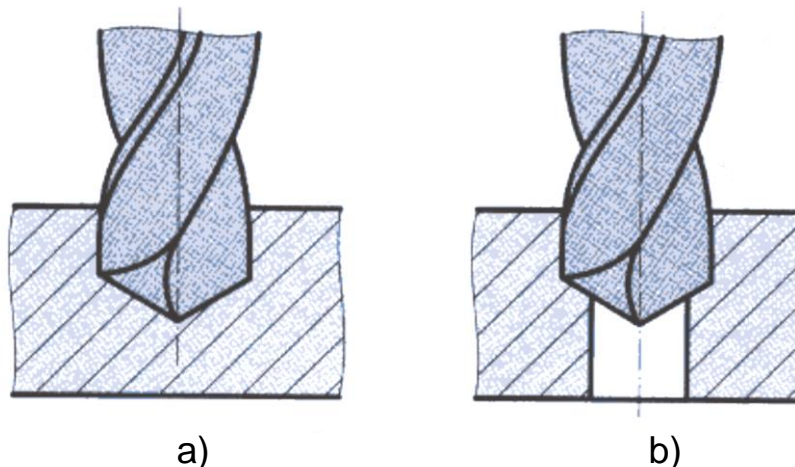


1.2 Vrtanie a vyvrtavanie

- Nástroje pre technologické operácie vrtania a vyvrtavania
 - Vrtáky
 - Vyhrubníky
 - Vystružníky
 - Zahlbníky
 - Vyvrtávacie nástroje
- Upínanie nástrojov
- Upínanie obrobkov
- Stroje na vrtanie a vyvrtavanie
- Vrtacie stroje
- Vyvrtávacie stroje

Charakteristika technológie vrtania

Vrtanie (obr.1) je technologická operácia, ktorou sa vyrábajú vnútorné rotačné plochy. Vrtaním sa zhotovujú alebo zväčšujú priechodné alebo nepriechodné otvory do plného materiálu. Často sa vyskytujú otvory s rozdielnymi priermi – odstupňované priemery.

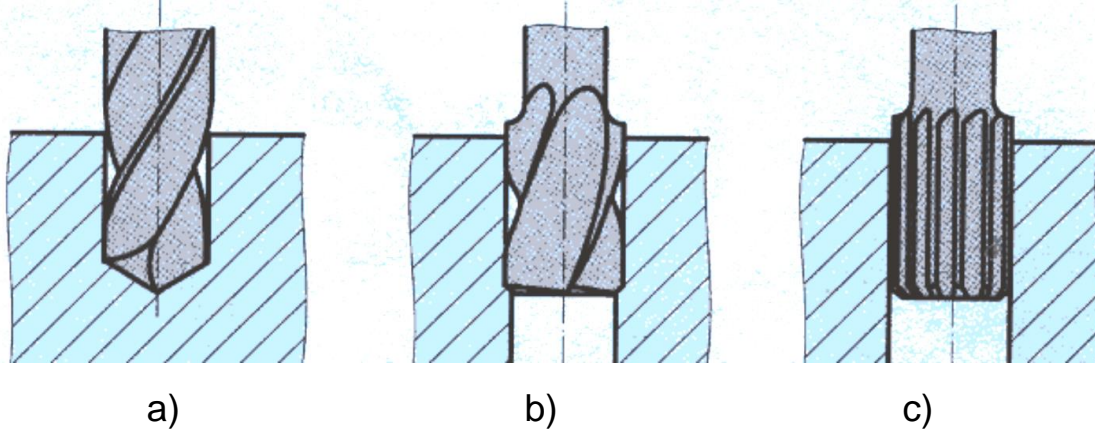


Obr.2.1 Vrtanie (a-do plného materiálu, b-do predvrtaného otvoru)

