

**Otázka:** Vrtání, vyhrubování, vystružování a vyvrtávání

**Předmět:** Strojírenská technologie

**Přidal(a):** Lea

## Význam, princip a použití, řezné podmínky

- **vrtání** – obrábění vnitřních rotačních ploch (děr) do plného nebo navrtaného, případně předvrtaného (předlitého atd.) materiálu zpravidla dvoubřitým nástrojem
- Vrtání slouží k vytváření válcových průchozích i neprůchozích otvorů. Nástroj se vůči obrobku otáčí kolem své osy rotace a současně se v této ose posouvá do obráběného materiálu tak, aby jeho řezná hrana odebírala třísku. Pohyb rotační je pohybem hlavním. Pohyb ve směru osy rotace se nazývá posuv a vytváří výsledný pohyb ve tvaru šroubovice o stoupání velikosti posuvu na 1 otáčku nástroje.

### Velikost a rychlost pohybu závisí na:

- druhu obráběného materiálu
- způsobu obrábění díry (vrtání, vyhrubování, vystružování)
- požadované kvalitě povrchu (drsnost, rozměrová a geometrická přesnost)

### Základní dělení vrtání je dáno poměrem průměru vrtáku a délky (D/L):

Vrtání krátkých děr ( $D/L=1/5$  až  $1/10$ ) a hlubokých děr (už od poměru  $L/D>5$ ).

### Základní druhy vrtání:

1. běžné vrtání – pro díry s průměrem  $D:L = 1:7(10)$  – používají se běžné vrtáky
2. krátké díry – předlité, předkované, vystřižené, vrtání do plechu
3. hluboké díry – používají se speciální vrtáky, které se někdy pouze otáčejí a obrobek se posouvá (korunkový, dělový (hlavnový) vrták (musíme předvrtat otvor), BTS a STS systémy)
4. díry velkých průměrů – používají se nejčastěji vrtací nebo vyvrtávací tyče, kdy je zvětšován otvor

Řezné podmínky při vrtání ovlivňuje velikost řezné rychlosti. Ta se určuje v zákonitosti na druhu materiálu nástroje a obráběného materiálu tak, aby bylo dosaženo vždy co největší hospodárnosti. Počítá se od nejbližšímu bodu ostří, od středu nástroje k největšímu průměru.

Počítají se z dané řezné rychlosti otáčky, posuvy (posuv na otáčku a posuv za minutu). Posuv na zub je stanoven výrobcem nástroje nebo vyhledáme ve strojnických tabulkách (ST).

### **Zásady při volbě řezné rychlosti**

- vyšší pevnost a tvrdost obrobku, znamená vyšší odpor, proto rychlost snižujeme na základě obrobitelnosti (počítáme s koeficientem obrobitelnosti viz ST)
- nad 25 mm průměru se rychlost volí vždy menší (vzhledem k velkému odporu nástroje)
- u zvláštních materiálu SK, KNB, diamant volíme několikanásobně větší rychlosti než u RO
- u velkých průměru vrtáků je jádro pevnější, proto můžeme volit větší posuv

### **Řezná (obvodová) rychlost:**

- nižší hodnoty než u soustružení (pomalý odvod tepla z místa řezu, tepelné zatížení břitu, chlazení emulzí),  $20 \div 25$  m/min (podle D)
- nejvyšší je na obvodě vrtáku, směrem k ose klesá k hodnotě 0 m/min

D – největší průměr vrtáku (směrem ke středu stopky zmenšuje se D !!, znamená to zhoršující se řezné podmínky směrem ke středu nástroje)

# vyvrtávání – zvětšování děr (předvrtaných, předlitých, předkovaných)

- **definice technologií pro výrobu vnitřních válcových ploch**
  - vnitřní plocha rovnoběžná s osou obrábění, lze ji vyrobit:
- **Vrtání, vyhrubování, vystružování** – základní způsob výroby kruhové díry je vrtání
  - Netolerované rozměry, jednoduché, ale málo přesné u RO vrtáků, pro RO vrták musíme předvrtat otvor (vrtání RO vrták je přesnost IT 12-14, nástroj vrták SK IT 8-9)
  - Vyhrubování (převážně RO nástroje, IT 10-11) zpřesnění otvoru, v dnešní době už málo využívané kvůli větší přesnosti vrtání pomocí SK vrtáků
- **Soustružení** – jeden ze způsobů výroby téměř jakéhokoliv rozměru otvoru, pomocí vnitřních soustružnických nožů, zhotovíme větší průměry (tělo nože a špička se musí vejít do otvoru), špatné podmínky, ale přesné, výhody díra i do rovného dna nebo mělká díra

