



evropský
sociální
fond v ČR



MS
MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo: CZ.1.07/1.1.08/03.0009

VRTÁNÍ OTVORŮ NA SOUSTRUHU

Vrtání, vyhrubování a vystružování otvorů

1. Význam vrtání otvorů na soustruhu

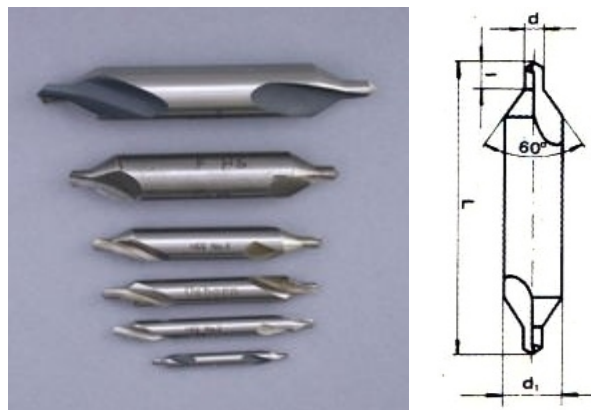
Vrtání je operace, při které vytvoříme vrtákem v materiálu otvor. Je to také třískové obrábění válcových děr. Vrtané otvory mají hrubý povrch a jsou nepřesné. Přesných otvorů a hladkých povrchů docílíme vyhrubováním a vystružováním. Vrtání otvorů na soustruhu je přesnější než na vrtačce. Obrobek při otáčení tlačí vrták stále do osy soustružení.

2. Druhy vrtáků

- Středící vrták
- Šroubovitý vrták
- Kopinatý vrták
- Dělový vrták
- Korunkový vrták
- Vrtací hlava
- Sdružený vrták

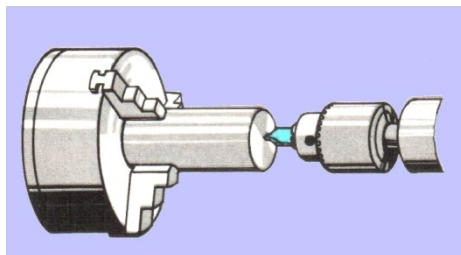
Středící vrták

Středící vrtáky se používají k navrtávání středících důlků pro upínání obrobků mezi hroty, pro upínání delších obrobků nebo pro přesné určení polohy osy otvoru při vrtání vrtákem.



obr. Přehled velikostí středících vrtáků

Středící dŮlky musí mít nejen správný tvar a velikost, ale i správnou polohu v obrobku. Musí být souosé s obrokem. Čelní plochu obrobku je nutno předem zarovnat. K dosažení co nejvyšší řezné rychlosti je nutné nastavit optimální počet otáček vřetene.



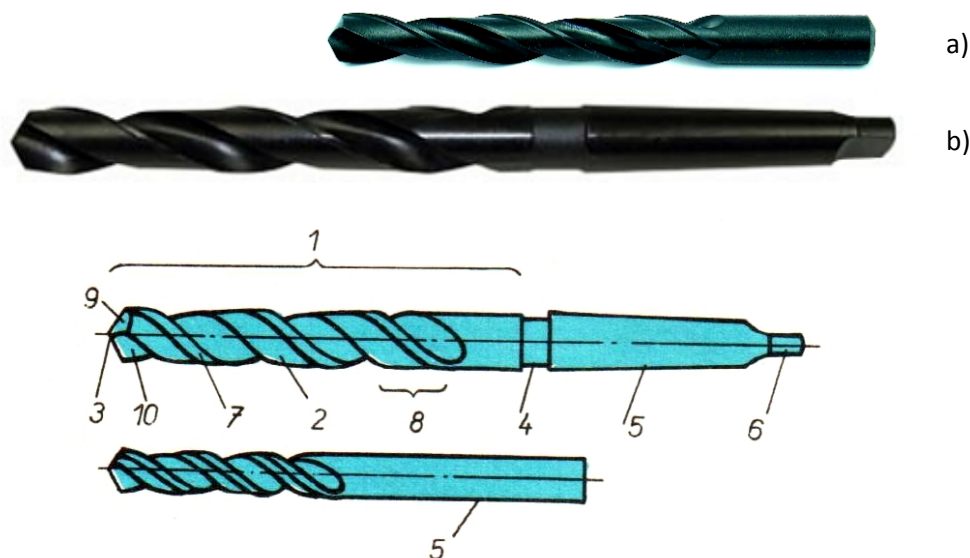
obr. Navrtávání středícího dŮlku ředicím vrtákem

