

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Doc.Ing. NOVOTNÝ Karel,CSc.
Ing. ZEMČÍK Oskar,CSc.

PŘÍPRAVKY A NÁSTROJE

UČEBNÍ TEXTY KOMBINOVANÉHO BAKALÁŘSKÉHO STUDIA

UČEBNÍ OSNOVA

Předmět: PŘÍPRAVKY A NÁSTROJE

Studijní obor : 23 – 07 – 7 Strojírenská technologie.
kombinované bakalářské studium

Ročník/semestr : 3.roč./letní

Počet výuk.hodin: 20 hodin (10 hodin odbor 3311, 10 hodin odbor 3313)

Charakteristika předmětu : Seznámení se základními druhy nástrojů a přípravků pro obrábění, tváření, stříhání, ohýbání, tažení, protlačování, kování.

Cíl předmětu: Zvládnutí zásad navrhování a používání nástrojů a přípravků pro jednotlivé technologie obrábění, tváření, stříhání, ohýbání, tažení, protlačování a kování.

Literatura:

Zemčík, O.: *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Připraveno k vydání.

Zemčík, O., Novotný, K. : *Přípravky a nástroje. Sylaby pro kombinované bakalářské studium*.

Chladil, J. : *Přípravky a nástroje, část-obrábění*. 2. vyd. Brno: ES VUT. 1987. 157 s. ISBN 55-605/87.

Papež, K. : *Konstrukce nářadí I*. 2. vyd. Praha: SNTL 1980. 376 s. ISBN 411-33017.

Papež, K. : *Konstrukce nářadí II*. 1. vyd. Praha: SNTL 1979. 344 s. ISBN 411-33926.

Hašek : *Kování*. SNTL Praha 1965.

Kolektiv : *Lisování*. SNTL Praha, 1971.

Novotný, Langer : *Stříhání a další způsoby dělení*. SNTL Praha 1980.

Bobčík : *Střížné nástroje pro malosériovou výrobu*. SNTL Praha 1983.

Novotný : *Nástroje a přípravky*. Skriptum VUT Brno 1992.

Garant předmětu: Doc. Ing. Karel Novotný, CSc. (tváření)
Ing. Oskar Zemčík, CSc. (obrábění)

Téma:	Osnova konzultací :	Hodin :
1.	Obráběcí nástroj – definice, geometrie, souřadné systémy, břitové diagramy, nástrojové materiály, použití.	2
2.	Obráběcí nože na kov – definice, rozdělení, držáky, označení, použití.	1
3.	Frézy – definice, rozdělení, použití.	1
4.	Nástroje na otvory – definice, rozdělení, použití. Vrtáky, vyvrtávací tyče, výhrubníky, záhlubníky, výstružníky, tvarové vrtáky, nástroje na hluboké díry.	1
5.	Nástroje na závity – definice, rozdělení, použití.	1

6.	Speciální tvarové nástroje.	1
7.	Přípravky pro obrábění – definice, rozdělení, použití.	1
8.	Universální přípravky – definice, rozdělení, použití.	1
9.	Operační přípravky - definice, rozdělení, použití.	1
10.	Nástroje pro stříhání a jejich funkční části.	3
11.	Universální nástroje pro tváření.	2
12.	Ohýbací nástroje.	2
13.	Nástroje pro hluboké tažení.	1
14.	Protlačovací nástroje.	1
15.	Kovací nástroje.	1

1. TÉMA

OBRÁBĚCÍ NÁSTROJ

Význam řezného nářadí ve strojírenství je všeobecně znám a jeho vývoj je neoddelitelně spojen s vývojem řezného materiálu, strojů, přípravků a prostředí ve kterém pracují. Hodnocení nástroje provádíme z hlediska celkových výrobních nákladů v soustavě **stroj-nástroj-obrobek (SNO)** respektive **stroj-nástroj-obrobek-přípravek (SPID)**. Vývoj řezného materiálu a nástrojů v mnoha případech předběhl v současnosti vývoj strojního zařízení, jinými slovy schopnost nástrojů převyšuje v mnoha případech technologické možnosti obráběcích strojů.

Definice obráběcího nástroje

Obráběcí nástroj je část výrobního prostředku, který slouží k obrábění (odebrání třísky) pracovního předmětu (z různých druhů materiálů) k dosažení požadovaných funkčních a užitkových vlastností a to jak ručně, tak i strojně. Význam obráběcího nástroje se s vývojem výroby neustále zvyšuje a je na něj kladen stále větší důraz z hlediska jeho přesnosti, životnosti a nákladů na něj. Vlastnosti nástroje nelze posuzovat odděleně, nýbrž ve spojitosti se soustavou ve které působí, tj. v soustavě SNO respektive SPID.

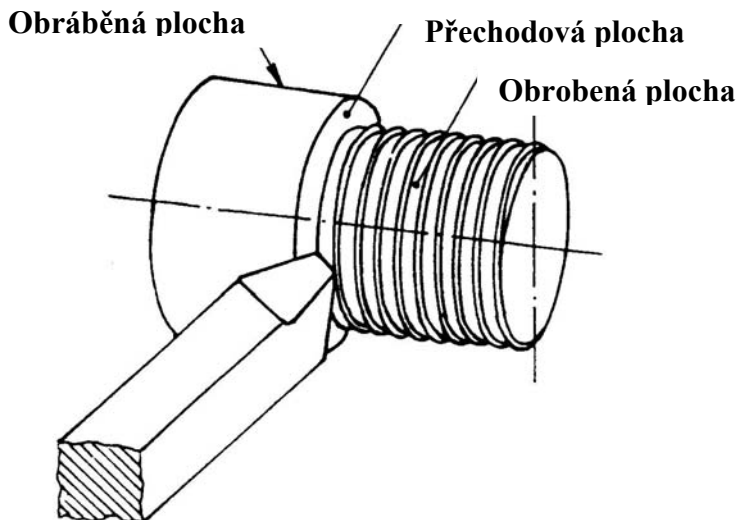
Z hlediska použití nástroje rozeznáváme nástroje *komunální*, které jsou vyráběny dle ČSN, DIN, apod. v centrálních výrobních na nářadí a *speciální*, které jsou speciálně vyráběny pro danou operaci a obrobek ve vlastních nářadovných.

Všeobecné a základní pojmy (dle ČSN ISO 3002)

- K posuzování a výrobě nástroje se používají dva souřadné systémy :
- *nástrojový souřadnicový systém*, který se používá na určení geometrie nástroje při jeho zhotovení, kontrole a ostření,
 - *pracovní souřadnicový systém*, který se používá na určení geometrie nástroje v procesu řezání.
 - *souřadnicová soustava obráběcího stroje*, která je potřebná při definici orientace řezného nástroje vůči obráběcímu stroji (viz obr.11).

V dalším se budeme zabývat pouze nástrojovým souřadným systémem, neboť tento je pro konstrukci, výrobu, ostření nástroje určující. (viz normu ČSN ISO 3002/1).

Plochy na obrobku :



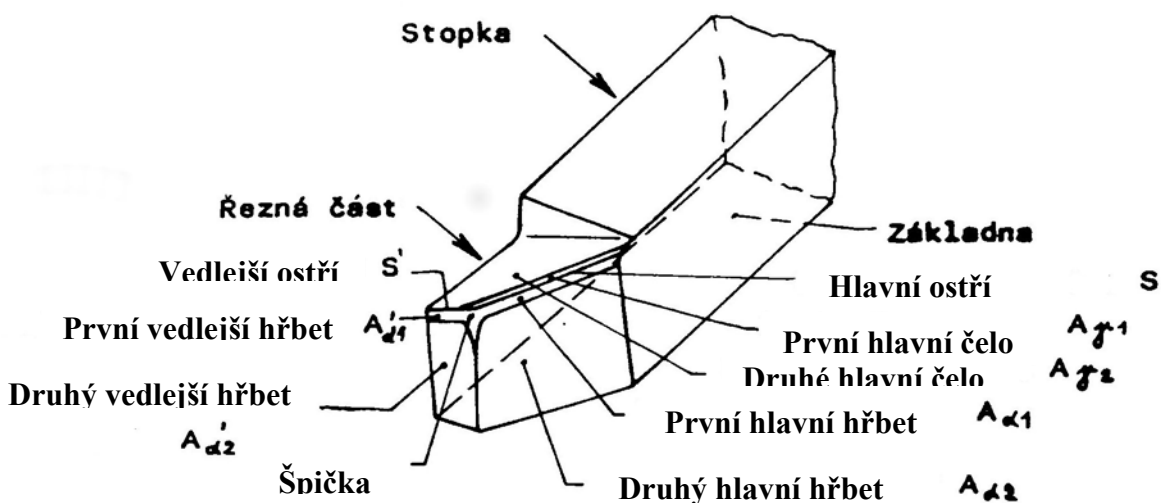
Obráběná plocha – plocha na obrobku, která má být obrobena (viz obr. 1).

Obrobená plocha – je získána průchodem řezného nástroje (viz obr. 1).

Přechodová plocha – je ta část povrchu, která je vytvořena na obrobku působením řezné hrany v průběhu následujícího zdvihu, otáčky obrobku, nebo následující řezné hrany (viz obr. 1).

Obrázek 1. Plochy na obrobku.

Prvky nástroje :



Obrázek 2. Ostří a plochy na řezné části soustružnického nože.

Prvky nástroje : (viz obr. 2)

Těleso – je část nástroje, na kterém jsou bezprostředně vytvořeny nebo upevněny prvky ostří.

Stopka – je část nástroje určená na upnutí. Viz. obr. 2.)

Upínací díra – je souhrn vnitřních ploch tělesa nástroje určených na nastavení a upnutí nástroje.

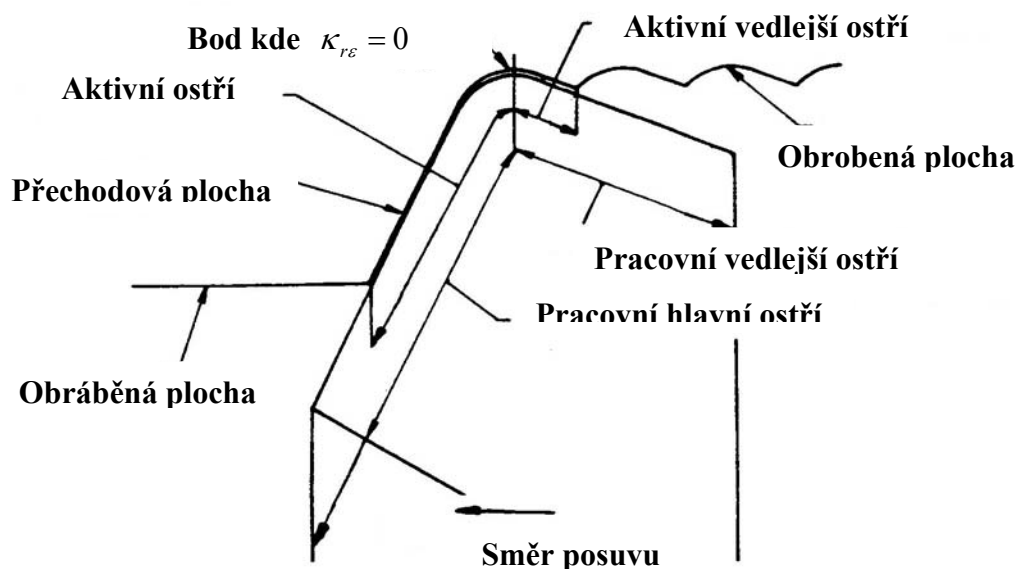
Osa nástroje – je teoretická přímka s definovaným geometrickým vztahem k stanovenému povrchu, používaná při výrobě, ostření a upnutí nástroje; obecně je osa nástroje středová čára stopky nástroje nebo upínací díry; obvykle rovnoběžná nebo kolmá k stanovenému povrchu; současně může být střední čarou i kuželového povrchu, jako v případě kuželových stopek; v případě nejasnosti osy nástroje musí být definována konstruktérem nástroje.

Řezná část – je funkční část nástroje, která obsahuje prvky vytvářející třísku; ostří, čelo a hřbet jsou proto prvky řezné části; v případě vícebřitého nástroje, každý břit má řeznou část.

Základna – plochý povrch na stopce nástroje, který je zpravidla rovnoběžný, nebo kolmý k základní rovině nástroje a sloužící k upínání, orientaci nástroje při výrobě, kontrole nebo ostření; ne všechny nástroje mají určenou základnu.

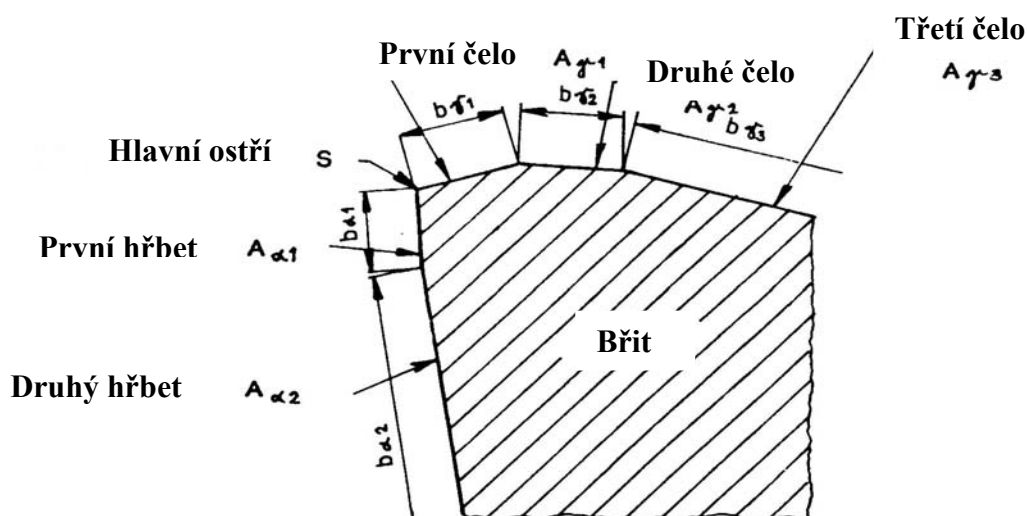
Břit – je část řezné části nástroje, ohraničená čelem a hřbetem; může být spojen jak s hlavním, tak i s vedlejším ostřím (viz obr. 2).

Plochy nástroje :



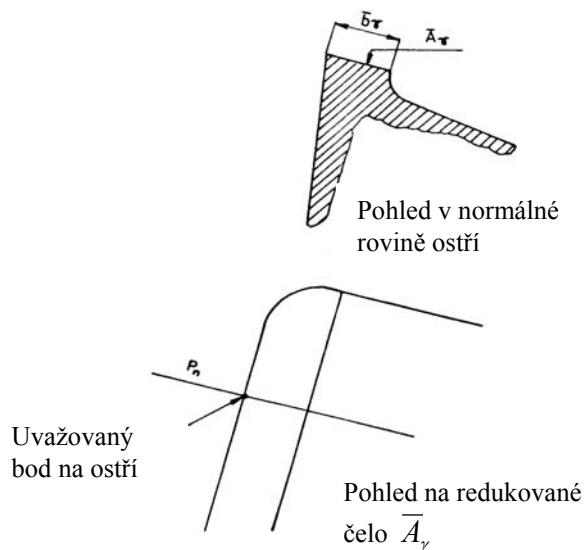
Obrázek 3. Znázorněné pojmy související s nástrojem.

Čelo A_γ – je plocha nebo souhrn ploch, po kterých odchází tříska; pokud čelo řezné části se skládá z několika protínajících ploch, určí se tak, že k indexu připsáme pořadové číslo, začínající od ostří (např. $A_{\gamma 1}, A_{\gamma 2}$, atd.); pokud je třeba rozlišit čela příslušící k hlavnímu a vedlejším ostřím, pak ta část čela, která protíná hřbet a vytváří hlavní ostří se nazývá hlavní čelo a ta část čela, která protíná hřbet a vytváří vedlejší ostří se nazývá vedlejší čelo (viz obr. 3 a 4).



Obrázek 4. Břit s ploškami.

Redukované čelo $\overline{A}_\gamma$ - speciálně upravená plocha čela, která vystupuje nad ostatní plochu čela a důsledkem čehož je styk třísky pouze s tímto redukovaným čelem. Pozor, nezaměňovat s se žlábkem utvařeče třísky a vícenásobným čelem nástroje ! (viz obr. 5.)



Obrázek 5. Redukované čelo.

Utvařeč třísky – je část čelní plochy určená k utváření (lámání) třísky; uskutečňuje se pomocí vhodného formování čela, nebo použitím příložného utvařeče.

Hřbet A_α , je plocha, nebo souhrn ploch, které směřují k ploše obrobku v procesu řezání; pokud se hřbet skládá s několika prolínajících se ploch, určí se označení tak, že k indexu symbolu se připiše pořadové číslo, počínajíc od řezné hrany ($A_{\alpha 1}, A_{\alpha 2}$, atd.); pokud je třeba rozlišit hřbety příslušící k hlavnímu nebo vedlejšímu ostří, pak ta část hřbetu, která protíná čelo a vytváří hlavní ostří se nazývá hlavní hřbet a která protíná čelo a vytváří vedlejší ostří se nazývá vedlejší ostří. (viz obr.2 a 4).

Ostří :

Ostří – je ta část břitu, která vykonává řezání.

Nástrojové hlavní ostří S (obr.2)- je ta část ostří, které začíná v bodě, kde nástrojový úhel nastavení ostří κ_r je roven nule a které má sloužit k vytváření přechodové plochy na obrobku; v případě, že nástroj má ostrý hrot, začíná ostří v tomto hrotě; pokud hodnota κ_r nedosáhne nuly v žádném bodě, pak celé ostří je hlavní (např. při rovinném frézování).

Nástrojové vedlejší ostří S' (viz obr.2) – je část ostří, kde nástrojový úhel nastavení ostří κ_r je roven nule, ale ve směru od hlavního ostří; vedlejší ostří vykonává dokončovací práci na obrobené ploše a nezúčastňuje se při vytváření přechodové plochy; některé nástroje mohou mít několik ostří (např. upichování).

Aktivní ostří – je ta část ostří, která vykonává řezání (viz obr. 3).

Aktivní hlavní ostří S_a - je ta část aktivního ostří, kterou měříme podél ostří z bodu, kde se protíná hlavní ostří s povrchem obrobku až po bod na pracovním ostří, v kterém pracovní úhel nastavení κ_{re} je považován za nulový.

Aktivní vedlejší ostří S'_a - je ta část ostří, kterou měříme podél ostří k bodu, kde pracovní úhel nastavení κ_r je roven nule až do bodu kde se protíná pracovní vedlejší ostří s obrobenou plochou (viz obr. 3).

Špička – je relativně malá část řezné hrany nacházející se na spojnici hlavního a vedlejšího ostří; může být zaoblena nebo sražená (viz obr.2, 3, 6).

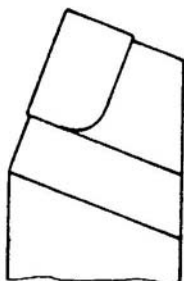
Zaoblená špička – je špička s přechodovým ostřím ve tvaru oblouku (viz obr 6).

Sražená špička – je špička s přechodovým ostřím ve tvaru přímky (viz obr. 6).

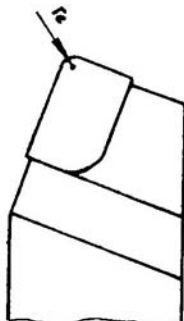
Uvažovaný bod ostří – je bod nacházející na libovolném místě hlavního nebo vedlejšího ostří, ve kterém se nachází začátek souřadnicového systému; když uvažovaný bod je umístěn na vedlejší ostří, roviny a úhly spojené s tímto bodem jsou příslušně označeny (viz obr. 5).

Zaoblené ostří – je ostří, které je vytvořeno zaobleným přechodem mezi čelní plochou A_γ a hřbetní plochou A_α .

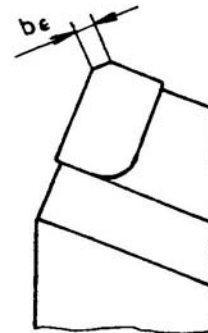
Skutečný průřez ostří



Zaoblená špička

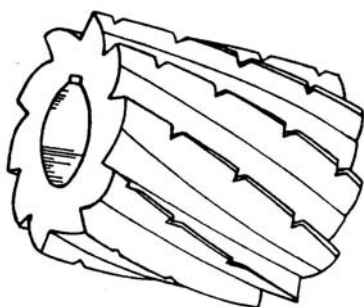


Sražená špička



Obrázek 6. Pohled na špičku nástroje v základní nástrojové rovině P_r .

Přerušované ostří – je ostří, které má přerušení dostatečně velké, aby se zabránilo tvarování třísky (např. při rovinném frézování k redukování délky třísky).



Obrázek 7. Přerušované ostří.

Tvar nástroje – je to křivka vytvořená ortogonálním průmětem ostří S na požadovanou rovinu; obecně je tvar nástroje definovaný a měřený v základní rovině nástroje P_r ; pokud je definovaný v jiné rovině je třeba toto přesně definovat.

Rozměry :

Poloměr špičky r_ϵ - je poloměr zaoblení ostří na špičce, měřený v základní rovině nástroje P_r (viz obr.6).

Délka sražené špičky b_ϵ - je délka přechodového ostří na špičce, měřená v základní rovině nástroje P_r (viz obr. 6).

Šířka fazetky b_γ, b_α - na hlavním čele se označuje b_γ , na vedlejším čele se označuje b'_γ ; na hlavním hřbetě se označuje b_α , na vedlejším hřbetě se označuje b'_α ; u ploch které mají několik fazetek se v označení uvádí i pořadové číslo v počátku od řezné hrany; v případě potřeby se v označení uvádí doplňující index roviny měření (např. b_{m1} , apod.) (viz obr. 4).

Poloměr zaoblení ostří r_n - je poloměr ostří, měřený v normální rovině ostří P_n .

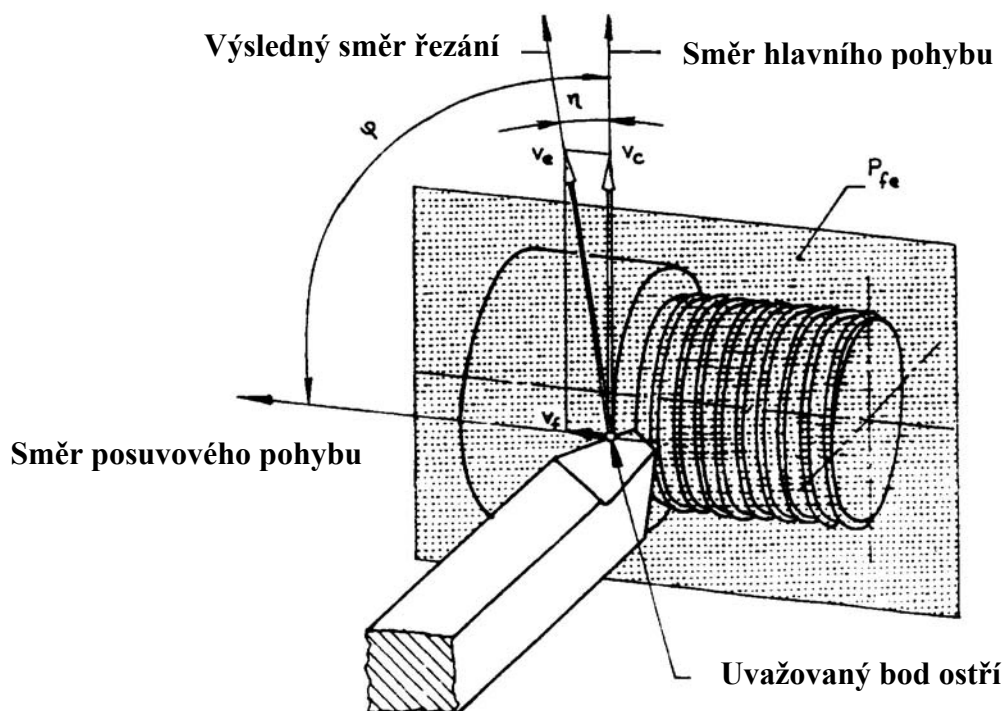
Šířka redukováného čela $\bar{b}_\gamma$ - je měřená v normální rovině ostří P_r ; pokud je měřena v jiné rovině, je třeba toto specifikovat doplňujícím indexem roviny měření (např. $\bar{b}_{\gamma o}$). Pozor, šířku redukováného čela nezaměňovat se šířkou fazetky na čele ! (viz obr. 5).

Pohyby nástroje a obrobku :

Veškeré pohyby, směry pohybů a rychlosti jsou definované ve vztahu k obrobku.

Hlavní pohyb – je pohyb vykonávaný strojem nebo ručně a zabezpečuje vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem; při soustružení je to otáčivý pohyb obrobku, při vrtání a frézování je to otáčivý pohyb nástroje, při hoblování je to podélný pohyb stolu; hlavní pohyb s posuvem umožňuje několikanásobné nebo plynulé odebrání třísky během několika otáček, nebo zdvihů; obecně hlavní pohyb spotřebuje největší část z celkového výkonu potřebného při obrábění.

Směr hlavního pohybu – je směr okamžitého hlavního pohybu uvažovaného bodu na ostří vzhledem k obrobku (viz obr. 8).



Obrázek 8. Pohyby nástroje a obrobku při soustružení.

Řezná rychlost v_c – je okamžitá rychlost hlavního pohybu uvažovaného bodu na ostří ve vztahu k obrobku (viz obr. 8).

Posuvový pohyb – je pohyb vykonávaný obráběcím strojem nebo ručně, který zabezpečuje další relativní pohyb mezi nástrojem a obrobkem a který společně s hlavním pohybem umožňuje opakované, nebo plynulé odebrání třísky z obráběného povrchu; tento pohyb může být postupný nebo plynulý; spotřeba energie je menší jak při hlavním pohybu; při určitých operacích obrábění, jako řezání závitů nebo protahování, posuvný pohyb není potřebný; vytváření povrchu je vykonávané sadou zubů, které jsou vzestupně uspořádané (viz obr. 8).

Směr posuvového pohybu – je směr okamžitého posuvového pohybu uvažovaného bodu na ostří ve vztahu k obrobku (viz obr. 8).

Rychlost posuvu v_f – je okamžitá rychlost posuvového pohybu v uvažovaném bodě na ostří ve vztahu k obrobku; když je posuv přerušovaný, například při hoblování, rychlost posuvu není definovaná (viz obr. 8).

Výslednice řezného pohybu – je pohyb vycházející ze současného hlavního pohybu a posuvového pohybu (viz obr. 8).

Výslednice směru řezání – je směr okamžité výslednice řezného pohybu uvažovaného bodu ostří ve vztahu k obrobku (viz obr. 8).

Výslednice řezné rychlosti v_e – je okamžitá rychlost výslednice řezného pohybu uvažovaného bodu ostří ve vztahu k obrobku (viz obr. 8).

Úhel posuvového pohybu φ - je úhel mezi směry současného posuvového pohybu a hlavního pohybu a je měřený v pracovní rovině P_{fe} ; v určitých operacích, např. hoblování není úhel definovaný (viz obr. 8).

Úhel výslednice řezné rychlosti η - je úhel mezi směrem hlavního pohybu a výslednou řeznou rychlostí a měří se v rovině P_{fe} (viz obr. 8).

Souřadnicové soustavy :

Nástrojové souřadnicové soustavy (viz obr. 9) :

Nástrojová základní rovina P_r – je rovina procházející uvažovaným bodem na ostří a kolmá, nebo rovnoběžná k rovině osy nástroje; používá se k umístění, nebo orientaci nástroje při výrobě, ostření, nebo měření; rovina musí být definovaná a zvolená pro každý typ řezného nástroje tak, aby vyhovovala výše uvedeným podmínkám a obecně má být orientovaná *kolmo k předpokládanému hlavnímu pohybu*; pro soustružnické, hoblovací nástroje je to **rovina rovnoběžná** s osou nástroje; pro kotoučové frézy, vrtáky a závitníky je to rovina **obsahující osu** nástroje, u rotačních nástrojů prochází osou nástroje (viz obr. 9).

Nástrojová boční rovina P_f – je rovina procházející uvažovaným bodem ostří a kolmá na základní rovinu P_r a rovnoběžná s předpokládaným směrem pohybu a posuvu. Používá se pro umístění nebo orientaci nástroje při jeho výrobě, ostření a měření. Rovina musí být definovaná pro každý typ nástroje tak, aby splňovala výše uvedené zásady; obecně orientovaná rovnoběžně s předpokládaným směrem posuvu. Pro běžné soustružnické a hoblovací nástroje je rovina kolmá k ose nástroje. Pro vrtáky, protahovací nástroje, upichovací a zapichovací nože je rovina rovnoběžná s osou nástroje. Pro frézy je to rovina kolmá k ose nástroje. (viz obr. 9).

Nástrojová rovina zadní P_s – je rovina procházející uvažovaným bodem ostří a kolmá na nástrojovou rovinu základní P_r a nástrojovou boční rovinu P_f (viz obr. 9).

Nástrojová rovina ostří P_s . je rovina tečny k ostří v uvažovaném bodu ostří a kolmá na nástrojovou základní rovinu P_r (viz obr. 9).

Normální rovina ostří P_n – je rovina kolmá k ostří v uvažovaném bodě ostří (viz obr. 9).

Nástrojová ortogonální rovina P_o – je rovina procházející uvažovaným bodem ostří a kolmá na nástrojovou základní rovinu P_r a nástrojovou rovinu ostří P_s (viz obr. 9).

Nástrojová rovina největšího spádu čela P_g – je rovina procházející uvažovaným bodem ostří, kolmá nástrojovou základní rovinu P_r a čelo A_f (viz obr. 9).

Nástrojová rovina největšího spádu hřbetu P_b – je rovina procházející uvažovaným bodem ostří, kolmá na nástrojovou základní rovinu P_r a hřbet A_a (viz obr. 9).

Nástrojové úhly :

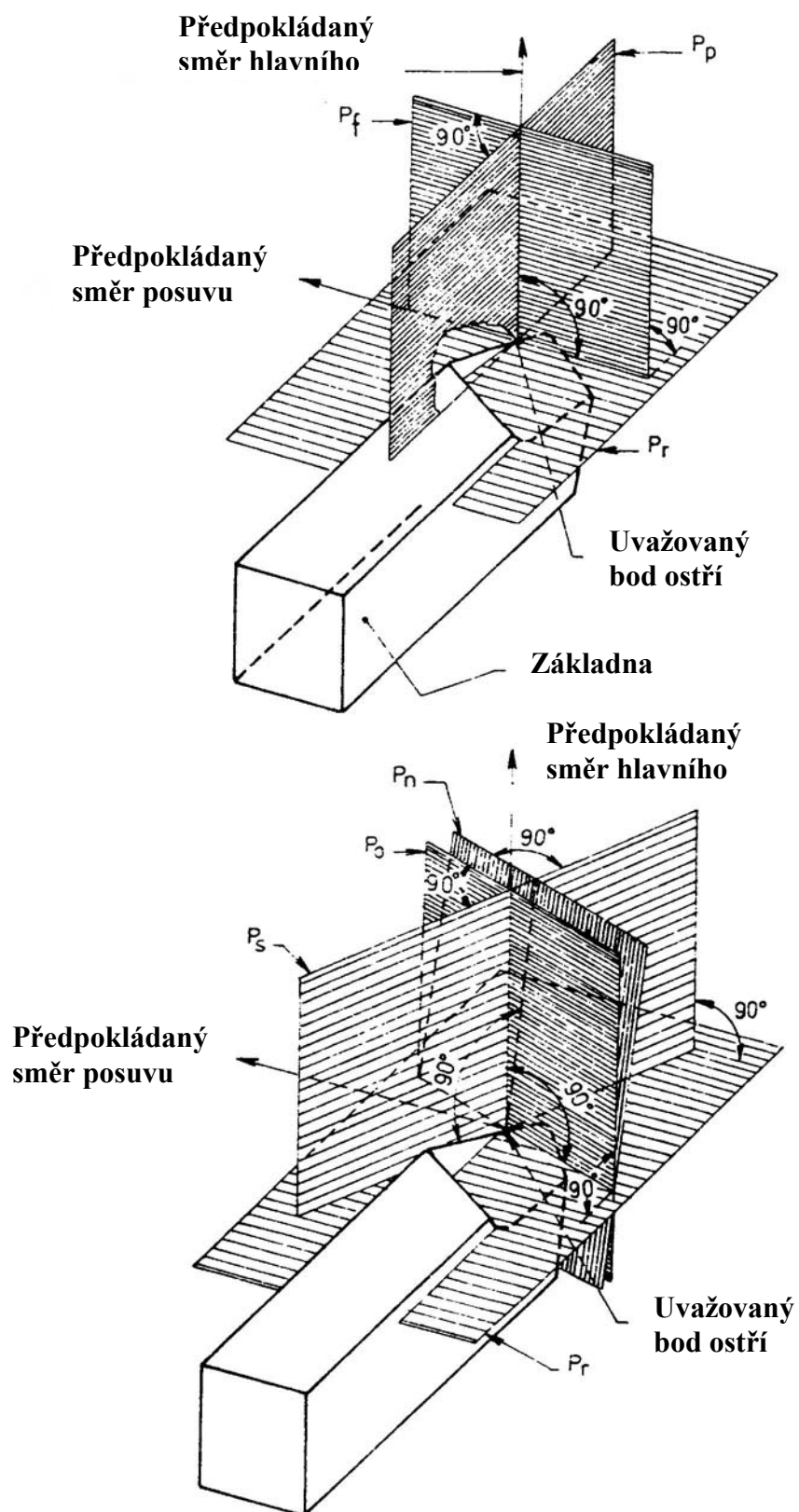
Orientace ostří :

Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří κ_r - je úhel v nástrojové základní rovině P_r , mezi nástrojovou rovinou ostří P_s a nástrojovou boční rovinou P_f (viz obr. 10).

Nástrojový doplňkový úhel nastavení ψ_r - je úhel nástrojové základní rovině P_r , mezi nástrojovou rovinou ostří P_s a nástrojovou zadní rovinou P_p ; ψ_r je definovaný pouze pro uvažovaný bod nacházející se na hlavním ostří. Součet $\psi_r + \kappa_r$ je vždy roven 90° (viz obr. 10).

Nástrojový úhel sklonu ostří λ_s - je úhel v nástrojové rovině ostří P_s , mezi ostřím S a nástrojovou základní rovinou P_r (viz obr. 10).

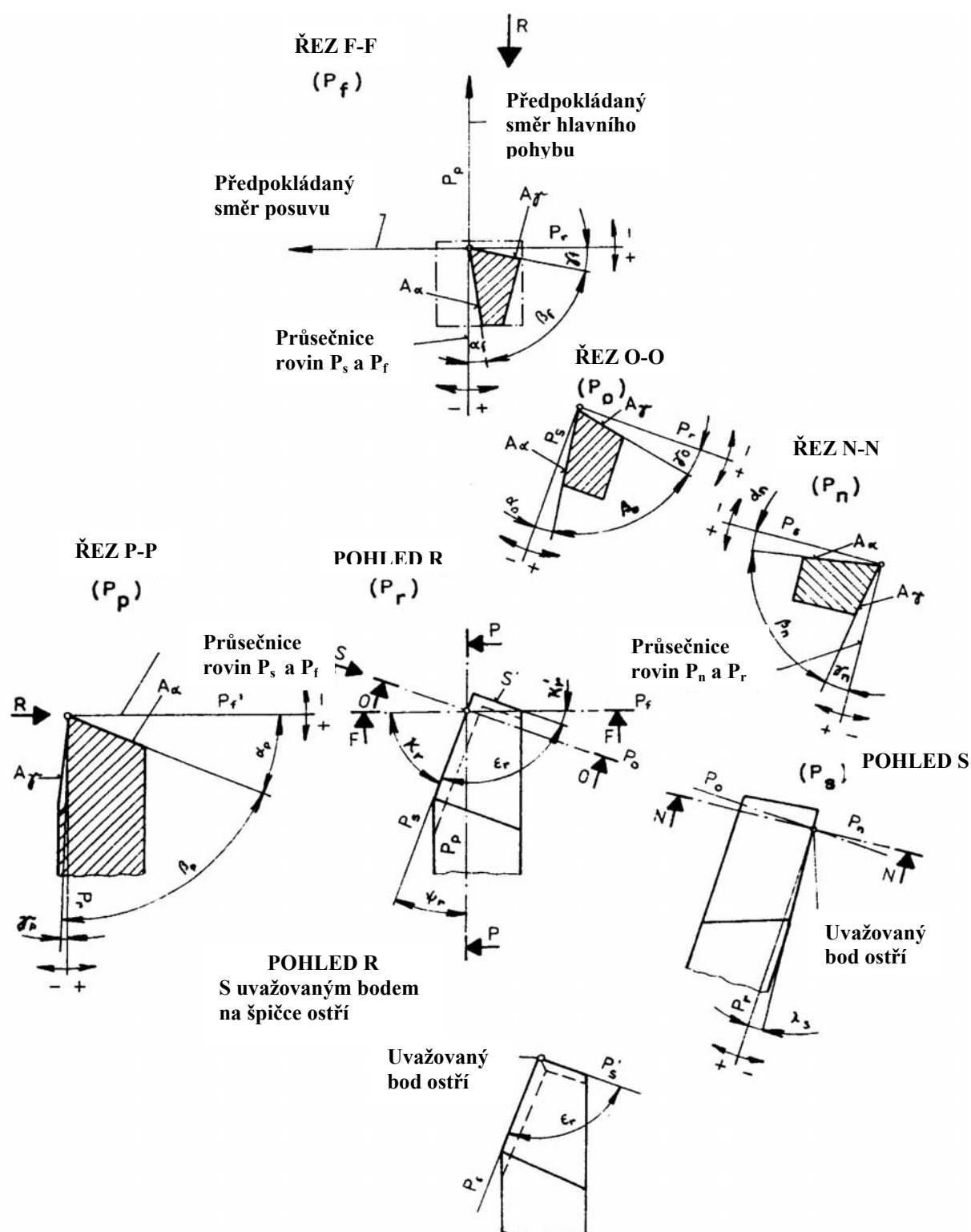
Nástrojový úhel špičky ε_r - je úhel v nástrojové základní rovině P_r , mezi nástrojovou rovinou ostří P_s a nástrojovou rovinou vedlejšího ostří. Platí $\kappa_r + \varepsilon_r + \kappa'_r = 180^\circ$ (viz obr. 10).



Obrázek 9. Roviny v nástrojové souřadné soustavě.

Nástrojové úhly čela :

Nástrojový normální úhel čela γ_n - je úhel mezi nástrojovou základní rovinou P_r a čelem $A\gamma$ měřený v nástrojové normální rovině P_n (viz obr. 10).



Obrázek 10. Úhly nástroje (soustružnického nože).

Nástrojový boční úhel čela γ_f - je úhel mezi nástrojovou základní rovinou P_r a čelem A_γ měřený v nástrojové boční rovině P_f (viz obr. 10).

Nástrojový zadní úhel čela γ_p - je úhel mezi nástrojovou základní rovinou P_r a čelem A_γ měřený v nástrojové rovině zadní P_p (viz obr. 10).

Nástrojový ortogonální úhel čela γ_o - je úhel mezi nástrojovou základní rovinou P_r a čelem A_γ , měřený v nástrojové ortogonální rovině P_o (viz obr. 10).

Nástrojový úhel největšího spádu čela γ_g - je úhel mezi nástrojovou základní rovinou P_r a čelem A_γ , měřený nástrojové rovině největšího spádu čela P_g ; je to maximální úhel mezi čelem A_γ a nástrojovou základní rovinou P_r (viz obr. 10).

Nástrojový úhel polohy roviny největšího spádu čela γ_r - je úhel mezi nástrojovou boční rovinou P_f a nástrojovou rovinou největšího spádu čela P_g , měřený v nástrojové základní rovině P_r (viz obr. 10).

Úhly břitu :

Nástrojový normální úhel břitu β_n - je úhel mezi čelem A_γ a hřbetem A_α , měřený v normální rovině ostří P_n (viz obr. 10).

Nástrojový boční úhel břitu β_f - je úhel mezi čelem A_γ a hřbetem A_α , měřený v nástrojové boční rovině P_f (viz obr. 10).

Nástrojový zadní úhel břitu β_p - je úhel mezi čelem A_γ a hřbetem A_α , měřený v nástrojové zadní rovině P_p (viz obr. 10).

Nástrojový ortogonální úhel břitu β_o - je úhel mezi čelem A_γ a hřbetem A_α , měřený v nástrojové ortogonální rovině P_o (viz obr. 10).

Nástrojové úhly hřbetu :

Nástrojový normální úhel hřbetu α_n - je úhel mezi hřbetem A_α a nástrojovou rovinou ostří P_s , měřený v nástrojové normální rovině P_n (viz obr. 10).

Nástrojový boční úhel hřbetu α_f - je úhel mezi hřbetem A_α a nástrojovou rovinou ostří P_s , měřený v nástrojové boční rovině P_f (viz obr. 10).

Nástrojový zadní úhel hřbetu α_p - je úhel mezi hřbetem A_α a nástrojovou rovinou ostří P_s , měřený v nástrojové zadní rovině P_p (viz obr. 10).

Nástrojový ortogonální úhel hřbetu α_o - je úhel mezi hřbetem A_α a nástrojovou rovinou ostří P_s , měřený v nástrojové ortogonální rovině P_o (viz obr. 10).

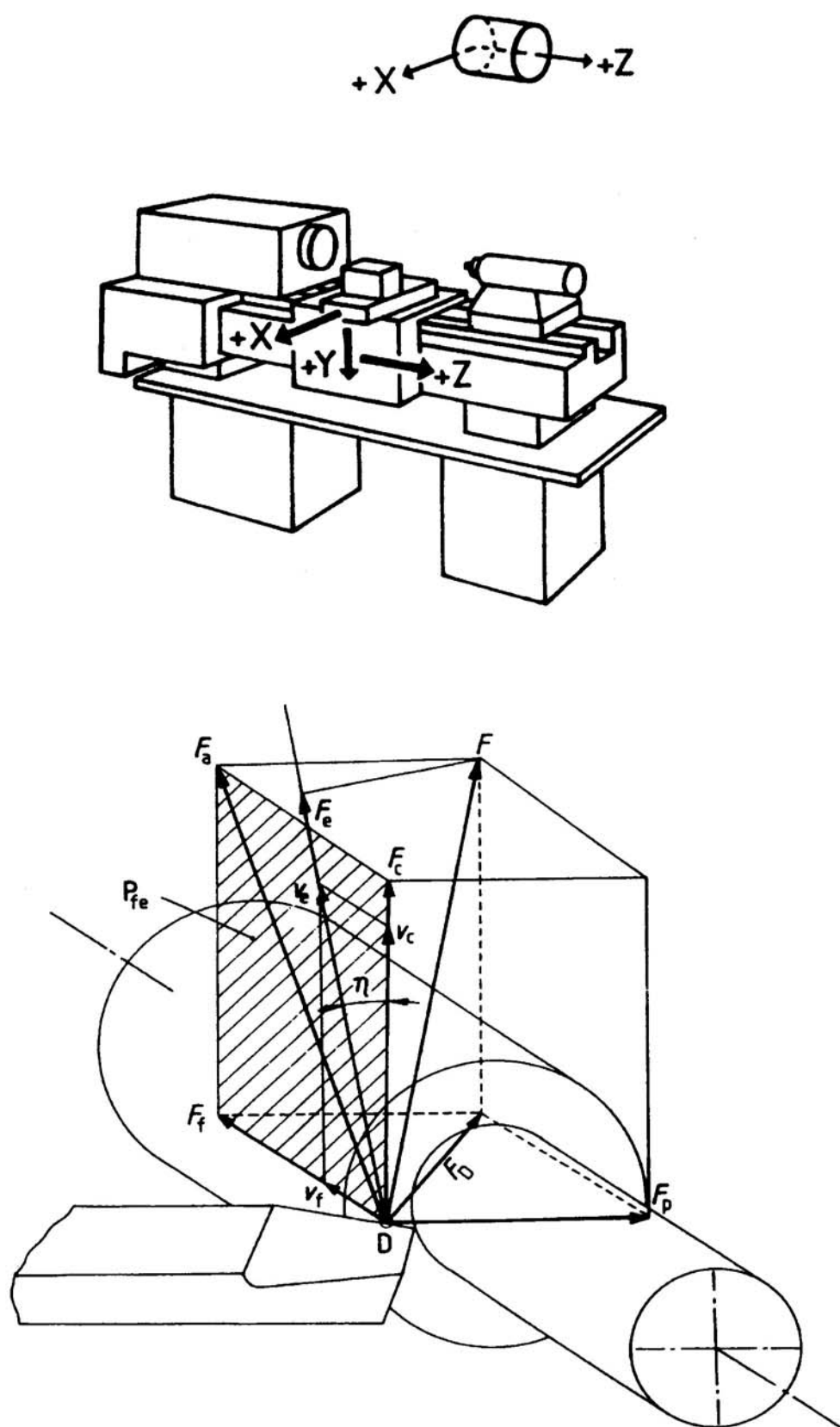
Nástrojový úhel největšího spádu hřbetu α_b - je úhel mezi hřbetem A_α a nástrojovou rovinou ostří P_s , měřený v nástrojové rovině největšího spádu hřbetu (viz obr. 10).

Nástrojový úhel polohy největšího spádu hřbetu Θ_r - je úhel mezi nástrojovou boční rovinou P_f a nástrojovou rovinou největšího spádu hřbetu, měřený v nástrojové základní rovině P_r (viz obr. 10).

$$\text{Závislost mezi úhly nástroje : } \alpha_n + \beta_n + \gamma_n = 90^\circ \quad \alpha_p + \beta_p + \gamma_p = 90^\circ \quad \alpha_f + \beta_f + \gamma_f = 90^\circ$$
$$\alpha_o + \beta_o + \gamma_o = 90^\circ$$

Další vztahy mezi jednotlivými úhly v jednotlivých souřadných systémech je možno nalézt v ČSN ISO 3002/1 str. 47.

Souřadný systém obráběcího stroje : (viz obr. 11)



Obrázek 11. Souřadný systém soustruhu a výslednice sil při válcovém soustružení.

Břítové diagramy :

Optimální nástrojové úhly pro jednotlivé nástroje jsou stanoveny a uváděny především v rovině základní P_r ($\kappa_r, \kappa'_r, \varepsilon_r, \psi_r, \Theta_r$) a v nástrojové rovině ortogonální (měření) P_o ($\alpha_o, \beta_o, \delta_o, \gamma_o$). Z hlediska konstrukce, výroby a ostření jsou potřebné ještě další úhly, především v nástrojových rovinách bočních P_f a zadních P_p . Stanovení hodnot těchto úhlů je možno řešit analyticky a nebo graficky pomocí břítových diagramů čela a hřbetu a to s dostatečnou přesností.

V dalším bude provedeno řešení pro soustružnický nůž, pro ostatní nástroje je možno provést pouze aplikaci.

Grafické řešení břítového diagramu čela :

V uvažovaném bodě ostří $O = A$ umístíme jednotlivé nástrojové roviny, respektive zakreslíme průsečnice se základní nástrojovou rovinou P_r a to rovin P_o, P_s, P_f, P_p . K řešení tohoto diagramu je potřeba znát úhly v ortogonálním systému a to $\kappa_r, \lambda_s, \gamma_o$. Postup řešení je znázorněn na obr.

12 , kde jsou zobrazeny jednotlivé řezy procházející uvažovaným bodem A, čímž se vytvořil *břítový diagram čela*. Průsečnice nástrojové roviny čela A_γ a nástrojové základní roviny P_r

vytvoří v základní rovině stopu (přímka $\overline{LN}$), která je vytvořena průsečíky , body L a N. Hodnoty jednotlivých úseků jsou dány :

$$\overline{OL} = \overline{OA} \cdot \cot g \lambda_s, \quad \overline{ON} = \overline{OA} \cdot \cot g \gamma_o, \quad \overline{OP} = \overline{OA} \cdot \cot g \gamma_p, \quad \overline{OR} = \overline{OA} \cdot \cot g \gamma_f,$$

$\overline{OM} = \overline{OA} \cdot \cot g \gamma_g$, při určení hodnoty $\overline{OA} = 1$, je možno jednotlivé úseky vyjádřit jako hodnota dané trigonometrické funkce příslušných úhlů.

Grafické řešení břítového diagramu hřbetu :

Řeší se obdobně jako břítový diagram čela, pouze nahradíme rovinu čela rovinou hřbetu. Postup řešení obdobný, pouze úseky na jednotlivých průsečnicích rovin jsou tangenty, pouze sklon ostří se nanáší jako kotangenta. Postup řešení je znázorněn na obrázku 13.