**Vyvrtávání** – je metoda, sloužící ke zvětšení nebo zlepšení kvality obrobeného

- Povrchu již předzhotovené díry (předvrtané nebo předlité), velmi přesné díry u malých i velmi velkých průměrů, přesnost IT 5-7 dle kvality nástroje, dříve tyče s upnutým soustružnickým nožem, dneska nastavitelné tyče s VBD

**Vrtáním a frézováním** – je metoda, sloužící k výrobě, ke zvětšení nebo zlepšení kvality

- obráběného povrchu díry, při použití korekcí na CNC stroji vyrobíme velmi přesné otvory
- **nástroje – druhy, konstrukce, popis, použití, geometrie, upínání**

## Vrtáky

- středící (nejpoužívanější pro navrtání, normalizované tvary, vyvrtáme středící důlky, (např. navrtání důlku před vrtáním nebo pro upínání mezi hroty)

- šroubovitě (nejpoužívanější), min. přídavek 1,5 až 2,5 mm na průměr pro přesné otvory
- stupňovitě - sdružené (vrtání osazených děr, zahloubení)
- kopinaté - ploché (nejstarší, nejjednodušší)
- dělové = hlavňové (hluboké díry  $D: l > 1:10$ , musíme pro ně vždy předvrtat vodící otvor)
- vrtací hlavy (díry velkých průměrů nebo zvětšování otvorů)
- vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami - VBD (dovolují velké řezné rychlosti)

## Šroubovitě vrtáky

- Většinou dvoubřité nástroje se šroubovitými drážkami (odvod třísek, přívod chladicí kapaliny)
- tělo vrtáku - mírně kuželovité (směrem ke stopce se  $D$  zmenšuje) zúžené místo je krček
- stopka - s vyrážecem, válcová, kuželová (Morse), rozhoduje o způsobu upnutí
- jádro - průměr jádra se ke stopce zvětšuje (zvýšení tuhosti vrtáku) hrot má dvě hlavní ostří - symetricky k ose vrtáku (stejně dlouhé!!!), uprostřed spojené příčným ostřím - neřeže, deformuje ( $v \approx 0$  m/min), spojuje dvě hlavní ostří!!!
- válcová fazetka - na vedlejším ostří, slouží k vedení ve vrtané díře, snižuje tření, úhel nastavení hlavního ostří ovlivňuje tloušťku třísky (stejný pro obě ostří!!!). Dělíme na druhy.
- Podle směru otáčení: pravořezné, levořezné
- Podle délky: dlouhé, krátké
- Podle úhlu stoupání šroubovice: např. se šroubovicí  $12^\circ$  se šroubovicí  $30^\circ$  se šroubovicí  $40^\circ$  Materiály: nástrojová nízkolegovaná ocel rychlořezná ocel (řezná část z RO, stopka z konstrukční oceli natupo přivařená) slinutý karbid (celistvé monolitní nebo vsazená břit.destička, např. pro obrábění litin), povlakované - TiN (zlepšuje řezivost, tvrdost, otěruvzdornost)

## Kopinatě vrtáky

- nejstarší dvoubřité nástroje, mají špatný odvod třísky z místa řezu
- mechanicky upínaná břitová destička z RO, SK k držáku, dělené ostří
- pro CNC stroje - využívají se k výrobě krátké díry (šroubovitě vrtáky), pro dlouhé díry (dělový vrták), vhodné pro malé i větší průměry výroby otvorů, přesnost rozměrů IT 8-10 (není už potřeba vyhrubník!), dosahují Ra 1,6 až 3,2
- nástroje SK a povlakované SK - většinou není už potřeba středící vrták ani vyhrubník pro

přesné otvory

### Technologický postup obecný příklad pro SK nástroje:

- vrták SK průměr menší o 0,2 mm, záhlubník SK srazí hranu a výstružník SK dokončí přesný otvor

