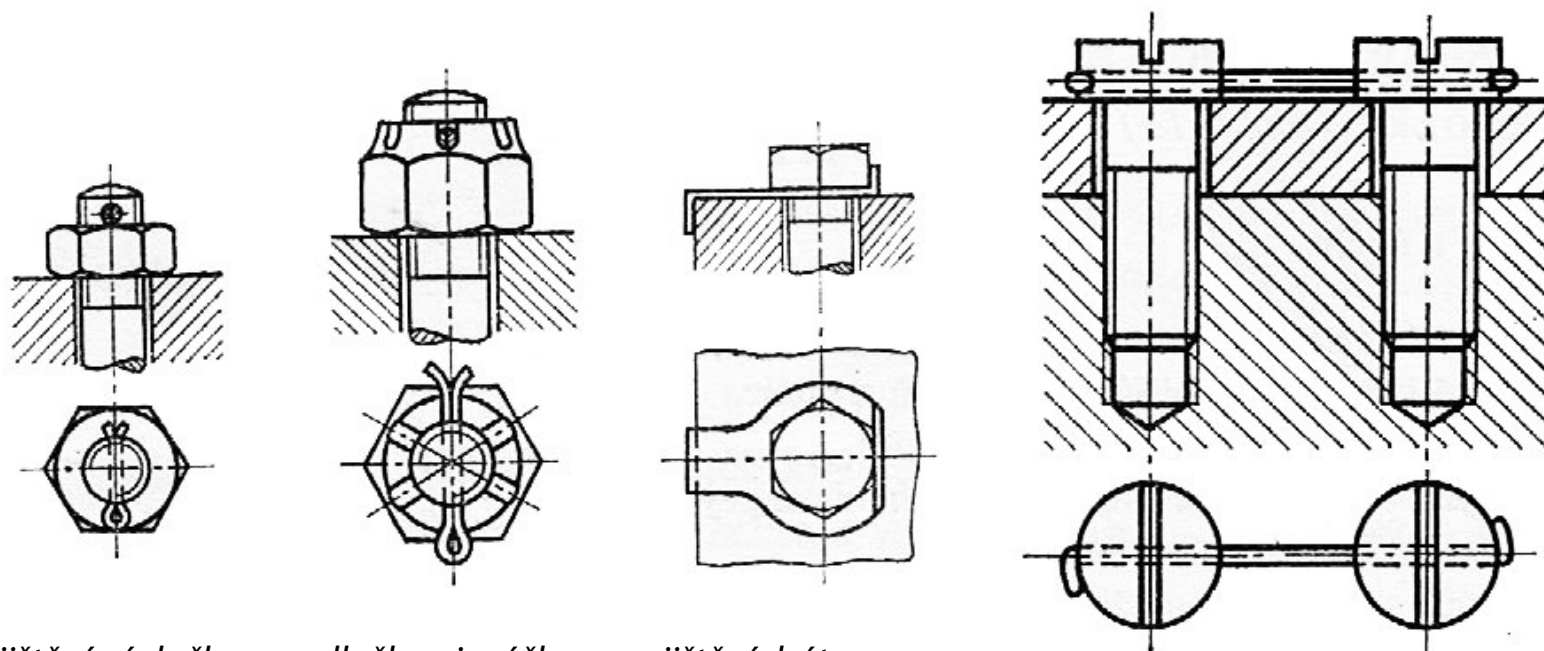


Spárový kolík, kuželový kolík se závitem, spoj s rýhovaným kolíkem, namáhání kolíku