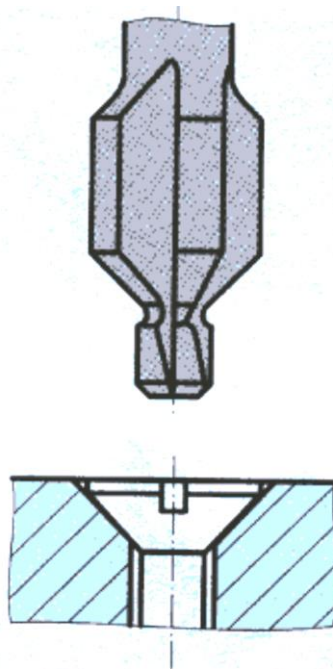
Pri požiadavkách na vyššiu presnosť a akosť povrchu nasleduje po vrtaní **vyhrubovanie** (obr.2.2b) a **vystružovanie** (obr.2.2c). Otvory menších priemerov (do 10 mm) sa dokončujú len vystružovaním, väčšie sa predbežne vyhrubujú a potom vystružujú.

S vrtaním súvisí aj **zahlbovanie** (obr.2.3), pri ktorom sa v otvoroch zrážajú hrany a vytvárajú zapustenia pre valcové a kužeľové hlavy skrutiek. Uvedené metódy sa využívajú pri obrábaní valcových tvarov dier.

Charakteristickým znakom je priemer nástroja a jeho konštrukčné prvky, ktoré svojim tvarom a technologickými vlastnosťami výrazne ovplyvňujú kvalitatívne parametre obrobenej diery.



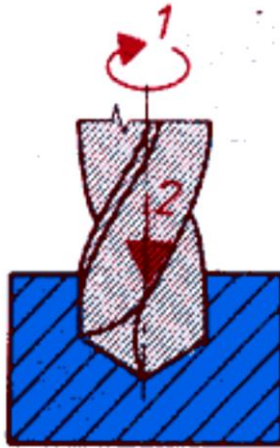
Obr.2.2 Výroba otvoru požadovanej vyššej akosti



Obr.2.3 Výroba zahĺbenia otvoru pre zapustenie skrutky

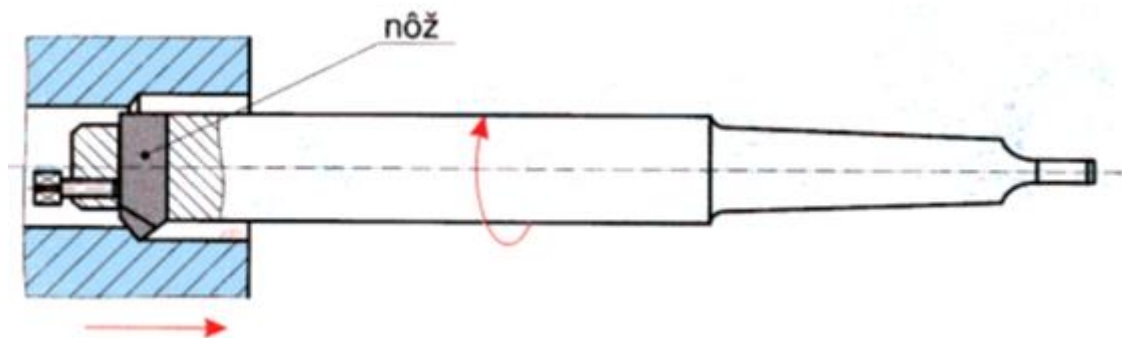
Pri vŕtaní je hlavný rezný pohyb rotačný a vykonáva ho nástroj – **vrták (výhrubník, výstružník, záhlbník)**, ktorý sa súčasne posúva v smere osi otáčania. Posuv je priamočiary rovnomerný pohyb (obr. 4). (Pri vŕtaní na sústruhu alebo pri niektorých špeciálnych spôsoboch vŕtania vykonáva hlavný rezný pohyb obrobok.) Stroje sa nazývajú **vŕtačky**.

1-hlavný pohyb
2-posuv



Obr.2.4 Kinematika pri technológii vrtania

Vyvtávanie je obrábacia metóda, pri ktorej sa rozširujú predliate, predkované, predlisované, predvrtané alebo inými spôsobmi predhotovené diery na požadovaný rozmer, tvar alebo akosť povrchu obrábanej plochy. Táto metóda sa používa ako pre hrubovanie, tak i pre prácu na čisto.