Šroubovitý vrták

Nejrozšířenějšími a nejpoužívanějšími vrtáky jsou šroubovitě drážkované vrtáky, jejichž šroubovitě drážkované tělo umožňuje účinné odvádění třísek a zároveň zajišťuje dobré chlazení. Úhel sklonu šroubovice k ose vrtáku se pohybuje od 10 do 45° v závislosti na vrтанém materiálu. Vrcholový úhel hrotu ϵ , který spolu svírají obě hlavní ostří, se pohybuje v poměrně značném rozmezí a má podstatný vliv na kvalitu otvoru, výkon a trvanlivost vrtáku.

Šroubovitě vrtáky se rozdělují:

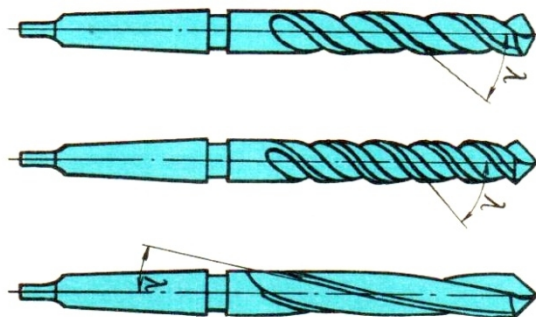
- podle tvaru stopky – s válcovou nebo kuželovou stopkou – morse
- podle směru otáčení – pravořezné, levořezné
- podle délky – krátké, prodloužené
- podle úhlu stoupání šroubovice – s velkým, středním a malým stoupáním šroubovice



Obr. a) vrták s válcovou stopkou; b) vrták s kuželovou stopkou

1 - tělo vrtáku; 2 - žebro; 3 - hrot; 4 - krček; 5 - stopka; 6 - unašeč; 7 - fazetka;
8 - hřbet vrtáku; 9 - hřbet hrotu; 10 - čelo hrotu

Podle úhlu sklonu šroubovice se vyrábějí tři druhy šroubovitých vrtáků. K vrtání oceli a litiny se používá šroubovitého vrtáku se střední šroubovicí. Pro měkké a houževnaté materiály se použije s povlovnou šroubovicí. Vrtáku se strmou šroubovicí se používá k vrtání křehkých materiálů.



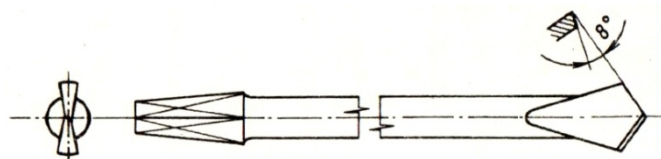
Obr. šroubovitě vrtáky s různým úhlem sklonu šroubovice

Šroubovitě vrtáky se nejčastěji vyrábí z plného materiálu a šroubovitě drážky se v nich vyfrézují. Šroubovitě vrtáky jsou obvykle z nástrojové oceli uhlíkové nebo oceli rychlořezné.

Vrtaný materiál	Vrcholový úhel ϵ°	Úhel hřbetu α°	Úhel sklonu šroubovice λ°
Tvrdé slitinové oceli o pevnosti 90 až 110 kp/mm ²	145	6 až 9	25 ± 2 (střední šroubovice)
Uhlíkové oceli pevnosti 60 až 90 kp/mm ² , šedá litina pevnosti přes 20 kp/mm ²	118	9 až 12	
Uhlíkové oceli pevnosti 55 kp/mm ² a menší, šedá litina pevnosti do 20 kp/mm ²	100		
Hliník a slitiny hliníku	130 až 140	12 až 18	45 ± 3 (povlovná šroubovice)
Měď	120 až 125	12 až 15	
Mosaz a bronz	120 až 130	12 až 15	12 ± 1 (strmá šroubovice)
Tvrdá guma a plastické hmoty vrstvené	30 až 50	12	

