

ZÁMEČNÍK

# TECHNOLOGIE

## ČÁST II.

# STUDIJNÍ TEXT

## PRO TŘÍLETÝ UČEBNÍ OBOR ZÁMEČNÍK



Studijní text vznikl v rámci projektu OBNOVA A MODERNIZACE TECHNICKÝCH OBORŮ V OLOMOUCKÉM KRAJI.  
Projekt byl spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

2010/2011



INVESTICE DO KVALITY VZDĚLÁVÁNÍ

<b>Úvod</b> .....	2
<b>1 Ruční zpracování kovů</b> .....	3
1.1 Zaškrabávání.....	3
1.2 Lapování, zabrušování.....	7
1.3 Ruční vinutí pružin .....	10
1.4 Ruční broušení a ostření nástrojů .....	14
1.5 Prostorové orýsování .....	19
1.7 Slícování .....	21
1.8 Skolíkování.....	23
1.9 Mechanizované ruční nářadí .....	25
1.10 Kování .....	28
1.11 Nýtování .....	32
1.12 Lepení .....	38
1.13 Pájení .....	40
<b>2 Základy strojního obrábění</b> .....	43
2.1 Teorie strojního obrábění.....	43
2.2 Soustružení .....	54
2.3 Frézování .....	68
2.4 Vrtání .....	75
2.5 Hoblování.....	79
2.6 Obrázení.....	82
2.7 Protahování .....	85
2.8 Strojní broušení.....	88
<b>3 Technologické postupy</b> .....	95
<b>4 Cvičení</b> .....	100
<b>Vědomostní test</b> .....	103

# ÚVOD

Tato učebnice zahrnuje učivo pro 2. ročník oboru zámečnick. Je zde probrána problematika zpracování kovů. Obsahuje základní principy strojního obrábění, dokončovací operace při obrábění, vytváření výrobních postupů a na závěr si mohou žáci ověřit své nabyté vědomosti v kontrolním testu.

Motivací k sepsání této učebnice byla snaha o vytvoření komplexního a zjednodušeného souboru informací o základních postupech ručního a strojního obrábění.

Dané znalosti využijete v praktické přípravě na výkon zámečnické profese.

Přeji vám, aby se tato kniha stala průvodcem úspěšného studia oboru zámečnick.

# 1 RUČNÍ ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

## CÍLE

Po prostudování této kapitoly žáci dokážou vysvětlit a zdůvodnit postup zpracování výrobků různými způsoby a prostředky.

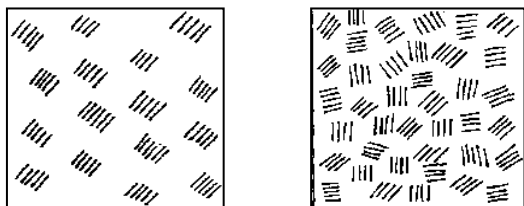
### 1.1 ZAŠKRABÁVÁNÍ

Zaškrabávání je ruční obrábění ploch. Dosahujeme jím vysoké přesnosti rozměrů, vysoké jakosti povrchu a geometrického tvaru ploch. Zaškrabáváme plochy rovinné, plochy tvarové a vnitřní válcové. Zaškrabávání je velmi namáhavý způsob ručního obrábění. Při zaškrabávání odebíráme z obráběné plochy velmi tenké třísky. Obrobené plochy se musí dotýkat na co nejvíce místech.

Jakost povrchu zaškrabávaných ploch rozdělujeme do 5.tříd jakosti. Třída jakosti je určena počtem dotkových plošek na ploše čtverce o straně 25mm.

Třída jakosti	Počet dotkových plošek	Příklad použití
1	24 – 32	přesné měřicí přístroje, stroje a měřidla
2	14 – 22	dílenské kontrolní nářadí – desky, pravítka, velmi přesná vedení obráběcích strojů, pánve ložisek
3	9 – 12	dílenské přípravky a přístroje, ložiskové pánve
4	6 – 8	vedení těžkých obráběcích strojů, plochy skříní
5	3 – 5	vedení těžkých strojů, víka skříní

Dosahovaná drsnost povrchu(  $R_a$  ) u zaškrabování bývá 0,2 – 0,8 $\mu$ m.



Obr.1. Rovnoměrně zaškrabaná plocha

## Nářadí a pomůcky

Pro zaškrabávání používáme škrabáky, příměrné desky, pravítka, hranoly a příměrné barvy.

### Škrabáky:

Škrabáky jsou nástroje k zaškrabávání. Jejich tvar, geometrie a velikost se liší podle tvaru a velikosti zaškrabávané plochy.

### Druhy škrabáků:

*Plochy škrabák* – pro zaškrabování rovinných ploch, podobá se pilníku, je asi 300mm dlouhý, různě široký. Úhel břítu má  $90^\circ$ . Tento škrabák materiál neřeže, ale odškrabuje. Ostré rohy jsou zaoblené, aby nedocházelo k poškození zaškrabávané plochy. Zaškrabujeme směrem od sebe.

*Plochy ohnutý škrabák* – pro zaškrabování drážek osazení, pro hrubé zaškrabování velkých rovinných ploch apod. Tímto škrabákem zaškrabujeme směrem k sobě.

*Trojhranný škrabák* – pro zaškrabování vnitřních válcových ploch a ploch, které jsou špatně přístupné. Úhel břítu mají  $60^\circ - 80^\circ$ .

*Lžicový škrabák* – pro zaškrabování vnitřních válcových ploch, na ložiska a jiné dutiny. Mají úhel břítu  $60^\circ - 80^\circ$ .

**Příměrné desky** – velmi tuhé litinové desky, vyztužené žebry, kterými kontrolujeme zda je zaškrabávaná deska rovná. Mají různé velikosti ( 200x200 mm, 1500x1000mm aj.).

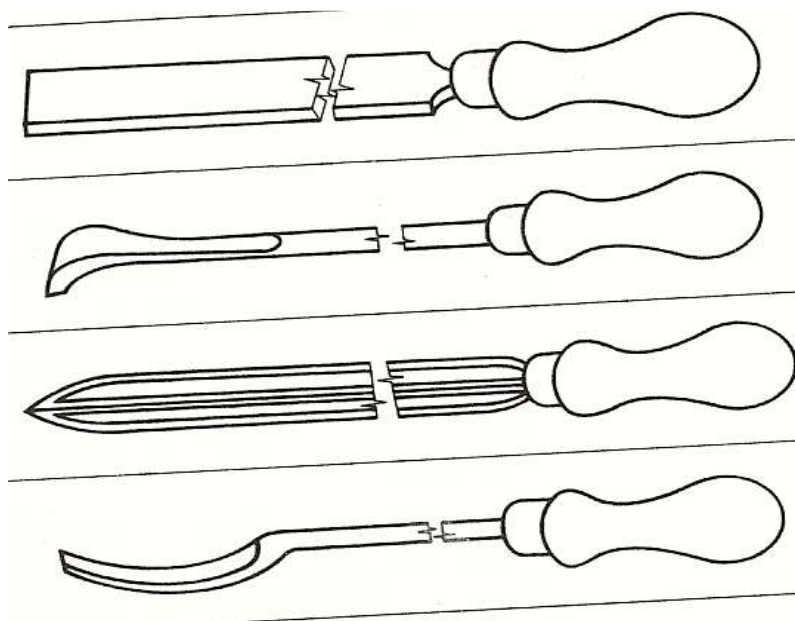
**Příměrná pravítka** – jsou litinová, vyztužena žebry ( zajišťují tuhost pravítka). Používají se při zaškrabování dlouhých úzkých ploch. Mají různé délky ( 500 – 5 000mm).

**Příměrné hranoly a válce** – ke kontrole rovinnosti, úhlů dvou zaškrabávaných ploch, ke kontrole vnitřních válcových ploch.

**Příměrná barva** – berlínská modř, saze v hustém minerálním oleji, má pastovitou konzistenci. Nesmí obsahovat pevné částičky větší než několik tisícín mm. Slouží ke kontrole geometrického tvaru.

**Jemná kůže** – k čištění zabrušované plochy od příměrné barvy, k nanášení příměrné pasty.

**Jemný brusný kámen, jemné smirkové plátno** – k odstraňování zbytků třísek ze zaškrabávané plochy.



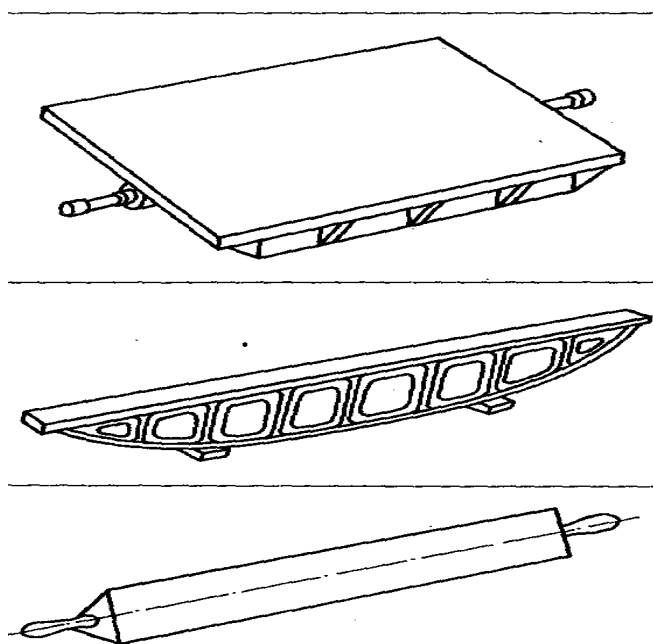
Plochý škrabák

Plochý ohnutý škrabák

Trojhranný škrabák

Lžicový škrabák

Obr.2.



Příměrná deska

Příměrné pravítko

Příměrný hranol

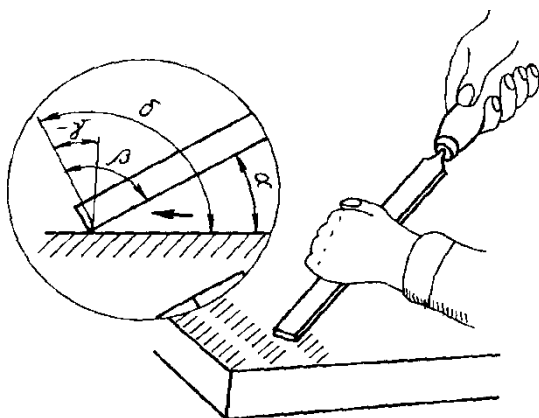
Obr.3.

## Postup při zaškrabávání

Zaškrabávání rovinných ploch začíná hrubým zaškrabáváním, při kterém se odstraňují stopy po soustružení, hoblování, frézování aj. Posuvem škrabáku dopředu se odebírá tříska. Zaškrabává se delšími tahy. Tloušťka třísky je 0,005 až 0,02 mm. Při zpětném pohybu škrabák nadzvedneme, aby nezanechával na materiálu rýhy. Směr zaškrabování se mění o úhel  $45^\circ$ .

Po zaškrabávání kontrolujeme plochu příměřováním. Nejprve plochu začistíme jemným brusným kamenem nebo velmi jemným brusným plátnem. Příměrnou desku, která je natřena velmi tenkou vrstvou příměrné barvy, posouváme po ploše součásti. Označené výstupky na zaškrabávané ploše se dále zaškrabávají, až se docílí požadovaný počet dotykových ploch. Při dokončování zaškrabávání se používají kratší tahy.

Při zaškrabávání vnitřních válcových ploch se postupuje stejným způsobem jako u rovinných ploch. Používá se však jiných druhů škrabáků a příměrného nářadí – trojhranné nebo lžicové škrabáky.



$\alpha$  – úhel hřbetu

$\beta$  – úhel břitu

$\gamma$  – úhel čela

$\delta$  – úhel řezu

Obr.4.

Držení škrabáku při zaškrabávání a geometrie břitu škrabáku.

## Mechanizace zaškrabávání

Snižují námahu při zaškrabávání. Nejrozšířenější je pneumatický škrabák. Používá se při zaškrabávání velkých ploch nebo tam, kde je třeba ubírat mnoho materiálu.

## **1.2 LAPOVÁNÍ, ZABRUŠOVÁNÍ**

### **Lapování**

Lapování je dokončovací obrábění funkčních ploch měřidel ( měřicí plochy základních měrek, mikrometrických měřidel, třmenových kalibrů apod.) a břitů řezných nástrojů. Lapování se někdy využívá ke zvětšování otvorů, které se smrštily při tepelném zpracování nebo nalisováním pouzdra do otvoru. Používá se brusivo ve formě volných zrn nebo zrn, které jsou rozptýlené v kapalině nebo v brusné pastě. Lapováním dosahujeme vysoké jakosti povrchu, vysoké přesnosti tvaru a vysoké přesnosti rozměru. Dosahujeme jím až zrcadlový lesk materiálu. Obrábí se plochy rovinné, válcové, kuželové a tvarové.

### **Nářadí a pomůcky**

Brusivo, lapovací nástroj.

Brusivo – zrna karbidu křemíku, karbidu boru, ušlechtilého korundu nebo diamantu. Ty jsou rozptýlená v kapalině ( olej, petrolej, apod. ) nebo v pastovitém pojivu ( lůj, lanolin ).

Lapovací nástroj - lapovací kotouče, lapovací kroužky, lapovací trny. Jsou vyrobeny z měkkého materiálu ( litina, měď, plast ).

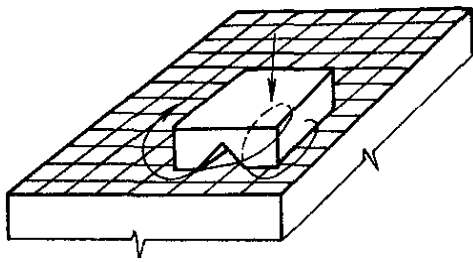
### **Princip lapování**

Brusivo se nanáší mezi lapovací nástroj a lapovanou plochu. Tyto plochy se při malém tlaku pohybují proti sobě a tím dochází k obrábění. Povrch obrobku se obrábí rychleji, protože se zrna brusiva zatlačí do lapovacího kotouče, který působí na obrobek jako břit.

### **Druhy lapování**

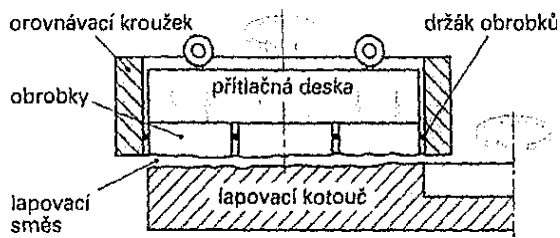
Rovinné lapování – slouží k výrobě rovinných ploch a provádí se jednokotoučovým nebo dvoukotoučovým lapováním.





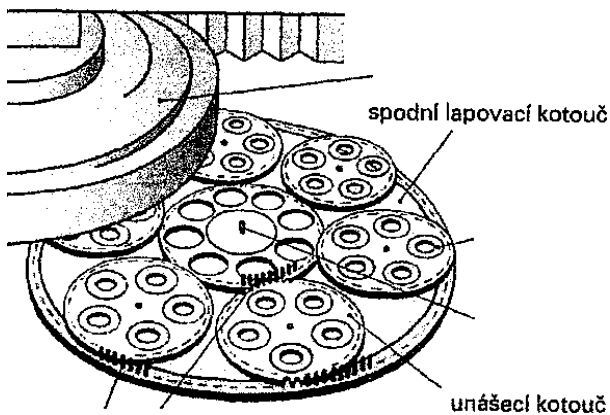
Obr.5. Ruční lapování rovinných ploch

Při jednokotoučovém lapování – obrobek přiléhá na lapovací kotouč, který se otáčí a pomocí tlaku se pohybuje sem a tam (otáčí se a kmitá).



Obr.6. Lapování s přítlačnou deskou

Při dvoukotoučovým lapování – obrobek leží v kruhovém unašeči mezi dvěma kotouči. Unašeč dává obrobkům otáčivý pohyb.



Obr.7. Dvoukotoučové lapování

### Lapování válcových ploch

Vnější válcové plochy – lapují se pomocí lapovacích kroužků, pouzder nebo svěrek, které mají příslušný průměr.

Vnitřní válcové plochy – používají se lapovací trny. Trny jsou rozříznuty a na potřebný průměr se rozpínají kuželovým kolíkem nebo kuželem se závitem a maticí.

Můžeme lapovat i vnější a vnitřní závity.

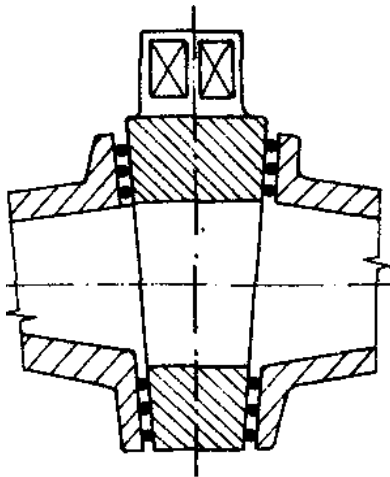
## Postup práce

Na lapovací desku se nejprve nanese lapovací pasta nebo se posype brusivem a navlhčí se kapalinou. Zrna brusiva se musí zatlačit do povrchu lapovací desky. Toho se docílí tak, že se přiloží druhá deska a mírným tlakem se po ní pohybuje. Pak se desky umyjí petrolejem a jsou připraveny k použití.

Součást, která se bude lapovat, se umístí na lapovací desku, ta je navlhčena petrolejem a pastou. Lapovanou součástí se nepravidelně pohybuje s lehkým přitlakem po celé desce. Součást lapujeme tak dlouho, dokud nezmizí stopy po předchozím obrábění. Pak se lapovací deska potře benzínem a pokračuje se stejným způsobem. Po odpaření benzínu - lapování za sucha- se docílí zrcadlového lesku. Pro lapování se nechává přídavek asi 0,003 až 0,01mm.

## Zabrušování

Zabrušování je dokončovací obrábění. Od lapování se liší tím, že se vzájemně zabrušuje vždy dvojice součástí, které spolu funkčně souvisí ( např. zabrušování kužele kohoutu, ventilů čtyřdobých spalovacích motorů ).



Obr.8. Zabrušování kuželu kohoutu

Při zabrušování se nepotřebuje žádný lapovací nástroj. Jako brusivo se používá brusná pasta, která se nanese na jednu ze zabrušovaných ploch. Nejprve se nanese pasta s hrubším zrnem, nakonec se nanese pasta s jemným zrnem. Součást se musí vždy před nanesením nové pasty pořádně očistit.

## **Postup při zabrušování**

Na jednu ze zabrušovaných ploch součástí se nanese zabrušovací pasta.

Mezi zabrušované plochy se přidá zabrušovací kapalina. Součásti se ustaví do polohy, na které budou pracovat.

Mírným tlakem se pootáčí jednou součástí na jednu stranu a zpět o 1/3 otáčky.

Vkládaná součást se nadzdvihne a pootočí se a postup se opakuje.

Ruční zabrušování je namáhavé, v praxi se používá zřídkka.

## **1.3 RUČNÍ VINUTÍ PRUŽIN**

Pružiny se vyrábějí ve velkých sériích na speciálních jednoúčelových automatech, ale občas nastane situace, kdy je potřeba zhotovit jeden nebo několik kusů pružin ručně.

*Pružiny slouží:*

- k vyvození tahové nebo tlakové síly, která je potřebná k zajištění polohy jiné součásti
- zachycují a tlumí dynamické síly ( pružiny podvozků vozidel)
- k vzájemnému přitlaku dvou součástí ( přitlačení stěračů, vrácení mechanických ovládačů do původní polohy )

*Podle funkce se rozdělují na:*

- tažné
- tlačné
- zkrutné

*Podle tvaru :* šroubovité ( válcové, kuželové ), listové, spirálové, zkrutné, talířové. Nejčastěji používané tvary šroubovitých pružin jsou normalizované.

Obr. 9. Pružiny



tažné



tvarové



tlačné



talířové



zkrutné

## Ruční vinutí šroubovitých válcových pružin

Šroubovitě pružiny tlačné i tažné z tenkého drátu ( 1,5 – 2 mm ) se zhotovují ve svěráku pomocí ruční navíječky. K vinutí je potřeba zhotovit pomocný trn kruhového průřezu. Na delším konci trnu se vyvrtá příčně otvor, který má průměr o 0,1-0,2 mm větší než je průměr drátu, z kterého bude pružina vyrobena. Druhý konec trnu se ohne do podoby kliky.

Průměr trnu se volí o něco menší, než má být vnitřní průměr pružiny. Do otvoru v trnu se zasune drát. Trn s drátem se vloží do dřevěné svěrky a vše se upne do svěráku. Pravou rukou se otáčí klikou a levou rukou se přidržuje drát, který se navíjí na trn. Jestliže vineme pružinu tažnou, musíme ukládat závity těsně vedle sebe. Po navinutí pružiny se konec drátu odštípne nebo napiluje a ulomí.

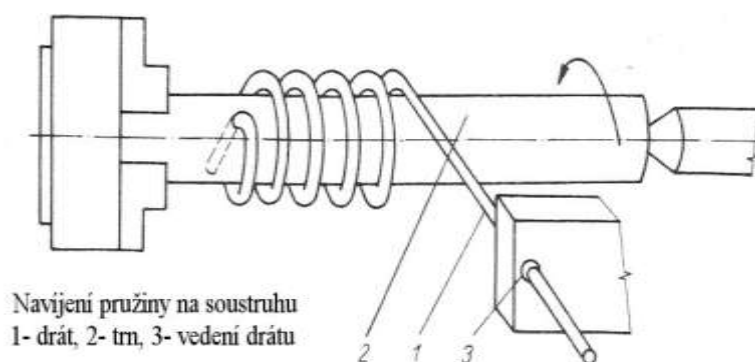
Při vinutí pružin se musí pamatovat na to, že po stažení z trnu se pružiny rozvinou ( zvětší se o něco jejich průměr) a tím se zkrátí jejich délka. U tlačných pružin je rozvinutí větší.

Konce tlačných pružin ( poslední závit ) se ohřejí do červeného žáru a pak se přitlačí na nějakou plochu. Nakonec se obrousí opěrné plochy pružiny tak, aby postavená pružina stála na rovině kolmo. Tažné pružiny mají na svých koncích oka, které vytvoříme pomocí kleští s kruhovými čelistmi za studena nebo za tepla.

## Strojní vinutí pružin

Pružiny se častěji navíjejí na vrtačce, soustruhu nebo speciálních navíječkách. Nejlepších výsledků se dosahuje při navíjení pružin na soustruhu. Pružinu vineme opět na trn, který je upnut ve sklíčidle, a to tak, že jedna z čelistí sklíčidla sevře drát. Pružina se vine směrem od sklíčidla ke koníku. Přesné stoupání závitů pružiny se zajistí pomocí vodícího šroubu. Volný konec drátu se vede mezi dřevěnými destičkami, které se upnou do nožové hlavy. Pomalými otáčkami se navine pružina na trn v požadované délce.

POZOR na vyjmutí pružiny ze stroje, drát má velkou pružnost. Obr.10.



## Kontrola hotových pružin

U hotových pružin se kontroluje jejich pružnost, měří se jejich délka, přesnost geometrického tvaru.

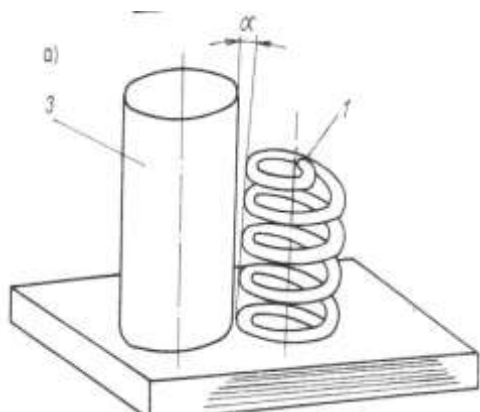
Sílu, kterou pružina vyvodí při stlačení nebo prodloužení, se měří silometry.

Délka a vnější průměr pružiny se kontrolují posuvným měřítkem nebo šablonou.

Kolmost pružiny se kontroluje pomocí úhelníku nebo průměrného válce.

Vybočení jednotlivých závitů se zjišťuje kontrolním trnem ( pro vnitřní průměr ) a kontrolním pouzdem ( vnější průměr pružiny ).

Opravy pružin jsou velmi náročné a vyžadují zkušenost a šikovnost pracovníka.



Obr.11. Měření kolmosti. 1 – měřená pružina, 3 – přípravek pro měření kolmosti pružiny,  $\alpha$  – úhel odklonu

### **Materiál na výrobu pružin**

Materiály na výrobu pružin musí mít vysokou pevnost, pružnost a houževnatost. Konkrétní materiál se volí podle funkce, způsobu zatěžování a vlivu prostředí, ve kterém bude pružina pracovat. Používají se tažením zpevněné dráty z ušlechtilé uhlíkové oceli, dráty ze slitinových ocelí (chromniklové, křemíkové, manganochromvanadové), pružinové bronzy a mosazi.

## 1.4 RUČNÍ BROUŠENÍ A OSTŘENÍ NÁSTROJŮ

Broušení je obrábění, které umožňuje opracování tvrdého materiálu s velkou přesností a hladkostí.

*Výhody:*

- umožňuje obrábět nebo dělit velmi tvrdé materiály
- dosahuje se velké přesnosti
- malá drsnost povrchu

### Nástroje

Brousící nástroje jsou brusné kotouče. Brusný kotouč se skládá z brusných zrn, pojiva a dutin ( pórů ).

Brusná zrna jsou spojena pojivou v tuhé těleso určitého tvaru, slohu a tvrdosti. Zrna mají nestejnou geometrii ostří a jsou nepravidelně rozmístěna po obvodu nástroje. Tvar brusných nástrojů bývá rotační celistvý nebo rotační segmentový. Někdy se vyrábějí v podobě hranolů nebo různých speciálních tvarů. Jakost brusných kotoučů závisí na druhu a zrnitosti brusiva, druhu pojiva, na tvrdosti a slohu nástroje.

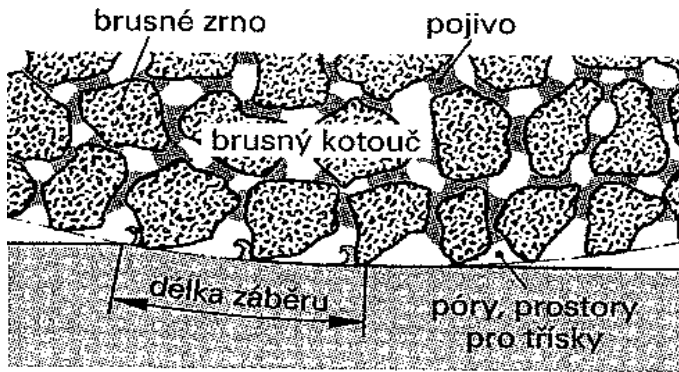
*Brusivo* – zrna oxidu hliníku (  $Al_2O_3$ - korund), karbid křemíku ( SiC ), nitrid boru ( BN ), diamant. Na brusném kotouči je označeno písmeny A,C,B,D .

*Pojivo* – pojivo má za úkol držet brousící nástroj pohromadě. Bývají keramické ( na kotouči označené V), z umělých pryskyřic ( B ), někdy kovové, pryžové. Dále má za úkol uvolnit otupělá zrna.

Brusné kotouče s keramickým pojivem jsou porézní a dobře se orovňávají, používají se pro hrubování i hlazení oceli korundem.

Pojivo z umělých pryskyřic je pružné a umožňují dosáhnout větší řezné síly. Používá se pro hrubování, rozbrušování a vysokotlaké broušení.

*Sloh* – struktura kotouče. Je to objemový podíl zrn, pojiva a pórů v kotouči. Čím větší jsou póry v kotouči, tím jsou zrna od sebe dále a tím je vyšší číslo struktury. Máme brusné kotouče velmi jemné1,2, hutné 3,4, polohutné 5,6, pórovité7,8, velmi pórovité9,10, zvlášť pórovité11,12,13. Struktura kotouče se volí podle druhu materiálu, který je určen k broušení. Obrobky z tvrdého a křehkého materiálu se brousí brusným kotoučem s hutnou strukturou, tzn. Použijeme brusný kotouč, který má malé póry. Pórovité kotouče jsou vhodné pro materiály měkké, houževnaté.



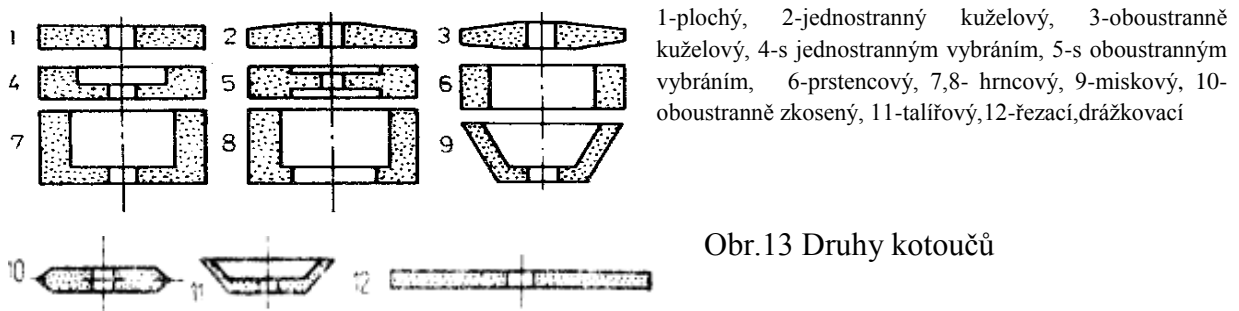
Obr.12. Struktura brusného kotouče

*Tvrдость brusného nástroje* - brusná zrna se během broušení otupují. Tvrдость nástroje udává odpor, který klade pojivo proti vylamování brusných zrn z kotouče. Tvrдость kotouče je správná, jestliže se zrno z pojiva uvolní, jakmile se otupí. Je – li pojivo příliš tvrdé, otupená zrna se neuvolní a nástroj neodebírá třísku. Je- li pojivo příliš měkké, uvolňují se zrna příliš brzy. Kotouč je stále ostrý, ale velmi rychle se opotřebí. Na tvrdé materiály používáme nástroje měkké, na měkké materiály používáme nástroje tvrdé.