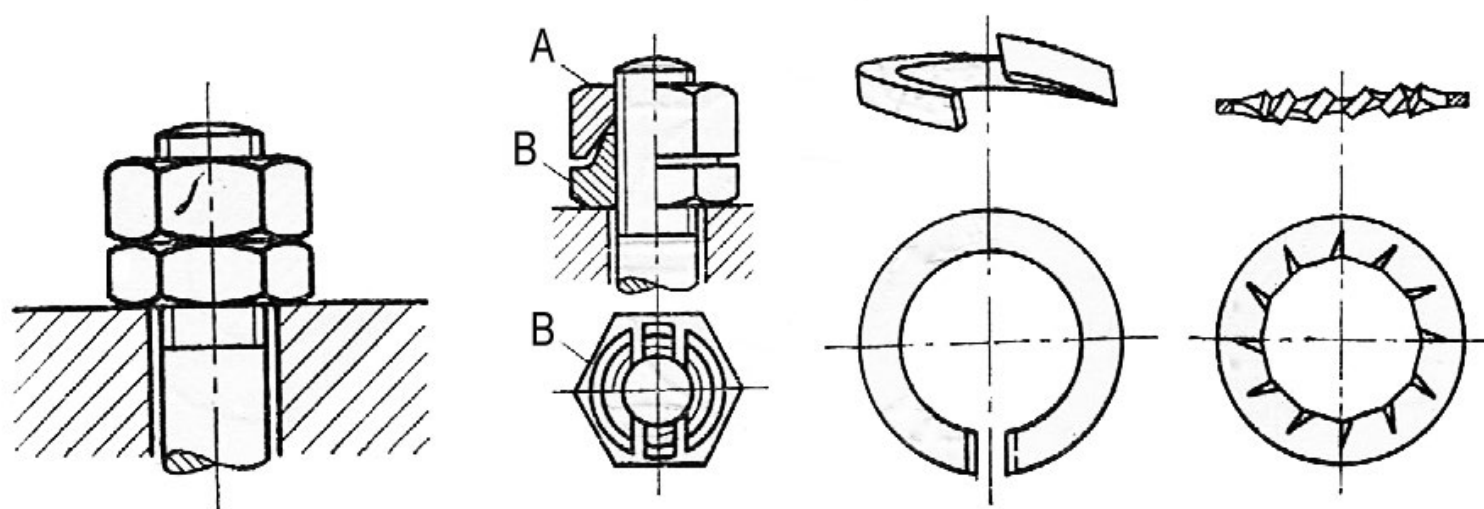


ZAJIŠŤOVÁNÍ (PEROVÉ PODLOŽKY, ZÁVLAČKY APOD.)

Spojovací šrouby jsou samosvorné, to znamená, že tah v ose šroubu nemůže spoj uvolnit. V provozu však mohou být šrouby a spoje vystaveny střídavým silám a otřesům a může dojít k samovolnému uvolnění spoje. Proto šrouby a matice pojišťujeme různými způsoby mechanického zajištění.



Pojištění závlačkou, podložka s jazýčkem, pojištění drátem



Pojištění průružňovou maticí, pojištění maticí Berma, pružná podložka, vějířovitá podložka



i Sortiment veškerých spojovacích prvků (šrouby, matice, podložky ploché, podložky perové, kolíky, pera atd. atd.) najdeme v každých strojních tabulkách nebo v katalogu výrobců tohoto materiálu. Vyrábí se v různých velikostech, průměrech.



Kontrolní otázky:

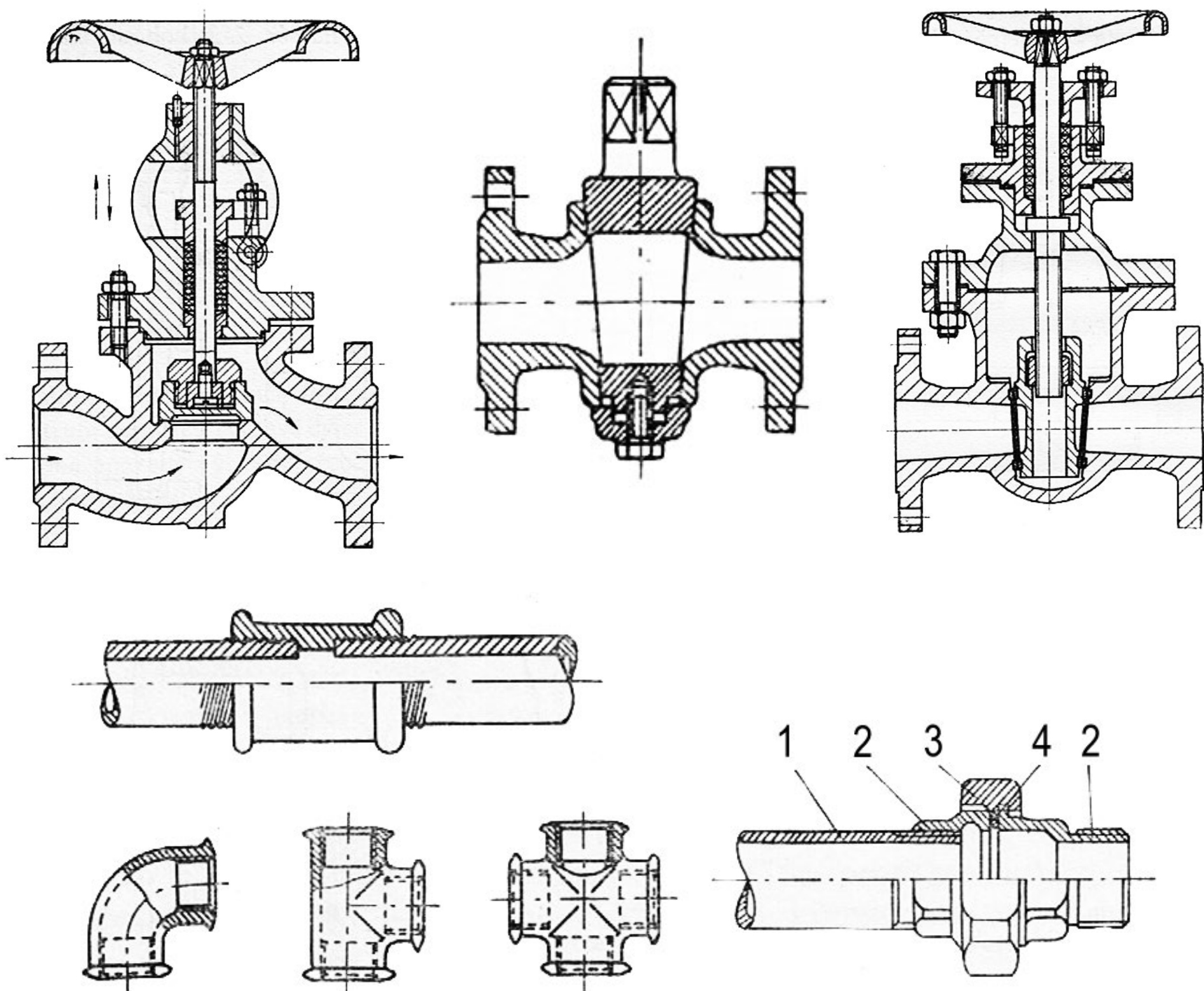


1. Jaký průměr otvoru vrtáme pro šroubové spoje s průchozím šroubem?
2. Jaký průměr vrtáme pro závit v těle součásti (matice)?
3. Proč provádíme zahlubování a jakými nástroji?
4. Jak provádíme srážení hran?
5. Co to je svrtávání?



5.2 MONTÁŽ A PŘÍPRAVA POTRUBÍ

i Potrubí je soustava trubek s doplňky a má za úkol dopravovat ve strojích a provozech zejména kapaliny, plyny, popřípadě též sypké materiály. Jednotlivé kusy potrubí se navzájem spojují, např. přírubami, tvarovkami (fitinky), svařováním, pájením, lepením apod. Do potrubí se vkládají uzavírací prvky – armatury.



Ventil, kohout, šoupě, fitinky a fitinkové šroubení



Trouby a trubky – ze kterých se potrubí sestavuje, se vyrábí z různých materiálů – kovů, keramiky, skla, plastických hmot, podle toho, jaké bude využití potrubí a co jím bude procházet.

HLAVNÍ DRUHY MATERIÁLŮ

- **Litina** – užití pro odpady, pro malé tlaky, odolávají dobře korozi, nepoddajné, málo pevné.
- **Ocel** – jsou pevné, poddajné, mohou rozvádět horká média, plyny, kapaliny. Nevýhodou je malá odolnost proti korozi. Spojují se svařováním, závit, přírubami.
- **Měď** – trubky jsou odolné proti korozi. Mosazné jsou pevné, pružné, dobře zpracovatelné.
- **Nerezové oceli** – nepodléhají chemickým vlivům, používají se v potravinářství apod.
- **Plastické hmoty** – výborně odolávají chemickým účinkům, použití je v chemickém průmyslu, rozvodech vody. Výhodou je malá hmotnost, jednoduché spojování (polyfuzní svařování, lepení apod.), nezanáší se.

ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ NA TRUBKÁCH

••••• Ruční řezání závitů na trubkách

Provádíme závitovými očky různých rozměrů v mírách metrických (M) nebo palcových (G, W). Řežeme tak ale jen malé rozměry závitů (např. M12, W $\frac{1}{2}$ ", G $\frac{1}{2}$ " apod.). Řezat závity ručně můžeme i pomocí závitových hlav, ve kterých můžeme měnit závitové nože za jiný rozměr (např. nože rozměru $\frac{1}{2}$ " – $\frac{3}{4}$ " za 1" – $\frac{5}{4}$ " apod.).