Kopinatý vrták

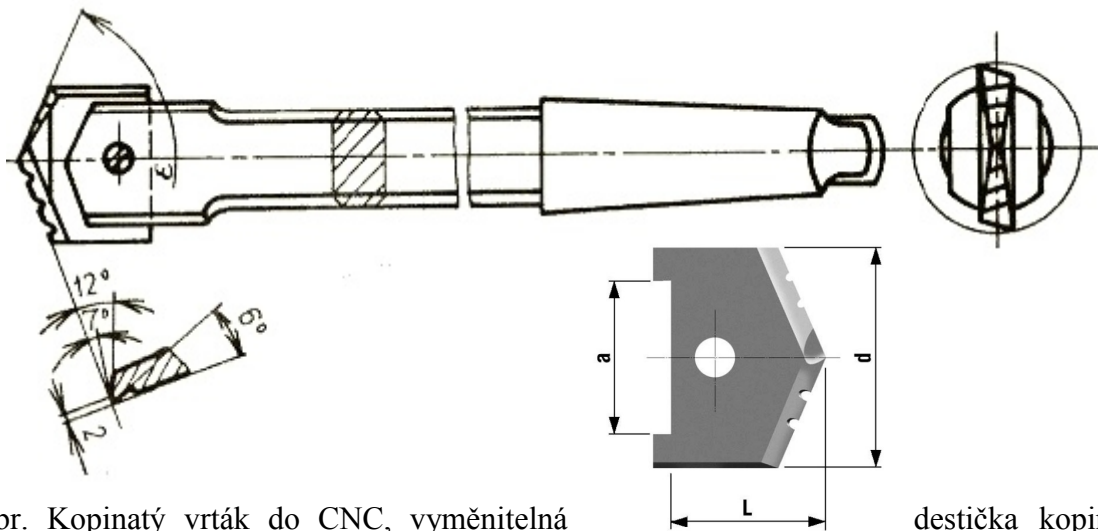
Nejstarší, nejjednodušší a dnes již málo používaný je vrták kopinatý. Jeho dvě ostří svírají spolu vrcholový úhel $\epsilon = 90^\circ$ až 140° . Břity tohoto vrtáku jsou zbroušeny tak, aby vznikl úhel hřbetu $\alpha = 5^\circ$ až 10° . Úhel čela je obvykle nulový. Plynulejšího odchodu třísky se dosáhne vybroušením žlábků podél obou ostří vrtáku. Velmi důležité je, aby ostří vrtáku byla stejně dlouhá a měla stejný sklon.



Obr. Kopinatý vrták

Aby se průměr kopinatého vrtáku opotřebením příliš nezmenšoval, ponechává se na obvodě jeho řezné části vodící válcová ploška, která má být co nejdelší, aby mohla vrták v otvoru vést. Výhodou kopinatého vrtáku je jeho snadná výroba. Kopinatý vrták má však velké nevýhody. Při vrtání hlubokých děr zůstávají třísky v otvoru a poškozují ostří vrtáku. Vrtané otvory nemají přesný tvar, jsou hrubé a vrtání je zdlouhavé. Kopinatý vrták je v otvoru špatně veden a jeho ostří se brzy otupuje. Používá se ho jednak k vrtání velmi malých průměrů a také k vrtání dlouhých děr.

Současné a v dnešní době používané kopinaté vrtáky mají řeznou část jako vyměnitelné břitové destičky z R.O. nebo SK. Nevýhodou těchto vrtáků je špatný odvod třísek. Toto lze zlepšit tlakovým přívodem dostatečného množství chladicí kapaliny, která třísky odplavuje. Tyto vrtáky se často používají u CNC strojů pro vrtání krátkých děr větších průměrů.

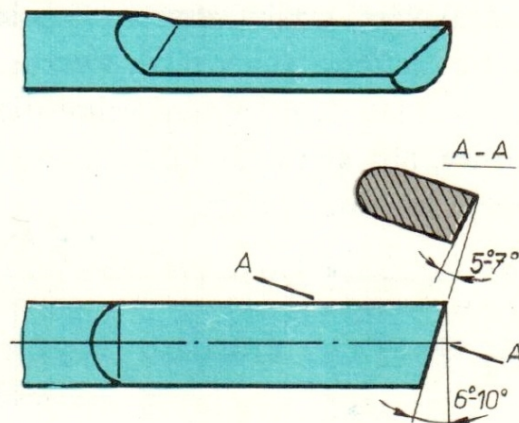


Obr. Kopinatý vrták do CNC, vyměnitelná vrtáku

destička kopinatého

Dělový vrták

K vrtání dlouhých otvorů se nejlépe hodí dělový vrták. Je to jednobřítý nástroj a vrtá je přední polovinou šikmého ostří. Dělovým vrtákem se vrtají otvory v plném materiálu nebo častěji vyvrtávají předvrtané otvory. Použije-li se ho k vrtání v plném materiálu, musí se pro jeho vedení předvrtat otvor, jejíž délka se má rovnat asi dvěma průměrům otvoru. Šikmé ostří tohoto vrtáku je zabroušeno pod úhlem 6° až 10°.