## Výhrubníky

- rozšiřují předvrtané a předlité díry o 0,5 až 1,5 mm, min. přídavek 0,8 mm na průměr
- IT 10 – IT11, Ra 3,2
- vytvářejí rovnoměrný přídavek materiálu pro vystružování
- nemohou vrtat do plného materiálu!!!
- tři až čtyřbřité nástroje (jemnější tříska, 4 fazetky pro přesnější otvory)
- kratší a tužší těleso než u vrtáků – zachování směru (přesnější otvory)
- řezná část je krátká a kuželová
- zuby na válcové části neřežou

### druhy

- s kuželovou stopkou (menší díry do  $\varnothing$  30)
- nástrčné (větší díry nad  $\varnothing$  30)

Výhrubníky jsou trojbřité až čtyřbřité nástroje, zpravidla se zuby ve šroubovici o stoupání 20°. Pracovní část výhrubníku se skládá z řezného kužele a z válcové kalibrovací (vodící) části. Výhrubníky se používají pro dosažení přesnějších rozměrů a lepšího geometrického tvaru předvrtaného otvoru.

## Výstružníky

- vícebřité řezné nástroje (většinou lichý počet zubů, podélné drážky)

- zhotovení kalibrované přesné díry – válcové nebo kuželové (pro ruční výrobu kuželové výstružníky – předhrubovací, hrubovací a dokončovací, liší se tvarem řezné části)
- min. přídavek pro vystružování je 0,2-0,3 mm na průměr pro další obrábění

### **Technologický postup obecný příklad pro SK nástroje:**

vrták SK průměr menší o 0,2 mm vrtá otvor, záhlubník SK srazí hranu a výstružník SK dokončí přesný otvor

- ruční
- strojní

### **Ruční výstružníky**

- Mají dlouhý řezný kužel (1/3 činné délky), válcovou vodicí část, zadní část mírně kuželová (zužuje se), průměr stopky menší, stopka končí čtyřhranem, upnutí do vratidla a ruční výroba otvoru nebo ručně na soustruhu (otvor v ose obrobku)
- Výstružníky pro kuželové díry – zhotovení např. díry pro kuželové kolíky, předvrtaná díra – válcová (např. šroubovým vrtákem)

### **Strojní výstružníky - mají krátké těleso, liší se konstrukčně**

- s válcovou stopkou
- s kuželovou stopkou
- nástrčné

## **Záhlubníky**

- a) válcové
- b) kuželové

- c) ploché
- d) zpětné

- s vodicím čepem – pro rozšíření části díry (pro zapuštění např. hlavy šroubu) válcové zahloubení nebo kuželové zahloubení
- bez vodicího čepu – pro sražení hran, válcové záhlubníky bez čepu lze vést např. vodicím pouzdem (přípravkem)

**Po záhlubníku následuje** dokončování děr pomocí některé technologie (vyhrubování, vystružování, frézování, soustružení přesného otvoru)

## Upínání nástrojů

Do tříčelistových vrtačkových sklíčidel, která mají hladký vnější povrchupneme nástroje s válcovou stopkou. Dvoučelistová vrtačková sklíčidla se nemají používat, neboť mají vystupující části, které ohrožují obsluhu. Při výměně nástroje musí být vřeteno vrtačky v klidu. Výjimkou je upínání do rychloupínacích hlav (jsou používány u otočných vrtaček nebo ručních elektrických vrtaček). Nástroje nebo pomocné zařízení se nesmí z vřetena uvolňovat jinak než vyrážecím klínem (pokud není instalováno přímo na stroji). Vyrážecí klín se v žádném případě nesmí ponechávat ve vřetenu, aby nedošlo k jeho vymrštění při uvedení vřetena do pohybu; tento klín nesmí být připevněn ke stroji!

U CNC strojů převládá upínání nástrojů s válcovou stopkou do tepelných upínačů, hydraulických upínačů nebo speciálních nástrojových držáků.