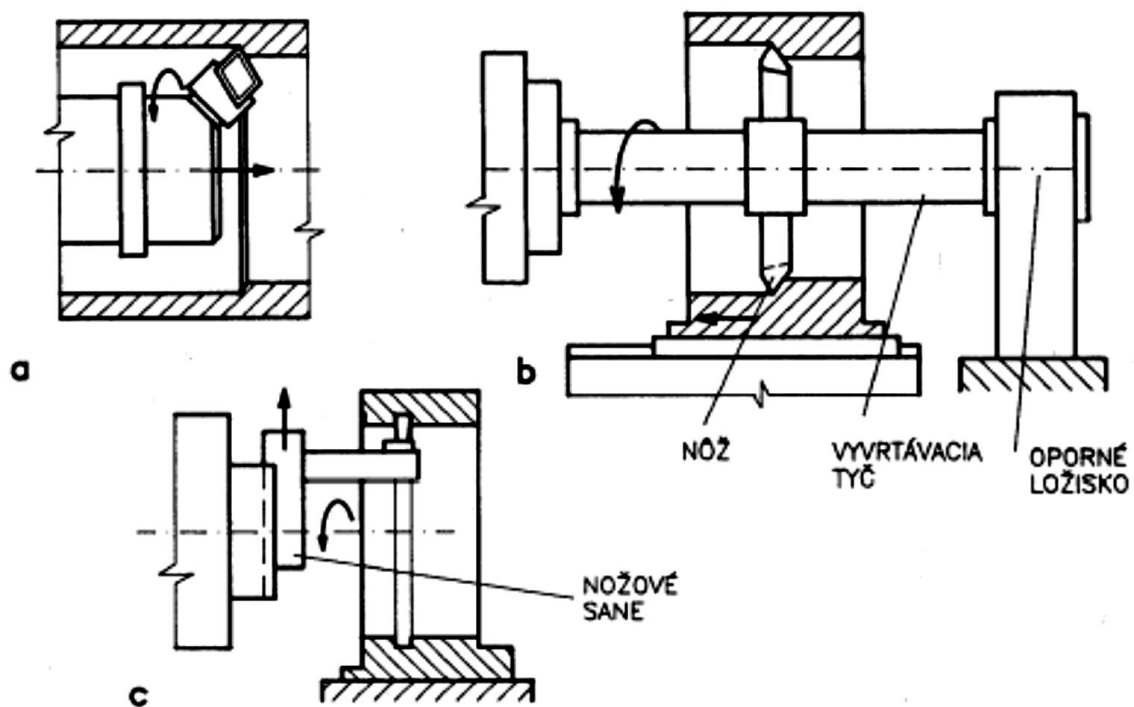
Obr.2.5 Vyvtávanie

Nástrojom je **vyvtávacia tyč s nožom** alebo **vyvtávacia hlava**, ktorá vykonáva otáčavý hlavný rezný pohyb. Ostatné pohyby (posuv pozdĺžny a priečny) vykonáva obrobok. Pri ťažkých obrobkoch celú kinematiku realizuje nástroj. Stroje sa nazývajú **vyvtávacie stroje**. Obrábané rotačné plochy majú geometrický tvar valca, kužeľa, čelného medzikružia alebo rotačnej tvarovej plochy.

U zložitejších obrobkov môžu byť tieto tvarové prvky kombinované v rôznom usporiadaní na jednej alebo viacerých osiach rozložených v rovine alebo priestore.

Nástrojom je vyvtávacia tyč s osadeným nožom, prípadne s viacerými nožmi alebo vyvtávacia hlava s jedným alebo viacerými reznými klinmi. Pri obrábaní krátkych otvorov sú nástroje vo vretene stroja uchytené

letmo, pri dlhších otvoroch sú vyvrtávacie tyče podopreté v opornom ložisku.



Obr.2.6 Spôsoby vyvrtávania

Možnosti vyvrtávania:

- vyvrtávanie letmo uchytenou vyvrtávanou hlavou s posuvom v smere osi otáčania,
- vyvrtávanie vyvrtávacou tyčou podopretou v opornom ložisku,
- vyvrtávanie zapichov radiálnym posuvom nástroja pomocou nožových saní.