Na přímku (stopu roviny ortogonální) P_o v základní rovině P_r nanášíme v daném měřítku

$\overline{OB} = tg \alpha_o$ (pouze v kladném směru neboť úhel hřbetu nemůže být záporný) a na stopu roviny ostří (přímku) P_s v základní rovině P_r nanese v patřičném směru (dle toho zda je úhel λ_s

kladný nebo záporný) hodnotu $\overline{OL} = \cot g \lambda_s$ v daném měřítku a tím stanovíme dva body B,L

průsečnice roviny hřbetu A_α se základní rovinou P_r (stopa roviny hřbetu). Stopa roviny hřbetu

$\overline{BL}$ vytkne na osách P_f a P_p úseky $\overline{OD} = \overline{OA} \cdot tg \alpha_f$ respektive $\overline{OC} = \overline{OA} \cdot tg \alpha_p$. Při volbě

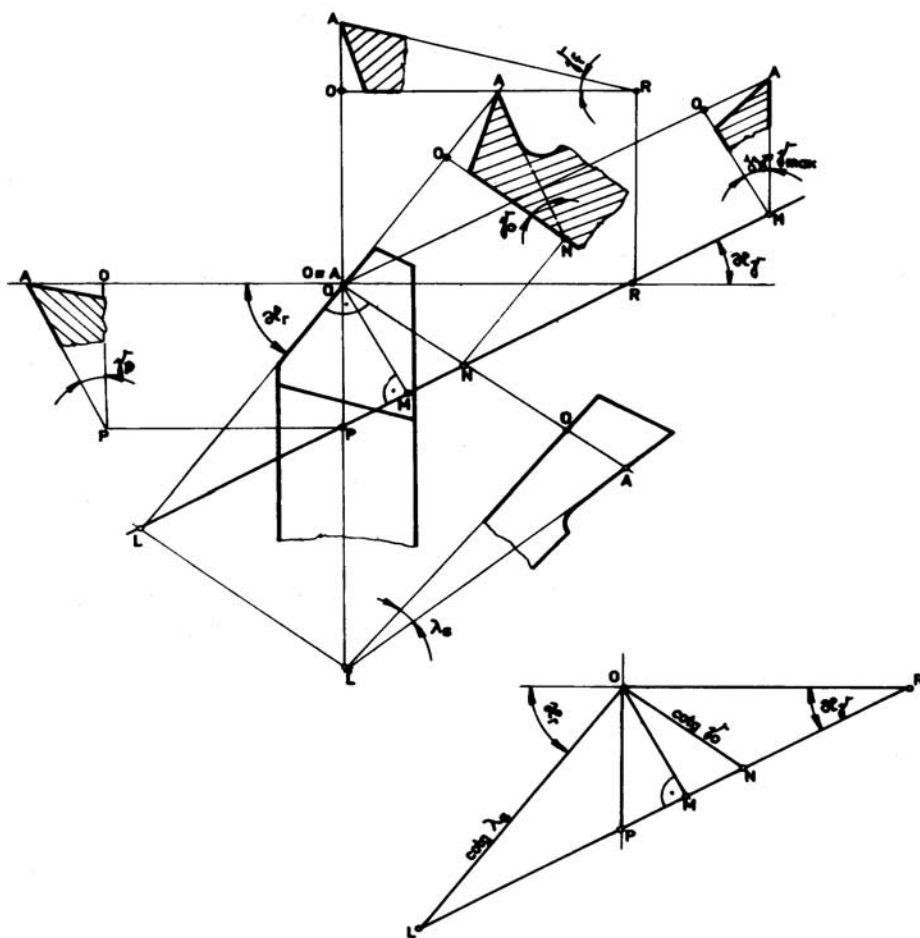
měřítku $\overline{OA} = 1$, je možno přímo určit při změření daného úseku trigonometrické hodnoty úhlů $\alpha_f, \alpha_p, \alpha_b$.

Nástrojové materiály :

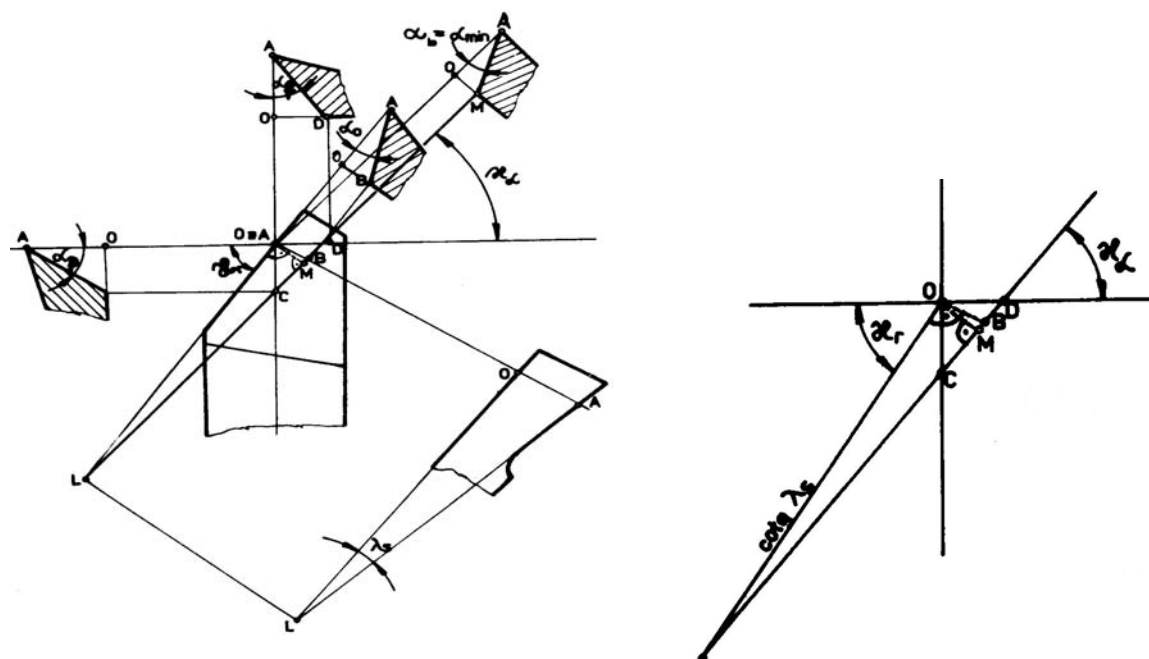
Podmínky při kterých působí břit nástroje při obrábění jsou směrodatné pro mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti řezných materiálů. Základní vlastnosti řezného materiálu :

- tvrdost by měla převyšovat minimálně tvrdost obráběného materiálu o 5-6 stupňů HRc,
- odolnost proti opotřebení při vysokých teplotách (200 až 1200° C),
- vyhovující ohybová a tlaková pevnost,
- vyhovující tepelná vodivost.

Souhrn vlastností nástrojových materiálů, které ovlivňují jeho vhodnost k obrábění se nazývá *řezivost*.



Obrázek 12. Břítový diagram čela.



Obrázek 13. Břítový diagram hřbetu.

Rozdělení řezných materiálů :

Kovové :

a) nástrojové oceli

- *uhlíkové* ČSN 19 0xx, 19 1xx, 19 2xx, zachovávají své vlastnosti do teploty 250°C. Obsah uhlíku 0,5 – 1,35 % ojediněle až 1,5 %, s rostoucím obsahem uhlíku roste tvrdost (obsah cementitu) a tím také křehkost. Pro řeznou rychlost $v_c < 12$ m/min. Tvrdost max. 62 HRC. Použití: nůžky, sekáče, nástroje na dřevo, kamenické nástroje, vrtáky, kalibry, apod.
- *legované* ČSN 19 3xx, 19 4xx, 19 5xx, 19 6xx, 19 7xx, zachovávají své vlastnosti do teploty 400°C. Tvrdost min 62 HRC. Použití : závitořezné nástroje, Výstružníky, šablony, frézy, výkonnější nástroje s jemnými břity, nástroje na barevné kovy, na dřevo.
- *rychlořezné* ČSN 19 8xx, zachovávají své vlastnosti do 650°C. Použití : tvarové nože, značně namáhané nástroje, frézy, výstružníky, apod.
- *slitinové* na lité nástroje ČSN 19 9xx, používají se z ekonomických důvodů, lití sklopnou nebo odstředivou metodou. Použití : frézy, výhrubníky, nástroje pro vysoké řezné výkony.

b) slinuté karbidy

- *jednokarbidové (wolframové)* označení ISO – **K** - (barva červená) starší označení –**H**, pro železné kovy s krátkou třískou, neželezné kovy a nekovové materiály (dle ČSN ISO 513 označení **HW**),
- *dvoukarbidové (wolframitanové)* označení ISO – **P**, (barva modrá) starší označení **S**, pro železné kovy s plynulou třískou (dle ČSN ISO 513 označení **HW** u převládajícího obsahu WC a s převládající TiC+Tin - **HT**),
- *vícekarbidové*, označení dle ISO **M**, (barva žlutá) starší označení **U**, pro železné kovy s plynulou a krátkou třískou a neželezné kovy (ČSN ISO 513 označení **HW** u převládajícího obsahu WC a s převládající TiC+Tin - **HT**),
- *kombinované s povlaky* (TiN, TiC, Al_2O_3 , apod.), (dle ČSN ISO 513, SK **HW** a **HT** s označením **HC**),

Řezná keramika :a) boridy

CrB_2 – borid chromu, MoB_2 – borid molibdenu, TiB_2 – borid titanu, AlB_{12} – borid hliníku, kovové pojivo Cu, Fe, Ni. Nevýhoda : velká křehkost proto se v průmyslu málo používá.

b) nitridy

NiN – nitrid niklu, ZrN – nitrid zirkonu, VN – nitridvanadu, NbN – nitrid niobu, TaN – nitrid tantalu, Si_3N_4 – nitrid křemíku (neoxidická keramika), označení dle ČSN ISO 513 – **CN**,

c) silicidy

$TiSi_2$ – silicid titanu, VS_i_2 – silicid vanadu, $NbSi$ – silicid niobu, $CrSi_2$ – silicid chromu, pro jejich křehkost se zatím v průmyslu nepoužívají.

d) nekovové tvrdé látky *diamant* – C, *karbid bóru* B_4C , *karbid křemíku* SiC , *kubický nitrid bóru*, používají se společně s Al_2O_3 jako brusivo.
 - *polykrystalický diamant* – patří k supertvrdým řezným materiálům označení dle ČSN ISO 513 – **DP**,
 - *polykrystalický nitrid bóru* – patří k supertvrdým řezným materiálům, označení dle ČSN ISO 513 – **BN**,
 SiC – *karbid křemíku* (*karborundum*), k broušení Šedé litiny, mosazi, mědi, kamene, bronzů, lehkých kovů, SK,
 Al_2O_3 – *oxid hlinitý* (*elektrit*), k broušení tvrdých bronzů, temperované litiny a oceli na odlitky,
kubický nitrid bóru – používá se především pro ostření nástrojů.

e) oxidy

Velká tvrdost, křehkost, umožňují řezné rychlosti až 1500 m/min.

1) *čistá keramika* – Al_2O_3 čistota až 99,7%, vhodná pro obrábění materiálu který neklade velký odpor řezání, ale odírá nástroje, nepřerušovaný řez bez rázů, tvrdost 90 HRA, bod měknutí 1600°C, řezné rychlosti 200 – 400 m/min, dle ČSN ISO 513 označení oxidické keramiky s převládajícím obsahem Al_2O_3 – **CA**,

2) *kovokeramické* – směs oxidu hlinitého a přísady kovů Ni, Mo, Cr, velká stálost a tvrdost při vysokých teplotách s výhodou tvrdých kovů, pevností a tepelnou vodivostí, označení dle ČSN ISO 513 – **CM**,

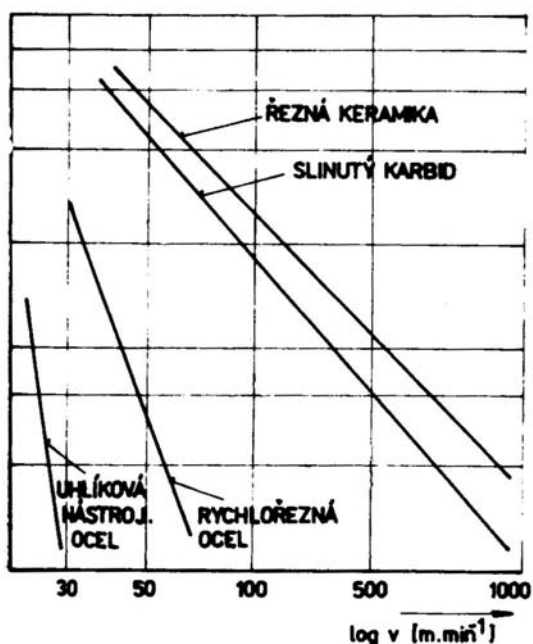
3) *karbidokeramické* – směs $Al_2O_3 + TiC + WC +$ oxid hořečnatý, mají proti čistým oxidům vyšší vodivost tepla, vyšší houževnatost, odolnost proti opotřebení a tepelným rázům, označení dle ČSN ISO 513 – **CM**,

f) povlakovaná keramika- dle ČSN ISO 513, povlakovaná keramika typu **CA,CM,CN**.

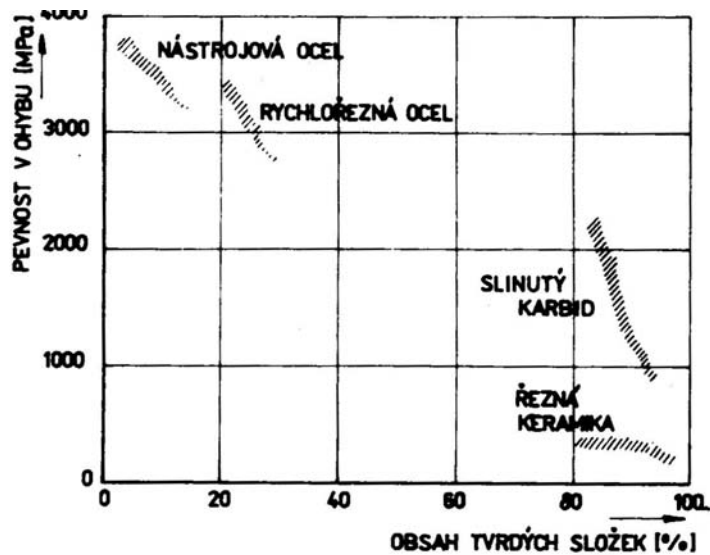
Zásady při volbě řezného materiálu :

Řezné nástroje na obrábění kovových i nekovových materiálů se vyrábí v závislosti na tvaru, určení a podmínkách práce z výše uvedených řezných materiálů. Volba vhodného řezného materiálu musí vycházet z vhodných mechanicko – fyzikálních vlastností, pevnosti, tvrdosti, otěruvzdornosti a při správné volbě geometrie, musí zabezpečovat vysokou trvanlivost, životnost a produktivitu s ekonomickým účinkem. Z vlastností jednotlivých řezných materiálů plyne i jejich použití. Mezi základní vlastnosti řezného materiálu patří :

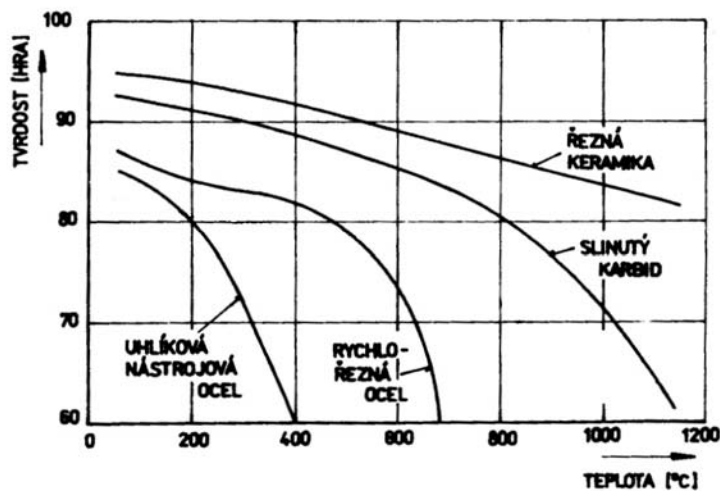
- tvrdost, pevnost v ohybu, zachování tvrdosti za vyšších teplot, žáruvzdornost a žárupevnost, obrobitelnost, otěruvzdornost, odolnost proti opotřebení a tím i trvanlivost bříty a životnost nástroje.



Obrázek 14. Graf závislosti T – v pro různé řezné materiály.



Obrázek 15. Graf závislosti pevnosti v ohybu na obsahu tvrdých složek.



Vliv tvrdých složek, teploty na pevnost v ohybu, respektive tvrdost je zřejmý u různých řezných materiálů z grafů na obr. 15 respektive 16. Závislost T – v je pak pro základní druhy řezných materiálů v grafu na obr. 14.

Obrázek 16. Vliv teploty na pevnost řezného materiálu pro základní druhy řezných materiálů.

2. TÉMA

OBRÁBĚCÍ NOŽE NA KOV

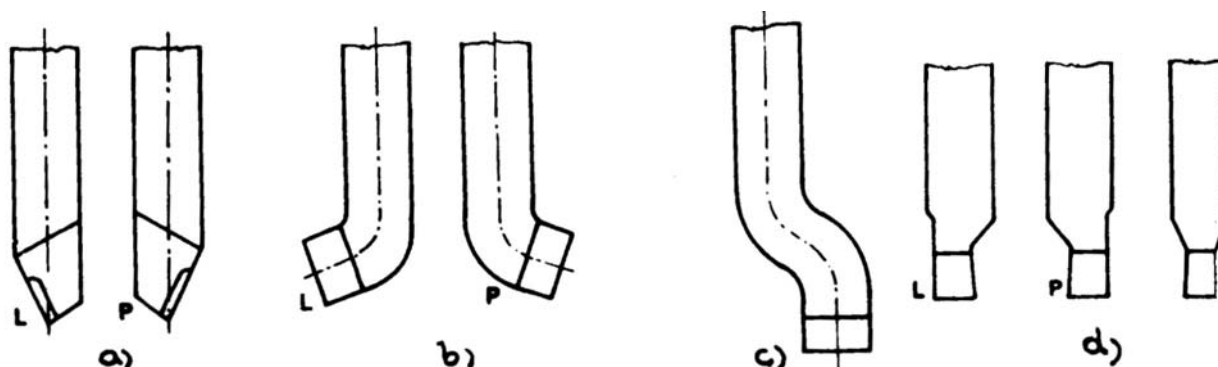
Tvoří nejpočetnější skupinu řezných nástrojů, které se používají v různých metodách obrábění (soustružení, hoblování, vyvrtávání, obrážení, apod.) a jsou zpravidla jednobřité.

Třídění nožů dle :

- tvaru tělesa (stopky) nože,
- geometrie bříty,
- druhu metody obrábění (obráběcího stroje),
- nástrojového materiálu.

Základní rozdělení nožů podle tvaru tělesa nože:

Tvar nože určuje dle požadavku konstruktér nástrojů a jeho základní tvary jsou uvedeny na obr. 17.



Obrázek 17. Základní tvary nožů a) nože přímé, b) nože ohnuté, c) nože prohnuté, d) nože osazené. Podle polohy hlavního ostří (směru obrábění) rozeznáváme nože pravé a levé.

Rozdělení nožů podle průřezu tělesa (stopky) nože :

- a) nože s průřezem tělesa (stopky) *kruhovým*,
- b) nože s průřezem tělesa (stopky) *čtvercovým*,
- c) nože s průřezem tělesa (stopky) *obdélníkovým*.

Vhodnost navrženého průřezu kontrolujeme výpočtem z ohybového momentu od řezných odporů, kterými je nůž namáhán. Pro jednoduchost uvažujeme pouze složku síly od řezného odporu F_y (viz obr. 11) a vyložení nože l .

$$M_o = F_y \cdot l = S \cdot k_s \cdot l = W \cdot \sigma_{od} \text{ [Nmm]}$$

kde k_s je měrný řezný odpor [Nmm⁻²],
 S průřez třísky [mm²],
 W modul průřezu tělesa (stopky) [mm³],
 σ_{od} dovolené namáhání v ohybu [Nmm⁻²].

Modul průřezu W pro základní průřezy těles (stopky) nožů :

a) pro průřez kruhový $W = \frac{d^3}{10} \text{ [mm}^3 \text{]},$

b) pro průřez čtvercový $W = \frac{a^3}{6} \text{ [mm}^3 \text{]},$

c) pro průřez obdélníkový $W = \frac{b \cdot h^2}{6} \text{ [mm}^3 \text{]}.$

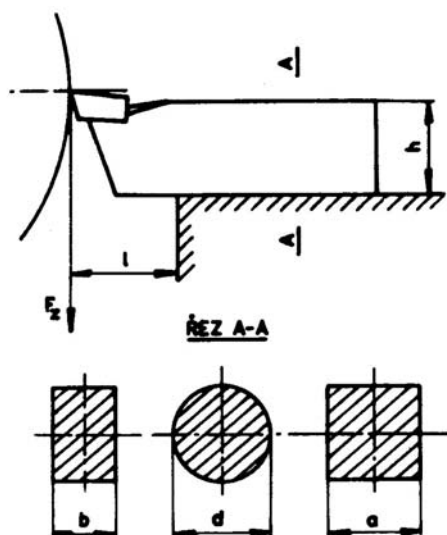
Ze známého namáhání od řezného odporu F_y , ze zvoleného materiálu dovolené namáhání σ_{od} stanovíme mezní průřez tělesa (stopky) nože ze vztahů :

a) pro průřez kruhový $d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot S \cdot k_s \cdot l}{\sigma_{od}}} \text{ [mm]},$

b) pro průřez čtvercový $a = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot S \cdot k_s \cdot l}{\sigma_{od}}} \text{ [mm]},$

c) pro průřez kruhový $b = \sqrt[3]{\frac{2,4 \cdot S \cdot k_s \cdot l}{\sigma_{od}}} \text{ [mm]},$ při volbě $h = 1,6 b \text{ [mm]},$ kde u nožů

s plynulým záběrem volíme $\sigma_{od} = 200$ až $300 \text{ [Nmm}^{-2}\text{]}$ a pro přerušovaný řez 100 až $150 \text{ [Nmm}^{-2}\text{]}.$



Těla (stopky) nožů se vyrábí z konstrukčních materiálů třídy 11 (11 600, 11 700,) a 12 (např. 12 050, apod.).

Podle geometrie břitu nástroje :

Volba optimální geometrie nástroje je nejdůležitější prací konstruktéra nástrojů. Konstruktor musí znát k návrhu nože následující úhly :

- v ortogonální rovině (řezu) úhly hřbetu α_o , břitu β_o , čela γ_o , řezu $\delta_o = \alpha_o + \beta_o$ a to jak hlavního tak vedlejšího ostří,
- v základní rovině (průmětu do základní roviny), úhel nastavení ostří κ_r a to jak hlavního tak vedlejšího ostří, úhel špičky ε_r a zaoblení (sražení) špičky r_ε ,
- v rovině

ostří úhel sklonu ostří λ_s .

Obrázek 18. Vyložení nože l při obrábění a základní průřezy těla (stopky) nožů.

Velikosti a hodnoty jsou závislé na vlastním řezném materiálu ze kterého je vyrobena řezná část, obráběném materiálu, podmínkách obrábění a jsou uvedeny v normě.

Rozdělení nožů podle způsobu výroby :

- a) nože celistvé jsou celé vyrobeny z řezného materiálu (u malých nožů),
- b) nože se vkládají do řezných elementů – 1) letované (destičky z NO,RO,SK),
2) mechanicky upínané (především destičky SK,ŘK, KNB, apod.).

Označení břitových destiček dle ISO : způsob značení je uveden na obr. 19.

Označení držáků břitových destiček pro vnější nože : způsob značení je uveden na obr. 20.

Označení držáků břitových destiček pro vnitřní nože : způsob značení je uveden na obr. 21.

Označení držáků břitových destiček pro závitové nože : způsob značení je uveden na obr. 22.

Systémy upínání břitových destiček : Během doby výroby a používání byly vyvinuty různé systémy (podle různých výrobců držáků), které však ne vždy vyhovují zásadám dokonalého, spolehlivého upnutí a funkce. Příklady řešení upínání jsou uvedeny na obrázcích :

Systém C (dle ISO) – upínání shora upínkou viz obr. 23 a,

Systém P (dle ISO) – upínání za otvor přitlačením destičky viz obr. 23 b,

Systém S (dle ISO) – upínání šroubem za centrální otvor viz obr. 23 c,

Systém M (dle ISO) – kombinované upínání shora a za otvor viz obr. 23

Utvářeče třísek : Při obrábění houževnatých materiálů se vytváří plynulá tříska, která je jak z hlediska obrábění nevhodná, tak i z hlediska bezpečnosti práce nebezpečná. Proto je nutno na čele řezné části nástroje vytvořit utvářeče třísky, které plynulou třísku lámou na menší části. Podle konstrukce rozeznáváme :

- stupňovité utvářeče - vybroušené přímo do čela nože (obr.28),
- mechanické utvářeče přikládané na čelo (obr. 28 a 30),
- vytvořené přímo na čele řezné destičky (obr. 29),

⑤ DÉLKA OSTRÍ							
Φd=l.c.	R	S	T	C	D	V	W
mm							
3,97			06				
5,0	05						03
5,56		06					
6,0			09				
6,35				11	06	07	04
8,0	08						
9,525	09	09	16	09	11	16	06
10,0	10						
12,0	12						08
12,7	12	12	22	12	15		
15,875	15	15	27	16			
16,0	16						
19,05	19	19	33	19			
20,0	20						
25,0	25						
25,4	25	25			25		
31,75	31						
32,0	32						

② ÚHEL HRBETU	
3°	A
5°	B
7°	C
15°	D
20°	E
25°	F
30°	G
0°	N
11°	P
spec.	O

① TVAR DESTIČKY	
H	O
S	T
E	M
L	A
K	B

1	2	3	4
T	N	M	M
S	P	C	N

SOUSTRUŽENÍ

FRÉZOVÁNÍ

③ TOLERANCE [mm]			
Označ.	m	s	φd=l.c.
A	± 0,005	± 0,025	± 0,025
F	± 0,005	± 0,025	± 0,013
C	± 0,013	± 0,025	± 0,025
H	± 0,013	± 0,025	± 0,013
E	± 0,025	± 0,025	± 0,025
G	± 0,025	± 0,013	± 0,025
J	± 0,005	± 0,025	± 0,05 ± 0,13
K	± 0,013	± 0,025	± 0,05 ± 0,13
L	± 0,025	± 0,025	± 0,05 ± 0,13
M	± 0,08 ± 0,18	± 0,13	± 0,05 ± 0,13
N	± 0,08 ± 0,18	± 0,025	± 0,05 ± 0,13
U	± 0,13 ± 0,38	± 0,13	± 0,08 ± 0,25

④ PROVEDENÍ DESTIČKY	
N	R
F	A
M	G
W	T
Q	special
X	X

⑥ TLOUŠTKA	
Označ.	s [mm]
01	1,59
T1	1,98
02	2,38
03	3,18
T3	3,97
04	4,76
05	5,56
06	6,35
07	7,94
09	9,52

⑧ PROVEDENÍ OSTRÍ	
F	Ostré hrany
T	Hrany s fazetkou
E	Zaoblené hrany
S	Zaoblené hrany s fazetkou

⑨ SMĚR POSUVU	
R	Posuv
L	Posuv
N	Posuv

⑩ ÚDAJE VÝROBCE	
Označení tvaru utvářeče	

5	6	7	8	9
2	04	08	E	N
12	03	ED	T	R

⑦ SOUSTRUŽENÍ	
Označ.	r _c [mm]
00	0
02	0,2
04	0,4
08	0,8
12	1,2
16	1,6
24	2,4
32	3,2

⑦ FRÉZOVÁNÍ	
Ozn.	α _r
A	45°
D	60°
E	75°
F	85°
P	90°
Z spec.	F 25°
G	30°
N	0°
P	11°
Z spec.	

Obrázek 19. Tabulka označování řezných destiček pro soustružení a frézování.

1 Způsob upínání 	2 Tvar destičky 	3 Tvar nože - úhel nastavení 	4 Úhel hřbetu 5 Směr řezu
---	--	---	--

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
C	K	J	N	R	-	32	25	L	19	-	S

6
Výška držáku (mm)
08 10 12 16 20 25
32 38 40 45 50

7
Šířka držáku (mm)
08 10 12 16 20 25
32 40 50

8
Celková délka
 $l, [mm]$
H 100
J 110
K 125
L 140
M 150
N 160
P 170
Q 180
R 200
S 250
T 300
U 350
V 400
W 450
X Spec.
Y 500

9							
Velikost destičky							
 $d [mm]$	 $d [mm]$	 $d [mm]$	 $d [mm]$	 $d [mm]$	 $d [mm]$	 $d [mm]$	 $d [mm]$
6,00							06
6,35		06	07	11		11	
8,00							08
9,525	09	09	11	16	19	06	16
10,00							10
12,00							12
12,70	12	12	15			08	22
15,875	15	16					15
16,00							16
19,05	19	19					19
20,00							20
25,00							25
25,40	25	25					25

10	
Údaje výrobce	
M	Způsob upínání "S" s podložkou
S	Se seřizovacími šrouby

Obrázek 20. Tabulka systému značení nožů pro vnější obrábění dle ISO 5608.

1	
Provedení držáku	
S	Ocelový držák
A	Ocelový držák s chladičím otvorem

2				
Průměr držáku (mm)				
08	10	12	16	20
25	32	40	50	60

1	2	3		4	5	6	7	8	9	10
A	40	T	-	P	C	L	N	L	12	X

3	
Celková délka	
	l, [mm]
H	100
J	110
K	125
L	140
M	150
N	160
P	170
Q	180
R	200
S	250
T	300
U	350
V	400
W	450
X	100
Y	500

4	
Způsob upínání	
C	
P	
M	
S	
X	

2	
Tvar destičky	
S	
T	
R	
W	
L	
C	
D	
K	
V	
X	Special

3									
Tvar nože - úhel nastavení									
A	B	C	D	D					
90°	75°	90°	45°						
E	F	G	H	J					
60°	90°	90°	107°30'	93°					
K	L	M	N	P					
75°	95°	50°	62°30'	117°30'					
Q	R	S	S	T					
107°30'	75°	45°		60°					
U	V	W	X	Y					
93°	72°30'	60°	SPECIÁLNÍ	85°					
Z									

7		
Úhel hřbetu		
N	C	P
$\alpha_n = 0^\circ$	$\alpha_n = 7^\circ$	$\alpha_n = 11^\circ$

9							
Velikost destičky							
	S	C	D	V	K	W	T
d [mm]							
6,00							06
6,35		06	07	11			11
8,00							08
9,525	09	09	11	16	19	06	16
10,00							10
12,00							12
12,70	12	12	15			08	22
15,875	15	16					27
16,00							16
19,05	19	19					19
20,00							20
25,00							25
25,40	25	25					25

10	
Údaje výrobce	
X	Speciální provedení stopky
87	
90	Hodnota úhlu K u nože tvaru "Z"
93	

8	
Směr řezu	
R	
L	

Obrázek 21. Tabulka systému značení nožů pro vnitřní obrábění dle ISO 6261.

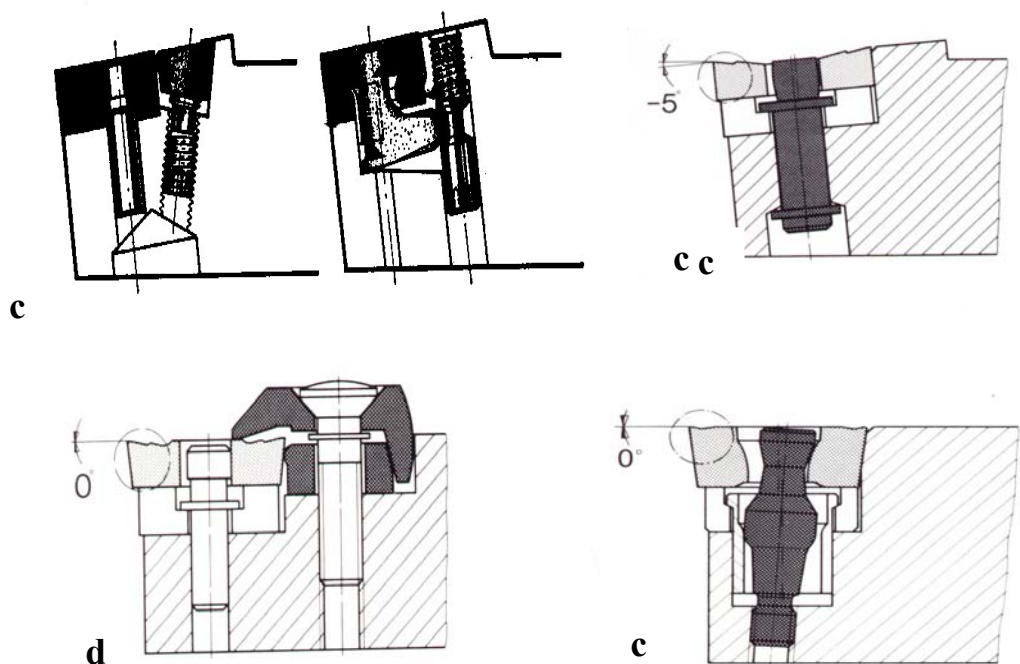
1	2	3		4	5	6	7	8
S	E	R	-	X	2525	M	16	- 1

6	
Celková délka	
	l_i , [mm]
	H 100
	J 110
	K 125
	L 140
	M 150
	N 160
	P 170
	Q 180
	R 200
	S 250
	T 300
	U 350
	V 400
	W 450
	X Spec.
	Y 500

8	
Úhel λ naklopení destičky	
0°	Stanoví se v závislosti na stoupání závitů a průměru obráběné součásti dle diagramu č. 1.
1°	
2°	

7	
Velikost destičky	
d [mm]	T 
9,525	16
12,70	22

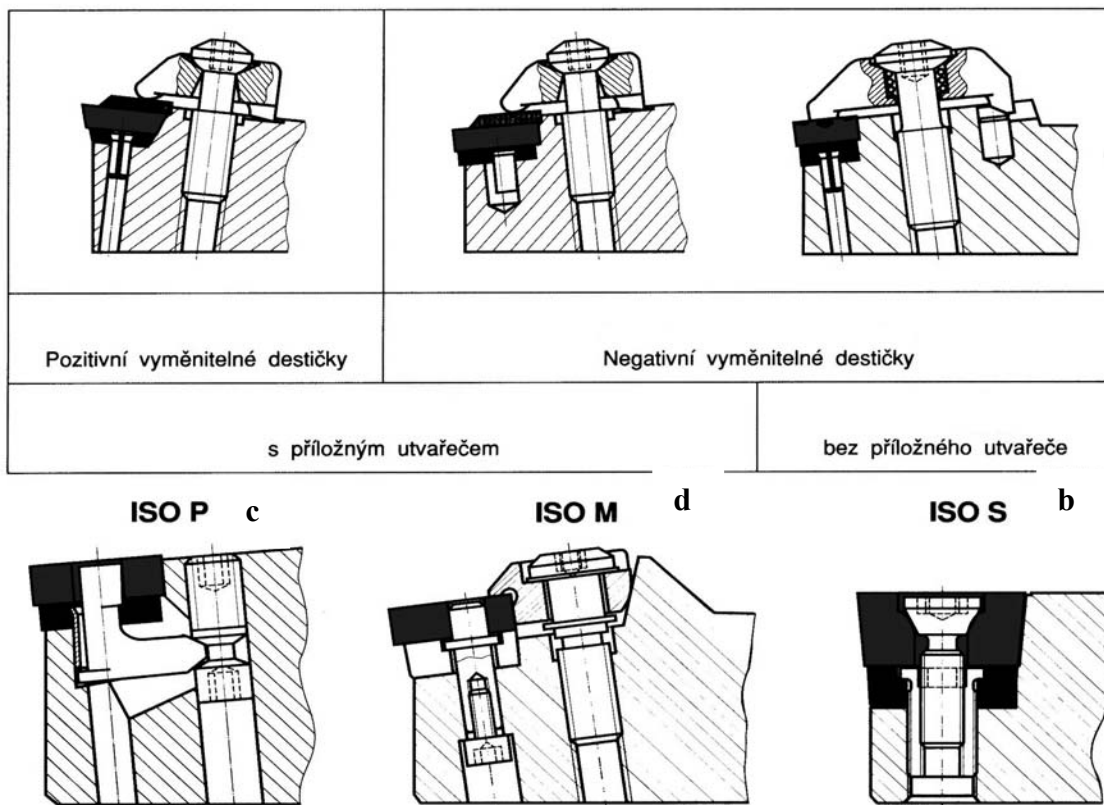
Figure 1 consists of two schematic diagrams, (a) and (b), illustrating the design of a tool. Diagram (a) shows a cross-section of a tool with a +5° angle. Diagram (b) shows a cross-section of a tool with a 0° angle.



● DRŽÁKY

● ZPŮSOB UPÍNÁNÍ

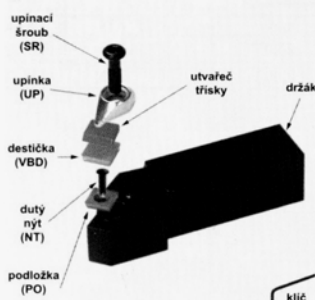
ISO C a



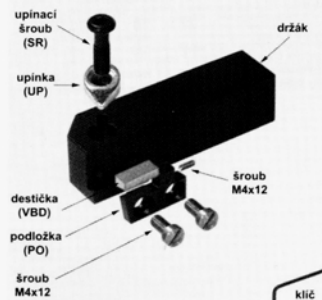
Obrázek 23. Příklady systémů upínání řezných destiček dle ISO a) systém *C* b) systém *S*
c) systém *P* d) systém *M*.

ISO systém C

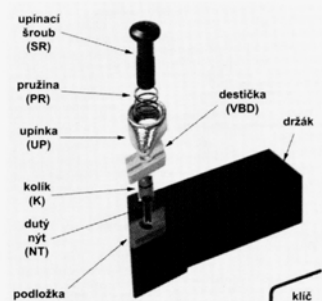
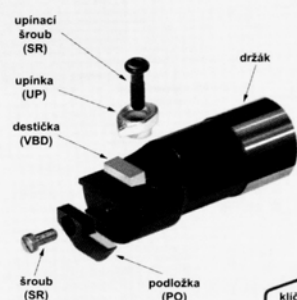
kód	utvařec trisky				podložka	dutý nýt	upinka	up.šroub	klíč ČSN 23 0710
CO1	-	-	-	-	-	-	UP20	SR22	(KL06)
CO2	-	-	-	-	-	-	UP21	SR04	
CTP2	TU 16 12 02	TU 16 25 02	1,2	2,5	TPN 16 03 04	NT03	UP21	SR04	
CTP3	TU 22 12 02	TU 22 32 02	1,6	3,2	TPN 22 03 04	NT03	UP21	SR04	
CTP4	TU 22 16 02	TU 22 32 02	1,6	3,2	TPN 22 03 04	NT03	UP24	SR24	
CTP5	TU 27 40 03	TU 27 80 03	4,0	8,0	TPN 27 04 04	NT03	UP24	SR24	
CSP2	SU 12 12 02	SU 12 25 02	1,2	2,5	SPN 12 03 03	NT03	UP21	SR04	
CSP3	SU 15 12 02	SU 15 25 02	1,2	2,5	SPN 15 03 03	NT03	UP21	SR04	
CSP4	SU 19 16 02	SU 19 32 02	1,6	3,2	SPN 19 04 05	NT03	UP24	SR24	
CSP5	SU 25 40 03	SU 25 80 03	4,0	8,0	SPN 25 04 08	NT03	UP24	SR24	
CTN2	TU 16 12 02	TU 16 25 02	1,2	2,5	TNU 16 03 08	NT04	UP21	SR04	
CTN3	TU 22 12 02	TU 22 32 02	1,6	3,2	TNU 22 03 12	NT05	UP21	SR04	
CTN4	TU 22 16 02	TU 22 32 02	1,6	3,2	TNU 22 03 12	NT05	UP24	SR24	
CTN5	TU 27 40 03	TU 27 80 03	4,0	8,0	TNU 27 04 16	NT07	UP24	SR24	
CSN2	SU 12 12 02	SU 12 25 02	1,2	2,5	SNU 12 03 12	NT05	UP21	SR04	
CSN3	SU 15 12 02	SU 15 25 02	1,2	2,5	SNU 15 03 12	NT07	UP21	SR04	
CSN4	SU 19 16 02	SU 19 32 02	1,6	3,2	SNU 19 04 16	NT06	UP24	SR24	
CSN5	SU 25 40 03	SU 25 80 03	4,0	8,0	SNU 25 06 24	NT08	UP24	SR24	
CCN2	CG 12 12 02	CG 12 25 02	1,2	2,5	CNU 12 03 12	NT05	UP21	SR04	
CRN2	-	-	-	-	RNU 12 03 00	NT05	UP22	SR01	
CCX1	-	-	-	-	CNX 09 T3 12	US13	UP21	SR04	
CRX1	-	-	-	-	RNX 09 T3 00	US13	UP21	SR04	
CRX2	-	-	-	-	RNX 12 04 00	US14	UP21	SR04	



sestava nože 0550 - str.15



sestava nože 0558 str.43



sestava nožů CK... str.13 - 14

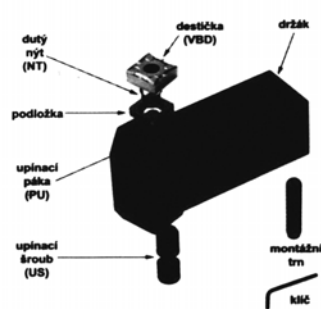
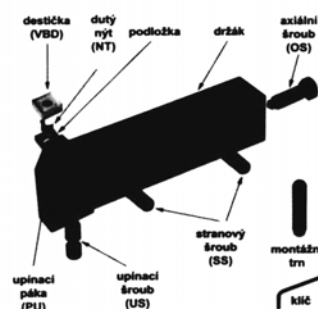


sestava nožů 16CA

Obrázek 24. Systém upínání C dle ISO firmy PRAMET.

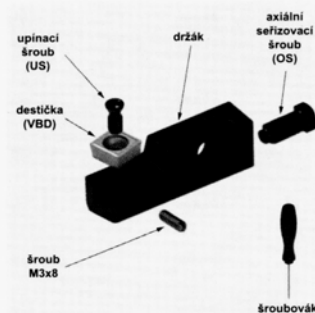
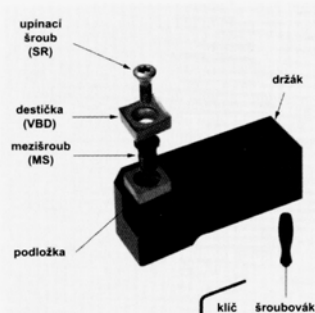
ISO systém P

kód	podložka	upínací páka 	upínací šroub 	klíč ČSN 23 0710 	dutý nýt 	montážní trn 
PT10	TNU 16 03 08	PU01	US34 (M6x0,75)		NT04	MT04
PT11	TNU 16 03 08		US46 (M6x0,75)			
PW10	WNU 06 03 08		US34 (M6x0,75)			
PW11	WNU 06 03 08		US46 (M6x0,75)			
PC25	-	PU32	US46 (M6x0,75)		-	-
PT20	TNU 22 03 12	PU02	US35		NT05	MT05
PS20	SNU 12 03 12		US35			
PS21	SNU 12 03 12		US41			
PS22	SNU 12 03 12		US42			
PC20	CNU 12 03 12		US35			
PC21	CNU 12 03 12		US41			
PC22	CNU 12 03 12		US42			
PW20	WNU 08 03 12		US35			
PW21	WNU 08 03 12		US41			
PW22	WNU 08 03 12		US42			
PR20	RNU 12 03 00		US35			
PD30	DNU 15 03 08	PU03	US36			
PD31	DNU 15 03 08	PU03	US40			
PD33	-	PU03-A	US41		NT15	
PT40	TNU 27 04 16	PU04	US36		NT07	MT07
PS40	SNU 15 03 12					
PC40	CNU 15 03 12					
PR40	RNU 15 03 00					
PT50	TNU 33 04 12	PU05	US38		NT06	MT06
PS50	SNU 19 04 16					
PC50	CNU 19 04 16					
PR50	RNU 19 04 00					
PS60	SNU 25 06 24	PU06	US39		NT08	MT08
PRP70	RCU 16 03 00	PU07	US36		NT05	MT05
PRP 80	RCU 25 06 00	PU08	US38		NT06	MT06
PRP 90	RCU 20 40 00	PU09	US36		NT07	MT07
PRP 100	RCU 32 06 00	PU10	US47		NT08	MT08

Obrázek 25. Systém upínání *P* dle ISO firmy PRAMET.

ISO systém S

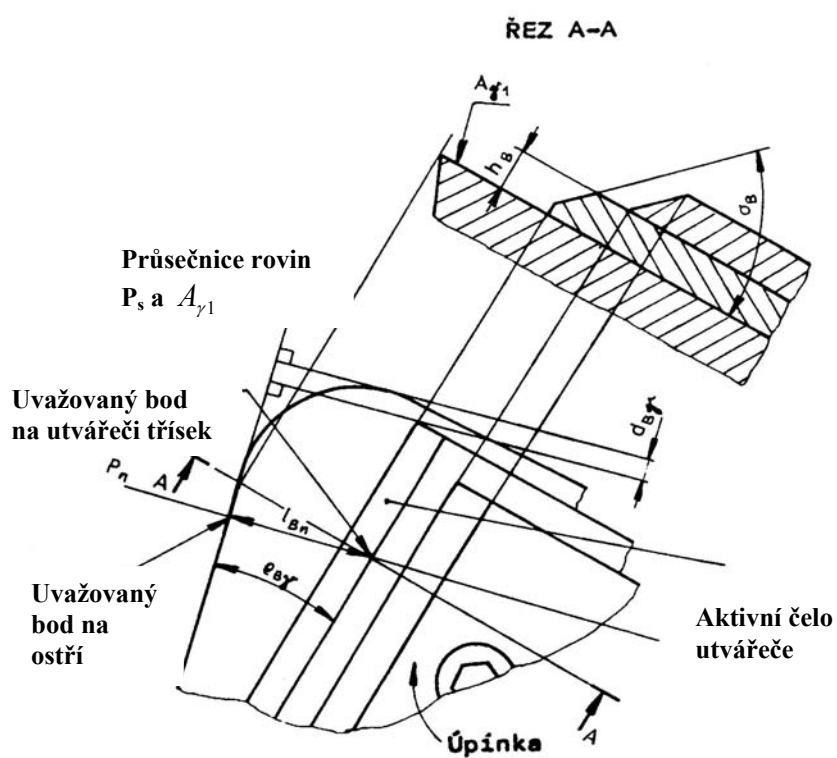
kód	upínací šroub 	závit	podložka	mezišroub 	klíč	náhradní klíče 	staré provedení	
							upínací šroub	závit
SO1	US19	(M 2,5)	-	-	KL02 (T8)	-	US19	(M 2,5)
SO2	US52	(M 2,5)	-	-	KL02 (T8)	-	US19-K	(M 2,5)
SO3	US33	(M 3,0)	-	-	KL02 (T8)	-	US33	(M 3,0)
SO4	US43	(M 3,5)	-	-	KL06 (T15)	-	US13	(M 4,0)
SO5	US53	(M 3,5)	-	-	KL06 (T15)	-	US13-K	(M 4,0)
SO6	US49	(M 4,5)	-	-	KL07 (T20)	-	US14	(M 5,0)
SO7	US44	(M 4,5)	-	-	KL07 (T20)	-	US14-K	(M 5,0)
SC10	US43	(M 3,5)	CCW09	MS01	KL10 (kombinovaný)	KL06 + 	-	-
SD10	US43	(M 3,5)	DCW11					
SR10	US43	(M 3,5)	RCW10					
SS10	US43	(M 3,5)	SCW09					
ST10	US43	(M 3,5)	TCW16					
SV10	US43	(M 3,5)	VCW16					
SW10	US43	(M 3,5)	WCW06					
SC20	US49	(M 4,5)	CCW12	MS02	KL11 (kombinovaný)	KL07 + 	-	-
SD20	US49	(M 4,5)	DCW15					
SS20	US49	(M 4,5)	SCW12					
SW20	US49	(M 4,5)	WCW08					
ST20	US49	(M 4,5)	TCW22					



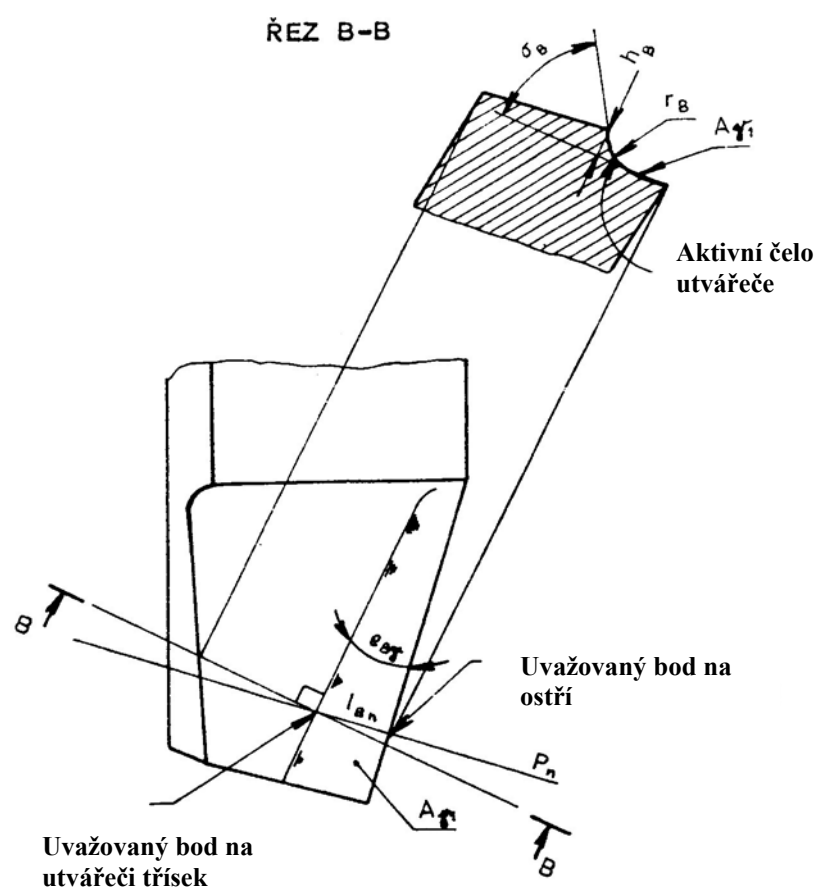
sestava nože - 10CA str.71

Obrázek 26. Systém upínání S dle ISO firmy PRAMET.

