



evropský
sociální
fond v ČR



MS
MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



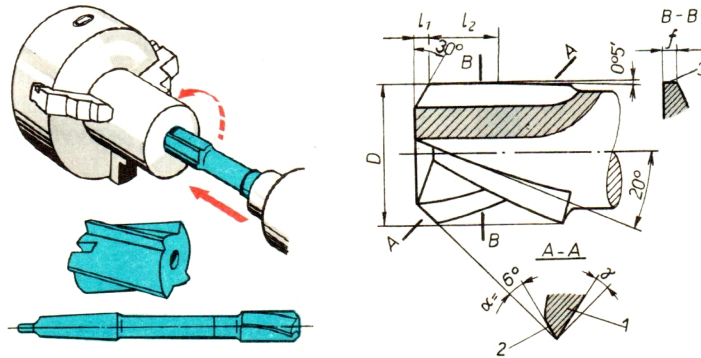
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Vyhrubování a vystružování válcových otvorů

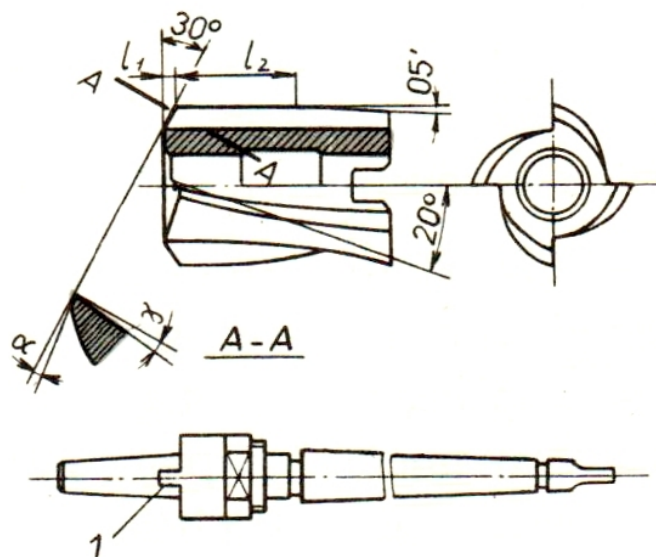
Vyhrubováním se dosáhne nejen hladších povrchů otvorů, ale i jejich přesnějších rozměrů a správnějších geometrických tvarů než při vrtání. Vyhrubování je rozšiřování předvrtaných otvorů před vystružováním. Průměr výhrubníku je obvykle o 0,2 až 0,4 mm menší než jmenovitý průměr otvoru, u jejichž kót je na výkresu značka M11 až M12, se po vrtání otvorů obrábějí jen výhrubníkem a nevystružují se. Vyhrubováním lze dosáhnout drsnosti povrchu $R_a = 1,1$. Výhrubník má nejčastěji čtyři břity a stejný počet vodících ploch.



Obr. Vyhrubování

1. Druhy výhrubníků

- Výhrubníky s kuželovou stopkou
- Výhrubníky nástrčné s kuželovou dírou



Obr. Výhrubník nástrčný + držák

- a) Výhrubníky se stopkou mají zuby vyfrézovány obvykle ve šroubovici na válcovém tělese z R. O. Výhrubník je stykově – natupo, přivařen ke stopce z konstrukční oceli. Tyto výhrubníky jsou normalizovány normou ČSN. Upínají se buď přímo nebo pomocí redukční vložky do kuželové dutiny pinoly koníku nebo do pevné vložky rychloupínací hlavy.
- b) Výhrubníky nástrčné mají kuželovou díru. Rovněž se vyrábí z R. O. nebo s destičkami S. K. Nasazují se na držák s kuželovou stopkou. Držák lze použít pro několik výhrubníků se stejným otvorem. Nástrčné výhrubníky jsou normalizovány normou ČSN.

