

KEGA 015ŽU-4/2023

KEGA 015ŽU-4/2023

Vŕtanie

Modernizácia výučby trieskových technológií s prvkami informačných technológií na báze
zosieťovaných virtuálnych laboratórií KEGA 015ŽU-4/2023



ŽILinskÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Strojnícka
fakulta

Vrtanie je technologická operácia, ktorou sa vyrábajú vnútorné rotačné plochy. Vrtaním sa zhotovujú alebo zväčšujú prechodné alebo nepriechodné otvory do plného materiálu. Často sa vyskytujú otvory s rozdielnymi priermi - stupňové. Pri požiadavkách na vyššiu presnosť a akosť povrchu nasleduje po vrtaní vyhrubovanie a vystružovanie. Otvory menších priemerov (do 10 mm) sa dokončujú len vystružovaním, väčšie sa predbežne vyhrubujú a potom vystružujú. S vrtaním súvisí aj zahlbovanie, pri ktorom sa v otvoroch zrážajú hrany a vytvárajú zapustenia pre valcové a kužeľové hlavy skrutiek. Uvedené metódy sa využívajú pri obrábaní valcových dier. Charakteristickým znakom je rozmerový nástroj, ktorý svojim tvarom a ďalšími technologickými vlastnosťami výrazne ovplyvňuje parametre obrobenej diery. Pri vrtaní je hlavný rezný pohyb rotačný a vykonáva ho nástroj – vrták (výhubník, výstružník, záhlbník), ktorý sa súčasne posúva v smere osi otáčania. Posuv je priamočiary rovnomerný pohyb. (Pri vrtaní na sústruhu alebo pri niektorých špeciálnych spôsoboch vrtania vytvára hlavný rezný pohyb obrobok.) Stroje sa nazývajú vrtačky.

Hlavný rotačný pohyb „ v “ aj vedľajších pohyb „ f “ (posuv) obyčajne vykonáva nástroj. Pri vŕtaní hlbokých dier koná hlavný rezný pohyb obrobok. Zložením rotačného a priamočiareho pohybu opisuje každý bod reznej hrany nástroja skrutkovicu na valcovej ploche. Rýchlosť hlavného rezného pohybu na obvode nástroja je rezná rýchlosť „ v “

$$v_c = \pi \cdot D \cdot n \cdot 10^{-3} \text{ [m} \cdot \text{min}^{-1}\text{]},$$

$$v_f = f \cdot n \text{ [mm} \cdot \text{min}^{-1}\text{]}$$

$$v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2} = 10^{-3} \cdot n \cdot \sqrt{(\pi \cdot D)^2 + f^2} \text{ [mm} \cdot \text{min}^{-1}\text{]}$$

kde: D - priemer vŕtania (mm),

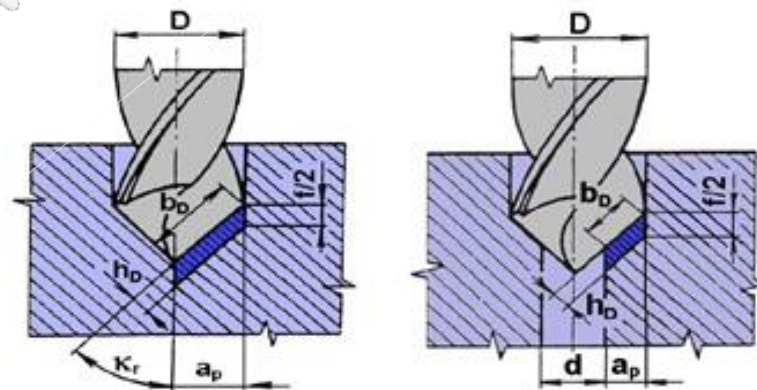
n - otáčok nástroja (min^{-1}).

f - posuv nástroja na jednu otáčku, (mm).

Hĺbka rezu „ a_p “ je daná:

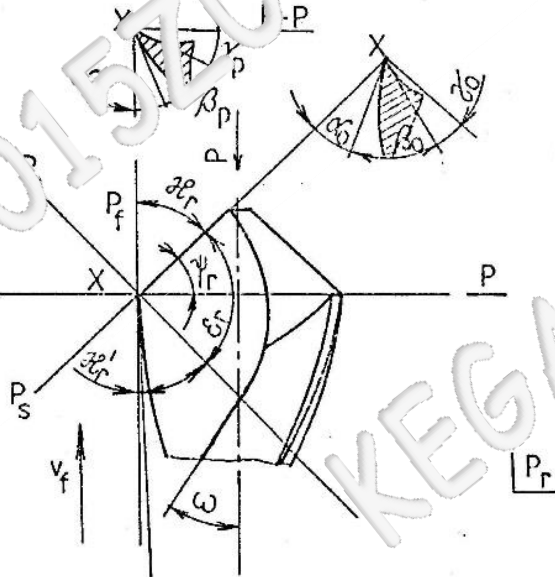
- polovicou priemeru nástroja – pri vŕtaní do plného materiálu,
- rozdielom polomerov pri vŕtaní do predvŕtanej diery.

Parametre rezu pri vŕtaní



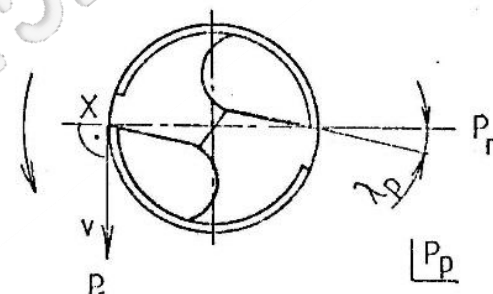
Geometria vrtakov

Všetky základné definície geometrických parametrov možno priamo aplikovať na vrták. Základná rovina je kolmá na vektor hlavného rezného pohybu. Jednotlivé uhly rezného klina (uhol čela, uhol chrbta, ...) nie sú u tohto nástroja konštantné. V jednotlivých bodoch reznej hrany sú rôzne. Uhol sklonu skrutkovicových drážok sa teda volí podľa druhu obrábaného materiálu. Na vrtáku sa mení v závislosti od priemeru a od stúpania skrutkovice. Zväčšením uhla skrutkovice sa znižuje odvod triesky, znižuje sa krútiaci moment. Uhol rezného klina sa však znižuje.



CI

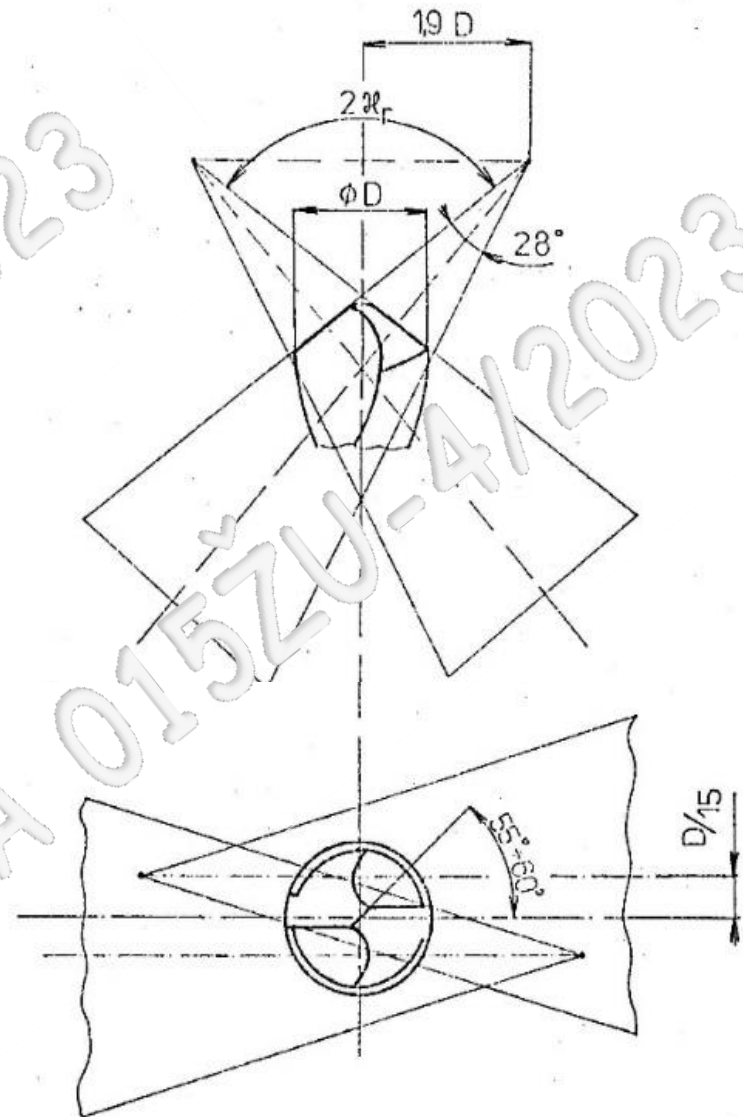
POHĽAD „P“



Geometria skrutkovicového vrtáka

Z dôvodov potreby dosiahnuť vhodnú pracovnú geometriu je potrebné, aby sa nástrojový uhol chrbta v bodoch reznej hrany smerom k osi zväčšoval. Túto úpravu je možné zabezpečiť ostrením vrtáka na chrbtovej ploche (vrták sa vždy ostrí na chrbte) do tvaru kužeľovej plochy. Teda chrbtová plocha sa podbrusuje tak, aby sa uhol chrbta smerom do stredu vrtáka zväčšoval. Chrbtová plocha sa brúsi ako časť kužeľovej plochy, ktorej os je mimožečná k osi vrtáka. Poloha kužeľových plôch vzhľadom k osi vrtáka je na obr. 4.3. Takéto ostrenie vrtáka sa zabezpečí vhodným prípravkom.

Známe sú tiež spôsoby ostrenia chrbtovej plochy do tvaru skrutkovicovej plochy. Skrutkovicový spôsob ostrenia vznikne kombináciou rotačného pohybu vrtáka a axiálneho pohybu brúsneho kotúča. Tak vznikne chrbtová plocha v tvare skrutkovicovej plochy, vhodnej geometrie. Vrták takto ostrený má dobré strediačné vlastnosti a menšiu zložku osového rezného odporu.

