

Základy obrábění

Podstata obrábění

Obrábění je technologický proces, při kterém dochází k odebrání přebytečného materiálu ve formě třísky břitem řezného nástroje. Celý proces probíhá v soustavě stroj – nástroj – obrobek.

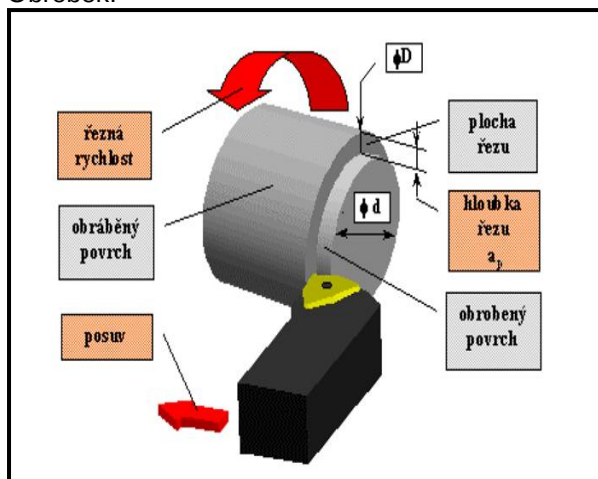
Obrobek - je součást určená k dalšímu obrábění. Skládá se z plochy obráběné (bude se obrábět), obrobené (už je obrobená) a plochy řezu (místo řezu nástroje).

Nástroj – je potřebná součást k odebrání třísky. Skládá se z hlavy a těla nástroje.

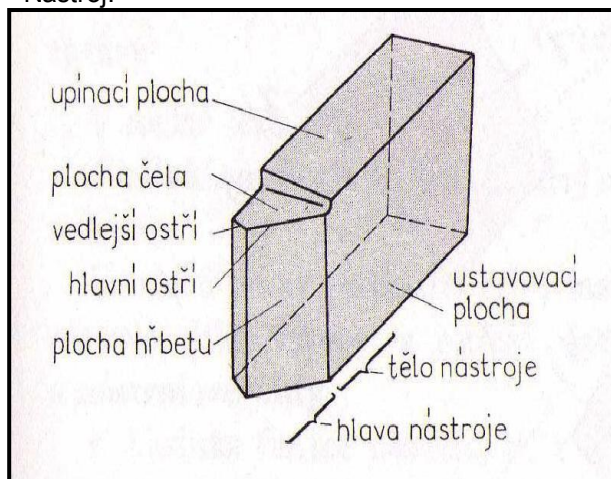
Hlavu nástroje tvoří: břit, plocha čela, plocha hlavního a vedlejšího hřbetu, hlavní a vedlejší ostří.

Tělo nástroje tvoří: plocha upínací (slouží k upnutí nástroje) a plocha ustavovací (slouží k ustavení nástroje).

Obrobek:

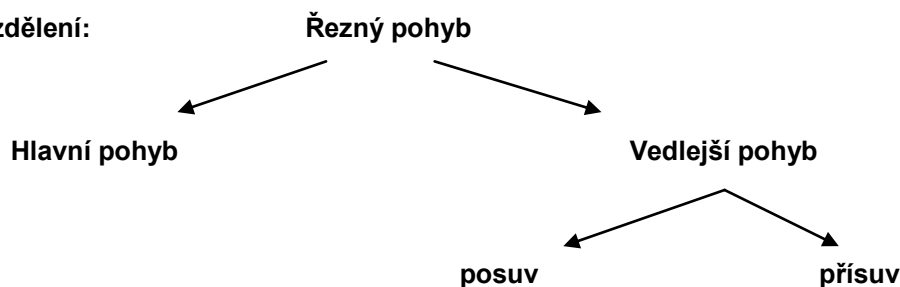


Nástroj:



Řezný pohyb – je pohyb nástroje vůči obroku, který způsobuje odebrání třísky.

Rozdělení:



Hlavní pohyb - může být přímočarý (protahování) nebo rotační (soustružení, frézování), vykonává ho obrobek (soustružení) nebo nástroj (frézování).