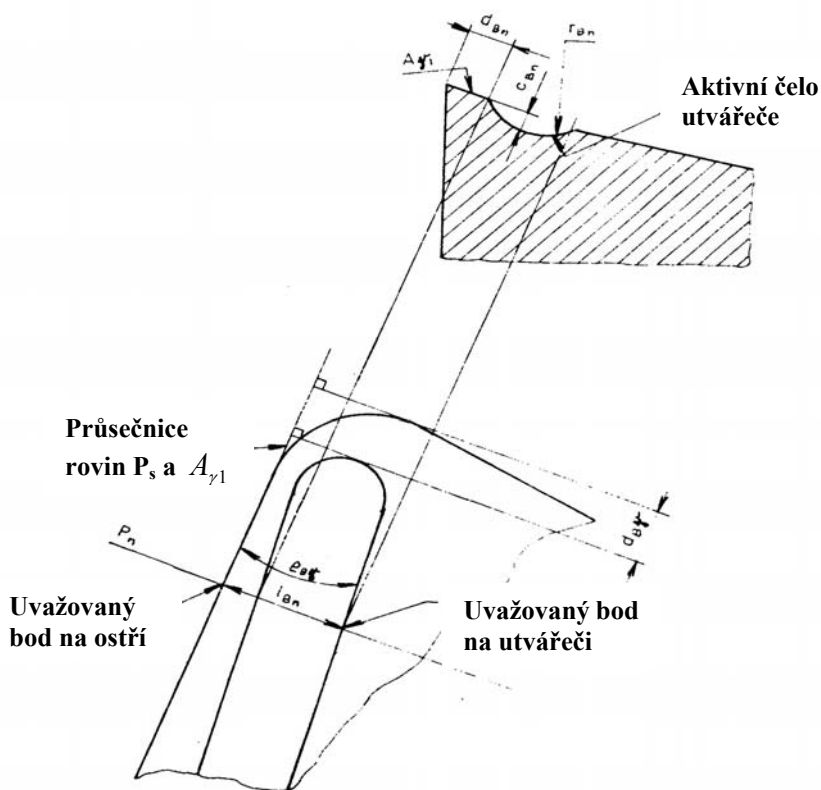
Obrázek 27. Příložný utvářeč
třísky dle ČSN ISO 3002/1



Obrázek 28. Integrální
utvářeč třísky dle ČSN
ISO 3002/1

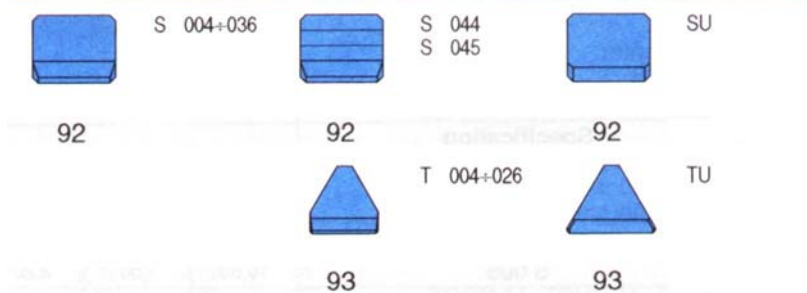


Obrázek 29. Žlábkový
utvářeč třísky dle ČSN ISO
3002/1



UTVÁŘEČE

Obrázek 30. Tvary vyráběných
příložných mechanických
utvářečů třísky.



Podložky, jsou podložné destičky pod řeznou destičku, aby zabránily otlaku po vznikajících silách a rázech při obrábění a jsou vyrobeny ze slinutého karbidu ve tvaru řezné destičky. Označení je obdobné jako u řezných destiček (viz obr. 31).

Tvarové soustružnické nože :

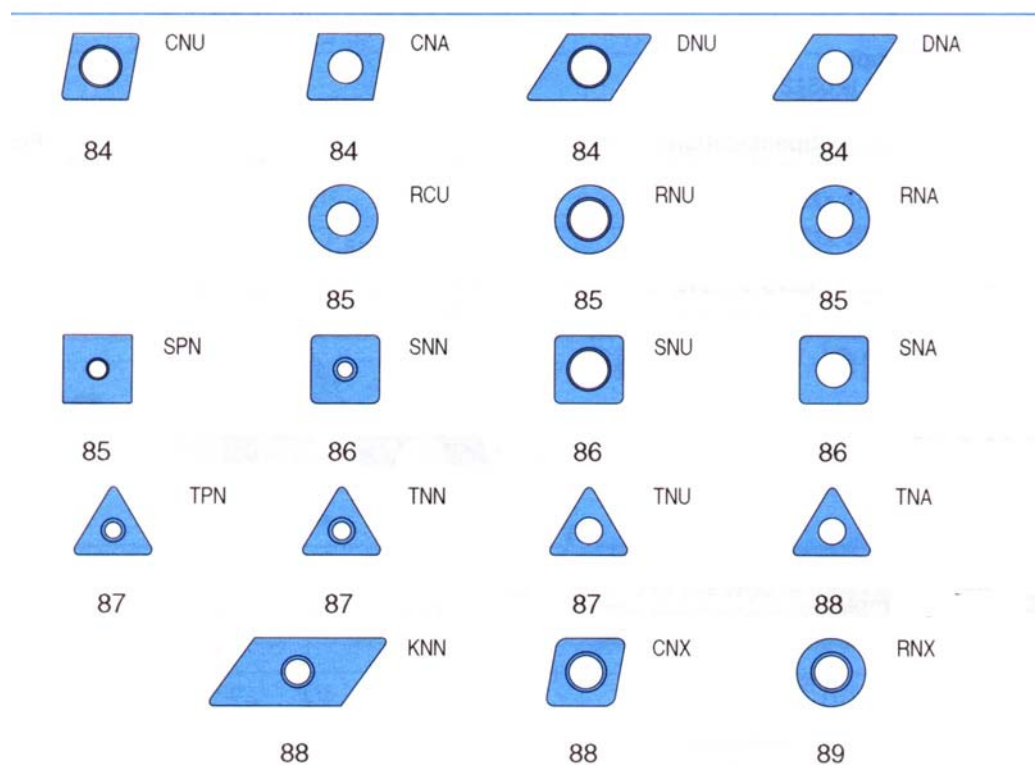
Používají se při výrobě strojních součástí menších rozměrů složitějších tvarů, vyráběných sériově na soustruzích a automatech. Celý tvar součásti se zpravidla zhotoví najednou, čímž se sníží jak časy hlavní tak vedlejší při výrobě dané součásti. Při konstrukci tvarových nástrojů je nutno respektovat požadovanou přesnost vyráběných součástí. Konstrukce a výroba tvarového soustružnického nástroje je velmi náročná. Rozdělení tvarových nožů :

- podle posuvu nástroje vůči osy obrobku – *radiální*,
- *tangenciální*,

- podle jeho tvaru

- axiální,
- ploché tvarové nože,
- hranolové (prizmatické) tvarové nože,
- kotoučové tvarové nože.

PODLOŽKY



Obrázek 31. Příklady vyráběných podložných destiček.

3. TÉMA

FRÉZY

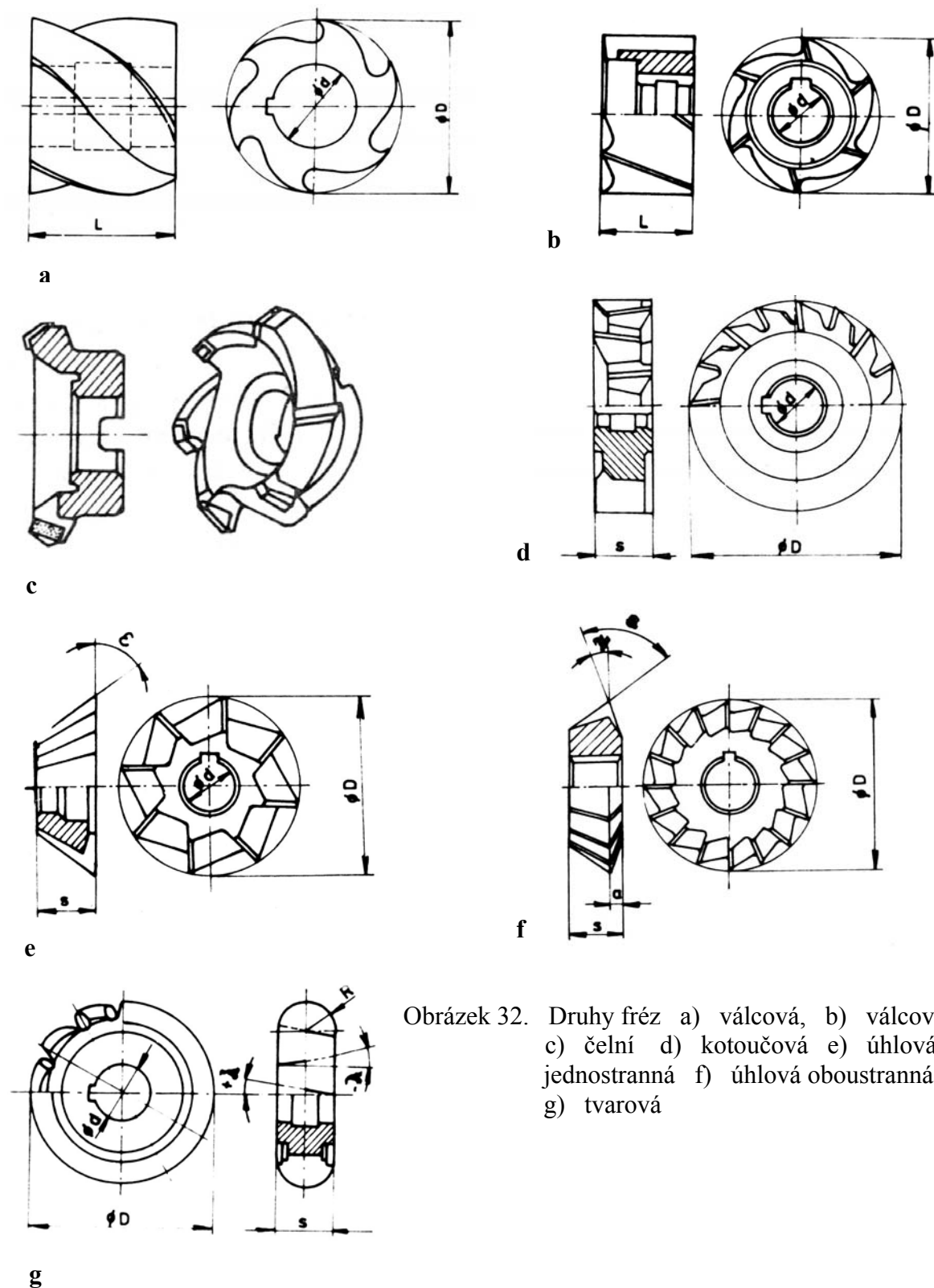
Frézovací nástroje patří po nožích mezi nejdůležitější obráběcí nástroje. Frézováním vyrábíme jak rovinné, tak i tvarové plochy. Fréza patří mezi vícebřité nástroje rozměrové a je výrobně mnohem náročnější, především tvarové frézy (frézy na ozubení, apod.). Při vlastním navrhování frézy je třeba brát ohled na mnoho faktorů které ovlivňují proces frézování, abychom obdržely co nejvhodnější nástroj z hlediska požadavků na něj kladených.

Druhy fréz :

Frézy dělíme podle zubů umístěných na tělese na :

- **válcové frézy**, kdy zuby jsou rozmístěny pouze na válcové ploše (viz obr. 32a). Jsou určeny k frézování rovinných ploch rovnoběžných s osou frézy (dosahovaný drsnost max. $R_a = 1,6$ až $6,3$),

- **válcové frézy čelní**, kde zuby jsou rozloženy jak na válcové části, tak i na čelní ploše. Používají se při současném frézování dvou rovin na sebe kolmých (viz obr. 32b),



Obrázek 32. Druhy fréz a) válcová, b) válcová čelní c) čelní d) kotoučová e) úhlová jednostranná f) úhlová oboustranná g) tvarová

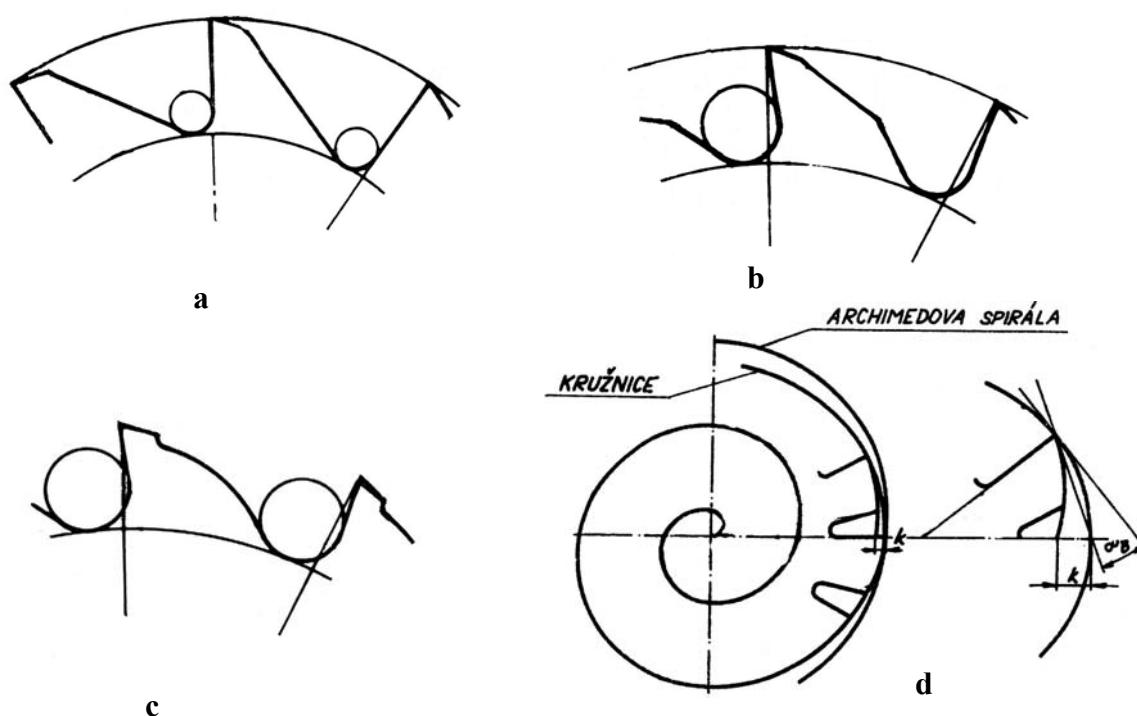
- **čelní**, zuby jsou rozloženy ne čelní rovině kolmé k ose frézy. Používají se k frézování rovinných ploch. Čelní frézy se vsazenými noži, zuby nebo řeznými destičkami větších průměrů (> 125), nazýváme **frézovací hlavy** (viz obr. 32c),

- **kotoučové**, kde zuby jsou rozloženy po válcové ploše a po obou čelních rovinách. Jsou vhodné pro frézování drážek a pro čelní frézování bočních rovin (viz obr. 32d),

- **úhlové jednostranné**, zuby jsou rozloženy po jedné straně kuželové plochy. Jsou určeny k frézování nakloněných rovin, sražení hran, apod. (viz obr. 32e),
- **úhlové oboustranné**, zuby jsou rozloženy po dvou kuželových plochách. Mohou být *souměrné* nebo *nesouměrné*. Jsou určeny např. k frézování zubových drážek, vybrání, apod. (viz obr. 32f),
- **tvarové**, používají se k výrobě tvarů na součásti a jejich tvar je od nich odvozen. Jejich použití je široké pro profily kruhové i obecné (viz obr. 32 g).

Podle tvaru zubů dělíme frézy se zuby :

- **frézovanými**, s *lomenou hřbetní plochou* (viz obr.33b) a *jednoduchou hřbetní plochou* (viz obr. 33a),
- **podtáčenými**, hřbetní plocha je vytvořena podsoustružením nebo podbroušením (Archimedova spirála) (viz obr. 33d),
- **litymi**, hřbetní plochu tvoří válec (viz obr. 33c).



Obrázek 33. Základní tvary zubů frézy. a) hřbet z jednoduchou plochou
b) hřbet s lomenou plochou c) kruhová hřbetní plocha
d) podtáčená hřbetní plocha

Podle průběhu ostří dělíme na frézy :

- **s přímými zuby** (viz obr. 32 e,f),
- **se šikmými zuby** (viz obr. 32 b,d),
- **se zuby ve šroubovici** (viz obr. 32 a).

Podle upnutí dělíme na frézy :

- **s upínací stopkou** a) *válcovou*,
b) *kuželovou*,
- **nástrčné** s upínacím otvorem (viz obr. 32).

- *pravořezné,*
- *levořezné*

- **frézy celistvé**, jsou celé vyrobeny z jednoho a to řezného materiálu,
- **frézy s vkládanými zuby**, těleso je z konstrukční oceli a zuby z řezného materiálu,
- **frézy složené**, z několika fréz,
- **frézy dělené**, pro nastavení fréz na stejný rozměr.

- frézy válcové čelní nástrčné (viz tab. 1 a),
- frézy válcové s válcovou a kuželovou stopkou (viz tab. 1 b),
- frézy válcové čelní stopkové s válcovou a kuželovou stopkou (viz tab. 1 c),
- frézy kotoučové (viz tab. 1 d),
- frézy pro „T“ drážky a úsečová pera s válcovou a kuželovou stopkou (viz tab. 1 e),
- frézy pro drážky per se stopkou válcovou a kuželovou (viz tab. 1 f),
- frézy válcové čelní s kuželovou stopkou a unašečem (viz tab. 1 g),
- frézy tvarové a podtáčené, stopkové a nástrčné (viz tab. 1 h),
- frézy úhlové, se stopkou a nástrčné (viz tab. 1 i),
- frézy kopírovací se stopkou válcovou a kuželovou (viz tab. 1 j),
- frézy kotoučové pro drážkové hřídele (viz tab. 1 k),
- frézy pro mazací drážky se stopkou a nástrčné (viz tab. 1 l),
- frézy na ozubení kotoučové a stopkové (viz tab. 1 m).

- označení fréz nástrčných a stopkových s řeznými destičkami (viz tab. 2),
- čelní a rohové frézy nástrčné s řeznými destičkami (viz tab. 3),
- kotoučové frézy s řeznými destičkami (viz tab. 4a),
- frézy s břity ve šroubovici, stopkové a nástrčné s řeznými destičkami (viz tab. 4b),
- frézy stopkové s řeznými destičkami (viz tab. 4c),
- závrtné frézy s břitovými destičkami (viz tab. 4d).

4. TÉMA

Rozdělení nástrojů na otvory :

- 1. Vrtáky**
- a) *ploché* – kopinaté
 - b) *šroubovité* - se stopkou - válcovou,
- kuželovou (MK 0 až 6),

	NÁZEV		
--	-------	--	--

FRÉZY VÁLCOVÉ ČELNÍ

Tabulka 1a

22 2050	Hrubozubé		
22 2052	Polohrubozubé		
22 2052.1	Polohrubozubé s přerušovaným ostřím		
22 2054	Jemnozubé		

FRÉZY VÁLCOVÉ

Tabulka 1b

22 2110	S válcovou stopkou		
22 2114	S kuželovou stopkou With taper shank Mit Kegelschaft		

FRÉZY VÁLCOVÉ ČELNÍ STOPKOVÉ

Tabulka 1c

22 2130	Hrubozubé		
22 2132	Polohrubozubé		
22 2132.1	Polohrubozubé s přerušovaným ostřím		

Tabulka 1. Příklady fréz vyráběné dle ČSN.

	NÁZEV		
FRÉZY VÁLCOVÉ ČELNÍ STOPKOVÉ		Tabulka 1c	
22 2133	Levořezné polohrubozubé		
22 2134	Jemnozubé		
22 2135	Levořezné jemnozubé		
22 2142	Polohrubozubé		
22 2142.1	Polohrubozubé s přerušovaným ostřím		
22 2143	Levořezné polohrubozubé		
22 2143.1	Levořezné polohrubozubé s přerušovaným ostřím		
22 2146	Jemnozubé		
22 2147	Levořezné jemnozubé		
22 2148	Hrubozubé		
22 2149	Levořezné hrubozubé		

Pokračování tabulky 1.

	NÁZEV		
FRÉZY KOTOUČOVÉ		Tabulka 1d	
22 2161	Hrubozubé		
22 2162	Zvláště hrubozubé		
22 2165	Jemnozubé		
22 2168	Pro drážky		
22 2171	Jemnozubé složené		
22 2172	Stavitelné hrubozubé		
22 2173	Stavitelné jemnozubé		
22 2176	Jednostranné pravé		
22 2177	Jednostranné levé		

Pokračování tabulky 1.

FRÉZY PRO DRÁŽKY "T" A ÚSEČOVÁ PERA

Tabulka 1e

22 2180	S válcovou stopkou		
22 2181	S kuželovou stopkou s upínacím závitem		
22 2182	S kuželovou stopkou s unašečem		
22 2185	Pro drážky úsečových per Für Woodruffnuten		

FRÉZY PRO DRÁŽKY PER STOPKOVÉ

Tabulka 1f

22 2190	Se souměrnými čelními břity		
22 2190.1	S nesouměrnými čelními břity		
22 2191	Pro přesné drážky zhotovené rámovým frézováním		
22 2192	Se souměrnými čelními břity		

Pokračování tabulky 1.

	NÁZEV		
--	-------	--	--

FRÉZY PRO DRÁŽKY PER STOPKOVÉ

Tabulka 1f

22 2192. I	S nesouměrnými čelními břity		
22 2194	Se souměrnými čelními břity		
22 2194. I	S nesouměrnými čelními břity		

FRÉZY VALCOVÉ ČELNÍ S UNAŠEČEM

Tabulka 1g

22 2197	Hrubozubé		
22 2198	Polohrubozubé		
22 2198. I	Polohrubozubé s přerušovaným ostřím		
22 2199	Jemnozubé		

Pokračování tabulky 1.

	NÁZEV		
FRÉZY TVAROVÉ PODTÁČENÉ		Tabulka 1h	
22 2210	Půlkruhové vypouklé		
22 2226	Čtvrtkruhové vyduté		
22 2227	Čtvrtkruhové vyduté		
22 2230	Půlkruhové vyduté		
22 2231	Půlkruhové vyduté složené		
22 2234	Čtvrtkruhové vyduté dvoustranné		

Pokračování tabulky 1.

	NÁZEV		
FRÉZY ÚHLOVÉ		Tabulka 1i	
22 2240	Jednostranné		
22 2242.1	Jednostranné pro zubové mezery		
22 2244	Oboustranné nesouměrné		
22 2250	Oboustranné souměrné		
22 2252.1	Oboustranné pro zubové mezery		
22 2254	Čelní pro prizmatická vedení		
22 2260	S válcovou stopkou		
22 2262	S válcovou stopkou		
22 2268	Pro prizmatická vedení		

Pokračování tabulky 1.

	NÁZEV		
--	-------	--	--

FRÉZY KOPÍROVACÍ

Tabulka 1j

22 2280	S válcovou stopkou		
22 2280.1	S válcovou stopkou s přerušovaným ostřím		
22 2290	Válcové čelní s přímými zuby		
22 2291	S čelními půlkruhovými břity		
22 2292	S čelními půlkruhovými břity		
22 2293	S čelními čtvrtkruhovými břity		
22 2294	Prodloužené s čelními půlkruhovými břity		
22 2295	Prodloužené s čelními čtvrtkruhovými břity		
22 2296	Prodloužené s čelními přímými břity		

Pokračování tabulky 1.

	NÁZEV		
--	-------	--	--

FRÉZY KOPÍROVACÍ

Tabulka 1j

22 2298	S kuželovou stopkou		
22 2298.1	S přerušovaným ostřím s kuželovou stopkou		

FRÉZY PRO DRÁŽKOVÉ HŘÍDELE

Tabulka 1k

22 2731	Pro čtyřdrážkové hřídele s přídavkem na broušení		
22 2732	Pro čtyřdrážkové hřídele s přídavkem na broušení		
22 2733	Pro šestidrážkové hřídele s přídavkem na broušení		
22 2734	Pro šestidrážkové hřídele s přídavkem na broušení		

FRÉZY PRO MAZACÍ DRÁŽKY

Tabulka 1l

22 2840	S válcovou stopkou		
----------------	--------------------	---	--

Pokračování tabulky 1.

	NÁZEV		
--	-------	--	--

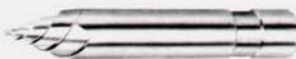
FRÉZY PRO MAZACÍ DRÁŽKY

Tabulka 11

22 2842	Kotoučové s válcovou stopkou		
22 2844	Kotoučové s kuželovou stopkou		
22 2846	Kotoučové - nástrčné		

FRÉZY NA OZUBENÍ

Tabulka 1m

22 2512	Na ozubené hřebeny, úhel záběru 20°		
22 2539	Na zaoblování zubů ozubených kol		

ŠEVINGOVACÍ KOLA

SHAVING TOOLS

SCHABWERZEUG

22 2560	Průměr 175 DIA 175		
22 2561	Průměr 250		

Pokračování tabulky 1.

NÁSTRČNÉ FRÉZY

ISO 7406-88
DIN 8029/1

NÁSTRČNÉ FRÉZY

ISO 7406-88
DIN 8029/1

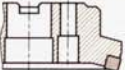
Typ frézy, druh a velikost upínání



A
ISO 6462/A
DIN 8030/A
ČSN 22 2301/A



B
ISO 6462/B
DIN 8030/B
ČSN 22 2301/B



C
ISO 6462/C
DIN 8030/C
ČSN 22 2301/C

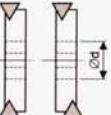
G $\varnothing d=32$

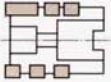
H $\varnothing d=40$

J $\varnothing d=50$

K $\varnothing d=60$

M $\varnothing d=80$





Úhel nastavení

κ_r

90°

75°

60°

45°

MO

Úhel hřbetu fazetky



N $\alpha_n = 0^\circ$



E $\alpha_n = 20^\circ$



P $\alpha_n = 11^\circ$



F $\alpha_n = 25^\circ$



D $\alpha_n = 15^\circ$

...



B mm



l₁ mm

160
250

H
C

05
16

N
R

-

F
W

90
45

T
S

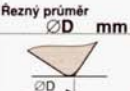
P
E

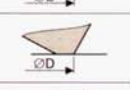
16
12

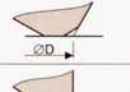
P
F

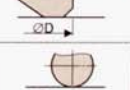
22

Řezný průměr
 $\varnothing D$ mm


 $\varnothing D$


 $\varnothing D$


 $\varnothing D$


 $\varnothing D$


 $\varnothing D$


 $\varnothing D$

Směr řezu

R

L

N

Pracovní počet ostří

Způsob upínání

C

S

W

F

Tvar destičky

S

C

T

W

R

A

Úhel hřbetu



N $\alpha_n = 0^\circ$



D $\alpha_n = 15^\circ$



C $\alpha_n = 7^\circ$



E $\alpha_n = 20^\circ$



P $\alpha_n = 11^\circ$



F $\alpha_n = 25^\circ$

Velikost destičky nebo délka rezní hrany

d mm	S	C	T	W	R	A
6,35						09
7,94				05		
9,525	09	09	16	06		12
10,0					10	
12,0					12	
12,7	12	12	22	08		15
15,875	15					
16,0					16	
25,0					25	
25,4	25					

32
63

A
J

3
4

R
R

040
150

BD
H

32
50

-

S
S

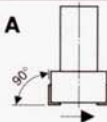
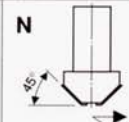
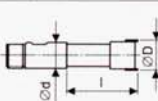
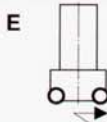
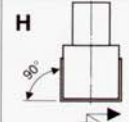
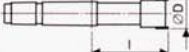
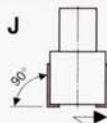
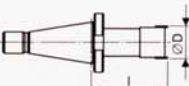
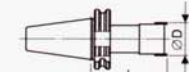
A
SA

D
P

12
95

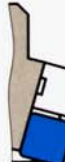
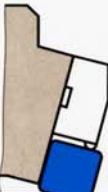
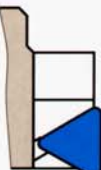
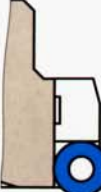
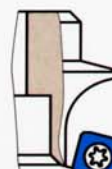
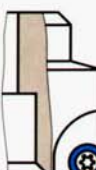
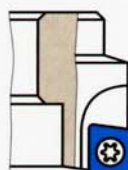
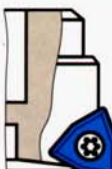
STOPKOVÉ FRÉZY

ISO 7848-86
DIN 8029/2

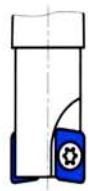
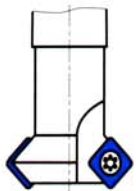
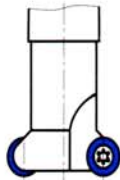
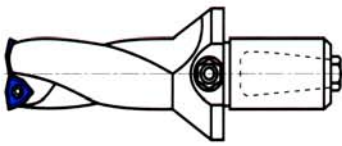
Typ frézy a úhel nastavení		Délka vyložení l mm	Typ upínací stopky		Velikost stopky	
					ØD	Ød
A 	N 		BD	ISO 3338/B + D DIN 1835/B + D ČSN 22 0412	10; 12; 16	16
					20 25 32; 40	20 25 32
E 	H 		E	ISO 296 DIN 228/A ČSN 22 0420	10; 12; 16	02
					20; 25; 32 40	03 04
J 			G	ISO 297 DIN 2080/1 ČSN 22 0430	ØD	7:24 No
					32; 40 (50; 63)	40
			X	ČSN 22 0432	50; 63; 80	50
					ØD	7:24 No
			H	ISO 7388/1 DIN 69871/A ČSN 22 0434	32; 40	40
					50; 63; 80	50

Tabulka 2. Označení fréz nástrčných a stopkových dle ISO A DIN.

• ČELNÍ A ROHOVÉ FRÉZY

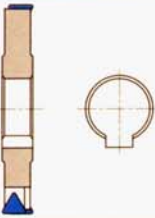
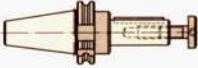
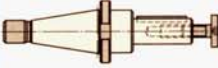
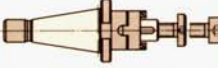
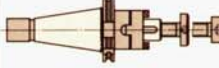
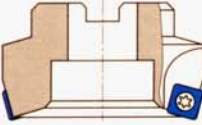
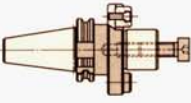
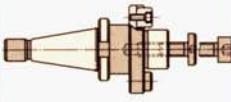
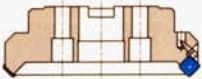
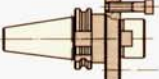
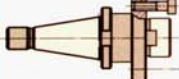
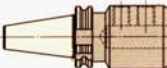
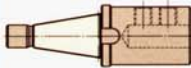
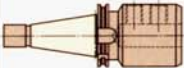
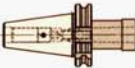
 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = +18^\circ$ $\gamma_f = +11^\circ$ W 75-SF12 2442 (R) 2444 (R)	 $\kappa_r = 60^\circ$ $\gamma_p = +9^\circ$ $\gamma_f = -3^\circ$ W60-SP25 2456 (R) 2457 (L)	 $\kappa_r = 60^\circ$ $\gamma_p = +9^\circ$ $\gamma_f = -3^\circ$ W60-SP15 2458 (R) 2459 (L)
 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = -10^\circ$ $\gamma_f = -7^\circ$ B-WSN12 2460.12(R)	 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = -9^\circ$ $\gamma_f = -5^\circ$ W75-SN12 2462.32 (R) 2464.32 (R) 2463.32 (L) 2465.32 (L)	 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = +7^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$ W75-SP12 2462.42 (R) 2464.42 (R) 2463.42 (L) 2465.42 (L)
 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = -9^\circ$ $\gamma_f = -5^\circ$ W75-SN15 2462.35 (R) 2464.35 (R) 2463.35 (L) 2465.35 (L)	 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = +7^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$ W75-SP15 2462.45 (R) 2464.45 (R) 2463.45 (L) 2465.45 (L)	 $\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +3^\circ \div 5^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$ A-CTP16(22) 2470 (R)
 $\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +5^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$ W90-TP22 2472 (R) 2474 (R)	 $\kappa_r = 87^\circ$ $\gamma_p = +7^\circ$ $\gamma_f = +2^\circ$ W87-SP25 2476 (R) 2477 (L)	 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = -9^\circ$ $\gamma_f = -5^\circ$ W75-SN12 2480 (R) 2480.6 (R) 2481 (L) 2481.6 (L)
 $\gamma_p = 0^\circ$ $\gamma_f = -7^\circ$ WMO-RC16 WMO-RC25 2486.16 (R) 2487.16 (L) 2486.25 (R) 2487.25 (L)	 $\kappa_r = 45^\circ$ $\gamma_p = +18^\circ$ $\gamma_f = -3^\circ$ S45-SE12(R)	 $\kappa_r = 75^\circ$ $\gamma_p = +8^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$ S75-SP12(R)
 $\gamma_p = +5^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$ SMO-RP12(R)	 $\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +5^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$ S90-AP15(R)	 $\kappa_r = 45^\circ$ $\gamma_p = +18^\circ$ $\gamma_f = -3^\circ$ W45-SE12 (R,L)
 $\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +2^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$		

Tabulka 3. Některé druhy vyráběných rohových čelních fréz s řeznými destičkami.

a • KOTOUČOVÉ FRÉZY					
	$\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +2^\circ$ $\gamma_{f1} = +2^\circ 30'$	2434		$\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +2^\circ$ $\gamma_{f1} = +2^\circ 30'$	2436 (R) 2437 (L)
NF90-TP16			RF90-TP16 LF90-TP16		
b • FRÉZY S BŘÍTY VE ŠROUBOVICI					
	$\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +7^\circ \div 15^\circ$ $\gamma_{f1} = 0^\circ$	18		$\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = +7^\circ \div 15^\circ$ $\gamma_{f1} = 0^\circ$	19
J-SASD(09); J-SASP(12)	2496.1 (R)		T-S90SAP(12)	2498.1 (R)	
c • STOPKOVÉ FRÉZY					
	$\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = 0^\circ \div +5^\circ$ $\gamma_{f1} = 0^\circ$			$\kappa_r = 45^\circ$ $\gamma_p = 0^\circ \div +5^\circ$ $\gamma_{f1} = 0^\circ$	
A-SAD09(R); A-SAD12(R); A-SAP15(R)			N-SSD09(R)		
					$\gamma_p = 0^\circ \div +5^\circ$ $\gamma_{f1} = 0^\circ$
				E-SRD10(R)	
d ZÁVRTNÉ FRÉZY			VRTÁKY		
	$\kappa_r = 90^\circ$ $\gamma_p = 0^\circ$ $\gamma_{f1} = 0^\circ$				
H-SCC09(R); H-SCC12(R)			7720(R)		

Tabulka 4. Některé druhy vyráběných fréz s řeznými destičkami a) kotoučové b) frézy stopkové a nástrčné s břity ve šroubovici c) stopkové d) závrtné.

✧ FRÉZOVACÍ TRNY

Typ frézy	Typ frézovacího trnu	Pro automatickou výměnu ISO 7388/1 DIN 69871/A ČSN 22 0434	Pro ruční výměnu ISO 297 DIN 2080 ČSN 22 0430	Pro automatickou i ruční výměnu ČSN 22 0432
	Frézovací trny pro frézy s podélnou unášecí drážkou	 PN 24 7226	 DIN 6360 (DIN 6355) PN 24 7226.1	 PN 24 7220
	Frézovací trny pro frézy s podélnou nebo příčnou unášecí drážkou	 DIN 6358/B PN 24 7227	 DIN 6358/A PN 247227.1	 PN 24 7224
	Frézovací trny pro frézy s příčnou unášecí drážkou	 PN 24 7228	 PN 24 7225	
	Středící trny pro frézovací hlavy		 DIN 6356 PN 24 1462	
	Upínací trny pro frézovací hlavy	 DIN 6357/B PN 24 7228	 DIN 6357/A PN 24 7228.1	 PN 24 1425
	Držáky pro válcové stopky s ploškou	 DIN 6359/B PN 24 7205	 DIN 6359/A PN 24 7205.1	 PN 24 7205.2
	Držáky pro stopky Morse	 DIN 6364/B PN 24 7212	 DIN 6364/A PN 24 7212.1	 PN 24 7213

Tabulka 5. Příklady použití vyráběných upínacích trnů pro jednotlivé druhy fréz s řeznými destičkami.

- čtyřhrannou,
- plochou,
- c) *pro hluboké díry*
 - prodloužené šroubové vrtáky,
 - ploché vrtáky,
 - hlavňové, dělové vrtáky,
 - ejektorové vrtáky,
 - vrtáky systému BTA, apod.
 - vrtací korunky,
 - trepanační vrtáky,
- d) *pro tvarové vrtání*
 - ploché vrtáky,
 - šroubové osazené,
 - pro středící otvory,
 - speciální, kombinované,

2. Vyvrtávací tyče, vyvrtávací hlavy

3. Výhrubníky a) *se stopkou*
 - válcovou,
 - kuželovou,

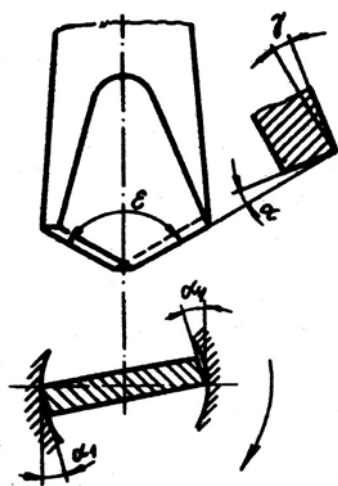
- b) *nástrčné*
4. Výstružníky a) *se stopkou*
 - válcovou,
 - kuželovou,

b) *nástrčné*

5. Záhlubníky

Vrtáky ploché (kopinaté) : (ČSN 22 12 91) (obr.35 a 36a)

- malé průměry se používají v jemné mechanice (do 0,5 mm),
- levořezné na automatech,
- větší průměry se používají jako operační, tvarové a pro hluboké díry.

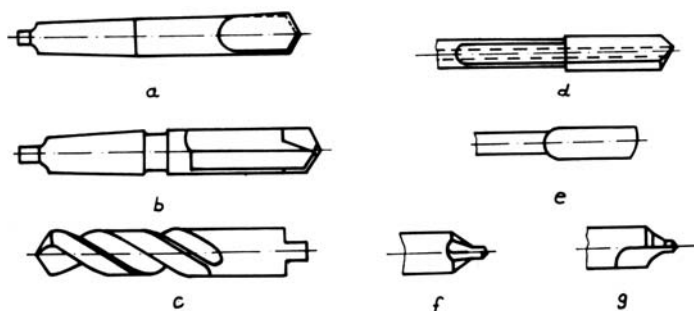


$\alpha_1 = 3^\circ \text{ až } 5^\circ$ pro snížení tření $\gamma =$ je převážně negativní
 $\alpha = 3^\circ \text{ až } 5^\circ$ $\epsilon_r = 90^\circ$ (pro měkký materiál) až 130° (pro křehký materiál)

Vrtáky větších průměrů se řeší s vkládanými řeznými destičkami z materiálu rychlořezného nebo ze slinutých karbidů, připevněných mechanicky nebo připájený.

Obrázek 35. Příklad kopinatého (plochého) vrtáku.

Obrázek 36. Příklady základních tvarů vrtáků a) plochý b) s rovnými drážkami c) šroubový d) pro hluboké díry e) dělové f,g) tvarové.

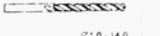
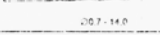


Šroubové vrtáky : (obr. 36c)

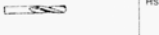
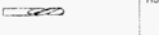
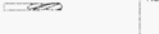
Používají se pro méně přesné díry, předvrtání pro závity, apod. Šroubové drážky se vyrábí třískovým, beztrískovým způsobem a vybrušováním. Dle normy se vrtáky větších průměrů jak 13 mm vyrábí ze dvou částí, řezná část z nástrojového materiálu (NO,RO, SK) a upínací z konstrukční oceli (11 600, apod.). Vytvořením šroubových drážek do válcové části vrtáku vznikne prostor pro odvádění třísek a přívod řezné kapaliny. Sklon drážek λ , současně určuje úhel čela, který se podle tvaru hřbetní plochy od obvodu ke středu mění. Zbývající část válcové části tvoří vodící fazetku která je směrem k upínací stopce kuželovitá (0,1 : 100), proto průměr vrtáku musíme měřit u špičky nástroje. Šroubovitá žebra spojuje jádro se zvětšující se kuželovitostí ke stopce (1 : 130). Příčné ostří vrtáku, které spojuje ostří $\varphi = 50$ až 55° je při vrtání nevýhodné a proto se upravuje buď zkrácením nebo podbroušením hřbetní plochy. Vrták se ostří na hřebetě, kdy se vytváří : a) rovinná plocha b) válcová plocha c) kuželová plocha d) šroubová plocha. Úhel špičky ε , závisí na materiálu který obrábíme :

- ocel 118 až 120° ,
- šedá litina 95° ,
- měď, hliník 140° ,
- slitiny hliníku 110 až 130° ,
- mosaz, bronz 120° ,
- plasty 80 až 100° .

Obdobně se volí úhly α a λ dle obráběného materiálu. Jednotlivé druhy šroubových vrtáků jsou uvedeny v tabulce .

VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU, STŘEDNÍ ŘADA			
NÁZEV			MAT.
22 1121 DIN 338 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ		HSS
SADY	PRŮVIT VRTÁK	PRŮVIT VRTÁK	
	7	1,5/2,3/4/5/5,5/6	
KAZETY Z PLASTICKÉ HMOTY	13	1,5-6,5/0,5 + 3,3/4 2	
	19	1-10x0,5	
KAZETY PLECHOVÉ	25	1-13x0,5	
	41	1,5-9x0,1	
	50	6-10x0,1	
22 1135 DIN 338 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, pákové		HSS
		21,6/17 17	
2913 DIN 338 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, vybrušované zplna		HSS
		20,3 - 17,9	
2909 DIN 338 PW HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, se šroubovici 40°, vybrušované zplna		HSS
		21,0 - 14,0	
2911 DIN 338 RH HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, se šroubovici 12°, vybrušované zplna		HSS
		21,0 - 14,0	
2907 DIN 338 RN HSS CO	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, VYSOCE VÝKONNÉ, vybrušované zplna		HSS CO5
		21,0 - 14,0	
22 1127 DIN 338 RN HSS CO	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, VYSOCE VÝKONNÉ		HSS CO5
		21,0 - 20,0	
2914 L DIN 338 LN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, LEVOREZNÉ, vybrušované zplna		HSS
		20,7 - 14,0	

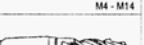
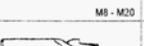
VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU, KRÁTKÁ ŘADA			
NÁZEV			MAT.
22 1131 DIN 338 LN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, LEVOREZNÉ		HSS
		214,5 - 20,0	
2920 DIN 338 RN Form E HSS CO	VRTÁKY NA ODVRTÁVÁNÍ BODOVÝCH SVÁR STŘEDNÍ		HSS CO5
		206,0 / 8,0	
2931 DIN 338 RN HSS TIN	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU STŘEDNÍ, vybrušované zplna, povlakované TIN		HSS TIN
		23,0 - 14,0	
22 5677	VRTÁKY DO DŘEVA - SADY		HSS
	SADA - SET - SATZ	5/8/10 23,0 - 12,0 x 0,1	

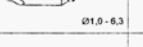
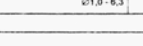
VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU, KRÁTKÁ ŘADA			
NÁZEV			MAT.
22 1182 21,0 - 20,0 DIN 1897 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU KRÁTKÉ		HSS
		21,0 - 40,0	
2905 DIN 1897 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU KRÁTKÉ, vybrušované zplna		HSS
		20,7 - 14,0	
2904 L DIN 1897 LN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU KRÁTKÉ, LEVOREZNÉ, vybrušované zplna		HSS
		20,7 - 14,0	
22 1180 214,5 - 20,0 DIN 1897 LN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU KRÁTKÉ, LEVOREZNÉ		HSS
		214,5 - 40,0	

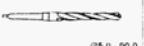
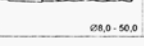
Tabulka 6. Příklady vyráběných šroubových vrtáků dle ČSN a DIN.

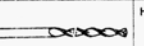
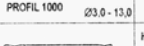
VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU, DLOUHÁ ŘADA A ZVLÁŠT DLOUHÉ			
	NÁZEV		MAT
22 1125 DIN 340 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU DLOUHÉ		HSS
2916 DIN 340 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU DLOUHÉ, vybrušované zplina		HSS
2915 DIN 340 RN HSS CO	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU DLOUHÉ, VYSOCE VÝKONNÉ, vybrušované zplina		HSS CO5
2917 DIN 340 RW HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU DLOUHÉ SE ŠROUBOVICÍ 40°, vybrušované zplina		HSS
2932 DIN 340 RN HSS TiN	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU DLOUHÉ, vybrušované		HSS TiN
3001 DIN 1869 RN HSS	VRTÁKY S VÁLCOVOU STOPKOU ZVLÁŠT DLOUHÉ, vybrušované zplina		HSS

MIKROVRTÁKY SE ZESÍLENOU VÁLCOVOU STOPKOU			
CODE	NÁZEV * NAME * BENENNUNG		MAT
22 1191 DIN 1869 RN HSS	MIKROVRTÁKY SE ZESÍLENOU VÁLCOVOU STOPKOU, vybrušované zplina		HSS
22 1193 DIN 1869 RH HSS	MIKROVRTÁKY SE ZESÍLENOU VÁLCOVOU STOPKOU SE ŠROUBOVICÍ 12°, vybrušované zplina		HSS
22 1192 DIN 1869 LN HSS	MIKROVRTÁKY SE ZESÍLENOU VÁLCOVOU STOPKOU, LEVOŘEZNÉ, vybrušované zplina		HSS

VRTÁKY STUPŇOVITÉ			
	NÁZEV		MAT
22 1252 DIN 8376 RN HSS	VÍCEFAZETOVÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 180° S VÁLCOVOU STOPKOU		HSS
22 1253 DIN 8377 RN HSS	VÍCEFAZETOVÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 180° S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE		HSS
22 1254 DIN 8374 RN HSS	VÍCEFAZETOVÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 90° S VÁLCOVOU STOPKOU		HSS
22 1255 DIN 8375 RN HSS	VÍCEFAZETOVÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 90° S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE		HSS
22 1258 DIN 8376 RN HSS	VÍCEFAZETOVÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 90° S VÁLCOVOU STOPKOU		HSS
22 1259 DIN 8379 RN HSS	VÍCEFAZETOVÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 90° S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE		HSS
	MIT ZYLINDERSCHEFT		
	KRÁTKÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 180° S VÁLCOVOU STOPKOU, vybrušované zplina		HSS
	KRÁTKÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 90° S VÁLCOVOU STOPKOU, vybrušované zplina		HSS
	KRÁTKÉ STUPŇOVITÉ VRTÁKY 90° S VÁLCOVOU STOPKOU, vybrušované zplina		HSS

VRTÁKY STŘEDÍCI			
	NÁZEV		MAT
22 1110 DIN 333 R Form A HSS	VRTÁKY STŘEDÍCI 60° TVAR A		HSS
22 1114 DIN 333 L Form A HSS	VRTÁKY STŘEDÍCI 60° TVAR A, LEVOŘEZNÉ		HSS
22 1112 DIN 333 R Form B HSS	VRTÁKY STŘEDÍCI 60°/1120° TVAR B		HSS
22 1116 DIN 333 R Form R HSS	VRTÁKY STŘEDÍCI 60° TVAR R		HSS
22 1117 DIN 333 L Form R HSS	VRTÁKY STŘEDÍCI 60° TVAR R, LEVOŘEZNÉ		HSS

6 VRTÁKY S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE			
	NÁZEV		MAT
22 1140 DIN 345 RN HSS	VRTÁKY S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE		HSS
22 1155 DIN 345 RN HSS	VRTÁKY S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE, páčkové		HSS
22 1143 DIN 345 RN HSS CO	VRTÁKY S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE, VYSOCE VÝKONNÉ		HSS CO5
5001 DIN 341 RN HSS DIN 1870 RN HSS	VRTÁKY S KUŽELOVOU STOPKOU MORSE, ZVLÁŠT DLOUHÉ		HSS

VRTÁKY SPECIÁLNÍ			
	NÁZEV		MAT
22 11 87	KRÁTKÉ VRTÁKY SE STOPKOU 1/2"		HSS
22 1132 DIN 1869 R GT 50 HSS	SPECIÁLNÍ VRTÁKY PRO HLUBOKÉ DÍRY V MĚKKÝCH MATERIÁLECH, vybrušované zplina		HSS
22 1133 DIN 1869 R GT 100 HSS, HSS CO	SPECIÁLNÍ VRTÁKY PRO HLUBOKÉ DÍRY V OCELÍCH SE ZVÝŠENOU PEVNOSTÍ, vybrušované zplina		HSS HSS CO5
22 1137	OBOUSTRANNÉ VRTÁKY DO PLECHŮ, vybrušované zplina		HSS
	KUŽELOVITÉ VRTÁKY NA DÍRY DO TENKÝCH PLECHŮ		HSS

Pokračování tabulky 6.