2. Řezné podmínky pro vyhrubování děr

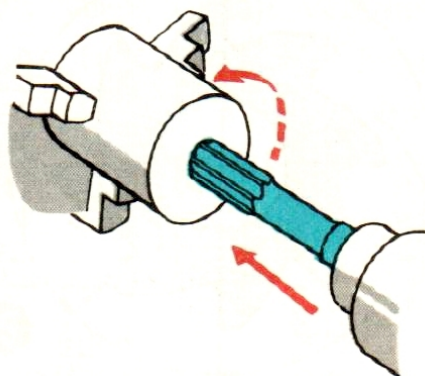
Řezné rychlosti a posuvy pro vyhrubování děr jsou uvedeny v tabulce.

| Přídavek na poloměr vyhrubování $a/2$ [mm] | Průměr díry D [mm] | Posuv s [mm/ot] | Otáčky n [1/min] | Řezná rychlost v [m/min] | Max. vyhrubovací délka L [mm] | Výkon elektromotoru P [kW] | Trvanlivost břitu T [min] |
|--|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 0,5 | 12 | 0,27 | 500 | 18,8 | 100 | 0,17 | 25 |
| 0,6 | 15 | 0,34 | 380 | 17,6 | 130 | 0,22 | 30 |
| 0,8 | 25 | 0,47 | 200 | 15,4 | 180 | 0,37 | 40 |
| 1,0 | 35 | 0,59 | 120 | 13,4 | 220 | 0,50 | 60 |
| 1,4 | 50 | 0,73 | 75 | 11,5 | 260 | 0,68 | 90 |
| 2,5 | 100 | 1,10 | 30 | 9,4 | 340 | 1,32 | 280 |

Tab. Řezné rychlosti pro vyhrubování otvorů

Vystružování válcových otvorů

Vystružování je obvykle poslední operací při obrábění otvorů na soustruhu. Po předchozích nástrojích nejsou otvory vždy přesně kruhové a přímé ve směru osy, a ani nemají vždy správný průměr a hladký povrch.



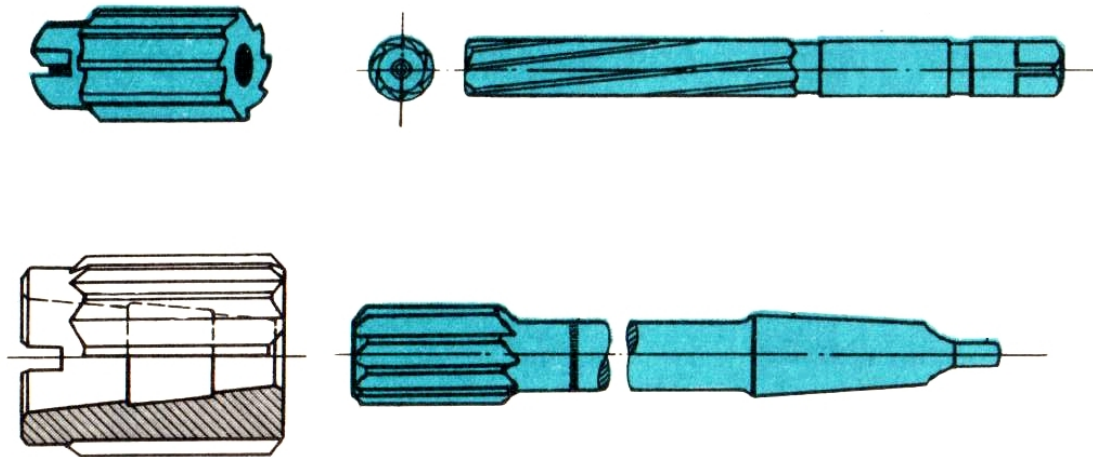
Obr. Vystružování

Vystružováním se tyto nedostatky odstraní, povrch otvoru se vyhladí, dá se jí přesný rozměr a správný geometrický tvar.

Po vyhrubování zůstává otvor menší o přídavek na vystružování 0,2 až 0,4 mm. Chceme-li mít otvory zvláště přesné, odebrá se i tento poměrně malý přídavek dvěma soustružníky.