Sada závitových nástrojů



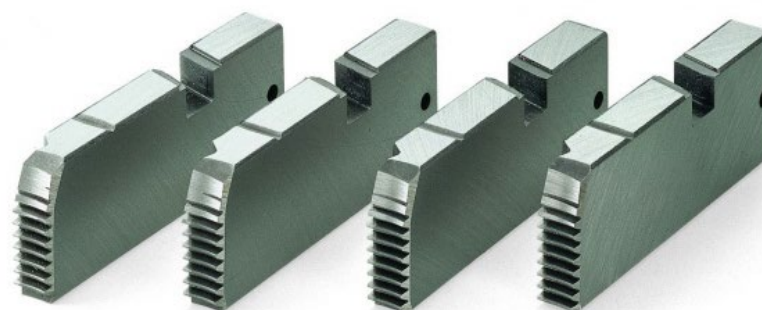
Instalatérský svěrák na trubky



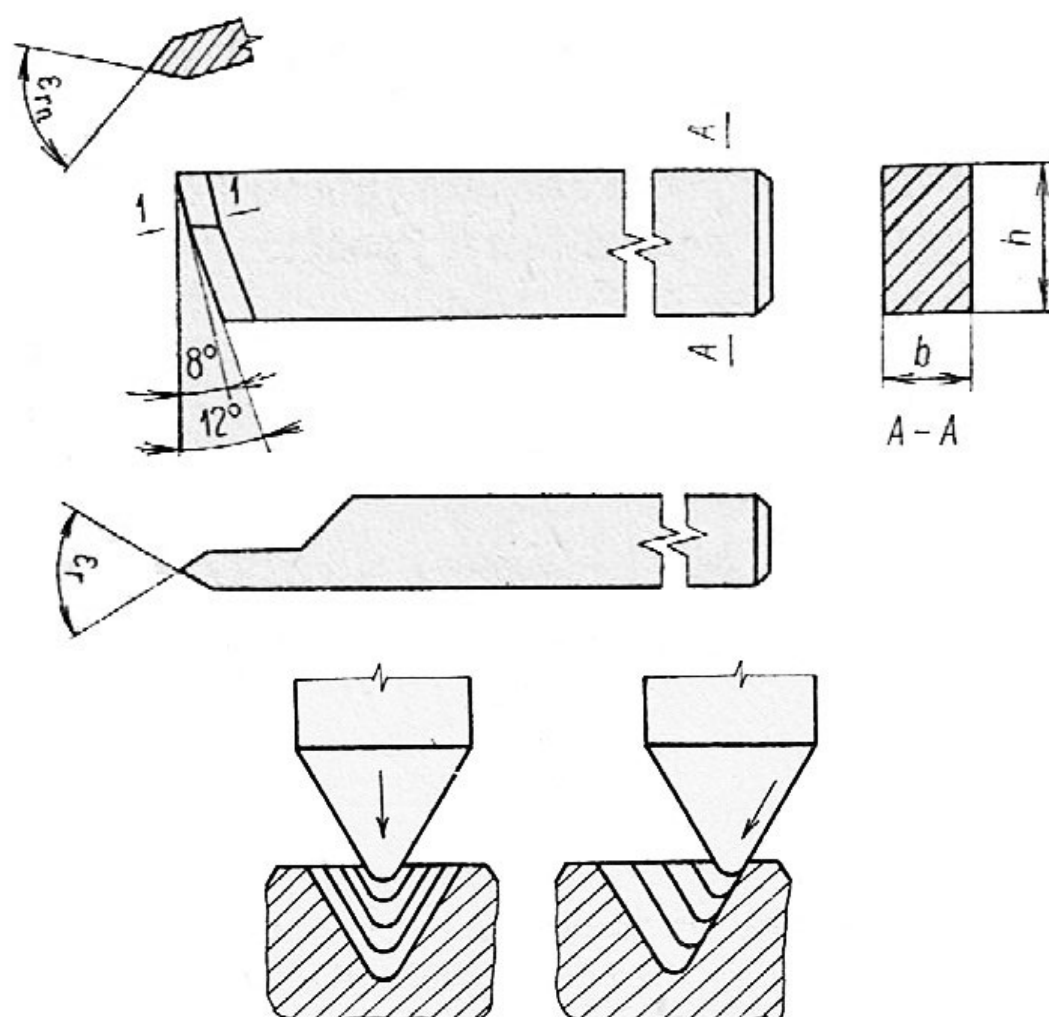
Ruční závitořezná sada

• Výroba závitů soustružením

Soustružením se vyrábějí vnější závitů převážně na univerzálních soustruzích nožem nebo pomocí podepřených závitových pouzder. Je to obdoba ručního řezání závitů, ale závitů jsou provedeny kvalitněji, např. dobrým úhlováním nástroj – obrobek.



Na montáži můžeme řezat závity i elektrickým ručním nářadím, pracujícím na principu závitové hlavy (můžeme měnit závitové hlavy nebo nože).



Základní tvar závitového soustružnického nože a způsoby přísuvu soustružnického nože



SPOJOVÁNÍ TRUBEK

Kovové potrubí se sestavuje s použitím spojů rozebíratelných i nerozebíratelných. Nerozebíratelné spoje zajišťujeme svařováním, pájením a lepením. Pájením spojujeme olověné, měděné a mosazné trubky. Olovo a cín pájíme na měkko, měď a mosaz pájíme na tvrdo. Mezi rozebíratelné spoje patří spoje přírubové a závitové. Rozebíratelné spoje musíme umět dobře utěsnit. Jako těsnění se pro příruby používají různé ploché materiály (lepenka, klingerit apod.), ze kterých těsnění vyrábíme. Pro šroubované spoje se používá konopí (např. vodovodní potrubí), silikonová páska apod.



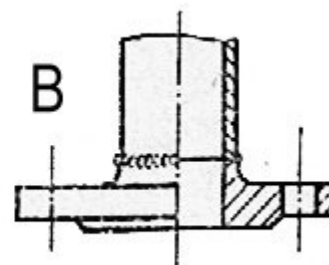
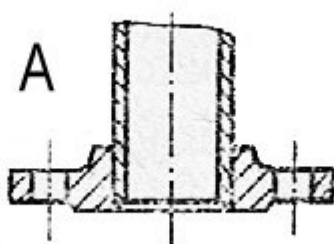
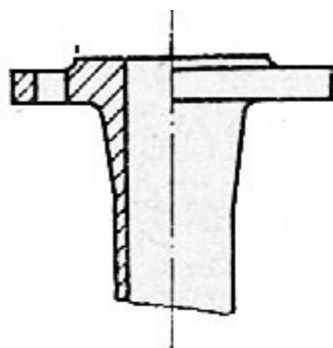
*Klingerit k utěsňování
rozebíratelných spojů*

Potrubí z nekovových materiálů spojujeme polyfuzním svářením nebo lepením.