Nástroje na hluboké díry :

- Požadavky :
- rozměrová přesnost,
 - geometrická přesnost,
 - válcovitost, kruhovitost,
 - drsnost povrchu,
 - drobení třísky a odplavování z místa řezu.

Používají se speciální stroje, kde hlavní pohyb vykonává obrobek, vedlejší nástroj, ale používají se také upravené soustruhy.

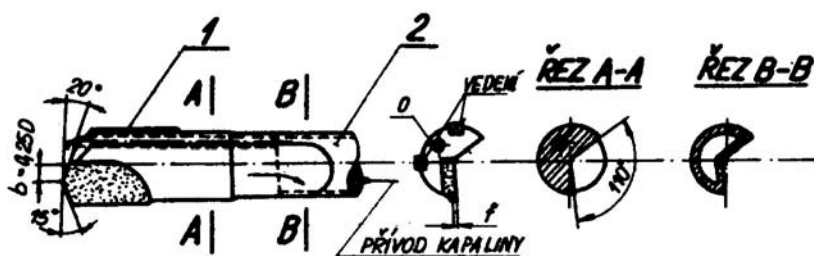
- a) **Prodloužené šroubové vrtáky** - silnější jádro vrtáku (o 100 %),
 - do drážek je vložena trubička pro přívod řezné kapaliny,
 - zkracování příčného břitu a vytváření lomeného břitu (pro měkké materiály).

- b) **Ploché vrtáky**
 - celistvé,
 - se vsazovanými noži z NO,RO,SK.

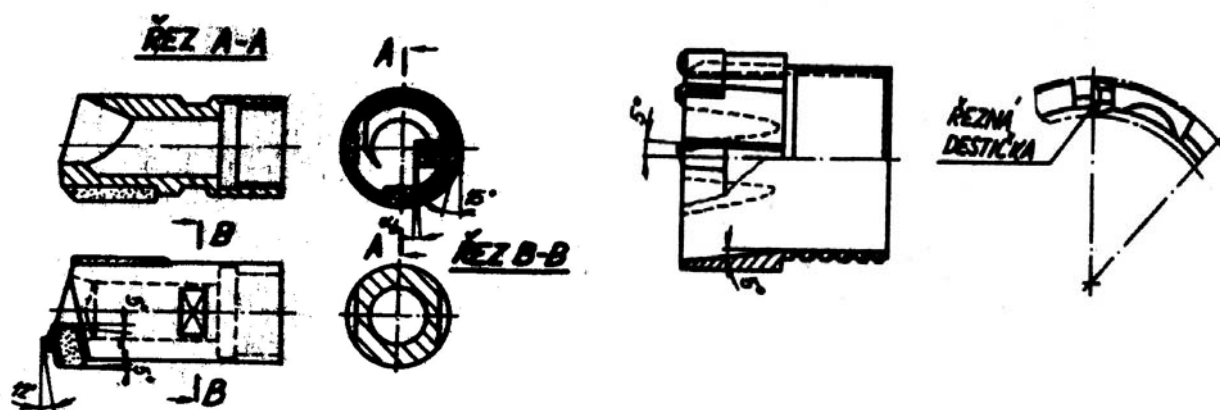
- c) **Hlavňové (dělové) vrtáky** - jednobřité – *dělové vrtáky* (přímé ostří),
 - dvoubřité - *hlavňové vrtáky* (lomené ostří)(viz obr 36).

Odvod třísek může u hlavňových vrtáků být buď vnitřní nebo vnější. Tlak přiváděné kapaliny 2 až 5 Mpa. U větších průměrů nad 30 mm je vrták složený, vrtací hlava z NO,RO,SK a násada z konstrukční oceli.

- d) **Trepanační vrtáky** - používají se při vrtání děr nad 35 mm do plného materiálu, odebrání mezikruží a jádro je ponechané. Proplachování je řešeno jako vnitřní i vnější(viz obr. 37).



Obrázek 36. Příklad konstrukce hlavňového vrtáku.



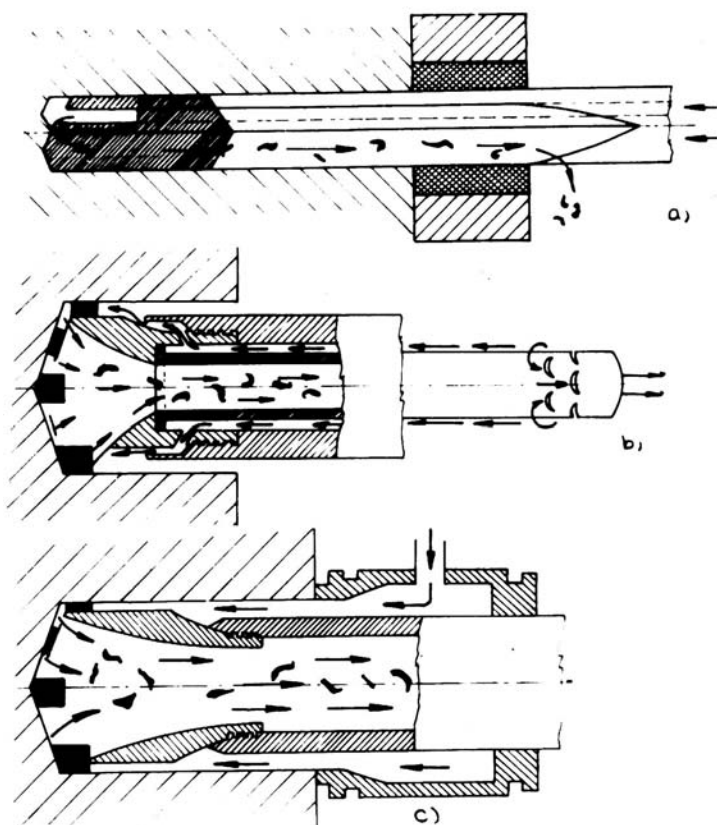
Obrázek 37. Příklad konstrukce trepanačního vrtáku.

Obrázek 38. Příklad konstrukce vrtací korunky.

- e) **Vrtací korunky**, (nad 60 mm) jsou v podstatě duté válce osazené řeznými destičkami z RO, SK, kde řezná kapalina je přiváděna dutinou nebo mezi nástrojem a dutinou (viz obr. 38).

- f) **Ejektorové vrtání**, vnitřní přívod řezné kapaliny a vnitřní odvod třísek s kapalinou (odsávání podtlakem) (viz obr 39b). Výhodou tohoto způsobu jsou nízké náklady, použití běžných soustruhů, vyšší rychlosti a výkony (až 5x), přesnost IT 10, $R_a = 10 \mu m$ a snadná výměna řezných destiček.

- g) **Systém BTA**, vnější přívod řezné kapaliny a vnitřní odvod třísek s kapalinou (viz obr. 39c).



Tvarové nástroje na díry :

a) Středící vrtáky (viz tab. 6),
vyrábí se dle ČSN,DIN tvaru
A,B,C,R s úhlem 60° nebo 90° .

b) Vícestupňové a kombinované vrtáky, vyrábí se dle ČSN a DIN,
v různých kombinacích (viz tab. 6).

c) Speciální vrtáky, (viz tab. 6).

Vyvrťovací tyče: (obr. 40)

Používají se k rozšiřování
předpracovaných děr. (možnost
nahrazení výhrubníkem a
výstružníkem). Podle počtu nožů je
můžeme rozdělit na :

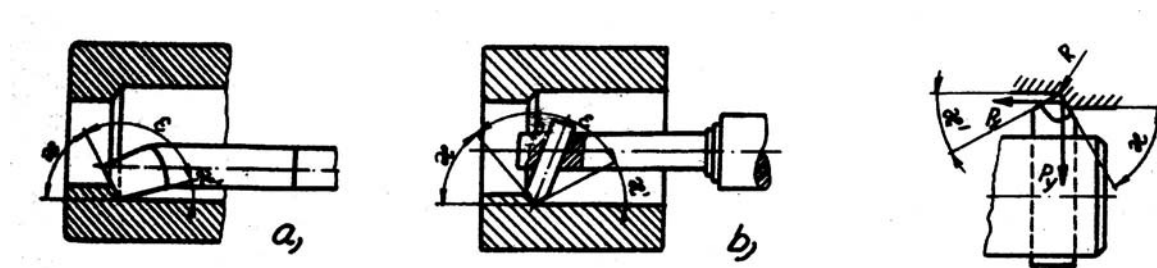
- jednobřité,
- vícebřité.

Podle upnutí tyče :

- letmé (pro krátké, neprůchozí
díry),
- opřené (pro větší tuhost, průchozí
díry).

Obrázek 39. a) vrtání jednobřitým vrtákem,
b) ejektorové vrtání, c) vrtání v systému BTA.

Pracují s velkými řeznými rychlostmi.



Obrázek 40. Příklady vyvrťávání děr a) soustružnickým nožem, b) vyvrťovací tyčí.

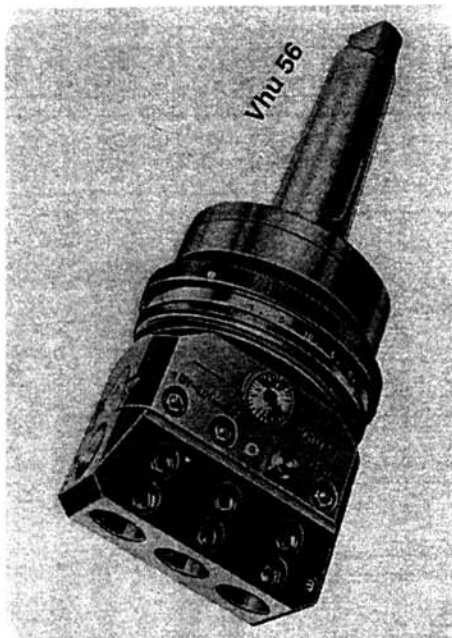
Vyvrťovací hlavy : (obr. 41)

Slouží pro rozšiřování otvorů nebo pro speciální účely (kuželové otvory, kulové, apod.).
a) pevný nástroj (jeden nebo více), b) posuvný nástroj.

Tyto hlavy se řeší v několika velikostech (tab.7) pro určitý rozsah průměru děr . Nastavení je
prováděno mechanicky nebo plynule v systému NC. (viz obr. 42)

Univerzální vyvrtávací hlavy

Vhu

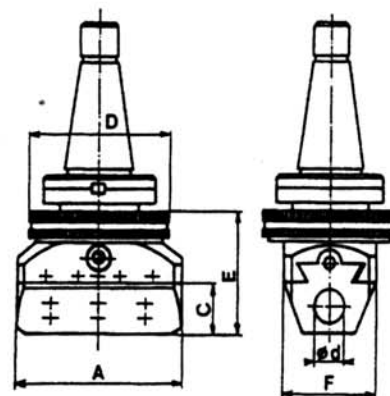


Vyvrtávací hlavy univerzální se používají k přesnému vyvrtávání válcových otvorů, vnějšímu a čelnímu obrábění ploch, zapichování, řezání závitů a k dalším operacím. V omezeném rozsahu se používají k vyvrtávání kuželových otvorů, obrábění vnějších kuželů a kuželových závitů.

Kuželové stopky jsou vyměnitelné a jsou dodávány pro všechny druhy běžných obráběcích strojů. S použitím speciálních stopek lze hlavy použít i na NC strojích se strojní výměnou nástroje.

ZÁKLADNÍ ROZMĚRY:

	A	C	D	d	E	F
Vhu 20	54	15	54	10	56	33
Vhu 36	78	28	72	16	80	53
Vhu 56	115	36	126	25	110	80
Vhu 80	140	36	126	25	110	80
Vhu 110	140	36	126	25	110	80
Vhu 125	190	42	140	32	126	92
Vhu 160	190	50	140	32	134	92



OBJEDNÁNÍ:

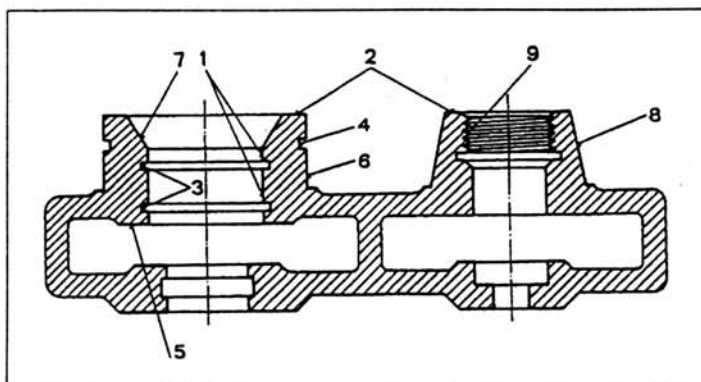
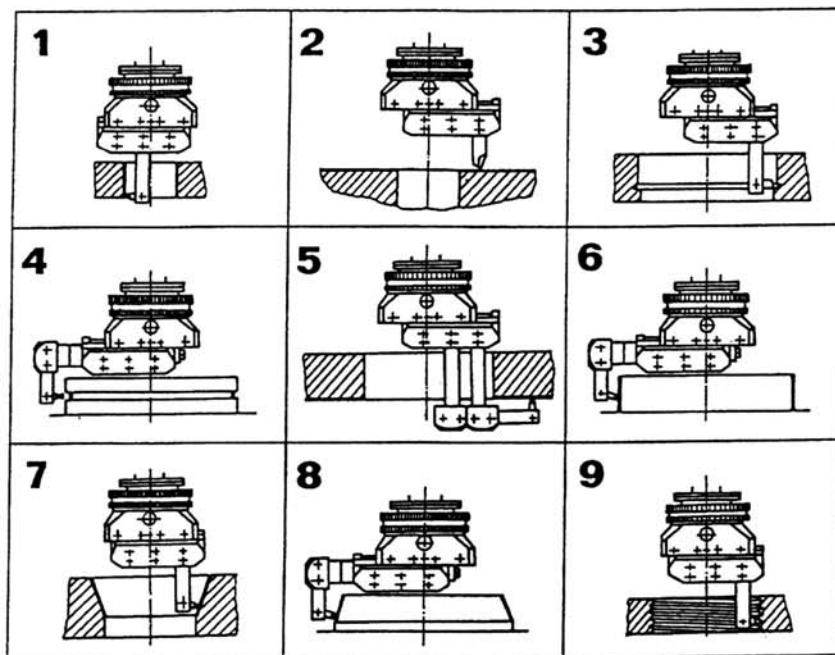
- vyvrtávací hlava Vhu 56 x 4 / M 16 Pn 24 2372.71
- vyvrtávací hlava Vhu 36, výměn. kuželová stopka ISO 30 ČSN 22 0430
- výměnná kuželová stopka Mk 6 - typ 3 pro Vhu 125

Obrázek 41. Příklad vyráběných vyvrtávacích hlav.

TECHNICKÉ PARAMETRY

	Vhu 20	Vhu 36	Vhu 56	Vhu 80	Vhu 110	Vhu 125	Vhu 160
Maximální posuv saní [mm] šířka obráběné čelní plochy	20	36	56	80	110	125	160
Maximální obráběný průměr čela [mm]	150	220	330	380	430	600	680
Maximální průměr vyvrtávaného otvoru [mm]	110	160	230	280	340	380	450
Samočinný posuv saní [mm/ot]	0,04 0,08 0,12	0,02 0,04 0,06	0,05 - 0,10 - 0,15 - 0,20				
Zpětný rychloposuv ruční [mm/ot]	-	3				4	
Přesnost nastavení	1 dílek = 0,01 mm na průměr						
Hmotnost hlavy bez kužele [kg]	0,74	3,5	5,8	7	7,5	11	12,1
Hmotnost hlavy včetně příslušenství [kg]	3,5	8	13	20	21	40	41

PŘÍKLADY POUŽITÍ



Popis operací

1. Vyvrtávání otvoru
2. Zarovnávání předního čela
3. Zapichování v otvoru
4. Zapichování na povrchu
5. Zarovnávání zadního čela
6. Obrábění povrchu
7. Vyvrtávání kuželového otvoru
8. Obrábění vnější kuželové plochy
9. Řezání závitu

Tabulka 7. Technické parametry vyvrtávacích hlav s příklady možností operací vyvrtávání.

Vyvrtávací nářadí



Vyvrtávací hlava stavitelná za chodu
elektronicky
Provedení - metrické
řídící systém MIKRONEX - SN160
Typ VhNe 80

Obrázek 42.
Elektronicky stavitelná
vyvrtávací hlava.

Výhrubníky :(viz
tab.10)

Několikabřitové
rozměrové nástroje jsou
určeny k předpracování
před vystružováním
nebo pro otvory na
hotovo s menší
přesností. Dosahovaná
přesnost IT9, $R_a = 3,2$
 μm . Přidávky na
obrábění $0,5 mm/\phi$.

Podle provedení
rozeznáváme
výhrubníky :

- celistvé, se stopkou
válcovou nebo
kuželovou (do $\phi 32$),
- nástrčné (od $\phi 24$)
s kuželovým upínacím
otvorem.

Výstružníky : (viz
tab.10)

Pro přesnost IT 6 až 9

$R_a = 0,8 \mu m$. Přidávky na obrábění $0,1$ až $0,4 mm/\phi$.

Rozdělení výstružníků podle použití :

- *ruční* (viz tab.10) - pevné s přímými a se zuby ve šroubovici, pravořezné se šroubovicí
levou a levořezné se šroubovicí pravou,
- *strojní* (viz tab. 10) pevné s přímými a se zuby ve šroubovici, pravořezné se šroubovicí levou
a levořezné se šroubovicí pravou,
- *rozpínací a stavitelné* (strojní – tabulka 8 a ruční- tabulka 9).

Vrtáky s výměnnými řeznými destičkami, pro vysoké výkony vrtání a vyvrtávání děr o průměru
větším jak 15 mm, široký rozsah materiálů (otázka volby řezné destičky) a větší přesnosti a
menší drsnosti jak u běžných šroubových vrtáků (viz obr.43).

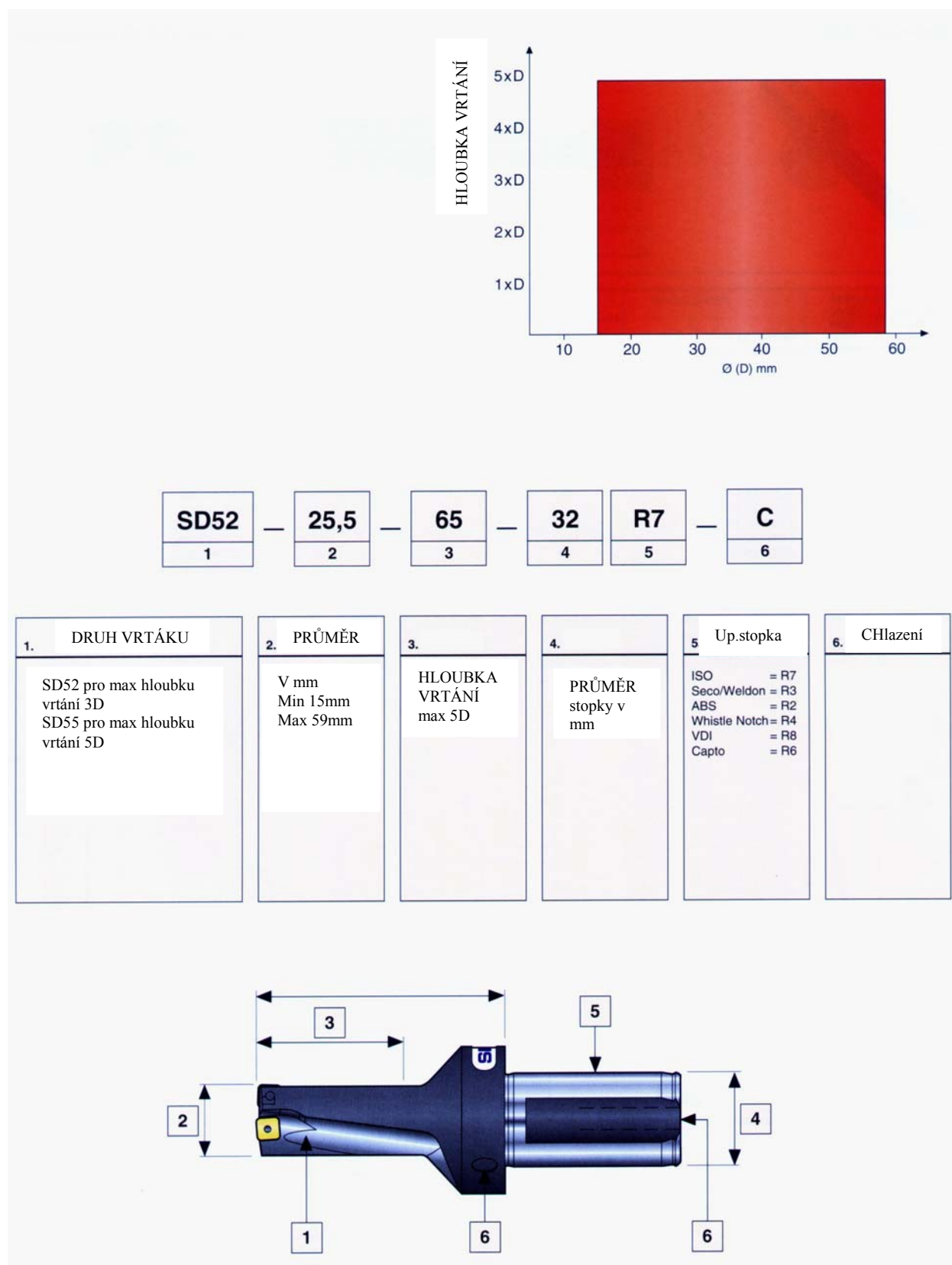
Kuželové výstružníky, (viz tab 10) k výrobě kuželových děr předpracovaných válcových děr.

- *ruční*, pro otvory kuželových kolíků ($< 1:50$, $1:10$), metrické a morse,
- *strojní*, (viz tab. 10) s válcovou nebo kuželovou stopkou.

Kuželové výstružníky na metrické a morse kužely jsou řešeny jako sadové (I-předhrubovací, II-
hrubovací, III-dokončovací)

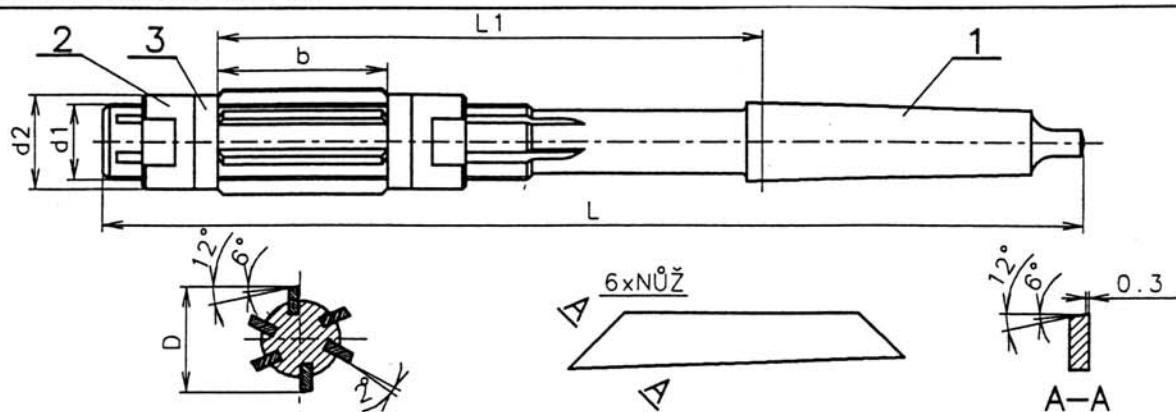
Výstružníky s destičkami z SK, mají vysokou životnost, u menších průměrů přímo připájené
destičky na základní těleso nástroje.

Jednobřité výstružníky, s vodícími vložkami, možnost nastavení řezné destičky. Dosahovaná drsnost $R_a=0,2$ až $0,4 \mu\text{m}$, kruhovitost je horší než u vícebřitových výstružníků (viz obr. 44).



Obrázek 43. Příklad vrtáku s výměnnými řeznými destičkami firmy COROMANT.

HLAVNÍ TECHNICKÁ DATA



Ts	KÓD	[mm]				KUZEL	[mm]						(kg)
		D ₀		D _{min}	D _{max}		L	L _{1max}	L _{1min}	d ₁	d ₂	b	
9	020 - 009	16	17	15,8	18,2	Mk 2	250	163	87	12	14,5	30	0,28
11	020 - 011	18	19	17,8	20,2	Mk 2	260	172	98	13	16	30	0,32
13	020 - 013	20	21	19,8	22,2	Mk 2	270	180	110	14	17	30	0,37
15	020 - 015	22	23	21,8	24,2	Mk 2	280	189	121	16	19	30	0,46
17	020 - 017	24	25	23,8	26,2	Mk 3	310	198	114	17	21	38	0,71
19	020 - 019	26	27	25,8	28,2	Mk 3	320	207	125	19	23	38	0,84
21	020 - 021	28	29	27,8	30,2	Mk 3	330	216	136	20	25,5	38	0,97
23	020 - 023	30	31	29,8	32,2	Mk 3	330	213	134	23	28,5	38	1,18

Použití:

ocel, litina, hliníkové
slitiny, bronz a pod.

Pokyny pro obsluhu:

- 1.) Seřizování průměru
přesouváním matic pos. 2 a 3
- 2.) Měření nastaveného rozměru
"D" orientačně mikrometrem
přes protilehlé nože, skutečný
rozměr měřen na vystruženém
otvoru.
- 3.) Ostření výstružníků pouze ve
smontovaném stavu.

PŘÍKLAD OBJEDNÁVKY

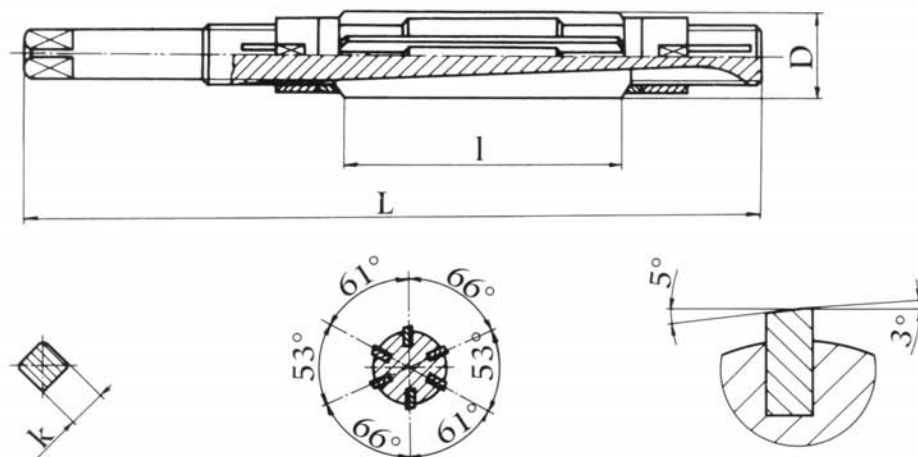
výstružník,

Ts9,

020 - 009

3 ks, Pcs, Sk

Tabulka 8. Příklad vyráběných stavitelných strojních výstružníků.



Kod	Rozsah		l	L	k	D	kg
	mm	inch					
010 - 003	7,60 - 8,50	$\frac{19}{64}$ - $\frac{21}{64}$	26	90	4	5	0,03
010 - 004	8,40 - 9,40	$\frac{21}{64}$ - $\frac{3}{8}$	30	95	4	5	0,03
010 - 005	9,30 - 10,40	$\frac{3}{8}$ - $\frac{13}{32}$	33	105	4,5	5,6	0,04
010 - 006	10,25 - 11,45	$\frac{13}{32}$ - $\frac{29}{64}$	36	110	5	6,3	0,05
010 - 007	11,30 - 12,65	$\frac{29}{64}$ - $\frac{1}{2}$	41	120	5,6	7,1	0,07
010 - 008	12,50 - 14,00	$\frac{1}{2}$ - $\frac{35}{64}$	46	135	6,3	8	0,10
010 - 009	13,75 - 15,25	$\frac{35}{64}$ - $\frac{19}{32}$	50	145	7,1	9	0,15
010 - 010	15,00 - 14,00	$\frac{19}{32}$ - $\frac{21}{32}$	54	155	8	10	0,17
010 - 011	16,50 - 18,40	$\frac{21}{32}$ - $\frac{23}{32}$	59	170	9	11,2	0,23
010 - 012	18,25 - 20,25	$\frac{23}{32}$ - $\frac{25}{32}$	64	185	10	12,5	0,31
010 - 013	19,75 - 22,00	$\frac{25}{32}$ - $\frac{27}{32}$	71	200	11,2	14	0,42
010 - 014	21,50 - 24,00	$\frac{27}{32}$ - $\frac{15}{16}$	76	215	11,2	14	0,51
010 - 015	23,75 - 26,60	$\frac{15}{16}$ - $\frac{13}{64}$	84	240	12,5	16	0,71
010 - 016	26,50 - 29,75	$\frac{13}{64}$ - $\frac{111}{64}$	93	265	14	18	0,97
010 - 017	29,50 - 33,00	$\frac{111}{64}$ - $\frac{19}{32}$	105	295	16	20	1,32
010 - 018	32,50 - 36,50	$\frac{19}{32}$ - $\frac{17}{16}$	116	320	18	22,4	1,89
010 - 019	36,00 - 40,40	$\frac{17}{16}$ - $\frac{119}{32}$	127	355	20	25	2,39
010 - 020	40,00 - 45,00	$\frac{119}{32}$ - $\frac{13}{4}$	143	390	22,4	28	3,96
010 - 021	44,50 - 50,00	$\frac{13}{4}$ - $\frac{131}{32}$	161	435	25	31,5	4,76
010 - 022	49,50 - 55,00	$\frac{131}{32}$ - $\frac{25}{32}$	161	435	28	33,5	5,64
010 - 023	54,50 - 60,00	$\frac{25}{32}$ - $\frac{211}{32}$	161	435	31,5	40	6,75

Tabulka 9. Příklad vyráběných stavitelných ručních výstružníků.

OBSAH

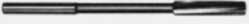
VÝHRUBNÍKY

Norma	Tvar	Název
ČSN 221411 DIN 222		VÝHRUBNÍKY S KUŽELOVOU STOPKOU
ČSN 22 1414 DIN 222N HSS		VÝHRUBNÍKY NÁSTRČNÉ
ČSN 22 1480 DIN 344 HSS		VÝHRUBNÍKY ŠROUBOVITÉ TŘÍBŘITÉ S VÁLCOVOU STOPKOU
ČSN 22 1482 DIN 343 N HSS		VÝHRUBNÍKY ŠROUBOVITÉ TŘÍBŘITÉ S KUŽELOVOU STOPKOU

VÝSTRUŽNÍKY RUČNÍ

Norma	Tvar	Název
ČSN 22 1420 DIN 206 Form B HSS		VÝSTRUŽNÍKY RUČNÍ S VÁLCOVOU STOPKOU
ČSN 22 1421 DIN 859 Form A WS		VÝSTRUŽNÍKY RUČNÍ ROZPÍNACÍ
ČSN 22 1460		VÝSTRUŽNÍKY RUČNÍ KUŽELOVÉ 1 : 10
ČSN 22 1469 DIN 9 Form B HSS		VÝSTRUŽNÍKY RUČNÍ KUŽELOVÉ 1 : 50

VÝSTRUŽNÍKY STROJNÍ

Norma	Tvar	Název
ČSN 22 1430 DIN 212 form B, D HSS		VÝSTRUŽNÍKY STROJNÍ S VÁLCOVOU STOPKOU
ČSN 22 1445 DIN 212 Form A, C HSS		VÝSTRUŽNÍKY STROJNÍ S VÁLCOVOU STOPKOU
ČSN 22 1429 DIN 212 Form E		VÝSTRUŽNÍKY LOUPACÍ S VÁLCOVOU STOPKOU
ČSN 22 1431 DIN 208 Form B HSS		VÝSTRUŽNÍKY STROJNÍ SE ZUBY VE ŠROUBOVICI S KUŽ. STOPKOU
ČSN 22 1446 DIN 208 Form A HSS		VÝSTRUŽNÍKY STROJNÍ S PŘÍMÝMI ZUBY S KUŽEL. STOPKOU
ČSN 22 1458 DIN 208 Form C HSS		VÝSTRUŽNÍKY LOUPACÍ S KUŽELOVOU STOPKOU

Tabulka 10. Příklady vyráběných výhrubníků, záhlubníků, výstružníků a držáků dle ČSN a DIN.

OBSAH

VÝSTRUŽNÍKY STROJNÍ

Norma	Tvar	Název
ČSN 22 1452 DIN 311 HSS		STROJNÍ VÝSTRUŽNÍKY S KUŽEL. STOPKOU NA DÍRY PRO NÝTY
ČSN 22 1432 DIN 219 Form B HSS		VÝSTRUŽNÍKY NÁSTRČNÉ SE ZUBY VE ŠROUBOVICI
ČSN 22 1447 DIN 219 Form A HSS		VÝSTRUŽNÍKY NÁSTRČNÉ S PŘÍMÝMI ZUBY
ČSN 22 1435 DIN 220		VÝSTRUŽNÍKY NÁSTRČNÉ S PŘÍŠROBOVANÝMI NOŽI

ZÁHLUBNÍKY

COUNTERBORES

Norma	Tvar	Název
ČSN 22 1604 DIN 373 HSS		ZÁHLUBNÍKY S VÁLC. STOPKOU A VOD. ČEPEM PRO VÁL. ZÁHL.
ČSN 22 1606 DIN 375 HSS		ZÁHLUBNÍKY S KUŽEL. STOPKOU A VYMĚNNÝMI VODÍCÍMI ČEPEY
ČSN 22 1608 DIN 1868		VODÍCÍ ČEPEY PRO ZÁHLUBNÍKY ČSN 22 1606 (DIN 375)
ČSN 22 1605 DIN 1866		ZÁHLUBNÍKY S VÁLCOVOU STOPKOU A VODÍCÍM ČEPEM
ČSN 22 1607 DIN 1867 HSS		ZÁHLUBNÍKY S KUŽELOVOU STOPKOU A VODÍCÍM ČEPEM
ČSN 22 1627 DIN 334, 335, 347		ZÁHLUBNÍKY KUŽELOVÉ 60°, 90°, 120° S VÁLCOVOU STOPKOU
ČSN 22 1628 DIN 334, 335, 347		ZÁHLUBNÍKY KUŽELOVÉ 60°, 90°, 120° S KUŽELOVOU STOPKOU
ZVSE 22 1625 DIN 335 - C		ZÁHLUBNÍKY KUŽELOVÉ 90° S VÁLCOVOU STOPKOU
ZVSE 22 1626 DIN 335 - C		ZÁHLUBNÍKY KUŽELOVÉ 90° S KUŽELOVOU STOPKOU
ČSN 22 1650		ZAROVNÁVAČE NÁSTRČNÉ OBOUSTRANNÉ
ČSN 22 1655		ZÁHLUBOVACÍ NOŽE
ČSN 22 1657		ZAROVNÁVACÍ NOŽE OBOUSTRANNÉ

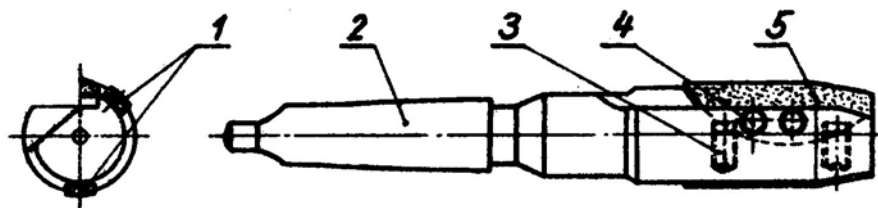
Pokračování tabulky 10.

OBSAH

UPÍNACÍ NÁŘADÍ

Norma	Tvar	Název
ČSN 24 1210 DIN 217		DRŽÁKY NÁSTRČNÝCH VÝHRUBNÍKŮ A VÝSTRUŽNÍKŮ
ČSN 24 1213		DRŽÁKY PRO ZAHLUBOVACÍ NOŽE
ČSN 24 1214		VODÍCÍ POUZDRA K DRŽÁKŮM PRO ZAHLUBOVACÍ NOŽE
ČSN 24 1216		DRŽÁKY PRO ZAROVNÁVAČE NÁSTRČNÉ OBOUSTRANNÉ
ČSN 24 1217		DRŽÁKY PRO ZAROVNÁVACÍ NOŽE OBOUSTRANNÉ
ČSN 24 1329 DIN 238		TRNY PRO VRTAČKOVÁ SKLÍČIDLA
		Název

Pokračování tabulky 10.



Obrázek 44. Stavitelný jednobřítý výstružník 1) vodící vložky, 2) těleso výstružníku, 3) stavěcí šrouby, 4) upínací šrouby, 5) řezná destička z SK.

Záhlubníky : (viz tab. 10)

- k záhloubení pro hlavy šroubů, zarovnání čel otvorů – válcové hlavy šroubů s vodícím čípkem pevným nebo vyměnitelným,
 - kuželové hlavy šroubů s vodícím čípkem pevným nebo vyměnitelným,
- záhlubníky kuželové (hvězdice), pro srážení hran (viz tab.10),
- záhlubníky nástrčné, pro velké průměry (viz tab. 10),
- záhlubovací nože (ve spojení s držákem) pro velké průměry (viz tab. 10).

5. TÉMA

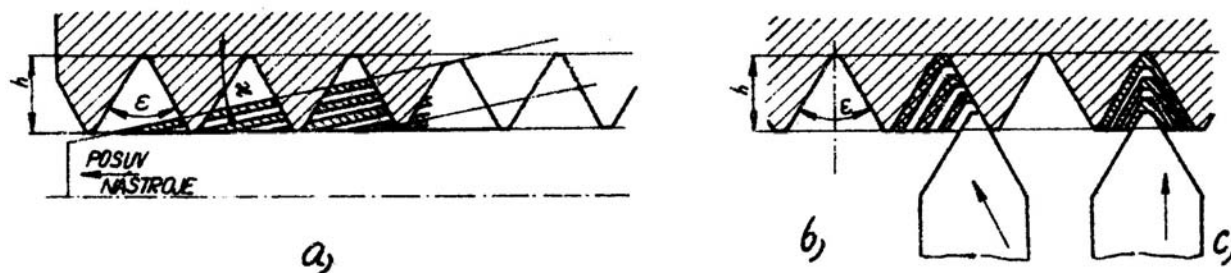
NÁSTROJE NA ZÁVITY

- A) Výroba třískovým způsobem**
- a) závitové nože,
 - b) závitníky,
 - c) závitové čelisti,
 - d) závitořezné hlavy,
 - e) závitořezné frézy,
- B) Beztrískovým způsobem**
- a) válcovací kotouče,
 - b) válcovací čelisti.

Závitořezné nože, pro závit pro závit vnější i vnitřní (tvarové nože). Při použití těchto nožů se vytváří závit postupným odebíráním třísek (viz obr. 45a), což lze provádět dvěma způsoby :

- *přísuvem nože ve směru rovnoběžném s bokem závitu*, vhodný pro hrubování (viz obr. 45b),
- *přísuvem nože kolmo na osu soustruženého závitu*, vhodný pro dokončování (viz obr. 45c).

Mohou být ploché a kotoučové.



Obrázek 45. Posloupnost úběru materiálu při soustružení závitu závitovým nožem.

Závitové nože hřebíkové, jsou výrobně náročnější a mohou být ploché a kotoučové

ON 22 3335 Závitové kotoučové nože hřebíkové nástřčné na metrické závity vnější

Tyto nože se používají pro řezání pravého vnějšího závitu.

Poznámka:
Nože v provedení B jsou bez nákrutku.
Držák závitového kotoučového nože ON 24 1582

Rozměr t	Délka nože L h 16	Závitová délka l	Průměr nože D	Průměr vybrání d ₁	Upínací průměr d	Provedení	Hmotnost v kg
1		8				A	0,30
1,25	10	-					
1,5	12	-					
1,75	14	-				B	0,34
2	15	-					
2,5	17	16	63 h 16	30 H 12	20 H 7		
3	18	17					
3,5	19	18				A	0,54
4	20	19					
4,5	21	20					
5	23	22					

Tabulka 11. Závitové kotoučové nože.

(tab. 11).

Závitníky, pro výrobu vnitřních závitů (jsou to tvarové mnohabřitě nástroje). Podle směru šroubovice závitu rozeznáváme *závitníky pravé a levé*. Drážky mohou být přímé nebo ve šroubovici. Podle použití rozeznáváme závitníky :

- 1) *Ruční* (sadové 2 až 3 závitníky v sadě) (viz tab.12),
- 2) *Strojní* pro řezání závitníků jak v průchozích tak neprůchozích díře (viz tab. 12),
- 3) *Maticové závitníky* slouží k řezání závitu v maticích (viz tab. 12),
- 4) *Kalibrovací závitníky* určené pro dokončování,
- 5) *Čelistníky* určené pro řezání závitů v závitových čelistech,
- 6) *Speciální* (lichoběžníkové, oblé závity).

RUČNÍ SADOVÉ ZÁVITNÍKY

M, MF

ČSN 22 3010
METRICKÝ ZÁVIT ISO
DIN 13
M - 3 ks v sadě, MF - 2 ks v sadě

Typ otvoru

Použití

Licování

NO / CS / WS	HSS
2N	ISO1

RUČNÍ SADOVÉ ZÁVITNÍKY

W

PN 22 3011
WHITWORTHŮV ZÁVIT
3 ks v sadě

Typ otvoru

Použití

Licování

NO / CS / WS
Střední

STROJNÍ ZÁVITNÍKY

M

DIN 371 35° HSS E
METRICKÝ ZÁVIT ISO

Typ otvoru

Použití

Licování

ISO2	ISO2	ISO2	ISO2	ISO2	ISO2
------	------	------	------	------	------

STROJNÍ ZÁVITNÍKY

M, MF

ČSN 22 3042 HSS E
METRICKÝ ZÁVIT ISO
DIN 13

Typ otvoru

Použití

Licování

ISO1	ISO1	ISO1	ISO1
------	------	------	------

MATICOVÉ ZÁVITNÍKY

M, MF

PN 22 3070 HSS
METRICKÝ ZÁVIT ISO

Typ otvoru

Použití

Licování

ISO1

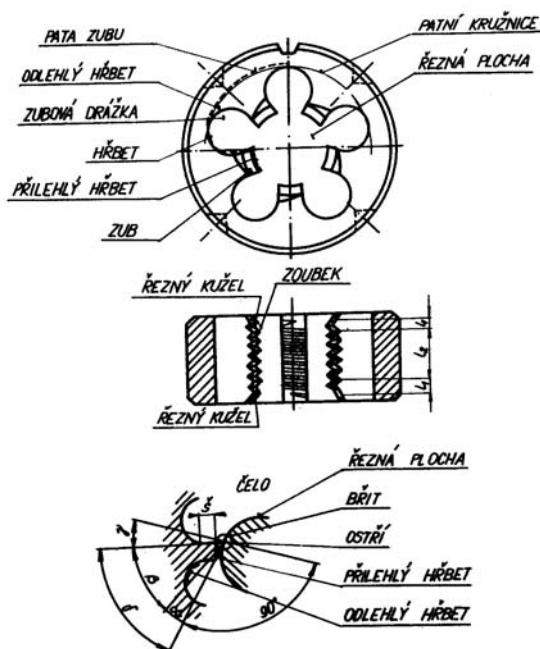
Válcové závitníky dělíme na :

- Sadové závitníky - a) ruční, b) strojní, s krátkou nebo dlouhou stopkou.
- Maticové závitníky a) ruční b) ruční a strojní s dlouhým závitem, c) strojní s krátkým a dlouhým závitem a sadové (lichoběžníkový závit).
- Dokončovací pro dokončení tvaru závitu, který je předřezaný nožem.

Tabulka 12. Příklady vyráběných základních druhů závitníků .

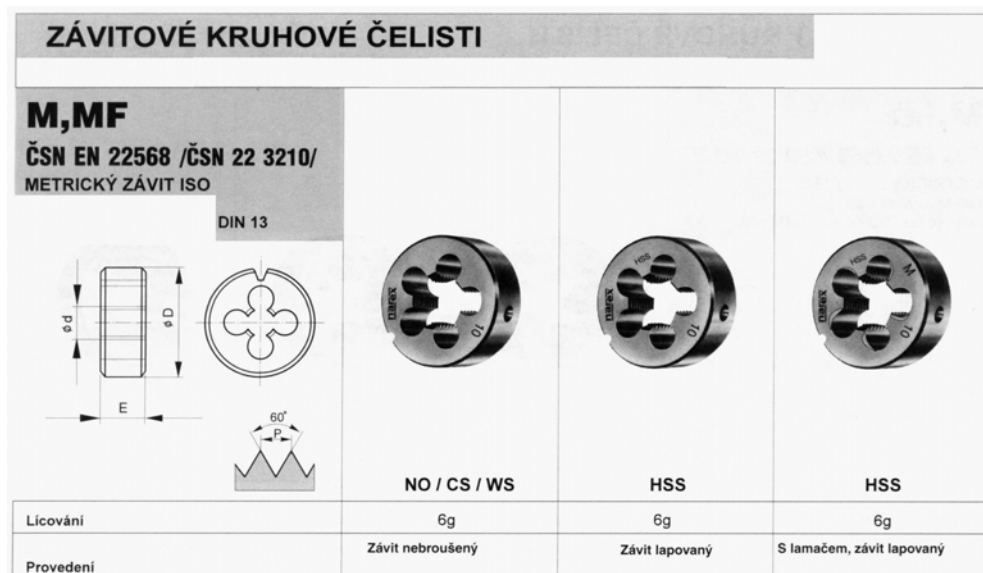
Závitové čelisti, jsou mnohabřité nástroje pro obrábění vnějších závitů. Mají základní tvar matice jejichž závit je přerušen několika válcovými otvory, které vytvářejí vlastní čelisti a prostor pro odvádění třísky (viz obr. 47). Pro běžnou výrobu závitů s úchylkami 6h se používají čelisti s tvarem nebroušeným, kde závit je před tepelným zpracováním vyříznut čelistníkem nebo vysoustružen. Pro přesnější závity je profil závitu čelisti broušen nebo i lapován viz obr.46,48). Dle způsobu použití rozeznáváme závitové čelisti :

- 1) *kruhové* – ruční (obr. 48),
- 2) *kruhové - automatové* (obr. 46),
- 3) *radiální*,
- 4) *dělené* – ruční.

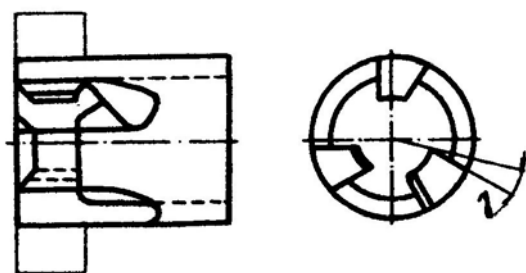


Obrázek 47. Kruhová čelist a její základní části.

Obrázek 46. Příklad vyráběných kruhových čelistí maticových dle ČSN ISO.