Pri vŕtaní a vyvrtávaní potrebujeme nasledovné pracovné pohyby:

hlavný rezný pohyb - rotačný: taktiež ako pri sústružení je charakterizovaný **reznou rýchlosťou**: $v = p \cdot D \cdot n$, kde:

v - rezná rýchlosť [m.min⁻¹],

D - priemer nástroja (vrtáka) [m],

n - otáčky vretenníka (elektromotora) [ot.min⁻¹],

vedľajší rezný pohyb - posuv: **s/2** - posuv na reznú hranu [mm].

Nástroje na vrtanie a vyvrtávanie

Rozdelenie vrtacích a vyvrtávacích nástrojov:

1. Podľa spôsobu a charakteru obrábania (t.j. podľa toho, či sa nástrojom zhotovujú otvory do plného materiálu alebo sa ním otvory dokončujú a upravujú):

- vrtáky,
- výhrubníky a výstružníky,
- záhlbníky,
- vyvrtávacie nástroje.

2. Podľa materiálu reznej časti:

- z nástrojovej rýchloreznej ocele,
- s reznými platničkami zo spekaných karbidov.

Ďalšie delenia sú podľa spôsobu upínania, podľa tvaru, podľa veľkosti, podľa počtu rezných hrán.

Vrtáky

Vrták je rezný nástroj používaný pri operáciách vrtania do plného materiálu, ale aj na zväčšovanie predhotovených otvorov, ak sa nevyžaduje vysoká presnosť a akosť povrchu. Dosahovaný stupeň presnosti IT 5 až IT 7.

Vrták sa skladá:

- zo *stopky* – t.j. **upínacia časť**, ktorá sa upína do vrtacej hlavice a prenáša krútiaci moment z vrtáčky na hlavu vrtáka.
- z *hlavy* – t.j. **rezná časť**, ktorá odoberá triesku a zároveň ju aj odvádza.

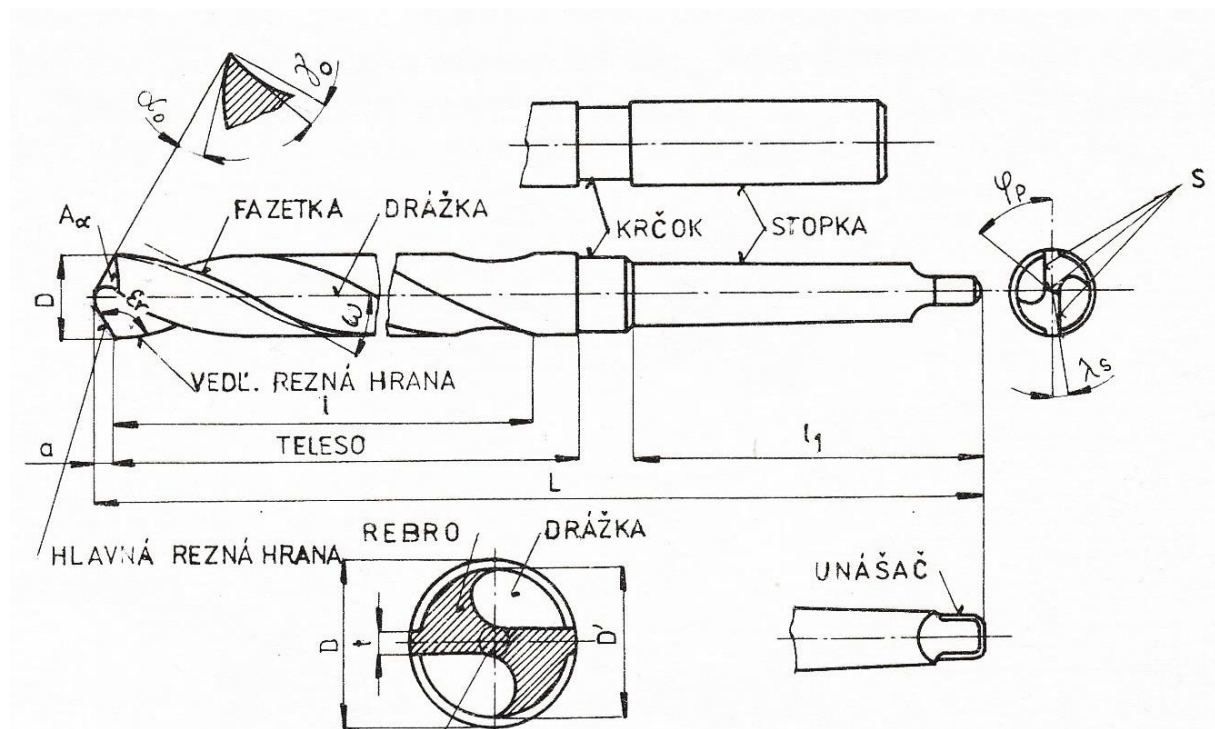
Základné druhy vrtákov:

- skrutkovité,
- kopijovité,
- na hlboké otvory,
- tvarové,
- špeciálne.

Skrutkovité vrtáky

Tento typ sa používa najčastejšie na vrtanie aj na vyvrtávanie. Skladá sa z *reznej a upínacej časti*. Rezná časť je ukončená **dvoma reznými hranami** symetrickými podľa osi (tvorené prienikom obrysu žliabku a kuželovitého zbrúsenia hrotu). Rezné hrany sú v osi nástroja spojené **priečnou reznou hranou**.

Smerom od rezných hrán sú v telese nástroja zhotovené dve drážky v tvare skrutkovice, ktoré slúžia na privádzanie reznej kvapaliny a odvod triesok. Na okrajoch drážok sú úzke plôšky – **fazetky**, ktoré vrták vedú v otvore. Slúžia na zmenšenie trenia nástroja o obrobenú plochu otvoru. Jeho činná časť je valcovitá s dvoma oproti sebe ležiacimi skrutkovitými žliabkami, ktoré slúžia na odvádzanie triesky. Vrták však v žiadnom prípade **nereže bočnými hranami žliabku**, jeho pracovnou časťou sú iba vyššie uvedené hrany na hrote. Fazetka slúži na vedenie vrtáka v otvore.



Obr.2.7 Geometrické a konštrukčné prvky vrtáka

Geometrické parametre konkrétnych nástrojov závisia hlavne od materiálu, do ktorého sa bude vŕtať a menej od materiálu vrtáka a rezných podmienok.

Medzi charakteristické parametre patria:

- **uhol stúpania skrutkovice λ ,**
- **vrcholový uhol ϵ .**

Základným **materiálom** je rýchlorezná oceľ. Takýto vrták je určený pre vŕtanie do kovov, ocele, dreva, plastov. V tomto prípade je vrták vyrobený z jedného kusa. Pre ťažšie podmienky je rezná hrana vyrobená z približne trojuholníkového plátku veľmi tvrdej ocele (niekedy napaketovaný s

karbidom), stopka a hlava je potom z pružnej a tuhej ocele. Určené sú napríklad pre vŕtanie do kameňa, betónu a keramiky. Namiesto tvrdej ocele sa používajú aj rezné doštičky zo spekaných karbidov. Niektoré vrtáky sú z titánu, alebo väčšinou s nitridom titánu na povrchu.

Vrtáky z rýchloreznej ocele **sa brúšia** na chrbte rezného klina, čo je v tomto prípade hrot vrtáka. Hrot sa zabruší do kužeľa v špeciálnych prípravkoch, tak aby sa plocha za reznou hranou netrela o materiál.