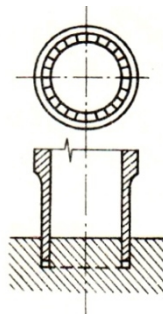


Obr. Dělový vrták

Dělový vrták koná obvykle pouze posuvný pohyb, otáčivý koná obrobek. Vyvrtané otvory jsou přesně kruhové, mají správné rozměry a jsou hladké. Dělové vrtáky jsou opatřeny vodícími lištami, umístěnými na obvodě vrtáku tak, aby výsledná řezná síla byla procházela mezi nimi. Řezná část je z R. O. nebo S. K. Při vrtání velmi dlouhých otvorů se musí dělový vrták častěji vysouvat z otvoru, aby se mohly odstranit třísky. Dělový vrták je podélně provrtán pro přívod řezné kapaliny k břitu.

Korunkový vrták

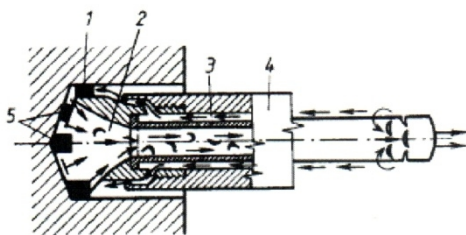
K starším a dnes již zcela výjimečně používaným vrtákům patří vrták korunkový – dutý. Dnes se dutými vrtáky vypichují otvory v tenkostěnných odlitcích.



Obr. Korunkový vrták

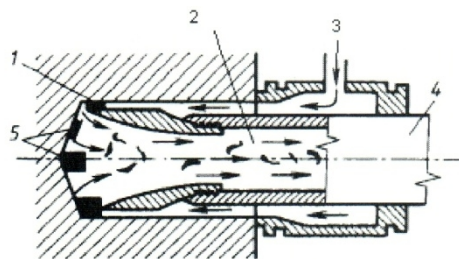
Vrtací hlava

Se obvykle používá pro vrtání otvorů velkého průměru, ale lze jimi vrtat otvory již od průměru 20 mm. Hlava je osazena pájenými nebo mechanicky upínavými břitovými destičkami. Chladicí kapalina se přivádí prostorem mezi vrtákem a otvorem – metoda BTA, nebo mezi vnějším pláštěm vrtací tyče a vnitřní trubkou, kterou se odvádí třísky – ejektorová metoda.



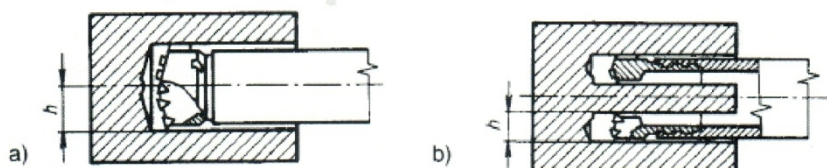
Obr. Vrtání metodou BTA s vnějším přívodem chladicí kapaliny

1 – vodítka, 2 – odvod třísek, 3 – chladicí kapalina, 4 – těleso, 5 – břitové destičky



Vrtání ejektorovou metodou

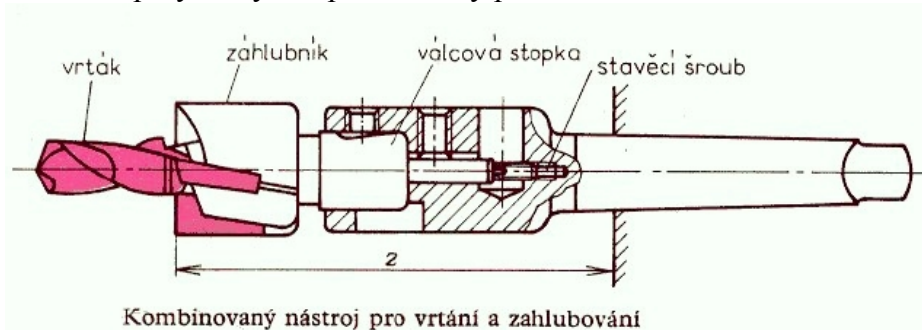
1 – vodítka, 2 – odvod třísek, 3 – chladicí kapalina, 4 – těleso, 5 – břitové destičky



Obr. Vrtací hlava a) doplna, b) jádro trepanačním (korunovým) vrtákem (h – šířka řezu)

Sdružený vrták

Sdružené vrtáky jsou uzpůsobeny pro vrtání osazených otvorů, zahlubování nebo předvrtání otvoru pro závit a následné řezání závitů apod. Používají se v sériové a hromadné výrobě k dosažení časové úspory a zvýšení produktivity práce.