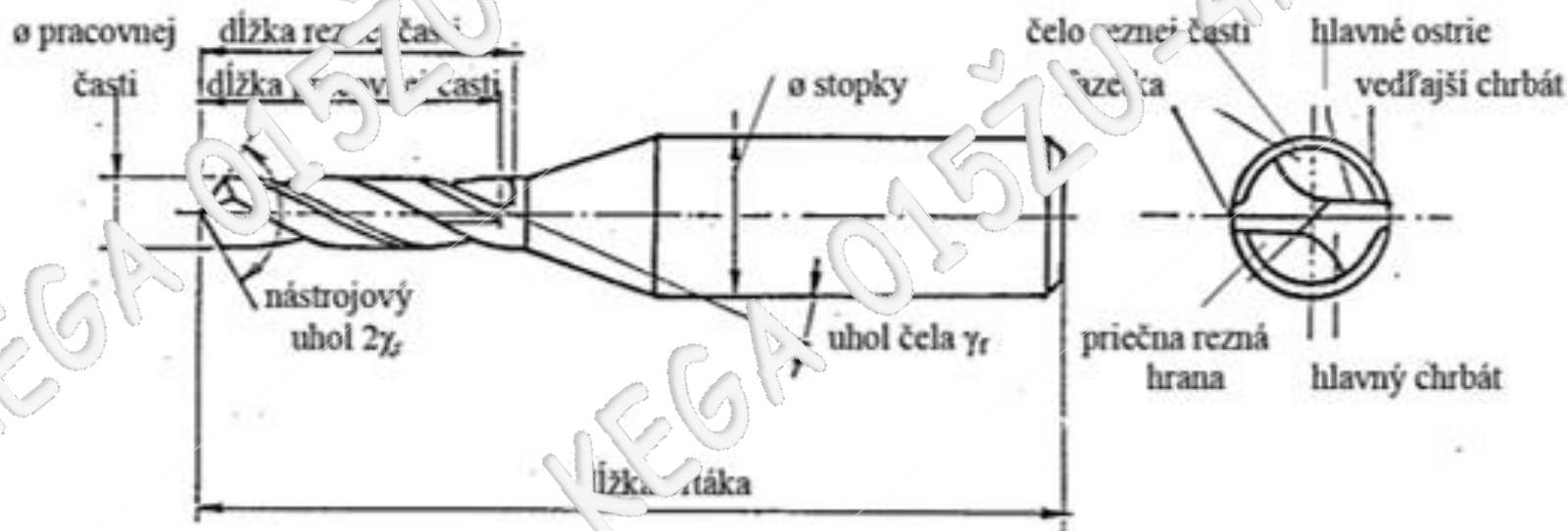


Ostrenie vrtáka

Monolitné SK skrutkovicové vrtáky

Sú zvláštnou skupinou vrtacích nástrojov pre vrtanie dier malých priemerov. Sú to nástroje miniatúrnych rozmerov, od priemerov menších ako 1 mm do 5 mm. Sú náhradou bežne užívaných nástrojov z RO. Používajú sa v oblasti jemnej mechaniky a pri vrtaní dosiek plošných spojov elektronických zariadení. Vrtanie dosiek plošných spojov pomocou tvrdokovových nástrojov predstavuje 30 až 35% - nú prírastok samotnej výroby dosky. Vrtanie je tu zložitým technológickým problémom vzhľadom na vlastnosti vrtaného materiálu.

Tvarové riešenie nástroja je na obrázku. Nástroj je riešený s valcovou zosilnenou stopkou alebo bez zosilnenia stopky.



Tvar monolitného vrtáka zo SK

Vrták s platničkami zo SK

Používajú sa zväčša pre obrábanie ťažkoobrábateľných materiálov. Vyžadujú však značnú tuhosť technologickej sústavy. Ak nie je sústava dostatočne tuhá, zavádzanie SK vrtacích materiálov je problematické. Aj samotné teleso nástroja z týchto dôvodov musí byť dostatočne tuhé. Obyčajne sa z týchto dôvodov u vrtákov skrutkovicových s pájanou platničkou zosilňuje jadro (na $0,25D$) a skracaje sa dĺžka pracovnej časti.

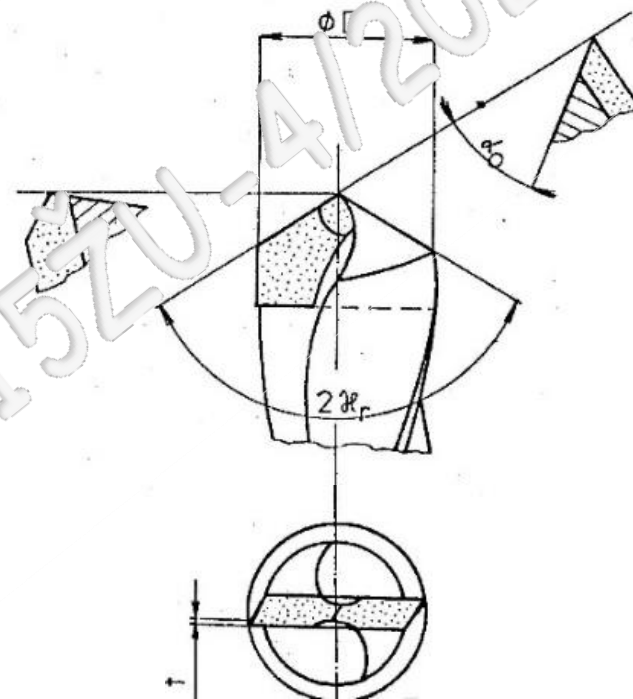
Podľa spôsobu spojenia SK platničky s telesom sú známe:

- vrtáky s pájanými platničkami,
- vrtáky s mechanicky upínanými platničkami

Vrtáky s vymeniteľnými mechanicky upínanými platničkami sú novou cestou v konštrukčnom riešení a používaní vrtacích nástrojov. Použitie týchto nástrojov je vhodné pri vrtaní krátkych dier priechodných aj slepých.

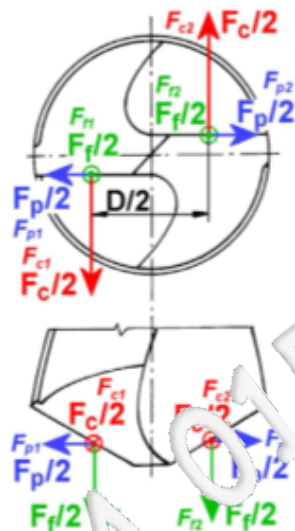
Používané tvary platničiek sú rôzne. Ide o platničky s dierou (trojuholníkové, štvorcové, mnohoúhelníkové, atď.).

Nástroj nie je vedený fazetkou. Je potrebné zabezpečiť dostatočný a spoľahlivý prívod reznej kvapaliny a v konštrukcii nástroja pamätať na potrebu vysokej ohybovej a torznej tuhosti. To sa dosahuje priamo reznou drážkou a zosilneným jadrom. Veľkosť drážky, ktorá tuhosť ovplyvňuje, je daná množstvom odoberanej triesky. Geometriou a utváračom triesky je možné zabezpečiť utváranie krátkej triesky, ktorá je vyplavovaná reznou kvapalinou.



Rezné sily

Pri vŕtaní štandardnom skrutkovitým alebo kopijovitým vrtákom je materiál oddeľovaný súčasne dvoma reznými hranami nástroja, symetricky postavenými voči jeho osi. Výsledné sily sú potom tvorené súčtom alebo rozdielom hodnôt na oboch hranách nástroja (obrázok 4.6):



posuvová sila $F_f = F_{f1} + F_{f2}$ [N],

pasívna sila $F_p = F_{p1} - F_{p2}$ [N],

rezná sila $F_c = F_{c1} + F_{c2}$ [N].

Ak je vrták správne a presne naostrený, sú sily na oboch britoch zhodné:

$$F_{f1} = F_{f2} = F_{f2} \text{ [N]}$$

$$F_{p1} = F_{p2} = F_{p2} \text{ [N]}$$

a preto $F_p = 0$,

$$F_{c1} = F_{c2} = F_{c2} \text{ [N]}$$

Obr. 4.6. Rezné sily na vrtáku

Na predpokladu, že platia vyššie uvedené vzťahy, je možný výpočet krútiaceho momentu k osi vrtáku odvodiť empirický vzťah:

$$M_k = 2 \cdot \frac{F_c}{2} \cdot \frac{D}{4} = \frac{1}{4} \cdot F_c \cdot D = \frac{1}{4} \cdot C_{F_c} \cdot D^{x_{F_c}} \cdot f^{y_{F_c}} \cdot D = \frac{1}{4} \cdot C_{F_c} \cdot D^{(x_{F_c}+1)} \cdot f^{y_{F_c}},$$

pre zjednodušenie $\frac{1}{4} \cdot C_{F_c} = C_M$, $x_{F_c} + 1 = x_M$, $M_k = C_M \cdot D^{x_M} \cdot f^{y_{F_c}} \text{ [N} \cdot \text{mm]}$,

kde: C_{F_f} , C_{F_c} - konštanty, vyjadrujúce najmä vplyv obrobeného materiálu,
 x_{F_f} , x_{F_c} - exponenty, vyjadrujúce vplyv priemeru vrtáku,
 y_{F_f} , y_{F_c} - exponenty, vyjadrujúce vplyv posuvu na otáčku,
 D - priemer vrtáku, mm,
 f - posuv na otáčku, mm.

Vŕtacie nástroje

Vŕtáky rôznych konštrukcií sú nástroj na vŕtanie dier menšej presnosti, alebo pre výrobu dier pred ďalším dokončovaním, resp. rezaním závitu. Nástroje sú považované za menej presné (Dosahovaný stupeň presnosti IT 5 až IT 7.), pretože nástroj ako dvojhranná (má dve rezné hrany) dieru „rozhadzuje“, t. j. vplyvom chodu nástroja ju vyrobí väčšiu.

Pre vŕtanie kovov bol vyvinutý rad nástrojov, medzi ktoré patria predovšetkým:

- skrutkovice vŕtáky,
- plochovité vŕtáky (ploché),
- vŕtáky na hlboké diery,
- vŕtáky s vymeniteľnými SK platničkami,
- monolitné skrutkovicové SK vŕtáky,
- tvarové vŕtáky (navŕtávaky)
- špeciálne vŕtáky (záhlbníky, stopňovité vŕtáky a pod.).