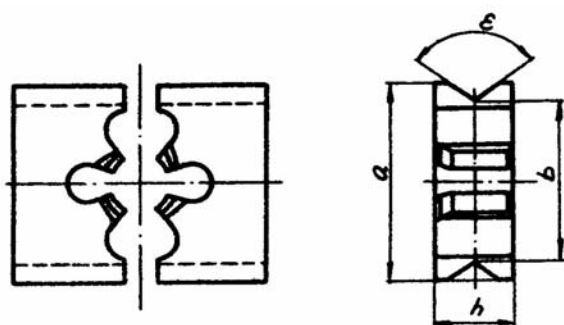
Obrázek 48. Příklad vyráběných kruhových čelistí dle ČSN ISO.



Závitové čelisti korunkové, pro řezání závitů šroubů. Snadno vyrobitelné, dobře se ostří a v určitém rozsahu stavitelné pomocí stahovacího kroužku (viz obr. 49)

Závitové čelisti dělené, používají se jako pomocné pro předřezávání závitů pro větší průměry závitů jak 10 mm (viz obr. 50).

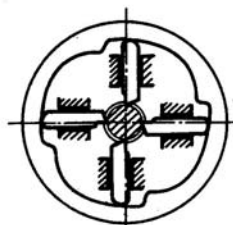
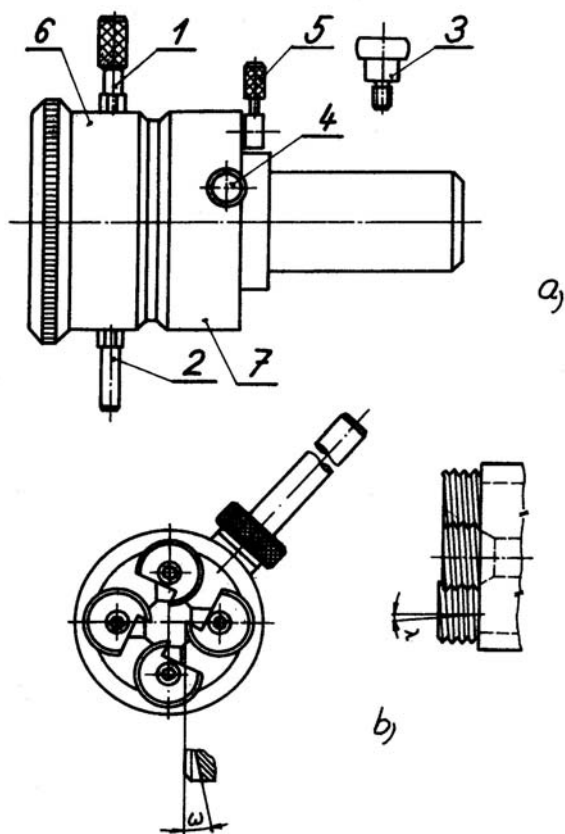
Obrázek 49. Schéma korunkové čelisti.



Zévitořezné hlavy, se používají v sériové výrobě a je možno je nastavovat na požadovaný rozměr (viz obr. 51) a dělíme je podle druhu použitých čelistí :

- s plochými radiálně uloženými čelistmi, kdy závit se vyřeže na dva záběry (hrubování, kalibrování). Nevýhodou je malá životnost čelistí (viz obr. 51a),
- s kotoučovými noži (viz obr. 51b,
- s tangenciálními noži, složitá konstrukce , ale vysoká životnost nožů (viz obr. 51c).

Obrázek 50. Schéma dělené závitové čelisti.



Obrázek 51. Schéma závitorezné hlavy

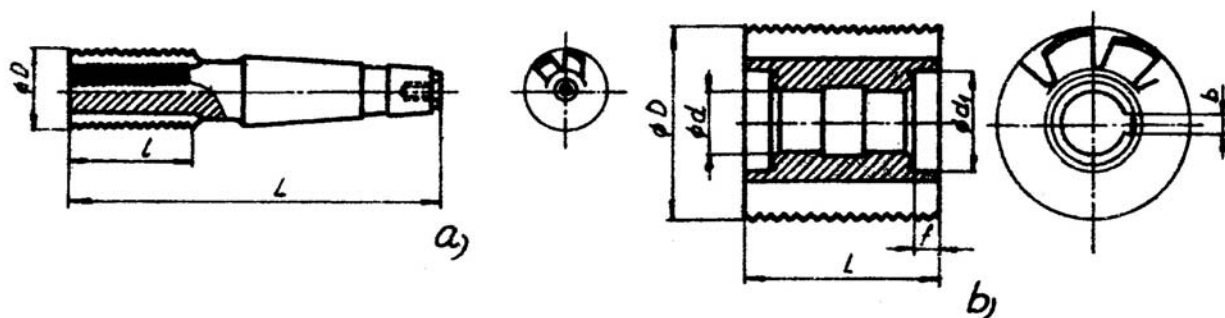
- 1) ručně polohovací páčka,
- 2) páčka radiálního pohybu nožů,
- 3) váleček automatického polohování (místo poz. 1),
- 4) kolečko nastavení jmenovitého rozměru závitu,
- 5) páčka pro nastavení poloh hrubování, dokončování,
- 6) přední část hlavy,
- 7) těleso hlavy.

a) Závitová hlava s plochými noži,

b) závitová hlava s kotoučovými noži, c) závitová hlava s tangenciálními noži.

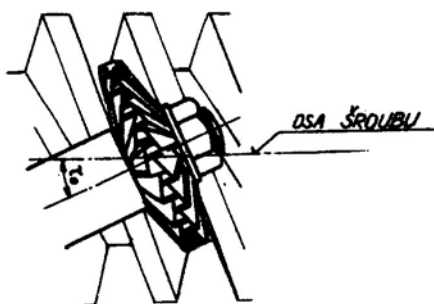
Závitořezné frézy:

- 1) Závitové hřebenové frézy - stopkové (do průměru 25 mm – obr. 52a),
 - nástrčné (nad průměr 25 mm – obr. 52b).



Obrázek 52. Schéma závitových hřebenových fréz a) stopková, b) nástrčná.

- 2) Závitové kotoučové frézy - symetrické,
 - nesymetrické, používají se pro výrobu šroubů s pohybovým profilem a velkým stoupáním závitu (viz obr. 53).

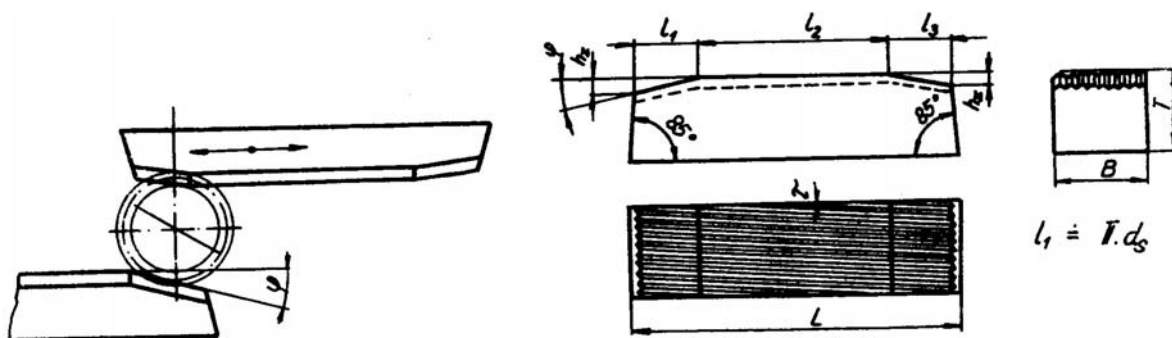


Nástroje na válcování závitu :

Válcováním lze vyrábět jak vnitřní tak vnější závity a to velmi produktivně. Pro válcování se používají speciální válcovací stroje s : a) *radiálním* zapichovacím způsobem výroby závitu, nebo b) *axiálním* průběžným válcováním závitu, nebo válcovací hlavy různých konstrukcí s různým stupněm mechanizace (pro soustruhy – tab.13.). Válcovací nástroje mohou být řešeny jako :

Obrázek 53. Schéma frézování profilu závitu pohybového šroubu.

- a) *válcovací kotouče*,
- b) *válcovací čelisti* (viz obr. 54).



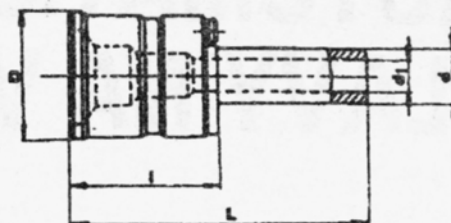
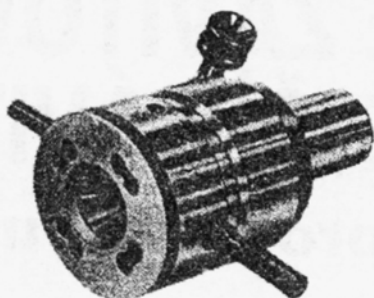
Obrázek 54. Schéma válcovacích čelistí pro válcování závitu.

6. TÉMA

SPECIÁLNÍ TVAROVÉ NÁSTROJE.

Automatické závitové hlavy na vnější závit (M,W,G) pro soustruhy

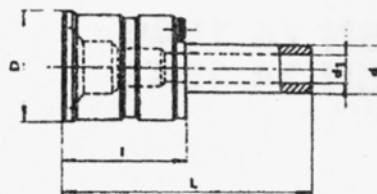
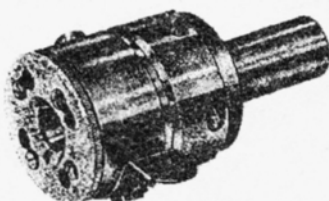
ČSN 24 1540



Velikost hlavy	Metrický závit	Whitworthův závit	Trubkový závit	Hlavní rozměry					Hmotnost 1 hlavy v kg
				D j 14	d f 7	d _i	L	l	
I	M 3 - 8	W 1/4" - 5/16"		44,5	20	11	121	52	0,62
II	M 6 - 14	W 1/4" - 1/2"	G 1/8" - 1/4"	64	30	11	120	74	1,60
III	M 8 - 20	W 3/8" - 3/4"	G 1/8" - 5/8"	88	30	18	162	95	3,52
IV	M 10 - 24	W 7/16" - 1"	G 1/4" - 3/4"	103	40	25	179	101	5,25
V	M 12 - 33	W 1/2" - 1 1/4"	G 1/4" - 1"	119	40	28	215	116	8,20

Automatické závitové hlavy na vnější závit pro automatické soustruhy

ČSN 24 1541



Velikost hlavy	Metrický závit	Whitworthův závit	Trubkový závit	Hlavní rozměry					Hmotnost 1 hlavy v kg
				D	d	d _i	L	l	
I	M 3 - 10	W 1/4" - 3/8"	G 1/8"	44,5	20 25	5	92 122	52	0,42
II	M 8 - 16	W 3/8" - 5/8"	G 1/8" - 1/4"	64	30 25	11	117 125	72	1,17
III	M 14 - 26	W 5/8" - 7/8"	G 3/8" - 5/8"	88	25	18	148	93	2,85

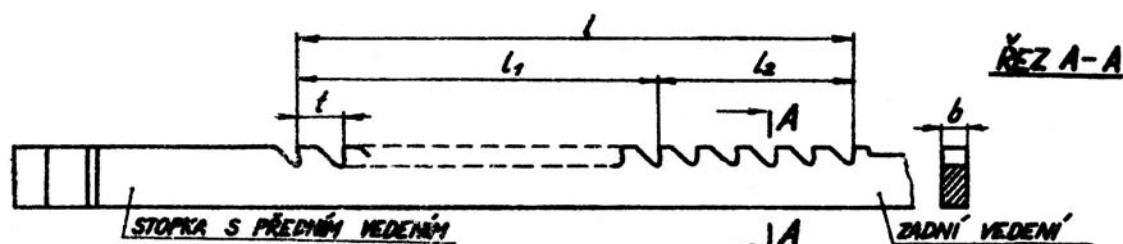
Tabulka 13. Příklad vyráběných automatických závitovacích hlav na vnější závit.

Nástroje protahovací a protlačovací :

Protahovací nástroje, jsou mnohabřité rozměrové nástroje, které se používají v sériové a hromadné výrobě pro protahování jak vnitřních, tak i vnějších tvarů. Dělíme je podle :

- 1) polohy obráběných ploch na a) vnitřní, b) vnější,
- 2) tvaru na a) ploché, b) válcové (soustředné), c) tvarové (pro různé profily),
- 3) způsobu odvození hlavního pohybu na a) tažné, b) tlačné,
- 4) způsobu upínání na a) protahovací trny s unášecími zářezy b) s otvory pro klín.

Plochý protahovací trn, slouží k výrobě vnitřních drážek pro klín (viz obr. 55).

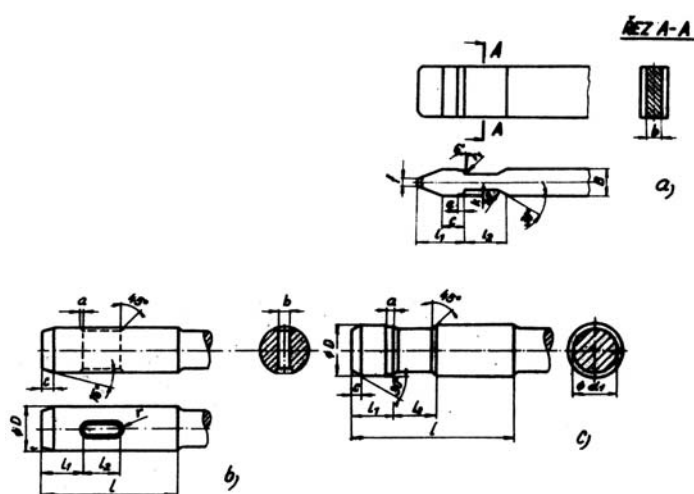


Obrázek 55. Schéma plochého protahovacího trnu l – celková délka řezné části, l_1 – délka řezné části, l_2 – délka kalibrovací části, b – protahovaná šířka, t – rozteč zubů.

Válcový soustředný protahovací trn, slouží k výrobě vnitřních soustředných tvar (viz obr. 56).



Obrázek 56. Schéma kruhového soustředného protahovacího trnu l_0 – délka stopky s vedením, l_{pr} – celková délka protahovacího trnu, $l_{ř}$ – délka řezné části, l_K – délka kalibrovací části, l – celková délka řezné části, t – rozteč zubů, y – tloušťka třísky, h – hloubka profilu.

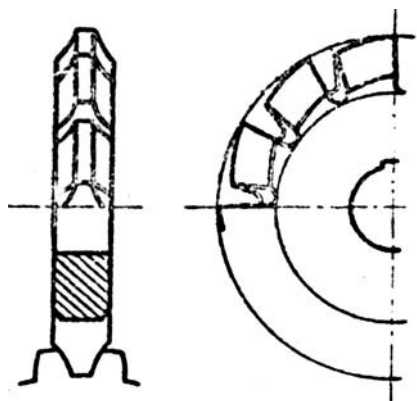


Obrázek 57. Stopky protahovacích trnů a) plochá stopka, b) válcová stopka pro upínání klínem, c) válcová stopka pro upínání čelistmi.

Protlačovací trny, slouží k vytváření vnitřních tvarů na lisech. Délka je ohraničena zdvihem lisu a proto při výrobě hlubších profilů je potřeba několika postupně odstupňovaných protlačovacích trnů. Používá se u regulace vnitřního tvaru např. po tepelném zpracování (vnitřní profil chráněn proti tepelnému zpracování).

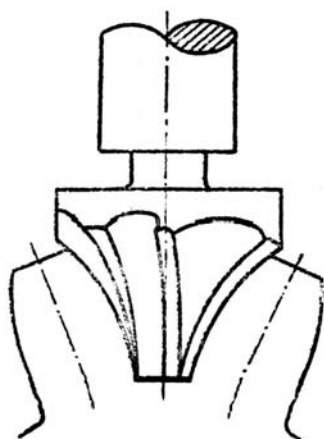
Nástroje na ozubení :

Pro výrobu čelního ozubení se používají následující nástroje :

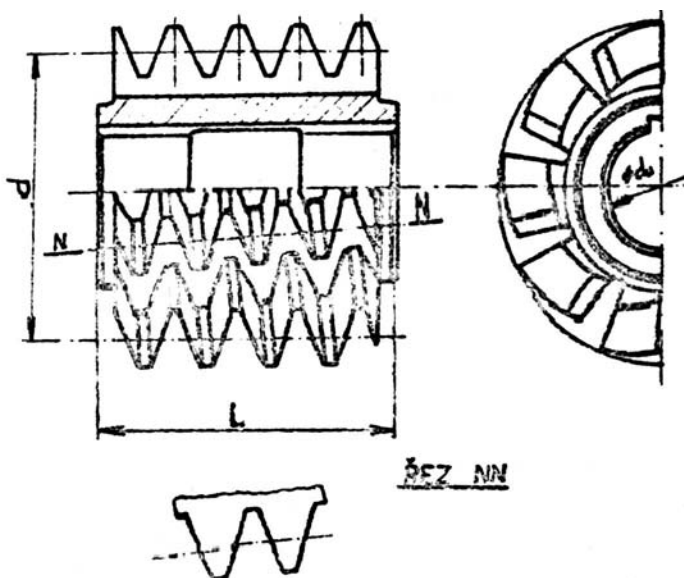


- 1) Frézy**
- a) kotoučové*, pro výrobu čelního přímého a šikmého ozubení v kusové výrobě dělicím způsobem. Vyrábějí se v sadách pro daný úhel záběru, modul, určitý rozsah počtu zubů ozubeného kola (viz obr. 58),
 - b) čepové*, určené pro výrobu ozubených kol s čelním ozubením velkých modulů a zubů přímých, šikmých a šípových dělicím způsobem (viz obr. 59),
 - c) odvalovací*, pro výrobu čelního přímého a šikmého ozubení v sériové výrobě (viz obr. 60),

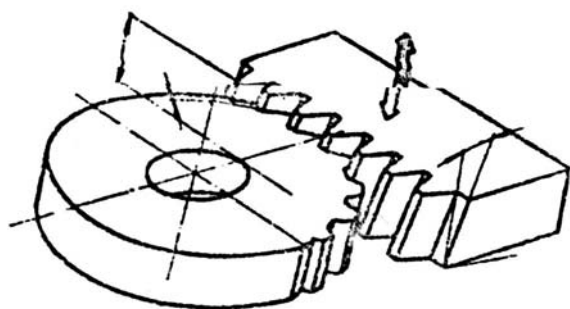
Obrázek 58. Schéma kotoučové modulové frézy na ozubení.



Obrázek 59. Schéma čepové frézy na čelní přímé, šikmé, šípové ozubení.

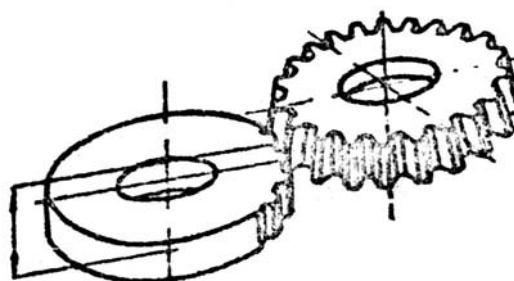


Obrázek 60. Schéma odvalovací frézy na vnější přímé, šikmé ozubení.



- 2) Obrážecí nože**
- a) hřebenové*, (Maag) pro obrázení odvalovacím způsobem čelního přímého

a šikmého ozubení (viz obr. 61),

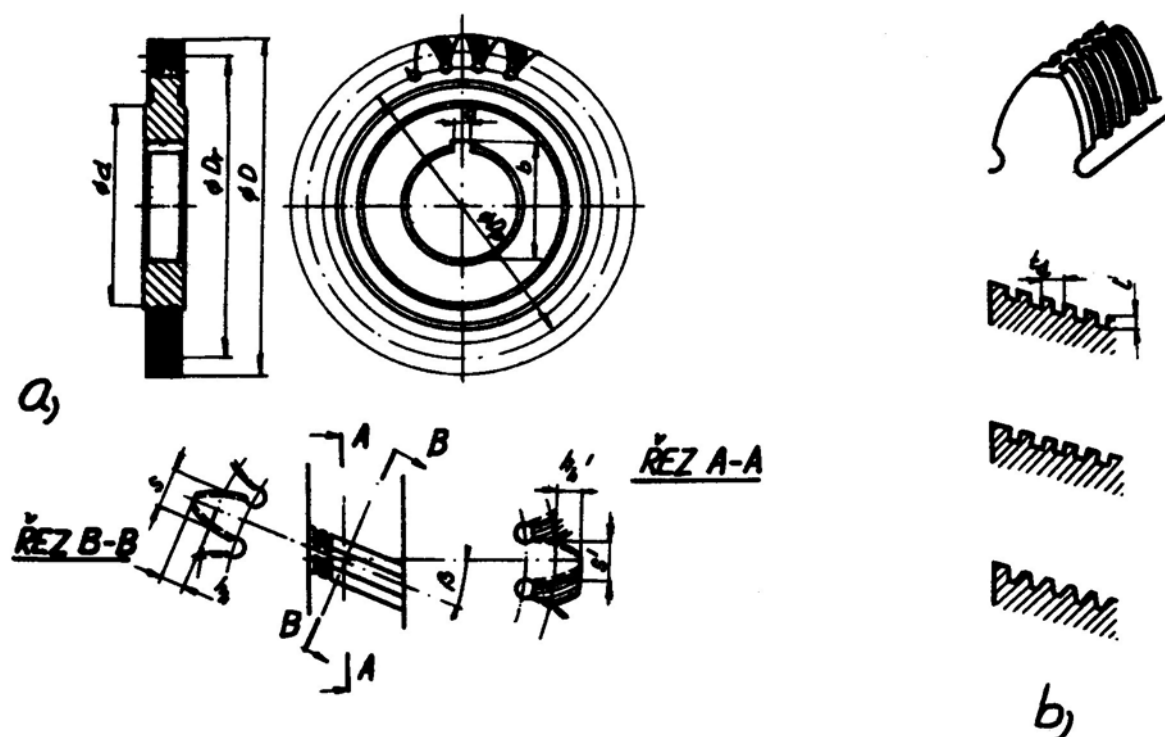


Obrázek 61. Schéma obrážení čelního ozubení
přímého a šikmého obrážecím hřebenem (Maag).

Obrázek 62. Schéma obrážení čelního
i vnitřního ozubení kotoučovým nožem
(Fellows).

b) *kotoučové*, používají se pro výrobu vnějšího i vnitřního ozubení ozubených kol stromečkových (viz obr. 62).

3) **Ševingovací nástroje**, slouží k dokončování ozubení před tepelným zpracováním. Dosahovaná přesnost IT 5 až 6, $R_a = 0,4 \mu m$, odběr hloubky třísky 0,02 až 0,04 mm na bok zubu (v podstatě jde o zaškrabávání povrchu zubu) (viz obr. 63).



Obrázek 63. Schéma ševingovacího kola a) sklon zubů 5° , 10° , 15° , šroubovice levá nebo pravá, b) drážky na boku zubů (mohou být ve šroubovici).

Nástroje na neevolventní profily :

Používá se k výrobě drážkových hřídelů, řetězových kol, způsobem : a) dělicím (tvarové kotoučové frézy, b) odvalovacím (odvalovací frézy).

7. TÉMA

PŘÍPRAVKY PRO OBRÁBĚNÍ

Definice a rozdělení přípravků :

Přípravek je pomocné zařízení , které slouží dle určení k :

- *pevnému uchycení obráběné součásti,*

- *přidržení součásti při montáži v celek,*
- *vedení nástroje při obrábění,*
- *kontrola rozměrů obrobků.*

Rozdělení přípravků podle :

- a) použití** 1) *universální* – slouží k upnutí stejného druhu součástí o různé velikosti (sklíčidla, svěráky, apod.),
- 2) *skupinové* – část nebo celý přípravek je určen pro skupinu součástí,
- 3) *stavebnicové* – sestavené z typizovaných dílů,
- 4) *speciální* – vyrobené a používané pouze pro jeden obrobek v určité operaci.
- b) určení** 1) *obráběcí* – určené k zabezpečení vzájemné polohy SNO (SPID),
- 2) *montážní* – určené pro jednoznačné ustavení součástí při montáži,
- 3) *kontrolní* – určené ke kontrole rozměrů.
- 4) *ostatní pomocná zařízení* – (vrtací hlavy, polohovací a nakládací zařízení, apod.)
- c) zdroje upínací síly** 1) *přípravky s ručním upínáním,*
- 2) *přípravky s mechanickým upínáním* - *pneumatické,*
- *hydraulické,*
- *elektromechanické,*
- *magnetické,*
- *plastové,*
- *kombinované.*

Použití přípravků :

Přípravky se používají pro zvýšení ***jakosti a produktivity*** výroby. U tzv. ***nezbytných přípravků*** je nutno použít přípravek, aby vůbec bylo možno danou operaci provést. Použití přípravků a jejich konstrukce se mění podle druhu výroby a možností. Při výrobě kusové se musí používat přípravky komunální a speciální pouze tam kde se nedá bez nich danou operaci provést. V sériové a hromadné výrobě, kde se vyrábí najednou velké množství stejných součástí je možno ve větší míře použít speciálních přípravků, které nám zabezpečí zvýšení produktivity práce a jakost výroby. Přípravek určený k výrobě většího počtu stejných součástí může být mnohem dokonalejší a tím splňovat požadavky dokonalé funkce. Při úvaze o rentabilitě přípravku dělíme tyto na dvě skupiny : 1) Všechny přípravky a výrobní pomůcky nezbytné pro výrobu dané součásti, 2) přípravky, které se musí při určitém počtu vyráběných součástí *amortizovat*. O rentabilitě přípravku se usuzuje ze vztahu mezi úsporami, náklady na pořízení přípravku a počtem vyráběných součástí. Přípravek je rentabilní, když náklady na pořízení a údržbu přípravku jsou menší nebo rovny jak vzniklé úspory zavedením daného přípravku.

$$U(1 + \frac{R}{100}) = \frac{C \frac{1}{K} + Y}{Q}$$

- kde *U* je úspora v přímých mzdách [ks/Kč],
- R* režie příslušné výroby [%],
- C* náklady na výrobu přípravku (náklady na konstrukci, materiál, skladování, výrobu, mzdy, včetně jednotlivých režii), [Kč],
- K* počet roků používání přípravku (nebo doba rentability) [roky],
- Y* rozdíl v ročních nákladech na seřízení stroje při práci stroje s přípravkem a bez něho [Kč],
- Q* počet vyráběných výrobků [ks/rok].

Z tohoto vztahu lze stanovit kritické množství Q_k , kdy je možno zavést speciální přípravek do výroby a tento bude rentabilní.

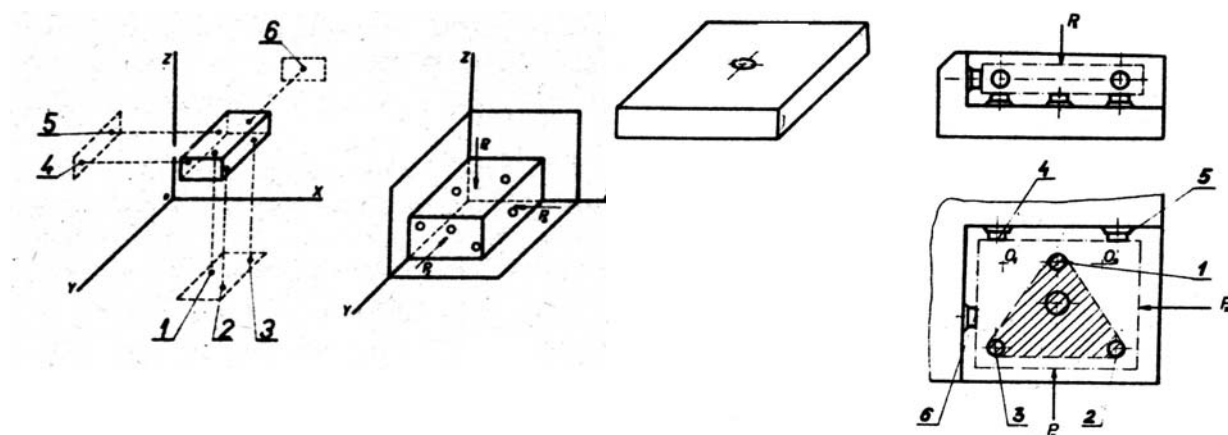
Základní pojmy při ustavení a upnutí obrobku v přípravku:

Ustavení a opracování obrobku je vázáno dodržáním rozměrových hodnot a předepsaných tolerancí. Opracování obrobku se provádí zpravidla podle výrobních postupů, které jsou rozděleny na jednotlivé operace. Výrobní postup určité součásti je dán požadavky kladenými na tvar, jakost a přesnost obráběných ploch. Jednotlivé operace jsou závislé na určitých plochách, ze kterých je nutno při ustavení a obrábění vždy vycházet. Při každé operaci je nutné ukládat obrobek do přípravku plochami, které mají vztah k obráběné ploše. Při určování sledu operací musíme vycházet od určité plochy, kterou nazýváme *ustavovací* (výchozí) *základnou* obrábění. Touto plochou je pak určena poloha obrobku vzhledem k řeznému nástroji.

URČENÍ POLOHY TĚLES V PŘÍPRAVKU:

1) Tělesa rovinná.

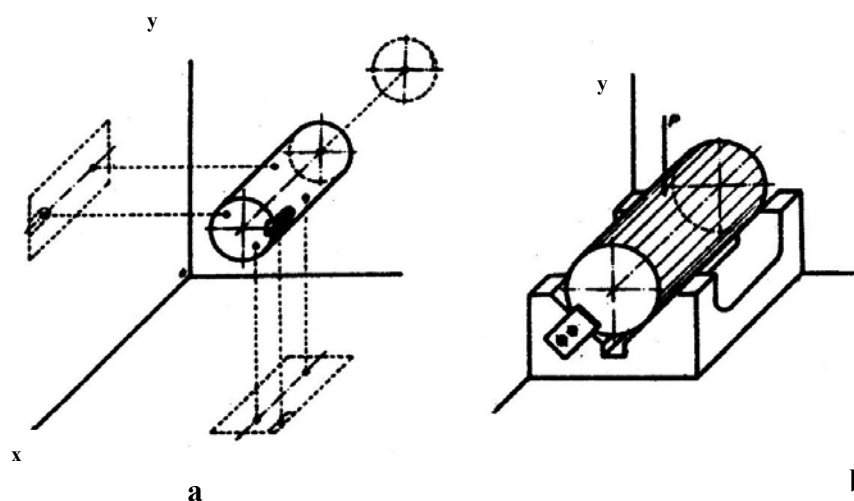
Každé tuhé těleso má v prostoru šest stupňů volnosti, které musíme při ustavení v přípravku a upnutí vymežit (viz obr. 64).



Obrázek 64. Určení polohy těles rovinných. a) vymezení šesti stupňů volnosti { 3 body (1,2,3 ustavovací základna), 2 body (4,5 plocha opěrná), 1 bod (6 plocha dorazová) }, b) příklad ustavení.

2) Tělesa válcová vnější.

Při ustavení válcových těles v prostoru se postupuje obdobně jako u rovinných (viz obr. 65).



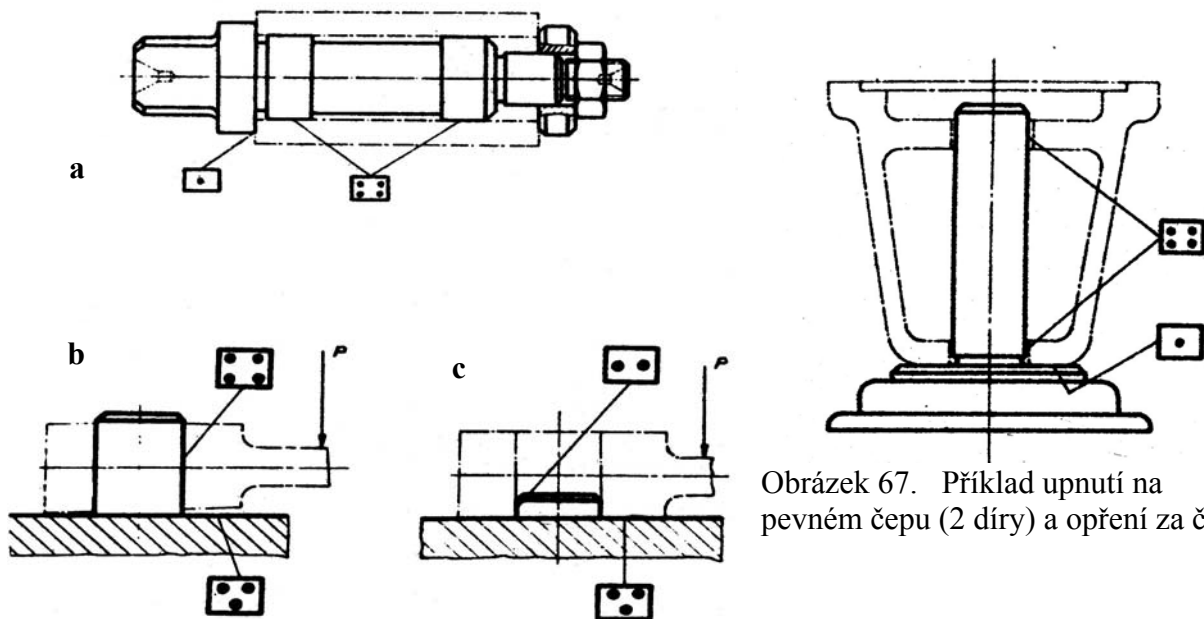
Obrázek 65. Vymezení stupňů volnosti válcových hřídelových součástí a) mezi hroty, b) prizmerickou opěrkou.

3) Určení polohy s vnitřní válcovou plochou jedním čepem.

K ustavení obrobků se používá mimo ploch rovinných a vnějších válcových také vnitřní válcové plochy. Jsou to obrobky s dírou, které se používá k jejich ustavení, ve spojení s rovinnou plochou (čelem obrobku). Dle tvaru obrobků se používají celkem tři způsoby ustavení :

- Ustavení obrobku na rovinnou plochu a díru, přičemž základní plocha může být vytvořena jak rovinnou plochou, tak i dírou.
- Ustavení obrobku rovinnou plochou, čelem a dírou, jejíž osa je rovnoběžná s rovinnou plochou.
- Ustavení obrobku rovinnou plochou a dvěma dírami.

Příklady ustavení obrobků dle výše vyjmenovaných způsobů jsou na obr. 66 a 67 .

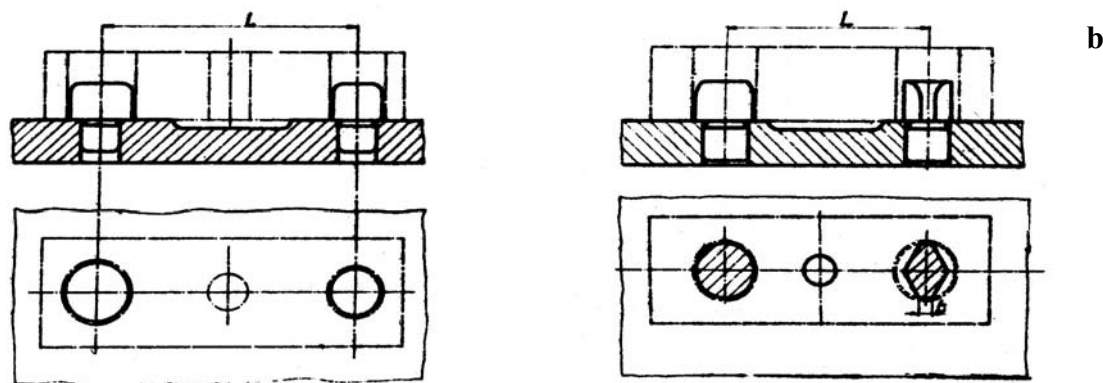


Obrázek 67. Příklad upnutí na pevném čepu (2 díry) a opření za čelo.

Obrázek 66. a) ustavení dlouhého válcového pouzdra na Pevném čepu a opření za čelo, b) chybné ustavení za čelo a dlouhý čep (7 st. Volnosti – neurčité), c) správné ustavení za čelo a krátký čep (5 st.volnosti).

4) Určení polohy s vnitřní válcovou plochou dvěma čepy.

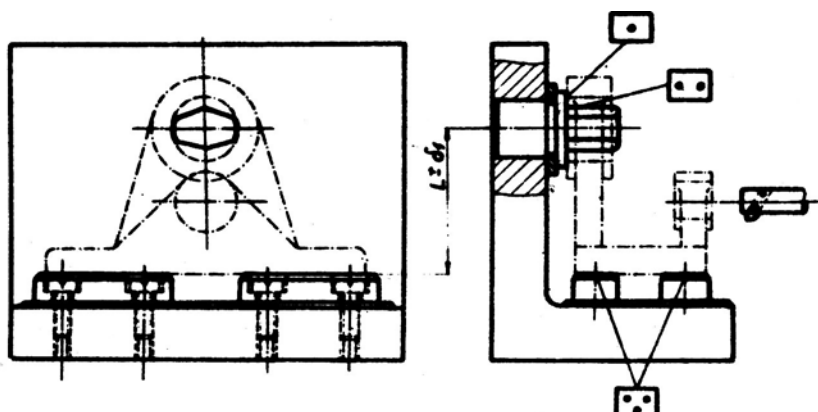
a) Dvěma plnými čepy, zaručuje dokonalé uložení obrobku, avšak vyžaduje značnou radiální vůli mezi čepy a otvory pro vyrovnání osových vzdáleností otvorů $-L$ (viz obr. 68a).



Obrázek 68. a) ustavení za dva plné čepy, b) ustavení za jeden plný a jeden zploštělý čep.

b) Jedním čepem plným a jedním zploštělým, používá se častěji. Zmenšuje vůli mezi čepem a otvorem a tím zpřesňuje vlastní ustavení (viz obr. 68b).

5) Ustavení plochou válcovou, čelem a rovinnou (viz obr. 69).



Obrázek 69. Příklad ustavení obrobku za rovinu a čep.

Dle uvedeného je zřejmé, že přesnost výroby je závislá na dokonalém ustavení obrobku a správné volbě ploch, které souvisí jak s funkcí, tak obrábění obrobku.

Určení ploch obrobku:

Na každém obrobku se vyskytují plochy :

- základní (výchozí základny) určující polohu obrobku,
- opěrné použité k opření obrobku (jsou v přímém styku s ustavovacími plochami přípravku),
- upínací použité k přímému upnutí obrobku,
- obráběné plochy, které po ustavení a upnutí se obrábí.

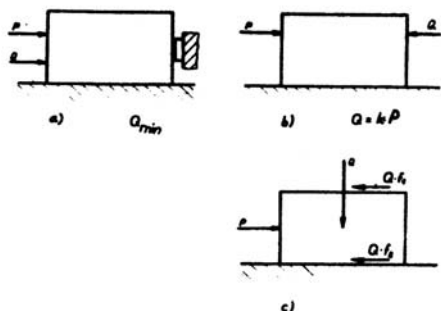
Při obrábění často dochází ke vzájemné kombinaci uvedených ploch.

Stanovení upínací síly :

Po určení ustavujících ploch obrobku, stanovení opěrných prvků a jejich polohy je nutno určit způsob upnutí obrobku. Při upínání je nutno dodržet následující podmínky :

- 1) Při upínání nesmí dojít ke změně polohy ustaveného obrobku působením upínacích sil.
- 2) Upínací síly nutno volit tak velké, aby působením řezných sil při obrábění nebyl obrobek posunut z původní polohy a aby nenastali chvění obrobku.
- 3) Pro upnutí obrobku je potřeba použít rychloupínacích prvků, aby upínací čas byl minimální.
- 4) Působíště, směr a velikost upínacích sil musí být navržen s ohledem na působíště, směr a velikost řezných odporů.

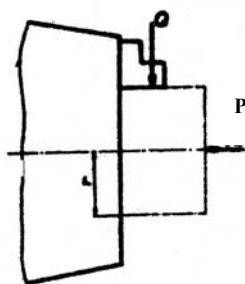
Základní případy určení upínacích sil :



- 1) Upínací síla Q a výslednice řezných sil P mají stejný směr a smysl (viz obr. 70a) a působí proti pevné opěrci. V tomto případě může být upínací síla Q minimální.

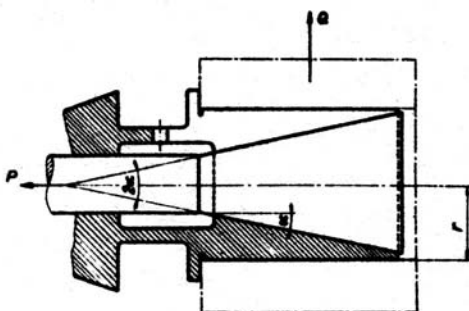
Obrázek 70. a) Upínací síla Q a výslednice řezných sil P mají stejný směr a smysl, b) Upínací síla Q a výslednice řezných sil P působí proti sobě, c) Upínací síla Q působí kolmo na výslednice řezných sil P , proti které působí třecí síla F na ustavující ploše a v místě upnutí.

- 2) Upínací síla Q a výslednice řezných sil P působí proti sobě, pak $Q = k.P$ [N], kde k je koeficient bezpečnosti upínání [1,5 (dokončování) – 3 (hrubování)] (viz obr.70b).
- 3) Upínací síla Q působí kolmo na výslednice řezných sil P , proti které působí třecí síla F na ustavující ploše a v místě upnutí, pak $Q = \frac{k.P}{f_1 + f_2}$ [N], kde f_1, f_2 jsou koeficienty kluzného tření a u kovových ploch je $F_1 = f_2 = f = 0,1$, pak $Q = 5.k.P$ [N] (viz obr. 70c).



- 4) Při obrábění obrobku ve sklíčidle (obr. 71) působí na obrobek moment řezného odporu M a složka řezné síly P_z , působící ve směru osy z obrobku, pak $Q_c = \frac{k.z.M}{f.r}$ [N], kde z je celkový počet upínacích čelistí, f součinitel tření (0,1 až 0,7). Celková upínací síla se také kontroluje s ohledem na vyloučení pohybu obrobku ve směru osy z dle vztahu $Q_c \geq \frac{k.P_z}{f}$ [N].

Obrázek 71. Upnutí v čelistovém sklíčidle.



- 5) Upínací síla Q při upínání na rozepínacím trnu (viz obr. 72), pak $Q_c = \frac{k.M}{f.r}$ [N], kde f je koeficient tření při styku opracovaných ploch s opěrnou základnou je 0,1 až 0,16, při styku neopracované plochy s pevnými opěrkami s kulovou hlavou činí 0,2 až 0,3 a při styku se zakalenými rýhovanými prvky (např. čelisti sklíčidla) činí 0,4 až 0,7.

Obrázek 72. Upnutí na rozepínacím trnu.

8. TÉMA

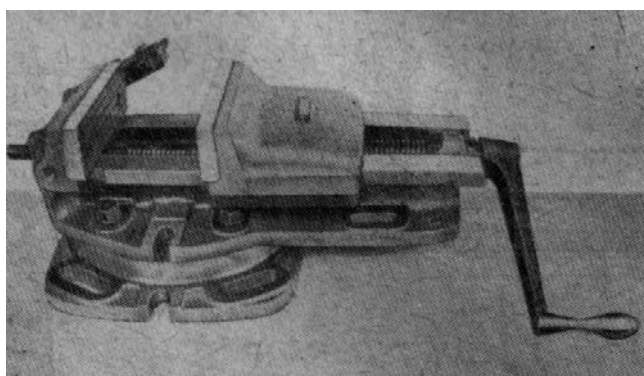
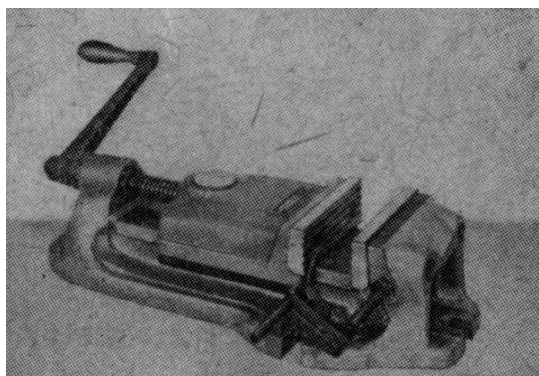
UNIVERSÁLNÍ PŘÍPRAVKY

Universální upínací zařízení jsou určena k upínání tvarově a technologicky podobných obrobků v rozsahu určité velikosti.

Strojní svěráky,

patří mezi nejrozšířenější upínací zařízení k upínání menších rozměrů na frézkách, vrtačkách, hoblovkách a jiných obráběcích strojích. Upínají obrobek sevřením čelistí šroubem, buď ruční klikou, nebo pneumatickou utahovací jednotkou. Dále se používají svěráky s upínacím výstředníkem a svěráky pneumatické a hydraulické. Velikost strojních svěráků je určena šířkou a výškou upínacích čelistí a jejich rozevřením. Vzhledem na zvýšení rozsahu použitelnosti se ještě vyrábějí svěráky otočné a sklopné, které umožňují ustavení obrobku vůči stroji (nástroji) v určitém rozsahu úhlů. Svěráky mohou být řešeny s pohyblivou čelistí tažnou nebo tlačnou.

Strojní šroubový svěrák, (viz obr. 73) má základnu opatřenu podélnou a příčnou drážkou se dvěma středícími vložkami pro ustavení na stůl stroje. Těleso je vyrobeno z ocelolitininy a vodící plochy kaleny. Čelisti jsou výměnné a tvrdé. Boční nastavení obrobku je možno provést pomocí bočního přidavného dorazu.

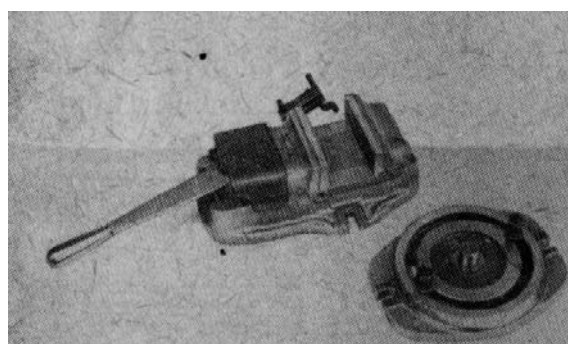


Obrázek 73. Strojní šroubový svěrák.

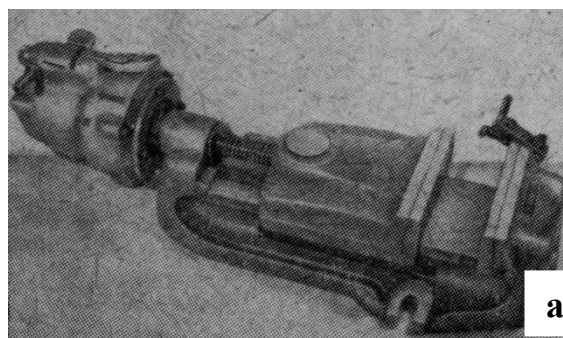
Obrázek 74. Strojní otočný svěrák.

Strojní otočný svěrák (viz obr. 74), umožňuje otáčení v rozsahu 360° . Šroubový svěrák je ustředěn středící vložkou v točnici a upevněn dvěma T šrouby v kruhové T drážce. V základně točnice jsou podélné a příčné drážky pro středící vložky pro ustavení svěráku za T drážky na stole stroje.

Strojní sklopný svěrák (viz obr. 75a) umožňuje ustavení obrobku v naklonění k základně $+60^\circ$ a -30° mohou být řešeny jako otočné.



b



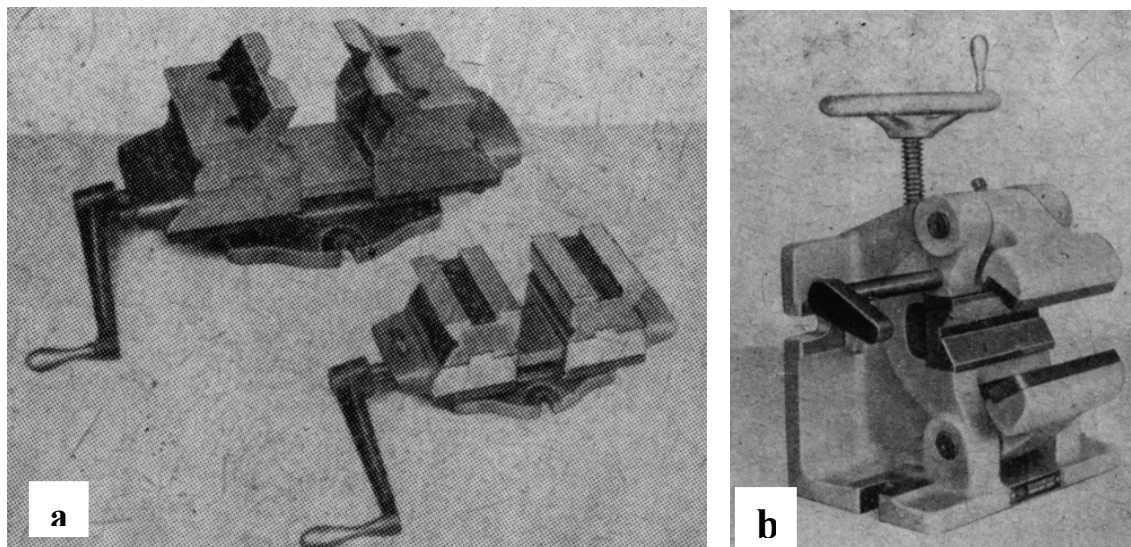
c

Obrázek 75. a) Strojní sklopný a otočný šroubový svěrák, b) strojní svěrák pákový s výstředníkem a točnicí, c) strojní šroubový svěrák s pneumatickým ovládáním upínání.