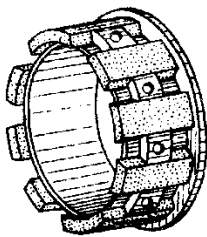
*Zrnitost brusných nástrojů* - udává velikost zrna brusiva a je označena číslem zrnitosti, které závisí na šířce zrna neboli měrném čísle. Má vliv na jakost broušené plochy. Zrnitost velmi hrubá má číslo 8,10,12, hrubá - 14,16..... 24, střední – 30, 36, 46, 60, jemná – 70,80,100, velmi jemná – 120, 150,200,240, zvlášť jemná – 320.

### Tvary brusných kotoučů

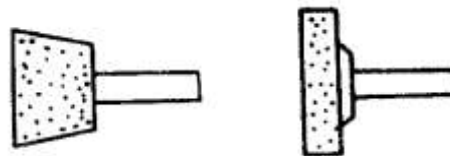
Základní tvary brusných kotoučů nejčastěji odpovídají brusným plochám na obrobku. Segmentové kotouče se upínají do segmentových hlavic, mezi segmenty jsou mezery, které slouží pro odvod třísek a přívod chladicí kapaliny.



Obr.13 Druhy kotoučů



Obr. 14. Segmentový brousící kotouč

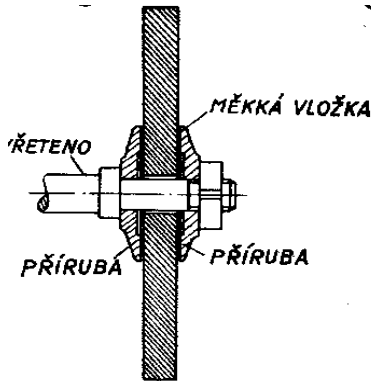


Obr.15. Brusná tělíska



## Upínání brousících kotoučů

Ploché brusné kotouče se vkládají mezi dvě příruby a mezi příruby a kotouč se vkládají měkké podložky, a to proto, aby nedošlo k poškození kotouče. Prstencové brusné kotouče se uchycují speciálními tmely na upínacích deskách.



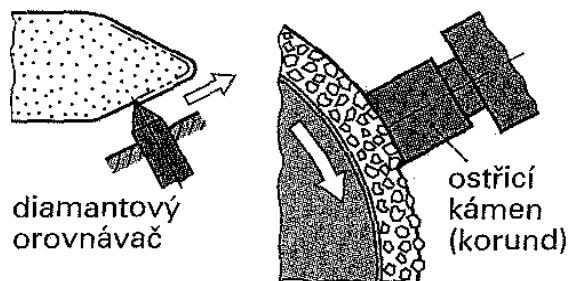
Obr.16. Upínání brusného kotouče

*Vyvažování brusných kotoučů* – pokud je brusný kotouč nevyvážený, vzniká odstředivá síla, která má za následek házení kotouče a vznik chvění. Toto má nepříznivý vliv na broušení, opotřebení ložisek. Proto se musí brusný kotouč pečlivě vyvažovat staticky i dynamicky.

Statická nevyváženost se projevuje obvodovým házením, dynamická nevyváženost se projevuje čelním házením. K vyvažování brusných kotoučů se používají vyvažovací stojánky. Statické vyvážení se provádí vyvažovacími tělisky nebo odvrtáním materiálu. Dynamické vyvážení se provádí přidáním nebo odebráním dvou stejně velkých hmot ve dvou vyvažovacích rovinách. Tyto hmoty vyvolají stejně velkou sílu, ale opačného smyslu.

*Orovnávání brusných kotoučů* – otupené a zanesené brusné kotouče se musí orovnávat, tzn. brusný kotouč se musí zbavit tupých zrn a musí se mu dát správný tvar. K tomu se používají ocelové, keramické nebo diamantové orovnávače.

Obr.17. Orovnávání



## **Ostření nástrojů**

K dosažení předepsané rozměrové přesnosti, jakosti povrchu a optimálního výkonu obrábění je nutné mít správně naostřený nástroj. Stejně je tomu i u složitějších ručních nástrojů (výstružníků, nástrojů k řezání závitů), nástrojů ke stříhání (stříhadla, nůžky), u běžných ručních nástrojů (sekáče, škrabáky), rýsovacího nářadí (rýsovací jehly, kružidla, důlčíky). Ruční ostření těchto nástrojů se provádí na kotoučových stojanových bruskách nebo stolních bruskách. Přesnějších výsledků dosáhneme na strojních nástrojových bruskách.

Dělí se na:

- brusky na nože
- brusky na vrtáky
- brusky na pilové kotouče
- brusky na kruhové závitové čelisti
- speciální nástrojové brusky (na frézy na ozubení, na ostření frézovacích hlav, protahovací trny)

Běžné řezné nástroje se ostří na univerzálních nástrojových bruskách, které jsou vybavené bohatým příslušenstvím. Některé nástroje se ostří na rovinných bruskách.

### **Zásady pro ostření nástrojů.**

1. Brusič musí znát dokonale funkci ostřeného nástroje a jeho geometrii.
2. Brusič musí znát materiál nástroje, aby mohl zvolit správný brusný nástroj.
3. Při broušení se musí nástroj vydatně chladit, vysokou teplotou nástroj ztrácí tvrdost

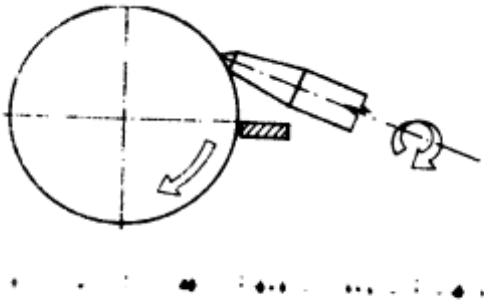
Neodborným ošetřením se může znehodnotit nebo zničit i velmi drahý nástroj!

**Bezpečnost práce při broušení:** je nutno dodržovat tyto pravidla.

1. Brusič je povinen používat při práci ochranné brýle nebo štít.
2. Brusný kotouč musí být opatřen ochranným krytem.
3. Před upnutím kotouče se musí přezkoušet zda není kotouč porušen.
  
4. Brusný kotouč musí být správně upnut.
5. Prach, který vzniká při suchém broušení musí být odsáván.

### **Ostření jednoduchých ručních nástrojů**

Rýsovací jehly, důlčíky, sekáče, šroubováky se ostří na stolních kotoučových bruskách. Nástroj se drží volně v ruce nebo se opírá o opěrku. Ostří nástroje směřuje proti brusnému kotouči. Takto se mohou ostřit i jednoduché obráběcí nástroje s jedním břitem. Složitější nástroje např. šroubovitě vrtáky, se musí kontrolovat šablonou. Obě ostří musí mít stejnou délku a stejný úhel nastavení.



Obr.18. Ostření důlčíku



Obr.19. Kontrola ostření vrtáku

### **Ostření soustružnických nožů**

Soustružnické nože se ostří na bruskách, které jsou vybaveny naklápěcími opěrami. Požadované úhly nástroje se nastavují podle úhlové stupnice. K ostření se používají prstencové nebo hrncové kotouče, aby broušená plocha byla rovinná.

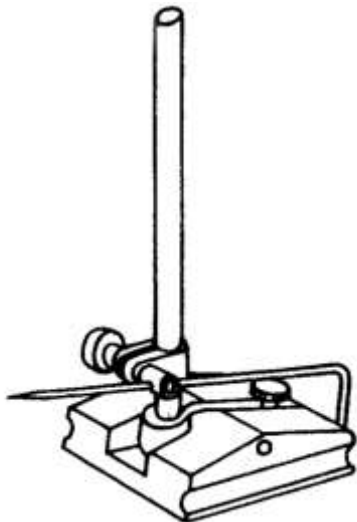
## 1.5 PROSTOROVÉ ORÝSOVÁNÍ

Prostorovým orýsováním se orýsovávají polotovary, které musí být obrobena ve všech třech směrech. Rozměřovací základnou je určitá plocha nebo středová rovina. Polotovary se musí orýsovat tak, aby na všech plochách zůstal přiměřený přídavek na obrábění. Plocha, která je zvolena za rozměřovací základnu, musí být obrobena a polotovar se jí pokládá na rýsovací desku. Od měřicí plochy se předepsané rozměry přenášejí na polotovar.

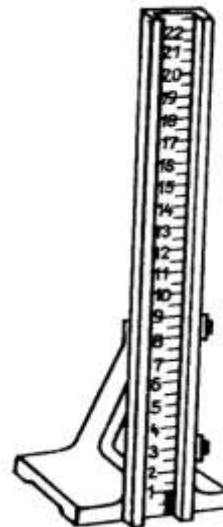
### Pomůcky a nářadí

Používají se pomůcky a nářadí, které slouží k ustavování polotovaru, k měření a rýsování. Kromě základního nářadí potřebujeme:

**Nádrh** – rýsovací jehla, která je upevněna na válcovém sloupku a na předepsaný rozměr se nastavuje podle stojánku s měřidlem. Rychleji a přesněji se nastavuje klopný nádrh. Jeho jehla se nastavuje na požadovaný rozměr šroubem, kterým se ovládá naklápění stojánku. Povolněním čepu lze sloupek naklonit do libovolného úhlu k rovině desky. Pomocí drážky v základně se může nádrh přikládat na válcové součásti. Přesné nádrhy bývají vybaveny noniem s přesností 0,1 – 0,05mm. Často se používají i nádrhy sestavené pomocí základních měrek.

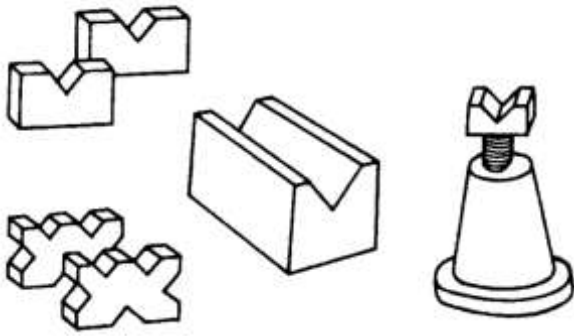


Obr.20. Nádrh



Obr.21. Stojánek s měřítkem

**Podložky** – slouží k ustavení orýsované součásti a jsou nepostradatelné při orýsování válcových součástí a obrobků s otvory. Tyto podložky jsou přesně obrobena na všech plochách, proto může každá strana sloužit jako podložka a mohou se užívat v páru. Dále k ustavení součásti se používají podpěry, hranoly, lišty apod.

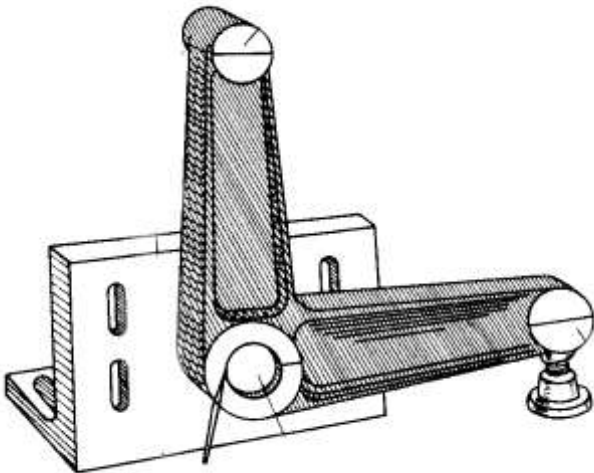


Obr.22. Podložky a podpěry

**Dělicí přístroje** – na nich se orýsovávají součásti, které mají být obrobena po obvodu v určitých úhlech. Součást se upíná mezi hroty, do sklíčidla nebo na magnetickou desku.

**Úhelníky** – slouží k upevnění součástí, které vykonávají v provozu určité pohyby, např. úhlové páky.

**Rýsovací deska** – základní pomůcka pro prostorové orýsování. Jsou vyrobeny ze šedé litiny, funkční plocha desky je opracována s vysokou přesností.



Obr.23. Úhelník

### **Bezpečnost při orýsování**

Nářadí s hroty a břity musí být uloženy v krabici nebo se na hroty nasazují korková chránítka, která chrání před zraněním pracovníka a poškozením nástroje.

Částečně obrobena součásti mohou mít ostré hrany nebo ořepky, před zahájením práce se musí tyto ostré hrany srazit.

## 1.7 SLÍCOVÁNÍ

I přes velký a rychlý vývoj obráběcích nástrojů, jejich příslušenství, vývoj nových pracovních metod a technologií zůstává přesné pilování a slícování jednou ze základních dovedností zámečníka. Tímto způsobem se vyrábějí nebo po strojním obrábění dokončují a vzájemně se přizpůsobují části přípravků, nástrojů a speciálních měřidel.

### Princip slícování

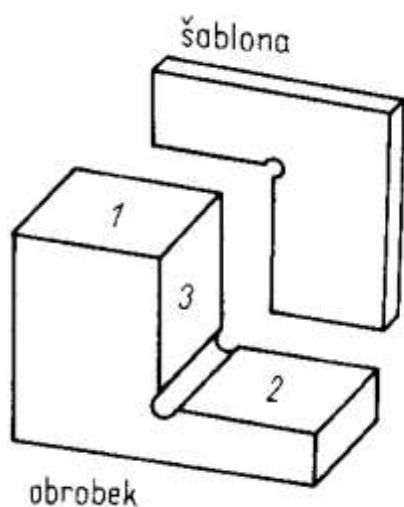
Slícování je přizpůsobování rovinných nebo zakřivených ploch součástí tak, aby se tyto plochy dotýkaly v co největším počtu bodů a vytvořily tak přesné spojení. Slícování se provádí strojním a ručním obráběním. Mezi ruční obrábění patří pilování, které je nákladné a náročné na přesnost, cit, trpělivost a zkušenost, a proto se používá jen tam, kde je to nevyhnutelné.

Jakost slícování se posuzuje podle počtu dotykových plošek na slícovaných plochách. Přizpůsobovaná plocha se kontroluje na průsvit, tj. podle světelné štěrbiny, která vznikne mezi slícovanou plochou a šablonou. Místa, kterými obrobek dosedá na šablonu se označí barvou a při dalším pilování se odstraní. Celý cyklus se opakuje tak dlouho, až mezi součástí a šablonou zůstane stejná světelná štěrbina.



Obr.24. Slícování podle šablony

**Postup při slícování tří rovinných ploch**



**Postup slícování tří úzkých rovinných ploch (plochy 1 a 2 jsou rovnoběžné)**

**Postup slícování:**

1. slícování plochy 1 a 2,
2. slícování plochy 3

Obr.25.

Nejprve se musí slícovat plochy, které jsou rovnoběžné, pak se slícuje plocha nerovnoběžná. Kontrolou na průsvit se zjistí a označí výstupky na plochách 1 a 2, tyto výstupky se uberou pilováním. Při kontrole se měří také kolmost těchto ploch. Plochy jsou slícovány tehdy, když je světelná štěrbina mezi plochami nepatrná. Pak se kontrolou na průsvit zjistí a označí výstupky na ploše 3, které se opakovaně pilují, až je štěrbina mezi plochami opět nepatrná.

Běžné zámečnické pilníky jsou pro přesnou práci nevhodné, používají se pilníky přesné ( lícovací ), které jsou rovné a mají po celé délce stálý průřez. Volba průřezu pilníku závisí na tvaru obráběné plochy. Pro pilování vydutých rozměrů je nutno zvolit pilník s poloměrem menším, než je poloměr obrobku.

### **Měření tvaru plochy**

- a) *přiložením k přesnému nárysu* – na kus plechu nebo papír se přesně narýsuje požadovaný tvar výrobku. Obrobek se kontroluje přikládáním k tomuto nárysu. Dosahuje se přesnosti tvaru 0,1mm. Tento způsob měření se používá při výrobě tvarových šablon.
- b) *šablonou na průsvit* – k obrobku se přikládá kontrolní šablona. Kontroluje se velikost štěrbiný průhledem proti zdroji světla. Přesnost měření 0,01mm.
- c) *lícováním protikusů* – protikus se zasunuje do obráběné součásti, po vyjmutí jsou místa styku na protikusů leskle otláčena. Lze použít i průměrnou barvu a postupovat jako u zaškrabávání.

## 1.8 SKOLÍKOVÁNÍ

Některé části přípravků, nástrojů a měřidel musí být vzájemně rozebíratelně spojeny tak, aby byla zajištěna jejich vzájemná poloha s vysokou přesností i při opakovaném rozebírání a montáži. Při výrobě jednotlivých kusů se nepožaduje vzájemná vyměnitelnost, proto se používá spojení šrouby se zajištěním polohy pomocí kolíků, které jsou nalícované v otvorech. Tyto otvory jsou zhotoveny ve spojovaných součástech společně. Tomuto postupu práce říkáme svrtávání a skolíkovaní.

### Spojovací součásti:

#### Šrouby

Nejpoužívanějším druhem šroubů jsou šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem ( Imbus, ČSN EN ISO 4762 ). Nevýhodou je jejich výška hlavy, nemohou se použít tam, kde část, do které bude zapuštěna hlava, má malou výšku.

Dále používanými šrouby jsou šrouby s válcovou hlavou ČSN EN ISO 1207. V hlavě mají opatřeny drážky pro šroubovák. Výška hlavy je menší než u šroubů s vnitřním šestihranem. Nevýhodou je opotřebení drážky při častém používání nebo použití nevhodného šroubováku.

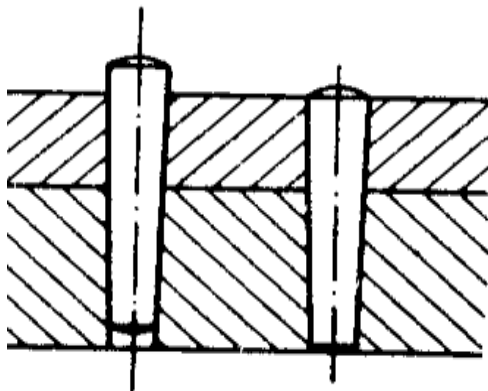
Je možno použít i jiné normalizované šrouby.

#### Kolíky

Nejčastěji se používají kolíky válcové ČSN EN ISO 2338. Kolíky jsou vyrobeny z oceli jakosti 11 500 nebo 11 600, nejsou tepelně zpracovány ( kalené ).

Pro přesnější zajištění vzájemné polohy součástí, které se často demontují a opět montují, se používají válcové kolíky tepelně zpracované ( kalené ) ČSN EN ISO 8734. Nejčastěji používaný materiál je 19 421 nebo 16 520.

Kuželové kolíky se používají velmi zřídka. Zhotovení kuželových otvorů je pracné a nelze je použít tam, kde se ostřením postupně zmenšuje tloušťka částí nástroje, vzniká ve spoji vůle. Kuželové kolíky se používají u průchozích otvorů.



Obr.26. Skolíkovaní



## Postup práce

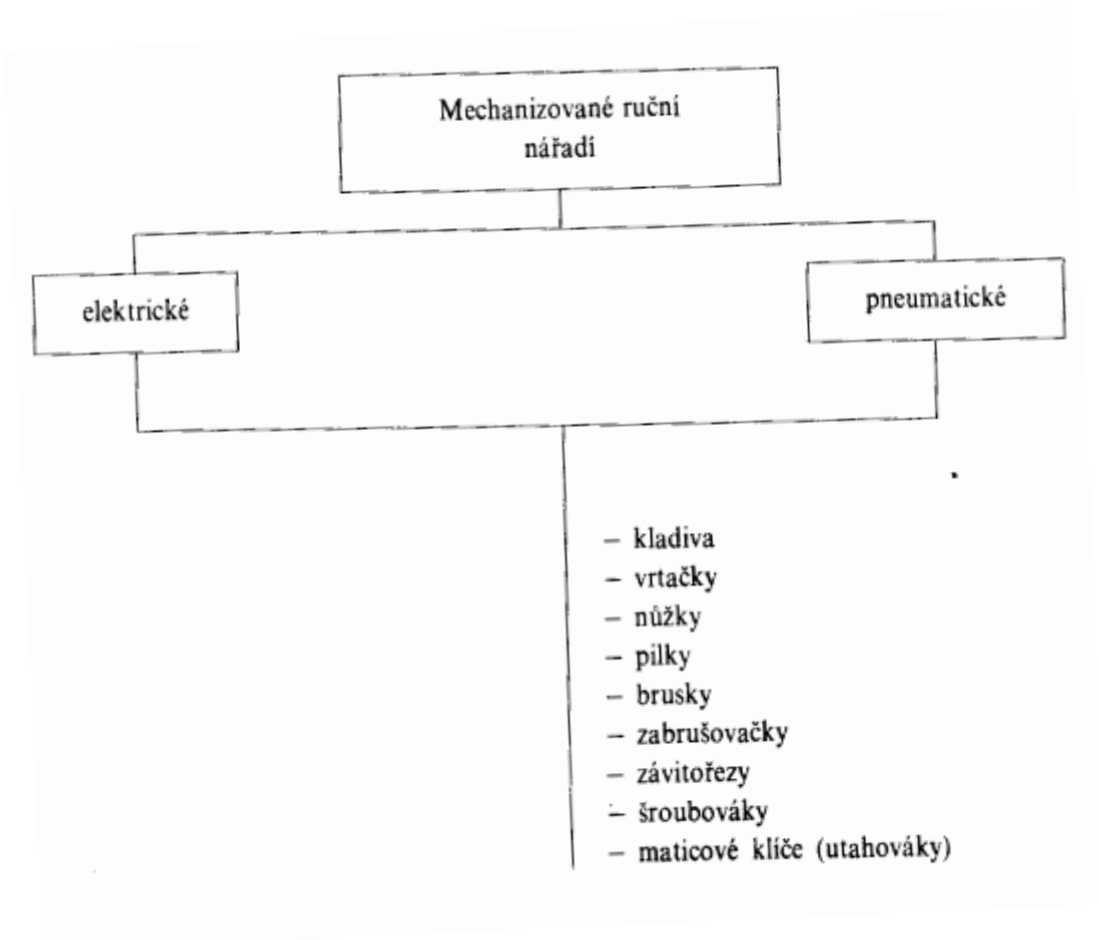
Válcové kolíky, které se používají k zajištění vzájemné polohy součástí musí být umístěny přesně. Nesmí být však uloženy pevně, aby nebránily snadnému rozebrání spoje ( opravy, čištění, demontáž ).

Pracovní postup je následující:

1. Čtení výkresu – určí se počet, poloha a průměry šroubů a kolíků.
2. Prorýsování polohy otvorů pro šrouby a kolíky na součást, od které se vychází při vrtání.
3. Ustavení součástí do správné polohy a jejich zajištění polohy svěrkami.
4. Vyvrtání otvorů pro šroubů.
5. Zahloubení pro hlavy šroubů. Čep záhlubníku je veden v otvoru pro dřík šroubu.
6. Označení vzájemné polohy součástí. Vyrazí se číslice na volné boční plochy součástí.
7. Uvolnění sevření.
8. V součásti, ve které se bude řezat závit, se vyvrtá otvor příslušného průměru.
9. Zkosení hran všech otvorů z obou stran.
10. Vyříznutí závitu do příslušné součásti.
11. Očištění součásti a lehké stažení součástí šrouby.
12. Opět přesné ustavení součásti do vzájemné polohy a pevné dotažení.
13. Kontrola správného ustavení.
14. Společné vyvrtání děr pro kolíky s přídavkem na vystružení.
15. Vystružení děr.
16. Demontáž součástí a u otvorů pro kolíky sražení hran.
17. Odstranění otřepů.
18. Očištění součástí a sestavení. Kolíky a šrouby se potřou olejem. Kolíky se lehce naklepnou.
19. Kontrola.

## 1.9 MECHANIZOVANÉ RUČNÍ NÁŘADÍ

Většina prací spojená s ručním obráběním kovů je náročná a namáhavá. Mechanizace hlavního pohybu ( přímočarý vratný nebo otáčivý ) usnadňuje dělníkovi jeho práci. Mechanizovaný nástroj tvoří přechod mezi ručním nástrojem a obráběcím strojem. Skoro všechny mechanizované nástroje pracují na principu elektrickém nebo pneumatickém. Podle druhu pohonu je dělíme na pneumatické nebo elektrické podle schématu na obr. .



**Mechanizované nástroje pneumatické** jsou poháněny stlačeným vzduchem. Ten je rozváděn z kompresorové stanice potrubím do dílen. Oproti elektrickým nářadím jsou lehčí, nezahřívají se a odpadá nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Řadí se sem vrtačky, pneumatické šroubováky, brusky, vzduchový škrabák aj.

#### **Motory pneumatického nářadí:**

1. motory s úderným pístem ( beranem ) – u kladiv používaných k sekání, nýtování.
2. motory pístové točivé - používají se u vrtaček středních výkonů.
3. vzduchové turbíny s vysokými otáčkami až 100 000 ot/ min. i více – používají se u brusek s nejjemnějším broušením.
4. motory s lopatkovým rotorem – používají se u větších a velkých brusek, vrtaček, závitořezů, maticových klíčů, šroubováků.

*Pneumatické brusky s pohonem vzduchovou turbínou* – jsou to nejmenší brusky k broušení brusnými tělísky do Ø12mm, s otáčkami až 100 000ot/min.

*Pneumatické brusky s lopatkovým rotorem* – nejobvyklejší brusky, otáčky do 20 000ot/min., brusná tělíška do Ø30mm. Největší brusky mají otáčky do 4000ot/min. a brusný kotouč o Ø200mm.

*Pneumatické šroubováky, pneumatický klíč* – mají lopatkový rotor

**Mechanizované nástroje elektrické** s menšími výkony jsou poháněny univerzálními motory na stejnosměrný i střídavý proud. U větších nástrojů se používají motory třífázové. Vysokofrekvenční motory patří k moderním pohonům ručního mechanizačního nářadí. Jsou výkonnější a bezpečnější. Elektrické ruční nářadí musí být řádně uzemněno.

#### **Základní druhy elektrického nářadí**

*Elektrické ruční brusky* – nahrazují pilování a používají se k obrábění kalených součástí, k začišťování svarů, k jemnému zabrušování.

*Elektrické ruční vrtačky* – uplatňují se především při opravách, údržbě, montážích.

*Elektrické ruční rázové šroubováky ( utahováky )* – používají se k utahování a povolování šroubů a matic.

*Elektrické ruční závitořezy* – používají se tam, kde není možné řezat závit na stabilním stroji. Uplatňují se při montáži na linkách, údržbě.

*Elektrické ruční nůžky* – stříhají plechy do tloušťky 3mm, krátké kmitající ostří umožňuje tvarové stříhání.

Při nýtování se uplatňuje mechanizované ruční nýtovací kleště, které na nýt působí statickou silou.



Obr.27. Elektrický šroubovák



Obr.28. Pneumatická bruska



Obr.29. Nýtovací kleště



Obr.30. Ruční nůžky



Obr.31. Elektrická příklepová vrtačka



Obr.32. Elektrický utahovák

## 1.10 KOVÁNÍ

Kováním se dává materiálu vhodný tvar buď rázy kladiva, beranů nebo klidným tlakem lisů. Kovají se jen tvárné kovy a slitiny. Ková se zpravidla zatepla, někdy i za studena. Kováním se docílí lepších mechanických vlastností, jemnější a stejnoměrnější struktury.

### Kování se dělí na:

**Volné** – tvářený materiál údery nebo tlakem „volně teče“, hlavně ve směru kolmém k působení síly.

**Zápustkové** – kovaný materiál je vtlačován údery nebo tlakem do kovové formy – zápustky.

Podle způsobu práce se dělí kování na: **ruční a strojní**

U strojního kování se ke tváření materiálu používají buchary nebo lisy.

### Ruční kování

Ručním kováním se dává kovu žádaný tvar opakovanými rázy kladiva, kterým se tluče na tvářený materiál. Materiál určený k ručnímu kování se ohřívá na kovací teplotu v kovářských výhních nebo v menších ohřívacích pecích. Ruční kování je namáhavá zdlouhavá práce.

### Základní kovářské práce a nářadí

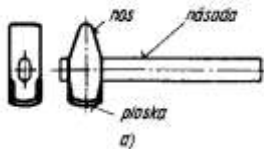
**Nářadí** – kovadliny, kladiva, kleště, probíjecí a zápustková deska, utínky, sekáče, zápustky.

**Kovadliny** – pracovní plocha kovadliny je hladká a tvrdá, kalená. Kovadlina má na jedné straně roh plochý, na druhé kuželovitý. Staví se na dřevěný dubový špalek, který je zapuštěný v zemi, tím se mírní rázy.

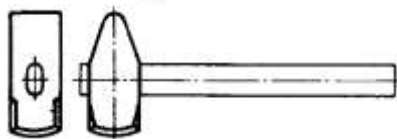
**Kladiva** – hlavní druhy jsou osazovací, hladící.

**Kleště** – jsou přizpůsobeny tvaru materiálu, který přidržují.

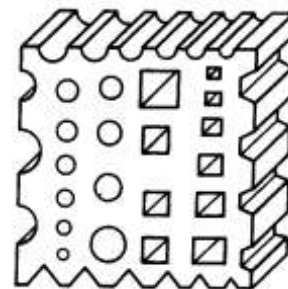
**Zápustky** - používají se k hlazení tyčí a kování různých průřezů.

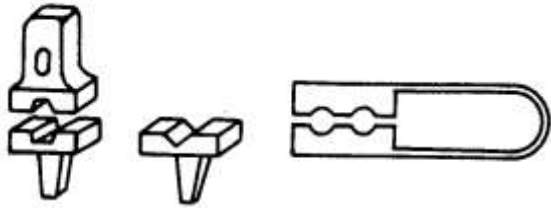


Obr.33. kladiva

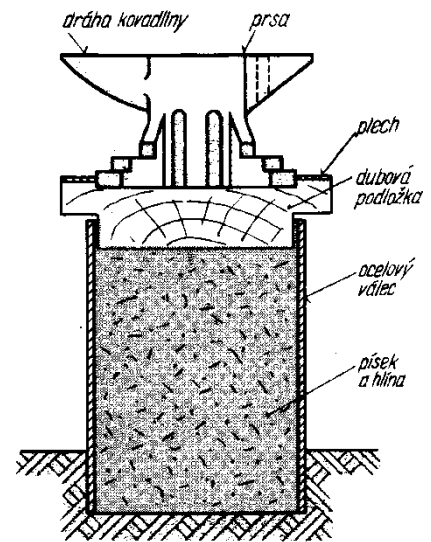


Obr.34. Zápustková deska





Obr.35.Zápustky



Obr.36. Kovadlina

*Základní kovářské operace* : prodlužování, pýchování, kulacení, osazování, ohýbání, přesekávání, probíjení a kovářské svařování.