Vŕtanie dier bežných rozmerov (krátkych)

Takéto diery sa vyrábajú pomocou skrutkových vrtákov. Ide o dvojrezný nástroj, reznými hranami naostrenými symetricky kosi. Dražky v tvare skrutkovicovej plochy slúžia pre odvod triesky a k prívodu reznej kvapaliny.

Nástroj má reznú časť (s dražkami) a časť upínaciu, ktorá je valcová alebo kužeľová. Valcová stopka sa uplatňuje u vrtákov menších rozmerov a upína sa do vŕtacej hlavy. Vrtáky väčších rozmerov sa upínajú do vŕtacieho priamo kužeľovou stopkou. Bežný typ skrutkovicového vrtáka tvorí rezná časť a upínacia časť.



skrutkovicový vrták

Rezná časť vrtáka má rozhodujúci vplyv na prácu nástroja. Rezného procesu priamo sa zúčastňujú dve rezné hrany spojené prechodovou reznou hranou. Vrcholový uhol vrtáka $2\chi_r$ je volený s ohľadom vlastností obrábaného materiálu. Všeobecne možno povedať, že veľký vrcholový uhol prislúcha tvrdým obrábaným materiálom.

Vodiaca časť vedie nástroj počas obrábania. Na vodiaci časti je umiestnená fazetka, ktorej šírka je závislá od priemeru vrtáka. Pre vyrábané priemery ϕ 1 až 50 mm je fazetka široká 0,3 až 4,5 mm. Teleso vrtáka sa smerom ku stopke kužeľovite zužuje z dôvodov potreby zmierniť trenie v diere pri práci nástroja. Kužeľovitost' telesa býva 0,2 až 0,08 mm na dĺžke 100 mm. Priemer vrtáka sa z týchto dôvodov meria na hĺbkoch.

Jadro vrtáka sa smerom ku stopke kužeľovite rozširuje, pre zvýšenie tuhosti nástroja.

Stopka slúži pre upnutie vrtáka. Norma STN 22 11 01 triedi vrtáky podľa spôsobu upnutia:

- s valcovou stopkou,
- s kužeľovou stopkou.

Veľkosť kužeľovej stopky MORSE závisí od priemeru nástroja.

Geometriu skrutkovicového vrtáka možno popísať na základe poznatkov z nožov. Vzhľadom ku geometrii vrtáka norma STN rozlišuje vrtáky podľa uhlu stúpania skrutkovicovej drážky na 3 základné typy:

- typ N so stúpaním skrutkovice $\omega = 25^\circ$ a 30° ,
- ✓ typ H so stúpaním skrutkovice $\omega = 15^\circ$,
- ✓ typ W so stúpaním skrutkovice $\omega = 45^\circ$.

Typ N vhodný pre vrtanie ocele a liatiny.

Typ H vhodný pre vrtanie mosadze a bronzu.

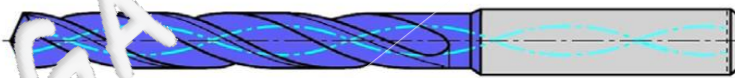
Typ W vhodný pre vrtanie hliníka a jeho zliatin.

Skrutkové vrtáky

Tento typ sa používa najčastejšie na vŕtanie 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 kužeľovitého zbrúsenia hrotu). Rezné hrany sú v osi nástroja spojené priečnou reznou hranou (ktorá materiál nereže iba deformuje a škriabe). 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 úkeľové plošky – fazetky, ktoré vrták vedú v otvore. Slúžia na zníženie trenia nástroja o obrobenú plochu otvoru. Jeho pracovná časť je valcovitá s dvoma proti sebe ležiacimi skrutkovitými žliabkami, ktoré slúžia na odvádzanie triesok. 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.



Skrutkovicové vrtáky



Vrták s centrálnym prívodom reznej kvapaliny

Monolitný SK vrták s povlakom TiN

Skrutkové vrtáky sú najčastejšie vyrábané z rýchlorezných ocelí, pre ťažšie podmienky obrábania sú určené vrtáky so bájkanými SK reznými platničkami a vrtáky z monolitných spekaných karbidov bez povlakov, alebo častejšie s oteruvzdornými povlakmi, väčšinou na báze TiN. Môžu mať skrutkové diery pre centrálny prívod reznej kvapaliny, vyrábajú sa aj v prevedení s tromi čepieľkami



Skrutkovicový vrták s troma reznými hranami

KEGA 015ŽU-4/2023

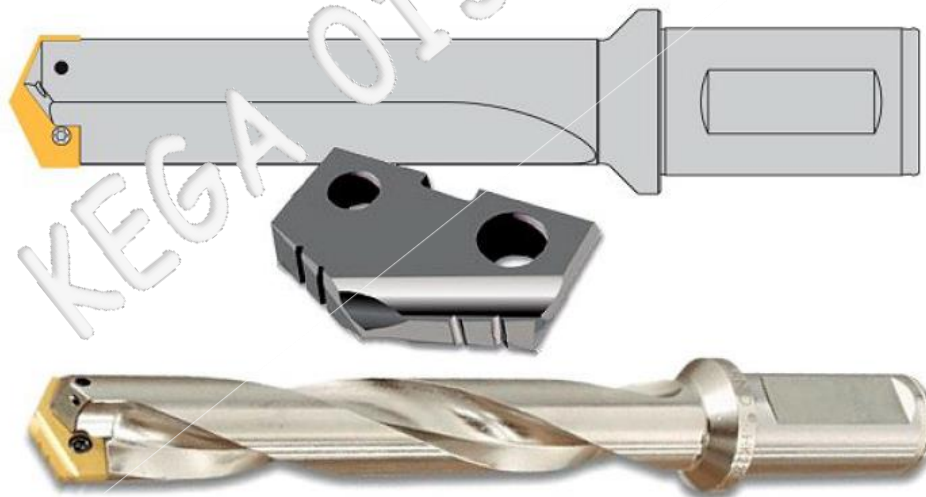
KEGA 015ŽU-4/2023



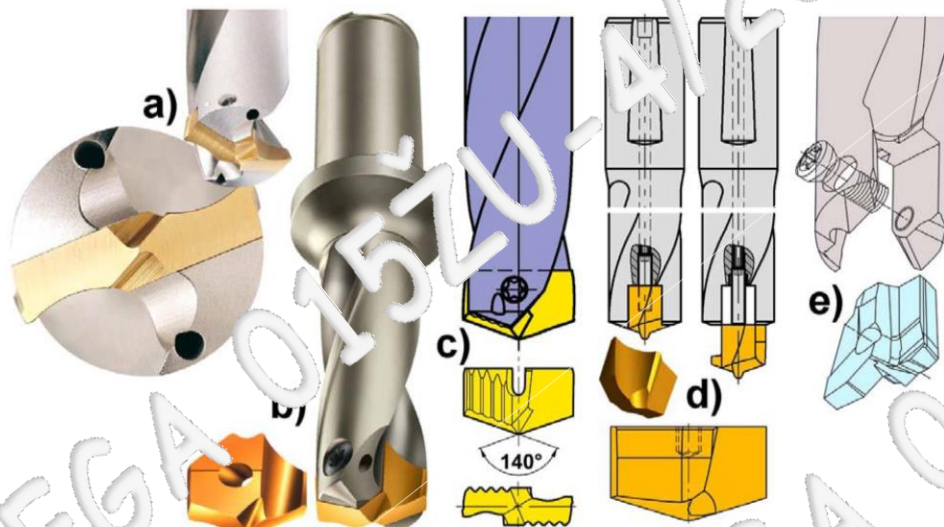
Kopijovité vrtáky

Kopijovité vrtáky (obr. 4.12) sú jednoduché a patria k najstarším vrtacím nástrojom. Používajú sa len pre hrubé práce. Sú veľmi tuhé a umožňujú vrtáť diery priemeru 28 až 128 mm do pomeru $L:D = 3:1$ bez navrtávania. Parametre drsnosti povrchu rezu sú horšie ako pri skrutkovicovom vrtáku. Je to dvojklínový plochý rezný nástroj. V zdokonalenej forme sa používa aj v súčasnosti. Má plochú vymeniteľnú reznú platničku zo SK alebo POK, ktorá sa mechanicky nastaví a upne na teleso nástroja. Moderné kopijovité vrtáky majú na rezní strane drážky a na čelnej ploche tvarované tresky, čím je zabezpečené delenie a tvarovanie triesok.

Vymeniteľné rezné platničky majú špeciálny tvar a môžu byť vyrobené z rýchlorezných ocelí alebo spekaných karbidov (vrátane povlakovaných). Zvyčajne majú nástrojový uhol nastavenia hlavného ostria $\gamma = 60^\circ$, pre spoľahlivé delenie odoberanej hmoty sú na oboch ich hlavných chrbtoch vybrúsené deliace drážky. Pre zníženie trenia vo vrtacej diere sú na hlavných chrbtoch platničiek vytvorené mazetky.

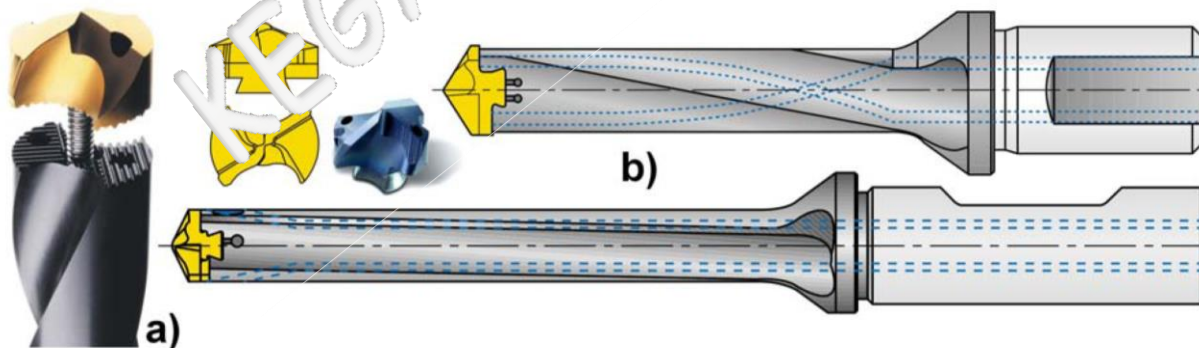


Vrtáky s vymeniteľnou špičkou sú vyrábané v dvoch základných konštrukčných vyhotoveniach - so špičkou vo forme reznej platničky alebo hlavice. V niektorých prípadoch umožňujú centrálny prívod reznej kvapaliny priamo do miesta rezu, špičky (platničky i hlavice) sú spoločne vyrábané zo spekaných karbidov (v čísiou povlakovaných). Hlavice majú rôznu geometriu, podľa obrábaného materiálu a požiadaviek technologickej operácie, pretože sú