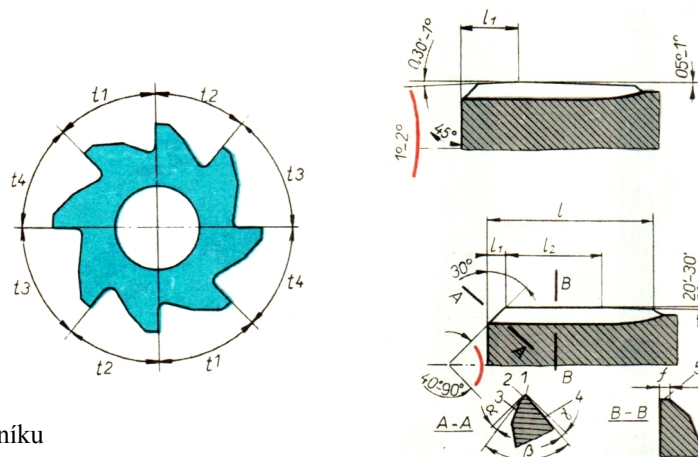
1. Konstrukce výstružníků

Výstružník je mnohobřítý nástroj a může mít až 18 zubů, takže je v otvoru dobře veden. Ubírání přídavku je rozděleno na velký počet břitů, takže tříska je velmi jemná. Výstružníky používáme s přímými nebo šroubovitými zuby. Výstružníky s přímými zuby se používají převážně na obrábění ocelí běžných jakostí a pro litinu, výstružníky se zuby ve šroubovici se používají pro obrábění houževnatějších materiálů.



Obr. Výstružníky

Výstružníky se vyrábějí v mnoha provedeních. Zuby výstružníků jsou zpravidla frézované, popřípadě vsazované. Výstružníky s přímými zuby mohou mít buď sudý, nebo lichý počet zubů. Nástroje se sudým počtem zubů mají vždy protilehlé zubové rozteče stejné, což neplatí o roztečích sousedních zubů, které mohou být různé, aby se zaručila klidná práce nástroje. Na rozdíl od výhrubníku má výstružník více řezných hran.



Obr. Geometrie výstružníku

2. Rozdělení výstružníků

Výstružníky se dělí na:

1. Ruční a strojní
2. Pevné, rozpínací a stavitelné
3. Se stopkou válcovou nebo kuželovou, nástrčné s kuželovou nebo válcovou dírou

Ruční výstružníky

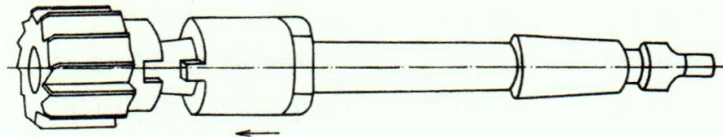
Ruční výstružníky na válcové otvory jsou poměrně dlouhé, pokud je porovnáváme s výstružníky strojními. Řeznou část u nich tvoří řezný kužel, který přechází plynule v téměř válcovou část, která nástroj v otvoru již pouze vede a zároveň ji uhlazuje. Sražená čelní hrana na přední části výstružníku neřeže, ale ulehčuje zavádění nástroje do otvoru. Stopka výstružníku má čtyřhran pro upnutí do vratidla.



Obr. Ruční výstružník

Strojní výstružníky

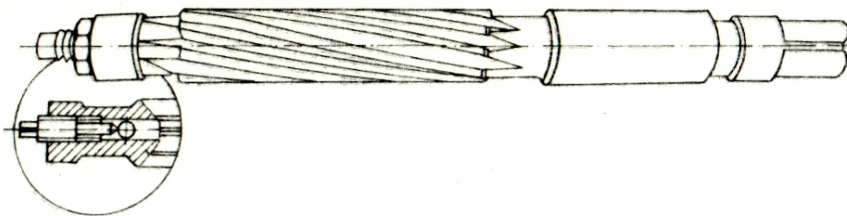
Strojní výstružníky mají krátký řezný kužel zkosený pod úhlem 20 až 45°. Rovněž břity celého výstružníku jsou v porovnání s ručními výstružníky mnohem kratší. Část výstružníku za řezným kuželem nástroj vede a otvor kalibruje. Stopka je u menších nástrojů válcová u větších kuželová. Pro vystružování hlubokých otvorů se používají výstružníky nástrčné, které se nasazují na různé dlouhé držáky s kuželovou stopkou. Pevné strojní i ruční výstružníky jsou velmi tuhé a umožňují přesnou práci.



Obr. strojní výstružník nástrčný + držák

Rozpínací výstružníky

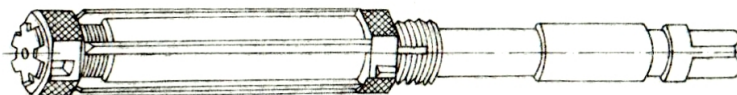
Rozpínací výstružníky mají rozříznuté tělo s kuželovou dutinou, do které se zatlačuje kulička, jež může tělo výstružníku v určitém rozmezí rozpínat.