Posuv - je dráha, kterou urazí nástroj za otáčku, minutu nebo na zub. Mezi jednotlivými posuvy existuje tento vztah: $f_{\min} = f \cdot n = f_z \cdot z \cdot n$

$f_{\min}$ posuv za minutu

f_z posuv na zub

f posuv za otáčku

n otáčky

z počet zubů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přisuv – je vedlejší pohyb nástroje vůči obrobku, který nám udává tloušťku odebírané třísky

Řezná rychlost – je to rychlost hlavního pohybu. Pro otáčivý pohyb se určí ze vztahu:

$$v = \pi \cdot D \cdot n$$

v řezná rychlost (m/min)

D průměr (mm)

n otáčky (min^{-1})

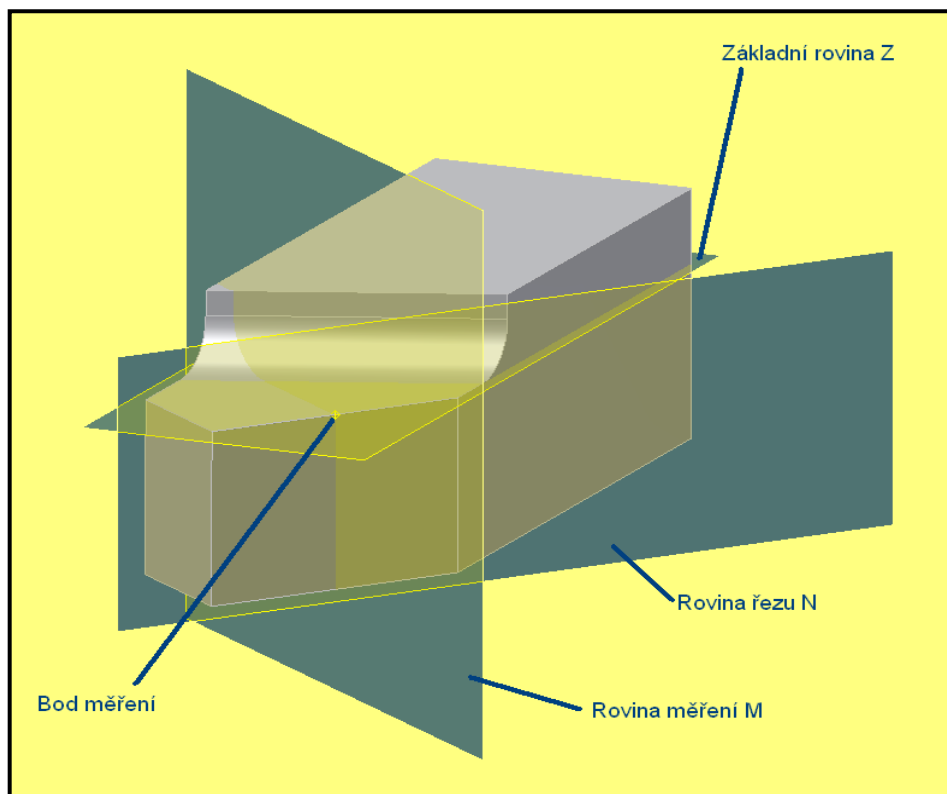
Geometrie řezného nástroje

Pro určování geometrie řezného nástroje je třeba znát tyto pojmy:

Rovina základní (Z) – je rovina, která je u nožů rovnoběžná nebo totožná s ustavovací plochou nože, u rotačních nástrojů je to rovina rovnoběžná nebo totožná s rovinou, která je proložena osou nástroje a prochází bodem, ve kterém se geometrie ostří určuje.

Rovina řezu (N) – je to rovina kolmá k rovině základní a je tečná k ostří v uvažovaném bodě, ve kterém se geometrie ostří určuje.

Rovina měření (M) – je rovina kolmá k předchozím rovinám a prochází bodem ve kterém se určuje geometrie ostří



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Geometrický tvar břitu je dán úhly které jsou definovány :

Úhel hřbetu (α) – úhel, který leží mezi plochou hřbetu a rovinou řezu

Úhel čela (γ) – úhel, který leží mezi plochou čela a rovinou základní

Úhel břitu (β) – úhel, který leží mezi plochou hřbetu a čela

Úhel řezu (δ) – úhel, který svírá rovina řezu a plocha čela. Je to součet úhlu $\alpha + \beta$