Vrtáky s vymeniteľnou
doštičkou: a) Cührling, b)
Walter Xtra.tec, c) Mitsubishi
TAW,
d) Kennametal KSEM, e)
Kennametal Magic-Drill Mini,

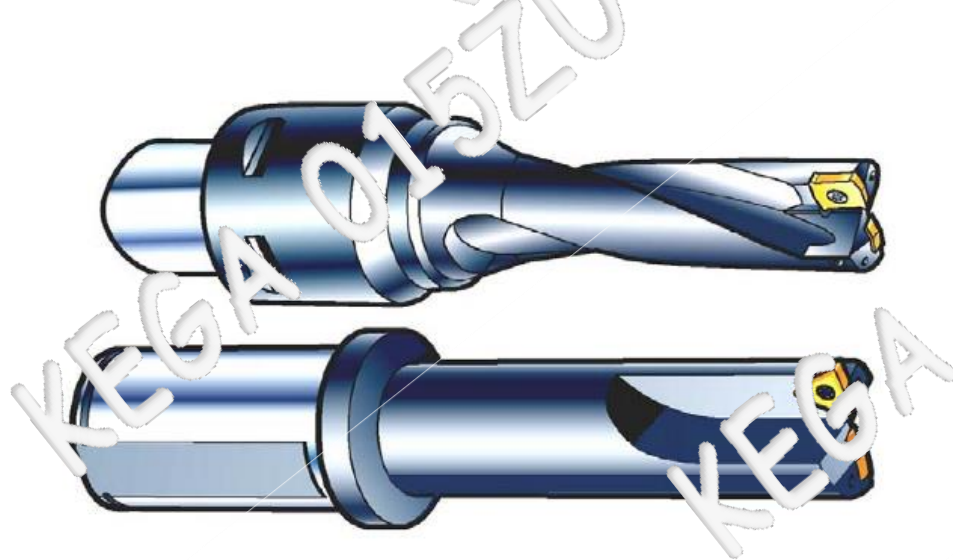
Vrtáky s vymeniteľnou
hlavicou: a) Seco
CrownLoc, b) Iscar
ChamDrillJet





Vrtáky s vymeniteľnými reznými platničkami (obr. 4.15, 4.16) majú niekoľko rezných platničiek zo spekaných karbidov (s pozitívnou geometriou čela), upnutých v kolese držiakov pomocou skrutiek so zapustenou hlavou. Pretože rezná rýchlosť pozdĺž hlavného ostria nie je a vrtákov konštantná, sú obvodové

platničky, ktoré pracujú s vyššou reznou rýchlosťou, niekedy vyrobené z materiálu s vyššou odolnosťou proti opotrebeniu (potiahnutý SK) a stredové platničky, ktoré pracujú s nízkou reznou rýchlosťou, z nepevneného SK. Pri takýchto nástrojoch je potom trvanlivosť oboch typov platničiek približne rovnaká a po ich skončení sú súčasne vymenené použité čepičky všetkých platničiek.



Nástroje na vrtanie hlbokých dier

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. 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 jednoklinové a viacklinové.

Tieto nástroje prekonal v poslednom období rozsiahlý vývoj. Zvláštne požiadavky na výrobných nástrojov si vyžaduje náročná technológia vrtania dier. Pri vrtaní takýchto dier obvyčajne požadujeme vysoké kvalitatívne parametre predovšetkým rozmerovú (rozmerovú a geometrickú presnosť, drsnosť povrchu). Obvyčajne vyžadujeme vyplavovanie a delenie triesok. K vrtaniu týchto dier obvyčajne nie sú vhodné bežné vrtacie stroje. Pri vrtaní vykonáva hlavný rezný pohyb obrotok, posuvný pohyb vykonáva nástroj.

Za hlboké diery môžu byť považované diery, ktorých dĺžka je väčšia ako $10D$ ($10D$). Pri vrtaní hlbších dier použitím bežných vrtacích nástrojov sú podmienky v mieste vrtania sťažšie. Zhoršuje sa odvod triesky, odvod tepla, často vrták vybočí z osi vrtanej diery.

Zaužívané sú dve technológie:

- vrtanie do celna, kde celý objem diery sa premieňa na triesku. Používa sa pre vrtanie dier cca do 80 mm,
- vrtanie na jadro, kedy nástroj vypichuje prierez medzikruhový a v strednej časti diery zostáva jadro (korunové vrtáky).

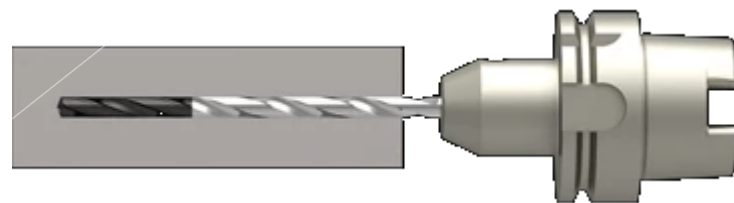
Nástroje na hlboké diery patria k špeciálnym vrtacím nástrojom.

Používané nástroje na hlboké diery sú:

- a) upravené skrutkovicové vrtáky - s predĺženou stopkou,
 - s predĺženou skrutkovicovou časťou,

tieto nástroje majú obvyčajne zosilnené jadro ($0,25D$) s využitím spomínaných úprav reznej časti,

- a) vrtáky ploché - kopijovité,
- b) vrtáky delové a hlavňové,
- c) vrtacie hlavy.



Nástroje na hlboké diery patria k špeciálnym vŕtacím nástrojom.

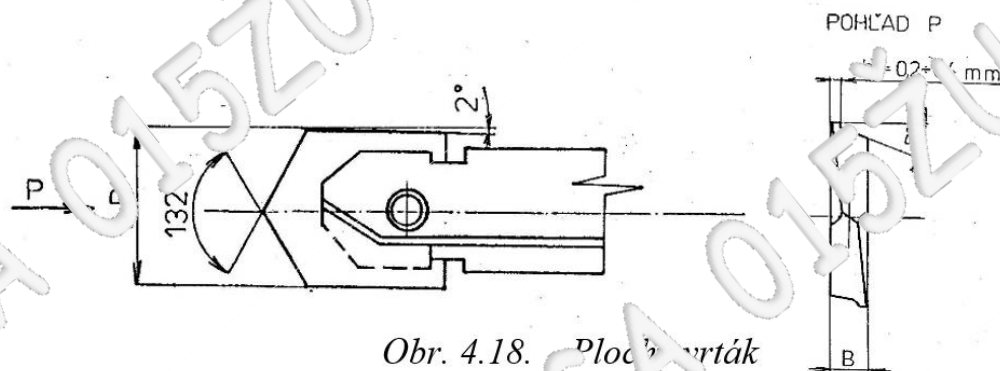
Používané nástroje na hlboké diery sú:

- a) upravené skrutkovicové vŕtáky - s predĺženou stopkou,
 - s predĺženou skrutkovicovou časťou,
tieto nástroje majú obyčajne zosilnené jadro 0,25 mm s využitím spomínaných úprav reznej časti,
- a) vŕtáky ploché - kopijovité,
- b) vŕtáky delové a hlavňové,
- c) vŕtacie hlavy.



Vrtáky ploché

Patria konštrukčne k najstarším typom vrtacích nástrojov. Rezná časť plochého vrtáka je upravená do tvaru kopije, preto sa tieto nástroje nazývajú tiež kopijovité. V poslednom období sa nástrojov tohto typu využíva i pri vŕtaní nehlbokých dier na NC strojoch pre ich jednoduché zariadenie a dosahovanú presnosť vŕtania. Navyše sa vyznačujú vlastným tlmením pri veľkom zaťažení, pretože sú schopné znášať väčšie posuvy ako skrutkové vrtáky. Vzhľadom k vysokej tuhosti kopijovitého vrtáka možno s nimi vŕtať i veľké priemery do pevných materiálov bez predvŕtania. Nástroj tohto typu vyrábaný od priemerov 25 mm až 150 mm je schematicky znázornený na obr. 4.18. Rezná časť môže byť vo zvláštnych prípadoch vyrobená zo SK.

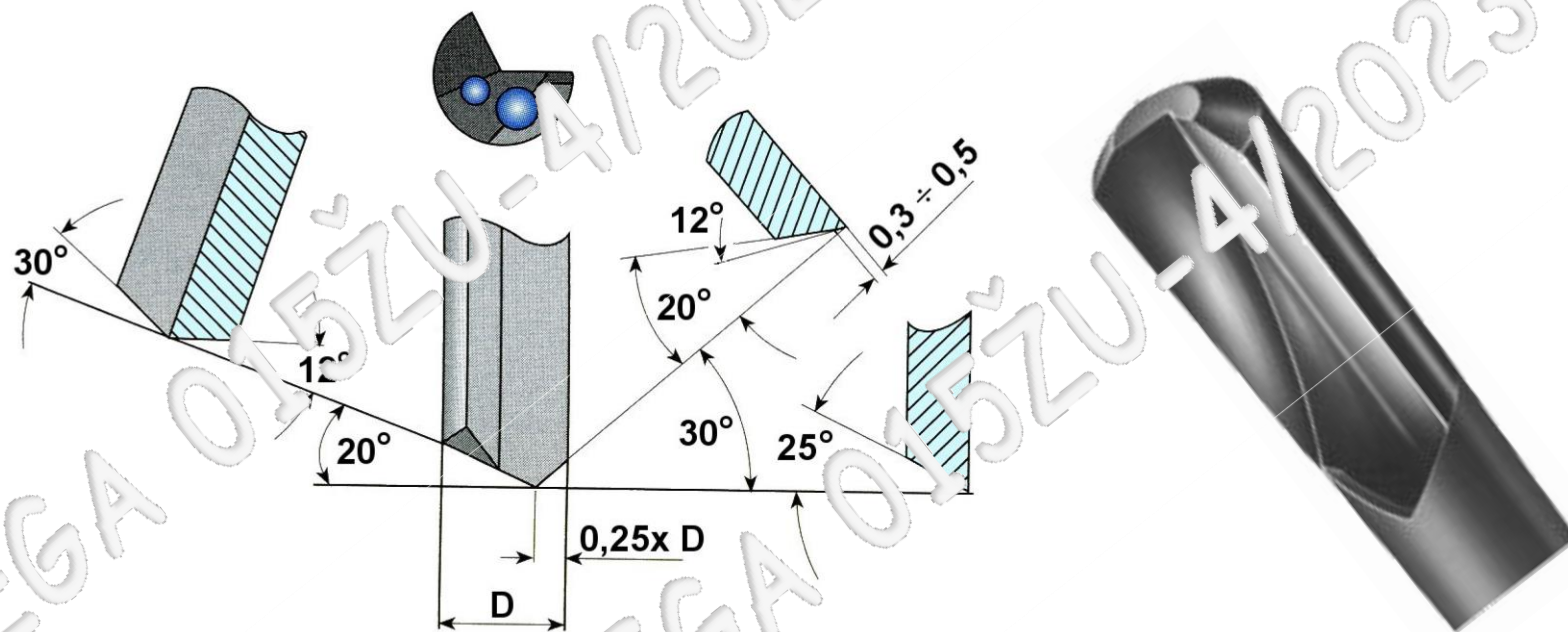


Obr. 4.18. Ploché vrták

Vrtáky delové, hlavňové

Hlavňové vrtáky sú známe dvojakou konštrukciou:

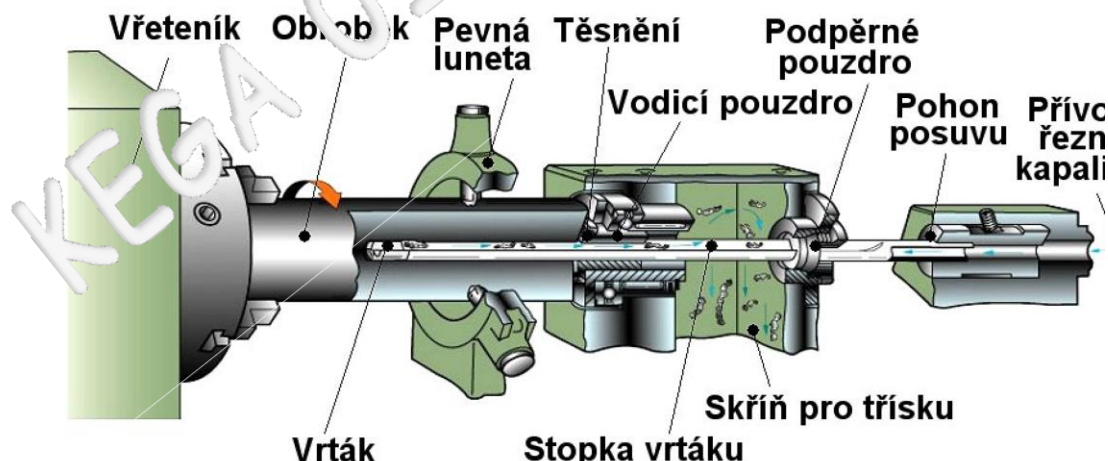
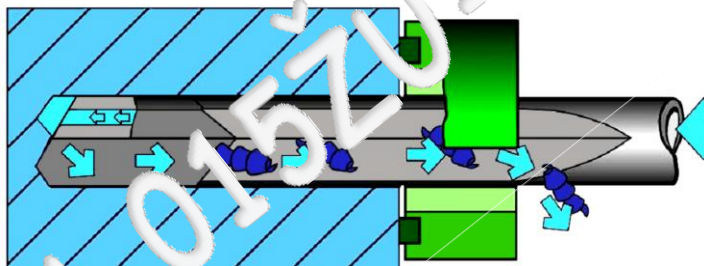
- s vonkajším odvodom triesok,
- s vnútorným odvodom triesok.



Rezná kvapalina je privádzaná pod tlakom cez vrták a spolu s trieskami odchádza.

Vrchol reznej platničky leží mimo stred a lomenie reznej hrany je vykonané tak, aby sa sily na reznej hrane kompenzovali, čím nástroj udrží stabilitu. Nástroj je osadený vodiacimi lištami, ktoré zachytávajú rezné sily. Pracovná časť vrtáka sa vyrába z RO alebo zo SK. Výstredne uložená platnička ovplyvňuje priaznivo tvorenie triesky. Nástroj nemá priečnu reznú hranu s nulovou rýchlosťou, ktorá je u vrtákov s SK.

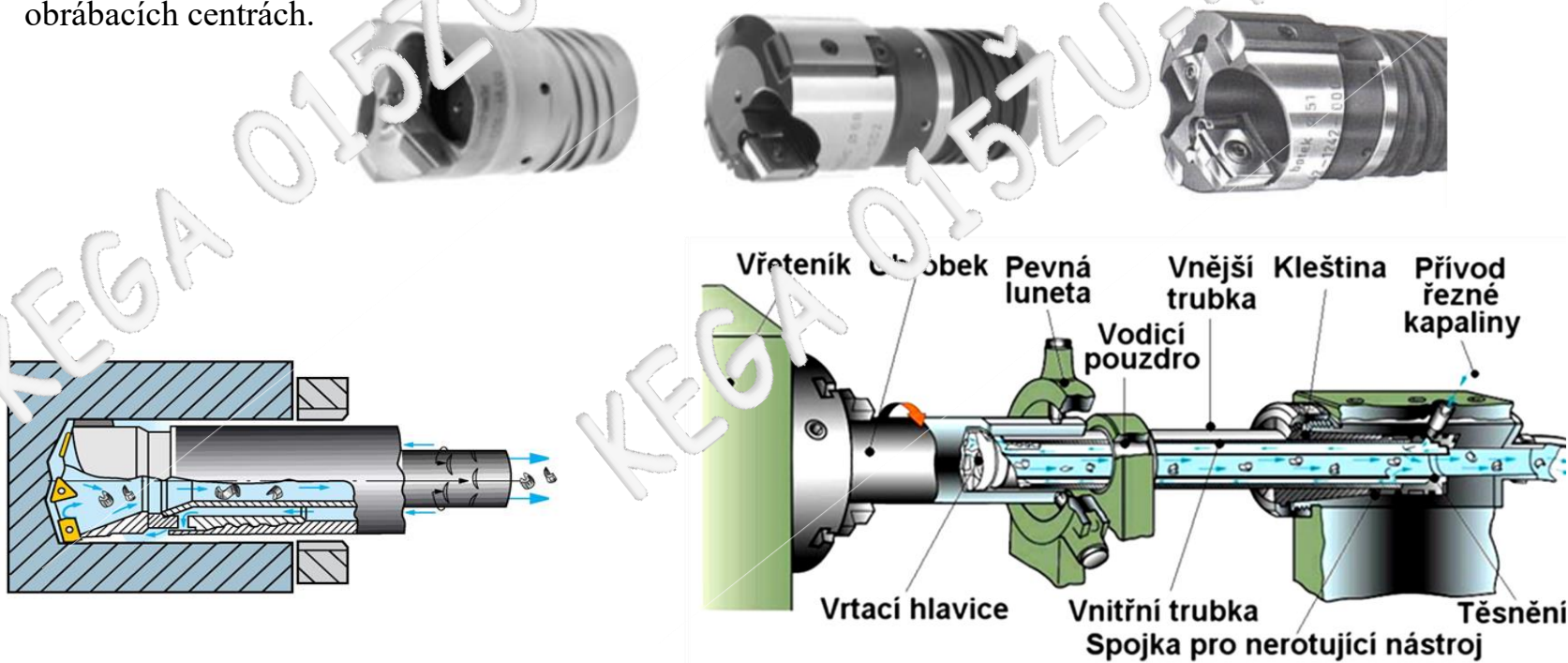
Delové a hlavňové vrtáky sa používajú pre vrtanie hlbokých dier. Delové vrtáky sa používajú pre menšie hĺbky, pretože nástroj sa musí vždy po vyvrtaní určitej hĺbky vybrať, aby sa z diery odstránili triesky (vrták má geometriu, ktorá nezabezpečuje odvod triesok). Hlavňové vrtáky sú určené pre vrtanie presnejších dier. Rezná časť nástroja (z rýchloreznej ocele alebo tvrdého kovu) je spájkovaná na rúrku alebo tyč potrelnej dĺžky. Niekedy je rezná časť tvorená pripájanými reznými platničkami, spoľahlivé centrovanie zaisťujú vodičky, ktoré sú spájkované k telesu vrtáka. Rezná kvapalina je privádzaná dierami v telese vrtáka a zaručuje chladenie a odvod triesok vznikajúcich triesok. Na vrtanie pomocou delových a hlavňových vrtákov sa používajú špeciálne upravené sústruhy.



Ejektorový vrták

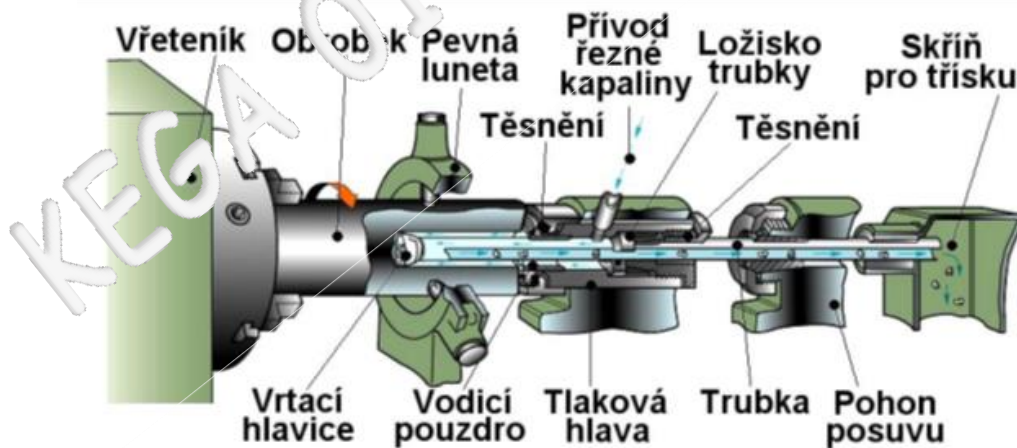
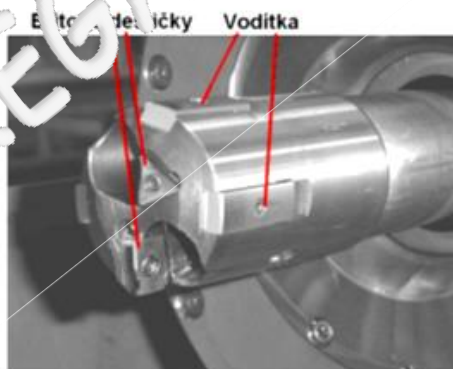
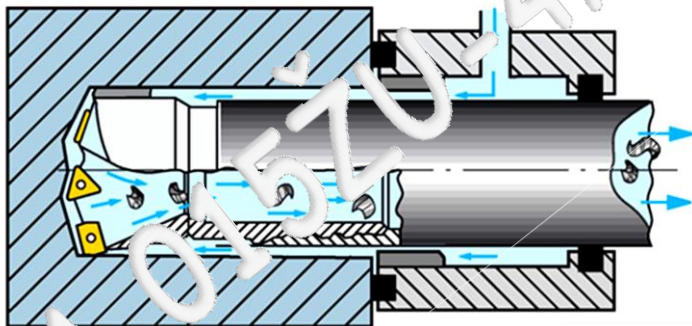
Ejektorový alebo tzv. dvojtrubkový systém je odvodený z princípu vrtania systémom BTA. Táto metóda sa môže použiť na bežných obrábacích strojoch, ale aj na CNC centrách. Týmito hlavami môžeme vrtáť priemery od 18,4 mm až do 200 mm.