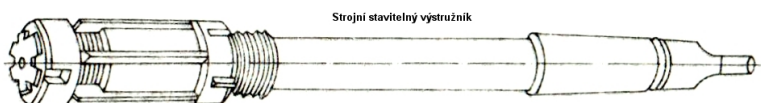
Obr. Rozpínací výstružník

Stavitelné výstružníky

Stavitelné výstružníky pro ruční nebo strojní vystružování lze nastavovat ve větším rozsahu. Břity nastavujeme podle kalibrovaných kroužků nebo mikrometrem.



Ruční stavitelný výstružník

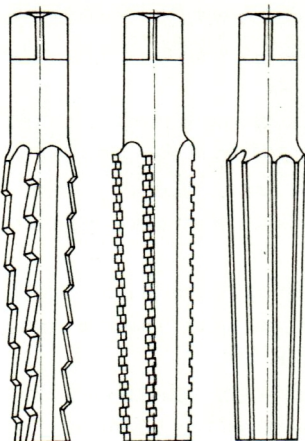


Strojní stavitelný výstružník

Obr. Stavitelné výstružníky

Kuželové výstružníky

Kuželové výstružníky se používají pro vystružování všech kuželových otvorů, především kuželů morse. Výstružníky musí odebrat značné množství materiálu a proto se vyrábějí v sadách jako předhrubovací, hrubovací a dokončovací. Používají se jak pro ruční, tak pro strojní vystružování.



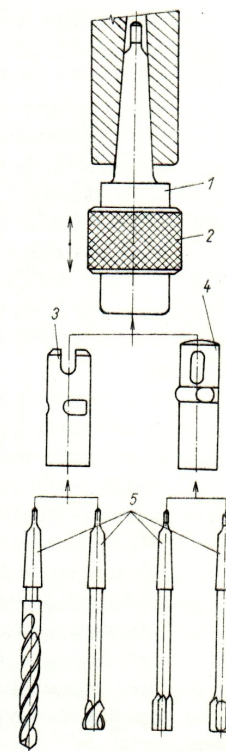
Obr. 90. Kuželové výstružníky na Morseovy kužele
a) předhrubovací,
b) hrubovací, c) dokončovací

3. Materiál výstružníků

Strojní výstružníky se zhotovují nejčastěji z nástrojové rychlořezné oceli nebo z nástrojové oceli uhlíkové. U výstružníků z rychlořezné oceli od průměru 6 mm se stopka na vlastní výstružník stykově přivaňuje. Vsazené nebo přišroubované hrany mohou být zhotovené i ze slinitých karbidů. Výstružníky lze brousit na speciálních bruskách.

4. Upínání výstružníků

Vystružené otvory jsou přesné jen tehdy, jsou-li výstružník a vřeteno soustruhu souosé. Přesnost vystruženého otvoru závisí i na druhu a způsobu upnutí výstružníku a na přesnosti soustruhu. Obrobek je upnut v pomalu se otáčejícím sklíčidle vřeteníku stroje a nástroj výhrubník nebo výstružník je upnut v pinole koníku. Výhodné je upínat výstružníky do volných vložek, které výstružníku usnadňují zaujetí správné polohy vůči otvoru. Jestliže otvor obrábíme vrtáním, vyhrubováním, vystružováním při jednom upnutí, používá se při tom s výhodou rychloupínacích hlav, které umožňují rychlou a přesnou výměnu nástrojů. Upnutí a uvolnění nástrojů se provádí spouštěním a zvedáním rýhovaného kroužku. Vrtáky a výstružníky se upínají do rychloupínací hlavy prostřednictvím pevné a volné vložky, které jsou pro vrtání a vyhrubování pevné, pro vystružování volné.



Obr. 94. Rychloupínací hlavička
1 – těleso hlavy,
2 – převlečný kroužek
3 – pevná vložka,
4 – volná vložka,
5 – nástroj

5. Řezné podmínky při vystružování

Rozhodující vliv na drsnost povrchu vystružovaného otvoru má velikost přídavku, řezná rychlost a posuv. Řezná rychlost při vystružování je značně nižší než při vrtání a závisí na materiálu výstružníku – uhlíková ocel, rychlořezná ocel nebo zuby nástroje s břitý ze slinutých karbidů a materiálu obrobku.