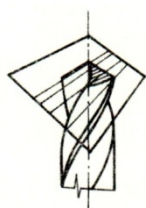


Kombinovaný nástroj pro vrtání a zahlubování

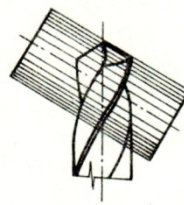
Obr.Sdružený vrták

3. Ostření šroubových vrtáků

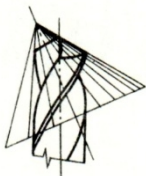
Výkon vrtáku je stejně jako u každého jiného nástroje závislý zejména na správném naostření. Podle toho jak přesně je vrták naostřen, je přesná i jeho práce.



Rovinný způsob ostření
Používá se pro broušení vrtáků do průměru 10 mm. Nelze při něm získat optimální geometrii špičky vrtáku



Válcový způsob ostření
Používá se opět pouze pro malé vrtáky. Rovněž nelze získat příznivý průběh úhlu u příčného břitu



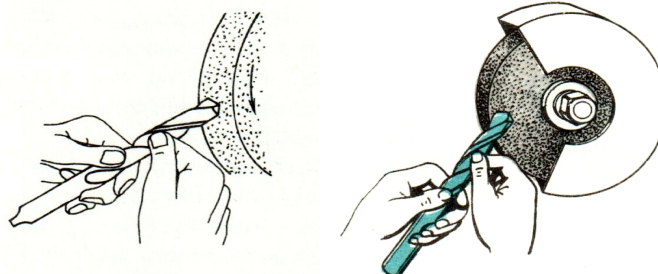
Kuželový způsob ostření
Nejčastěji používaný způsob ostření. Tento způsob ostření již umožňuje získat poměrně příznivé parametry špičky vrtáku



Šroubovitý způsob ostření
Vznikají velmi výhodné úhly u příčného břitu, vrták má lepší středící vlastnosti a klade menší odpor při vnikání do materiálu

Obr.Různé principy ostření vrtáku

Šroubovitě vrtáky brousíme na speciálně konstruovaných strojích. Způsoby ostření vrtáků jsou různé a závisí na konstrukci stroje nebo přístroje. Menší vrtáky se v kusové výrobě brousí většinou ručně. Při ručním ostření nemůžeme zaručit přesné dodržení geometrie, což při práci způsobuje rychlé opotřebení břitu, vybočování otvoru z osy, zadírání, zvětšování úchylek válcovitosti a kruhovitosti.

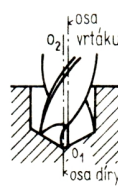


Obr. Ruční broušení

Při vrtání špatně nabroušeným vrtákem je jeden břít více zatížen než druhý, vrták je odtlačován do strany a vrtá otvor většího průměru.



Břity s nesouměrně naostřeným sklonem hlavních ostří způsobují jednostranné zatěžování vrtáku, zvětšují průměr díry a vrták vybočuje z osy



Nestejně dlouhá ostří způsobují vybočování vrtáku z osy a zvětšují tím průměr vrtané díry

o_1 – osa vrtáku, o_2 – osa díry

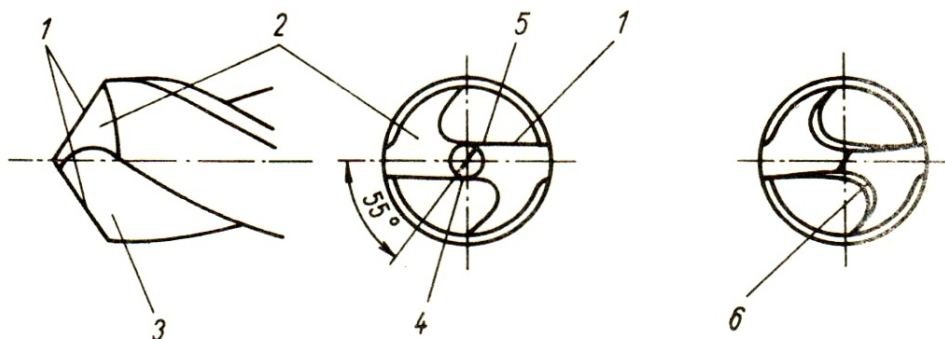
Obr. Důsledek nesouměrného naostření špičky vrtáku