Ejektorový vrták sa skladá z vrtacie hlavice, ktorá je naskrutkovaná do vonkajšej vrtacie trubky. Keďže kvapalina je privádzaná k britom nástroja medzi rúrkami medzi vonkajšou a vnútornou rúrkou, pričom jej malé množstvo, odchádzajúci štrbinami v zadnej časti motornej rúrky, spôsobuje ejektorový efekt nasávanie kvapaliny smerom od britov vrtákov a spôsobenie vznikajúcich triesok. Pomocou ejektorových vrtákov možno vrtáť diery s priemerom 20 až 60 mm, v dĺžke až $100 \times D$ (horizontálne) alebo $50 \times D$ (vertikálne). Systém môže byť aplikovaný na konvenčných obrábacích strojoch, NC alebo CNC strojoch, aj na obrábacích centrách.

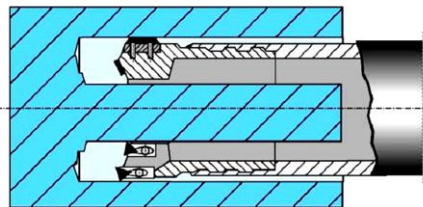


BTA alebo STS vrtáky umožňujú vŕtať do plného materiálu, predvŕtané diery aj metódou "na jadro" a je možné ich použiť pre väčšie rozsahy vŕtaných priemerov než vrtáky ejektorové. Vŕtacie hlavice do plného materiálu sú vyrábané až do priemeru 180 mm, vŕtacie

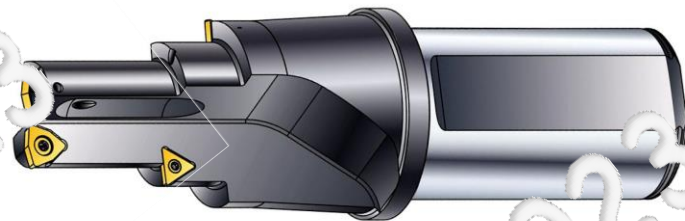
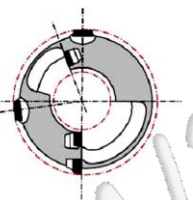
hlavice pre vŕtanie "na jadro" v rozsahu priemerov 120 až 200 mm. Rezná kvapalina je u tohto typu vrtákov privádzaná medzerou medzi stenou vŕtané diery a rúrkou vŕtáka a spolu so vznikajúcou trieskou odvádzaná stredom rúrky (obr. 4.25). Preto musí byť tlačová hlava pre prívod rezného kvapaliny utesnená z oboch strán (obr. 4.28), tesnenie sa nachádza na jednej ploche obrobku, kde vŕták vstupuje do obrábaného materiálu.



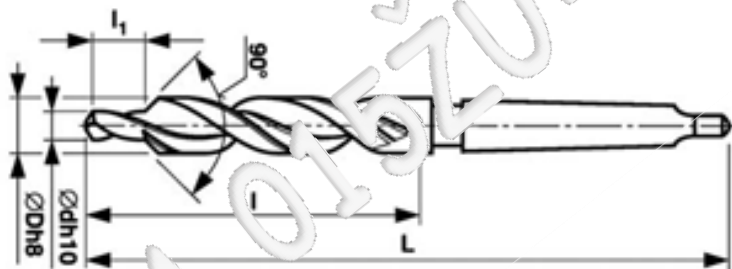
Špecifické druhy vŕtania a vŕtakov



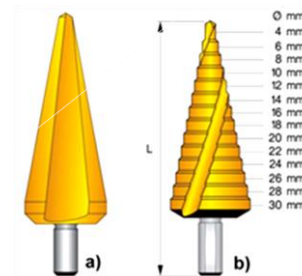
Korunkový vrták



Združený nástroj firmy Sandvik-Coromant pre vŕtanie a dvojité zahlbovanie



Odstupňovaný vrták



Vŕtáky do plechu nemeckej firmy Ruko a) širokorozsahové, b) odstupňované



Termálne vŕtanie dier v tenkostennom oceľovom profile



Vŕtacie stroje

Výrobné zariadenia pre výrobu dier sa delia na:

- stroje pre vŕtanie (vŕtačky),
- stroje pre vyvŕtavanie (vyvŕtávačky)

Pre výrobu dier možno tiež použiť stroje iných napr. sústruhy, frézky, obrábacie centrá.

Na vŕtacích strojoch je možné okrem vŕtania bežne vyhrubovať, vysúchovať, zahľbovať, rezať závit. Pri použití vhodných vŕtacích prípravkov, vŕtačky dokážu nahradiť stroje presnejšie a drahšie napr. vyvŕtávačky. Presnosť práce potom závisí na presnosti prípravku.

Vŕtacie stroje je možné rozdeliť na:

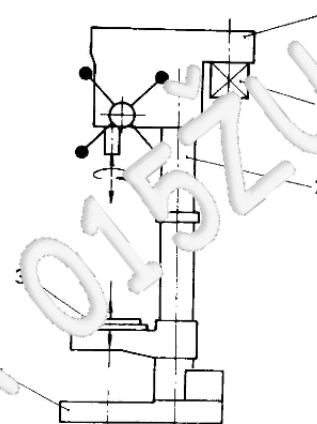
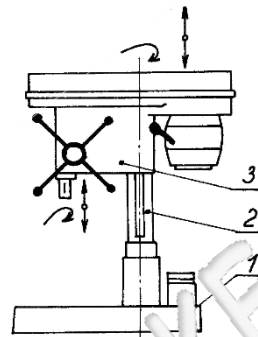
- stolové vŕtačky
- stĺpové a stojanové vŕtačky,
- radiálne vŕtačky (otočné),
- špeciálne vŕtačky.

Veľkosť vŕtačiek je charakterizovaná zv. „vŕtaným priemerom“ t.j. priemerom diery vŕtanej splna skrutkovicovým vŕtákom do ocele pevnosti 300 až 700 MPa. Hĺbka vŕtania je daná maximálnym vysunutím pinoly z vretena. Ďalšie dôležité technické parametre stroja sú rozsah otáčok vretena, maximálny krútiaci moment a posuvová sila, výkon elektromotora, hmotnosť stroja resp. jeho základné rozmery.

- *Vrtačky stolové* sú vyrábané pre vŕtanie dier do 20 mm. Schéma stroja je na obr. Vreteník je možné na stĺpe zvisle prestavovať a natáčať okolo zvislej osi. Posuvy sú ovládané ručne, vreteno je obvyčajne poháňané klinovým remeňom cez niekoľkostupňové remenice.
- *Vrtačky stĺpové* sú vyrábané do vŕtneho priemeru 40 mm.



1. základová doska,
2. stĺp,
3. vreteník

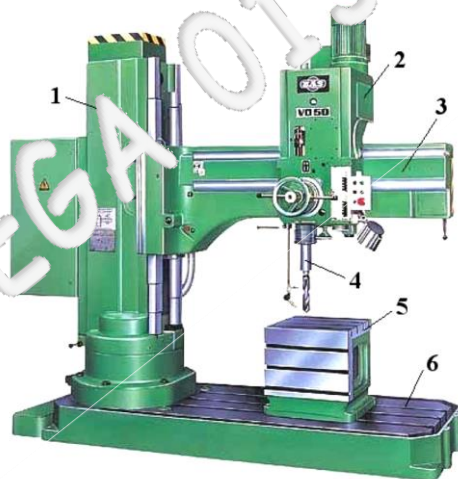
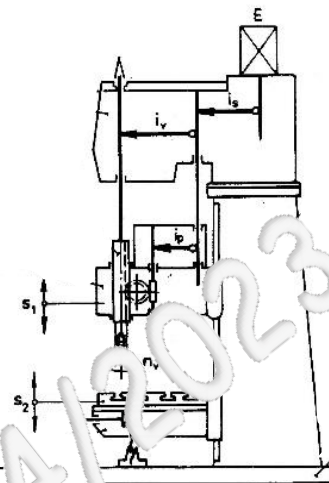


1. vreteník,
2. stĺp,
3. stôl,
4. základová doska,



Vrtačky stojanové majú stojan skriňového tvaru spojený so základovou doskou a slúži pre vrtanie väčších dier (až do 80 mm). Sú značne tuhšie, ako vrtačky stĺpové. Vreteno je uložené v zvislej prestaviteľnej skrini. Ich výkon je vysoký, preto je možné u nich použiť nielen kovvretenové hlavy

- *Vrtačky radiálne (otočné)* sú určené na vrtanie dier do rozmerných obrobkov. Vreteník sa prestavuje do potrebnej polohy presúvaním po otočnom ramene, ktoré sa otáča okolo osi pa. Rameno je výškovo prestaviteľné. Po nastavení nástroja do požadovanej polohy sa vreteník i rameno spevňuje mechanicky alebo hydraulicky.