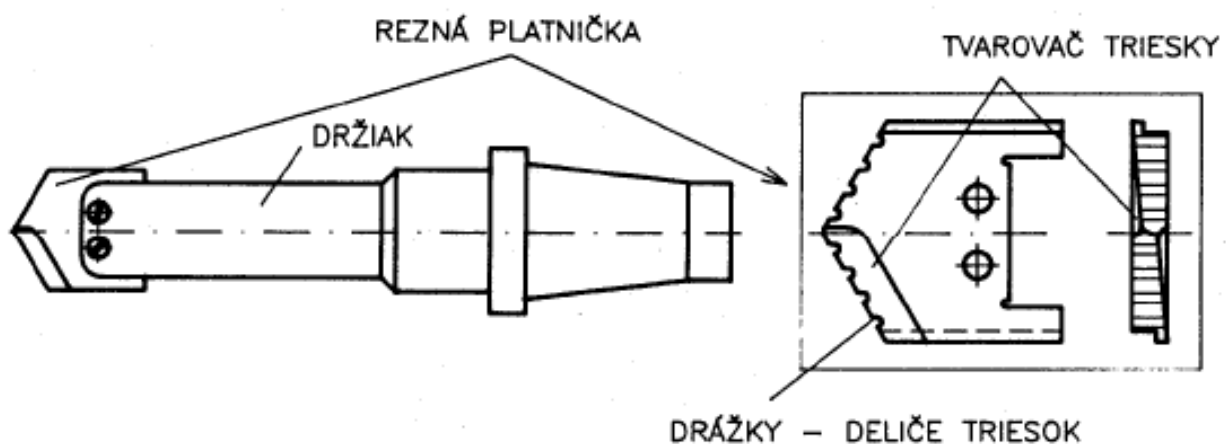
Skrutkovité vrtáky sa ďalej delia na skupiny nástrojov:

- vrtáky s *valcovou stopkou* a *kužeľovou stopkou*,
- vrtáky s *normálnou*, *strmou* alebo *plochou* skrutkovicou,
- vrtáky *pravé*, *ľavé*.

Kopijovité vrtáky

Sú jednoduché a patria k najstarším vŕtacím nástrojom. Používajú sa len pre hrubé práce. Sú veľmi tuhé a umožňujú vŕtať diery priemeru 28 až 128 mm do pomeru L:D = 3:1 bez navŕtávania. Parametre drsnosti povrchu diery sú horšie ako pri skrutkovitom vrtáku.

Je to **dvoj klinový plochý rezný nástroj**. V zdokonalenej forme sa používa aj v súčasnosti. Má plochú vymeniteľnú reznú platničku zo spekaných karbidov alebo z rýchloreznej ocele, ktorá sa mechanicky ustaví a upne na teleso nástroja. Moderné kopijovité vrtáky majú na reznej hrane **drážky** a na čelnej ploche **tvárovače triesok**, čím je zabezpečené delenie a tvarovanie triesok.



Obr.2.8 Kopijovitý vrták

Vrtáky na hlboké otvory

Sú nástroje, ktorých konštrukcia musí zabezpečovať presné vedenie nástroja v otvore a spoľahlivé odvádzanie triesky z miesta rezu. Na vrtanie hlbokých dier poznáme špeciálne nástroje, ktoré zaručujú plynulý vrtací proces bez spätného vychádzania a vyprázdňovania triesky. Konštrukčne sú riešené s vnútorným alebo vonkajším odvodom triesok.



Obr.2.9 Hlavňový vrták

Príslušné vrtacie stroje sú vybavené prívodom tlakovej reznej kvapaliny až k ostriu nástroja. Tlak a množstvo reznej kvapaliny sa volí v závislosti od vrtaného priemeru. Podľa počtu rezných klinov sú jedno klinové a viac klinové.

Typické nástroje na vrtanie hlbokých dier sú hlavňové vrtáky (obr.3.5) na vrtanie presných otvorov do hĺbky až 20 a viac násobku priemeru.

Strediacie vrtáky

Strediacie vrtáky (obr.3.6) na presné vrtanie strediacich jamiek, korunové hlavy a mnoho iných nástrojov s rôznymi systémami odvádzania triesok, privádzania reznej kvapaliny a vedenia nástroja v otvore.



Obr.2.10 Strediaci vrták

Tvarové vrtáky

Medzi tvarové vrtáky patria **stupňové a kombinované nástroje**, ktorými možno vŕtať otvory s odstupňovanými priermi alebo pri vŕtaní do plného materiálu vytvoriť súčasne tým istým nástrojom zrezanie, zahĺbenie, čo šetrí čas na výmenu nástrojov.