Ulomené nebo spálené vrtáky nejdříve zkrátíme a teprve potom znovu nabrousíme. Při broušení se zbrušují oba hřbety hrotu. Při strojním broušení musí být vrták ohnut tak, aby osa otáčení upínače pro vrták byla odkloněna pod příslušným úhlem. Při broušení se vrták pohybuje a kývá a přitlačuje se k čelní ploše brusného kotouče. Při zbrušení jednoho hřbetu se vrták v upínači otočí o 180° a stejným způsobem se brousí druhý hřbet. Na kuželových plochách hřbetu se musí podbrušovat úhel hřbetu, jehož hodnoty závisí na druhu obráběného materiálu.

Druh obráběného materiálu	Úhel hřbetu
velmi tvrdý	6 až 9°
středně tvrdý	9 až 12°
měkký	12 až 18°

Tab. Závislost úhlu α na druhu obráběného materiálu

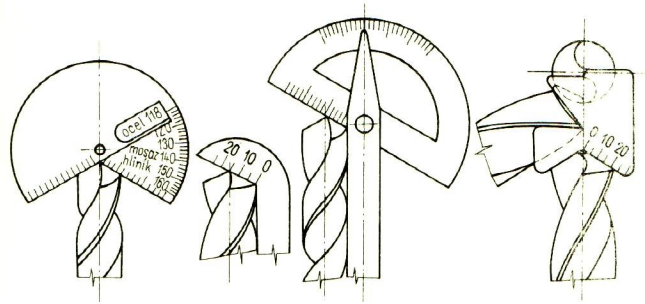
Příčné ostří, které svírá s hlavním ostřím obvykle úhel 55° , se většinou vybrušováním zužuje, čímž se snižuje odpor vrtáku proti posuvu a vrták je lépe veden.



Obr. 69. Geometrie špičky vrtáku

1 – hlavní ostří, 2 – hřbet, 3 – čelo, 4 – příčné ostří,
5 – jádro, 6 – vybroušení

Při broušení je třeba kontrolovat ostří vrtáku, zejména jejich souměrnost a dodržení úhlů. Kontrolu provádím nejčastěji pomocí šablon, úhloměřů, různých speciálních měřidel a výjimečně i pouhým okem. Měřidly kontrolujeme sklon břitu, stejnou délku obou ostří a úhel hrotu. Střed příčného břitu kontrolujeme optickým měřidlem.



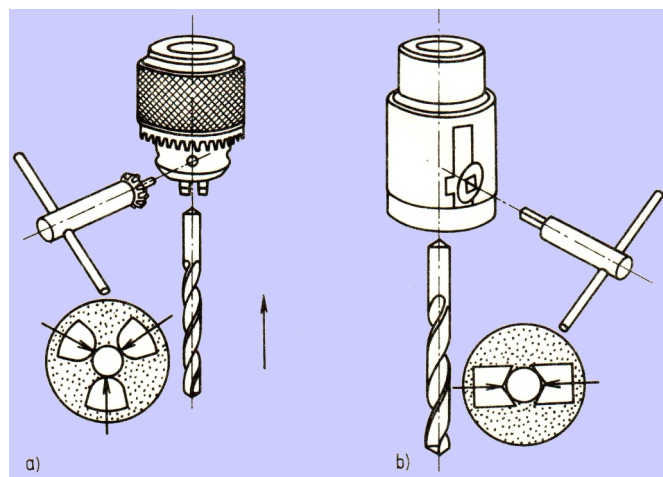
Obr. Různé šablony a měřidla ke kontrole úhlů nabroušených vrtáků

4. Materiál vrtáků

Materiálem vrtáků může být uhlíková nástrojová ocel nebo rychlořezná ocel, popřípadě mohou být špičky vrtáků opatřeny plátkou ze slinutých karbidů. Šroubovitě vrtáky s válcovou stopkou do průměru 13 mm se vyrábějí celé z rychlořezných ocelí a vrtáky nad průměr 13 mm se vyrábějí nejčastěji svařované na tupo. Stopka je z konstrukční oceli. Těla šroubovitých vrtáků s břitovými destičkami ze slinutých karbidů se vyrábí zpravidla z konstrukční uhlíkové nebo slitinové oceli.