Výhrubníky, výstružníky, záhlbníky

Otvory vrtané běžnými vrtáky nemají přesný 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 vrtaní hneď výstružujú). Výhrubníky a výstružníky sa používajú aj na výrobu kužeľových otvorov, pričom najprv sa predvrtávajú vrtákom. (www.spske.sk)

Sú to viacklinové nástroje, používané na dokončovanie už predvrtaných dier alebo dier predĺžovaných, či predliatych. Záhlbníky sú nástroje pre vytvorenie záhlbenia pod hlavy skrutiek a to kužeľové alebo valcové. Vzhľadom k tomu, že v záberu pracujú súčasne viac rezných hrán nástroje sú presnejšie. Zlepšujú geometrickú presnosť vrtaných dier.

Výhrubníky

Ak je požadovaná presnosť diery v 9 až 12 stupni presnosti s požiadavkou drsnosti $R_a = 3,2 \mu\text{m}$ postačí pre jej výrobu výhrubník.

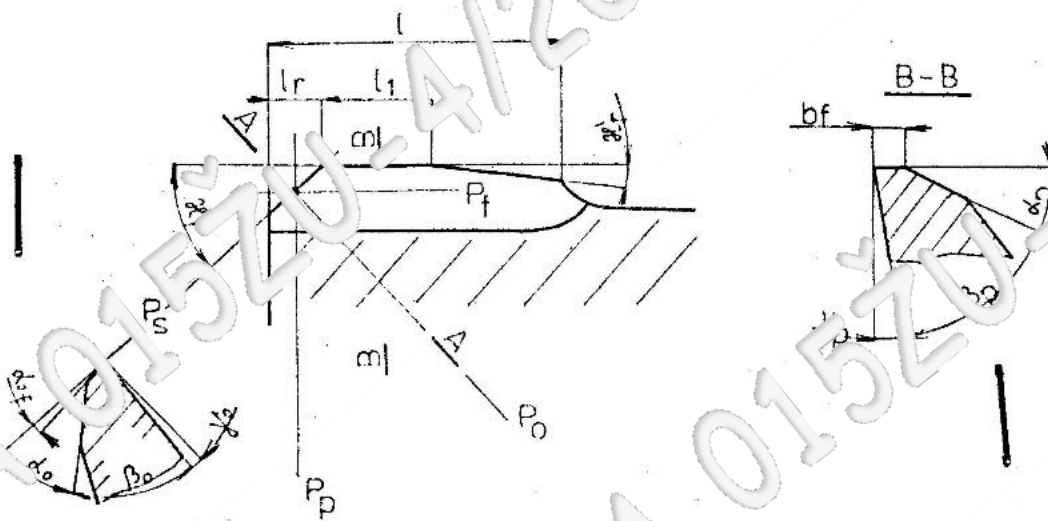
Idem normalizované nástroje, ktoré sú vyrábané:

- s kužeľovou stopkou (STN 22 14 11),
- výhrubníky nástrčné (STN 22 14 14),
- špeciálne výhrubníky.

Dieru možno zväčšiť o 0,2 až 0,4 mm.

Nástroj je obvyčajne vedený v prípravku pomocou víťacích puzdier. Počet zubov výhrubníkov sa volí od 3 do 4 i viac. Nástroje sú zväčša vyrábané z RO, u väčších priemerov je stopka nástroja privarená na tupo. Základné konštrukčné prvky nástroja sú priemer D , dĺžka nástroja L , dĺžka reznej časti l_r , počet zubov z , geometria rezného klina, rozmery upínacej časti.

Geometria zuba výhrubníka je naznačená na obr. 4.39. Uhol čela v rovine P_f je totožný s uhlom stúpania skrutkovice zubov. Uhol nastavenia χ_r sa volí podľa druhu obrábaného materiálu $\chi_r = 45^\circ$ až 60° . Vzťah medzi uhlom γ a uhlom sklonu skrutkovice je rovnaký ako u skrutkového vrtáka.



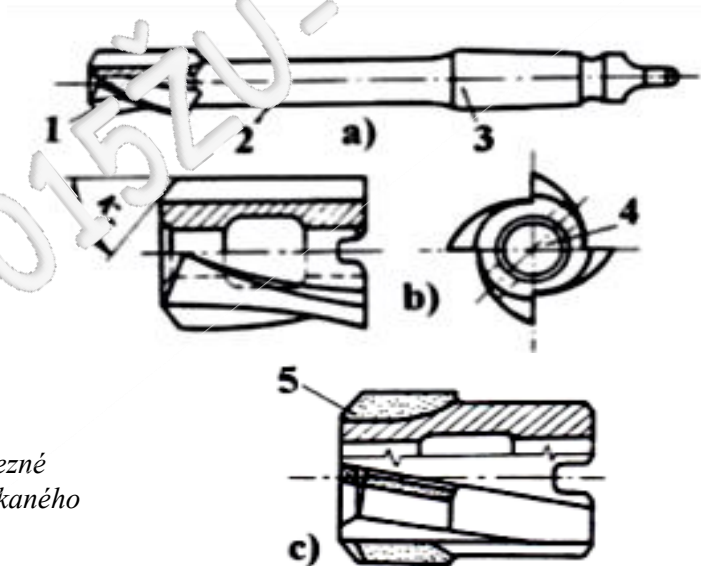
Šírka fazetky sa volí od 1 mm do 3 mm podľa veľkosti priemeru. Dĺžka vodiacej časti (valcovej časti výhrubníka) $l_1 = (0,75 \text{ až } 0,8)$. Dĺžka rezných častí sa volí od 1 do 3 mm podľa veľkosti priemeru nástroja. Pokiaľ je rezný nástroj vyrobený so zubami zo SK, tvrdokov sa k telesu nástroja pája.

Výhrubník (obr. 2) je dokončovací nástroj s tromi 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 je 10 až IT 11.



Jmenovitý průměr [mm]			
Díra	Vrták	Výhrubník	Výstružník
4	3,8	-	4
6	5,5	-	6
8	7,6	-	8
10	9,8	-	10
12	11,25	11,80	12
14	12,25	13,80	14
16	15,25	15,80	16
18	17,00	17,80	18
20	19,00	19,75	20
22	20,50	21,75	22
24	22,25	23,75	24
26	24,25	25,75	26
28	26,25	27,75	28
30	28,25	29,75	30

1-rezný klen
2-elo
3-upínacia stopka
4-upínacia diera
5-prispájkované rezné
platničky zo spekaného
karbidu



Výhrubníky: a) stopkový, b,c) nástrčný.

Výstružníky

Od iných metód obrábania sa vystružovanie líši tým, že výstružník odobrá veľmi tenkú vrstvu. Prídavky na vystružovanie bývajú v rozsahu 0,05 až 0,4 mm na priemer. Sú to nástroje určené na dokončovanie dier. Nástroj je obyčajne vedený v prípravku.

Výstružníky sú nástroje rôznych typov. STN 22 14 00 rozlišuje:

- podľa tvaru diery
 - výstružníky valcové,
 - výstružníky kužeľové,
- podľa spôsobu použitia
 - výstružníky ručné,
 - výstružníky strojové,
- podľa konštrukčného vyhotovenia
 - celistvé,
 - zložené (rozpínacie, staviteľné),
- podľa spôsobu upnutia
 - so stopkou,
 - nástrčné.

Výstružník (obr. 4.42) je upínací viacrezný nástroj, určený na presné opracovanie vyvrtaných alebo vyhrubovaných dier, so 4 až 18 reznými klinmi, ktorý sa pri práci vŕtajúcou otáča okolo svojej osi, v smere osi sa súčasne posúva k obrobku a odobieraním jemných triesok dodáva predvrtaným vŕtáčom 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 sklonom 5° až 45°. Počet zubov býva párný, čo je dobré na premeriavanie. Prídavok na vystružovanie otvorov s priemerom do 50 mm sa volí v rozsahu 0,05 až 0,4 mm na priemer. Dosahovaný stupeň presnosti IT 7 až IT 8.



Výstružníky nad priemer 40 mm sa môžu konštruovať ako staviteľné. Rezná časť je vyrobená z RO alebo SK. Priemer tu možno meniť až o hodnotu 1,5 mm. Regulácia priemeru sa najčastejšie vytvára posunutím noža po kuželovej ploche telesa.

Reguláciu priemeru o hodnoty menšie (0,1 až 0,3 mm) možno realizovať u tzv. rozpínacích výstružníkov. Ide o nástroje s priermi menšími ako 25 mm. Rozpínacie výstružníky sú menej presné v porovnaní s nastaviteľnými. Na vystružovanie kuželových diel možno použiť kuželové výstružníky. Praca je tu rozdelená na viac nástrojov (3 alebo 2 nástroje).

Ručné výstružníky sú vyrábne spádané s válcovou stopkou zakončenou štvorhranom. Majú dlhšiu reznú časť než strojné výstružníky.

Strojné výstružníky majú kuželovú alebo válcovú stopku, väčšie priemery sú vyrábané v nástrečnom provedení.

Rozpínajúce výstružníky majú duté teleso a v pozdĺžnom smere sú medzi jednotlivými zubmi rozrezané. Vtláčaním kužela do kuželovej diery v telese sa výstružník rozpína a zväčšuje a tak priemer obalovej kružnice zubov. Rozpínacie výstružníky sa s výhodou používajú pri opravách a renovácii strojných dielov.

Staviteľné výstružníky majú zuby posuvné v drážkach na kuželovej ploche telesa výstružníku. Posúvaním zubov v jednom alebo v druhom smere sa priemer obalovej kružnice zubov zväčšuje alebo zmenšuje.

Jednohrané výstružníky majú v telese mechanicky upevnenu reznú platničku zo spekaného karbidu a dve až tri vodítka, rovnako zo spekaného karbidu.