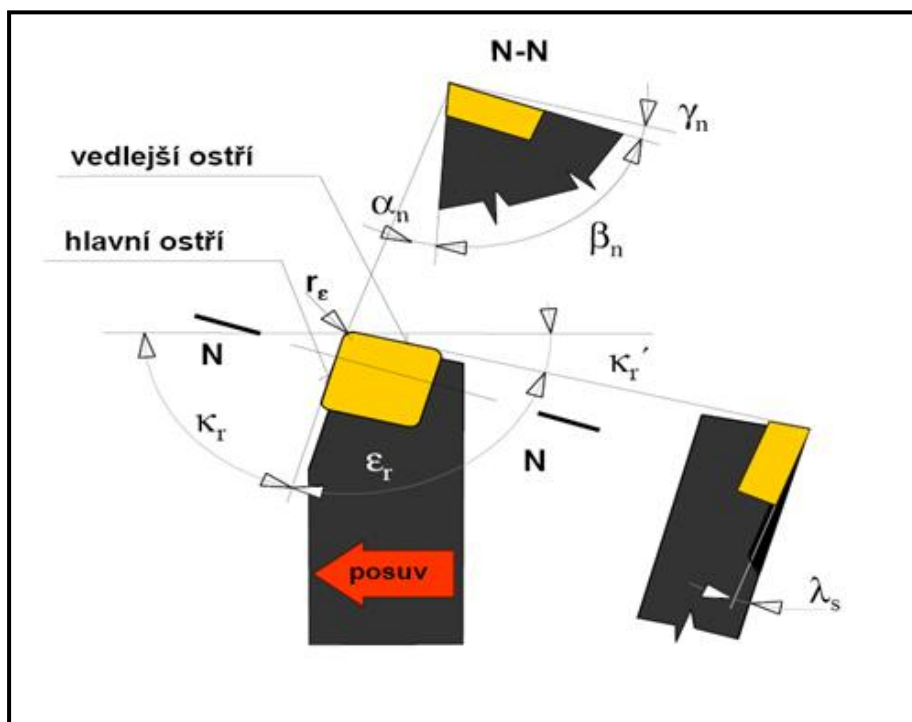
Úhel nastavení hlavního ostří (κ) – úhel, který svírá plocha obráběná a hlavní ostří

Úhel nastavení vedlejšího ostří (κ') – úhel, který svírá plocha obrobená s vedlejším ostřím

Úhel špičky nástroje (ϵ) – úhel, který leží mezi hlavním a vedlejším ostřím

Úhel ostří (λ) – úhel, který svírá základní rovina a hlavní ostří

Úhel tvarový (τ) - mají některé tvarové nástroje aby nedocházelo k zadírání nástroje do materiálu



Typy třísek

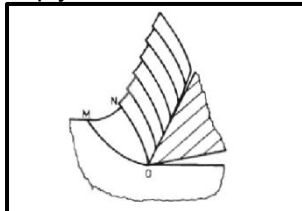
Při vnikání břitu nástroje do materiálu je materiál odřezávané vrstvy značně namáhán a deformován. Tvar odebrané třísky bude záviset na druhu a vlastnostech obráběného materiálu.

Při obrábění rozlišujeme tyto tři základní typy třísek:

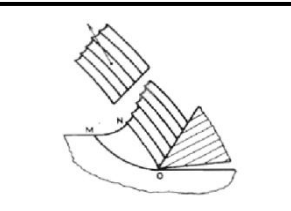
1. **tříska drobná** – tato tříska vzniká štěpením materiálu bez předchozího tváření. Je typická pro obrábění skla, plastů, dřeva, litých hornin. Projeví se ve tvaru drobných elementárních částic
2. **tříska elementární**, částečně tvářená – materiál je před odtržením částečně tvářen. Tato tříska je typická pro obrábění litiny, bronzů apod. křehkých materiálu
3. **tříska plynulá nebo článkovitá** – odřezávaný materiál se nejdříve intenzivně plasticky tváří a teprve potom se oddělí. Plynulá tříska je na straně čela nástroje hladká a na vnější straně je mírně zdrsňelá. Může vytvářet pásy nebo spirály. Článkovitá tříska je u čela nástroje rovněž hladká, ale na vnější straně je členitá až pilovitá

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

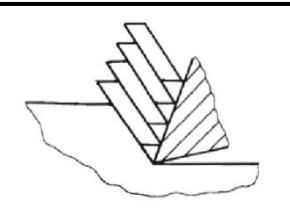
tř. plynulá



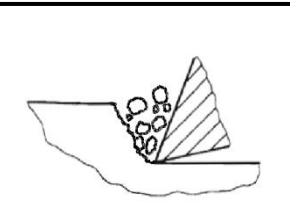
tř. článková



tř. elementární

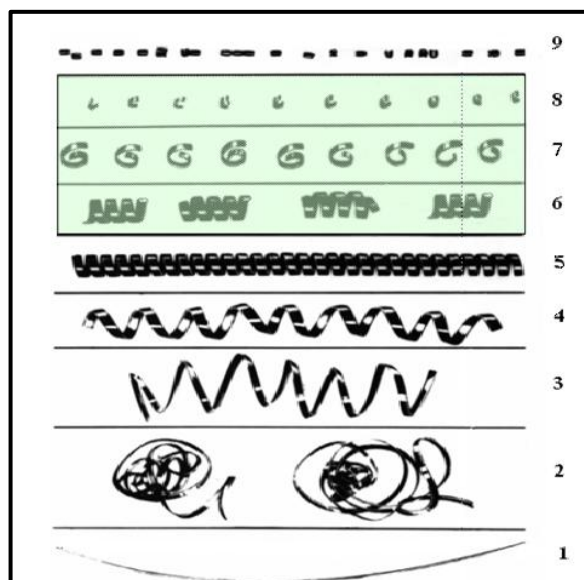


tř. drobná



Tvary třísek:

1. Stučková
 2. Stučková svinutá
 3. Stučková vinutá
 4. Vinutá dlouhá volně
 5. Vinutá dlouhá těsně
 6. Vinutá krátká
 7. Obloukovitá
 8. Článková
 9. Elementární
- } optimální tvary třísek

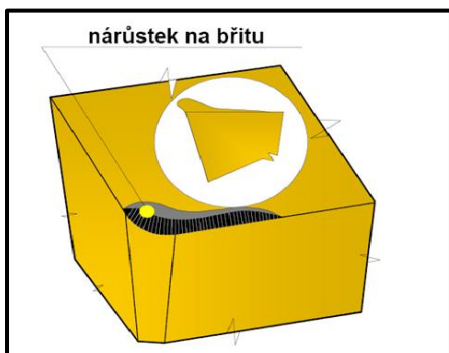


Opotřebení, obrobiteľnosť, životnosť a trvanlivosť, drsnost

Opotřebení - je proces, při kterém dochází k zvětšování poloměru ostří, ke zhoršování drsnosti plochy čela a hřbetu v místě styku s třískou a řeznou plochou, tzn., že dochází ke změně geometrie břitu nástroje. K opotřebení břitu nástroje dochází vlivem:

1. **plastické deformace břitu** – vzniká při obrábění měkkých materiálů vlivem hromadění tepla v nástroji. K opotřebení dochází plynulým přemísťováním plasticky deformovaných vrstev materiálu.
2. **křehkých lomů** – nejčastěji se objevují u slinutých karbidů nebo keramických materiálů při práci nástroje přerušovaným řezem, při okamžitém zvýšení řezného odporu
3. **otěru stykových ploch** – vzniká jako důsledek tření nástroje s materiálem

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obrobitelnost – je souhrn technologických vlastností obráběného materiálu, které se uplatňují při obrábění. Kromě těchto vlastností ovlivňuje obrobitelnost ještě způsob obrábění (soustružení, frézování...), druh materiálu břitu nástroje, řezné podmínky a řezné prostředí. Podle obrobitelnosti se materiály rozdělují do čtyř skupin :

1. skupina a – platí pro litiny a nekovové materiály
2. skupina b – platí pro oceli
3. skupina c – platí pro těžké kovy
4. skupina d – platí pro lehké kovy

Každá skupina materiálu je dále tříděna podle stupně obrobitelnosti do 20-ti tříd. Ve třídě 1 jsou materiály nejhůře obrobitelné ve skupině 20 jsou materiály nejsnáze obrobitelné.

Trvanlivost – je definována jako doba, po kterou nástroj pracuje od svého naostření až po optimální opotřebení (opotrebení, při kterém jsou náklady s ostřením minimální).

Životnost – je doba od prvního nasazení nástroje do výroby až po úplné vyřazení z provozu. Je to součet všech trvanlivostí. $\sum T$

Ž	Životnost
T	Trvanlivost

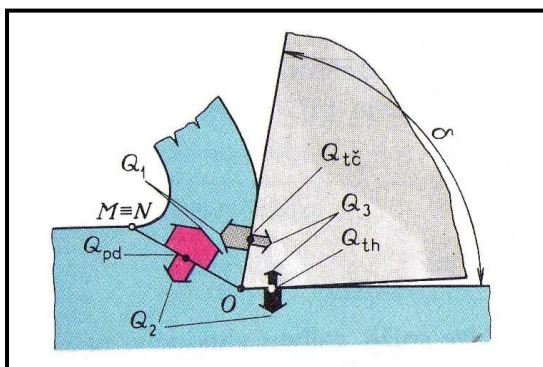
Drsnost – je určena stopami, které zanechává břit nástroje při obrábění. Stupeň drsnosti závisí kromě fyzikálních a mechanických vlastností na:

1. geometrii břitu – z geometrie břitu ovlivňuje drsnost především úhel nastavení hlavního a vedlejšího ostří (čím je úhel větší, tím je drsnost větší) a poloměr zaoblení špičky nástroje (čím je poloměr větší, tím je drsnost menší).
2. posuvu – má na drsnost největší vliv (čím je posuv větší, tím je drsnost větší).
3. Přísuvu – čím je větší, tím je drsnost horší.
4. řezné rychlosti – čím je rychlost menší tím je drsnost větší, protože dochází ke vzniku nárůstků.
5. tuhosti soustavy stroj – nástroj – obrobek – je-li malá tuhost soustavy, pak má za následek vznik chvění a zvýšení drsnosti.
6. řezném prostředí – dobré jakosti se dosahuje při použití řezné kapaliny s mazacími účinky. Mazací účinek zamezuje vzniku nárůstku a omezuje tření na ploše řezu.