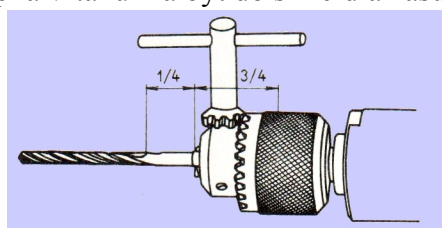
5. Upínání vrtáků

Menší vrtáky s válcovou upínací stopkou se upínají do sklíčidel na vrtáky dvočelist'ových nebo tříčelist'ových



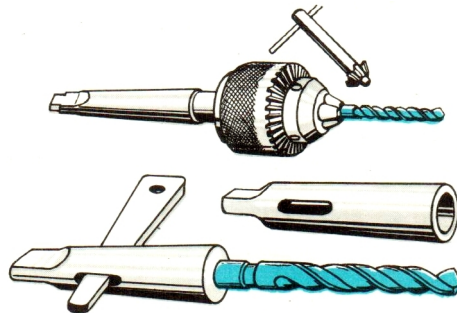
Obr. Sklíčidla

Každé ze sklíčidel má své výhody i nevýhody. Častěji se používají tříčelist'ová sklíčidla, která lze lépe vyvážit. Válcová stopka vrtáku má být do sklíčidla zasunuta alespoň do tří čtvrtin.



Obr. Upnutí vrtáku ve sklíčidle

Vrtáky s kuželovou stopkou se upínají do kuželové dutiny pinoly koníku, kde drží třením. Proto je důležité, aby obě kuželové plochy byly náležitě čisté a byly udržovány v čistotě. Velikosti kuželové stopky a její kuželovitost se řídí průměrem vrtáku. Vrtáky se vyrábějí s tzv. kuzelem morse, jehož velikost je normalizována a značí se číslicemi 0 až 6.



Obr. Nářadí pro upínání vrtáků

Kuželová dutina v pinole koníku má kužel morse č. 3 nebo morse č. 4. Má-li vrták menší kužel, použije se k vyrovnání rozdílu normalizovaných redukčních vložek. Vrták z redukční vložky se uvolňuje vyrážecím klínem. Sklíčidlo na vrtáky s upnutým vrtákem s válcovou stopkou se upevňuje v pinole koníku stejně jako vrták s kuželovou stopkou.

6. Řezné podmínky při vrtání

Řezné podmínky při vrtání – řezná rychlost V a posuv S – jsou určeny materiálem nástroje a obrobku. Velkého výkonu a nejdelší trvanlivosti břitů vrtáku se dosáhne volbou správných řezných podmínek. Řezná rychlost závisí na otáčkách n a průměru vrtáku D . Její velikost je dána vztahem

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$$

$$\text{Z toho otáčky} \quad n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad \text{ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

Řeznou rychlost, posuv a otáčky při vrtání buď vypočteme podle určeného vzorce, nebo s využitím tabulek.

Vrtaný materiál	Průměr vrtáku D [mm]						
	6–10	10–15	15–20	20–25	25–30	30–40	
Uhlíkové oceli pevnosti do 50 kp/mm ²	v	30	35	35	35	30	30
	s	0,15	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35
Uhlíkové oceli pevnosti přes 50 až 70 kp/mm ²	v	25	30	30	30	25	25
	s	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,35
Šedá litina pevnosti 12–18 kp/mm ²	v	30	35	35	30	25	25
	s	0,20	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5
Šedá litina pevnosti přes 18 až 30 kp/mm ²	v	18	20	20	18	16	16
	s	0,12	0,16	0,20	0,25	0,3	0,35
Měkká mosaz (šroubová)	v	100	100	100	100	90	80
	s	0,20	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6
Bronz	v	28	28	28	24	24	22
	s	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35
Slitiny hliníku pevnosti přes 30 až 50 kp/mm ²	v	120	120	120	100	90	90
	s	0,16	0,22	0,3	0,35	0,35	0,4

v – řezná rychlost [m/min]
 s – posuv [mm/ot]

Obr. Řezné podmínky

Podle zvolené řezné rychlosti a průměru vrtáku vyhledám příslušný počet otáček vřetena soustruhu.