Při vystružování oceli, hliníku a jeho slitin nebo plastů výstružníky chladíme a mažeme emulzní vodou nebo řezným olejem. Vystružujeme-li litinu, měď, mosaz, bronz a slitiny hořčíku, vystružujeme na sucho. Při nesprávných řezných podmínkách, např. při velké řezné rychlosti nebo velkém posuvu, vzniká hrubý povrch vystruženého otvoru. Stejná závada vznikne i při velkém přídavku na vystružování. K nastavení správných hodnot se používá tabulek.

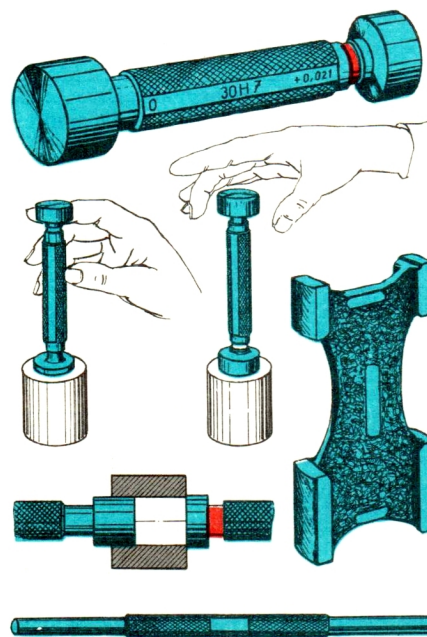
| Přídavek na průměr vystružování a [mm] | Průměr díry D [mm] | Posuv s [mm/ot] | Otáčky n [1/min] | Řezná rychlost v [m/min] | Max. délka vystružování L [mm] | Potřebný výkon elektromotoru P [kW] | Trvanlivost břítu T [min] |
|--|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| 0,15 | 4 | 0,22 | 420 | 5,3 | 60 | 0,10 | 20 |
| 0,20 | 15 | 0,50 | 120 | 5,8 | 130 | 0,10 | 38 |
| 0,25 | 20 | 0,65 | 90 | 5,8 | 160 | 0,10 | 44 |
| 0,30 | 30 | 0,85 | 60 | 5,7 | 200 | 0,11 | 55 |
| 0,35 | 40 | 1,00 | 42 | 5,4 | 230 | 0,14 | 75 |
| 0,40 | 50 | 1,20 | 32 | 5,0 | 260 | 0,18 | 90 |

tab. Řezné podmínky při vystružování

6. Kontrola válcových otvorů

Průměry válcových otvorů měříme posuvným měřítkem, mikrometrem do otvoru nebo mikrometrickým odpichem u větších otvorů. Ke kontrole rozměrů s předepsanými dovolenými úchytkami s označeními písmeny „H“ se používá mezních kalibrů. Ke kontrole průměrů válcových otvorů se používá mezních válečkových kalibrů. Na těchto měřidlech se neodečítává velikost rozměrů, nýbrž kontroluje se jimi, je-li vystružený průměr v dovolených mezích, tzn. není-li větší nebo menší. Vzniklou tolerancí jsou určeny průměry obou válečků mezního kalibru. Jeden z nich je delší, je to dobrá strana mezního kalibru. Druhý váleček je kratší, je to strana zmetková. Tato strana na krčku za válečkem je zřetelně označena červenou barvou. Otvor se kontroluje tak, že se do ní zasouvá nejdříve dobrá strana kalibru.

Po kontrole dobrou stranou kalibru se do otvoru zasouvá strana zmetková. Tato strana smí jen zachytit za okraj vystruženého otvoru. K měření otvorů větších průměrů do 250 mm se používá plochých mezních kalibrů. Mají je výseče měřících válcových ploch. Takové kalibry jsou lehké. Velikost kalibru je vyznačena na obroušené plošce rukojeti. Kromě jmenovitého rozměru jsou na obroušené plošce značeny mezní úchytky, značka kalibru a teplota 20 °C.



Obr. Kalibry pro kontrolu válcových děr