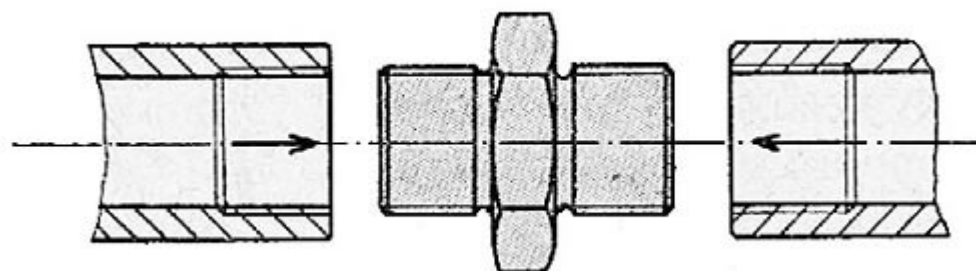
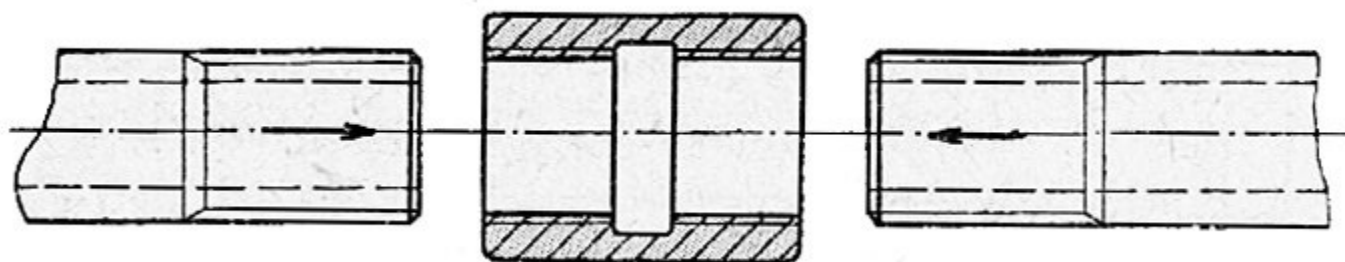
Hydraulické hadice jsou potrubním prvkem, ve kterém proudí hydraulický olej mezi motorem a pracovním hydraulickým válcem stroje (např. sklápěčka na nákladáku, vysokozdvizné vozíky apod.). Ke spojování hadice – hydro-motor dochází hlavně pomocí převlečných matic a těsnění je vlastně přesně obrobená sedlová plocha, která na sebe dosedne utažením převlečné matice. Hadice bývají vysokotlaké. Hadice se používají tam, kde je potřeba, aby toto „potrubí“ měnilo při práci svou polohu, a to hadice umožňuje.



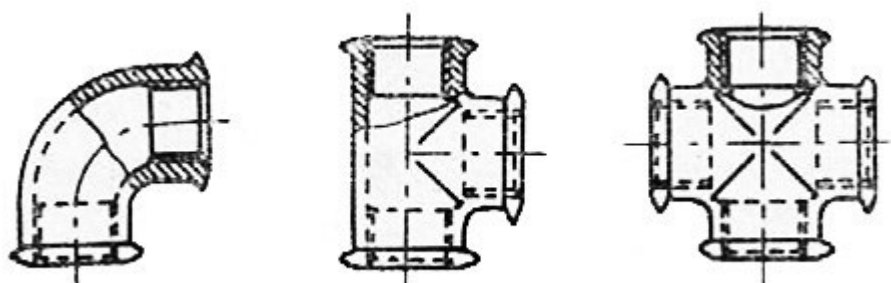
Hydraulické hadice



Pevná příruba, našroubovaná příruba, navařená příruba



Objímky a vsuvky



Fitinky – koleno, T-kus, kříž atp. Jsou typizované, viz strojnické tabulky.



Polyfuzní svářečka



VÝROBA A MONTÁŽ TĚSNĚNÍ, VLOŽEK

Těsnění z konopí se namotá na konec závitu ve směru závitu (pravý, levý) a potře se vazelínou, fermeží apod. Pak se spoj zašroubuje.

Konopí namotané na závit

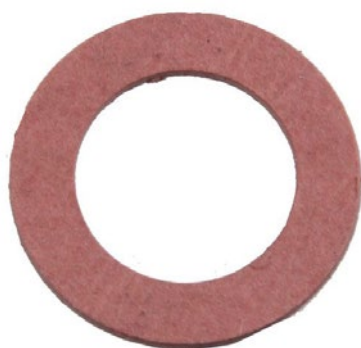




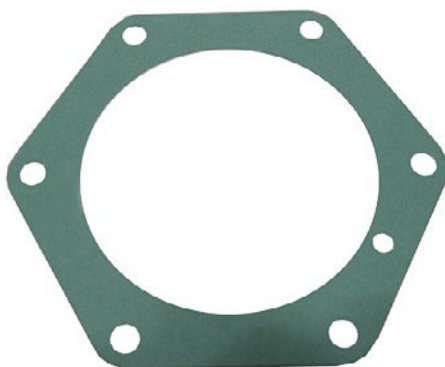
Těsnění z gumy tvoří kroužky různých profilů. Například Klingerit snese i teplý provoz a používá se pod výfuky, topení. Vyrábí se vysekáváním ručně nebo na lisu.