Prodlužování - kování do délky. Provádí se přes hranu nebo roh kovadliny.

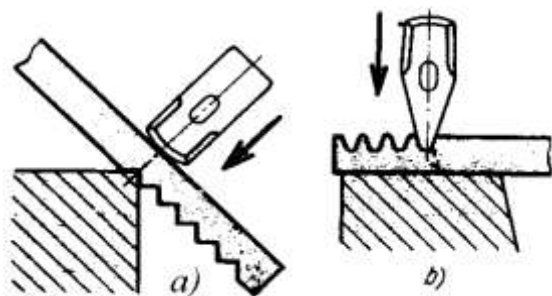
Osazování – zeslabování tyče v určité délce. Provádí se zaškrcením polotovaru kladivem nebo oblíkem. Osazování je jednostranné nebo dvoustranné.

Pýchování – zesilování polotovaru. Krátké kusy se pýchují na kovadlině ve svislé poloze, delší ve vodorovné poloze.

Ohýbání – materiál se ohýbá přes hranu kovadliny ( ostrý ohyb) nebo přes roh kovadliny.

Sekání – provádí se na utínce. Materiál se nejprve nasekne z jedné strany, pak z druhé a opatrně se oddělí.

Kovářské svařování – nejstarší způsob svařování. Kov se ohřeje na teplotu 1300°C ( do bílého žáru) a působením tlaku se vytvoří souvislý celek.

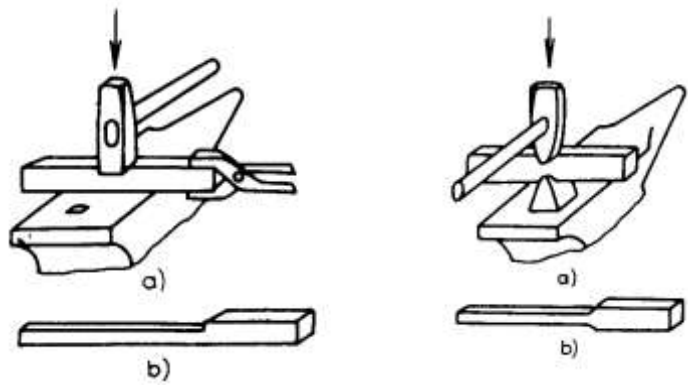


Obr.37. Prodlužování: a) přes hranu kovadliny

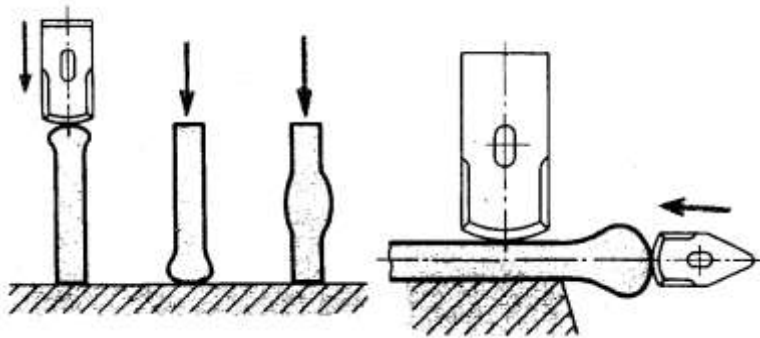
b) na ploše kovadliny

Obr.38. Osazování: a) jednostranné

b) oboustranné

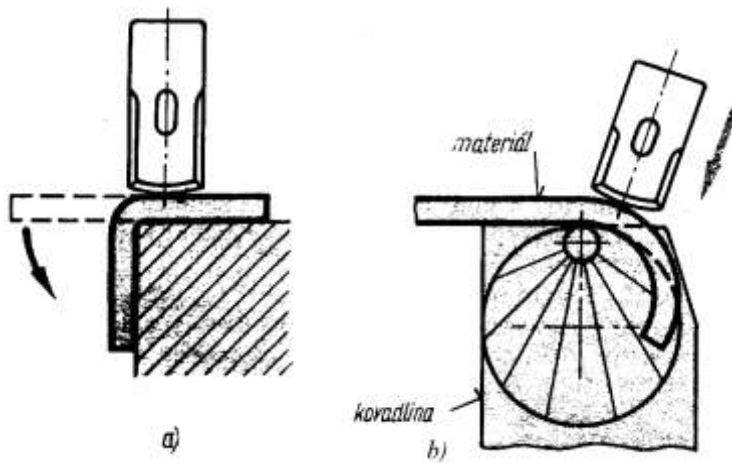


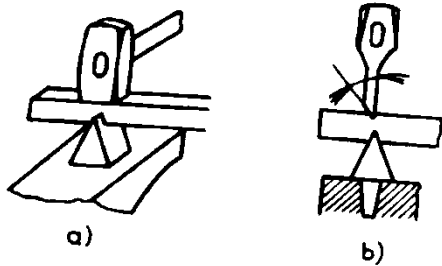
Obr.39. Pěchování materiálu



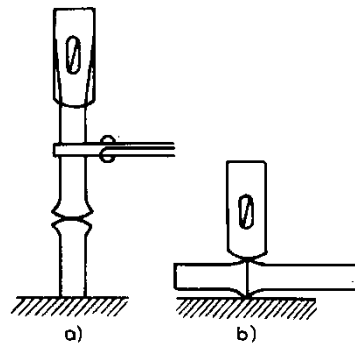
Obr.40. Ohýbání materiálu

a) přes hranu kovadliny  
b) přes roh kovadliny

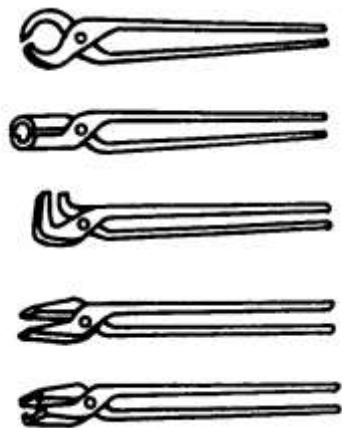




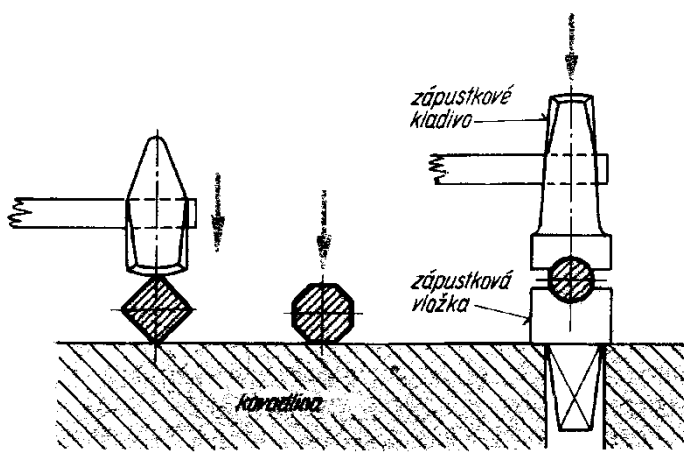
Obr.41. Sekání



Obr.42. Kovářské svařování



Obr.43. Kovářské kleště



Obr.44. Postup kulacení materiálu



## 1.11 NÝTOVÁNÍ

Nýtováním vznikají nerozebíratelné spoje. Nýt svírá spojované součásti a tření, které vzniká mezi spojovanými součástmi a hlavami nýtů brání vzájemnému posunutí.

### Nýtové spoje se dělí na:

- *pevné* – vytvářejí pevný spoj, který přenáší velké síly, uplatňují se při konstrukci mostů, stožárů, aj.
- *těsné ( nepropustné )* – tyto nýtové spoje součásti spojují a zaručují hermetickou ( neprodyšnou ) těsnost, při nýtování nádob na kapaliny a plyn.
- *pevné a těsné* - musí být pevné a hermeticky těsné. Používají se u tlakových nádob, parních kotlů, letadel.

Ve strojírenství, stavbě mostů a výrobě vozidel bylo nýtování téměř nahrazeno svařováním. Nýtování se ovšem používá v leteckém průmyslu ( pro výrobu jednoho letounu Airbus je potřeba 3,5mil. nýtů ).

### Výhody nýtování

- nemění se teplem struktura a mechanické vlastnosti materiálu
- umožňují spojovat různé druhy materiálů
- malá spotřeba energie
- žádné škodlivé vlivy na zdraví UV zářením, toxickými plyny

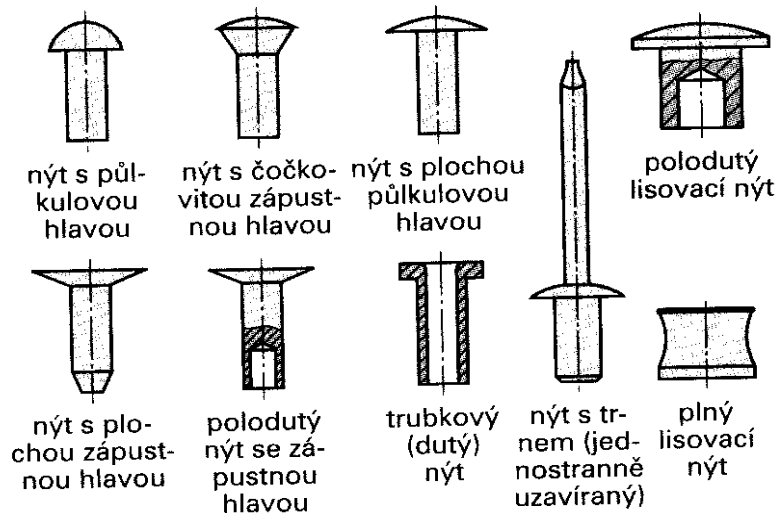
### Druhy nýtů

Nýty se rozdělují podle tvaru hlavy, podle tvaru dřívku a podle způsobu nýtování. Jsou normalizované a druhy nýtů najdete ve Strojnických tabulkách. Vyrábějí se z měkké oceli, mědi, slitiny mědi a zinku ( mosaz ), slitiny hliníku a také z plastu a titanu.

*Podle tvaru dřívku* - nýty plné, duté, poloduté

*Podle tvaru hlavy* – nýty s půlkulatou hlavou, plochou kulovou hlavou, zápustnou hlavou, čočkovitou hlavou.

Podle způsobu nýtování – kotlové nýty, lodní nýty, nýty s trnem, nýty rozštěpné.

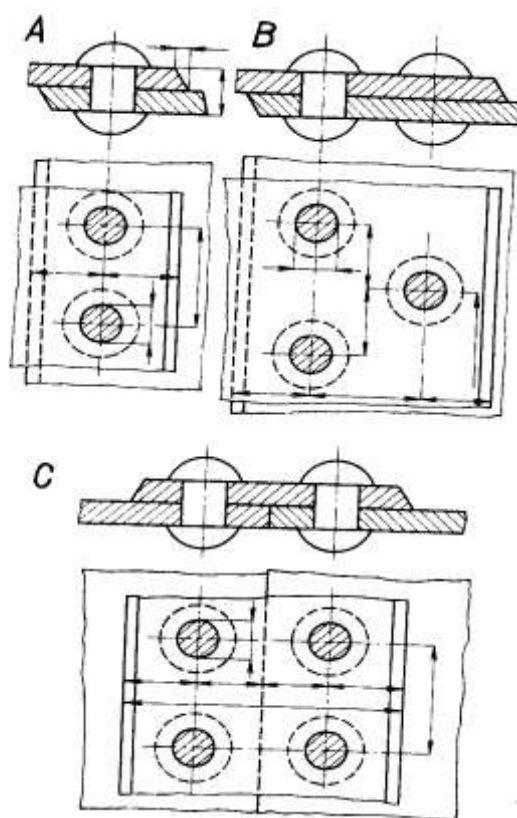


Obr. 45. Druhy nýtů

### Nýtové spoje

Nejpoužívanější jsou nýtové spoje přeplátované, pevnější spoje bývají s jednou nebo dvěma stykovými deskami. Průměr nýtu se volí 1,5krát až 2krát větší než je tloušťka spojovaných plechů. Délka nýtu se volí tak, aby pro vytvoření kruhové hlavy vyčníval dřík nad spojované součásti o 1,5 – 1,6 průměru nýtu. Pro vytvoření zapuštěné hlavy to bývá délka 0,8 – 1 průměru nýtu.

Obr.46. Nýtové spoje: A,B přeplátované spoje, C spoj se stykovou deskou



### Hlavní nástroje

*Podpěrný hlavičkář* - do něj se vloží hlava nýtu při nýtování, zabraňuje deformaci hlavy nýtu. Upíná se do svěráku.

*Zatahovák ( přítužník )* - používá se k zatahování nýtů do díry a přitlačení spojovaného materiálu k sobě.

*Kladivo* - tluče se jím na zatahovák a na závěrný hlavičkář pro vytvoření závěrné hlavy.

*Závěrný hlavičkář* - slouží k vytvoření závěrné hlavy.

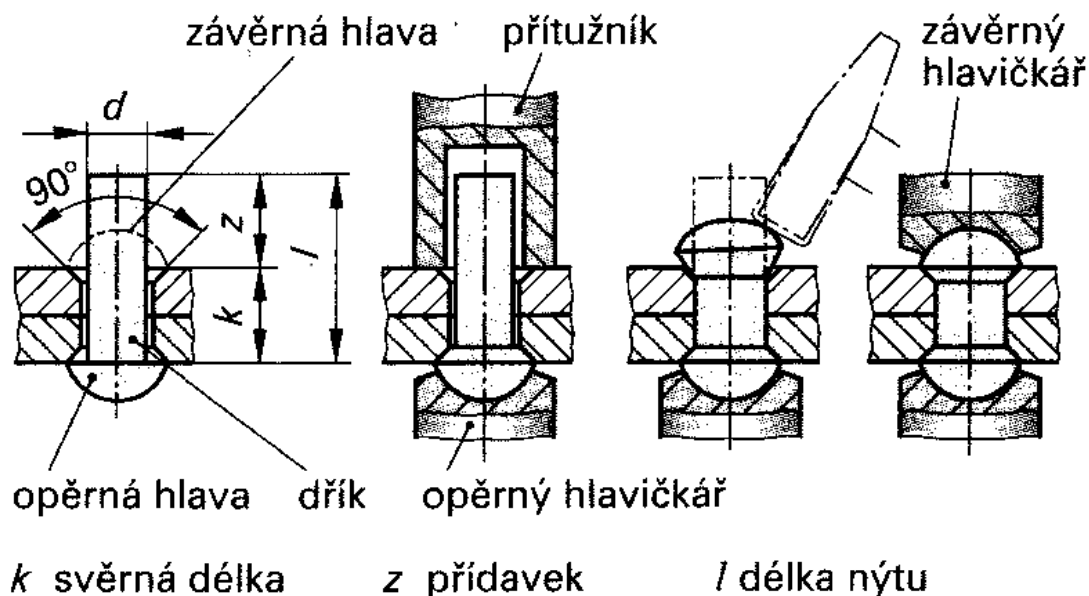
*Kleště* - používají se k přenášení ohřátých velkých nýtů.

*Tužlík* - nástroj k utěšňování nýtových spojů.

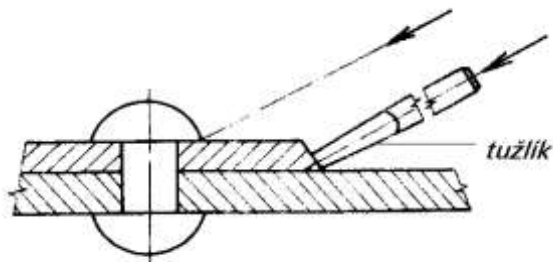
### Postup ručního nýtování

Součásti, které se budou spojovat nýtováním se musí upravit tak, aby průchozí díry spojovaných součástí byly stejně velké a přesně nad sebou. Do vyvrtané díry se vloží nýt a

hlava nýtu se položí na podpěrný hlavičkář, který zabraňuje deformaci hlavy nýtu. Hlavičkář se upíná do svěráku. Nýt se přitlačí k ploše spojovaného materiálu a materiály se přitlačí přitlužníkem k sobě. Dřík nýtu, který vyčnívá na druhé straně spojovaných materiálů, se kladivem roznýtuje a pomocí závěrného hlavičkám se vytvoří závěrná hlava nýtu. Je –li potřeba vytvořit spoj nepropustný, nýťový spoj se utěsní přitlužením tužlíkem.

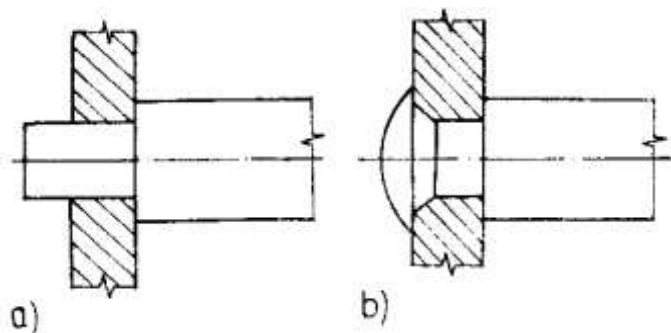


Obr.47. Ruční nýtování



Obr.48. Utěsňování nýtu tužlíkem

Přímé nýťové spoje se vytvoří tak, že jeden konec spojované součásti tvoří dřík nýtu a ten se roznýtuje.



Obr.49. Přímý nýťový spoj  
a – před roznýtováním  
b – po roznýtování

Kvalitnějších nýtových spojů a s menší námahou se docílí při strojním nýtování. Místo ručního kladiva se používají pneumatické nebo elektrické kladiva. Ty působí na nýt statickou silou a závěrnou hlavu lisují.

Chyby při vytváření nýtových spojů mohou vzniknout nesprávným postupem práce, nesprávnými rozměry děr a nýtů, špatným zatažením nýtů, nesprávným úhlem zahloubení, nesprávnou polohou hlavičkáře, nesouosostí děr apod.

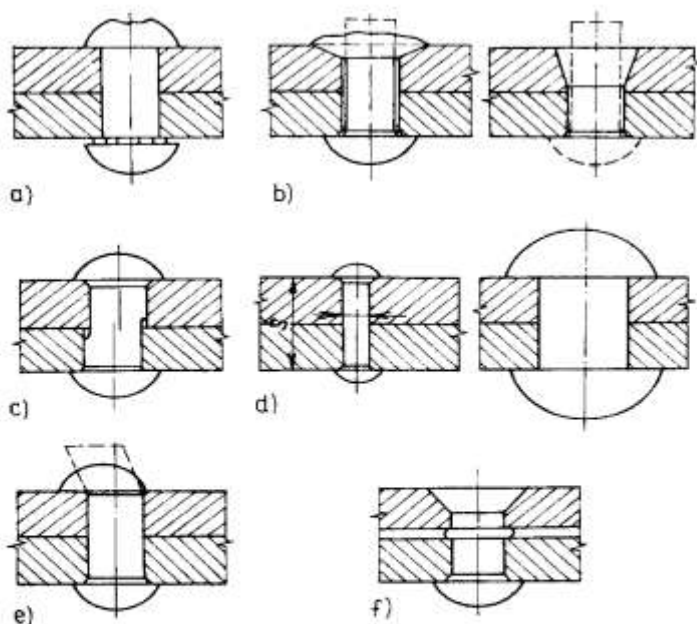
### Rozebírání nýtových spojů

Nýtový spoj se rozebírá odvrtáním nebo odseknutím hlavy nýtu a vyražením dřívku nýtu z díry. U malých nýtů s průměrem do 10mm se hlava odsekne jednostranně sbroušeným sekáčkem. U větších nýtů se hlava odvrtá. Odvrtávají se také nýty s zápusťnou hlavou, zbytek nýtu se vyrazí průbojníkem nebo vyrážecem.

### Bezpečnost při nýtování

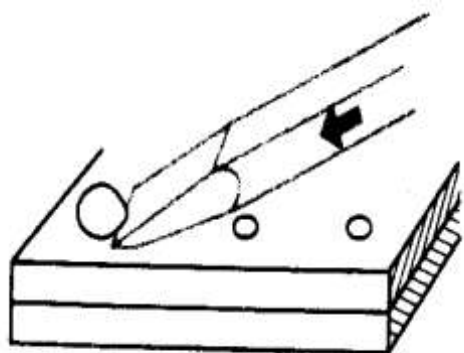
Při ručním nýtování se musí používat nezávadné nářadí, hlavy všech nástrojů se musí zbavovat otřepů, aby nedošlo k poranění. Větší zatahováky se drží v kleštích, kladiva musí mít pevně nasazenou násadu. Při odsekávání nýtů se musí odletující hlavy zachycovat hadrem nebo ochrannou mřížkou. Ruce chráníme rukavicemi.

Obr.50. Základní chyby při nýtování

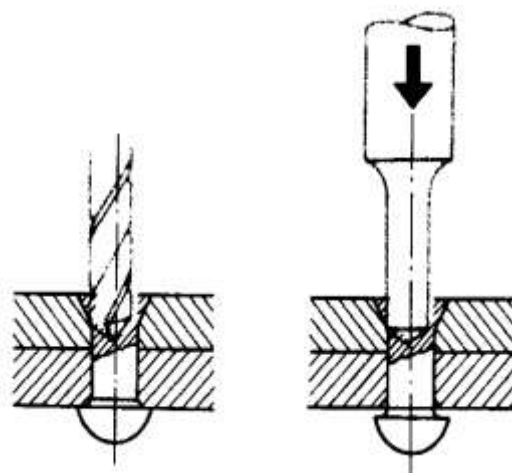


a) špatně zatažený nýt, b) špatně zahloubená hlava, c) nesouosé díry, d) špatně zvolený průměr nýtu, e) šikmo napěchovaný nýt, f) špatně zatažený nýt u nedostatečně stažených plechů

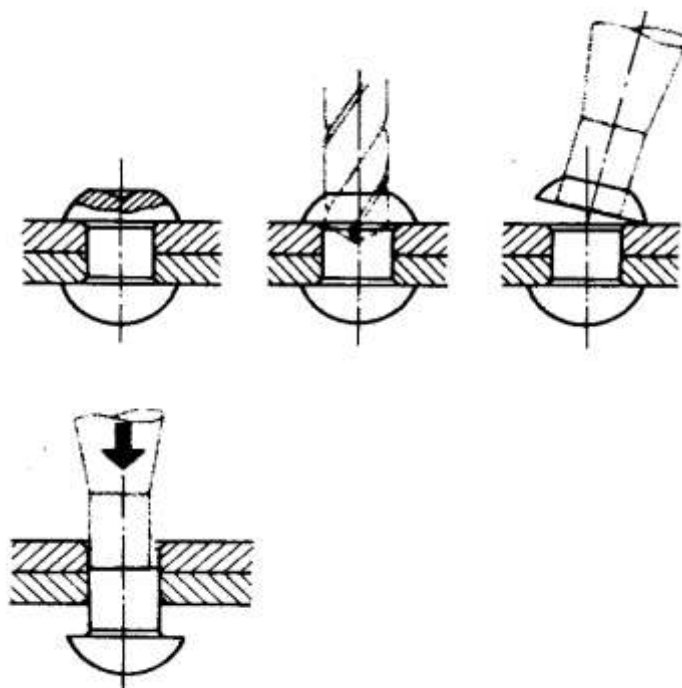
Obr.51. Odseknutí hlavy nýtu sekáčkem



Obr.52. Vyvrtání zápusné hlavy nýtu a vyražení



Obr.53. Rozebírání nýtového spoje vyvrtáním a vyražením



## 1.12 LEPENÍ

Lepení je rychlý a jednoduchý způsob spojování materiálů. Lepením se vytvoří nerozebíratelný spoj s materiálovým stykem. Lepením se spojují i materiály různého druhu.

Lepené spoje slouží hlavně ke:

- spojení konstrukčních dílů
- zajištění polohy šroubů
- utěsnění spojovaných ploch
- opravám zlomených součástí

Lepení se využívá v leteckém a automobilovém průmyslu, spojují se a připevňují se nekovové díly, např. sklo na karoserii, obložení na čelisti brzd, k upevnění pouzder a ložisek, k zajištění šroubů, apod. Ve strojírenství se používá lepení k upevňování kovových a keramických destiček u řezných nástrojů.

### Vlastnosti lepených spojů

*Výhody:*

- nemění strukturu materiálu
- možnost spojování různých materiálů ( kov s pryží, dřevem, plasty apod. )
- těsné spojení
- nezeslabuje spojované materiály, nedeformuje je , nevzniká zde koroze
- malá pracnost při montáži

*Nevýhody:*

- potřeba velké styčné plochy
- malá pevnost spoje
- malá tepelná odolnost
- u některých lepidel dlouhé a složité vytvrzování
- nutné silové zatížení

Pevnost a kvalita lepeného spoje závisí na adhezi ( přilnavosti ) lepidla k povrchu materiálu a kohezi ( soudržnosti ) lepidla. Soudržnost lepidla je pevnost vrstvy lepidla v tahu.

Aby lepidlo k povrchu materiálu dobře přilnulo, musí být povrch čistý, suchý a mírně zdrsňený. U plechu musí být přesah lepených ploch 5krát až 20krát větší než tloušťka plechu, který se bude lepit. Tloušťka filmu lepidla se pohybuje mezi 0,05 – 0,15mm. Větší tloušťka zhoršuje vlastnosti lepeného spoje.

Lepené spoje mají být namáhány na smyk – síly rovnoběžné na lepenou plochu a nepatrně na tah – síly jsou kolmé k lepené ploše. Pokud by měl být lepený spoj namáhán na tah, musí se upravit lepené plochy tvarovým zalomením nebo snýtováním.

## Druhy lepidel

Podle složení se dělí na:

**Jednosložková lepidla** – jsou lepidla smíchaná s ředidlem. K vytvrzení dojde na vzduchu po odpaření ředidla. Lepené plochy se spojují tehdy, až nanesený film lepidla není vlhký.

**Dvousložková lepidla** – musí se smíchat lepidlo a tužidlo těsně před použitím lepidla. Připravená směs se musí zpracovávat během určitého času.

Podle teploty tuhnutí lepidla se dělí na:

- **lepidla tuhnoucí za studena** – vytvrdnou při pokojové teplotě 20°C, doba vytvrzení je 5 sekund až několik hodin. Patří sem lepidla např. epoxidová pryskyřice, akrylát, kyanakrylát.
- **lepidla tuhnoucí za tepla** – vytvrdnou při zahřátí na 150°C až 250°C, doba tuhnutí je 5 sekund až několik hodin. Patří sem lepidla např. epoxidová pryskyřice, fenolová pryskyřice.

## Úprava lepených spojů

Lepené plochy musí být řádně mechanicky i chemicky očištěny. Musí být zbaveny nečistot a mastnoty pomocí horké páry nebo odmašťovačdem. Mechanické zdrsňení povrchu se provádí smirkováním nebo leptáním. Po očištění musí být povrch pečlivě osušen.

Kromě přípravy lepených ploch se musí zvolit i způsob úpravy lepených spojů.



Obr.54. Provedení lepených spojů

## Postup při lepení

Lepené plochy musí být suché, čisté, odmaštěné a lehce zdrsňené. Lepidlo se musí nanést hned po přípravě lepených ploch. Lepidlo musí být smíchano ve správném poměru a ihned



naneseno na lepenou plochu. U zdrsňených ploch je nanášíme na obě plochy, u hladkých ploch na jedné straně. Vrstva lepidla by měla být tlustá 0,05 až 0,15mm. Během vytvrzování lepidla musí být plochy zajišřeny proti posunu. Některá lepidla vyžadují tlak, kterým jsou lepené plochy k sobě přitlačovány. Zdraví škodlivé výpary se musí při vytvrzování odvěřávat.

### **Rozebírání lepených spojů**

Rozebírání lepených spojů se provádí stažením, odtržením, zahřátím na teplotu podle druhu lepidla nebo rozpoušřením lepidla.

## **1.13 PÁJENÍ**

Pájením se vytváří nerozebíratelný spoj s materiálovým stykem, který je pevný, těsný a dobře tepelně a elektricky vodivý. Spojují se kovové plochy roztaveným kovem, tzv. pájkou. Teplota tání pájky musí být nižší, než teplota tavení spojovaných kovů. Spojovaný materiál se netaví, je tekutou pájkou smáčen. Pájení se provádí za použití tavidla, ochranného plynu nebo vakua. Pájením se upevňují břitové destičky ze slinutých karbidů na nosnou část nástroje z konstrukční oceli.

*Výhody pájení:*

- pájením mohou být spojovány kovy, sklo a keramika
- mohou být spojovány konstrukční součásti s rozdílnými tloušřkami stěn
- pájecí teploty jsou o hodně nižší než při svařování ( menší pnutí )
- pájené spoje jsou vodotěsné, elektricky a tepelně vodivé

*Nevýhody pájení:*

- při pájení naměkko je dosaženo malé pevnosti spojů
- pájené spoje jsou náchylné na korozi ( rozdíly potenciálů )
- příprava obrobků musí být přesná, malé spáry mezi materiály
- nutno použít tavidla nebo ochranného plynu

### **Postup při pájení**

*Příprava pájeného spoje*

Povrch pájeného materiálu musí být dokonale čistý. K čištění povrchu se používají pilníky, škrabky, drátěné kartáče. Pozinkované plechy se čistí mořením, spoje se potřou kyselinou solnou. Spára mezi plochami musí být malá, čím je menší, tím je spoj pevnější. Šířka spáry

má také vliv na zatékání pájky. Spára by měla být široká 0,05mm až 0,2mm. Pájené spoje se k sobě přitisknou klešřemi, ve svěráku nebo svěrkami.

*Nanesení pájky*

Nejprve se spojovaný materiál ohřeje na tavicí teplotu pájky. Pak se na pájený spoj nanese tavidlo ( pájecí pasta, kalafuna, pájecí voda, borax ). Tavidlo zabraňuje přístupu kyslíku k pájenému místu a odstraňuje zbytky nečistot.

### *Pájení*

Roztavená a tekutá pájka vyplní mezery mezi spojovanými plochami. Částice pájky pronikají až pod povrch součástí. Šev po vychladnutí součástí pevně spojuje.