Obr.2.11 Tvarové vrtáky

Výhrubníky a výstružníky

Otvory vŕtané bežnými vrtákmi nemajú presný geometrický tvar, rozmer ani kvalitný povrch, preto pri požiadavkách na vyššiu kvalitu otvorov sa dokončujú výhrubníkmi a výstružníkmi (otvory s priemerom cca 10 mm sa po vŕtaní hneď vystružujú). Výhrubníky a výstružníky sa používajú aj na výrobu kužeľových otvorov, pričom najprv sa predvrtajú vrtákom, a potom sa dokončujú súpravou kužeľových výhrubníkov a výstružníkov.

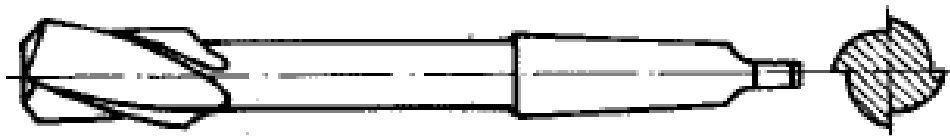
Podľa upínania rozdeľujeme výhrubníky a výstružníky na:

- stopkové (stopka je valcová alebo kužeľová),
- nástrčné (používajú na dokončovanie otvorov väčších priemerov).

Výhrubník je dokončovací nástroj s troma alebo štyrmi reznými klinmi v skrutkovici, ktorý sa pri práci otáča okolo svojej osi a v jej smere sa posúva k obrobku.

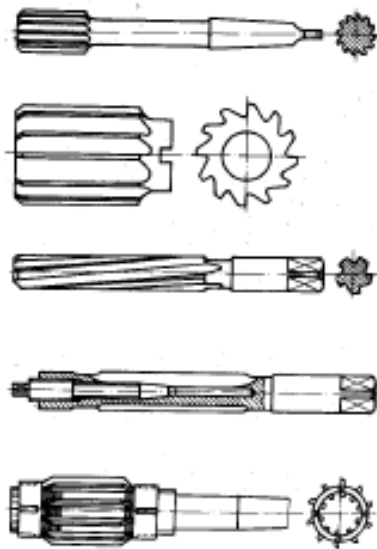
Trieska sa odoberá len reznými hranami na reznom kuželi nástroja. Valcovou časťou je nástroj vedený v otvore. Vyhrubovanie je často prípravná operácia pre vystružovanie, preto je priemer výhrubníka menší o 0,2 až 0,4 mm ako konečný priemer otvoru.

Prídavok na vyhrubovanie závisí od priemeru otvoru a volí sa pre otvory s priermi od 10 do 50 mm v rozsahu 0,6 až 3 mm na priemer. Dosahovaný stupeň presnosti IT 10 až IT 11.



Obr.2.12 Výhrubník

Výstružník je upínací viacrezný nástroj, určený na presné opracovanie vyvítaných alebo vyhrubovaných dier, so 4 až 18 reznými klinmi, ktorý sa pri práci väčšinou otáča okolo svojej osi, v smere osi sa súčasne posúva k obrobku a odoberaním jemných triesok dodáva predvrtaným valcovým alebo kužeľovým dieram presný rozmer, geometrický tvar a nízku drsnosť povrchu. Rezné hrany sú rozmiestnené nepravidelne (s rôznym rozstupom), aby sa lepšie dosiahol presný tvar otvoru. Podľa druhu obrábaného materiálu sú rezné hrany rovné, alebo v skrutkovici so stúpaním 5° až 45° . Počet zubov býva párnny, čo je dobré na premeriavanie. Prídavok na vystružovanie otvorov s priemerom do 50mm sa volí v rozsahu 0,05 až 0,4 mm na priemer. Dosahovaný stupeň presnosti IT 7 až IT 8.



Obr.2.13 Výstružníky

Druhy výstružníkov

Podľa spôsobu použitia môže byť výstružník:

1. *ručný* - má dlhú reznú časť, aby bol v otvore lepšie vedený, stopka je ukončená štvorhranom,
2. *strojový* - má kratšiu reznú časť a upínacou časťou môže byť:
valcová stopka,
kuželová stopka - Morse kužel,
nástrčný výstružník pre väčšie priemery.