Průměr vrtáku D [mm]	Řezná rychlost v [m/min]										
	16	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70
	Počet otáček n [za 1 min]										
10	509	572	637	795	954	1 114	1 273	1 432	1 591	1 909	2 228
12	424	477	530	663	795	928	1 061	1 193	1 326	1 591	1 856
16	318	358	398	497	596	696	796	895	994	1 193	1 329
20	254	286	318	398	477	557	636	716	796	954	1 114
24	212	238	265	331	397	464	530	596	663	795	928
30	164	191	212	265	318	371	424	477	530	636	743

Tab. Volba řezné rychlosti

7. Chlazení a mazání vrtáků

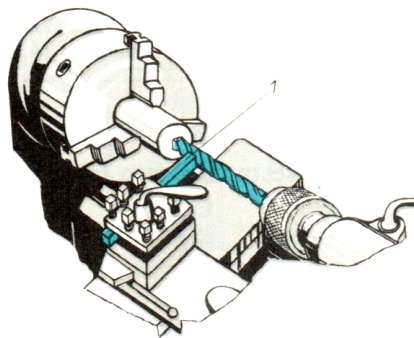
Vydatným chlazením a mazáním se sníží řezná teplota a prodlouží trvanlivost břitu vrtáků. Nejvýhodnější chladicí prostředky pro vrtání různých materiálů jsou v tabulce.

Vrtaný materiál	Chladicí prostředek
Konstrukční oceli, ocel na odlitky a temperovaná litina	Emulze vrtacího oleje
Slitinové oceli	Emulze vrtacího oleje nebo řepkový olej
Šedá litina pevnosti do 18 kp/mm ²	Bez chlazení nebo stlačený vzduch
Mosaz	Bez chlazení nebo emulze vrtacího oleje
Měď a bronz	Emulze vrtacího oleje nebo bez chlazení
Hliník a slitiny hliníku (např. silumin, dural apod.)	Emulze vrtacího oleje nebo petrolej anebo řepkový olej
Hořčíkové slitiny (např. elektron apod.)	Bez chlazení nebo 4%ní roztok fluoridu sodného (vody se nesmí použít pro nebezpečí samovznícení)

Obr. Doporučené chladicí prostředky

8. Způsoby vrtání

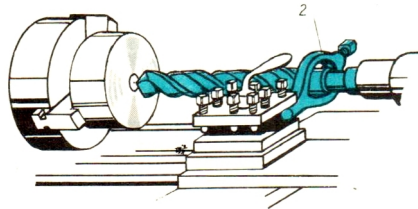
Při zavrtávání se vrták podepře opěrou upnutou v nožové hlavě, která se po zavrtání vrtáku odsune, nebo se předem navrtá do čela obrobku středící důlek. Jinak by se vrták vychýlil z osy soustružení. Posuv vrtáku musí být plynulý, jinak by se mohlo stát, že se vrták zasekne a zlomí. Řezná kapalina se přivádí na vrták těsně u čela obrobku.



Obr. Podepírání vrtáků

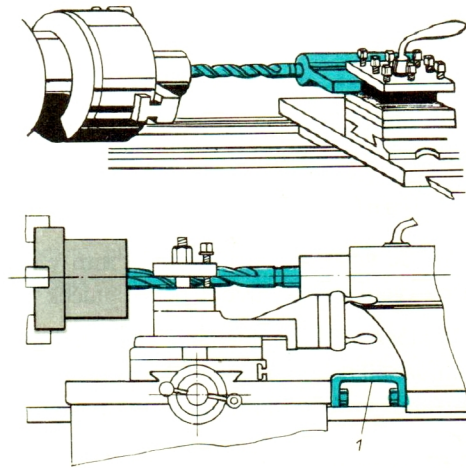
Při vrtání delších otvorů je třeba posuv vrtáku občas přerušit, vrták vysunou z otvoru a z jeho drážek odstranit třísky. Jinak se mohou ucpat drážky vrtáku ve vyvrtaném otvoru, poškodit opracování otvoru a vrták se může zlomit.

Vrtáme-li neprůchozí otvor na požadovanou délku, je možno využít milimetrové stupnice, vyryté na horní části pinoly koníku. Vrtáky většího průměru se zajišťují unášecím srdcem 2, opřeným o nožovou hlavu, aby se chvěním neuvolnily a neotáčely v kuželové dutině pinoly koníku.



Obr. Zajišťování vrtáku

Otvory velkého průměru lze vrtat strojním posuvem vrtáku, čímž se vrtání urychlí.



Obr. Vrtání otvorů strojním posuvem