### *Očištění pájeného spoje*

Po ukončení pájení se musí povrch součástí očistit od zbytků tavidla a čistících prostředků.

## **Druhy pájení**

Podle velikosti pracovní teploty se rozděluje pájení na:

*Naměkko* – pájecí teplota je do 500°C, používá se pro spoje, které nejsou mechanicky příliš zatěžované, jsou těsné a dobře vodivé. Používá se pouze tavidlo.

*Natvrdo* – pájecí teplota je nad 500°C, provádí se s tavidlem, v ochranném plynu nebo ve vakuu. Spoje mají vyšší pevnost.

*Vysokoteplotní* – je to pájení při teplotách nad 900°C ve vakuu nebo v ochranném plynu.

## **Druhy pájek**

Jako pájky se používají většinou slitiny kovů, výjimečně čisté kovy. Dělí se na:

- měkké pájky – olovo, cín, zinek
- tvrdé pájky – mosaz, bronz
- vysokoteplotní pájky – slitiny stříbra
- bod tání pájky musí být vždy pod bodem tavení součástí, které mají být pájením spojeny. Pájka se musí ohřívat obrobkem.

*Tvary pájek* – tyče, dráty, fólie, vlákna, pájecí prášek, pájecí pasty.

## **Tavidla**

Kovy na vzduchu oxidují a vrstva oxidů brání spojení kovu s pájkou. Tavidlo je nekovová látka, která rozpustí vrstvu oxidů a zabrání další oxidaci. Oxidaci se zabrání také pájením ve

vakuu nebo v ochranné atmosféře. Pájka difunduje pouze do čistého materiálu, který je zbaven oxidů. Zbytky tavidla po dokončení pájení je nutno odstranit, způsobují korozi.

## **Způsoby pájení**

*Pájení plamenem* – na pájení se používají pájecí hořáky, zvláště tam, kde je třeba zahřát větší plochu. Ohřev se provádí plamenem propan- butenového plynu a vzduchu, plamenem acetylénu a kyslíku. Pájka nesmí být nastavena do plamene, ale musí se ohřívat od obrobku.

*Indukční pájení* – pájený materiál je ohříván indukční cívkou.

*Odporové pájení* – pájené součásti jsou ohřívány elektrodami a elektrickým odporem.

*Pájení v peci* – ohřev pájených součástí probíhá v elektricky vytápěných průběžných pecích. Pájení rámu jízdního kola.

*Pájení v lázni* – pájené součásti se ponoří do lázně s tekutou měkkou pájkou, spáry se tekutou pájkou zaplní. Chladiče automobilů, zapojovací desky v elektronice.

*Blokové pájení* – pájený materiál je položen na elektricky vytápěné kovové desky a tím je zahříván. Ozdobné předměty, šperky, elektronické součástky.

Pájení laserovým paprskem – provádí se místní ohřev součástí

### **Shrnutí**

V této kapitole jste se seznámili s ručním zpracováním kovů. Znáte již, jak se provádí lapování, zaškrabování, skolíkování, kování apod.

### **Kontrolní otázky:**

1. Popište účel a postup lapování.
2. Charakterizujte zásady správného zaškrabávání.
3. Popište postup při zabrušování.
4. Jak můžeme vyrobit jednoduchou tažnou pružinu?
5. Jak se upravují konce pružin?
6. Na čem závisí pevnost lepeného spoje?
7. Uveďte nutné nástroje pro vytvoření nýtového spoje s půlkulatými nýty a vysvětlete jednotlivé pracovní úkony při zhotovování spoje.
8. K jakému účelu slouží tavidla při pájení?
9. Které druhy ručního mechanizovaného nářadí znáte?
10. Jaký úkol má pojivo brousícího kotouče?
11. Popište volné a zápustkové kování.

## 2 ZÁKLADY STROJNÍHO OBRÁBĚNÍ

---

### CÍLE

Cílem je vysvětlit jak vznikne z polotovaru výrobek požadovaného tvaru, přesnosti a jakosti povrchu. Žák by měl být schopen navrhnout řezné podmínky pro daný druh obrábění.

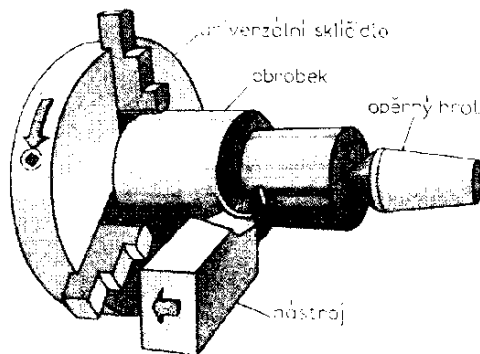
Strojní obrábění patří mezi nejrozšířenější způsoby výroby přesných součástí. Obrobek i nástroj jsou upnuty na obráběcí stroji, např. soustruhu, frézce, vrtačce, obrážčece apod. Podle použitého stroje se pak jedná o soustružení, frézování, vrtání, obrážení. V této kapitole se seznámíte se základy běžných způsobů obrábění.

---

### 2.1 TEORIE STROJNÍHO OBRÁBĚNÍ

#### Základní pojmy

Při strojním obrábění vniká řezná část nástroje do materiálu a odřezává přebytečnou vrstvu v podobě třísky. Obrábění se uskutečňuje v soustavě STROJ – NÁSTROJ – OBROBEK.

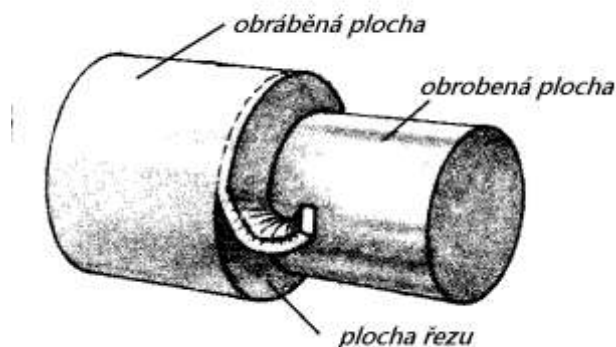


Obr.55.

Soustava stroj-nástroj-obrobek

#### Obrobek

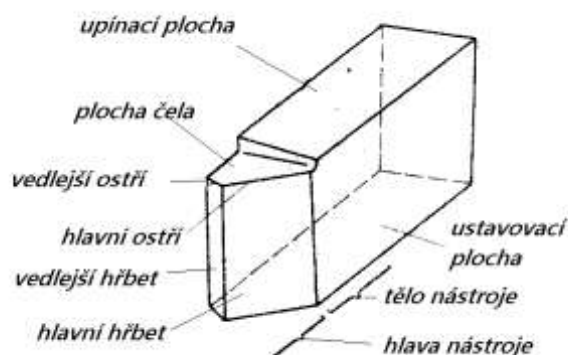
**Obrobek** je obráběný nebo už obrobený předmět. Předmět, který se bude teprve obrábět je **polotovar**. Část povrchu obrobku, ze kterého bude odebírána tříška je **obráběná plocha**. Plocha, která vznikla obráběním je **obrobená plocha**. **Plocha řezu** je plocha, která vzniká těsně za břitem nástroje.



Obr.56.Obrobek-základní pojmy

## Řezný nástroj

Řezný nástroj je aktivním prvkem při obrábění. Hlava nože (zub nože ) obsahuje břit nože. Břit má tvar klínu, který je ohraničen plochou čela a plochou hřbetu. Po čele odchází tříska. Ostří je průsečnice čela a hřbetu. Rozlišujeme hlavní a vedlejší ostří. Tělo nástroje je část, za kterou nástroj upínáme do nožové hlavy.



Obr.57.

Nástroj – základní pojmy

## Řezné pohyby při obrábění

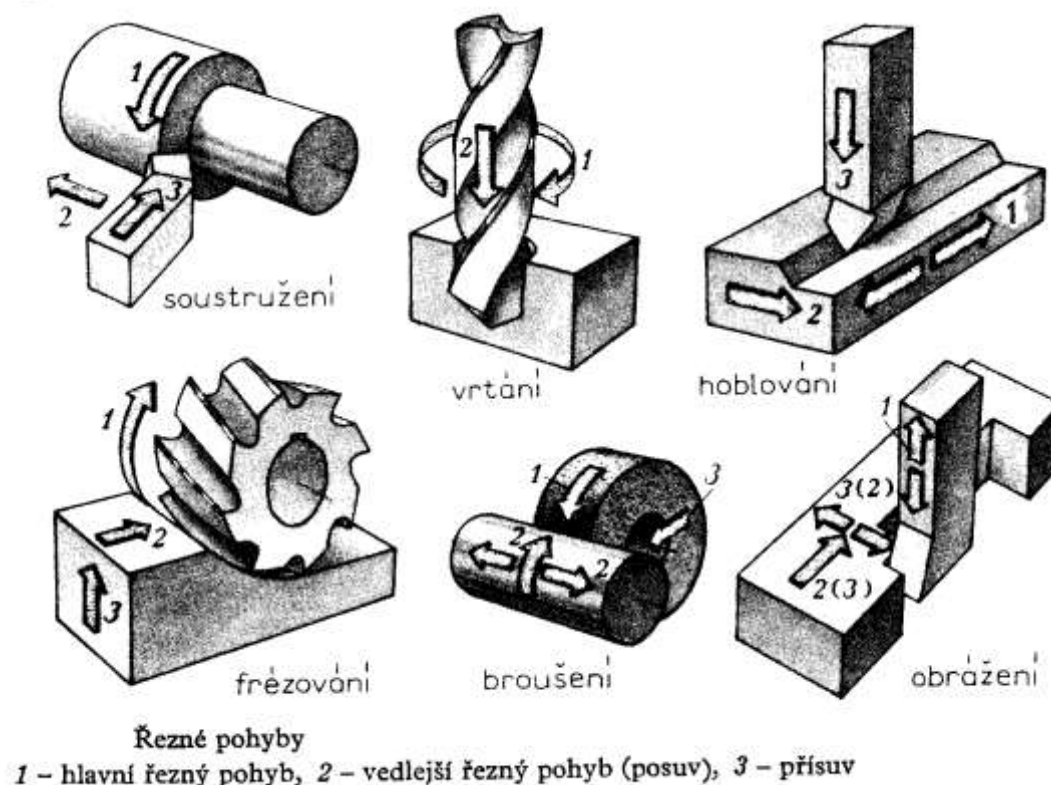
Řezný pohyb je vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem. Řezný pohyb je tvořen ze dvou složek:

*Hlavní řezný pohyb* – je rotační ( soustružení, frézování ), přímočarý ( hoblování, obrážení ) nebo kombinovaný. Při soustružení a hoblování koná hlavní pohyb obrobek. U frézování, vrtání, broušení, obrážení koná hlavní pohyb nástroj. Hlavní pohyb je nutný k tomu, aby nůž odřezal z materiálu třísku.

*Vedlejší řezný pohyb*: 1. Posuv  $f$  – je nutný k tomu, aby řezný nástroj postupně odřezával z materiálu třísku v požadované délce. Může být plynulý nebo přerušovaný ( hoblování ).

2. Přisuv – slouží k nastavení hloubky řezu a umožňuje nastavit vzdálenost nástroje od obrobku.

Při vrtání koná hlavní i vedlejší pohyb nástroj.



Obr.58. Řezné pohyby

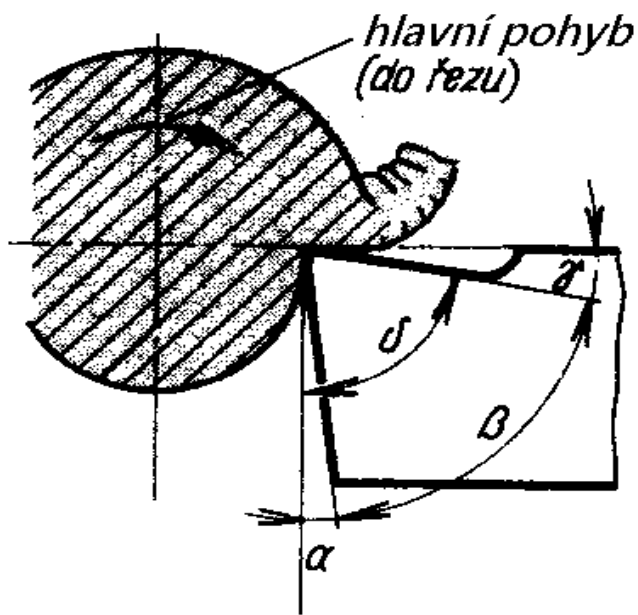
### Geometrie ostří

Nástroje, které se používají ke strojnímu obrábění se liší tvarem, velikostí a počtem řezných ploch ostří. Základní tvar řezné části mají všechny nástroje stejný. Řeznou část nástroje tvoří břit a má tvar klínu, který je tvořen plochou čela a plochou hřbetu. Geometrie břitu nástroje je určena úhly. Velikost těchto úhlů má vliv na jakost obrobenej plochy, na velikosti řezných sil, trvanlivosti břitu a hospodárnosti obrábění.

*Úhel břitu  $\beta$*  – je svírán plochou čela a plochou hřbetu. Velikost tohoto úhlu se řídí vlastnostmi obráběného materiálu. Čím menší je tento úhel, tím lépe vniká do materiálu. Ale nástroj s malým úhlem  $\beta$  je málo pevný a při práci se hodně zahřívá. Snadno se láme, příliš brzo se otupuje, hlavně při obrábění tvrdých materiálů. Jeho velikost je nejčastěji 45° - 90°.

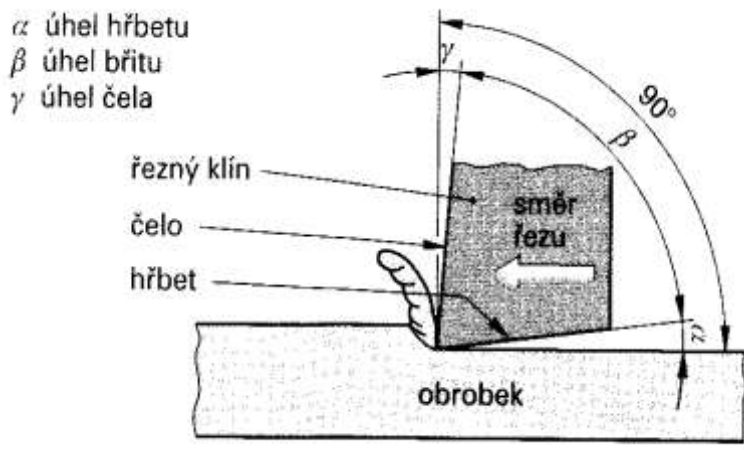
*Úhel hřbetu  $\alpha$*  – je mezi plochou hřbetu a obráběnou plochou. Tento úhel snižuje tření mezi nástrojem a obrobkem a jeho velikost bývá 6° - 12°. Menší se volí u tvrdých materiálů.

*Úhel čela  $\gamma$*  – je úhel mezi plochou čela a kolmicí k obráběné ploše. Ovlivňuje tvorbu třísky. Mívá hodnoty kladné i záporné, podle druhu obráběného materiálu. Při obrábění tvrdých a křehkých materiálů a při přerušovaném řezu ( hoblování ) se volí úhel čela nulový nebo záporný.



Obr.59.

Geometrický tvar nože



Obr.60.

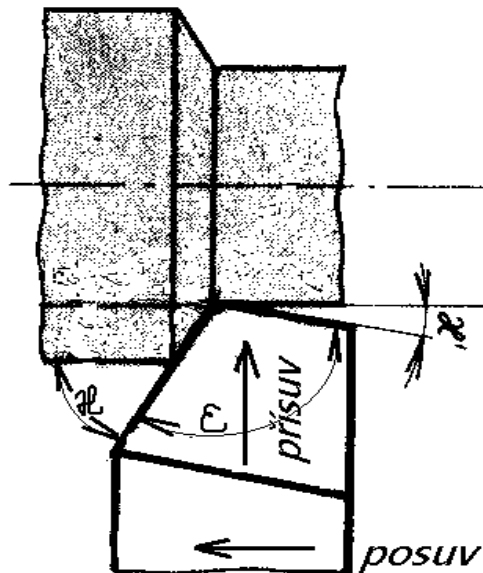
Plochy a úhly na řezném klínu

Obr.61.

Úhel břítu $\beta$		Úhel čela $\gamma$		Úhel hřbetu $\alpha$	
velký	malý	malý	velký	malý	větší
tvrdé materiály s větší pevností, např. vysoce legované oceli	měkké materiály, např. hliníkové slitiny	tvrdé a křehké materiály, při přerušovaném řezu a při hrubování	měkké materiály, při obrábění načisto (dokončování)	tvrdé materiály s krátkou třískou, např. vysoce legované oceli	měkké, plasticky tvárné materiály, např. plasty

## Úhly řezného klínu

Úhel řezu  $\delta$  – je úhel mezi čelem nože a tečnou k řezné ploše. Jeho velikost se rovná součtu úhlu hřbetu a úhlu břitu ( $\delta = \alpha + \beta$ ). Bývá obvykle menší než  $90^\circ$ . Platí zásady jako pro úhel břitu  $\beta$ .



Úhel  $\kappa$  (kappa) – úhel hlavního nastavení

Úhel  $\kappa'$  - úhel vedlejšího nastavení

Úhel  $\epsilon$  - úhel špičky

Obr.62. Geometrie nástroje

## Řezné podmínky

Řezné podmínky se označují jako souhrn veličin, které dávají velikost strojního času při strojním obrábění. Základní jsou řezná rychlost, posuv a hloubka řezu. Řezné podmínky závisí na materiálu obrobku, na materiálu, tvaru a velikosti nástroje, na druhu obráběcího stroje, na požadované drsnosti obrobku, přesnosti rozměrů obrobku, na mazání a chlazení.

## Řezné materiály

Řezný materiál je materiál břitu nástroje pro třískové obrábění. Břit obráběcího nástroje je mechanicky a tepelně velmi namáhán. Toto namáhání vede k opotřebení nástroje nebo k vylomení části nástroje.

### Požadavky na řezné materiály:

Aby měl řezný materiál dlouhou trvanlivost musí mít tyto vlastnosti:

- velkou tvrdost při vysokých teplotách
- odolnost proti vysokým teplotám
- odolnost proti mechanickému opotřebení
- velkou houževnatost a pevnost v ohybu



## Druhy řezných materiálů:

### 1. *Nástrojová ocel - třída 19*

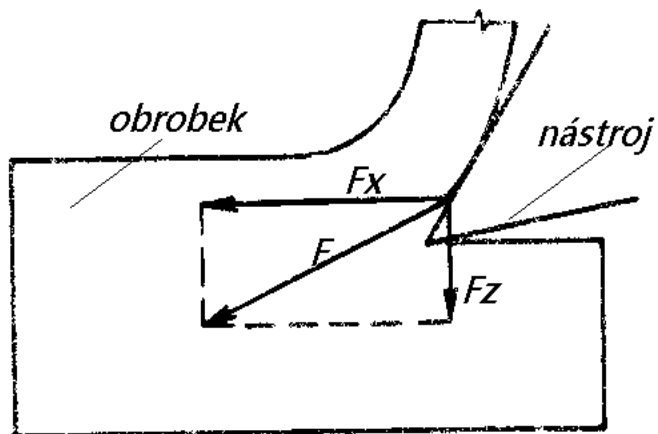
- a) Uhlíkové – nejstarší druh řezného materiálu, potřebné tvrdosti se dosahuje kalením, používá se u pilníků, škrabáků, sekáčů. Výhodou je nízká cena, nevýhodou rychlý pokles tvrdosti při zahřátí nad 250 °C.
- b) Slitinové – použitím přísadových prvků dosahuje lepších vlastností než ocel uhlíková, používá se do teplot 300 °C.
2. **Rychlořezná ocel** – je vysoce legovaná ocel wolframem, molybdenem, vanadem a kobaltem. Má vysokou houževnatost, menší tvrdost, snese pracovní teploty do 600 °C. Používá se pro obrábění měkkých a středně tvrdých materiálů, např. šroubovitě vrtáky, frézy, protahovací nástroje, závitníky, tvarové soustružnické nože, nástroje pro obrábění plastů, nástroje pro přerušovaný řez.
3. **Slinuté karbidy** (tvrdokov) – vyrábějí se práškovou metalurgií, tvrdost zajišťuje karbid wolframu, houževnatost pojivo kobalt. Mají velkou teplotní odolnost do 1000 °C, velkou otěruvzdornost, tvrdost a jsou křehké. Používají se na výrobu výměnných břitových destiček pro frézy, soustružnické nože a vrtáky.

#### *Rozdělení SK :*

rozdělujeme je do 3. skupin :

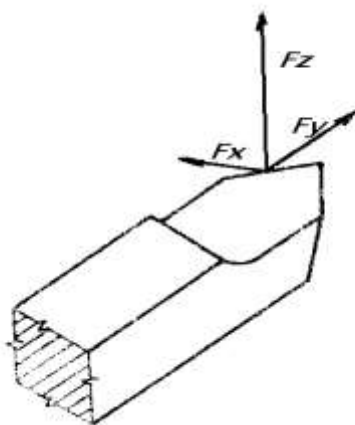
- a) skupina P ( barevné označení modrá ) – použití pro materiály dávající dlouhou třísku, např. ocel a temperovaná litina. Krátké označení P01, P10 – P50.
- b) skupina M ( barevné označení žlutá ) – používá se pro materiály s dlouhou i krátkou třískou, např. nerezavějící nebo automatové oceli, barevné kovy, ocelolitina. Označení M10 – M40.
- c) skupina K ( barevné označení červená ) – pro materiály s krátkou třískou, např. bronz, mosaz, litina, kalená ocel.
4. **Cermety** – slinuté karbidy na bázi karbidu titanu TiC. Jako pojivo se používá nikl. Cermetové destičky se používají u soustružnických nožů a fréz. Mají velkou odolnost proti opotřebení při vysokých teplotách a vyšších řezných rychlostech. Používají se při vystružování.
5. **Keramické řezné materiály** – zachovávají si tvrdost až do teplot 1200 °C. Mají velkou otěruvzdornost a chemickou stálost, ale jsou křehké. Vyrábějí se z nich břitové destičky, jsou tvořeny oxidem hlinitým Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Používají se pro obrábění načisto při vysokých řezných rychlostech litin, žáruvzdorných slitin, kalené oceli.
6. **Polykrystalický diamant** ( umělý ) – vyrábí se z uhlíku za vysokého tlaku a vysoké teploty. Nejtvrdší řezný materiál, má velkou odolnost proti ořezu, použitelnost do 600 °C. Je křehký. Používá se k obrábění železných materiálů a hliníkových slitin.
7. **Povlakované řezné nástroje** - Hlavním cílem povlakování je zvýšení odolnosti proti ořezu. Povlakované nástroje můžeme používat pro vyšší řezné rychlosti a větší průřez třísky. Vrstva povlakování je 2 – 15 μm. Hlavním materiálem pro tvrdé povlaky řezných nástrojů jsou nitridy, karbidy a karbidonitridy. Povlakování se používá pro nástroje z rychlořezné oceli, slinutých karbidů a cermetů.





Obr.63.Složky řezného odporu

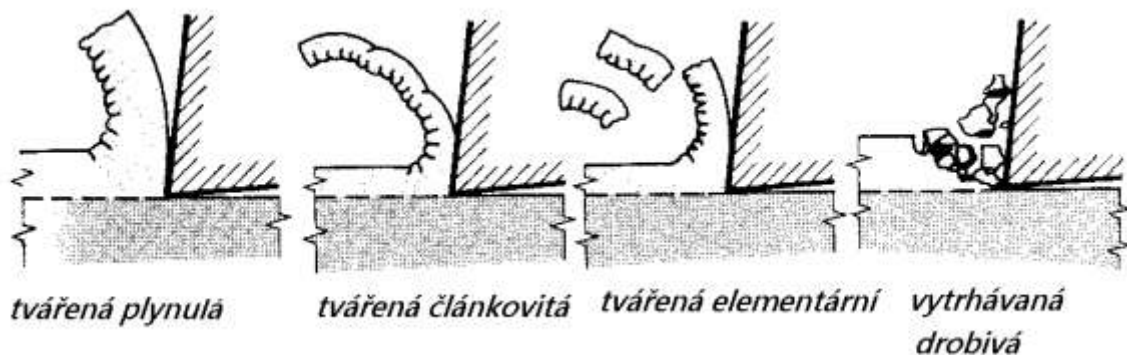
Obr.64. Složky řezné síly



### Vznik třísky

Působením nástroje na materiál, dochází k pěchování materiálu, vzniku trhlinek, odstřížení částic třísky skluzu odstřižené částice a nakonec k odvádění třísky po čele nástroje. Tříska vzniká postupně z jednotlivých částic, které se skládají na sebe a podle druhu materiálu obrobku mají větší nebo menší soudržnost.

Podle druhu materiálu mají třísky různý tvar a velikost. U houževnatého materiálu a velké řezné rychlosti vzniká tříška plynulá, článková vzniká při pomalých řezných rychlostech. Materiály křehké (litina, slitiny hliníku, bronz) vytvářejí třísku drobnou.



Obr.65. Druhy třísek



Obr.66. Tvary třísek

### Tvoření nárůstku

Nárůstek je navařená část třísky na čele nástroje vlivem velkých teplot při obrábění. Vysoké teploty vznikají třením třísky o plochu čela nástroje. Nárůstek má vysokou pevnost a tvrdost (2 – 5krát větší než je tvrdost materiálu třísky). Někdy přebírá funkci břítu nástroje. Povrch obrobku je pak drsný a nepřesný.

Nejintenzivněji se nárůstek tvoří při teplotách 300 – 400°C, nad teplotou 600°C se již netvoří.

Snížení tření mezi třískou a čelem nástroje se docílí mazáním. Tím se také omezí možnost vzniku nárůstku.

### Vznik tepla

Při obrábění vzniká teplo vlivem práce, která je nutná k vytvoření třísky a odvodem třísky z místa řezu. Teplo vzniká plastickou deformací obráběného materiálu, třením třísky o plochu čela a třením nástroje o obrobek.

Vzniklé teplo je odváděno nástrojem, obrobkem, třískou a okolním vzduchem. Při strojním obrábění nejvíce tepla přechází do třísky.

## **Chlazení**

Teplo, které vzniká při obrábění lze snížit chlazením. K chlazení se používá různých řezných kapalin. Složení a volba řezné kapaliny se řídí druhem obráběného materiálu, druhem práce a předepsanou jakostí materiálu. Řezná kapalina musí mít jak chladicí účinek, tak i mazací účinek. Musí být stálá, zdravotně nezávadná, nesmí podporovat korozi a levná.

Řezná kapalina snižuje teplotu nástroje, obrobku i stroje, prodlužuje životnost nástroje a zlepšuje kvalitu povrchu obrobku.

### *Druhy řezných kapalin*

Řezné kapaliny se dělí do dvou skupin:

- vodné roztoky
- řezné oleje ( bez přídavku vody )
- řezné emulze ( oleje ve vodě )

*Řezné oleje* – jsou to většinou minerální oleje s přísadou mýdla. Mají dobré mazací vlastnosti a chrání před korozi. Chladicí schopnosti jsou malé.

*Řezné emulze* – jsou to směsi vody a jemně rozptýlených olejů a tuků. Splývání jednotlivých částecek olejů a tuků se zabraňuje přidáním emulgátorů, nejčastěji mýdel. Emulze mají dobré mazací i chladicí účinky. Mají mléčný vzhled a jsou neprůhledné. Používají se nejčastěji.

*Vodné roztoky* – jsou to roztoky uhličitanu sodného, dusitanu sodného a další. Mají dobré chladicí účinky, používají se hlavně při broušení.

*Mazání olejovou mlhou* – přivádí se minimální množství maziva na břit nástroje nebo obrobek přesně do místa řezu ve formě olejové mlhy pomocí stlačeného vzduchu. Stroj, obrobek i třísky zůstávají suché. Mazivo se může přivádět i kanálky, které jsou umístěny uvnitř nástroje nebo vnějšími rozvody s hadičkami a tryskami. Výhoda tohoto mazání je ve větší trvanlivosti nástrojů, suché nástroje, suché třísky, není potřeba čistit. Oleje jsou biologicky odbouratelné, úspora peněz, menší spotřeba maziva, čistější prostředí a žádné ohrožení životního prostředí.

## **Trvanlivost břítu T**

Je to doba , po kterou pracuje nástroj od svého naostření do přípustného opotřebení. Závisí na řezné rychlosti.

## Řezná rychlost v

Řezná rychlost se řadí mezi základní veličinu řezných podmínek. Na řezné rychlosti závisí výkon obrábění, drsnost povrchu, geometrický tvar obrobku, trvanlivost břítu atd. Řeznou rychlost vypočítáme:

$$v = \frac{v}{1000} \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

v – řezná rychlost ( m/min.)

d – průměr obrobku nebo nástroje ( mm )

n – počet otáček ( ot./ min. )

Řezná rychlost je výsledná rychlost hlavního a vedlejšího pohybu, při nichž nástroj odřezává z obrobku třísky. Velikost řezné rychlosti se najde ve strojnických tabulkách. Závisí na materiálu, druhu nástroje, hloubce třísky a způsobu obrábění.

## Otáčky n

Vypočítají se ze vzorce pro výpočet řezné rychlosti.

$$n = \frac{v}{\pi \cdot d} \left[ \frac{\text{ot.}}{\text{min.}} \right]$$

Pokud počet otáček vychází mezi dvěma stupni, nastavíme vždy stupeň menší.

## Posuv f

Posuv je délka, o kterou se při obrábění posune řezný nástroj vzhledem k obrobku za jednu jeho otáčku. Udává se v mm/ot.

Při soustružení se udává posuv mm/ot. nebo mm /min. Při frézování se udává posuv v mm/min., z tohoto posuvu se vypočítá posuv na jednu otáčku frézy a posuv na jeden zub frézy. Posuv na jeden zub je udán ve strojnických tabulkách.