Podľa tvaru otvoru sú výstružníky:

1. *valcové*,
2. *kuželovité*:
pre otvory kuželovitých kolíkov s kuželovitosťou 1:50,
pre Morse kužele, pre metrické kužele.

Väčšie otvory sa vystružujú súpravou viacerých výstružníkov.

Podľa konštrukcie sú výstružníky:

1. *z jedného kusu*,
2. *nastaviteľné* - do telesa výstružníka sú zasadené samostatne nastaviteľné rezné hrany,
3. *s reznými doštičkami so spekaných karbidov* - pre vysoké rezné rýchlosti a zvýšenie odolnosti.



Obr.2.14 Kuželovitý výstružník pre kuželový otvor (Morse)

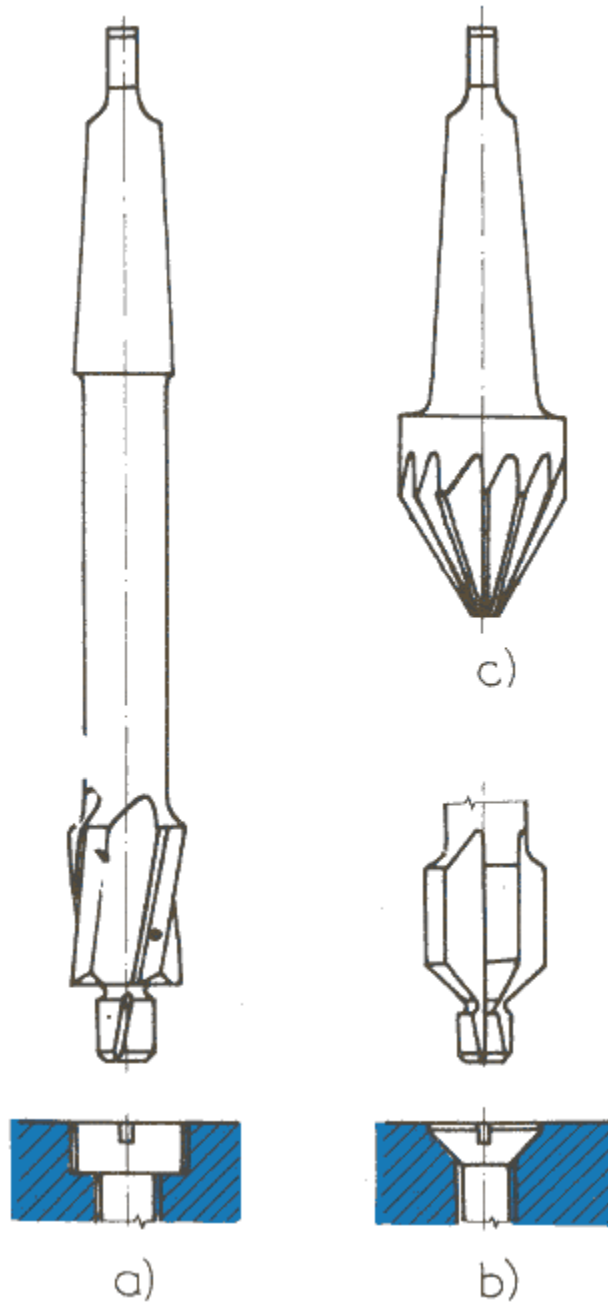
Záhlbníky

Slúžia k zarovnaniu čelných plôch, na zrezanie hrán v otvoroch a na vytvorenie valcových, kužeľových alebo tvarových zahĺbení. Sú vedené v predvrtanej diere vodiacim čapom. Zuby (ktorých je väčšinou 4) sú priame alebo v skrutkovici, kužeľové záhlbníky majú 6 až 10 zubov.



Obr.2.15 Záhlbníky

Záhlbníky s vodiacim čapom majú rozmery podľa normalizovaných skrutiek s valcovou alebo kužeľovou hlavou. Kužeľové zahĺbenia dier pre rôzne účely sa robia normalizovanými kužeľovými záhlbníkmi s vrcholovým uhlom 60, 90 a 120°.



Obr.2.16 Záhlníky
a) valcový, b) kuželový, c) hviezdica.