Strojní svěrák pákový s výstředníkem, (viz obr. 75b) se používají v sériové výrobě k rychlému upnutí, tam kde je potřeba malý zdvih.

Strojní šroubový svěrák s pneumatickým ovládním upínání (viz obr. 75c), slouží v sériové výrobě k rychlému upnutí v malém zdvihu čelistí.

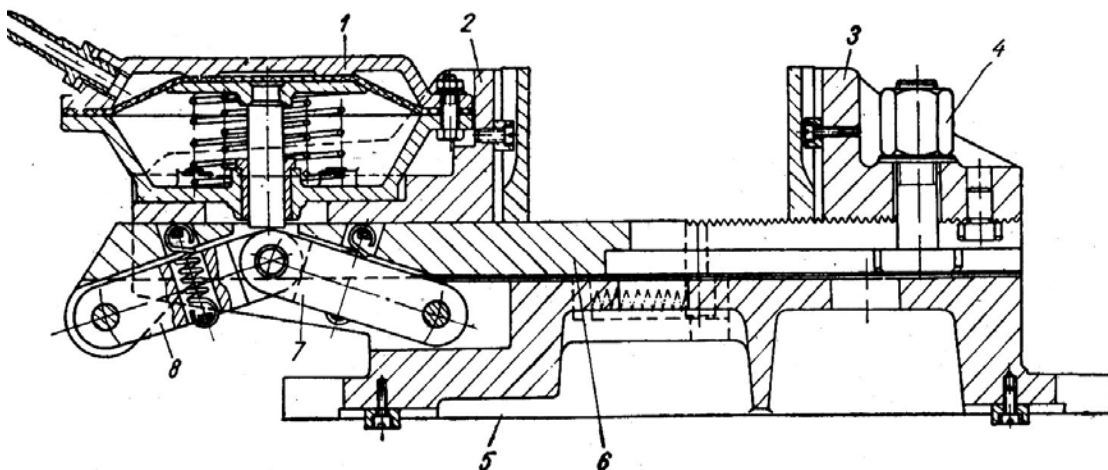
Strojní svěráky samostředící čelist'ové, se používají k přesnému ustavení a upnutí válcových obrobků, což umožňují soustředně pohyblivé prizmatické čelisti (viz obr. 76a).



Obrázek 76. a) Strojní svěrák samostředící čelist'ový, b) samostředící svěrák s pohyblivými rameny.

Strojní samostředící svěrák s pohyblivými rameny, (viz obr. 76b) slouží k soustřednému ustavení a upnutí rotační součásti (např. na drážkovacích frézách).

Pneumatické svěráky membránové (viz obr. 77) snižují vedlejší časy při upínání, námahu dělníka, apod. Nevýhodou je malý zdvih.



Obrázek 77. Schéma pneumatického svěráku, 1) membránová komora, 2) pevná čelist, 3) pohyblivá čelist, 4) T šroub, 5) těleso svěráku, 6) táhlo pohyblivé čelisti, 7,8) páky.

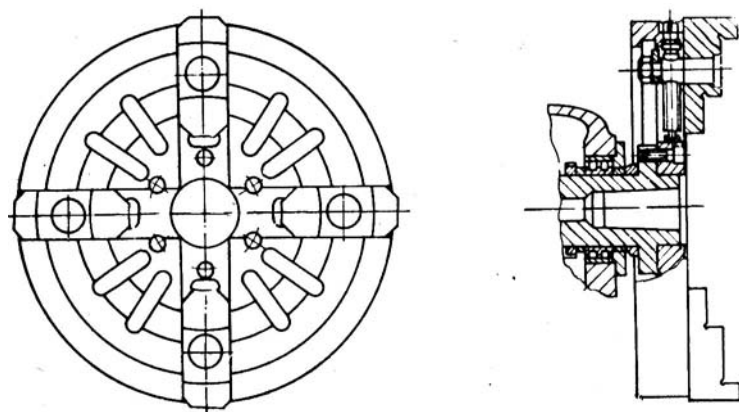
Hydraulické svěráky se používají pro velké upínací síly.

Sklíčidla :

Používají se nejčastěji k upínání krátkých rotačních obrobků střední velikosti a ve spojení s upínacími hroty uloženými v koníku, nebo lunetami je lze použít i k upnutí dlouhých a těžkých obrobků. Hlavní částí každého sklíčidla je těleso v jeho drážkách jsou uloženy radiálně přestavitelné čelisti. Podle počtu čelistí pak rozeznáváme sklíčidla *dvoučelist'ová, tříčelist'ová, čtyřčelist'ová, šestičelist'ová, osmičelist'ová, atd.*

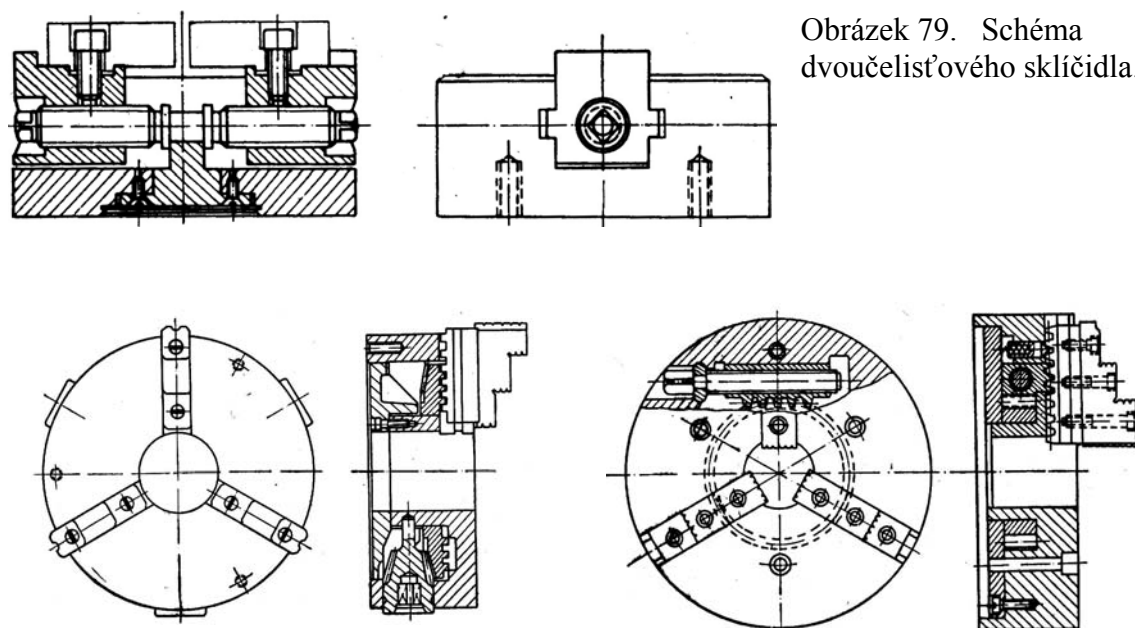
Podle způsobu přestavení čelistí rozeznáváme sklíčidla s nezávisle přestavitelnými čelistmi – *lícni desky* a se současně přestavitelnými čelistmi – *sklíčidla universální*.

Lícni desky se používají k upínání válcových obrobků a obrobků s obecnými tvary při obrábění na soustruzích. Schéma lícni desky viz obr. 78.



Obrázek 78. Schéma lícni desky.

Universální sklíčidla jsou určena k upnutí součástí na strojích s hlavním pohybem otáčivým. Všechny čelisti se pohybují současně a to symetricky k ose, takže upínací plocha je souosá s obráběnou (viz obr. 79,80,81).

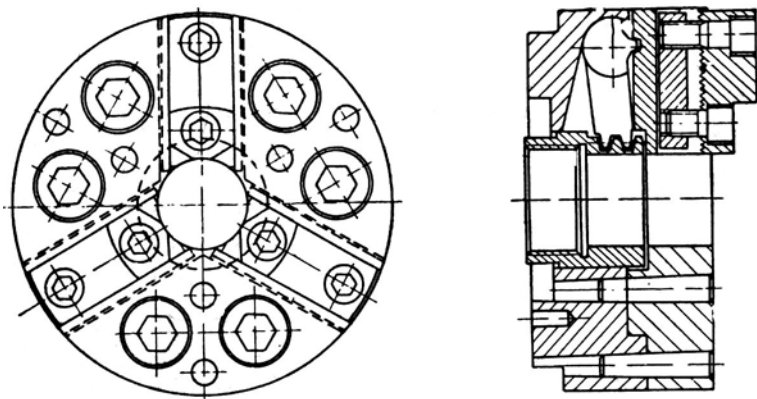


Obrázek 79. Schéma dvoučelist'ového sklíčidla.

Obrázek 80. Tříčelist'ové sklíčidlo s archimedovou spirálou.

Obrázek 81. Tříčelist'ové sklíčidlo s výměnnými čelistmi a šnekovým soukolím.

Pneumatická sklíčidla se používají v sériové výrobě, kde při upínání zkracují podstatně vedlejší čas a odstraňují namáhavou práci a zvyšují bezpečnost upínání a práce. Jejich konstrukce je obdobná jako u universálních, ale radiální posuv čelistí je odvozen vloženými převodovými pákami a posuvnou objímkou spojenou s pneumatickým zařízením (viz obr. 82).



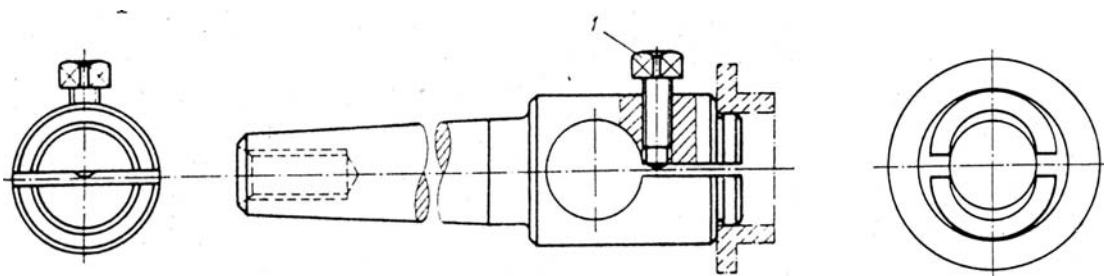
Obrázek 82. Schéma sklíčidla pro pneumatické ovládání.

USTAVENÍ A UPÍNÁNÍ ROTAČNÍCH OBROBKŮ

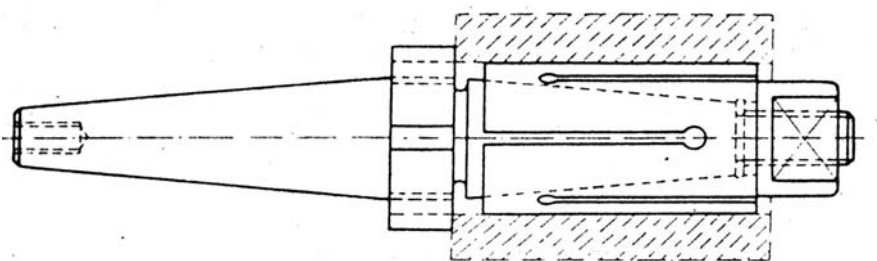
Se používá hlavně upínací trny pevné, rozpínací trny a kleštiny.

Pevné upínací trny (kuželové), používá se k upínání obrobků s přesnou dírou (H6,H7) na soustruzích a bruskách. Díry nemají být delší jak jeden a půl násobek průměru díry. Jeho povrch je kuželovitý (1 : 2500 až 3000) a tvrdý. Obrodek se na trn nalisuje a tím se dosáhne poměrně tuhého dostatečného spojení neboť se jedná o dokončující operace kde jsou síly při obrábění malé. Pro každý průměr musí být samostatný trn. Tyto trny jsou normalizovány.

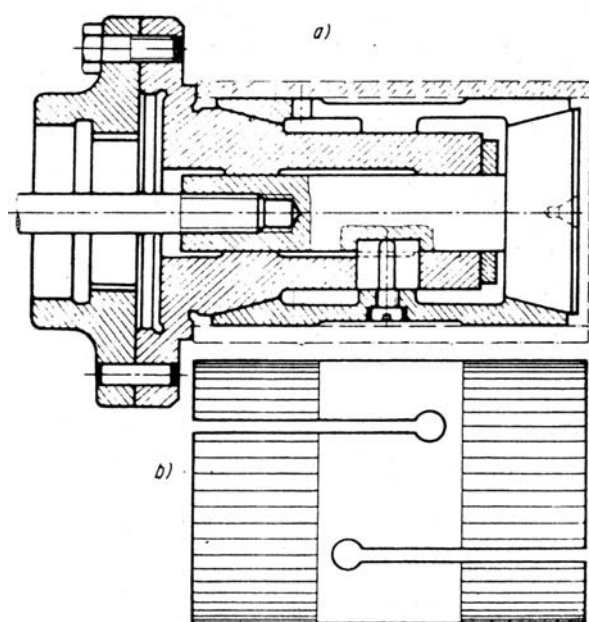
Rozpínací trny slouží k rychlejšímu upnutí, ale je méně přesné jako kuželové (viz obr.83,84,86).



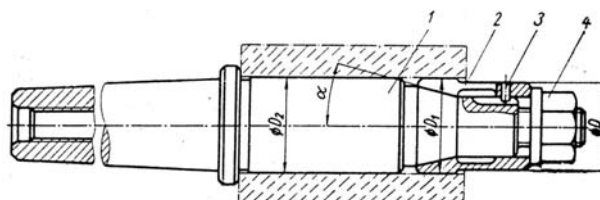
Obrázek 83. Schéma jednoduchého rozpínacího trnu.



Obrázek 84. Schéma rozpínacího trnu s pouzdrem a jedním kuželem.

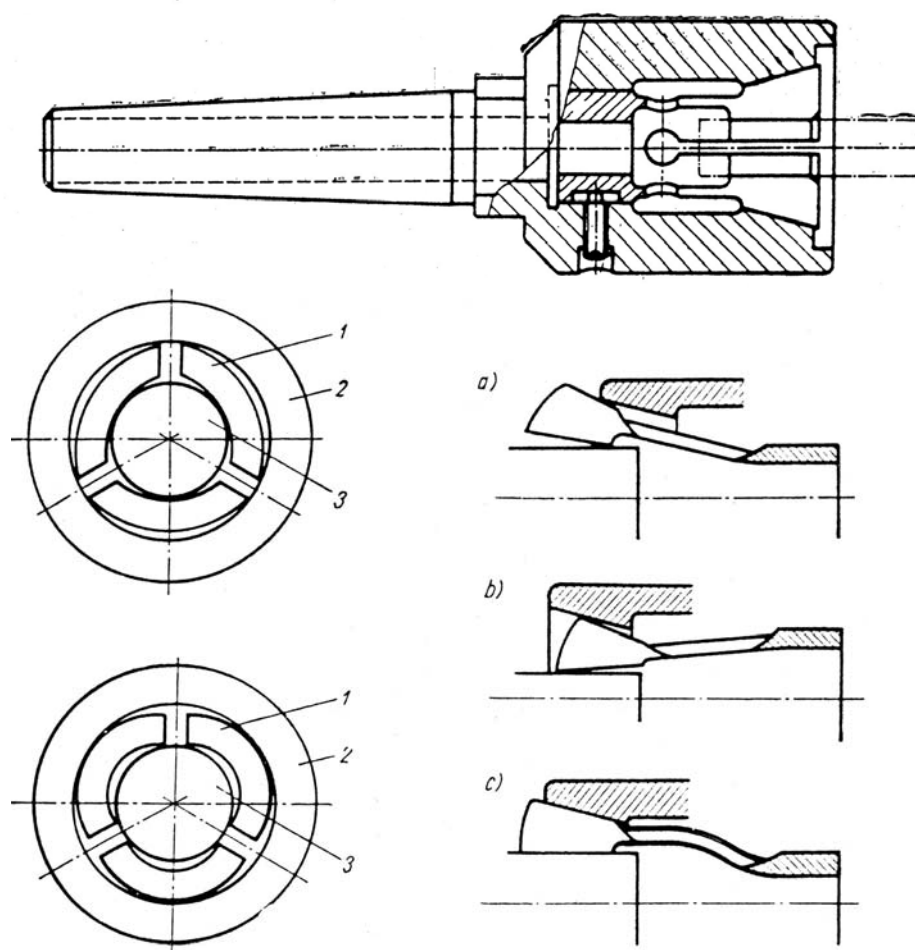


Obrázek 85. Schéma rozpínacího trnu s pouzdrem a dvěma kužely.



Obrázek 86. Schéma rozpínacího trnu pro delší součásti s jednostranným rozepnutím pouzdra s kuželem.

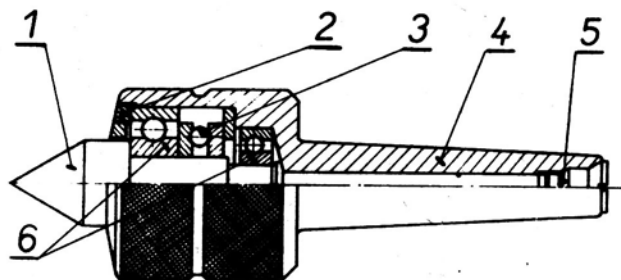
Kleštiny, odpovídají svou funkcí rozpínacím trnům. Upíná se jimi za vnější válcovou plochu. (viz obr. 87



Obrázek 87. Schéma kleštin, a) chyba upnutí příliš velkého průměru obrobku, b) chyba upnutí příliš malého průměru obrobku, c) správné upnutí.

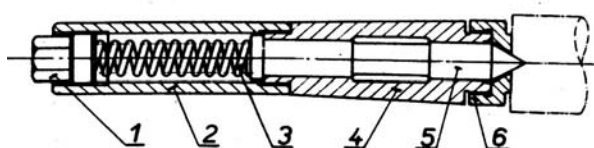
Hroty pevné, s vrcholovým úhlem 60° se vyrábí ve velikostech podle upínacího kužele Morse 0 až 6. Materiál nástrojová ocel uhlíková, kalena popuštěna na 58 až 62 HRC, upínací kužel zušlechtěn na 1100 až 1200 Mpa, u složených hrotu SK a upínací kužel z konstrukční oceli 11 600, jsou normalizovány dle ČSN. Pro upnutí při malých otáčkách.

Hroty otočné, pro upnutí mezi hroty pro vysoké otáčky (viz obr. 88).



Obrázek 88. Schéma otočného hrotu
1) otočný hrot, 2) víčko, 3) axiální ložisko, 4) tělo hrotu, 5) šroubová zátka, 6) radiální ložiska.

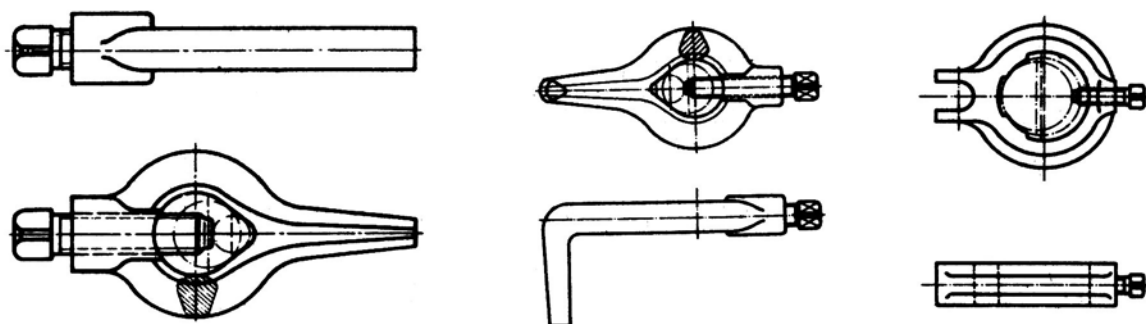
Hroty odpružené, umožňují upnutí obrobku vždy ve stejné poloze vzhledem k toleranci středícího důlku (viz obr. 89).



Obrázek 89. Schéma odpruženého hrotu s čelní opěrkou, 1) šroub nastavení předpětí pružiny, 2) pouzdro, 3) pružina, 4) kuželové pouzdro, 5) upínací hrot, 6) opěrka.

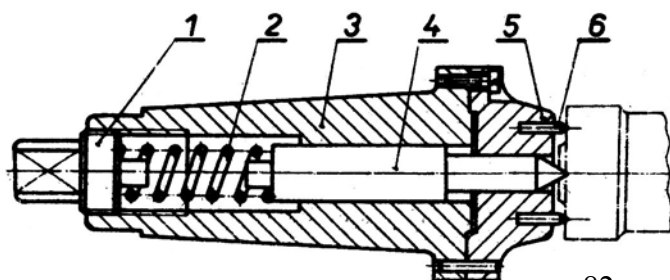
Unášče :

Unášecí srdce, přenášejí otáčivý pohyb z unášecího kotouče na obrobek a jsou normalizovány dle ČSN. (viz obr. 90).



Obrázek 90. Schémata unášecích srdíček nejčastěji používaných a vyráběných dle ČSN.

Čelní unášče, přenáší rotační pohyb vřetene na obrobek vtlačení nožků (hrotů) do čela obrobku (viz obr. 91).



Obrázek 91. Schéma čelního unášče, 1) šroub nastavení odpružení hrotu, 2) pružina, 3) tělo hrotu, 4) středící hrot, 5) víko, 6) kalené hroty nebo nožky.

Mezi universální přípravky dále patří *upínací úhelníky, naklápěcí upínací stoly, otočné stoly, lunety pevné a posuvné*, atd.

9. TÉMA

OPERAČNÍ PŘÍPRAVKY

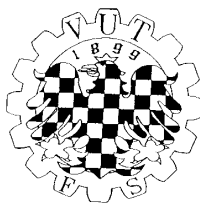
Speciální operační přípravky se používají k upínání obrobků v sériové a hromadné výrobě. Jsou to jednoúčelové upínací zařízení, řešená a vyrobená pro určitý stroj, součást a operaci.

Použitím speciálních přípravků dosáhneme :

- zkrácení potřebného času k ustavení a upnutí obrobku,
- odstranění orýsování,
- zvýšení přesnosti výroby a zabezpečení vyměnitelnosti součástí,
- zmenšení počtu zmetků,
- snížení pracnosti obrábění a využití obsluhy strojů dělníky s nižší kvalifikací,
- zvýšení bezpečnosti práce a zlepšení pracovního prostředí.

Podle použití se dělí speciální přípravky na :

- 1) Soustružnické přípravky,
- 2) přípravky pro broušení,
- 3) frézovací přípravky,
- 4) vrtací a vyvrtávací přípravky,
- 5) přípravky pro ostatní obráběcí stroje,
- 6) montážní přípravky.



Vysoké učení technické,
Fakulta strojního inženýrství,
Ústav strojírenské technologie, odbor tváření,
Technická 2, 616 69 BRNO
Tel. 541 142 621, Fax 541 142 626

PŘÍPRAVKY A NÁSTROJE

ČÁST

TVÁŘECÍ NÁSTROJE

Určeno pro **KOMBINOVANÉ STUDIUM, III. roč.**

Zpracoval: **Doc. Ing. Karel Novotný, CSc.**

Září 2002

TVÁŘECÍ NÁSTROJE.

Nástroje pro plošné tváření – zpracování plechu (stříhání, ohýbání, tažení aj.)

Nástroje pro objemové tváření – ražení, protlačování, kování, válcování aj.

Podle počtu a druhu operací se nástroje dělí na :

- a) nástroje jednoduché
- b) nástroje postupové - dva a více operací jdoucí za sebou (např. děrování a v dalším kroku vystřihování)
- c) nástroje sloučené - sloučení operací stejného typu (např. děrování a současné vystřihování v jednom pracovním zdvihu
- d) nástroje sdružené – sdružování operací různého typu (např. stříhání + tažení)

Stříhání ve stříhadlech:

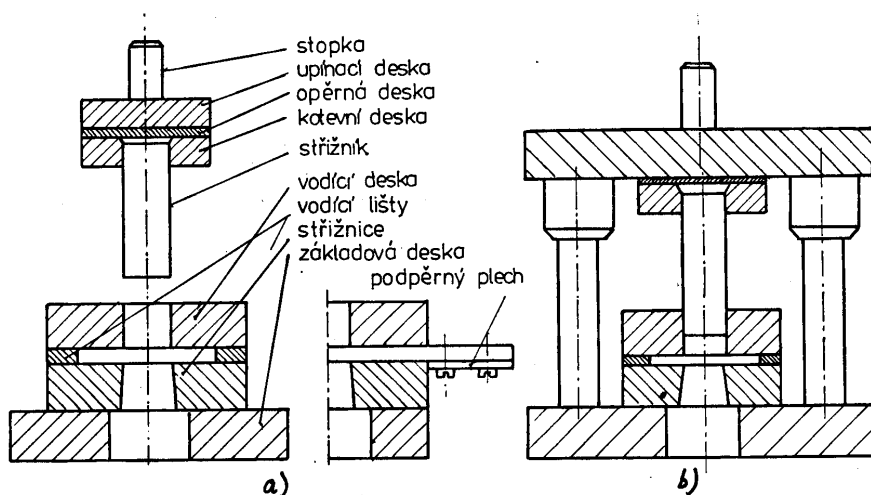
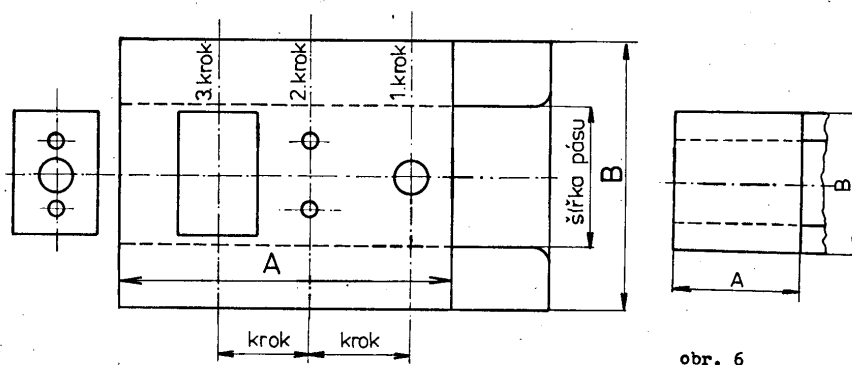


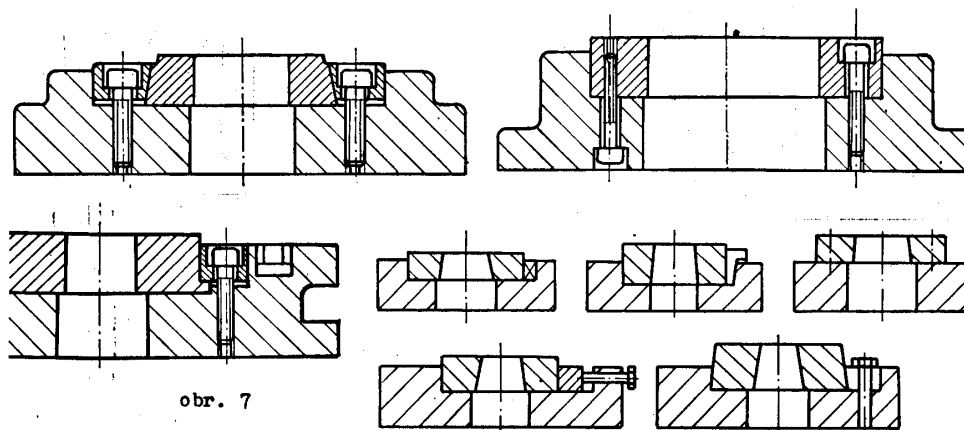
Schéma střížného nástroje
- bez vodicího stojánku

- s vodicím stojánkem

STANOVENÍ VELIKOSTI STŘIŽNÉ SKŘÍŇE – ZÁKLADNÍHO ROZMĚRU A x B



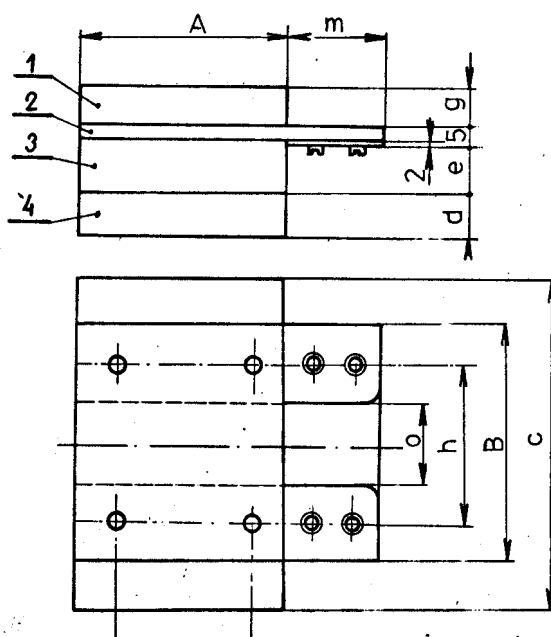
obr. 6



obr. 7

ZPŮSOBY UPNUTÍ STŘIŽNICE U NEVEDENÝCH NÁSTROJŮ

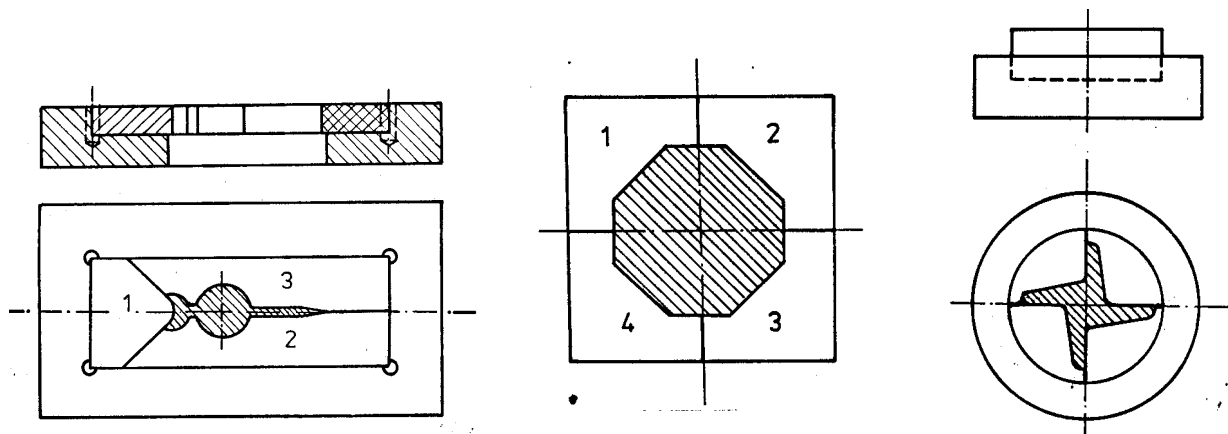
Schéma střižné skříně podle ČSN – hodnoty jednotlivých rozměrů je možno najít v tabulce v příslušné normě



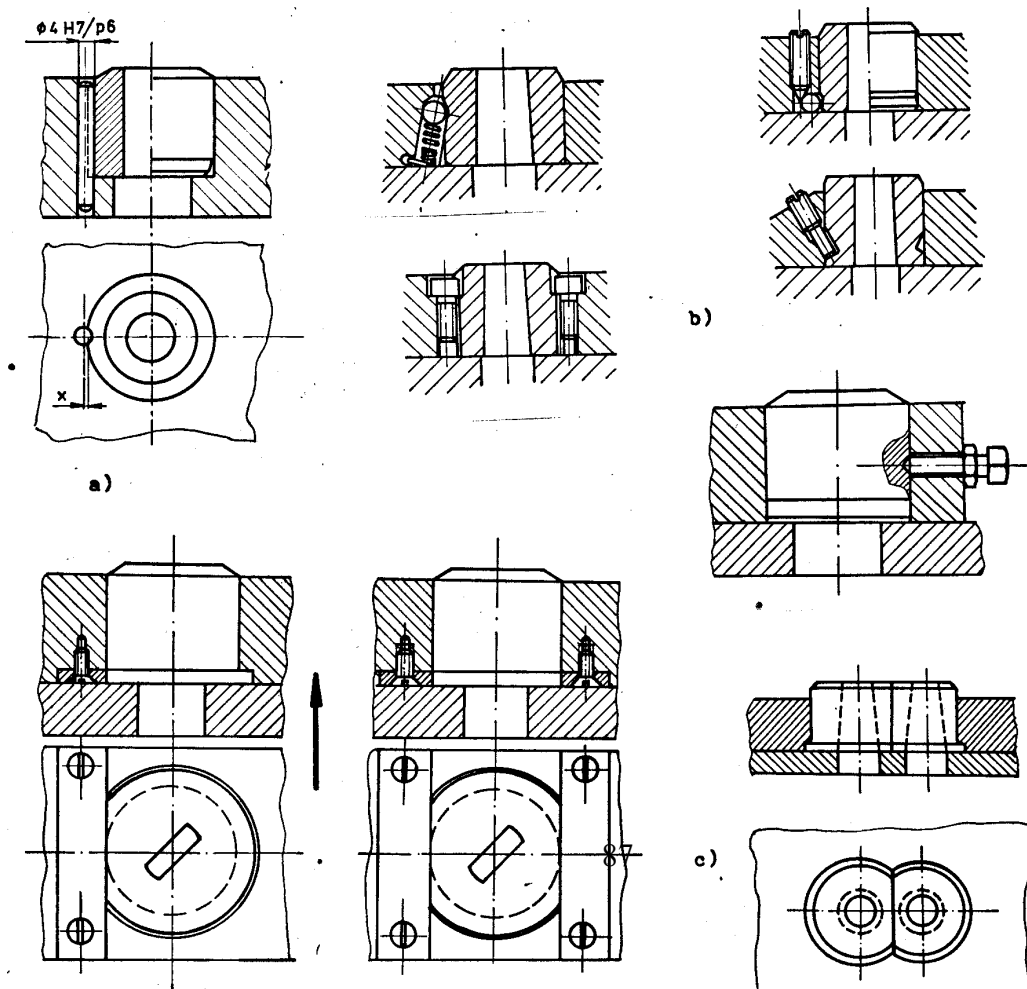
Střížnice mohou být:

- celistvé (tj. z jednoho kusu)
- dělené (skládané)
- vložkové

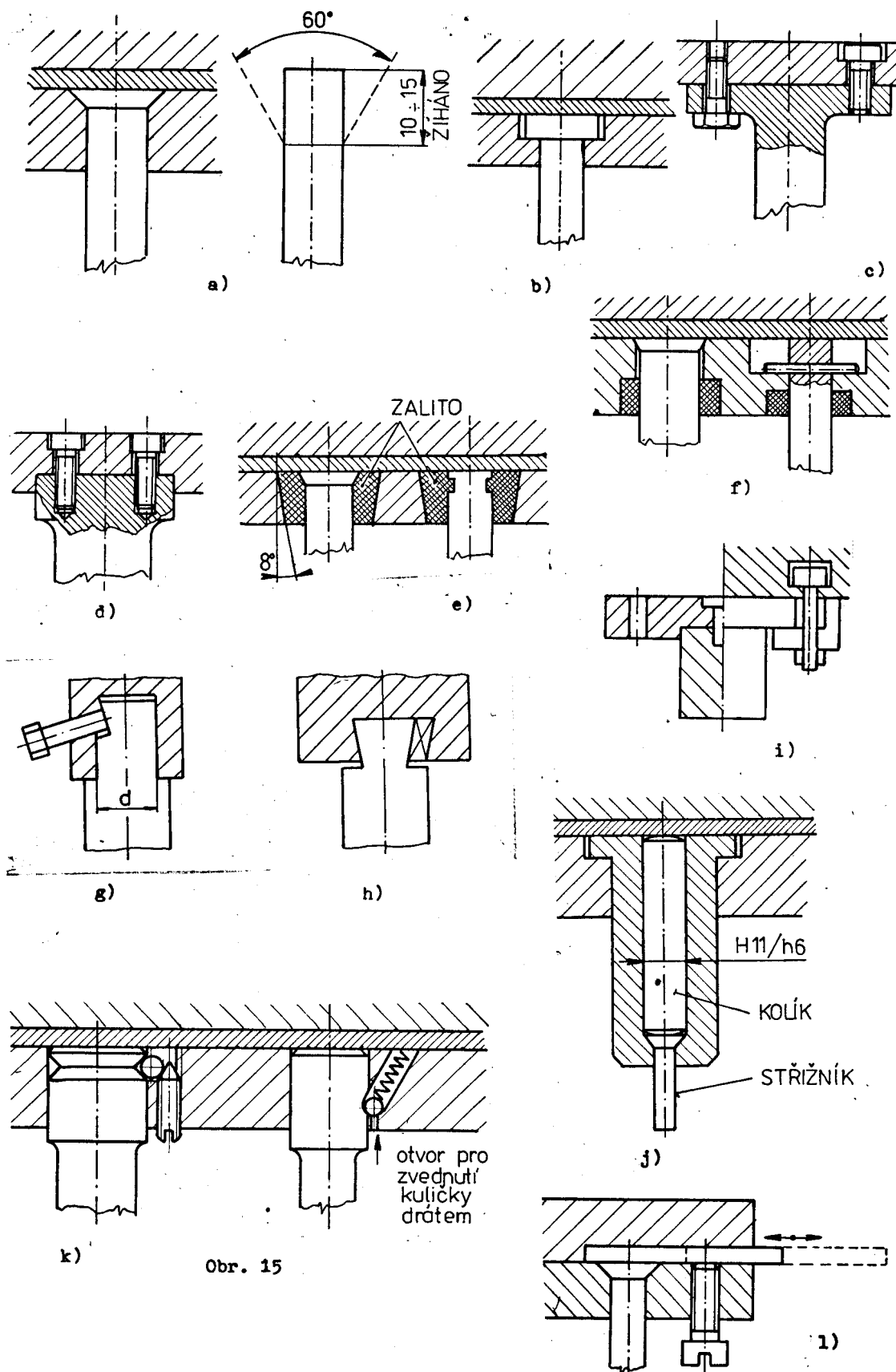
Kriteriem je velikost a složitost tvaru výstřížku, velikost série, druh nástroje, druh stříhaného materiálu aj.



PŘÍKLADY DĚLENÝCH STŘIŽNIC

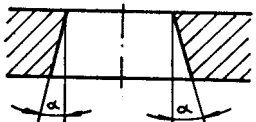
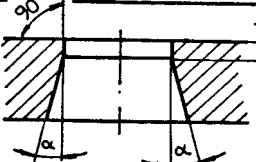
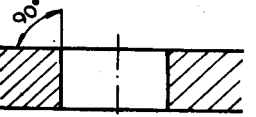
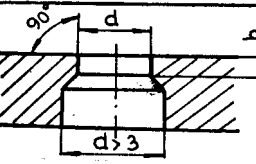


PŘÍKLADY UPÍNÁNÍ STŘIŽNÝCH VLOŽEK U VLOŽKOVANÝCH STŘIŽNIC

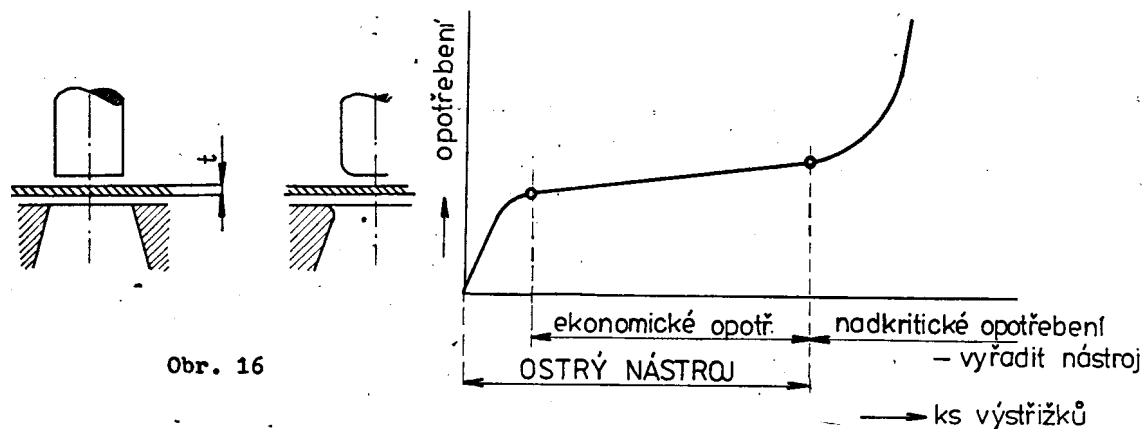


Obr. 15

PŘÍKLADY UPÍNÁNÍ STŘIŽNÍKŮ

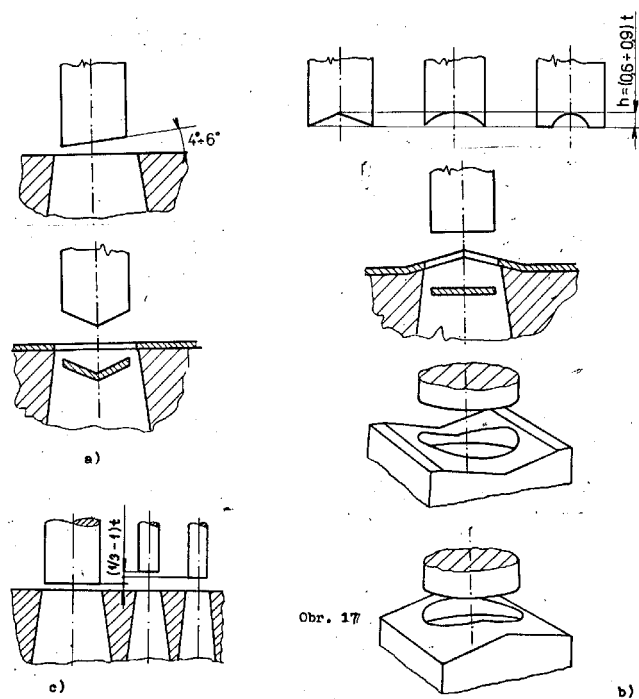
 A	$\alpha = 10' - 15'$ při $t = 0,1 - 0,5$ mm $\alpha = 15' - 20'$ při $t = 0,5 - 1,0$ mm $\alpha = 20' - 30'$ při $t = 1,0 - 2,0$ mm $\alpha = 30' - 45'$ při $t = 2,0 - 4,0$ mm $\alpha = 45' - 1^\circ$ při $t > 4,0$ mm	Použití - pro střední počty kusů - vystřihování malých částí
 B	$h = 3 - 5$ mm při $t = 0,5$ mm $h = 5 - 10$ mm při $t = 0,5 - 5$ mm $h = 10 - 15$ mm při $t = 5 - 10$ mm $\alpha = 3^\circ - 5^\circ$	Použití Pro vysoké počty kusů
 C	válcový nebo prismatický tvar	Použití Ke stříhání při použití vyhazovače nebo pro rozměrné tvary
 D	válcově vybraný tvar h stejně jako při B	Použití K děrování ($d > 5$ mm)

GEOMETRIE BŘITŮ FUNKČNÍCH ČÁSTÍ

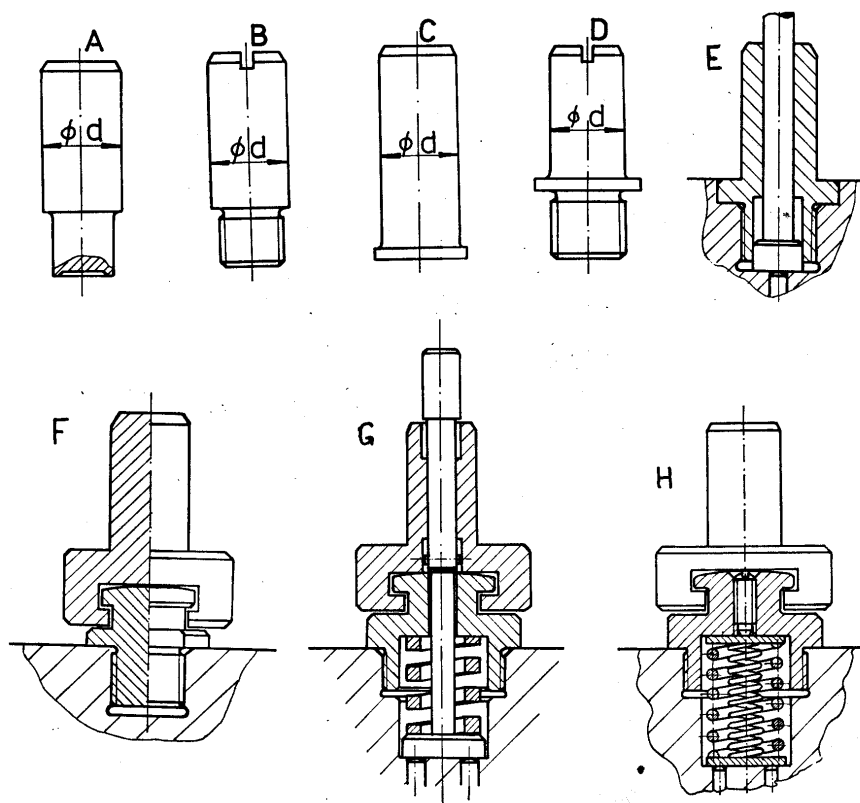


OPOTŘEBENÍ BŘITŮ –

Kriterium opotřebení zaoblení $R > 0,1$ tloušťky plechu

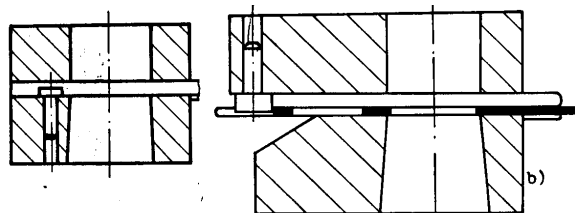


ÚPRAVY STŘIŽNÍKŮ A STŘIŽNIC PRO SNÍŽENÍ STŘIŽNÉ SÍLY

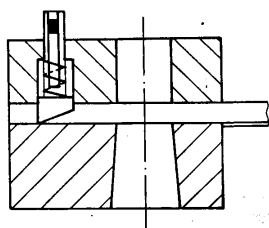
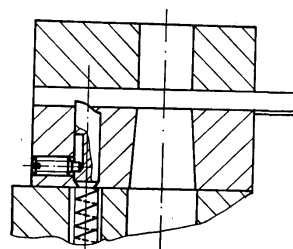
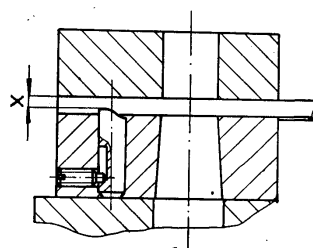
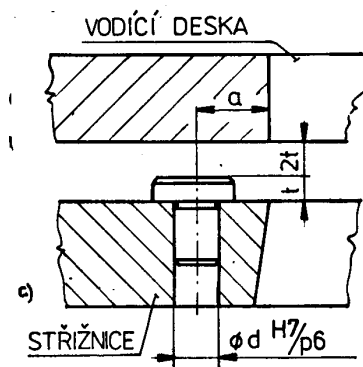


Stopky – upínací a středící elementy pro horní část nástroje

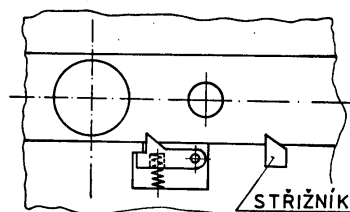
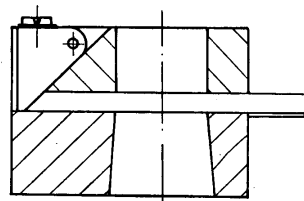
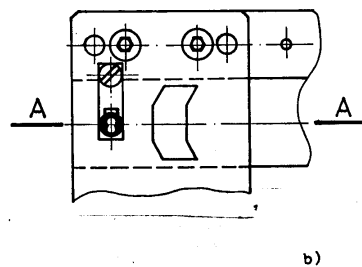
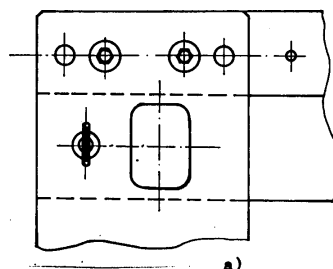
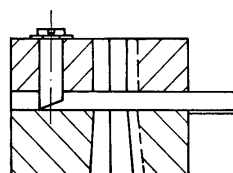
DORAZY – polohovací elementy zajišťující krok pásu