$f_z$  – posuv na jeden zub

$f_o$  – posuv na jednu otáčku

$$f_o = f_z \cdot z \quad z - \text{počet zubů}$$

$f_{\text{min}}$  – posuv za jednu minutu

$$f_{\text{min}} = f_o \cdot n = f_z \cdot z \cdot n$$

## Hloubka řezu a

Je tloušťka odřezávané vrstvy kovu, kterou nástroj ubírá při jednom záběru. Udává se v mm. Vypočítá se :

$$a = \frac{v}{1000} \left[ \text{mm} \right]$$

## 2.2 SOUSTRUŽENÍ

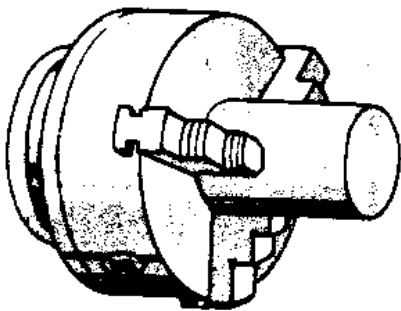
Soustružení je třískové obrábění rotujícího obrobku jednobřítým nástrojem. Soustružením se většinou obrábějí rotační plochy nebo se vyřezávají závity. Soustružnický nůž se pohybuje přímočaře podél osy obrobku nebo v určitém úhlu k jeho ose, podle toho, bude-li se soustružit plocha válcová, kuželová nebo čelní. Obrobek koná hlavní pohyb rotační a nástroj pohyby vedlejší – posuv a přísuv.

### Upínání obrobků

Obrobek musí být upnutý pevně, jednoduše, přesně v ose a bez deformace tvaru. Způsob upnutí závisí na tvaru, délce a průměru obrobků, požadované přesnosti, druhu soustruhu.

Způsoby upnutí :

- 1) *do sklíčidla* – nejčastější způsob upínání, upínají se rotační krátké součásti, sklíčidla jsou tři nebo čtyřčelist'ové, (čtyřčelist'ové se používají při soustružení opracovaných ploch a při soustružení čtyřhranů).



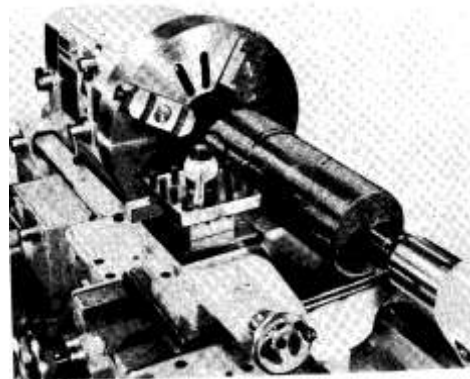
Obr.67. Tříčelist'ové sklíčidlo



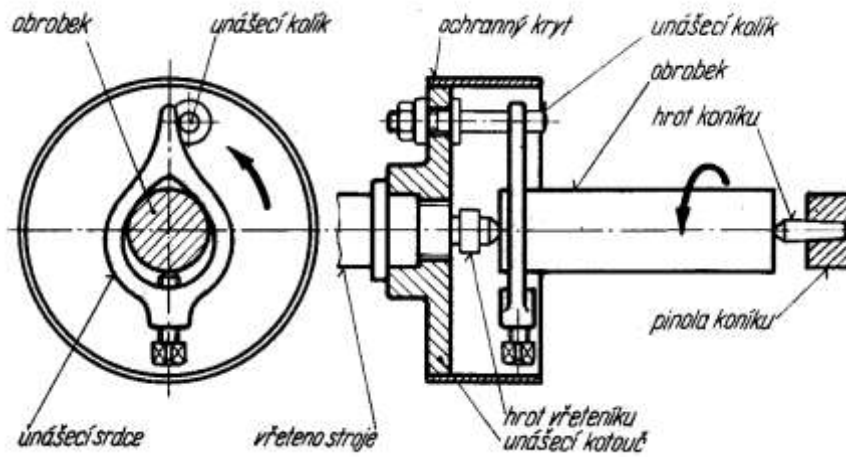
Obr.68. Čtyřčelist'ové sklíčidlo

- 2) *do sklíčidla a podepřením hrotem* – používá se u delších obrobků.

Obr. 69. Upínání obrobku do sklíčidla a hrotu



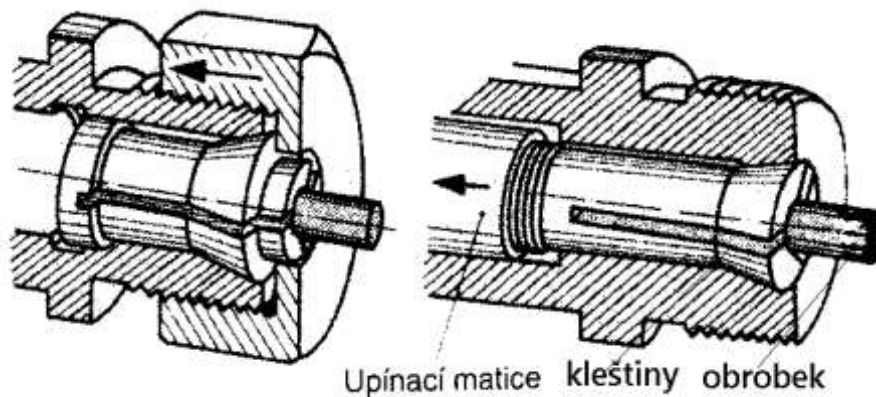
- 3) *mezi hroty* – používá se při soustružení dlouhých a přesných hřídelů, menších průměrů.



Obr.70.

Upínání mezi hroty

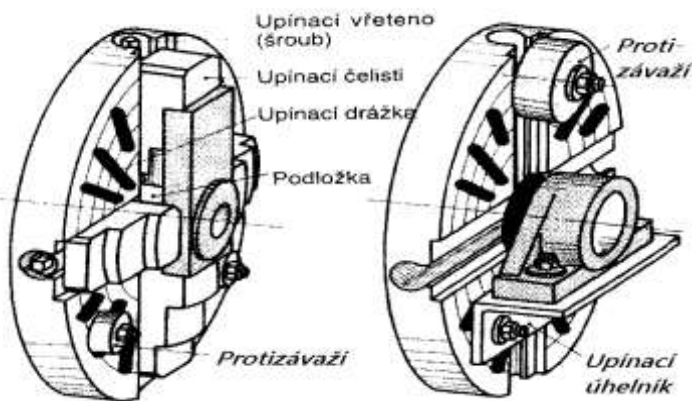
- 4) upínání do kleštín – pro upínání dlouhého tyčového materiálu pravidelného průřezu.



Obr.71. Kleštiny



- 5) *Upínací lícní deska* – k upínání obrobků s velkým průměrem nebo asymetrickým ( nepravidelným ) tvarem.



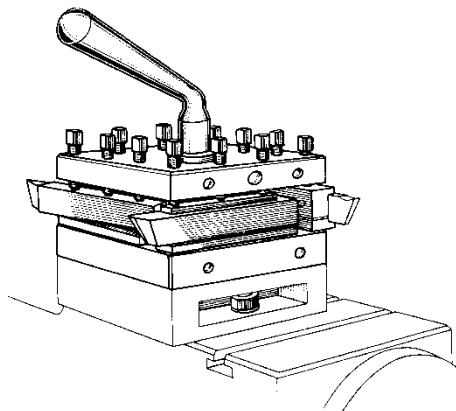
Obr.72. Upínací lícní deska

- 6) Upínání pomocí přípravků – používají se pro upínání obrobků nepravidelného tvaru

### Upínání nástrojů

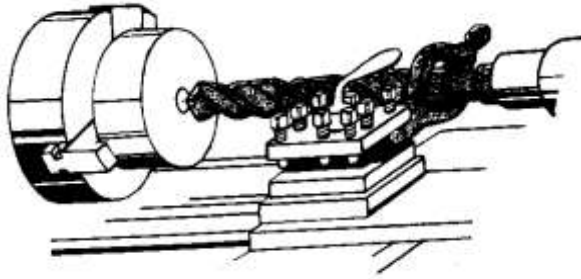
Soustružnický nůž musí být upevněn pokud možno nakrátko ( blízko ostří ) a pevně, aby se neohýbal a nekmital. Břit musí být nastaven do osy soustružení obrobku.

1. *Upínání do nožové hlavy* - tímto způsobem se upínají veškeré soustružnické nože, rýhovací nože a vroubkovací kolečka.



Obr.73. Nožová hlava

2. *Upínání do pinoly koníku* – upínáme všechny vrtací nástroje.

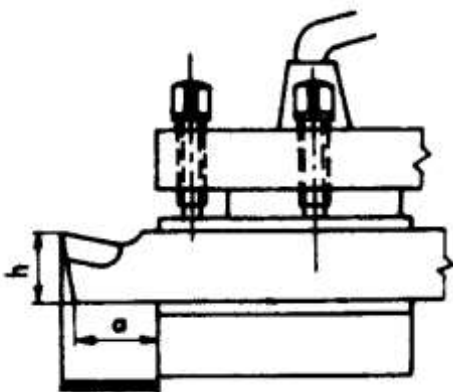


Obr.74. Vrták upnutý v pinole koníku

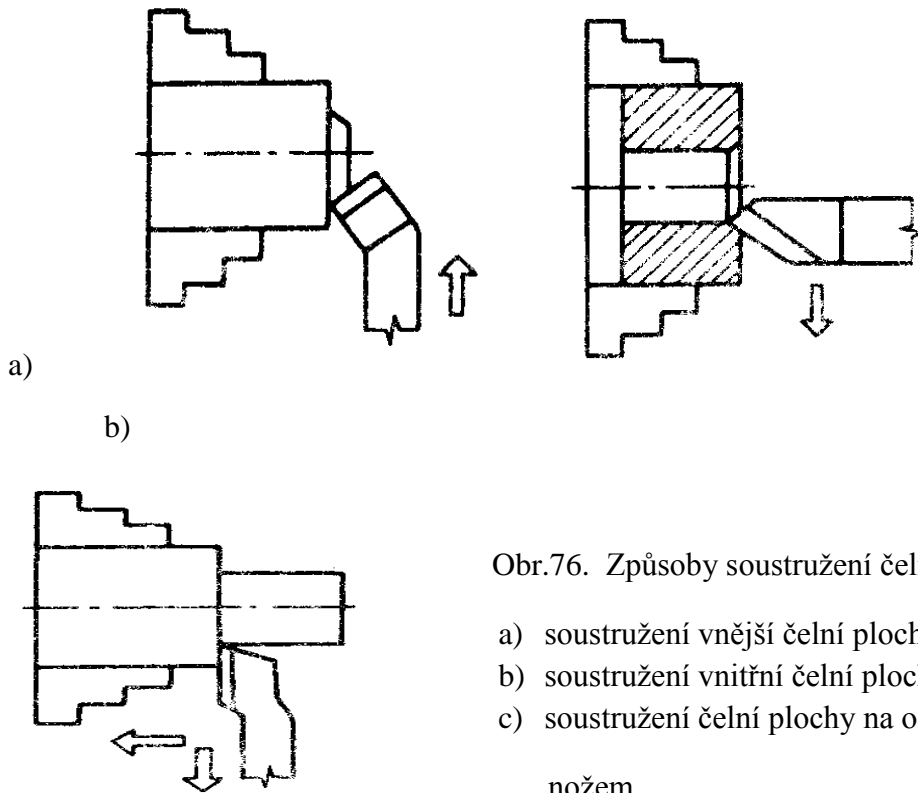
**Základní práce na soustruhu** Podle druhu obráběné plochy se rozlišuje soustružení válcových ploch, čelních ploch, soustružení zápichů, závitů, upichování, soustružení kuželových ploch, tvarové soustružení.

### *1. Soustružení čelních ploch a osazování*

Při soustružení čelních ploch se nůž pohybuje směrem kolmým k ose obrobku. Takto vytvořená plocha se stává technologickou základnou pro další soustružnické práce. Vysunutí obrobku z vřetena musí být co nejmenší, vyložení nože nesmí přesáhnout dvojnásobek výšky tělesa nože. Nůž musí být nastaven do osy soustružení, nožové saně konají příčný pohyb. Větší čelní plocha se kontroluje pravítkem.



Obr.75. Vyložení soustružnického nože



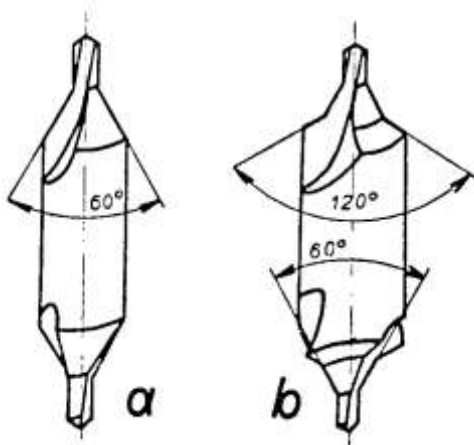
Obr.76. Způsoby soustružení čelních ploch:

- a) soustružení vnější čelní plochy
- b) soustružení vnitřní čelní plochy
- c) soustružení čelní plochy na osazení stranovým nožem

c)

## 2. Navrtávání

V hřídelích, čepch a jiných součástech, které se upínají mezi hroty nebo před použitím vrtáků větších průměrů, musí být navrtány středící důlky. Středící důlek musí být navrtán přesně v ose obrobku, závisí na tom další správné soustružení. K soustružení středících důlků se používají středící vrtáky. Jejich rozměry jsou normalizovány.



Obr.77.

- Středící vrták: a) s jednoduchým břitem,  
b) s lomeným břitem

### 3. Soustružení válcových ploch

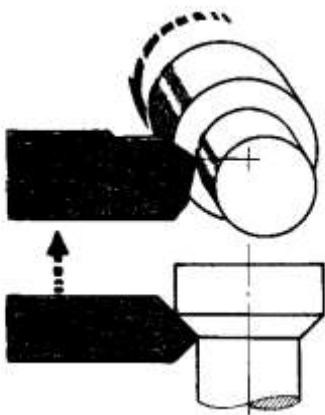
Při podélném soustružení se nůž pohybuje rovnoběžně s podélnou osou obrobku obvykle směrem od koníku k vřeteníku. Obrábějí se tak vnější i vnitřní plochy. Hrubé povrchy vznikají hrubováním, hladké povrchy vznikají soustružením na čisto.

Účelem hrubování je obrobek přídavek na obrábění v co nejkratším čase bez zřetele na přesnost a jakost povrchu.

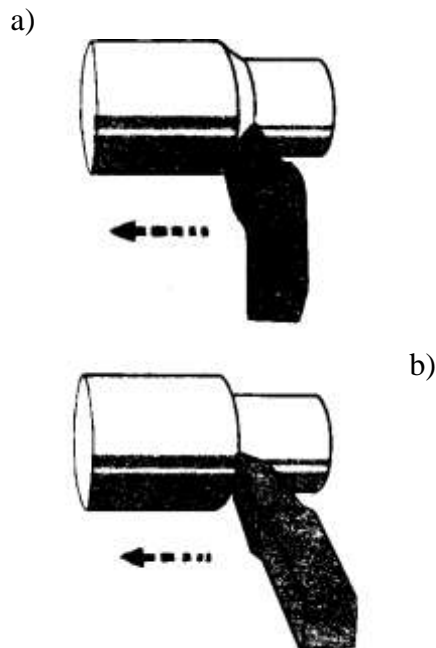
Účelem soustružení na čisto je dosáhnout přesného rozměru obrobku a požadované jakosti povrchu obrobku.

K soustružení vnějších a vnitřních válcových ploch se používají ubírací nože stranové a ubírací nože ohnuté, hladící nože a nože na vnitřní soustružení.

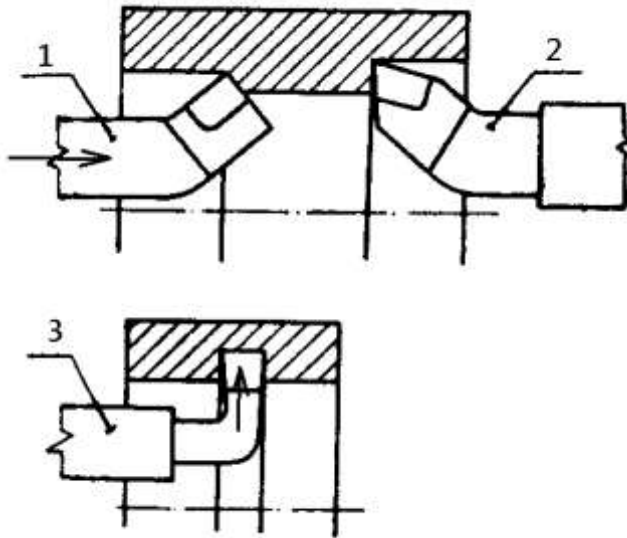
Osazení válcové plochy se soustruží stranovým nožem, kterým zarovnáme i čelní plochu osazení.



Obr.77. Ubírací nůž přímý



Obr.78. a) Ubírací nůž ohnutý , b) ubírací nůž stranový



Obr.79. Soustružnické nože na vnitřní soustružení:

1-vnitřní ubírací nůž, 2-vnitřní rohový nůž, 3-vnitřní zapichovací nůž

#### 4. Zapichování a upichování

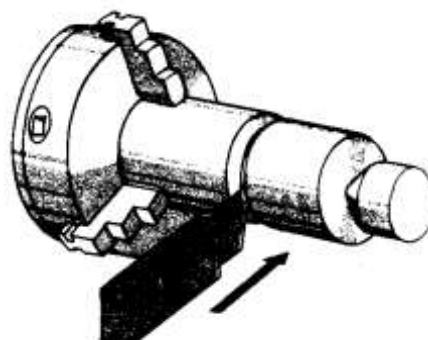
Zapichování je soustružení drážek různých profilům obvodu obrobku ( na pístech pro pístní kroužky, na řemenicích pro klínové řemeny, drážky na šroubech, apod. )

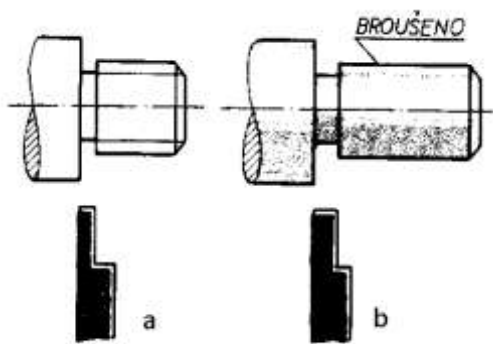
K zapichování se používají zapichovací nože přímé nebo zahnuté. Tvarové drážky se soustruží zapichovacími noži s tvarovým ostřím ( klínové řemeny ). Délka ostří je přizpůsobena šířce drážky. Zapichovací nože se posunují kolmo k ose obrobku. Při podélném posuvu by se zlomily.

Upichováním se odděluje obrobek od polotovaru nebo se rozděljuje materiál na několik dílů.

Upichovací nože jsou podobné nožům zapichovacím, mají však delší řeznou část. Délka řezné části se řídí poloměrem obrobku. Ostří upichovacích nožů je úzké

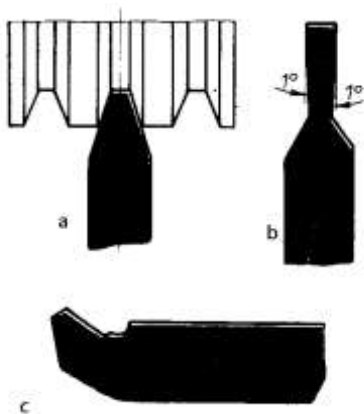
Obr.80. Zapichování





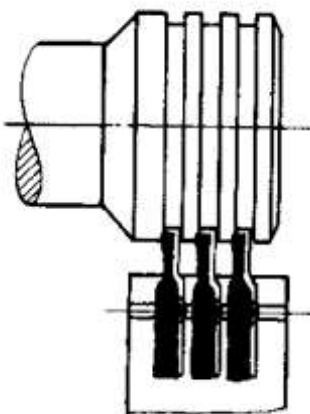
Obr.81.

Způsoby zapichování: a- součást se závity, b-broušená součást



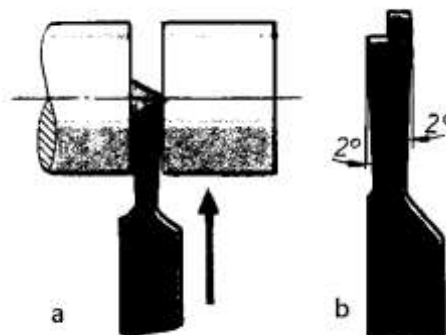
Obr.82. Druhy zapichovacích nožů :

a-tvarový,  
b-souměrný,  
c-ohnutý



Obr.83. Drážky na pístu

Obr.84. Tvary ostří upichovacích nožů



## 5. Soustružení kuželových ploch

Při soustružení vnějších i vnitřních kuželových ploch se posouvá soustružnický nůž rovnoběžně s kuželovou plochou. Výjimku tvoří pouze soustružení kuželových ploch při vychýlení koníku.

Kuželové plochy se obrábějí těmito způsoby:

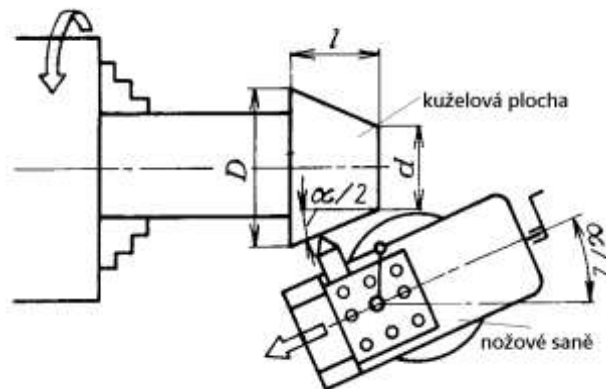
1. Natočením nožových saní
2. Příčným vysunutím koníku
3. Podle vodícího pravítka
4. Kuželové výstružníky – pouze vnitřní kuželové plochy

### Natočení nožových saní

Používá se k soustružení krátkých a strmých kuželů vnějších i vnitřních. Nožová hlava se natočí o úhel  $\alpha$ . Úhel se nastaví přesně číselníkovým úchylkoměrem podle šablony, vzorku nebo kuželového kalibru, podle úhlové stupnice na nožovém suportu nebo pomocí úhlooměru.

Úhel natočení nebo-li úhel sklonu se vypočítá:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2l}$$



Obr.85. Natočení nožových saní

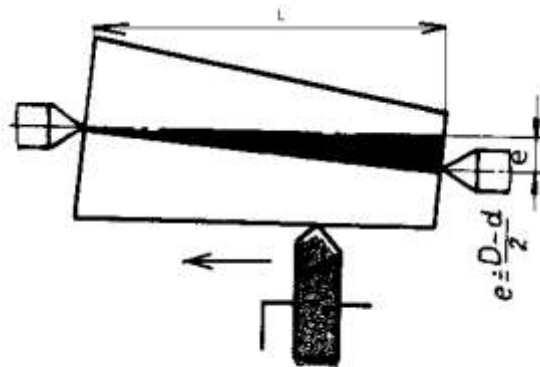
### Příčné vysunutí koníku

Soustruží se vnější dlouhé kuželové plochy s malým vrcholovým úhlem. Obrobek je upnut mezi hroty. Lze použít strojního posuvu, hladký povrch obráběné plochy. Koník se vysune ze své osy. Délce vysunutí koníku se říká výstřednost ( excentricita ) a označuje se  $e$ . Velikost vysunutí koníku se změří hloubkoměrem, číselníkovým úchylkoměrem nebo se odečte na stupnici s noniem na koníku.

Výpočet vysunutí:

$$e = \frac{D-d}{2} \quad [ \text{mm} ] \quad \text{pro kuželové plochy po celé délce obrobku}$$

Obr.86. Kuželová plocha po celé délce obrobku



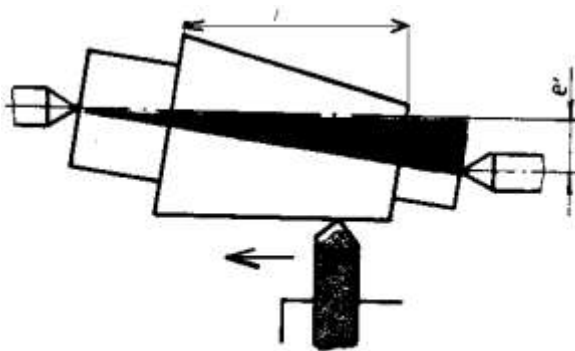
$e = L \cdot \text{---} \text{ [ mm ]}$  pro kuželovou plochu na části obrobku

L – celková délka obrobku

l – délka kuželové plochy

D – velký průměr obrobku

d – malý průměr obrobku



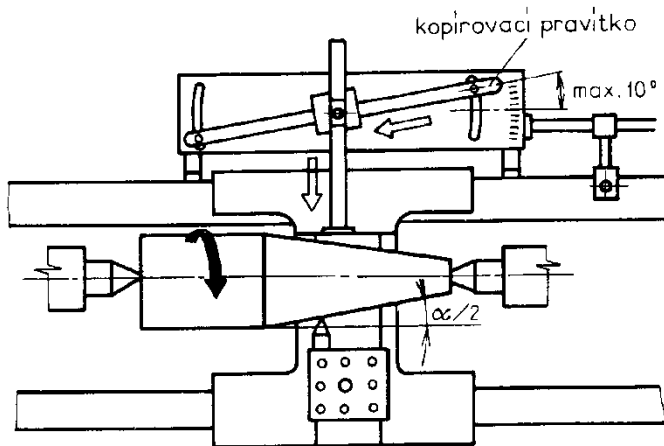
Obr.87. Kuželová plocha na části obrobku

### Pomocí vodícího pravítka

Používá se pro soustružení dlouhých kuželů a s vrcholovým úhlem do 20°. Vodící pravítko je uloženo na zadní straně stroje. Po pravítku se posouvají saně, které jsou spojeny s příčnými saněmi pomocí táhla.



Vodící pravítka se nastavuje pomocí úhlové stupnice, která je na základní desce pravítka.



Obr.88. Soustružení kuželů kopírovacím pravítkem

Při soustružení kuželových ploch musí být soustružnický nůž nastaven přesně do osy soustružení, jinak by vznikla na povrchu obrobku hyperbola.

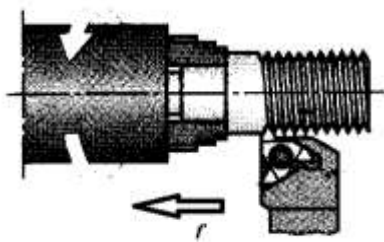
## 6. Řezání závitů

Na soustruhu se řezou závit zavitníky, zavitovými čelistmi nebo se soustruží zavitovými noži. Zavitníky nebo zavitové čelisti jsou na soustruhu vedeny hrotovou objímkou koníku.

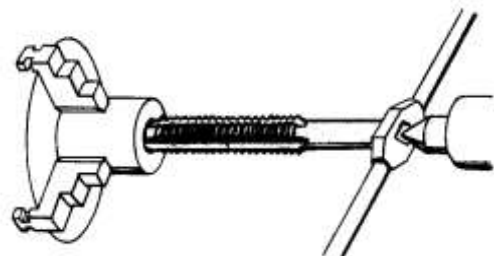
Na univerzálních soustruzích se řezou závit různé velikosti a tvaru zavitovými noži. Profil soustružnického nože musí souhlasit s normalizovaným profilem řezaného závitu. Nůž se nastaví přesně do osy soustružení. Nastavení soustružnického zavitového nože se provádí pomocí šablony. Špička nože musí být přesně kolmo na osu obrobku. Aby se profil nože při broušení neměnil, nesmí mít nůž úhel čela.

Při soustružení závitů musí být posuv soustružnického nože na jednu otáčku obrobku stejný jako stoupání závitu, který je řezán. Poměr mezi otáčkami obrobku a otáčkami vodícího šroubu se dosáhne kombinací ozubených kol.

Závity se řezou na několik záběrů, ne najednou.

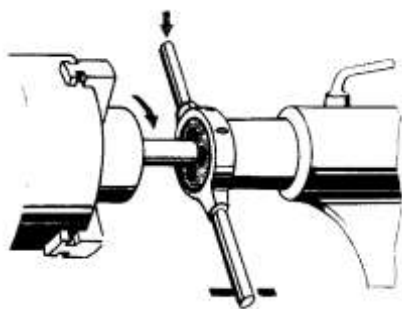


Obr.89. Soustružení závitu soustružnickým nožem

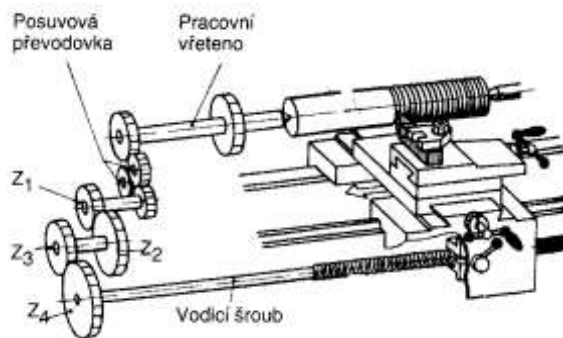


Obr.90.

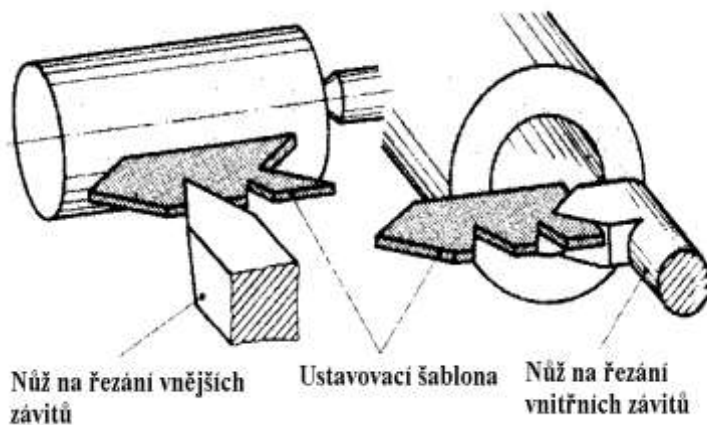
Řezání vnitřních závitů zavitníkem



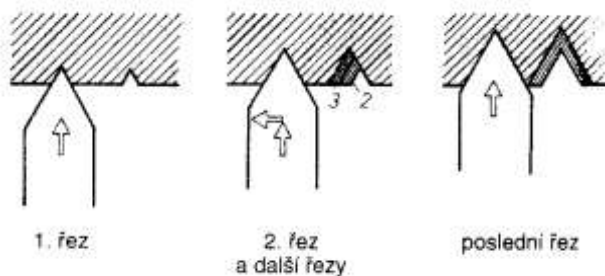
Obr.91. Řezání vnitřních závitů závitovou čelistí



Obr.92. Princip soustružení závitů



Obr.93. Nastavení soustružnického nože

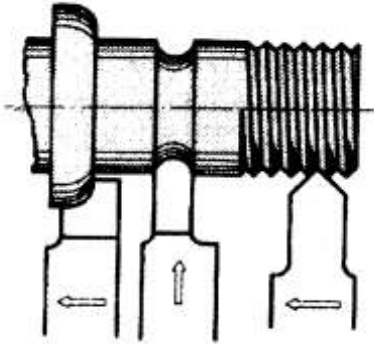


Obr.94. Prohlubování závitové drážky

## 7. Soustružení tvarových ploch

Tvarové plochy se obrábějí nejčastěji tvarovými noži, pomocí přípravku nebo kopírováním.