Fíbr se používá na těsnění ve vodoinstalacích, v olejových armaturách atd.



Fosfátový papír použijeme k těsnění vík převodových skříní, pro méně namáhané těsnění. Natírá se ještě různými těsnicími tmely (silikon, Hermetik, Hermosal apod.) Snese teplotu do 100 °C. Výroba těsnění se provádí vystřihováním, vysekáváním.



Provazové ucpávky nebo tzv. lojový provaz. Užívá se k těsnění hřídelek ventilů, bývá napuštěn tukem. Regulace těsnosti se dá nastavit maticí, která se dotáhne, pokud ventil začne propouštět.





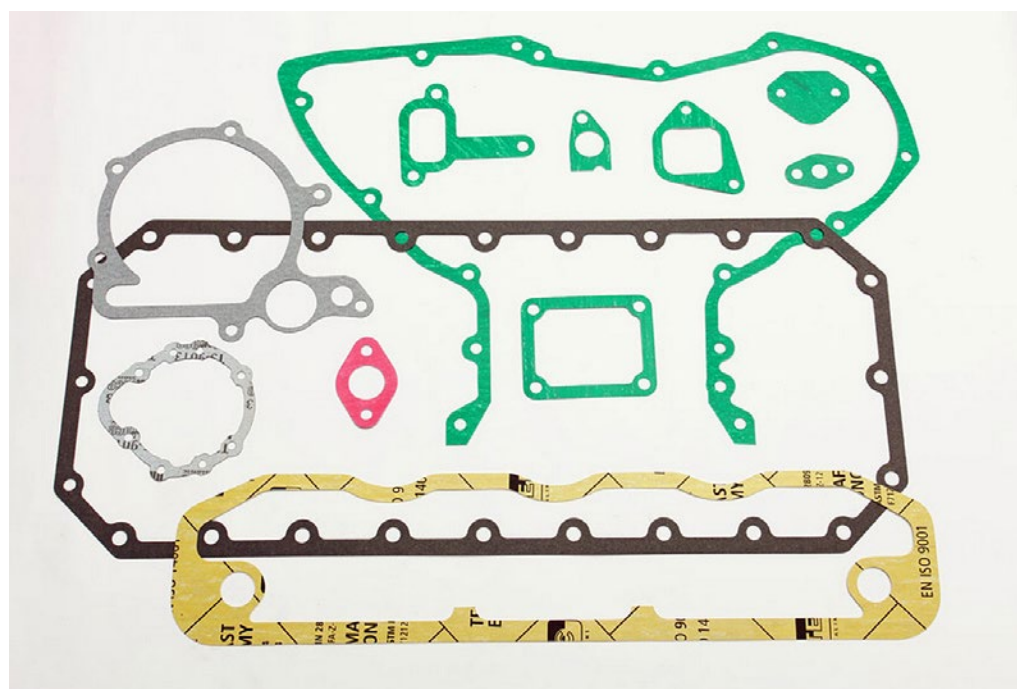
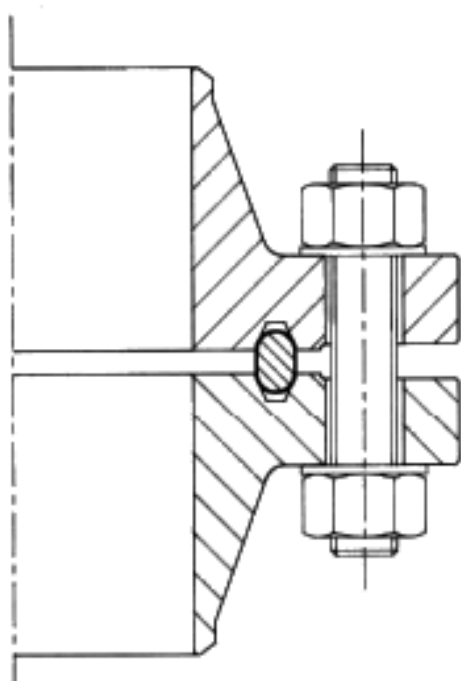
Kůže se používá již málo (např. klapka sacího koše do studny).

Kovové těsnicí kroužky se vyrábí z hliníku, mědi, měkké oceli.



❖ Výroba těsnění

Těsnění se vyrábí z desek, plátů. Typizované těsnění se vyrábí na lisech (např. vodovodní baterie, těsnění vík motorů, převodových skříní, přírub atd.). Atypické těsnění se vyrábí individuálně, vystřihováním, vysekáváním (přiloží se materiál pro těsnění na přírubu a lehce se oťuká gumovou paličkou; na materiál se otisknou tvary příruby; dle otisku se těsnění vystřihne...). Příruby s vloženým těsněním dotahujeme s citem a do kříže. Pokud musíme příruby demontovat, je třeba dát nové těsnění, staré je již vymačkané a hrozí, že by neplnilo funkci.