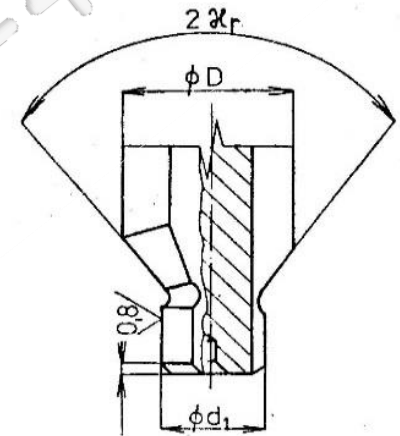


Záhlbníky

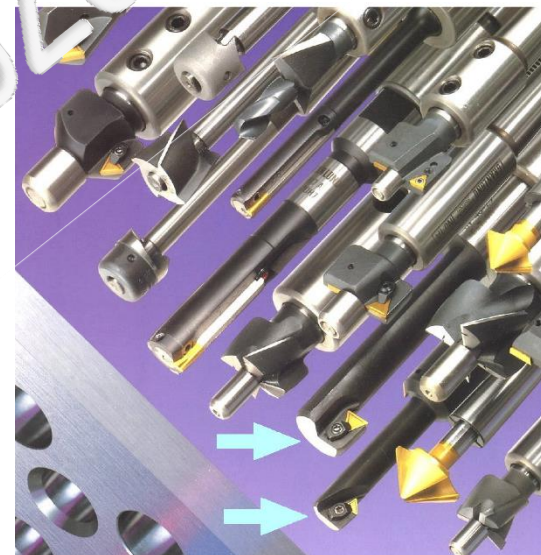
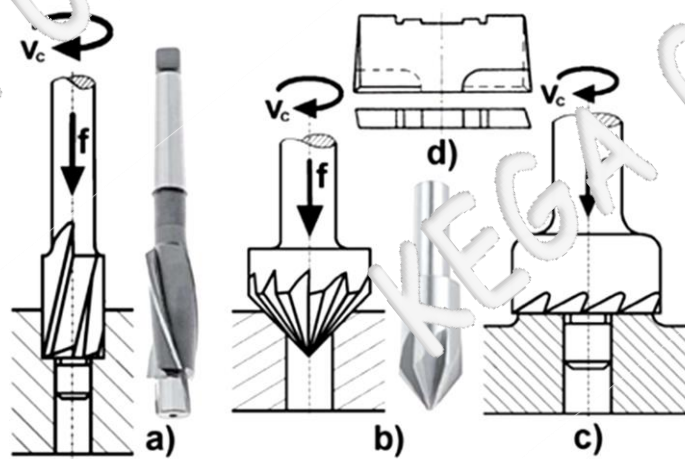
Používajú sa na zahĺbenie valcových alebo kužeľových dier pod hlavy šrutiek. Konštrukčné zásady sú rovnaké ako u výhrubníkov. Zvláštnosťou nástrojov je, že majú valcový čep, ktorý nástroj v diere vedie a zabezpečí tak súosť diery so zahĺbením. Počet zubov býva obyčajne 4 - 12. Rezná časť kužeľového záhlbníka je na obr.

Geometria nástroja musí odpovedať požiadavke - vyrobiť kužeľ pod hlavou skrutky t. j. rezná hrana musí ležať v základnej rovine, ináč by nástroj vytváral plochy hyperboloidu.

Vrcholové uhly $2\chi_r$ môžu byť rozličné - 60°, 90°, 120°.



Zahlbovanie slúži k obrobeniu súosého valcového (obr.) alebo kužeľového zahlbenie dier (obr.b) pre valcové alebo kužeľové hlavy zapustených skrutiek. Za zahlbovanie sa považuje aj zarovnávanie čelnej plochy (obr.c), kde možno použiť aj ploché dvojhranové záhlbníky (obr. d), upnuté vo vybraní telesa nástroja. V súlade s úv. denou technologickou špecifikáciou možno záhlbníky rozdeliť na valcové (stopkové alebo nasadené), kužeľové a ploché. Valcové a ploché záhlbníky sú vedené v pred-vrtanej diere vodiacim čapom, kužeľové záhlbníky majú samostrediaci efekt a preto vodiaci čap väčšinou nemajú. Zuby záhlbníkov (zvyčajne štyri, u kužeľových záhlbníkov na skosené hrán $6 \div 10$) sú vyrobené frézovaním alebo podsoustružením a môžu byť priame, alebo v pravej skrutkovici. Rezná časť záhlbníkov je vyrobená z rýchloreznej ocele, prípadne tvrdého kovu (bez povlaku, aj s oteruvzdornými povlakom), alebo ju tvoria vymeniteľné rezné platničky zo spekaných kربidov.



Vyvrŕtacie nástroje

Vyvrŕtacie nástroje sú nástroje, ktoré z hľadiska presnosti môžu nahradiť prácu výhrubníkov, výstružníkov. Používajú sa tiež k dokončovaniu predvŕtaných či predliatých dier.

Nástroj je vyvrŕtacia tyč, v ktorej je umiestnený jeden alebo viac nožov.

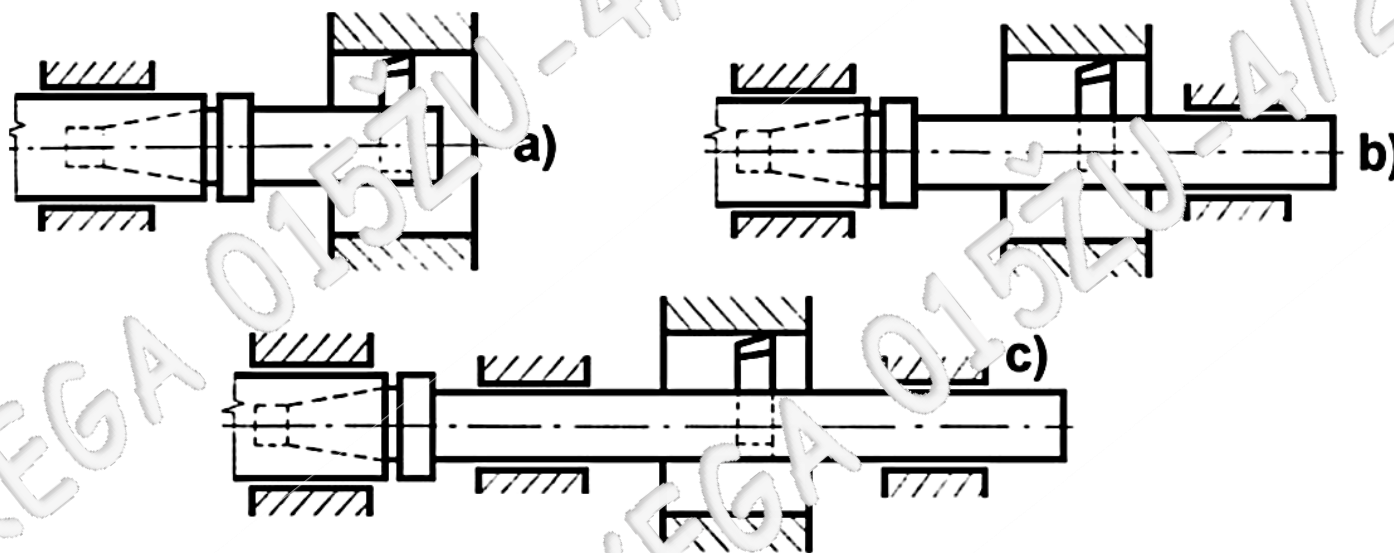
Nástroje možno rozdeliť na dve základné typy:

- letmá vyvrŕtacia tyč,
- vyvrŕtacie tyče podpreté ložiskami.



Z rozboru otázok tuhosti možno konštatovať nasledovné:

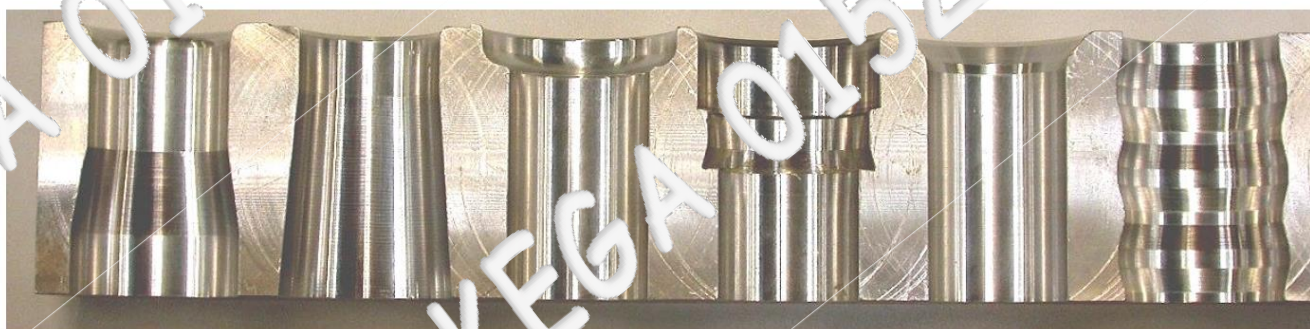
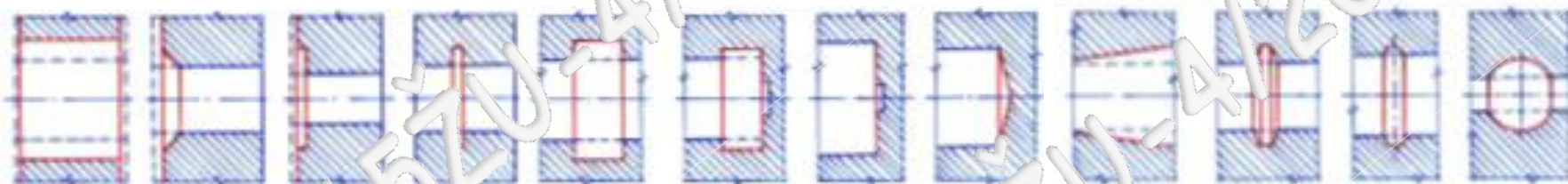
- tvarová presnosť dier je lepšia, čím je tuhosť nástroja vyššia (t. j. priemer má byť čo najväčší a vyloženie čo najmenšie),
- priamosť diery je najlepšia, ak sa nemení vyloženie nástroja i vretena počas obrábania.



Upnutie vyvrtavacích tyčí

Vyvrátanie je metóda obrábania, pri ktorej sa rozširujú predliate, predkované, predlisované, predvrtané alebo inými spôsobmi prepracovania diery na požadovaný rozmer alebo tvar. Táto metóda sa používa ako pre hrubovanie, tak pre prácu na čisto.

Pri vyvrátaní sa obrába vyvrátavacími nožmi upevnenými vo vyvrátavacích tyčiach alebo hlavách. Obrábané rotačné plochy majú geometrický tvar valca, kužeľa, valca s medzikružím alebo rotačné tvarové plochy (obr. 4.51). Vyvrátaním možné tiež obrábať vnútorné zápidky a rezať vnútorné závit.



Vnitřní tvarové plochy obrobené nástrojem U-axis

Ďakujem za pozornosť