Tvarovými noži se soustruží krátké tvarové plochy, přípravky se používají pro soustružení kulovitých a jiných ploch. Kopírování je vhodné pro soustružení podlouhlých obrysů. Šablona, která je kovová, má přesný tvar obrobku. Princip kopírování je obdobný jako soustružení kuželových ploch pomocí kopírovacího pravítka.



Obr.95. Soustružení tvarovými noži

## 8. Vrtání a vystružování

Na soustruhu se vrtají díry buď do plného materiálu nebo se díry rozšiřují (vyvrtání, vyhrubování, vystružování aj.). Před vrtáním se musí plocha zarovnat a navrtat středící důlek pro docílení souososti díry s jinými plochami. Šroubovitý vrták se upíná do kuželové dutiny koníku nebo pomocí redukčních vložek. Posuv vrtáku je ruční nebo strojní.

Díry se vyvrtávají vnitřními soustružnickými noži. Pro vystružování se používají strojní výstružníky, které se upínají do kuželové dutiny pinoly koníku.

## Řezné podmínky při soustružení

Mezi základní řezné podmínky patří řezná rychlost  $v$ , posuv  $f$  a hloubka řezu  $a$ .

Vzorec pro výpočet řezné rychlosti:  $v = \frac{v}{D \cdot n}$  [m/min.]

$D$  = průměr obrobku

$n$  = otáčky

Vzorec pro výpočet otáček:  $n = \frac{v}{D \cdot v_c}$  [1/min.]

K rychlému vyhledávání řezné rychlosti a otáček slouží nomogram, který je upevněn na čelní straně soustruhu. Na normativu je uvedena řezná rychlost, otáčky a průměr obrobku. Při vyhledávání v tabulkách se musí znát obrobitelnost materiálu, druh nože, trvanlivost břítu, drsnost povrchu a hloubka řezu. Posuv a řezná rychlost se vyhledá v tabulce.

Posuv  $f$  je dráha nože za jednu otáčku a závisí na požadované jakosti a velikosti obrobku. Volí se při hrubování 0,5 - 5mm, při obrábění načisto 0,06 – 0,3 mm.

Hloubka řezu  $a$  je vrstva materiálu odřezávaná na jeden záběr. Závisí na vlastnostech obráběného materiálu – obrobitelnosti. Velikost se volí u hrubování 3 – 30 mm, při práci načisto 0,5 – 2 mm.

## Bezpečnost práce při soustružení

*Pro všechny druhy soustruhů platí:*

Nesnímat ochranné kryty.

Nenosit příliš volný oděv.

Třísky neodstraňovat rukou, ale pomocí háčků, smetáků.

Používat ochranné brýle nebo obličejový štít.

Za chodu stroje nic neměřit, nečistit, nemazat.

Okolo stroje udržovat čistou podlahu.

Obrobek pevně upnout.

## 2.3 FRÉZOVÁNÍ

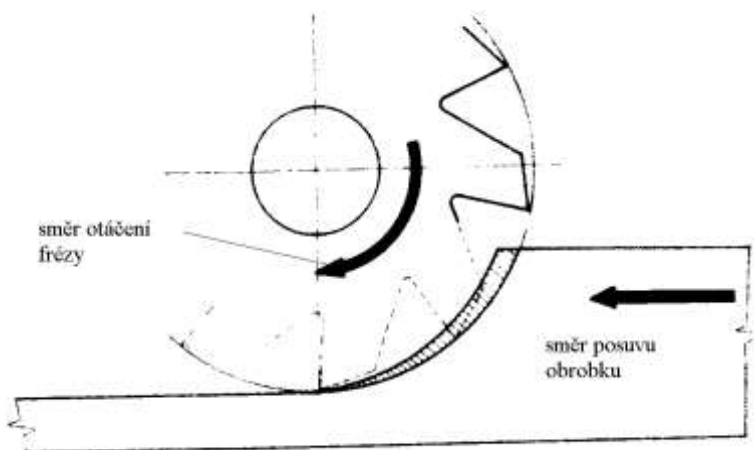
Frézováním se obrábějí rovinné i tvarové plochy vícebřítým nástrojem – frézou. Jednotlivé břity jsou v záběru určitou dobu otáčky. Břity, které nejsou v záběru, se ochlazují. Obrobek je upnutý na pracovním stole frézky. Hlavní pohyb rotační koná nástroj a vedlejší pohyb přímočarý nebo kruhový koná obrobek. Řezný proces je přerušovaný, zuby frézy jsou střídavě v záběru, vzniká krátká tříška.

Podle smyslu otáčení frézy a posuvu obrobku se rozeznává frézování:

sousledné

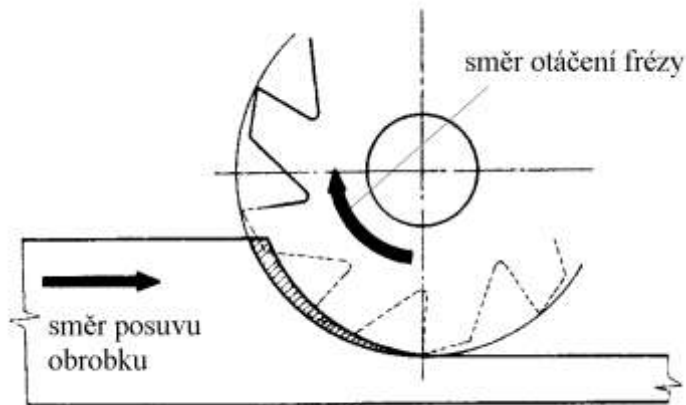
nesousledné

*Sousledné frézování* – obrobek se posouvá ve směru otáčení frézy. Zub frézy začíná řezat třísku největší tloušťky a na konci záběru je tloušťka nulová. Takto obrobená plocha je hladší, řezná síla přitlačuje obrobek na stůl frézky. Mohou se obrábět tenké obrobky s větší hloubkou řezu. Nevýhodou jsou silové rázy při záběru každého zuby do materiálu. Pro snížení těchto rázů se dělají válcové frézy se šroubovitými zuby. Používá se pro obrábění houževnatých a měkkých materiálů.



Obr.97. Sousledné frézování

*Nesousledné frézování* – obrobek se posouvá proti smyslu otáčení frézy. Průřez třísky se postupně zvětšuje od nuly do největší tloušťky. Práce frézy je klidná, bez nárazů. Nevýhodou je, že zub frézy zpočátku klouže po obrobku, zahřívá se, odírá se a otupuje. Řezná rychlost směřuje nahoru, nepříznivě ovlivňuje způsob upnutí obrobku. Používá se u obrábění tvrdých materiálů.



Obr.98. Nesousledné frézování

### Upínání obrobků

Základem úspěšného frézování je bezpečné upnutí obrobku. Nejčastěji se obrobky upínají do svěráku, který je upevněn na stole frézky upínacími šrouby. K upnutí tvarových obrobků se používají do svěráků prizmatické vložky nebo speciální čelisti. Pro frézování většího počtu obrobků se používají několikanásobné přípravky. Větší obrobky se upínají přímo na pracovní stůl. K tomu se používají upínky různých tvarů a velikostí, upínací opěrky, podpěrky, podložky, pneumatické a hydraulické upínací prostředky.

### Upínání nástrojů

Fréza musí být upnuta pevně, aby při práci neházela. Stopkové frézy se upínají přímo do dutiny vřetena nebo pomocí redukčních pouzder. Malé frézovací hlavy a čelní frézy se upínají letmo na trn a zajistí se podélným nebo příčným perem. Velké frézovací hlavy se nasazují na vnější kužel frézovacího vřetena. Nástrčné frézy válcové, kotoučové a tvarové se upínají na frézovací trn.

### Způsoby frézování

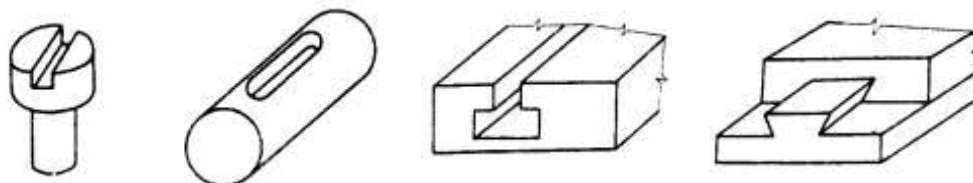
1. **Frézování rovinných ploch** – obrábějí se frézami válcovými, čelními nebo frézovacími hlavami. Používá se frézování sousledné a nesousledné. Válcové frézy se používají většinou na vodorovných frézkách, čelní frézy na frézkách svislých. Čelní frézy musí mít větší průměr, než je šířka obrobku.



Obr.99. Frézy pro rovinné frézování

2. **Frézování drážek, zářezů a vybrání** – některé obrobky mají drážky, zářezy nebo vybrání. Mezi takové obrobky patří hřídel s drážkami pro pera, stůl frézky s drážkami tvaru T, příčné saně s rybinovitým vedením.

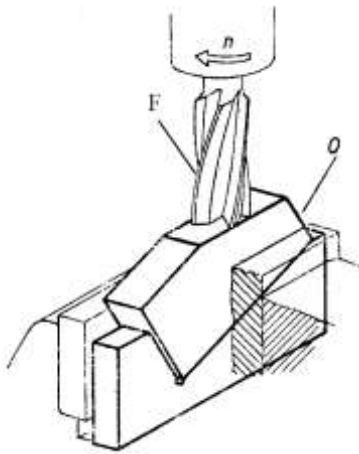
Průběžné drážky, které mají výběh, se frézují kotoučovými frézami. Uzavřené drážky pro pera se frézují stopkovými nebo drážkovacími frézami na jeden nebo více záběrů. Drážky s úkosem se frézují postupně do šířky. Drážky s úkosem se frézují úhlovými frézami tvaru drážky. Drážka tvaru T se frézuje na dvakrát. Nejprve se kotoučovou frézou zhotoví plná hloubka, potom se frézou stopkovou kotoučovou dokončí tvar. Drážky v drážkových hřídelích se frézují kotoučovými frézami dělicím způsobem nebo odvalovací frézou.



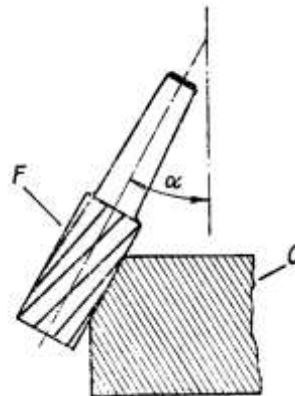
Obr.100. Příklady použití drážek



3. **Frézování šikmých ploch** – šikmé plochy svírají jiný úhel než pravý. Používají se úhlové frézy nebo se natočí obrobek nebo nástroj o určitý úhel.

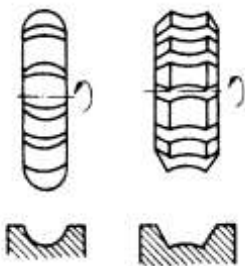


Obr.102. Použití šikmé podložky

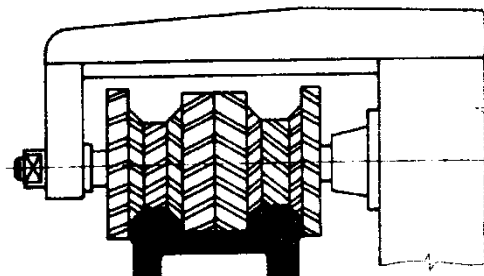


Obr.103. Vyklonění vřetenové hlavy

4. **Frézování tvarových ploch** – vyskytují se součásti, které mají různě zakřivené plochy. Tyto tvarové plochy se frézují orýsováním a sduženým posuvem, tvarovými frézami, kopírováním podle šablony, pomocí různých kinematických zařízení. Kruhové plochy a drážky se frézují na frézkách s otočným stolem.



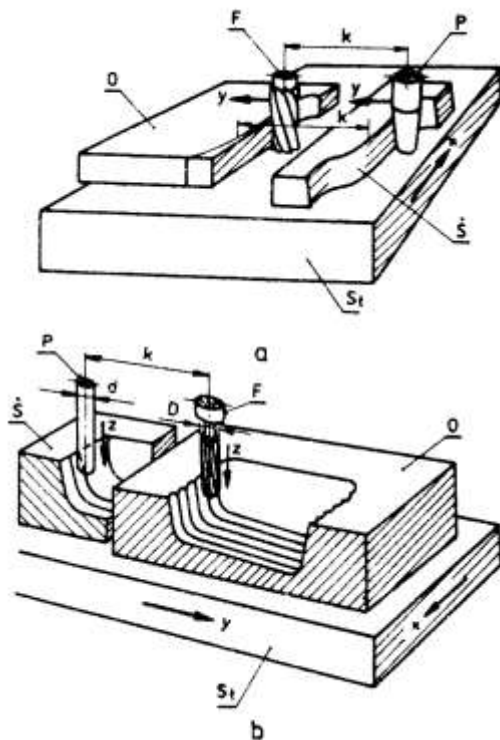
Obr.104. Frézování tvarovými frézami frézami



Obr.105. Tvarové frézování složenými frézami



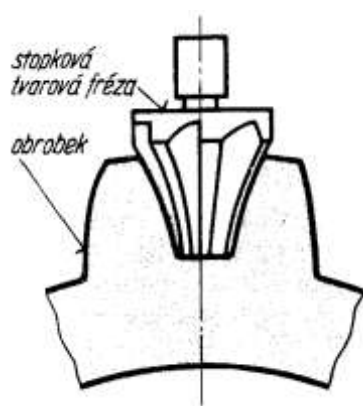
Obr.106. Frézování kopírováním



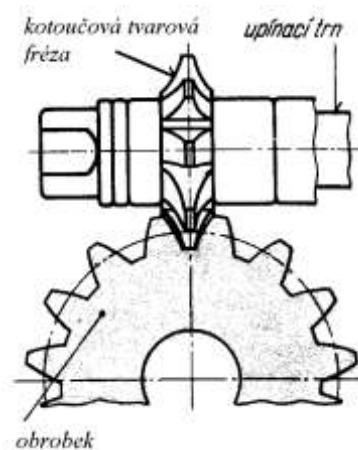
Princip kopírování  
 a – obrysové kopírování,  
 b – prostorové kopírování.  
 Š – šablona (model),  
 O – obrobek, F – fréza,  
 S<sub>t</sub> – stůl frézky, P – dotyk  
 ( $d = D$ )

5. **Frézování ozubených kol** – ozubení se obrábí dvěma způsoby. Dělicím způsobem a odvalovacím způsobem.

Dělicím způsobem se profily zubových mezer ozubeného kola frézují postupně jedna zubová mezera za druhou pomocí dělicího přístroje. Používají se tvarové frézy čepové ( stopkové ) nebo frézy kotoučové. Tento způsob je nepřesný.

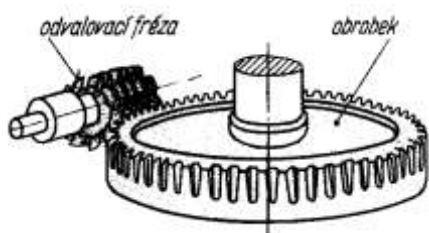


Obr.107. Stopková tvarová fréza

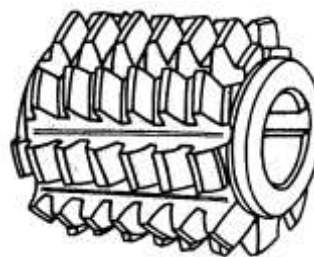


Obr.108. Kotoučová tvarová fréza

Odvalovací způsob je nejrozšířenější a přesnější. Profily zubových mezer se vytvářejí plynulým odvalovacím způsobem. Nástrojem je odvalovací fréza. Všechny zuby kola se obrábějí současně.

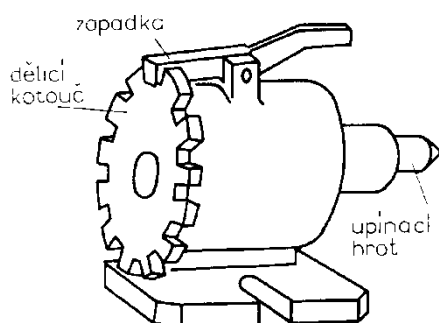


Obr.109. Odvalovací způsob

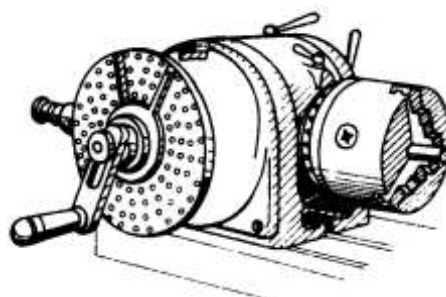


Obr.110. Odvalovací fréza

6. **Frézování pomocí dělicího přístroje** – tento způsob frézování se používá u obrobků, které mají mít na obvodu nebo na čele určitý počet pravidelně rozdělené drážky, plochy nebo vybrání. Používají se k tomu zvláštní přístroje – dělicí přístroje. Pro malý počet roztečí se používají jednoduché dělicí přístroje. Pro velký počet různých roztečí se používá jednoduché nepřímé dělení. Diferenciální dělení se používá tam, kde se nevystačí s nepřímým dělením, provádí se na universálním dělicím přístroji.



Obr.111. Jednoduchý dělicí přístroj



Obr.112. Universální dělicí přístroj

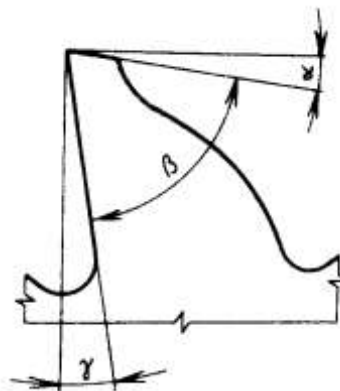
### Geometrie ostří

Na zubu frézy je soustava úhlů, které tvoří geometrii ostří. Soustava úhlů je tvořena úhlem hřbetu  $\alpha$ , úhlem břitu  $\beta$ , úhlem čela  $\gamma$  a úhlem řezu  $\delta$ .

$$\delta = \alpha + \beta$$

Obr.113.

Geometrie břítu frézy



### Řezné podmínky

Řezná rychlost při frézování je dráha , kterou proběhne břit každého zubu frézy za jednu minutu.

$$v = \frac{D \cdot n}{1000} \quad [\text{m/min.}] \quad D - \text{průměr frézy}$$

Otáčky frézy

Posuv je dráha , kterou obrobek vykoná za pohybu do záběru. U frézování se rozlišují tři posuvy.

**Posuv na zub  $f_z$**  – je zadán ve strojnických tabulkách

**Posuv na jednu otáčku  $f_o$**

$$f_o = f_z \cdot z \quad [\text{mm}] \quad z = \text{počet zubů frézy}$$

**Posuv za jednu minutu  $f_{min}$**   $n = \text{počet otáček frézy}$

$$f_{min} = f_o \cdot n = f_z \cdot z \cdot n \quad [\text{mm}] \quad D = \text{průměr frézy}$$

### Bezpečnost práce při frézování

Při frézování je nutno dodržovat:

Před zahájením obrábění nutno odstranit volné předměty z upínacího stolu.

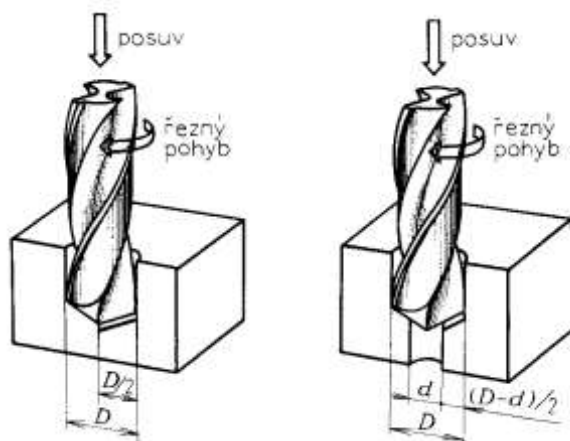
Manipulace s nástroji, upínání a vyjímání obrobků se musí provádět za klidu frézovacího vřetena a upínacího stolu

Chránit se před odletujícími třískami a odstříkující řeznou kapalinou brýlemi, obličejovým štítem.

Dbát, aby spoje trubek a hadic byly těsné, aby nedocházelo k znečišťování podlahy kapalinou nebo olejem.

## 2.4 VRTÁNÍ

Vrtáním se zhotovují díry do plného materiálu, vyvrtávání je zvětšování vyvrtaných děr. Menší díry se vrtají a vyvrtávají na vrtačkách, dlouhé díry a díry velkých průměrů na vodorovných vrtacích a vyvrtávacích strojích. Při vrtání se nástroj vůči obrobku otáčí a současně se posouvá do něj ve směru osy otáčení a odebírá třísku. Hlavní pohyb je rotační a koná jej nástroj, vedlejší pohyb přímočarý koná nástroj také.



Obr.114.

Vrtání a vyvrtávání

### Upínání obrobků

Obrobek se upíná do svěráku a podle tvaru se používají upínky, šrouby a přípravky.

### Upínání nástrojů

Nástroje s kuželovou stopkou se upínají do vřetena vrtacího stroje přímo nebo se použije redukční vložka. Nástroje s válcovou stopkou se upínají do upínacích hlaviček.

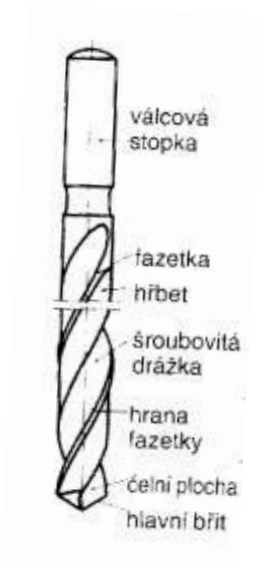
### Geometrie ostří vrtáku

Vrtáky jsou dvoubřité nástroje. Jako každý jiný řezný nástroj má základní úhly. Mezi ně patří úhel hřbetu  $\alpha$ , úhel břitu  $\beta$ , úhel čela  $\omega$ , úhel řezu  $\delta$ . Úhel příčného břitu  $\varphi$  má hodnotu  $55^\circ$ . Úhel špičky  $\varepsilon$  je různě velký, podle druhu obráběného materiálu. Pro běžný materiál se volí  $118^\circ$ , pro materiály tvrdé až  $145^\circ$ , pro plasty  $50^\circ$ . Úhel  $\omega$  je úhel sklonu šroubovice a dělí vrtáky do tří skupin.

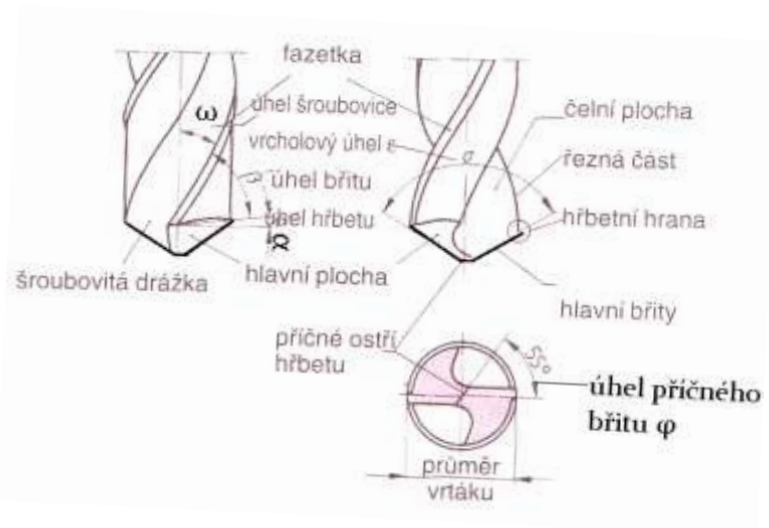
Typ N – úhel sklonu je  $19^\circ - 40^\circ$ , používá se pro vrtání konstrukční a nerezové oceli a šedé litiny.

Typ H – úhel sklonu je  $10^\circ - 19^\circ$ , používá se pro vrtání tvrdých a křehkých materiálů – tvrdé plasty, laminátové desky, mosaz, bronz, tvrdá ocel.

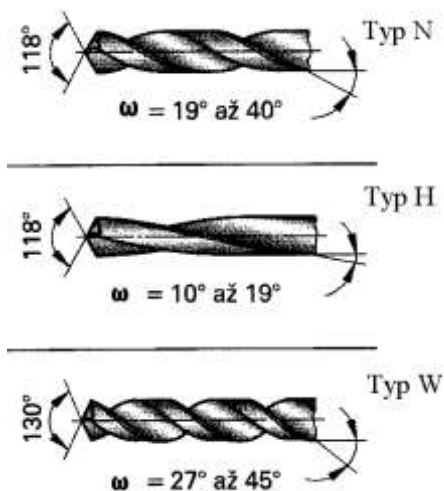
Typ W – svírá úhel sklonu  $27^\circ - 45^\circ$ , úhel špičky  $\epsilon$  je  $130^\circ$ , používá se pro vrtání měkkých a houževnatých materiálů – hliníku, mědi, zinku, slitin hliníku, měkké plasty.



Obr.115. Vrták



Obr.116. Geometrie břitu vrtáku



Obr.117. Typy vrtáků

### Řezné podmínky při vrtání

Při vrtání se určuje velikost posuvu a řezná rychlost. Řezné podmínky se volí podle obrobitelnosti materiálu, hloubky děr, způsobu vrtání, podle materiálu nástroje, trvanlivosti břitu aj. řezné podmínky stanovujeme výpočtem nebo ze strojnických tabulek.

Řezná rychlost pro vrtání:

$$v = \text{---} \quad [\text{m/min.}] \quad D - \text{průměr vrtáku}$$

Otáčky:

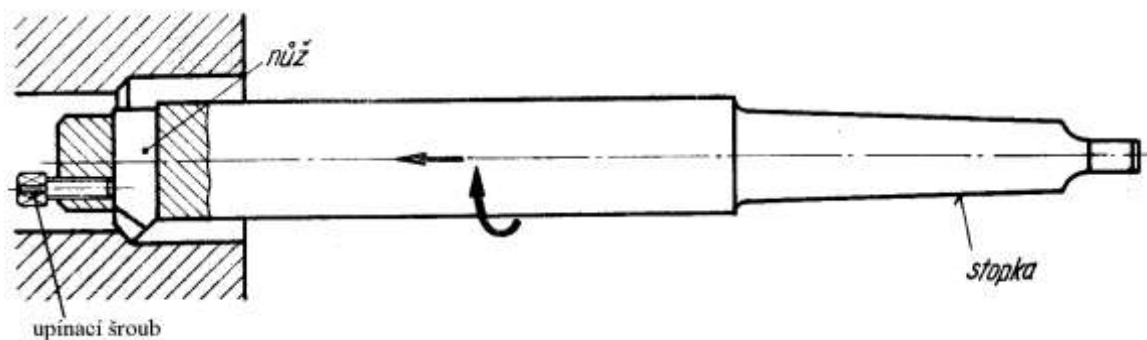
$$n = \text{---} \quad [1/\text{min.}]$$

Posuv pro vrtání je ruční nebo strojní a volí se podle tabulek nebo se zjišťuje pokusem. Zvýšení řezné rychlosti a posuvu lze ovlivnit správnou volbou chladicí kapaliny. Ta se volí podle druhu vrtaného materiálu a požadavku na drsnost povrchu.

### Další vrtací postupy a vrtací nástroje

**Vyvrtávání** – vyvrtáváním se zvětšuje průměr předvrtané, odlité, vykované nebo vylisované díry. Dlouhé díry se vyvrtávají noži upnutými do vyvrtávacích tyčí. Díry velkých průměrů se vyvrtávají vyvrtávacími hlavami.

**Profilové vrtání** – patří sem vrtání středících důlků středícími vrtáky. Pro polohově přesné navrtávání do plného materiálu na NC strojích slouží středící návrtníky. Mají vrcholový úhel 90° nebo 120° a mohou vytvořit současně se středící jamkou i zahloubení pro řezání závitů. Moderní nástrojové systémy mohou jedinou operací provést vývrty otvorů s odstupňovanými průměry, např. ve skříních čerpadel. Používají se k tomu stupňovité vrtáky nebo systémové vrtáky.



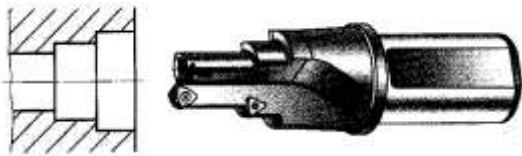
Obr.119. Vyvrtávací tyč



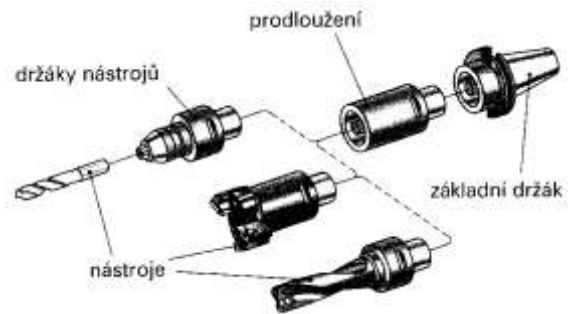
Obr.120. Středící důlek a středící vrták



Obr.121. Návrtník



Obr.122. Stupňovitý vrták



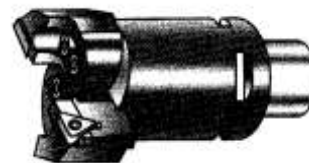
Obr.123. Vrtací nástrojový systém

**Zahlubování** – zahlubovací vrtáky slouží pro zahlubování předvrtaných otvorů s průměrem nejméně 70% průměru dokončené díry. Jsou to jednobřité až čtyřbřité nástroje.