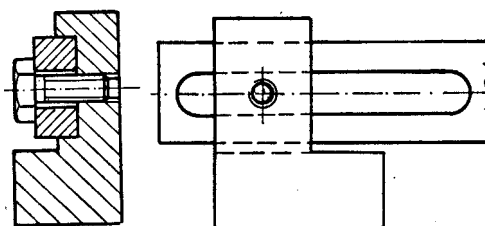
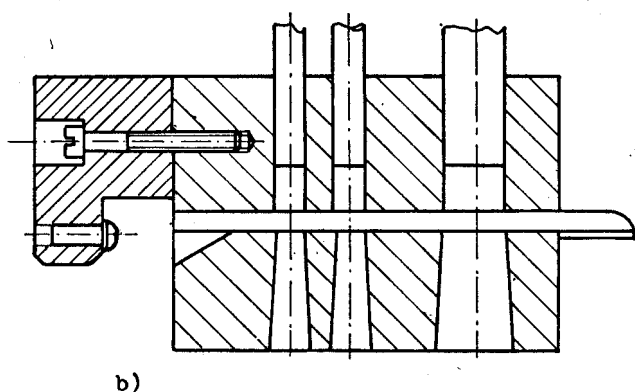
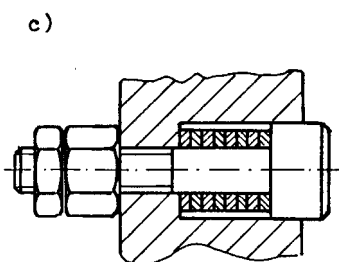
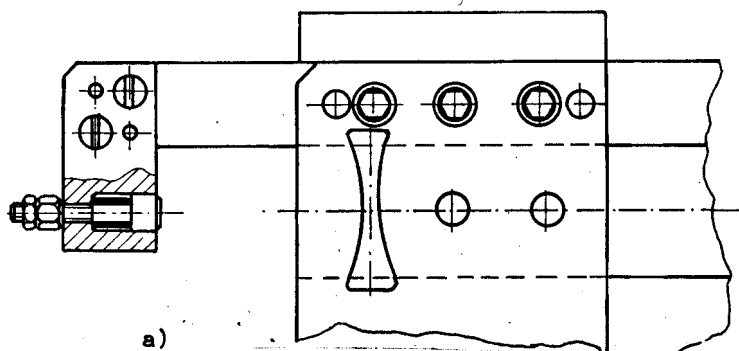
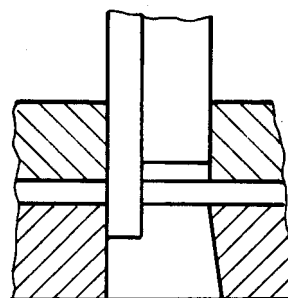
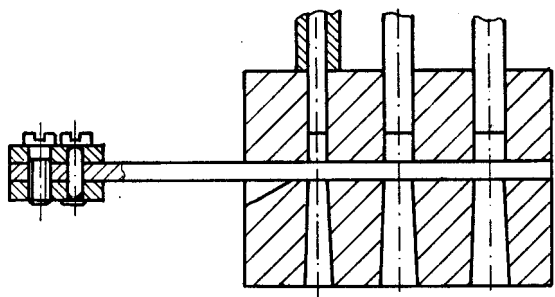
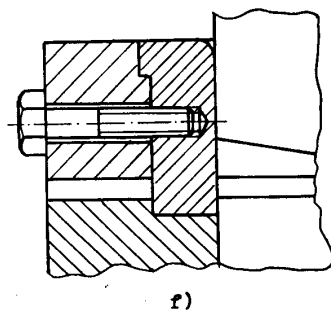
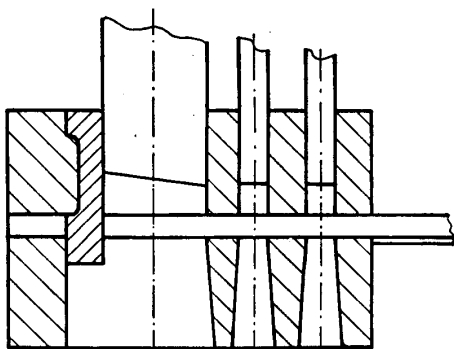
DOPŘEDNÝ DORAZ



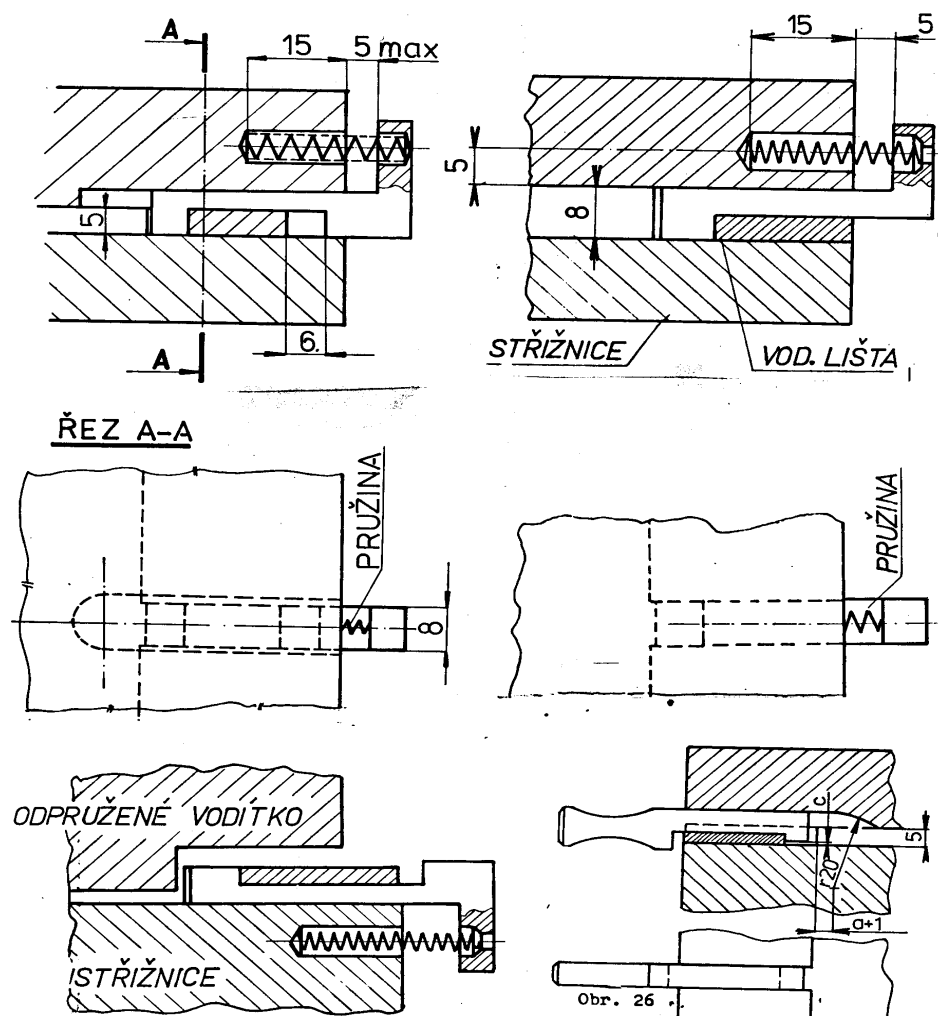
ŘEZ A-A



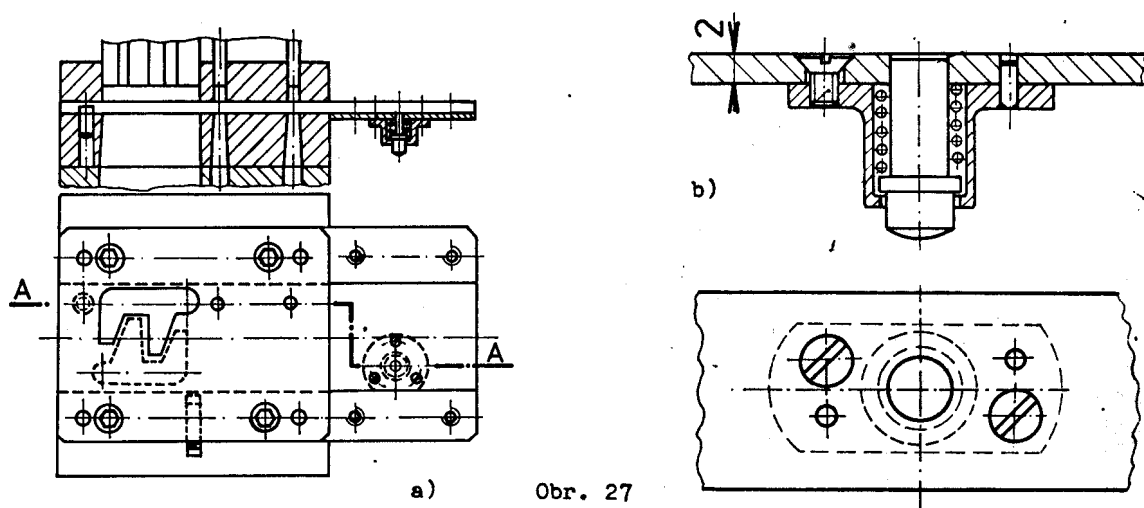
ZPĚTNÝ DORAZ



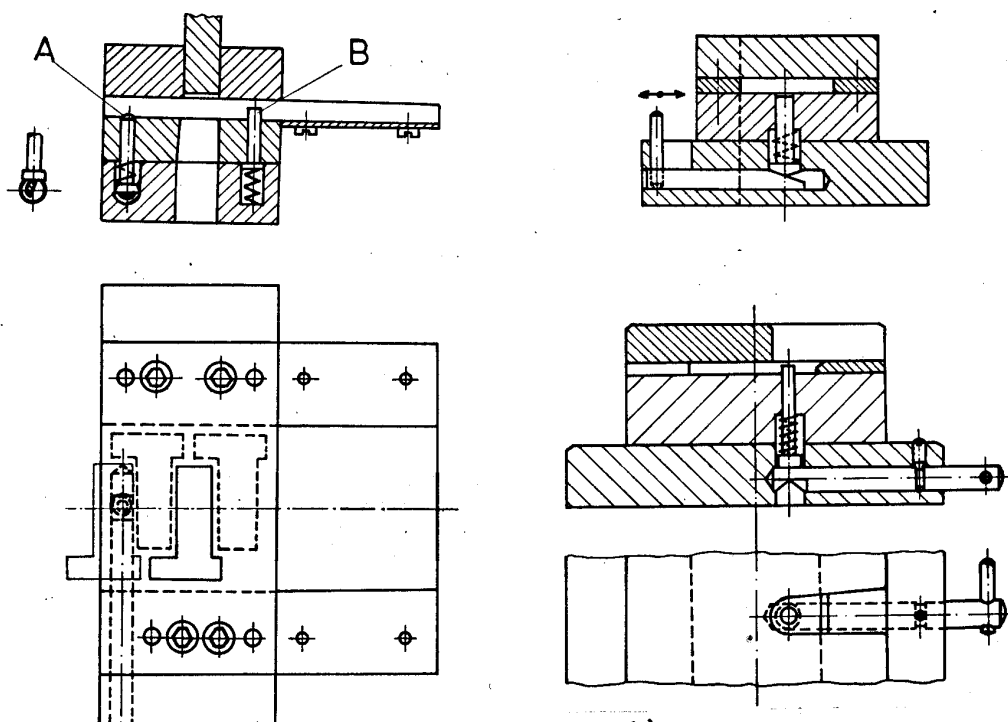
DORAZ PRO LISOVÁNÍ BEZ ODPADU



NAČÍNACÍ DORAZY

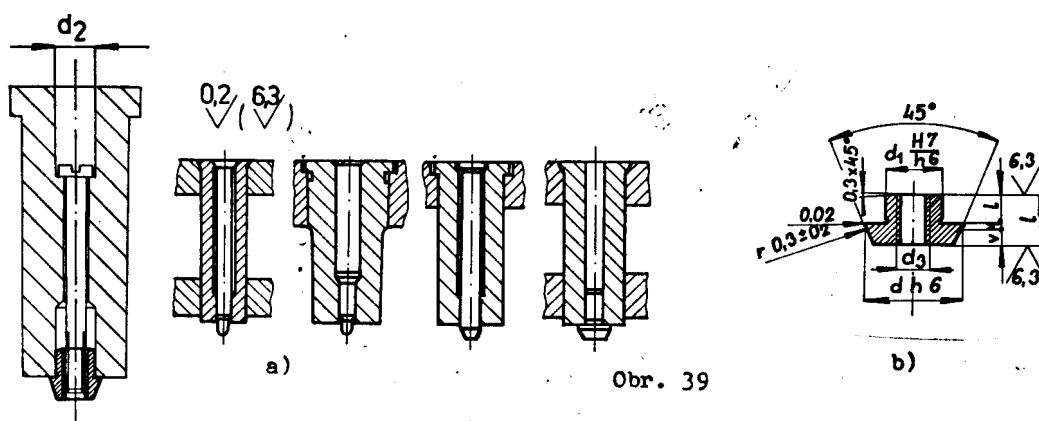


NAČÍNACÍ DORAZ PRO 2. ŘADU

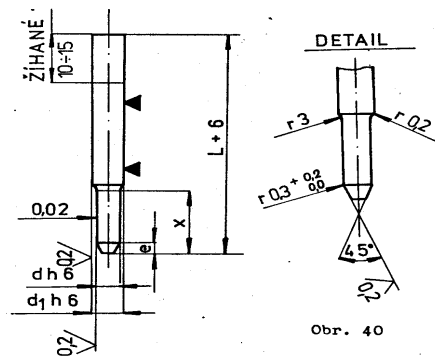


Doraz pro 1. a 2. řadu výlisků

HLEDÁČKY - středění přímé (do otvoru z předchozího kroku)
 - středění nepřímé (do speciálně vystřižených otvorů)



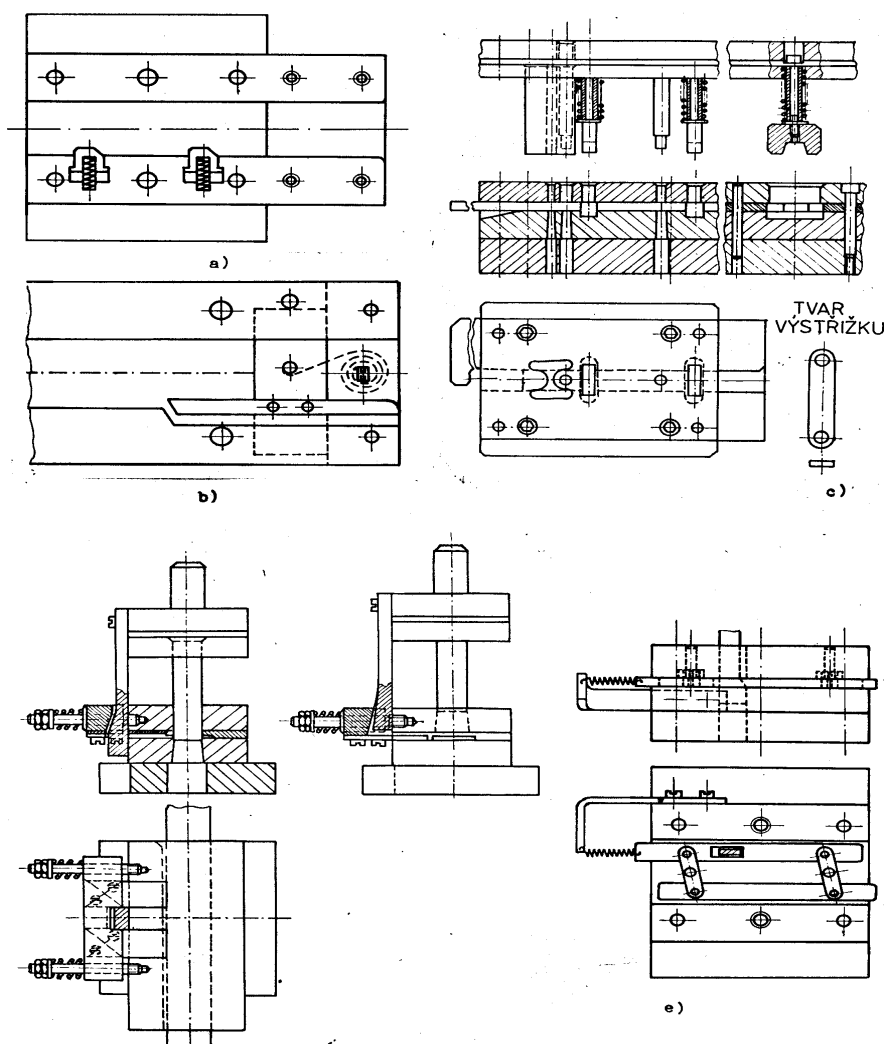
HLEDÁČKY PRO PŘÍMÉ STŘEDĚNÍ



Obr. 40

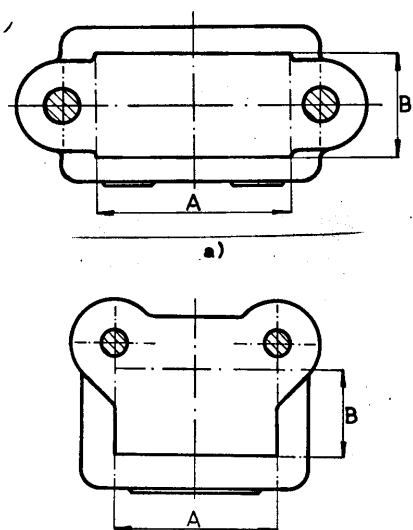
HLEDÁČEK PRO NEPŘÍMÉ STŘEDĚNÍ

- upínání stejné jako u střížníků

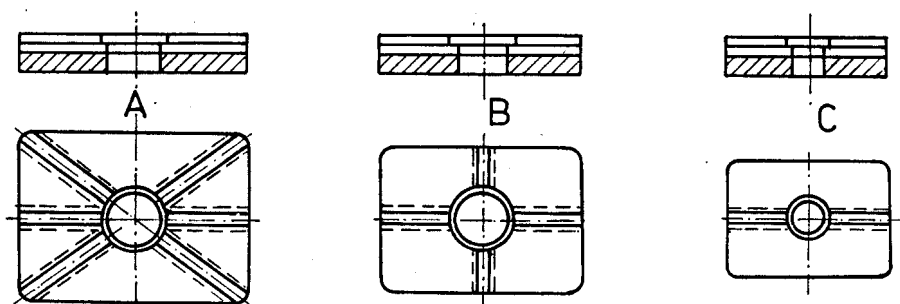


ZPŮSOBY VEDENÍ PÁSU MEZI LIŠTAMI

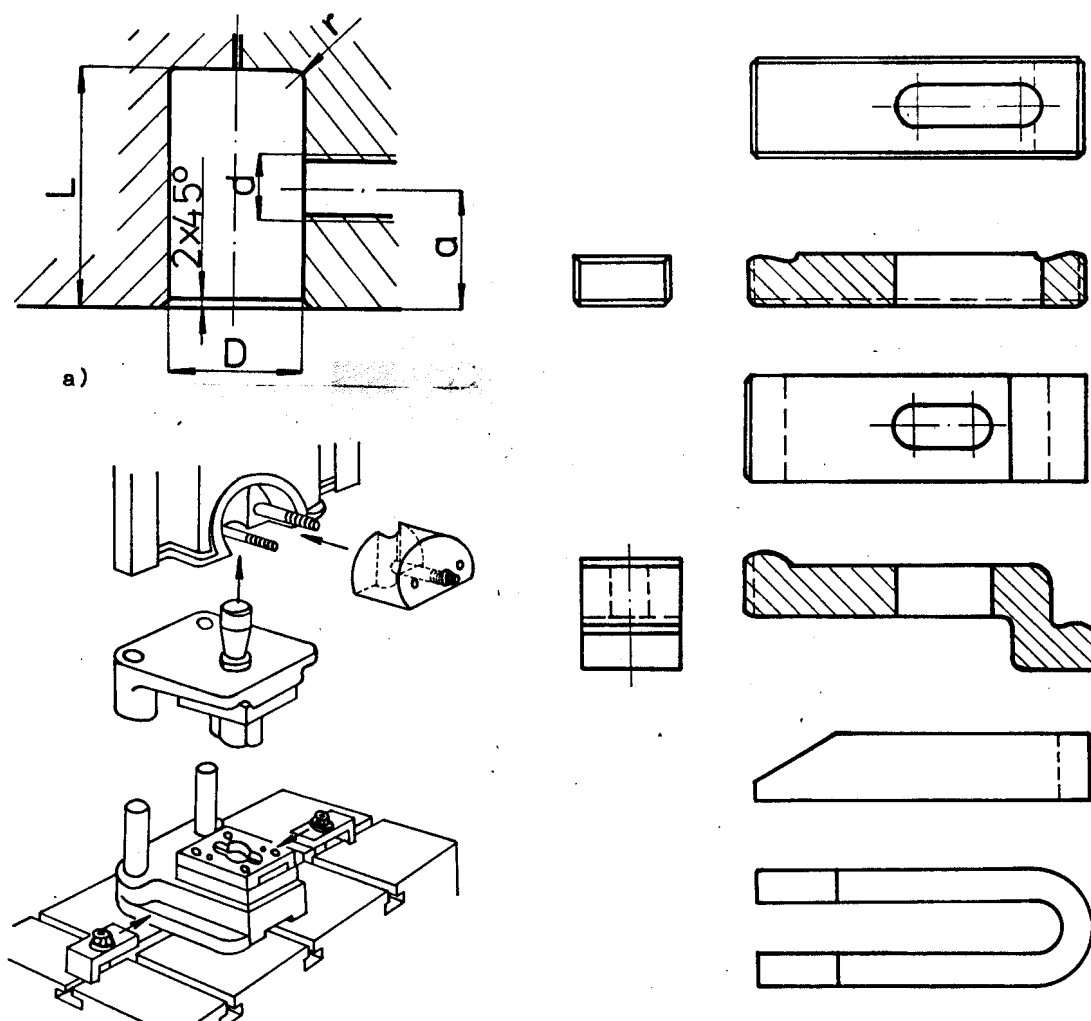
VODICÍ STOJÁNKY



TYPY VODICÍCH STOJÁNKŮ

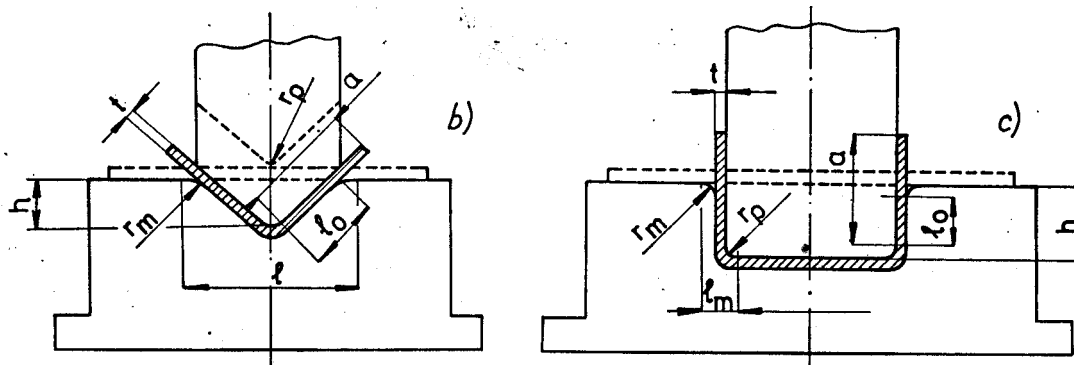


STOLNÍ DESKA S T – DRÁŽKAMI NA LISU

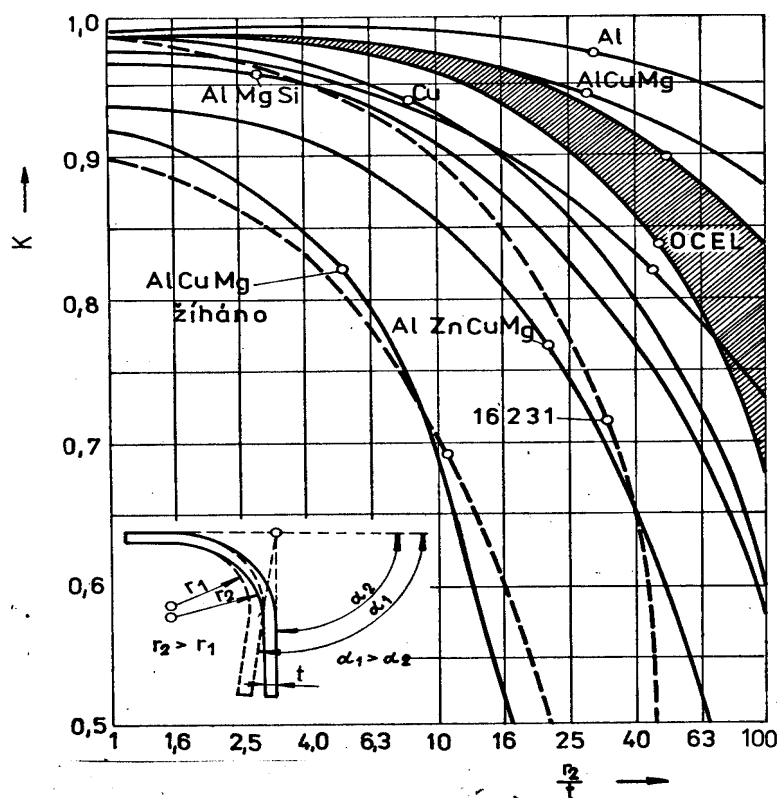


UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ NA LIS

OHÝBACÍ NÁSTROJE



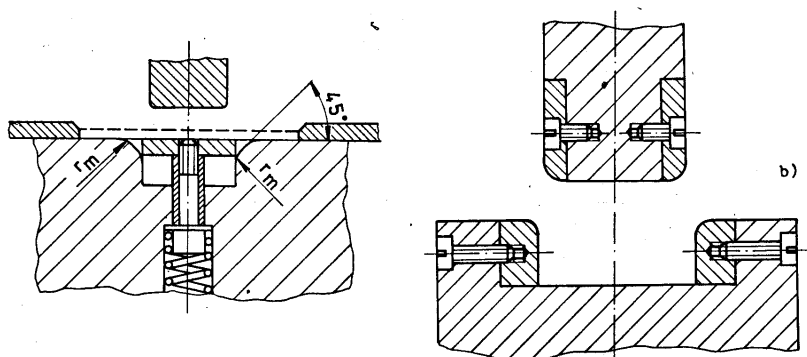
OHYBNICE VE TVARU V a U

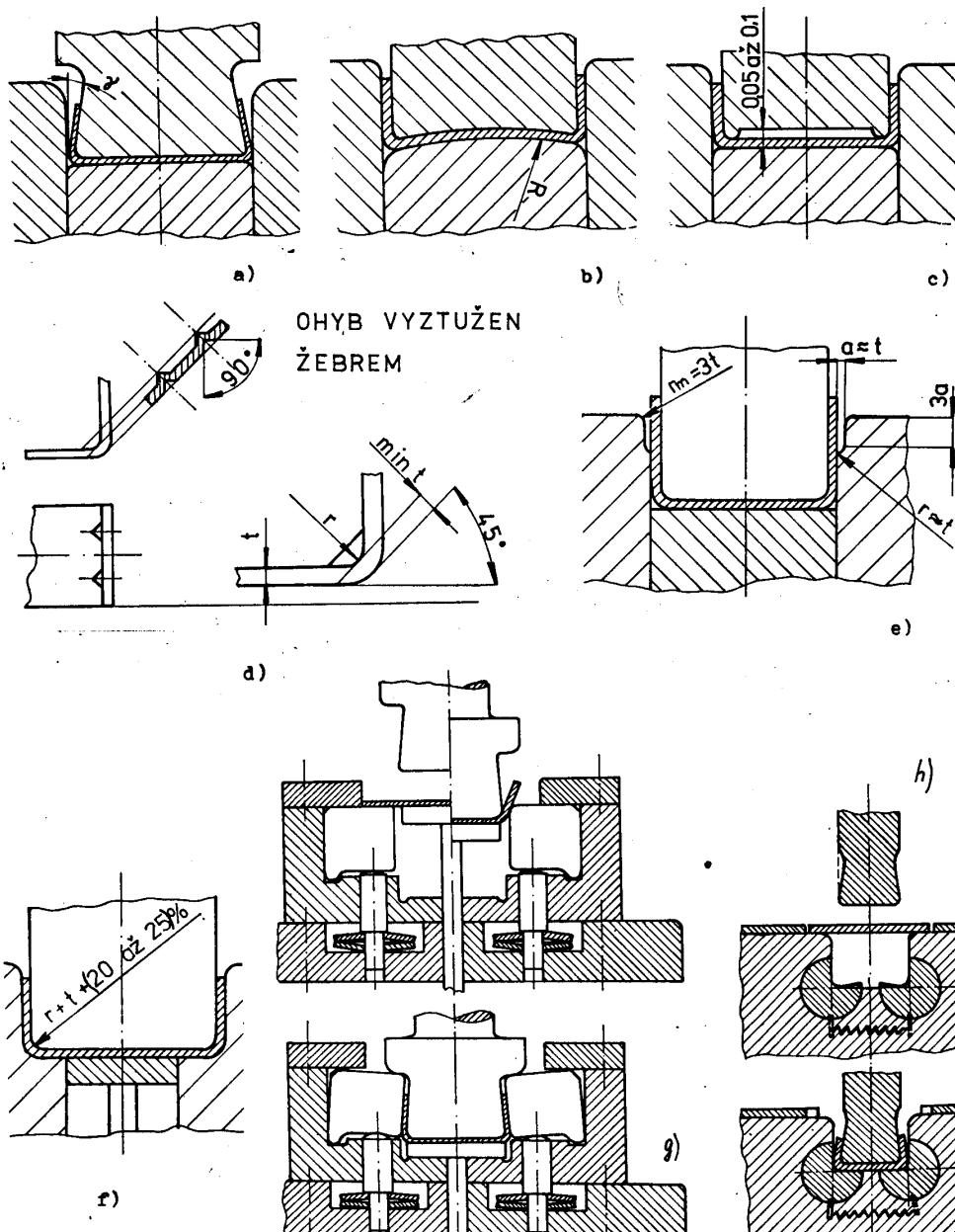


Hodnoty r_1 a α_1 platí pro nástroj, r_2 a α_2 platí pro ohýbanou součást

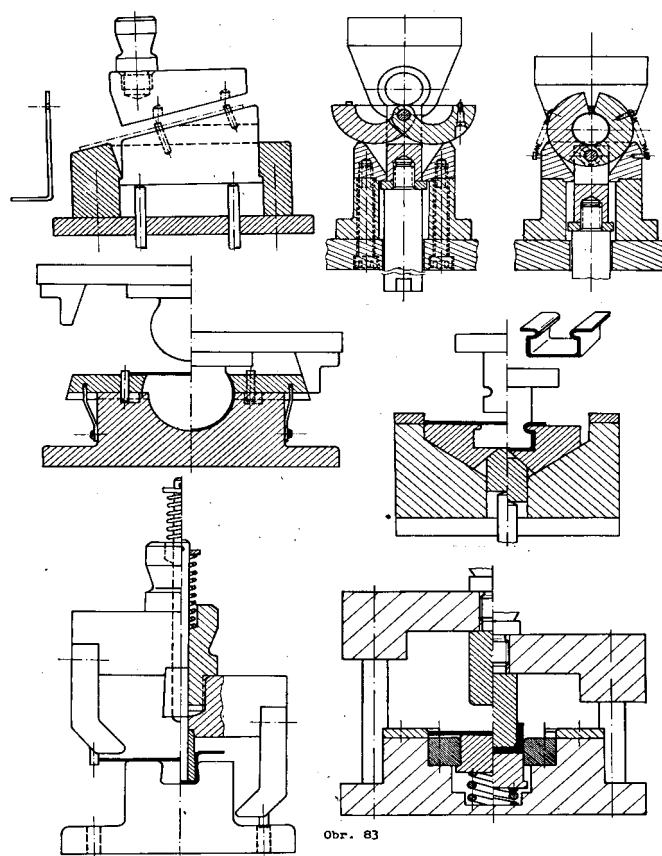
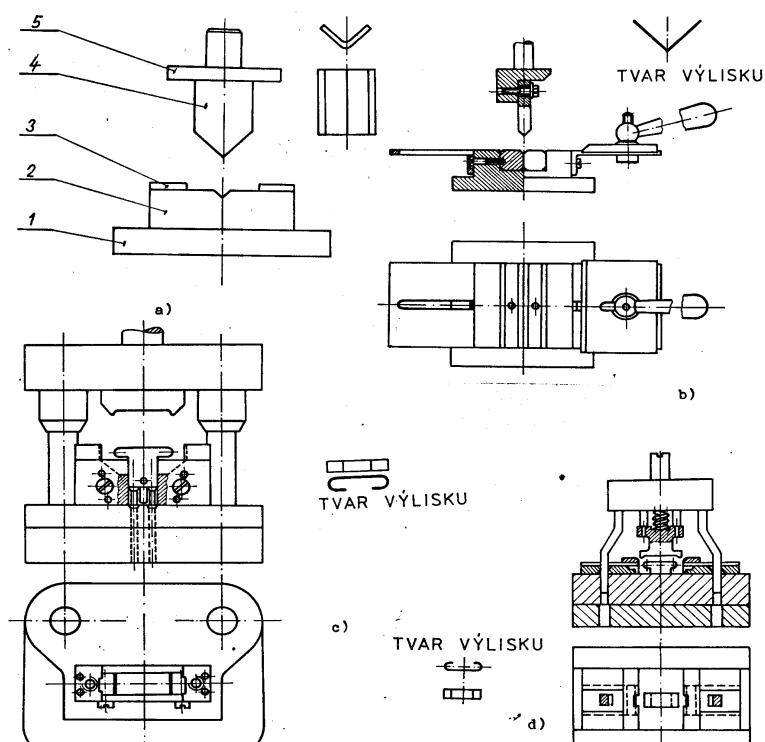
$$k = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{r_1 + 0,5t}{r_2 + 0,5t}$$

DIAGRAM PRO URČENÍ VELIKOSTI ODPRUŽENÍ





Způsoby eliminace odpružení



PŘÍKLADY OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

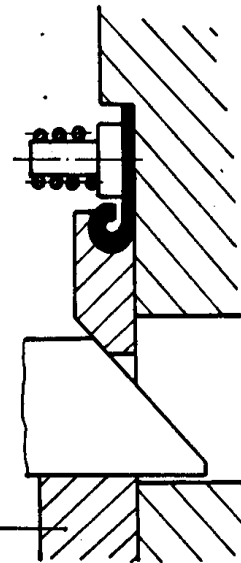
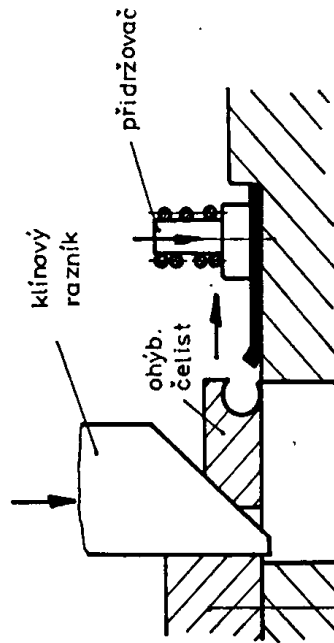
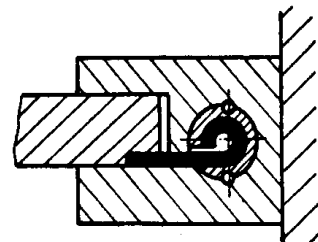
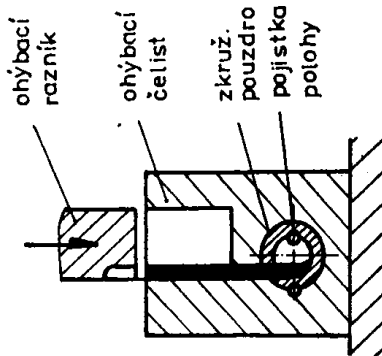
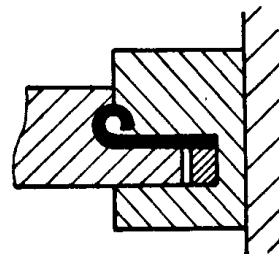
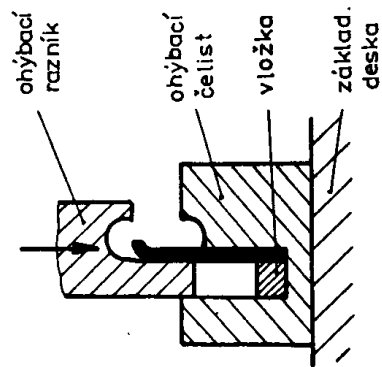
ZAKRUŽOVACÍ NÁSTROJE

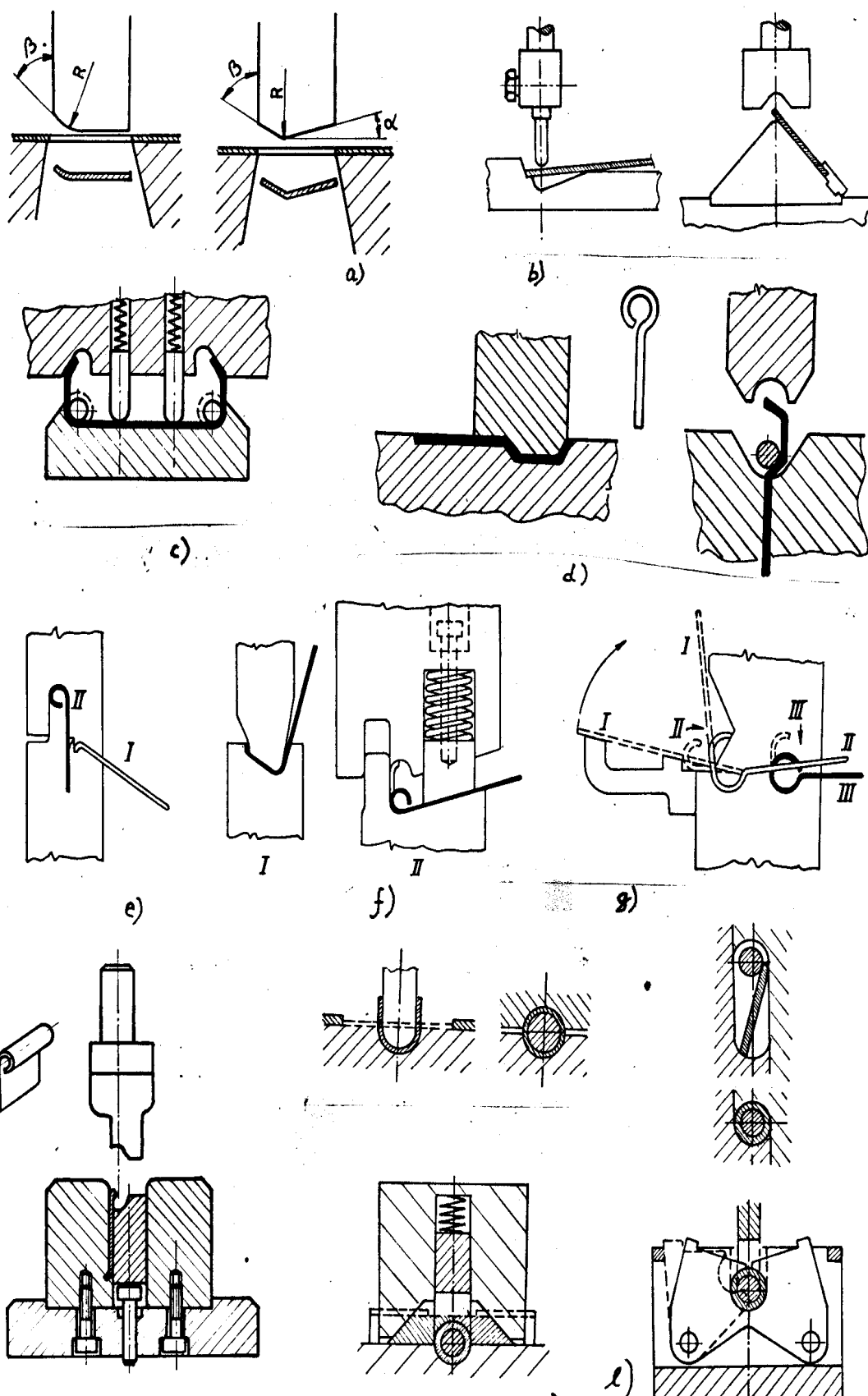
HLAVNÍ POHYB VE SMĚRU POHYBU
RAZNÍKU

HLAVNÍ POHYB KOLMO K POHYBU
RAZNÍKU

zajištěný polotovar

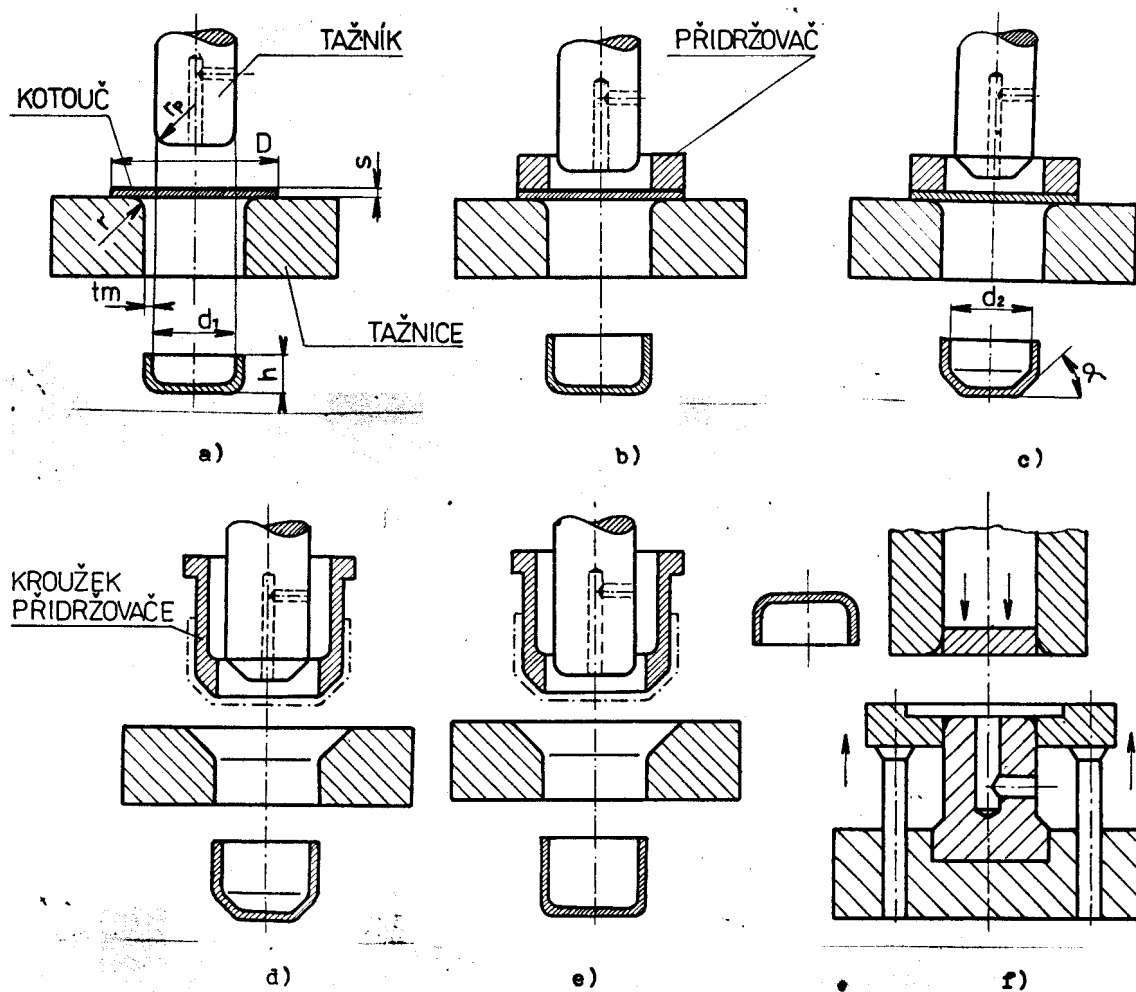
pohyblivý polotovar



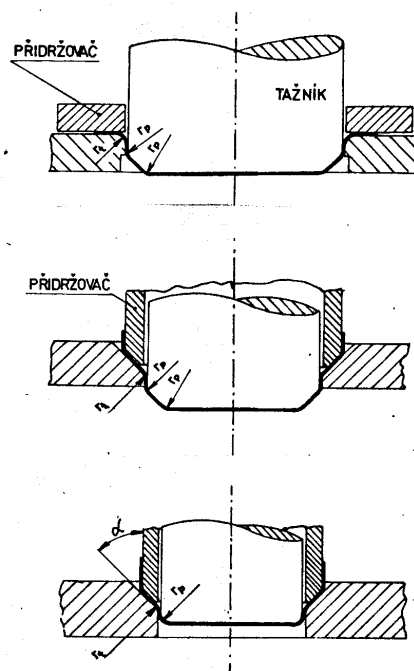


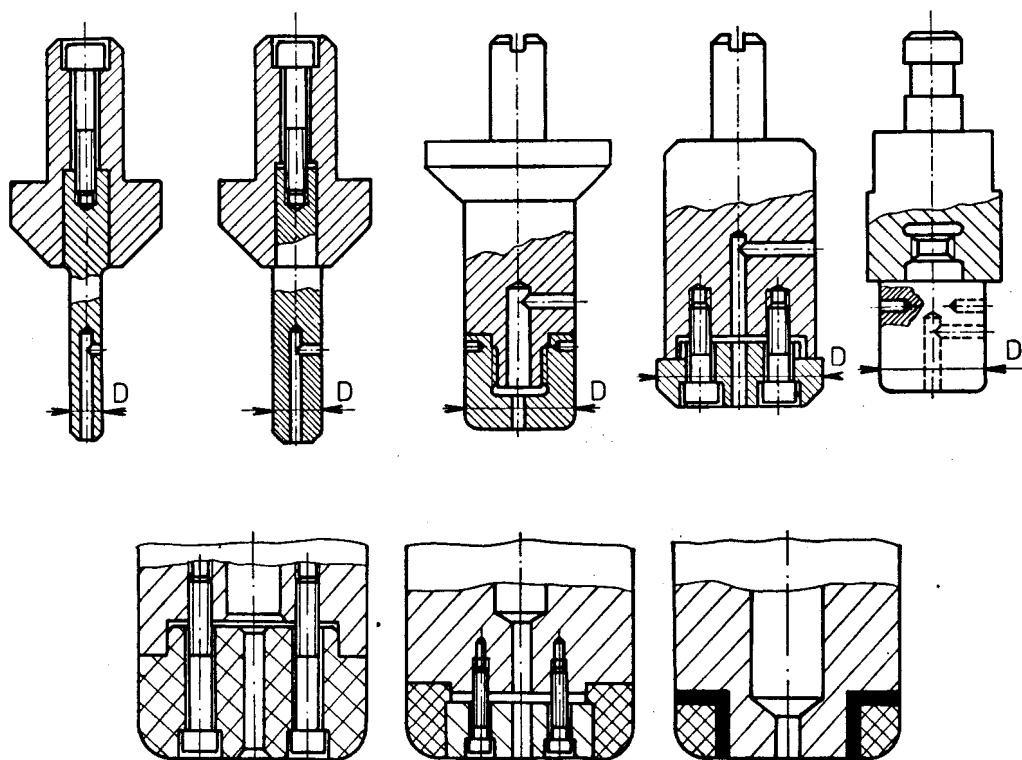
ZAKRUŽOVACÍ NÁSTROJE

NÁSTROJE PRO HLUBOKÉ TAŽENÍ

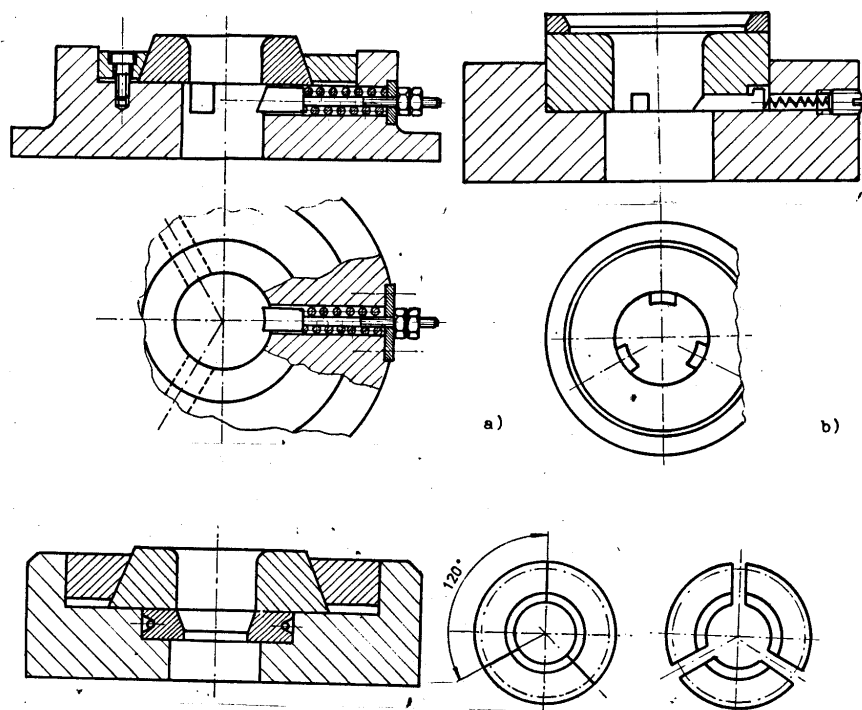


Víceoperační tažení - zkosený přídržovač

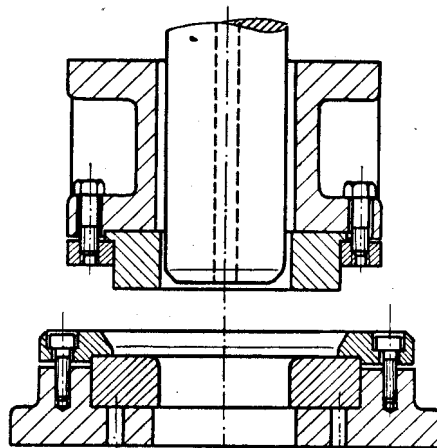
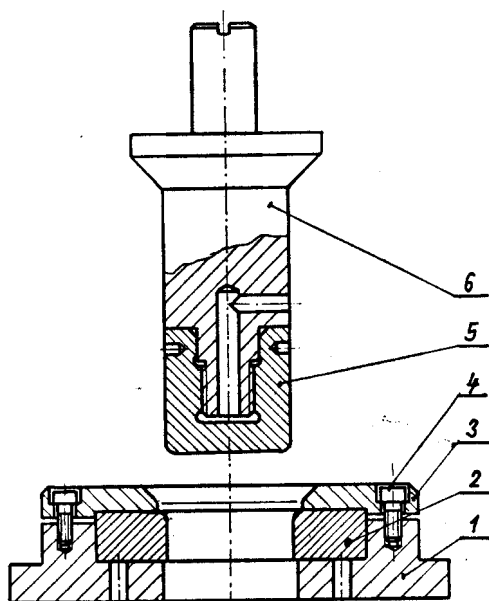