# vrtací a vyvrtávací stroje

**Ručními** elektrickými vrtačkami vyrábíme menší otvory od 2 do cca 25 mm. Tyto vrtačky mají dvoustupňovou, nebo plynulou regulaci otáček. Na **strojních** vrtačkách vrtáme přesněji a efektivněji. Otáčky volíme pomocí stupňovitých řemenic. Příčný posuv vřetena je buď ruční, nebo strojní. Vrtat lze i na soustruhu jen otvory v ose výrobku (univerzální soustruh).

Podle konstrukce jsou **vrtačky stolní, sloupové, stojanové, otočné a speciální**.

### **Vyrábějí a používají se tyto nejčastější druhy vrtaček:**

- **Stolní vrtačka** – vřeteník, který je umístěn na krátkém stojanu a posouvá se po něm. Vřeteník nese motor a převodovku pro otáčky a posuvy, a pracovní vřetení, na které lze připevnit sklíčidlo s nástrojem do průměru asi 16 mm.
- **Sloupová vrtačka** – podobná, ale masivnější a má delší sloup, po kterém se pohybuje výškově přestavitelný stůl. Menší obrobky lze připevnit na stůl, zatímco větší je třeba upnout na podstavec. Tato vrtačka umožňuje upnutí nástrojů s průměrem až 40 mm.
- **Stojanová vrtačka** – robustní stojan, po jehož svislém vedení se pohybuje vřeteník a stůl. Lze na ní opracovat otvory s průměrem až cca 80 mm.
- **Radiální vrtačka** – má posuvný vřeteník po rameni, které lze otáčet a posouvat po sloupu. Tím lze opracovávat dosti velké a rozmanité obrobky, které jsou upnuté do strojního svěráku nebo do dělicího přístroje. Lze také opracovat větší obrobky nástroji o průměru až 100 mm.
- **Souřadnicové vrtačky** – jsou vhodné pro opracování velmi přesných otvorů (IT 2 až 5) s dodržением přesné rozteče až na 0,002 mm. Jsou buď dvoustojanové s výškově přestavitelným příčnickem, po němž se pohybuje vřeteník, nebo mají výškově přestavitelný vřeteník pohybující se po stojanu. Rovinný pohyb obrobku v obou osách zajišťuje křížový stůl. Nastavení je podobné jako u NC stroje.
- **Speciální vrtačky** – patří sem například přenosné vrtačky pro lehké montážní práce, které umožňují vrtání otvorů o průměru cca 13-16 mm. Dále přenosné vrtačky jeřábem s magnetickými upínkami lze použít pro těžké montážní práce. Vícevřetenové a revolverové vrtačky jsou také speciální typy vrtaček.

**Všechny výše uvedené druhy se v dnešní době vyrábějí jak v konvenčním provedení, tak i jako CNC stroje.**

**Vodorovné vyvrtávačky - nejuniverzálnější obráběcí stroj** s řadou přídatných zařízení, umožňuje realizaci mnoha různých obráběcích operací. Uplatňují se v malosériové výrobě. Používají se tyto druhy:

**Stolová vyvrtávačka** – má vřeteník, který lze výškově přizpůsobit a na kterém se upínají

nástroje. Pracovní stůl je podélně, příčně i otočně posuvný a proti vřeteníku se nachází pomocný stojan s otočným ložiskem pro vedení dlouhých vyvrtávacích tyčí.

**Desková vyvrtávačka** - má posuvný stojan, po kterém se pohybuje svisle přestavitelný vřeteník. Neobsahuje pracovní stůl a obrobky se přímo upínají na desku, aniž by se pohybovaly.

**Jemná vyvrtávačka** - obsahuje jedno nebo více vřeteníků upevněných na loži. Obrobek se upíná na pracovní stůl, který se posouvá přímočaře a používají se krátké tuhé nástroje nebo vyvrtávací tyče.

Na vodorovných vyvrtávačkách (slangově horizontkách) se jako základní operace provádí vyvrtávání.

Lze na nich však také vrtat otvory, provádět jejich zahloubení, dále vyhrubovat, vystružovat, vytvářet zápichy, řezat vnitřní závity, zarovnávat čela, vypichovat drážky do čela a také frézovat. Pomocí zvláštních přípravků lze obrábět i kuželové plochy a také soustružit vnější válcové plochy.