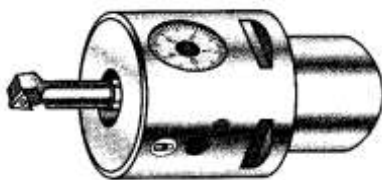
Přesné vyvrtávací hlavy umožňují nastavit průměr otvoru s přesností na  $\mu\text{m}$  a opracovávají vnitřní plochu díry jako soustružnický nůž.



Obr.124. Zahlubovací vrták



Obr.125. Záhlubník s břitovými destičkami



Obr.126. Jednobřítá vyvrtávací hlava

## Bezpečnost práce při vrtání

*Základní pravidla bezpečnosti jsou:*

Při výměně nástroje musí být vřeteno v klidu.

Obrobek se musí upínat do svěráku nebo do přípravku.

K odstranění třísek je nutno používat vhodné pracovní pomůcky.

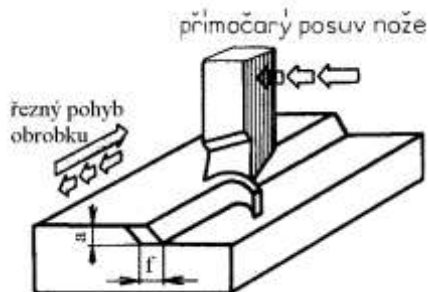
Dobíhající vřeteno se nesmí brzdít rukou nebo jiným předmětem.

Při práci na vrtačkách se nesmí používat rukavice.

Pokud není vrtačka vybavena ochranným krytem, musí pracovník při práci použít brýle nebo obličejový štít.

## 2.5 HOBLOVÁNÍ

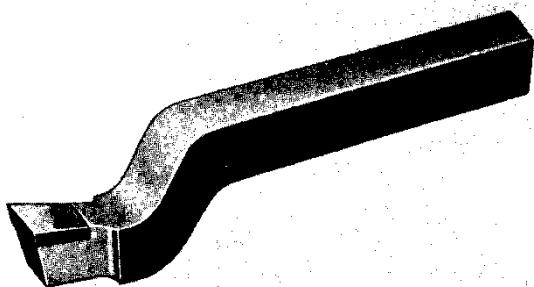
Hoblování je obrábění jednobřitým nástrojem (hoblovacím nožem). Hlavní pohyb přímočarý vratný koná obrobek a vedlejší pohyb – posuv – je přerušovaný a koná jej nástroj a je kolmý na saně hlavního pohybu. Vzdálenost mezi krajními polohami (úvratěmi) je zdvih. Zpětný pohyb naprázdno je zpravidla rychlejší. Hoblováním se obrábějí úzké dlouhé plochy, např. drážky, prizmata, nebo několik obrobků střední velikosti upnutých za sebou na stole hoblovky.



Obr.127. Pracovní pohyby při hoblování

### Hoblovací nože

Hoblovací nože jsou při záběru do materiálu vystaveny velkým rázům a jsou namáhány na ohyb. Nože musí být proto konstrukčně upraveny tak, aby se rázy projevíly na nástroji co nejméně. Hoblovací nože mají velký úhel sklonu ostří  $\lambda$  10°- 15° a úhlem nastavení  $\chi$  45°- 60°. Bývají prohnuté a při zpětném pohybu se nože s držákem samočinně odklápějí, aby nedřely po opracované ploše.



Obr.128. Hoblovací nůž



## **Upínání obrobků**

Způsob upínání se volí podle tvaru obrobku a požadavku drsnosti povrchu. Při hoblování se upínají obrobky na stůl hoblovky pomocí šroubů a upínek. K využití celé plochy stolu se upíná několik obrobků za sebou.

## **Řezné podmínky při hoblování**

Rychlost pohybu stolu za zdvihu vpřed se nazývá řeznou rychlostí. Volí se podle řezivosti nástroje, obrobitelnosti obrobku, velikosti třísky a podle typu použitého stroje.

Hloubka řezu se volí co největší, podle tuhosti obrobku a výkonu stroje. Celkový přídavek na obrábění se odebere převážně hrubováním.

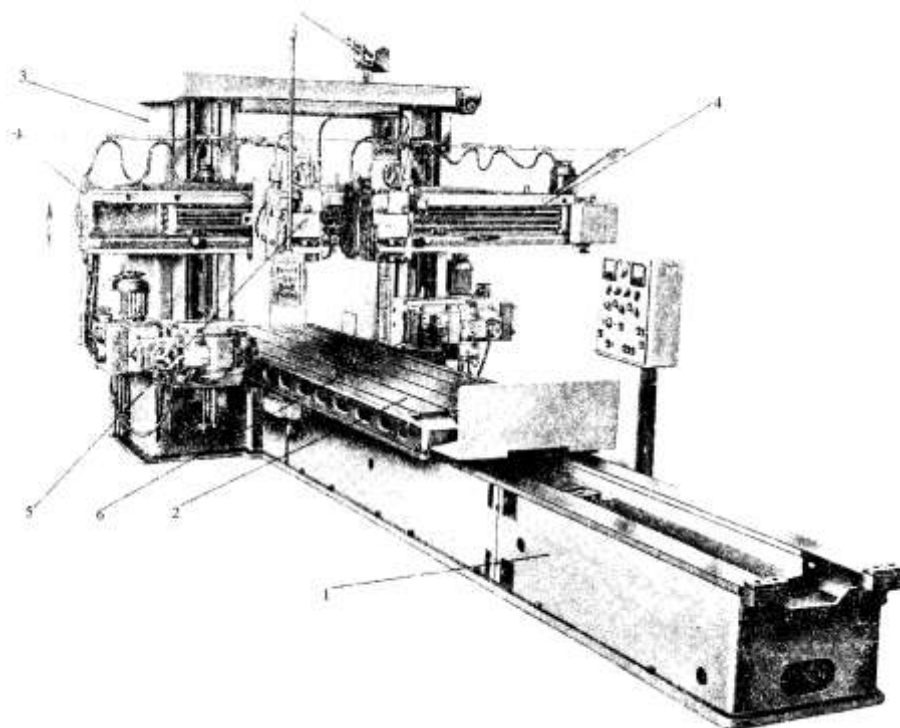
Hoblováním se dosahuje poměrně velké přesnosti obrobené plochy. Požadovaná drsnost povrchu závisí na úhlu a zaoblení špičky nože.

## **Hoblovky**

Hoblovací stroje jsou buď **dvoustojanové** a používají se k obrábění středně velkých obrobků, nebo **jednostojanové**, a ty se používají k obrábění velkých obrobků.

Základní části hoblovky jsou lože, pracovní stůl, stojany, příčník a suporty. Pohon stolu je mechanický, hřebenem a pastorkem, nebo hydraulický. Charakteristickým rozměrem hoblovky je šířka pracovního stolu, která bývá 800 až 4 000 mm.

Obr.129. Dvoustojanová hoblovka

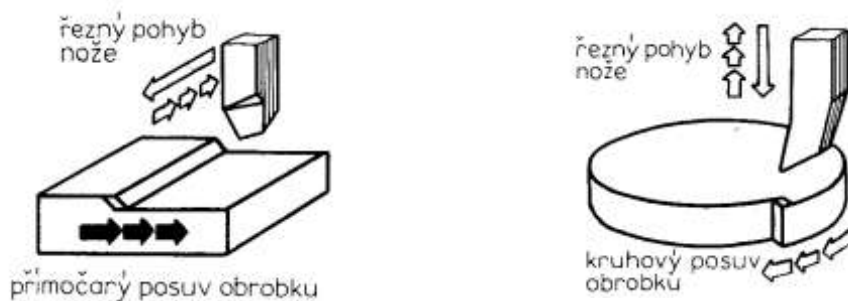


Dvoustojanová hoblovka: 1- lože, 2- pracovní stůl, 3- stojan, 4- příčnick, 5- suport, 6- suport boční

Lože hoblovky má velkou délku 20 m i více. V loži bývá umístěn hlavní pohon. Pracovní stůl slouží k upínání obrobků a pohybuje se na loži stroje. Po stranách lože jsou dva stojany se svislým vedením, po kterém se pohybují svislé sáně ( příčníc ). Na svislých saních se pohybují příčné saně. Na příčných saních jsou uloženy nožové saně, ve kterých je uložen nožový držák, do kterého se upíná nůž.

## 2.6 OBŘÁŽENÍ

Obrážení je druh hoblování, při kterém hlavní pohyb koná nůž, který je upevněn ve smýkadle stroje. Posuv na konci vratného zdvihu smýkadla koná obrobek. Hlavní pohyb je přímočarý, vedlejší je přímočarý nebo kruhový. Při obrážení se obrábějí menší plochy než u hoblování.



Obr.130. Pracovní pohyby při obrážení

### Obrážecí nože

Při obrážení se nůž pohybuje ve směru své osy. Obrážecí nůž má kladný úhel čela, pro lepší odřezávání třísky jsou ohnuty dopředu. Nože jsou velmi namáhány, vyžadují pevné upnutí a co nejmenší vysunutí z upínadla.

### Upínání obrobků

Nepravidelné obrobky se upínají na stůl obrážecíky pomocí upínek a šroubů. Rotační tělesa se upínají do universálního sklíčidla nebo hlavy dělicího přístroje.

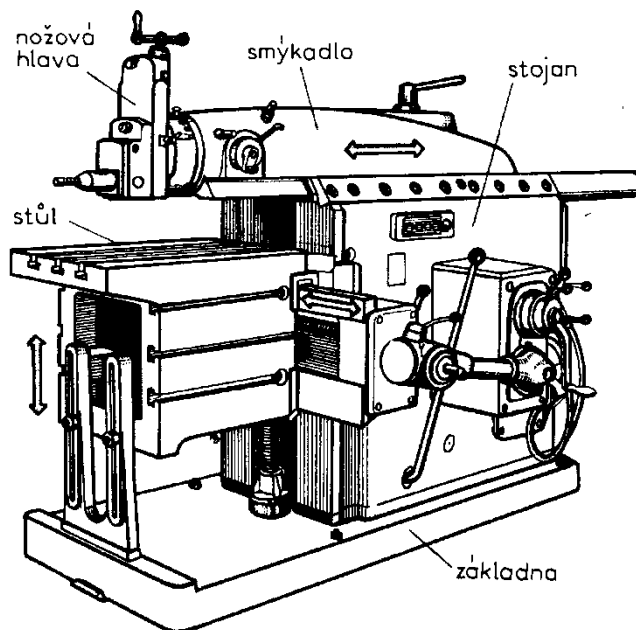
## Řezné podmínky při obrázení

Řezné podmínky při obrázení se určují stejně jako při hoblování.

## Obrážečky

Základní části obrážečky jsou smýkadlo, stojan, pracovní stůl, křížové saně. Používají se k obrázení krátkých ploch vnějších a vnitřních. Dělíme je na:

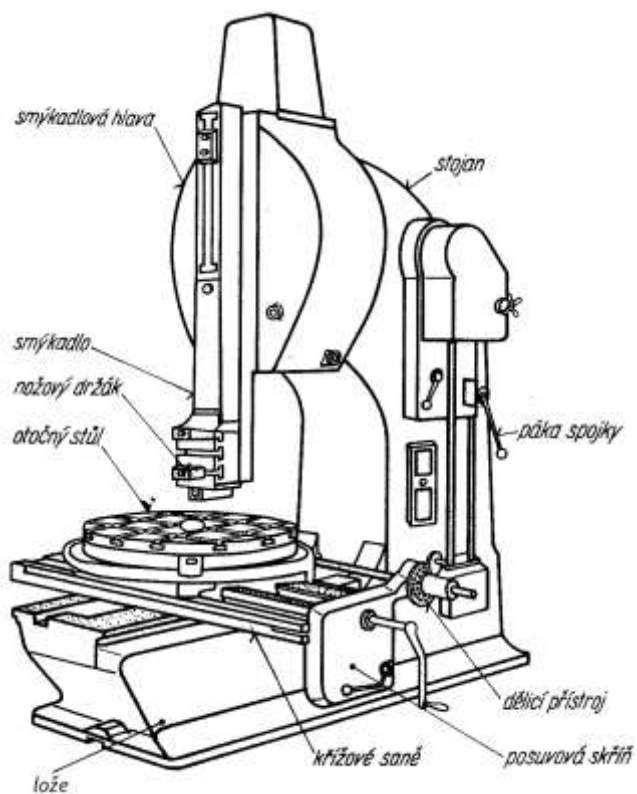
*Vodorovné obrážečky* – používají se pro hoblování krátkých rovinných a tvarových ploch. Hlavní pohyb je vodorovný a vykonává ho nůž upnutý ve smýkadle.



Obr.131.

Vodorovná obrážečka

*Svislé obrážečky* – jsou vhodné pro obrábění rovinných a rotačních válcových ploch, které jsou kolmé k upínací ploše obrobků. Obrobky se upínají na stůl obrážečky, má kruhový tvar. Podélný a příčný pohyb ve vodorovném směru zajišťuje křížové vedení suportu.



Obr.132.

Svislá obrázečka

## Bezpečnost práce při obrázení a hoblování

*Mezi nejdůležitější zásady patří:*

Za chodu se nesmí hoblovka přelézat, sahat do nebezpečných prostorů, měnit zdvih stolu, přestavovat narážky, upínat obrobek, měřit, seřizovat, mazat, čistit apod.

Pro upínání těžkých obrobků používat otočný jeřáb umístěný u stroje

K odstraňování ostrých třísek používat smeták, dřevěnou škrabku nebo lopatku.

Proti odletujícím třískám má být upevněn na stroji ochranný kryt nebo musí mít pracovník brýle nebo kryt na obličej.

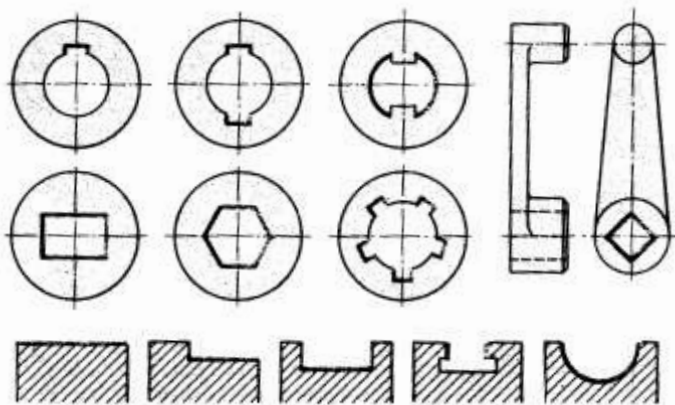
Podlaha u stroje nesmí být kluzká.

## 2.7 PROTAHOVÁNÍ

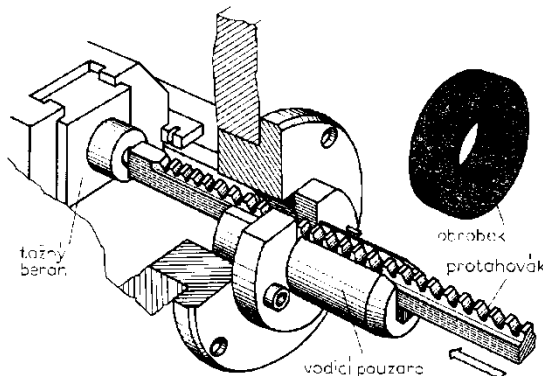
Protahováním se zhotovují přesné kruhové nebo tvarové díry, drážky v nábojích, vnitřní ozubení nebo přesné vnější povrchy. Dosahuje se toho protažením protahováku předvrtanou dírou. Nástroje jsou přesné, ale drahé.

### Podstata protahování

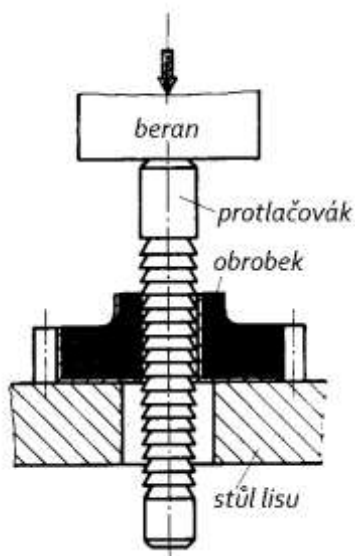
Protahovák je mnohobřítý nástroj a vykonává pouze přímočarý hlavní pohyb. Jednotlivé břity zubů jsou uspořádány tak, že následující zub převyšuje předcházející zub o malou hodnotu, a tím odebírají postupně materiál. Výškový rozdíl mezi sousedními zuby představuje posuv na zub  $f$ . První zuby díru hrubují, další ji obrábějí na čisto a poslední zuby díru vyhlazují (kalibrují) a zpevňují obrobenou plochu. Nástroj se obrobkem protáhne (protahování) nebo protlačí (protlačování). Protahovat lze vnější i vnitřní plochy.



Obr.133. Příklady protahování



Obr.134. Princip protahování

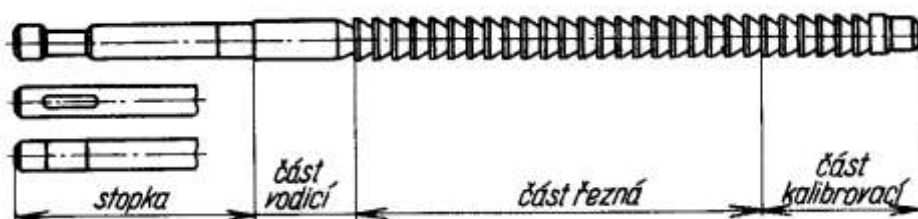


Obr.135. Princip protlačování

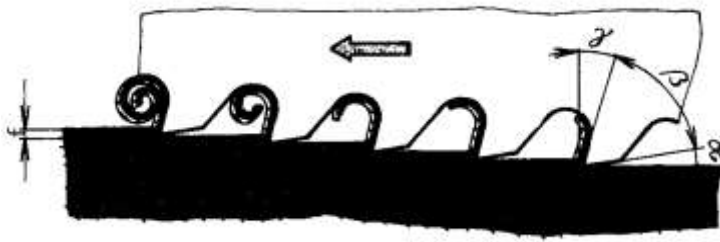
### Protahováký

Protahováký jsou mnohobříté tyče s kruhovým, obdélíkovým nebo jiným průřezem. Postupně se rozšírúje až na požadovaný profil obráběné součásti. Protahováký jsou namáhány tahem, mohou být delší. Protlačováký jsou namáhány tlakem, jsou kratší. Protahováký se dělí na vnější a vnitřní.

Protahováký mají část upínací, vodící, řeznou ( průřez se postupně zvětšuje ), kalibrovací a zadní. Zuby jsou přímé nebo ve šroubovici. Nástroj se pohybuje pouze v podélném směru. Aby měla tříska v mezerách dostatek místa, musí se prohlubovat zubové mezery.



Obr.136. Protahováký



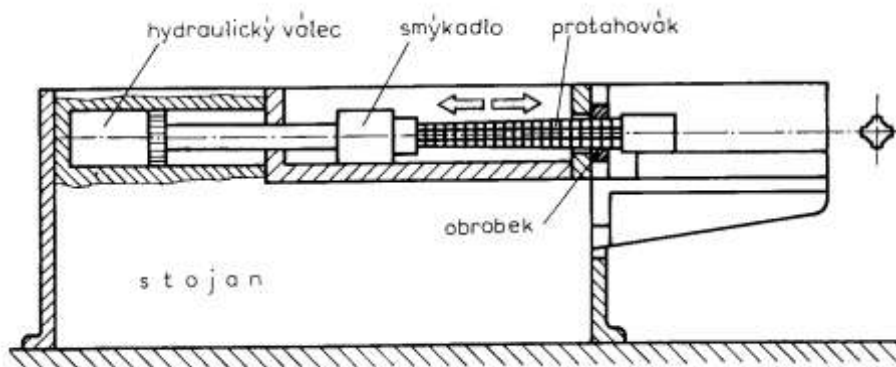
Obr.137. Schéma odebrání třísek a geometrie břitu

## Protahovačky

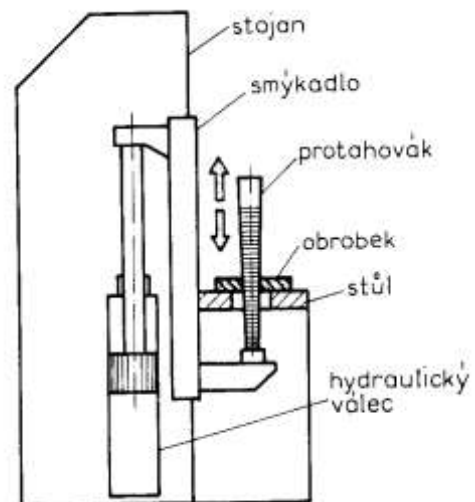
K protahování se používají protahovačky vodorovné a svislé.

Vodorovné protahovačky – jsou konstrukčně jednodušší, zaujímají větší půdorysnou plochu než svislé a mohou používat delší nástroje. Používají se k protlačování vnitřních ploch. Mají hydraulický pohon, tím mají klidný chod, snadnou změnu rychlosti, nehrozí přetížení stroje.

Svislé protahovačky – používají se k protahování vnějších i vnitřních tvarových ploch. Výhoda je menší půdorysná plocha, nevýhodou je menší délka protahováku.



Obr.138. Schéma vodorovné protahovačky



Obr.139. Schéma svislé protahovačky



## 2.8 STROJNÍ BROUŠENÍ

Broušení je třískové obrábění a je to převážně dokončovací operace. Břity brousícího kotouče jsou tvořeny zrny brusiva, které jsou nerovnoměrně rozmístěny po obvodu nástroje. Mají nestejnou geometrii břitu. Při broušení se obrábí vysokou řeznou rychlostí, vznikají velké teploty. Brousící kotouč je tvořen zrny brusiva a pojivem.

### Řezné podmínky

Volba řezných podmínek pro broušení je složitá, je ovlivněna mnoha činiteli, mezi které patří materiál obrobku, materiál nástroje a způsob broušení. V praxi se určují řezné podmínky pro broušení podle tabulek.

Řezná rychlost  $v$  se volí co největší.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad [\text{m/min.}] \quad D - \text{průměr kotouče}$$

Podélný posuv kotouče – se volí podle šířky kotouče

Přísuv se určuje hloubkou odbrušovaného materiálu.

## Brusky

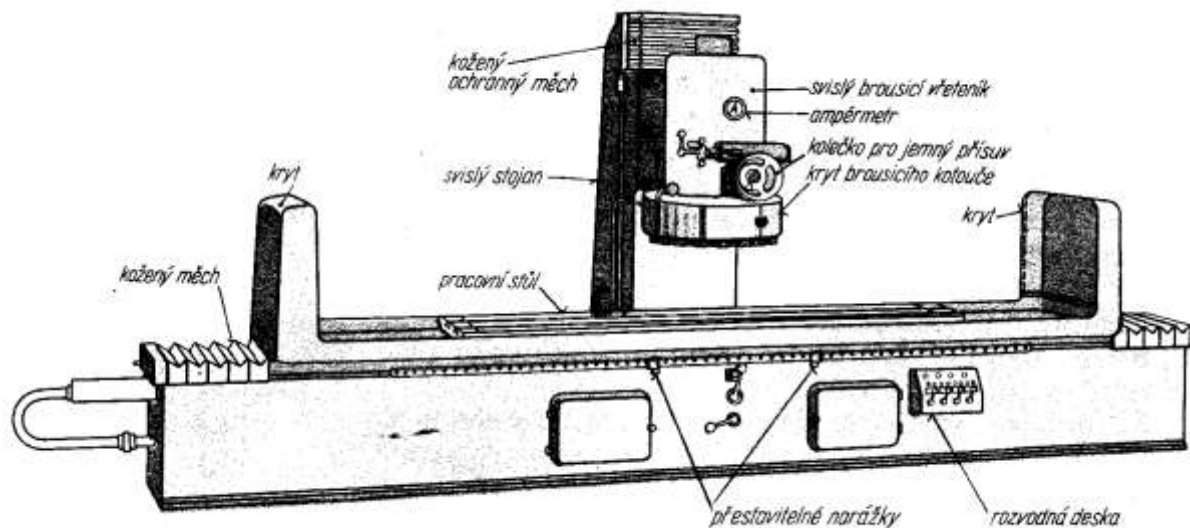
Brusky slouží k obrábění předmětů a k ostření nástrojů. Brousící stroje k obrábění se dělí na:

- a) brusky k broušení rovinných ploch, b) brusky k broušení ploch rotačních, c) universální, d) speciální

Brusky k ostření nástrojů se dělí na univerzální a speciální.

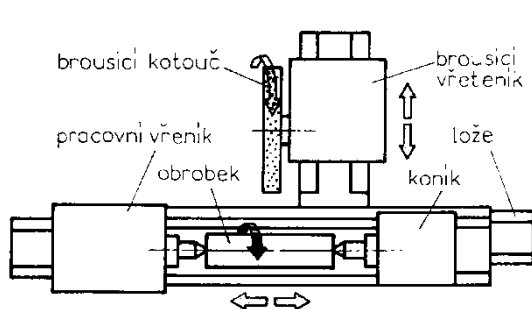
Při broušení koná hlavní pohyb nástroj, posuv koná nástroj nebo obrobek.

*Brusky k broušení rovinných ploch* mají vřeteno vodorovné nebo svislé a brousí obvodem nebo čelem brusného kotouče.

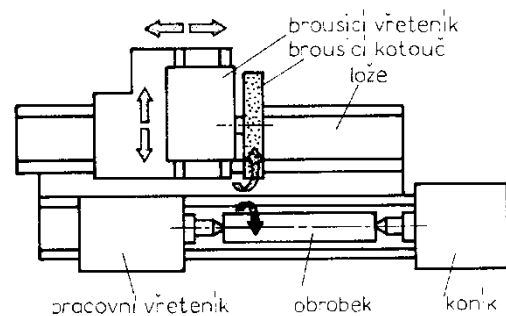


Obr.140. Svislá rovinná bruska

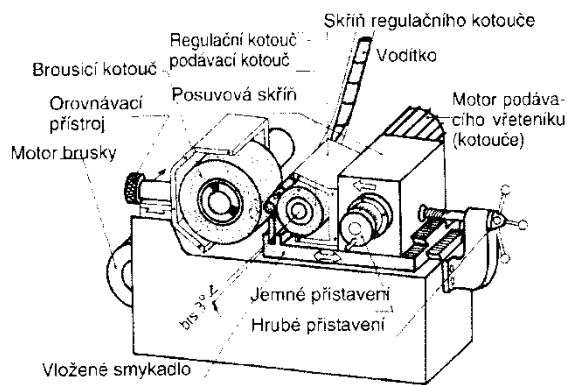
*Brusky k broušení rotačních ploch* – jsou hrotové nebo bezhrotové. Slouží k broušení vnějších i vnitřních ploch.



Hrotová bruska s posuvným pracovním vřeteníkem  
Obr.141.

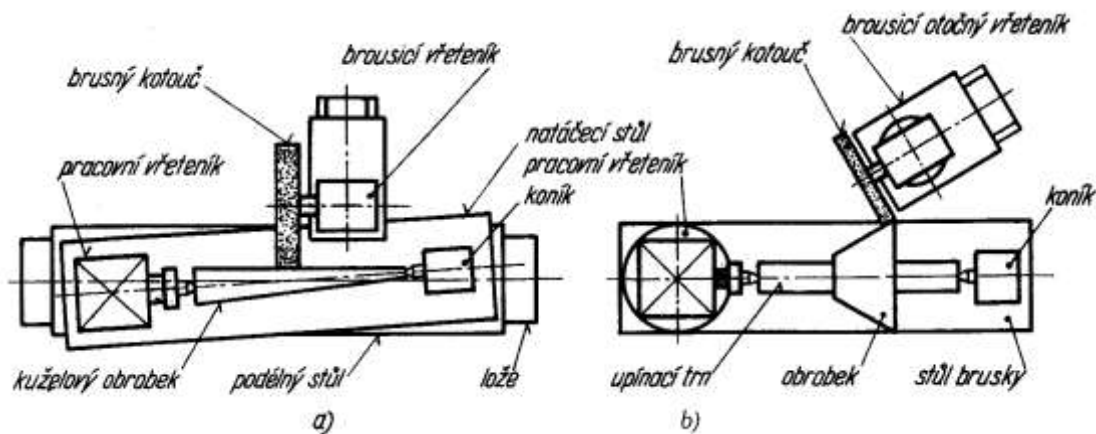


Hrotová bruska s posuvným brousícím vřeteníkem



Obr.142. Bezhrotová bruska

*Univerzální hrotová bruska* – stůl lze pootočit ve vodorovné poloze o  $10^\circ$  na obě strany, slouží k broušení táhlých kuželů. Vřeteník se může natočit až o  $90^\circ$ , a proto se mohou brousit krátké strmé kužely. Může brousit i vnitřní plochy.



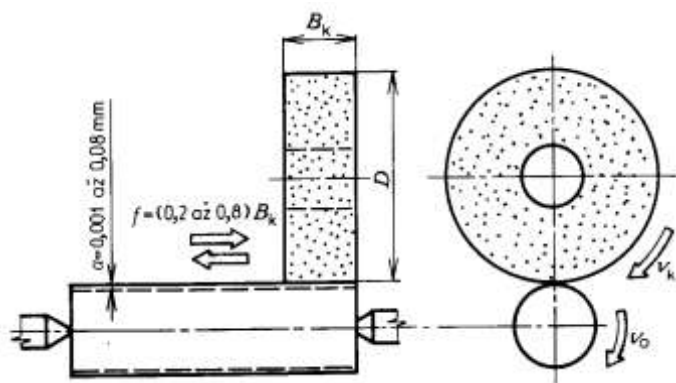
Obr.143. Univerzální bruska: a) broušení táhlých kuželů, b) broušení strmých kuželů

*Speciální brusky* – jsou to brusky na závity, na ozubená kola apod.