Vysekávané těsnicí díly



KONTROLA POTRUBNÍCH SPOJŮ, TLAKOVÉ ZKOUŠKY, OPRAVY

Po ukončení montáží se provádí nejprve vizuální kontrola všech spojů a kontrola dotažení spojovacích matic. U armatur se kontroluje hladký chod otáčení vřetene. Prohlédnuté potrubí se následně kontroluje zkouškou tlakovou. Při tlakové vodní zkoušce se potrubí naplní vodou a natlakuje se na předepsanou hodnotu, dle technických podmínek. Velikost tlaku se odečítá na manometru u čerpadla nebo pumpy. Tato zkouška ověří těsnost všech spojů, ale i těsnost všech částí potrubí. Případné závady se odstraní a zkouška se opakuje, dokud není potrubí v pořádku.

Plynové potrubí se nejprve zkouší tlakovým vzduchem a teprve potom tlakovým plynem. Zkoušky jsou vždy předepsány technologickým postupem montáže podle technických podmínek výrobku.

Ochrana potrubí se provádí podle jeho účelu a provozních podmínek. Jsou to nátěry proti korozi, většinou v několika vrstvách; tepelné izolace proti ochlazování (minerální vlna apod.); ochrana do země asfaltovými pásy atd



Tlakové a napěťové zkoušky plyn. potrubí



Tepelná izolace potrubí

Barevné značení potrubí – dle média, které proudí potrubím, má být potrubí rozlišeno barvou nátěru. *Vzduch – modrá, voda – zelená, pára – červená, plyn – žlutá* atp. Také se někdy na potrubí značí směr proudění látky.

• Opravy potrubí

Při opravách potrubí přichází v úvahu pouze oprava ventilů a kohoutů. Pokud jsou poruchy na potrubí, je potřeba většinou provést celkovou rekonstrukci rozvodů. U oprav ventilů se dělá oprava kuželky nebo těsnění vřetene (jsou to typizované díly a někdy se mění jako celek). Někdy stačí provést jen dotažení převlečné matice a dotáhnout tím ucpávku, která více přilne k vřetenu. U kohoutů se zabrušuje kužel ventilu do tělesa ventilu. Nejspolehlivější péčí o potrubí je preventivní údržba. Postačí každého půl roku uzavřít a otevřít všechny kohouty a ventily, tím zjistíme, v jakém jsou stavu a zda potřebují opravu.



Bezpečnost práce:

- Používat pracovní oděv, pracovní obuv, rukavice.
- Dodržovat bezpečnost při řezání závitů, dle technologie, která je zvolena pro jejich výrobu (ručně, strojní závitorez, soustruh apod.)
- Při kontrolách a opravách potrubních systémů dbát na opatrnost a mít na vědomí, že některé potrubní systémy mohou být pod tlakem. Při jejich rozpojení může dojít např. k poklesu tlaku a ke zranění (např. rozpojení potrubí hydrauliky na zvedání sklápěcí korby auta, vysokozdvizný vozík apod.)
- Používat při manipulaci s materiálem rukavice.
- Dodržovat hygienu při práci, při práci s potrubním systémem budeme pracovat i s různými médii, která jsou potrubím přepravována.



Kontrolní otázky:



1. Vyjmenujte, jaké znáte způsoby spojování potrubí.
2. Jaká média mohou proudit potrubím? Popište značení potrubí.
3. Popište polyfuzní svařování.
4. Popište spojování pomocí závitů.
5. Popište postup spojování měděných trubek pájením.
6. Jak provádíme kotvení potrubí?



POUŽITÁ LITERATURA

Podkladem k této elektronické učebnici byly učební texty „Strojní mechanik 2“, vydané tiskem v roce 2010. Tyto texty sestavili PaDr. Vilém Suchomel a Alois Plaček. Jejich vydání bylo financováno z projektu č. CZ.1.07/1.1.02/02.0087.