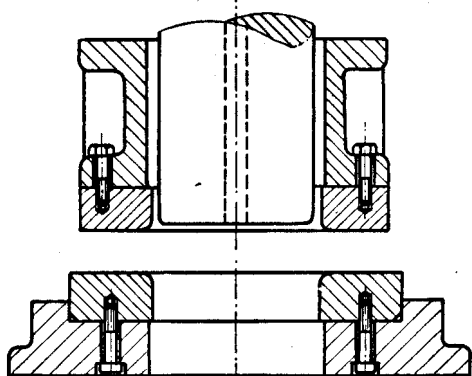
TAŽNÍKY



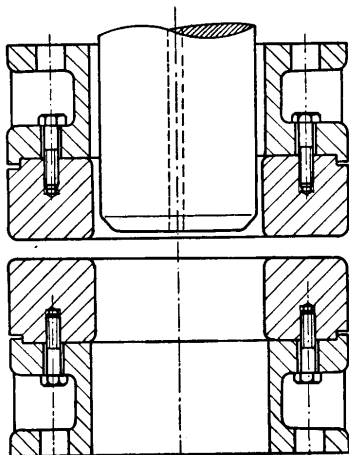
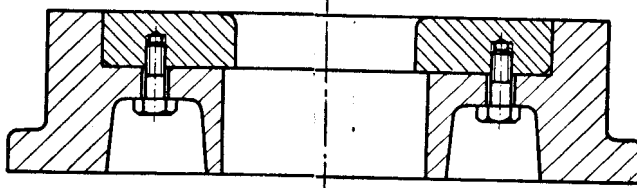
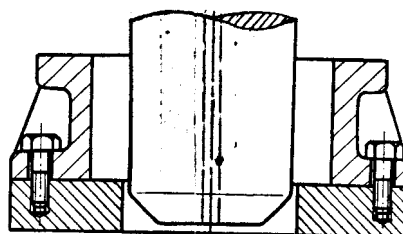
Stírání výtažků s tažníku



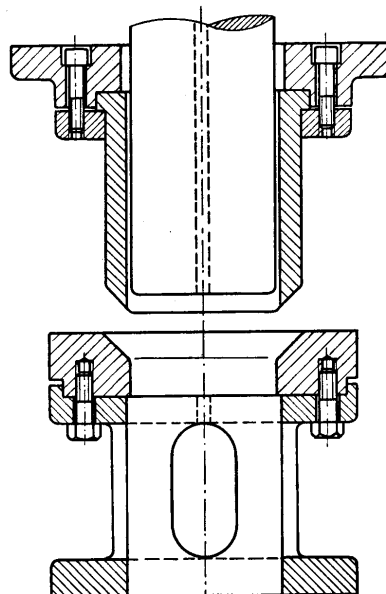
a)



b)

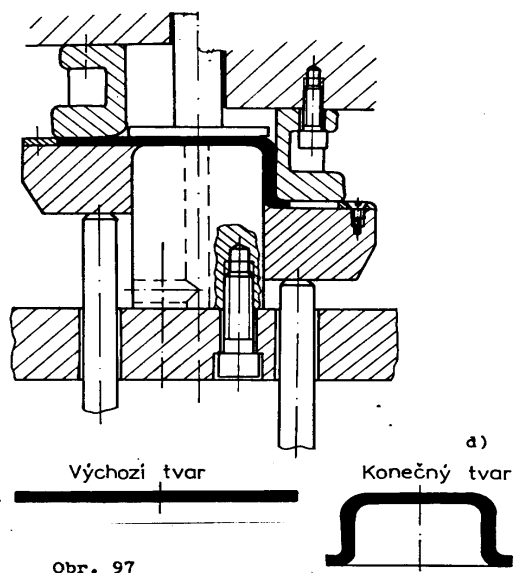


a)



NÁSTROJE PRO HLUBOKÉ TAŽENÍ

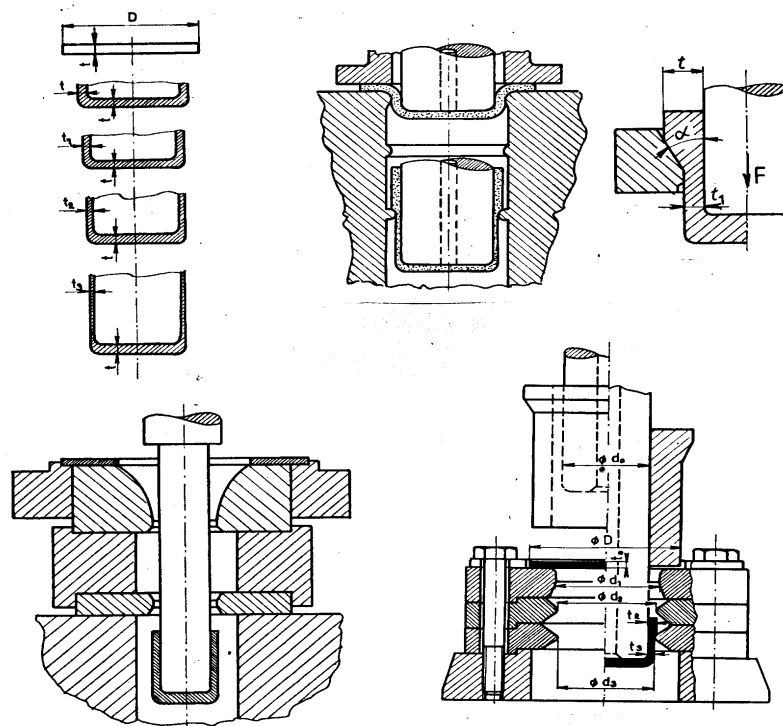
Zpětné tažení (tažení s převrácením)



Obr. 97

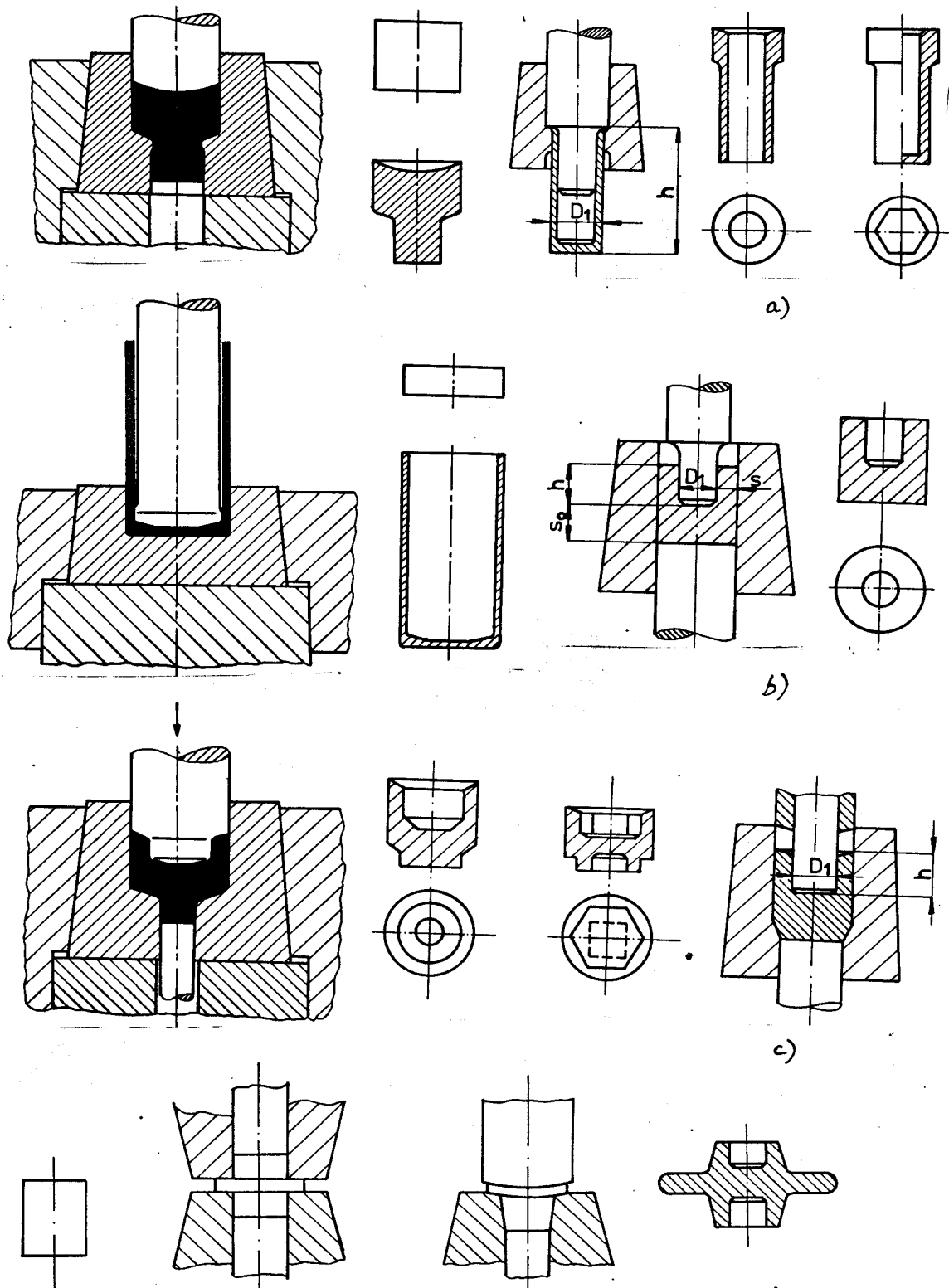
Tabulka: Ztenčení stěn při tažení se ztenčením stěny

Materiál výtažku	první tah		další tahy	
	ϵ	K_s	ϵ	K_s
Ocel měkká	55 až 60	45 až 40	35 až 45	65 až 55
Ocel středně tvrdá (0,25 - 0,35 % C)	35 až 40	65 až 60	25 až 30	75 až 70
Mosaz	60 až 70	30 až 40	50 až 60	50 až 40
Hliník	60 až 65	40 až 35	40 až 50	60 až 50



Tažení se ztenčením stěny

PROTLAČOVACÍ NÁSTROJE

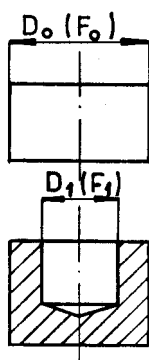


Přibližné hodnoty pro přípustnou poměrnou a logaritmickou deformaci jsou:

- a) při dopředném protlačování $\epsilon =$ až 80 % $\varphi =$ až 3,0
 b) při zpětném protlačování $\epsilon =$ 30 až 75 % $\varphi =$ 0,5 až 1,4

Při překročení uvedených hodnot je vyčerpána tvárnost materiálu a je nutno začít mezioperační žíhání pro další pokračování protlačování.

Deformace pro zpětné protlačování je

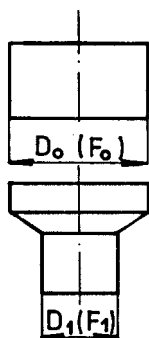


$$\epsilon = \frac{F_1}{F_0} \cdot 100 = \frac{D_1^2}{D_0^2} \cdot 100 \quad \%$$

$$\varphi = \ln \frac{F_0}{F_0 - F_1} = \ln \frac{D_0^2}{D_0^2 - D_1^2}$$

kde D_0 je průměr polotovaru a vnější průměr protlačku
 D_1 je průměr dutiny protlačku
 F_0 je průřez polotovaru a protlačku
 F_1 je průřez dutiny protlačku

Deformace pro dopředné protlačování je

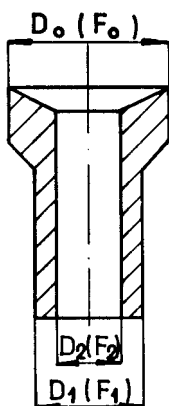


$$\epsilon = \left(1 - \frac{F_1}{F_0}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{D_1^2}{D_0^2}\right) \cdot 100 \quad \%$$

$$\varphi = \ln \frac{F_0}{F_1} = \ln \frac{D_0^2}{D_1^2}$$

kde D_0 je průměr polotovaru a protlačku
 D_1 je průměr tvářené části protlačku
 F_0 je průřez polotovaru a protlačku
 F_1 je průřez tvářené části protlačku

Deformace pro dopředné protlačování dutého tělesa

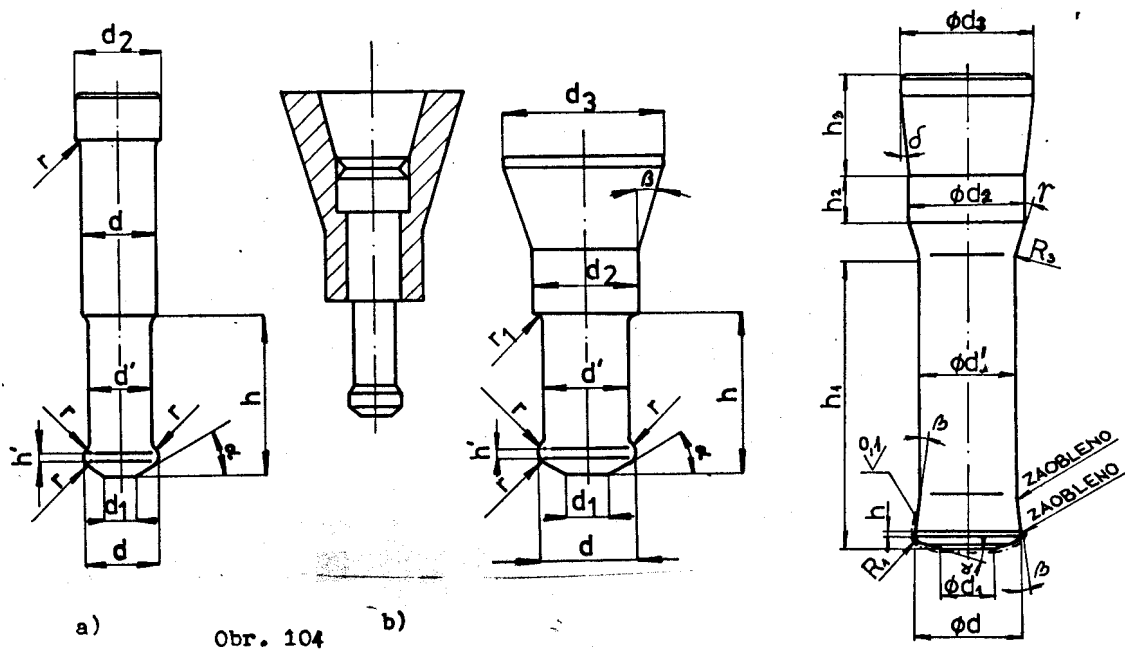


$$\epsilon = \frac{F_0 - F_1}{F_0 - F_2} = \frac{D_0^2 - D_1^2}{D_0^2 - D_2^2} \cdot 100 \quad \%$$

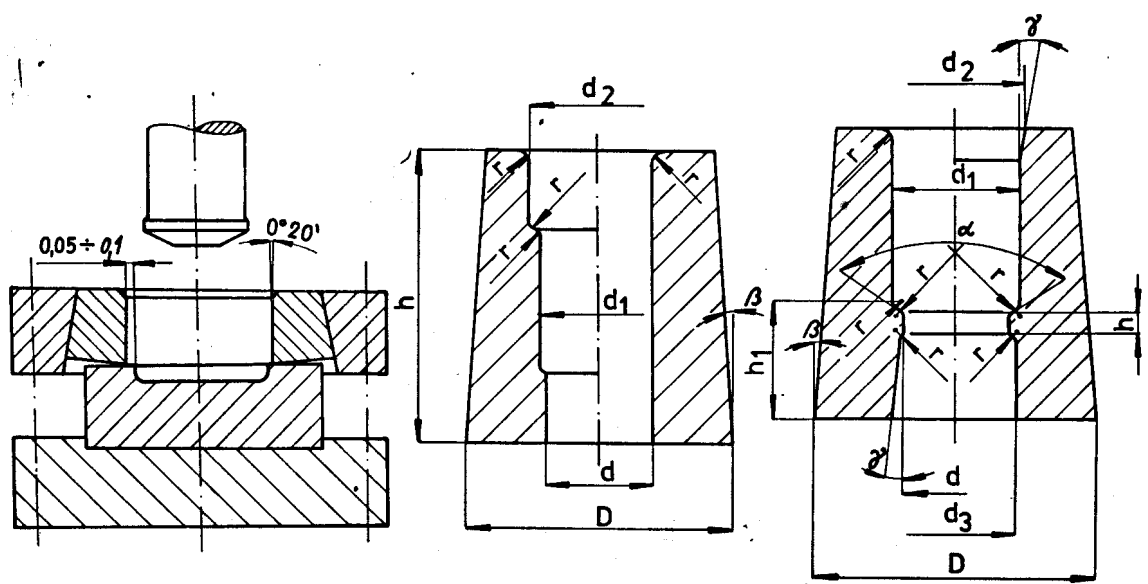
$$\varphi = \ln \frac{F_0 - F_1}{F_1 - F_2} = \ln \frac{D_0^2 - D_1^2}{D_1^2 - D_2^2}$$

Velikost protlačovací síly se určí pro všechny způsoby protlačování ze vztahu

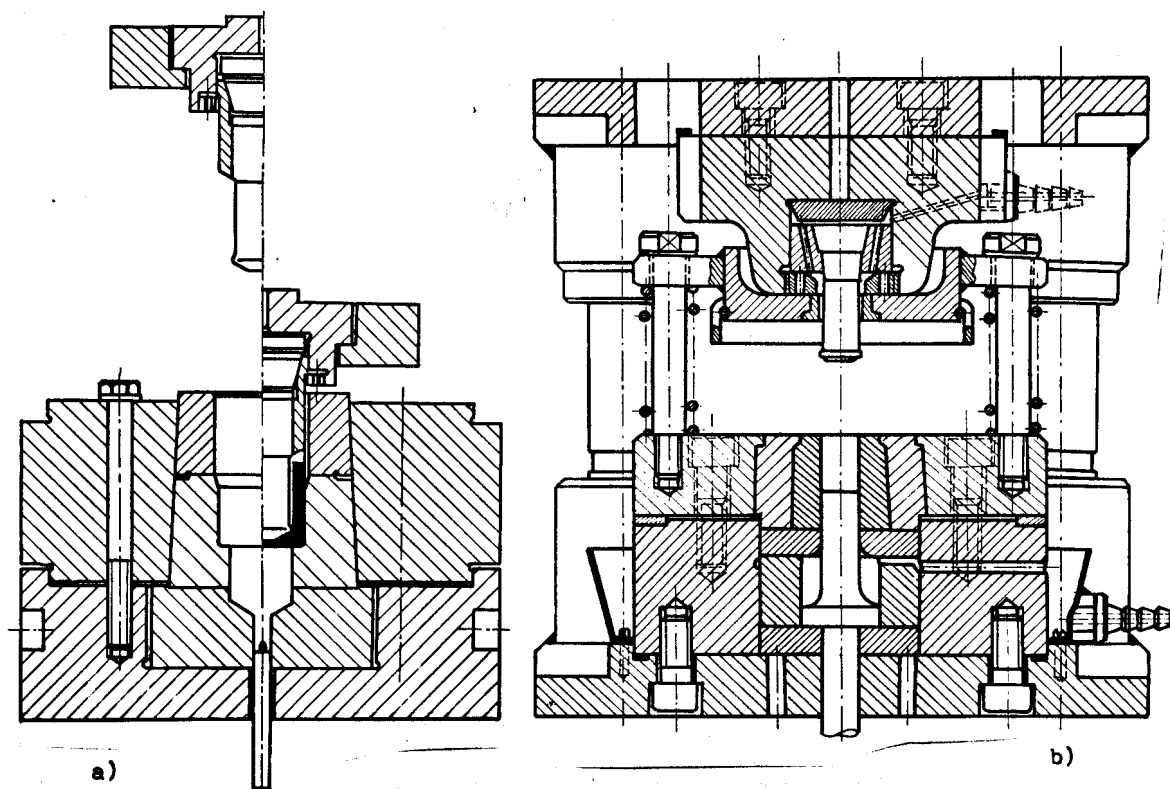
$$F_p = S \cdot k_{ps}$$



PRŮTLAČNÍKY PRO ZPĚTNÉ PROTLAČOVÁNÍ



PRŮTLAČNICE PRO ZPĚTNÉ PROTLAČOVÁNÍ



PROTLAČOVACÍ NÁSTROJ NA ZPĚTNÉ PROTLAČOVÁNÍ

KOVACÍ NÁSTROJE

Tabulka Hodnoty smrštění

Materiál	Smrštění v %	Materiál	Smrštění v %
Běžné oceli	1,0 - 1,3	Mosaz	1,0 - 1,7
Ložiskové oceli	1,5	Slitiny Cu	1,4
Austenitické oceli	1,5 - 2,0	Slitiny Al	0,6 - 1,0

Tabulka Opracování funkčních ploch kovacíh nástrojů

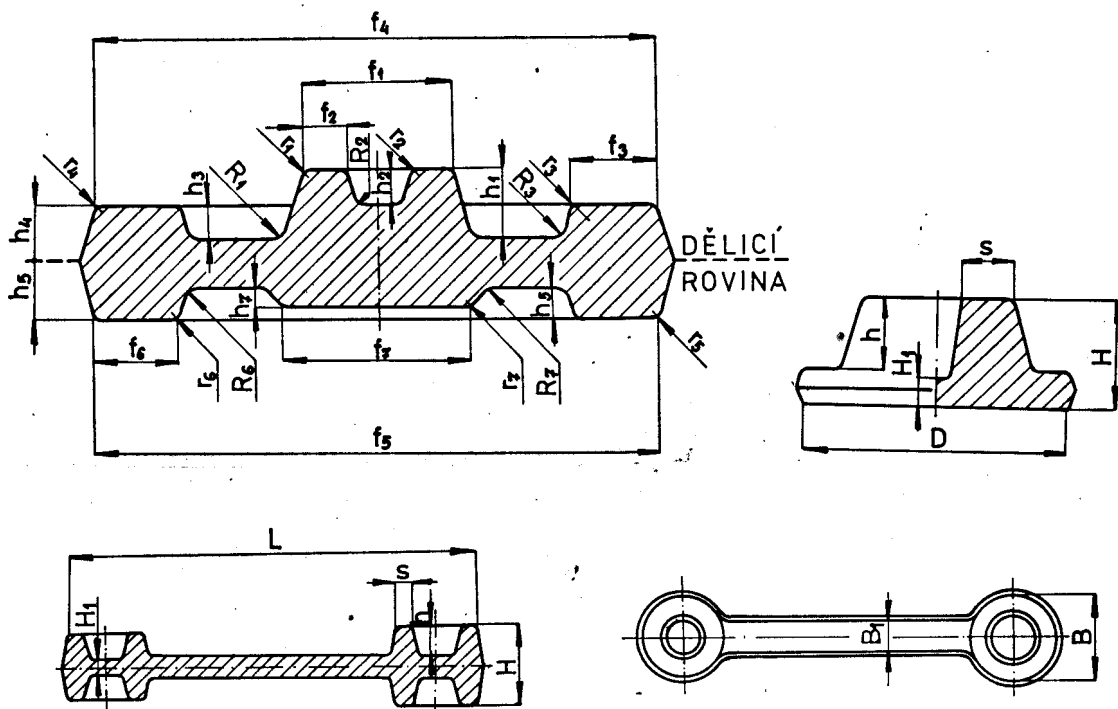
Část nástroje	Opracování R _a	Část nástroje	Opracování R _a
<u>Zápustka:</u>		<u>Zápustková vložka:</u>	
Dutina předkovací	1,6 - 3,2 ^x)	Dutina	0,8 - 3,2
Dutina dokončovací	0,8 - 3,2 ^x)	Lícovaná část	0,8 - 1,6
Můstek	0,8 - 3,2 ^x)	Dosedací plocha	3,2
Dosedací plochy	1,6 - 3,2	Předkovací trn -	
Upínací plochy	1,6 - 3,2	funkční část	0,8 - 1,6 ^x)
Zásobník	12,5 -	<u>Vyhazovače:</u>	
Ostatní vnější plochy	12,5	Vodící plocha	0,8 - 1,6
Vedení zápustek	1,6	Funkční část	0,8 - 1,6
Otvory pro doprav.kolíky	12,5	Dosedací plocha	1,6 - 3,2
Otvory pro vyhazovače	1,6 - 3,2	Ostatní	12,5

Tabulka Kovářské přídatky na obrábění ploch

Největší rozměr hotového výkovku ve směru kolmo k rázu		Největší výška hotového výkovku						
		přes	25	40	63	100	160	250
		do 25	40	63	100	160	250	400
přes	do	Kovářské přídatky na opracování ploch						
	25	1,5	2,0					
25	40	1,5	2,0	2,0				
40	63	2,0	2,0	2,0	2,5			
63	100	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0		
100	160	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	
160	250	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0
250	400	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5
400	630	2,5	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0
630	1000	-	-	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5

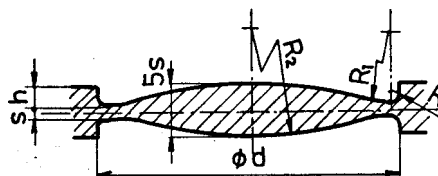
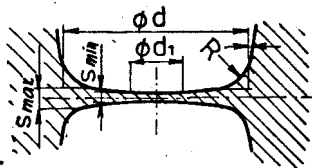
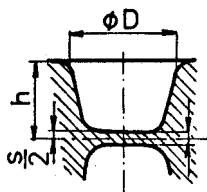
Tabulka Zaoblení hran a rohů výkovků

Výška (hloubka) h		Poloměry zaoblení hran a rohů při poměru					
		$\frac{h}{r} = 2$		$\frac{h}{r} = 2 - 4$		$\frac{h}{r} = 4$	
přes	do	r	R	r	R	r	R
	25	1,5	4	2	5	2,5	6
25	40	2	5	3	8	3	11
40	63	3	8	4	11	4	16
63	100	5	12	5	15	7	22
100	160	7	17	8	25	9	32
160	250	13	30	16	45	20	65
250	400	20	50	25	75	30	100
400	630	30	80	40	120	45	150
630	1000	po dohodě s výrobcem					



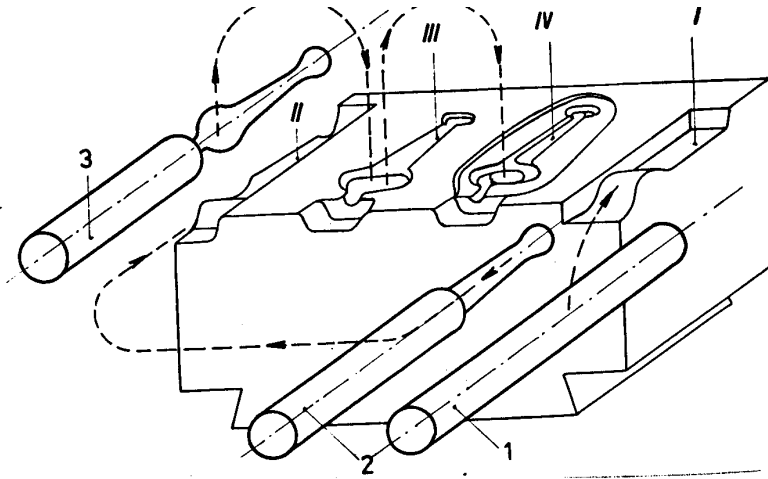
Tabulka Boční úkosy výkovků

Tvářecí stroj	Vnitřní plochy			Vnější plochy		
	úkos	úhel asi	použití	úkos	úhel asi	použití
Buchar	1 : 5	11°	obvyklé mělké dutiny	1 : 5	11°	u vysokých žeber obvyklé při malé výšce
	1 : 10	6°		1 : 10	6°	
	1 : 20	3°		1 : 20	3°	
Klikový nebo vřetenový lis	1 : 5	11°	hlubší dutiny obvyklé s vyhazovačem	1 : 10	6°	při větší výšce obvyklé s vyhazovačem
	1 : 10	6°		1 : 10	6°	
	1 : 20	3°		1 : 20	3°	
Horizontální kovací lis	1 : 10	6°	pro dutiny pro otvory	1 : 10	6°	u tvarů přechova- ných v lisovníku ostatní na čelistech
	max.	do		1 : 50	1°	
	1 : 50	1°			0°	

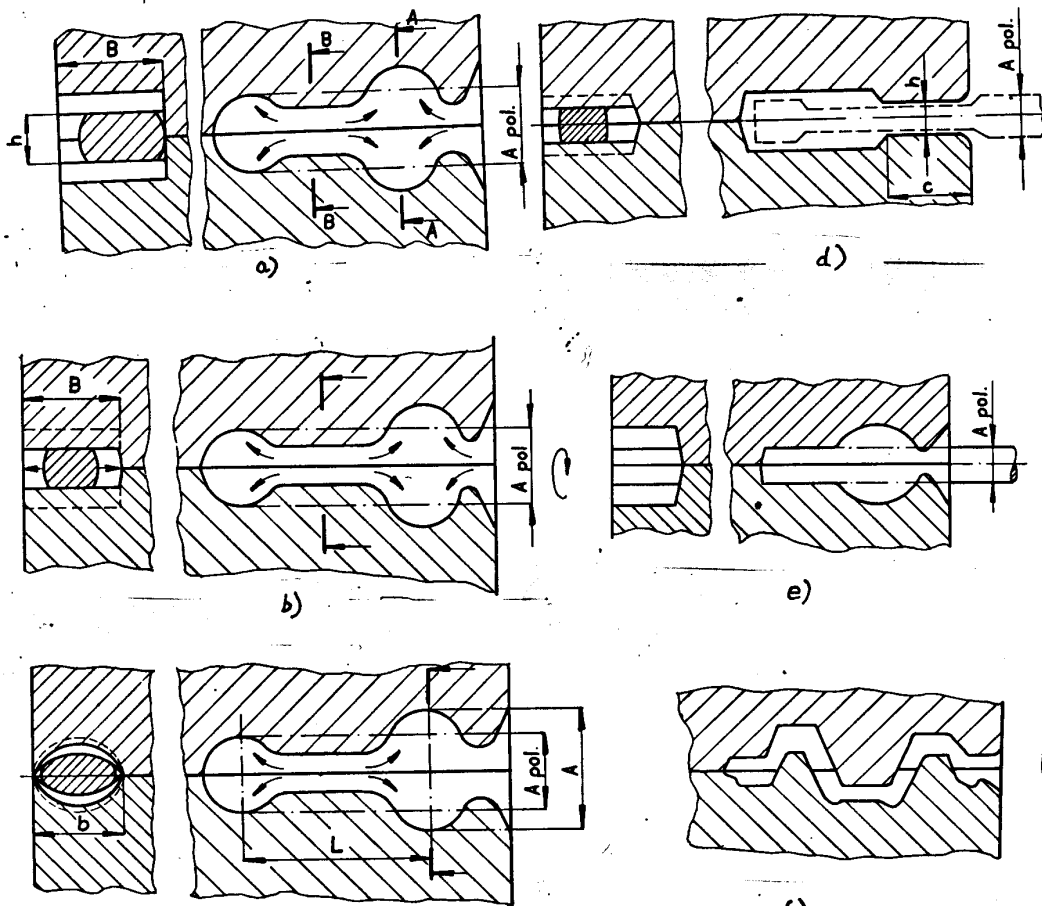


KOVÁNÍ OTVORŮ „ NA BLÁNU „

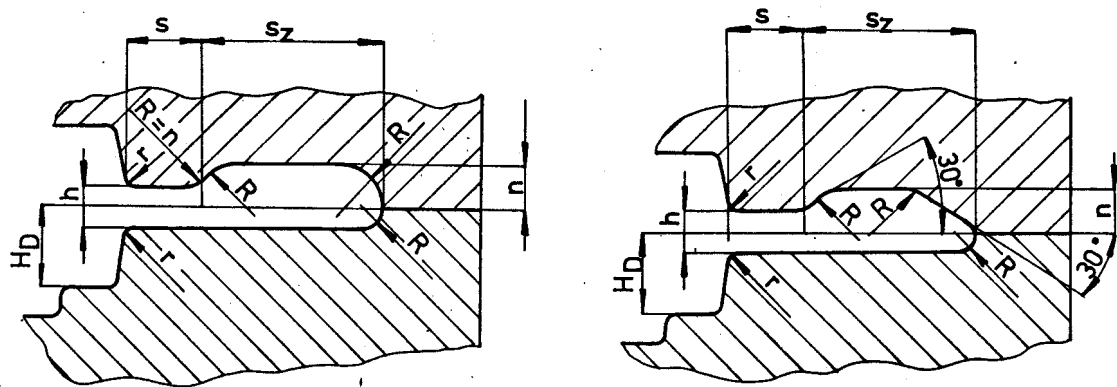
KOVÁNÍ NA BUCHARECH



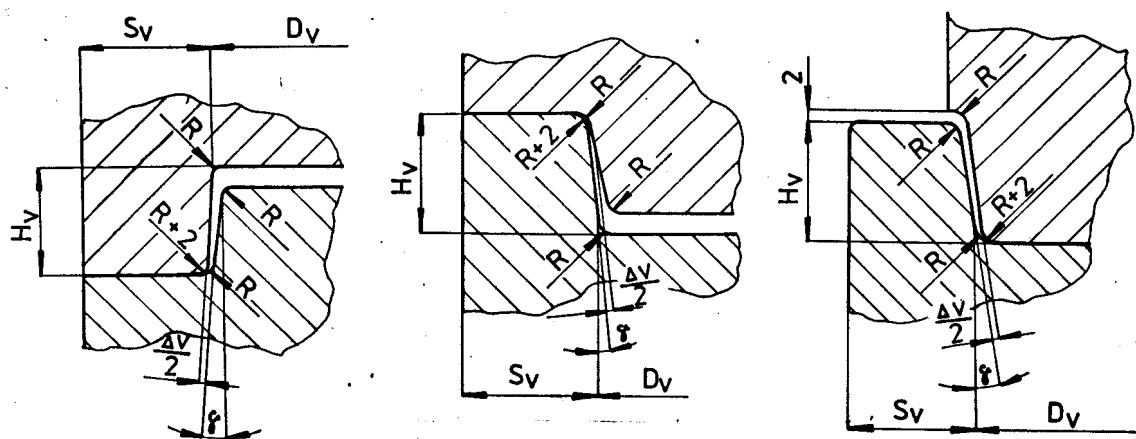
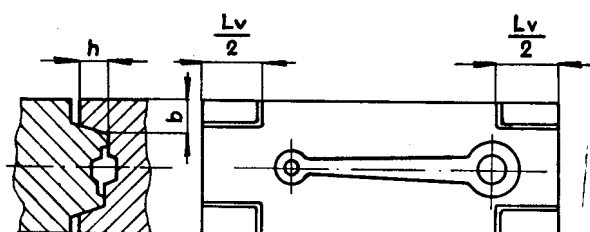
Obr. 120



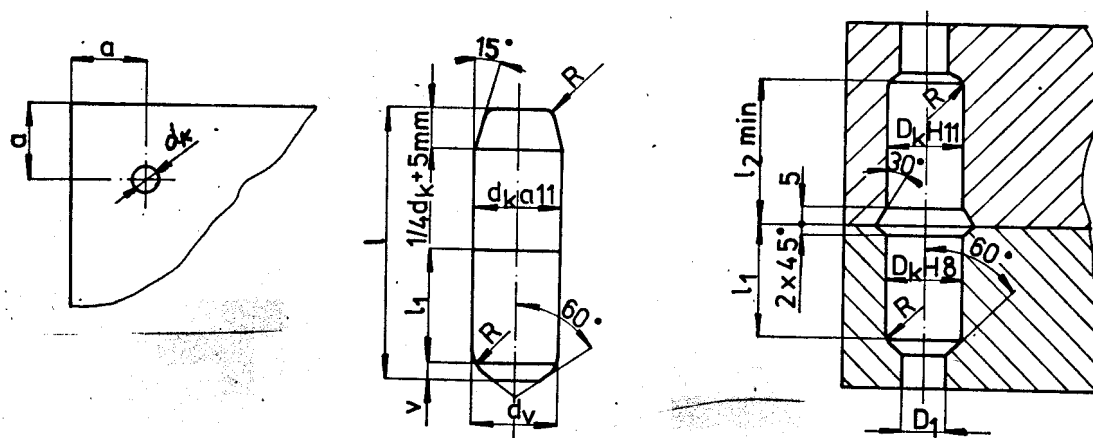
PŘÍPRAVNÉ DUTINY



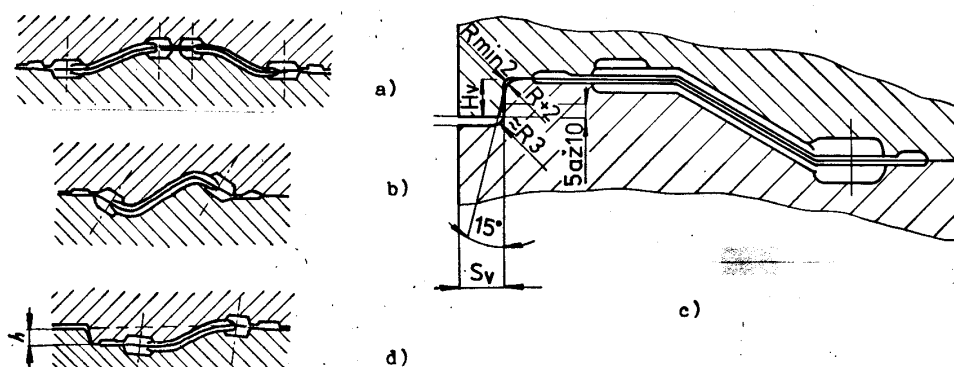
Tvar výronkové drážky



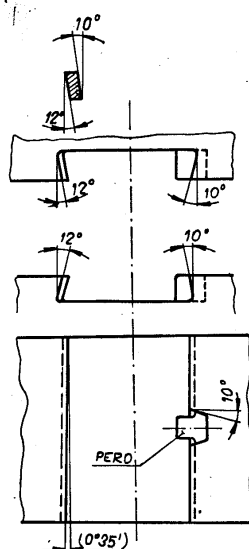
ZPŮSOBY VEDENÍ ZÁPUSTEK



VEDENÍ ZÁPUSTEK POMOCÍ KOLÍKŮ

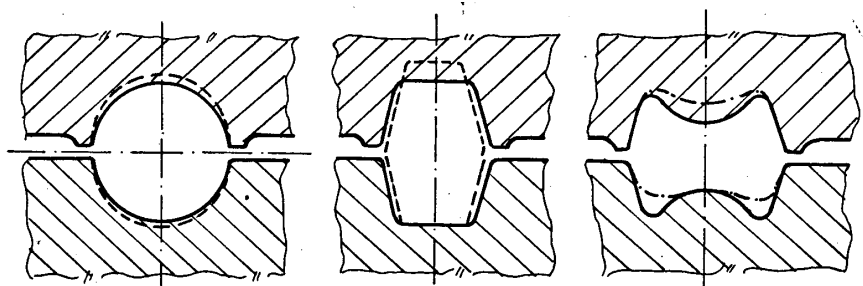


ZÁMKY

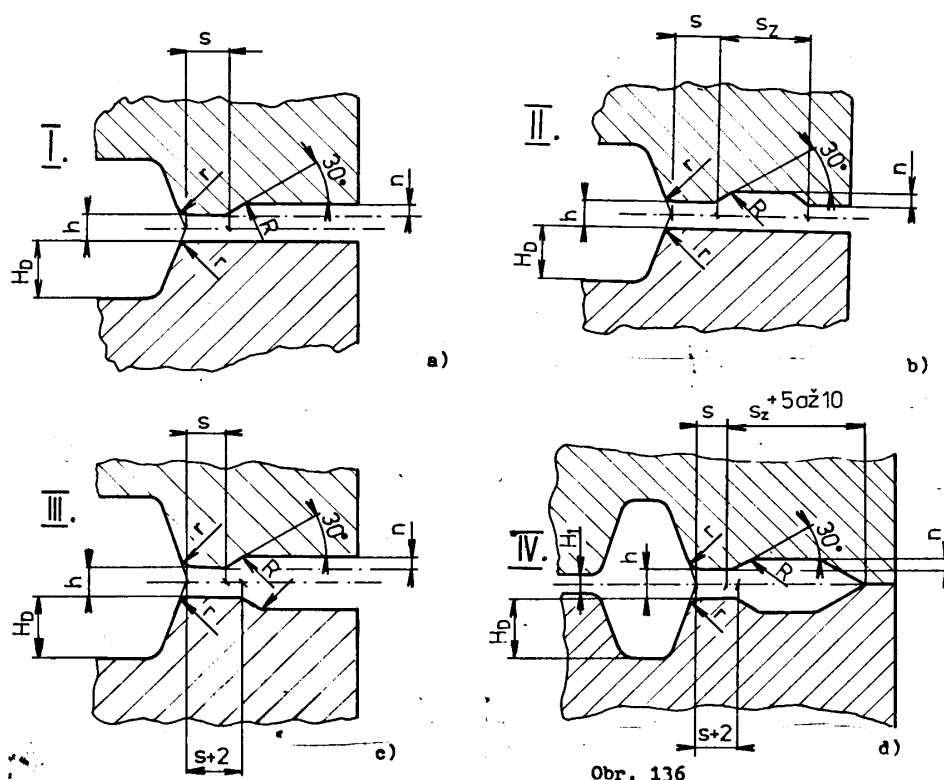


UPÍNACÍ RYBINOVITÁ DRÁŽKA

KOVÁNÍ NA KOVACÍCH LISECH



TVARY PŘEDKOVACÍCH DUTIN



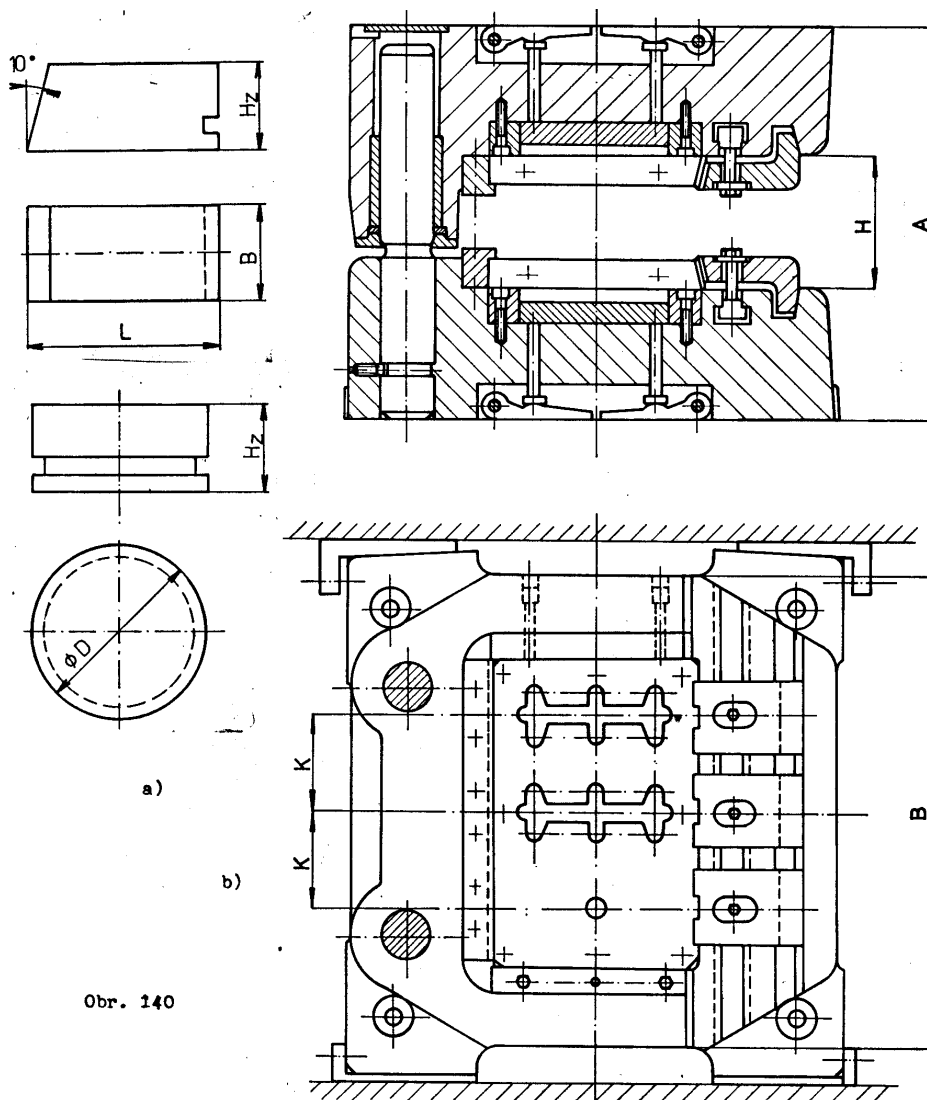
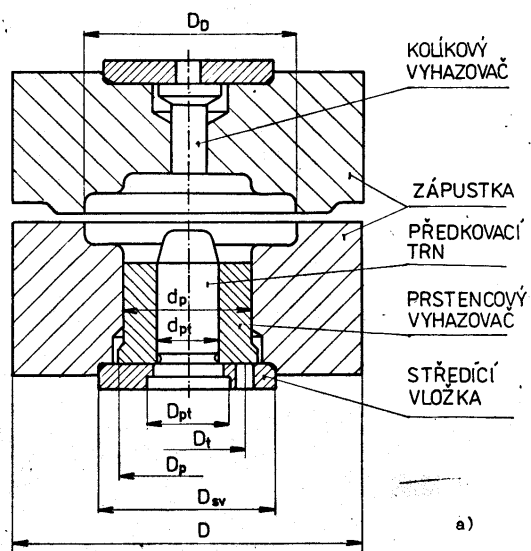
Obr. 136

Rozměry uvedených typů výronkových drážek jsou uvedeny v následující tabulce pro jednotlivé velikosti kovací lisů.

Tabulka Rozměry výronkových drážek pro svislé kovací lisy

Jmen. síla lisu MN	h mm	s mm	s _z mm	r _{max} mm
6,3	1,0 až 2,0	5,0 až 7,0	25	3
10	1,5 až 2,5	5,0 až 7,0	30	3
16	2,0 až 3,0	6,0 až 8,0	32	3
25	2,5 až 4,0	7,0 až 10,0	38	4
40	3,5 až 5,5	8,0 až 12,0	42	4
63	4,5 až 8,0	10,0 až 15,0	50	5

VÝRONKOVÁ DRÁŽKA



Obr. 140

Držák zápustek

NOMOGRAM PRO URČENÍ SÍLY NA KOVACÍM LISU LKM