## Základní způsoby broušení

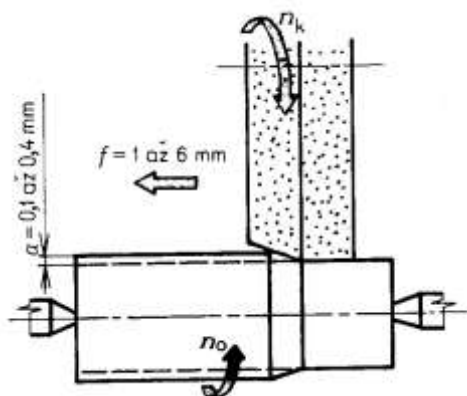
### 1) Broušení vnějších válcových ploch

*Broušení s podélným posuvem* – používá se k broušení dlouhých obrobků, které jsou upnuté mezi hroty. Obrobek se otáčí malou rychlostí a brousící kotouč ve stejném smyslu rychlostí až 100krát větší. Podélný posuv koná stůl brusky s obrobkem nebo vřeteník s brousícím kotoučem.



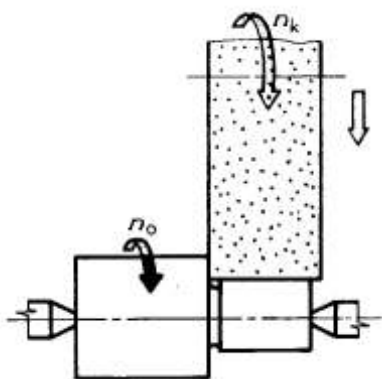
Obr.144. Podélné broušení válcových ploch

*Broušení hloubkové* – používá se pro krátké a tuhé obrobky. Broušící kotouč se orovnáva kuželovitě a přídavek na broušení se odebírá najednou. Nevýhodou je velká spotřeba broušících kotoučů.

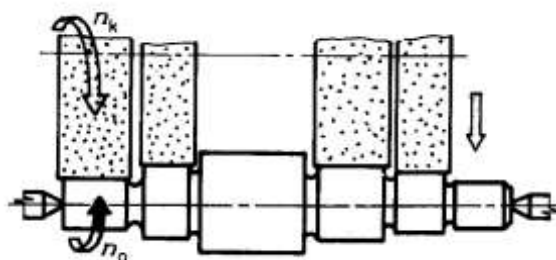


Obr.145. Broušení hloubkové

*Broušení zapichovací* – kotouč je o něco širší než broušená plocha, koná přísuv. Tento způsob se používá pro obrobky s délkou broušené plochy až 350 mm nebo lze brousit i několik ploch najednou.

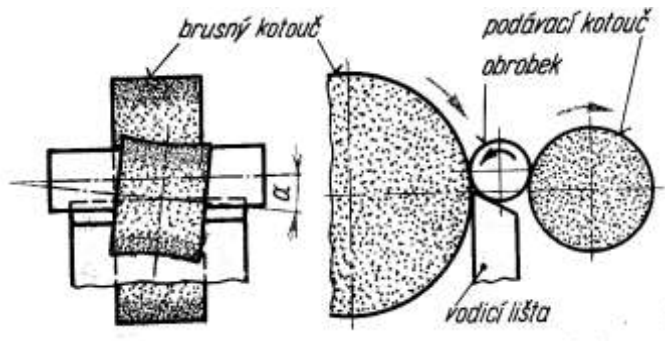


Obr.146. Zapichovací broušení



Obr.147. Zapichovací broušení sadou kotoučů

*Broušení bezhrotové* – obrobek je uložen volně na opěrné vodící liště mezi brousícím a podávacím kotoučem.



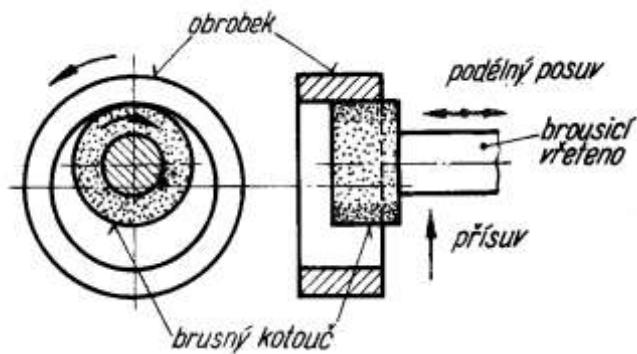
Obr.148.

Bezhrotové broušení

## 2) *Broušení vnitřních válcových ploch*

Zhotovují se přesné válcové i kuželové díry. Je obtížnější a nákladnější než broušení vnějších ploch. Rozlišuje se broušení s podélným posuvem a broušení s planetové.

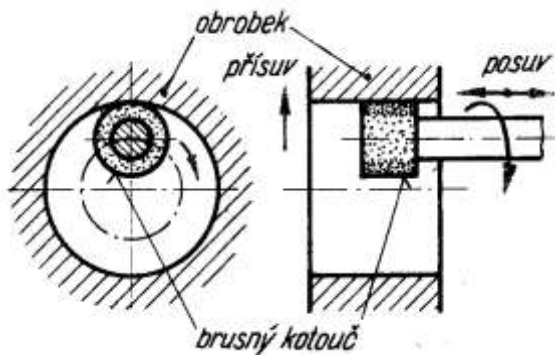
*Vnitřní broušení s podélným posuvem* – obrobky se upínají do sklíčidel nebo kleštin.



Obr.149.

Vnitřní broušení s podélným posuvem

*Planetové broušení* – používá se tam, kde není možné upnout obrobek do sklíčidla nebo kleštiny. Obrobek je nehybně upnut na stole brusky a brousící vřeteno vykonává všechny pracovní pohyby. Otáčí se kolem své osy, obíhá kolem osy obrobku a zároveň vykonává posuv ve směru díry obrobku.



Obr.150.

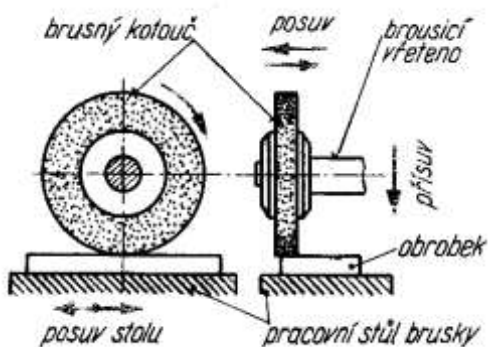
Planetové broušení

### 3) Broušení rovinných ploch

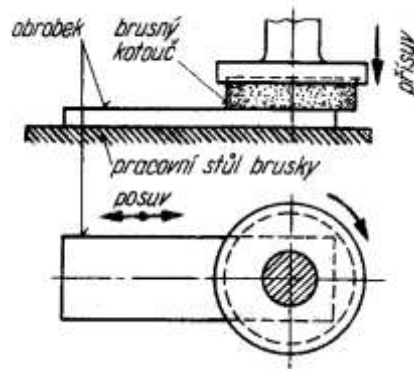
Rovinné plochy se brousí buď obvodem nebo čelem brousícího kotouče. Při broušení obvodem kotouče vykonává stůl brusky přímočarý vratný nebo kruhový pohyb.

Broušení obvodem kotouče je způsob přesnější, pracuje se s malou plochou kotouče, obrobek se málo ohřívá i deformuje.

Broušení čelem kotouče je vhodné pro širší plochy. Je výkonnější, brousí se větší plocha najednou. Tento způsob je však méně přesný.



Obr.151. Rovinné broušení obvodem kotouče



Obr.152. Broušení čelem kotouče

### 4) Broušení tvarových ploch

Nejvýkonnější je broušení tvarovými brusnými kotouči.

## **Shrnutí**

V této kapitole jste se seznámili se strojním obráběním, se základy strojního obrábění, druhy strojního obrábění, kam patří soustružení, frézování, vrtání, navrtávání, hoblování, obrážení

## **Kontrolní otázky**

1. Jmenujte různé řezné materiály.
2. Popište postup soustružení kuželových ploch.
3. Jaké výhody a nevýhody má sousledné a nesousledné frézování.
4. Proč musí být brusné kotouče orovnávány?
5. Jaký úkol mají drážky na šroubovitém vrtáku?
6. Popište stavbu protahovacího nástroje.
7. Které druhy hoblovek a obrážeček znáte?

## 3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY

---

### CÍLE

Cílem této kapitoly je seznámit žáky proč je důležitý výrobní postup a jakým způsobem se vytváří. Žáci by měli být schopni sami navrhnout výrobní postup jednoduchého výrobku.

---

Výrobní proces je soubor pochodů, při kterých se mění tvar a vzájemné uspořádání součástí. Výsledkem je hotový výrobek. Ve strojírenství zahrnuje zhotovení polotovaru, metody zpracování polotovaru na součást, tepelné zpracování, kontrolu jakosti, dopravu aj.

Výrobní postup je písemné ( popřípadě graficky doplněné ) zachycení správného pořadí prací, které je nutno vykonat, aby se z polotovaru stal výrobek, který je zadaný výrobním výkresem.

*Ve výrobním postupu se uvádí:*

- popis prací a výrobních metod ve vhodném pořadí,
- počet vyráběných kusů,
- výrobní prostředky ( výrobní stroje, přípravky, nástroje a měřidla ),
- technologické podmínky,
- rozměry polotovaru před obráběním a změny v průběhu obrábění.

*Výrobní postup je podkladem k určení:*

- času k provedení jednotlivých operací,
- počtu pracovišť a pracovníků,
- plánovaných vlastních nákladů,
- podkladů pro odměňování,
- organizace, plánování a řízení výroby,
- výrobních úkolů pracovišť.

*Výrobní postup musí být:*

- úplný – nesmějí v nich být zapomenuty žádné údaje potřebné pro výrobu,
- správný – nesmějí v nich být žádné chyby a omyly, které by ztěžovali výrobu a zvětšovaly zmetkovitost,
- stručný – nesmí se v nich zbytečně plýtvat slovy,
- srozumitelný a jednoznačný – musí jasně určovat pořadí prováděných prací,
- úhledný – vnější úprava nepřímo zvyšuje jakost výroby,
- hospodárný – musí využívat výrobních zařízení závodu při minimálních výrobních nákladech a vysoké produktivitě práce.



## Členění výrobních postupů

Čím podrobněji bude výrobní postup vypracován, tím méně bude ztrát ve výrobě.

Členění výrobního postupu podle složitosti:

1. **Operace** – část výrobního postupu ( procesu ) ve strojírenské výrobě. Je charakterizována stejným výrobním cílem a je vykonávána na jednom pracovišti jedním pracovníkem.
2. **Úsek** – je část operace, v níž se vykonává práce za přibližně stejných technologických podmínek ( hrubování, frézování drážek )
3. **Úkon** – je ucelenou jednoduchou pracovní činností organizačně neoddělitelnou (upnutí výrobku, uvedení stroje do chodu, vlastní obrábění ).
4. **Pohyb** – je nejmenší část pracovní činnosti popisovaná hlavně v hromadné výrobě a u montážních prací. Pokyny mají být co nejjednodušší.

### Činitelé působící na tvorbu výrobních postupů:

1. *Volba základen* – základna je plocha, která určuje polohu součásti při ustavení na výrobním stroji. Poloha musí být zvolena tak, aby byla dosažena požadovaná jakost a přesnost obrobených ploch.

Druhy základen:

Technologická – určuje polohu obrobku při jeho ustavení ve stroji nebo přípravku.

Konstrukční – určuje polohu součásti vzhledem k ostatním součástem v hotovém výrobku.

Kontrolní ( měřicí ) – slouží pro měření obrobků

2. *Sled operací* – řazení operací má mít takový sled, aby výrobní postup zajišťoval podmínky stanovené konstruktérem. První operací bývá příprava materiálu, která je však prováděna mimo hlavní prostory a nebývá ve výrobních postupech uvedena.

### Pořadí dalších operací:

Výrobní – zpracování polotovaru na hotový obrobek, od hrubování až po konečný tvar, přesnost a jakost povrchu obrobku.

Montážní – sestavování celku z podskupin, skupin

Do výrobního postupu se zařazuje i kontrolní operace, které se zařazují ve všech fázích výroby. ( Vstupní kontrola, mezioperační kontrola, výstupní kontrola ).

3. *Strojní park* – pro vypracování výrobního postupu je nutno znát strojní park dílny, ve které se bude součást vyrábět. K tomu jsou k dispozici strojní karty, na kterých jsou uvedeny všechny potřebné údaje o strojích. Všechny stroje jsou očíslovány.
4. *Další důležité činitelé*

Volba druhu obrábění – dělí se na hrubování, obrábění načisto a dokončovací práce.

Volba výrobních pomůcek – záleží na vybavení dílny

Přesnost a jakost obrobených ploch

Kvalifikace pracovníků – pracovníci jsou rozdělení na kvalifikované, přeškolené, zaškolené a pomocné.

Bezpečnost a ochrana při práci

Doprava

### **Druhy výrobních postupů**

Rozdělují se podle pracnosti:

Jednoduchý výrobní postup – pro kusovou výrobu

Podrobný výrobní postup – pro malosériovou výrobu ( rozpracován do všech úseků )

Návodka ( obrázkový výrobní postup ) – pro sériovou a hromadnou výrobu. Doplňuje podrobně psaný výrobní postup ( složité operace ).

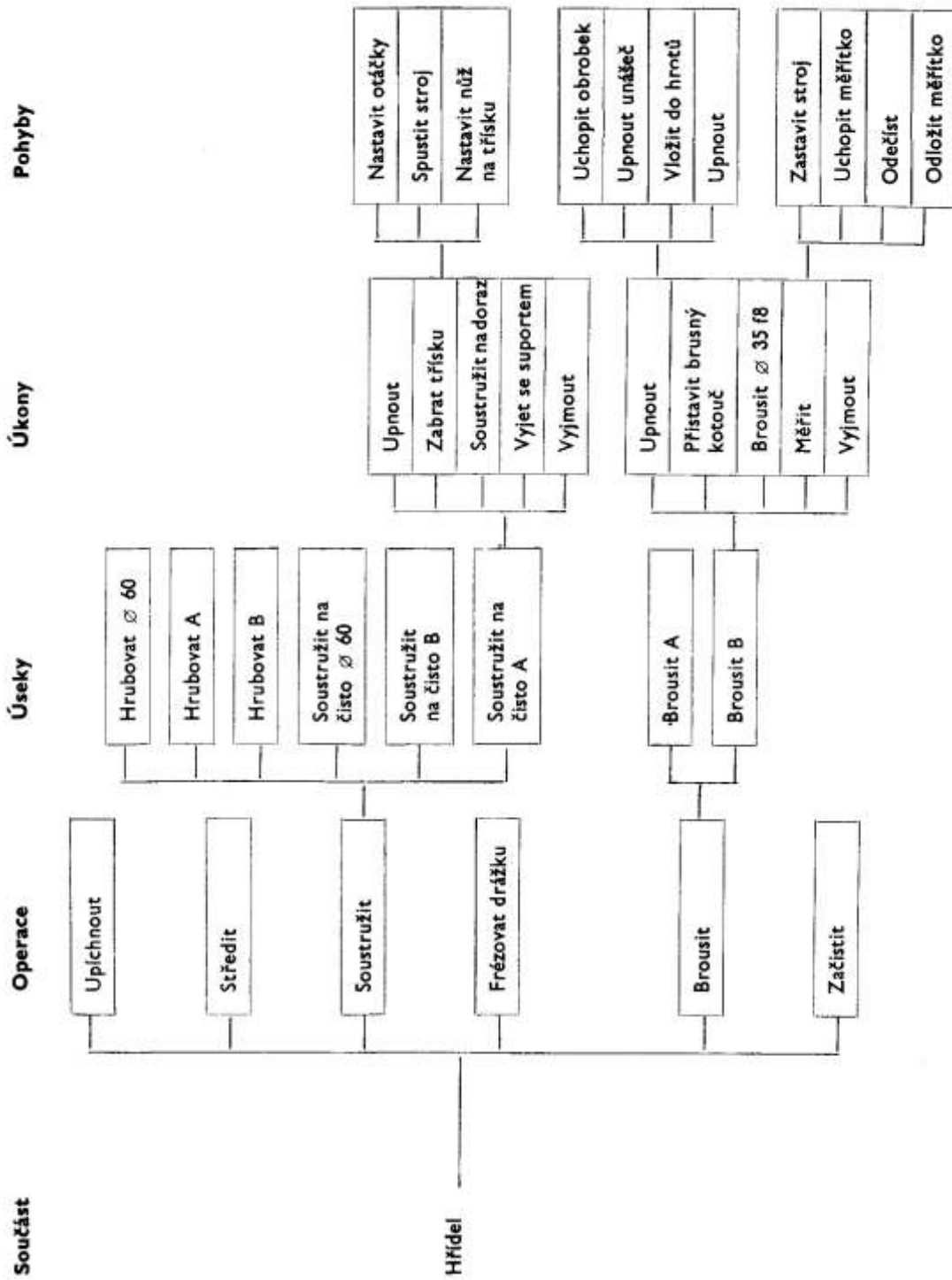
### **Podklady pro vypracování výrobních postupů**

- výrobní výkresy součástí,
- požadavek na množství vyráběných kusů,
- nářadí, nástroje, měřidla,
- výrobní možnosti dílny – stroje, prostory, doprava
- stav pracovníků a organizace dílen

### **Zásady pro vypracování výrobního postupu**

1. Prostudují se výrobní výkresy ( tvar, rozměry, jakost povrchu, tolerance ).
2. Překontrolují se údaje ( použitý materiál, tepelné zpracování).
3. Určí se základna – technologická, od níž se musí při obrábění vycházet.
4. Stanoví se operace a jejich nejvýhodnější pořadí.
5. Popíše se rozsah operací – popis musí být stručný, srozumitelný, jednoznačný, úplný.
6. Stanoví se pracoviště a výrobní stroje
7. Určí se výrobní pomůcky
8. Přezkouší se přesnost výroby z hlediska montáže a hospodárnosti
9. Do příslušného formuláře se vyplní definitivní údaje.

# Členění výrobního postupu



## **Shrnutí**

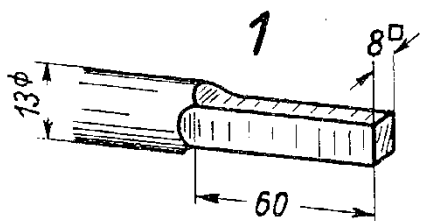
V této kapitole jste se dozvěděli , proč je nutné vypracovat výrobní postupy a jakým způsobem se vytvářejí.

## **Kontrolní otázky**

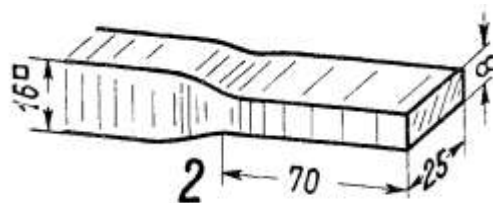
1. Jaký význam mají výrobní postupy ve výrobním procesu?
2. Proč členíme výrobní postupy na operace, úseky, úkony a pohyby?

## 4 CVIČENÍ

1. Vykovejte z ocelové tyče o  $\varnothing$  13 mm čep o délce 60 mm profilu 8x8 mm.
2. Vykovejte ze čtvercové ocelové tyče profilu 16 x 16 mm plochý čep o rozměrech 25 x 8 mm a délce 70 mm.



Obr. k úkolu č.1.



Obr.k úkolu č.2

Dejte pozor na správně vedené rány. Nemá smysl do toho mlátit, jinak se čtyřhran pootočí a bude z něj kosočtverec. Dejte pozor na správnou vzdálenost úderu, na to, aby výkovek ležel na kovadině vodorovně a také, aby čelo kladiva bylo vedeno vodorovně.

Při dokončování používáme lehké vodorovné údery. Kulaté čepy se mohou dohotovit v zápustce nebo otáčením.

Při ohřevu výkovku nenecháváme výkovek dlouho ve výhni, ani ho nedáváme do výhně moc hluboko. Jestliže leží výkovek příliš hluboko, nedostává se do styku s dmýchaným vzduchem a správně se neohřeje. Oheň se může ztlumit pokropením vodou.

*Nářadí* – kovářské kladivo, ocelové měřítko, kovářská šablona, kovadlina, utínka.

### Pracovní postup :

#### úkol č.1

*Příprava:* Délku čepu 60 mm označíme silně křídou.

*Ohřev :* Ocelovou tyč položíme vodorovně do kovářské výhně a konec v délce 60mm nahřejeme na světlou žlutou barvu. Po určité době tyč vytáhneme z ohně a zkontrolujeme barvu.

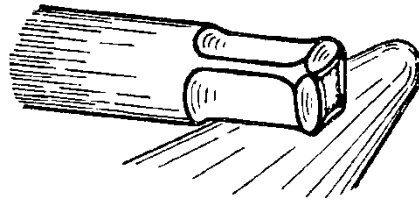
*Kování:* Konec kulatiny na kovadině lehce vykováme do tupé špičky.



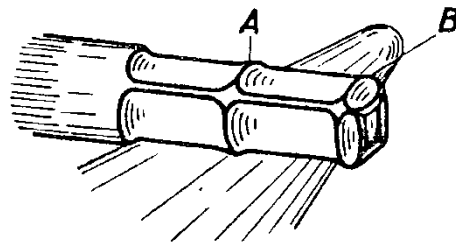
Ocel na rohu  
vykováme čtyřhran.

kovadliny zhruba o 20mm prodloužíme a

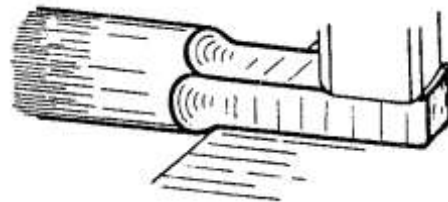
Při každé ráně čtyřhran otočíme tam a zpět o 90°.



Ocel opět o 30mm prodloužíme a kováme stejným způsobem na místě A a B.



Ocel znovu ohřejeme do světle žluté barvy a čtyřhranný čep dokončíme podle měrky, tzn. lehkými vodorovnými údery kladiva čep dokončíme.



*Měření:* Vykovaný čtyřhranný čep proměříme ocelovým měřítkem.

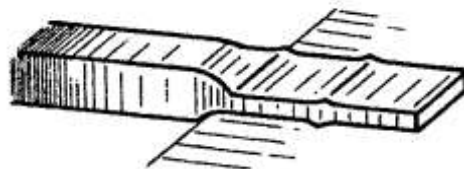
*Oddělení čepu:* Ocel ohřejeme na světločervenou barvu a délku odstříhneme.

## Úkol č.2

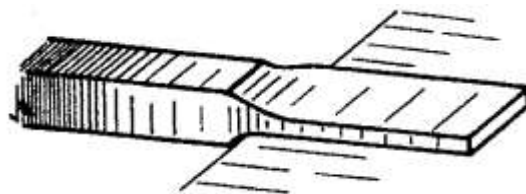
*Příprava:* Hrubou délku na tyči označíme s pomocí kovářského měřidla.

*Ohřev:* Ocel v délce zhruba 60 mm zahřejeme do světložluté barvy.

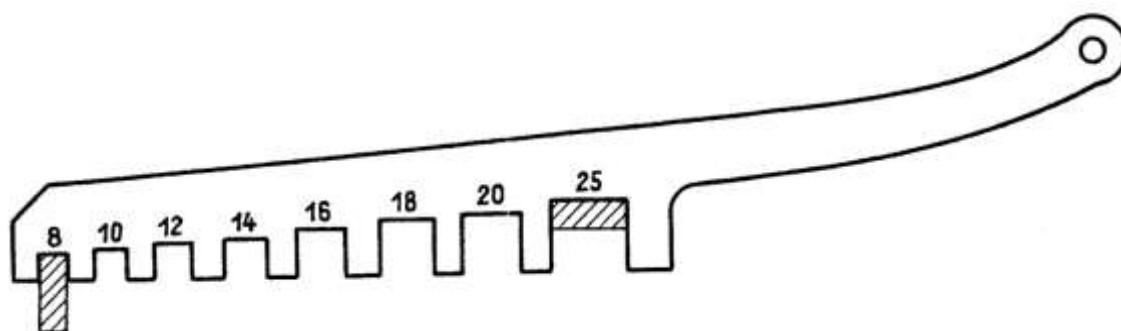
*Kování:* Ocel na ploché části kovářiny vykováme na potřebnou šířku a výšku.



Ocel ohřejeme na světločervenou barvu a lehkými údery kladiva dokončíme požadovaný profil.



*Měření:* Délku odměříme ocelovým měřítkem a profil zkontrolujeme kovářskou měrkou.



Kovářská měrka

*Oddělení:* Ohřejeme znovu na světločervenou barvu a potřebnou délku odsekne.

# VĚDOMOSTNÍ TEST

## 1. Jak se nazývá nářadí, které se používá při zaškrabávání?

- a) pilníky
- b) škrabáky
- c) brusný kotouč

## 2. Kolik tříd jakosti máme u zaškrabávání?

- a) 10
- b) 5
- c) 12

## 3. Brusná pasta se používá u:

- a) lapování a zabrušování
- b) zaškrabávání
- c) broušení

## 4. Brusná zrna v brusném kotouči :

- a) jsou nepravidelně rozmístěná a mají nestejnou geometrii břitu
- b) jsou pravidelně rozmístěná a mají stejnou geometrii břitu
- c) jsou pravidelně rozmístěná a mají nestejnou geometrii břitu

## 5. Co je to nádrh?

- a) slouží k upínání součástí
- b) rýsovací jehla pro prostorové orýsování
- c) slouží k měření součástí



**6. Co je nepřímý nýtový spoj?**

- a) spoj vytvořený pomocí nýtů
- b) spoj vytvořený pomocí nýtů a šroubů
- c) nýtový dřík se vytvoří přímo z jedné spojované části

**7. Co je to adheze?**

- a) přilnavost lepidla
- b) soudržnost lepidla
- c) tvrdost lepidla

**8. Při pájení se spojovaný materiál taví:**

- a) ano
- b) ne
- c) záleží na teplotě pájení

**9. Plocha řezu při obrábění je:**

- a) plocha již obrobena
- b) plocha, která se bude obrábět
- c) plocha těsně za břitem nástroje

**10. Úhel  $\alpha$  na soustružnickém noži označuje:**

- a) úhel čela
- b) úhel řezu
- c) úhel hřbetu

**11. Slinuté karbidy jsou vyráběny práškovou metalurgií:**

- a) ano
- b) ne
- c) ne, vyrábějí se ve vysoké peci

**12. Cílem povlakování řezných nástrojů je:**

- a) zvýšit jejich otěruvzdornost
- b) snížit jejich otěruvzdornost
- c) snížit jejich odolnost proti korozi

**13. Základní třída obrobitelnosti pro litinu je:**

- a) 14b
- b) 10d
- c) 10a

**14. Vzorec pro výpočet řezné rychlosti je:**

- a)  $v = \text{---}$
- b)  $v = \text{---}$
- c)  $n = \text{---}$

**15.  $f_{\min}$  při frézování znamená:**

- a) posuv za jednu minutu
- b) posuv minimální
- c) posuv na jeden zub

**16. Co je to upichování?**

- a) soustružení středících důlků
- b) oddělování obrobku od polotovaru
- c) soustružení drážek na povrchu obrobku

**17. Tříska při frézování odchází:**

- a) po hřbetu nástroje
- b) po břitu nástroje
- c) po čele nástroje

**18. Při vrtání koná nástroj – vrták pohyb:**

- a) jen vedlejší
- b) jen hlavní
- c) hlavní a vedlejší

**19. U hoblování je hlavní pohyb:**

- a) rotační
- b) přímočarý
- c) kruhový

**20. Je výrobní postup při zhotovování výrobku důležitý?**

- a) ano
- b) ne
- c) jen pro složité výrobky

**Správné odpovědi:**

1a, 2b, 3a, 4a, 5b, 6a, 7a, 8b, 9c, 10c, 11a, 12a, 13c, 14a, 15a, 16b, 17c, 18c, 19b, 20a

**Hodnocení vědomostního testu:**

Za každou správnou odpověď si započtete 1 bod, za chybnou odpověď 0 bodů. Součtem bodů získáte své hodnocení:

Klasifikace	neprospěl	prospěl
Počet bodů	0 - 12	13 - 20

## SEZNAM LITERATURY:

- [1] BOETHE,O. *Strojírenská technologie II.*,PRAHA: SOBOTÁLES,1999
- [2] DILLINGER, J. a kol. *Moderní strojírenství pro školu a praxi*, PRAHA: EUROPA-SOBOTÁLES CZ.,2007
- [3] DRIENSKÝ,D. – FÚRIK,P. *Strojní obrábění*, PRAHA: SNTL,1988
- [4] FRISCHHERZ,A. – PIEGLER,H. *Technologie zpracování kovů 2*,PRAHA: SNTL,1996
- [5] HUŤKA,J. – JANKŮ,M. *Nástrojářská technologie I*, PRAHA:1989
- [6] NĚMEC, D. a kol. *Strojní obrábění*, PRAHA:SNTL,1982
- [7] OUTRATA,J. *Technologie ručního zpracování kovů*,PRAHA:SNTL,1982
- [8] ŠVAGR,J. – VOJTÍK,J. *Technologie ručního zpracování kovů*,PRAHA:SNTL,1985



Učební text vznikl v rámci projektu „Obnova a modernizace technických oborů v Olomouckém kraji“, registrační číslo CZ.1.07/1.1.04/02.0071, operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory Zvyšování kvality ve vzdělávání, termín realizace 1. 3. 2010 – 30. 11. 2011. Projekt byl spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

Autor učebního textu: Ing. Marcela Maděrková

Partneři projektu:

- Střední škola polytechnická, Olomouc, Rooseveltova 79
- Střední odborná škola Jeseník a Střední odborné učiliště strojírenské a stavební, Dukelská, 1240/27, Jeseník
- Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Uničov, Moravské nám. 681
- Střední odborná škola průmyslová a Střední odborné učiliště strojírenské, Prostějov, Lidická 4
- Střední odborná škola technická, Přerov, Kouřilkova 8
- Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Šumperk, G. Krátkého 30
- Střední odborná škola průmyslová, Hranice, Studentská 1384
- Střední odborné učiliště stavební Prostějov, Fanderlíkova 25
- Střední odborná škola železniční, stavební a památkové péče a Střední odborné učiliště, Šumperk, Bulharská 372/8
- Úřad práce Olomouc
- Magistrát města Olomouce, školský odbor