- 1) KRÍŽ, Rudolf, Cyril MARTINISKO a Karel WEIGNER. *Strojírenská konstrukce I.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1986, 244 s.
- 2) DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Mechanická technologie.* 5. vyd. Praha: ROH-PRÁCE, 1952, 580 s.
- 3) VIGNER, Miloslav a Zdeněk PŘIKRYL. *Obrábění.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1984, 800 s. Česká matice technická.
- 4) DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Nástrojařství v kostce: přehled celého oboru pro praxi i ke školení.* 1. vyd. Praha: Práce, 1962, 170 s.
- 5) FRISCHHERZ, Adolf, Paul SKOP a Jiří KNOUREK. *Technologie zpracování kovů I.* 1. vyd. Praha: Wahlberg, 1993, 268 s.
- 6) DOLEČEK, Josef a Vítězslav NOVÁK. *Strojnictví I.* 2. vyd. Praha: SNTL, 1970, 119 s.
- 7) NĚMEC, Karel. *Práce s kovem.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1974, 184 s.
- 8) OUTRATA, Jiří. *Zámečník: technologie pro 2. a 3. ročník odborných učilišť a učňovských škol.* 2. vyd. Praha: SNTL, 1968, 279 s. Řada strojírenské literatury.
- 9) HERLE, Jaromír a Antonín NEORAL. *Voda pro chaty a chalupy.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1976, 256 s.
- 10) NOVÁK, Jiří a Václav NOVOTNÝ. *Jak lepím, pájím, svařuji.* 1. vyd. Praha: ROH-Práce, 1973, 80 s. Praktické rady kutilům.
- 11) VÁCLAVOVIČ, Antonín. *Soustružení závitů.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1960, 81 s. Knižnice strojírenské výroby.
- 12) HOŘEJŠ, Viktor. *Jak s barvami a laky.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1976, 148 s.
- 13) DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Řezání kovů pilami.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1963, 88 s. Kurs technických znalostí.
- 14) DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Hoblování kovů.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1960, 80 s. Kurs technických znalostí.
- 15) DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Strojní zámečnictví: ruční obrábění kovů.* 4. vyd. Praha: SNTL, 1967, 84 s. Kurs technických znalostí.
- 16) OUTRATA, Jiří. *Základy obrábění kovů: úvod do nauky o obrábění kovů pro studium a praxi.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1962, 54 s. Kurs technických znalostí.
- 17) VÁCLAVOVIČ, Antonín. *Vrtání kovů: pomůcka k základnímu školení vrtačů, obráběčů, nástrojařů a zámečníků ve strojírenství a v opravárenství.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1961, 91 s. Kurs technických znalostí.
- 18) DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Broušení.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1960, 80 s. Kurs technických znalostí.
- 19) MICHALEC, Miroslav a Karol ČAJÁNEK. *Jehličnaté a listnaté sortimenty surového dříví: Komentář*



- k ČSN 48 0055 a ČSN 48 0056. 1. vyd. Jihlava: VČT, 1986, 86 s.
- 20) OSTEN, Miloš. *Práce s lepidly a tmely*. Praha: SNTL, 1986, 288 s.
- 21) BARTOŠ, Josef. *Strojnické tabulky: pomocná kniha pro průmyslové školy strojnické, elektrotechnické a školy příbuzných oborů*. 10., nezm. vyd. Praha: SNTL, 1971, 446 s. Řada strojírenské literatury.
- 22) VÁVRA, Pavel a Jan LEINVEBER. *Strojnické tabulky pro střední odborná učiliště: pomocná kniha pro stroj. učeb. a stud. obory na stř. odbor. učil.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1984, 384 s.
- 23) BOTHE, Otakar. *Strojírenská technologie IV pro strojírenské učební obory*. 2., nezm. vyd. Praha: SNTL, 1986, 91 s.
- 24) KREJČÍK, Vladimír. *Povrchová úprava kovů I pro 2. ročník středních odborných učilišť*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987, 168 s.
- 25) OUTRATA, Jiří. *Technologie ručního zpracování kovů pro 1. ročník kovodělných oborů*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1970, 185 s. Řada strojírenské literatury.
- 26) BOTHE, Otakar. *Strojírenská technologie II pro strojírenské učební obory*. 2. vyd. Praha: SNTL. 1982. 164 s.
- 27) KŘÍŽ, Rudolf. *Technologie montáží 3: učební text pro 4. roč. stud. oboru 24-13-4 mechanik strojů a zařízení*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988, 203 s.



TIRÁŽ

STROJNÍ MECHANIK 2. ROČNÍK

elektronická učebnice pro střední školy, obor vzdělání 23-51-H/01 Strojní mechanik

1. vydání

Schválilo MŠMT č. j. MSMT-1928/2015-29 dne 17. dubna 2015 k zařazení do seznamu učebnic pro střední vzdělávání jako součást ucelené řady učebnic pro obor vzdělání 23-51-H/01 Strojní mechanik s dobou platnosti 6 let.

Autor: Alois Plaček

Recenzenti: Ing. Martin Pospíšek, Zdeněk Brzobohatý

Ilustrace: archiv vydavatele, Vladimíra Šenkeříková, Mgr. Kateřina Ručková Horáková, Lukáš Křenek, DiS.

Fotografie: Bohdan Dvořák, Bc. Kateřina Kunčická, archiv Tooltechnic Systems CZ, s. r. o., archiv Narex s. r. o., archiv NAREX BYSTRICE s. r. o., archiv vydavatele, archiv TEMEX spol. s r. o., archiv Festool CZ s. r. o.

Grafické zpracování, sazba: MgA. Iveta Albrechtová Dučáková

Redakční zpracování: Bc. Barbora Sýkorová

Odpovědný redaktor: Ing. Daniel Balogh

Zpracování pro elektronické publikování: TEMEX, spol. s r. o.

Vydala jako elektronickou učebnici v roce 2015 Střední škola stavebních řemesel Brno-Bosonohy, Pražská 38b, Brno-Bosonohy, www.soubosonohy.cz ve spolupráci s firmou TEMEX, spol. s r. o., Erbenova 19, Ostrava-Vítkovice, www.temex.cz



ISBN: 978-80-88105-08-4