Vznik tepla, řezné prostředí

Téměř veškerá mechanická práce vynaložená na přeměnu odřezané vrstvy v třísku a odvedení třísky z místa řezu se přeměňuje v teplo. Teplo vzniká v poměrně malé tepelně ovlivněné oblasti a je příčinou vysoké teploty až 1000° C. Toto teplo má nepříznivý vliv na opotřebení nástroje, jakost obráběné plochy a na přesnost. Teplo při obrábění vzniká ve třech oblastech vlivem:

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



1. Plastické deformace (Q_{pd})
2. Tření čela s třískou (Q_{tc})
3. Tření hřbetu s obrobkem (Q_{th})

Celkové teplo, které vznikne při obrábění je z podstatné části odvedeno třískou (Q_1), z menší části obrobkem (Q_2), nástrojem (Q_3) a část tepla je odvedena přímo do prostředí (Q_4). Podíl jednotlivých složek na odvádění tepla závisí na:

1. tepelné vodivosti materiálu a nástroje
2. rezných podmínkách
3. rezném prostředí a způsobu chlazení a mazání
4. na geometrii břitu rezného nástroje

Pro dílčí zdroje tepla a pro složky odváděného tepla platí **rovnice tepelné bilance**:

$$Q_{pd} + Q_{tc} + Q_{th} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Řezné prostředí – má dvojitý účinek: **chladicí** (snižuje teplotu a opotřebení nástroje) a **mazací** (snižuje tření na stykových plochách což vede ke zlepšení jakosti povrchu).

Úkolem řezného prostředí je:

1. odvádět teplo z místa řezu
2. snížit práci vlivem tření
3. snížit intenzitu otupění rezného nástroje
4. zlepšit jakost obrobené plochy
5. odvádět třísku z místa řezu

Rozdělení řezného prostředí:

1. **vodné roztoky** – mají dobrý chladicí účinek
2. **emulze** – nejčastější jsou emulze olejů, tuků a vody. Mají dobré chladicí i mazací účinky
3. **řezné oleje** – převládá mazací účinek, zajišťují vysokou jakost obráběné plochy a malé opotřebení nástroje

Řezná síla, rezný odpor, výkon

Řezná síla – slouží k překonání rezného odporu materiálu proti řezání. Vektor řezné síly má v prostoru obecnou polohu a proto ji můžeme nahradit třemi složkami, které jsou navzájem kolmé a leží v souřadnicových osách x , y , z . Jsou to složky:

1. **složka F_z** , která je tečná na směr hlavního rezného pohybu
2. **složka F_y** , která je kolmá na osu rotace obrobku (při soustružení) nebo na osu nástroje (při vrtání, frézování)
3. **složka F_x** , která je rovnoběžná s posuvem



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Největší význam pro obrábění má složka F_z a proto ji nazýváme řeznou silou. Spolu s řeznou rychlostí určují výkon při obrábění. Vzájemný poměr složek v praxi je dán vztahem :

$$F_z : F_y : F_x = 1 : 0,4 : 0,25$$

Výpočet řezné síly: $F_r = p \cdot S$ (N)

p řezný odpor

S plocha třísky

Řezný odpor (p) – je poměr řezné síly F_r a plochy průřezu třísky S . Řezný odpor je závislý na mnoha činitelích, především na vlastnostech materiálu, na řezných podmínkách, na geometrii řezného nástroje. Některé hodnoty řezného odporu byly zjištěny experimentálně a jsou zahrnuty v tabulkách. Informativní hodnoty řezného odporu lze získat ze vztahu:

$$p = (4-5) R_m \quad (\text{MPa})$$

R_m Mez pevnosti

Výkon (P) – je definován jako součin řezné síly a řezné rychlosti.

Výpočet výkonu : $P = F_r \cdot v$ (W)

v řezná rychlost

Nástrojové materiály a dělení materiálů

Nástrojové materiály

Rozdělení nástrojových materiálů :

- Nástrojové oceli
- Slinuté karbidy
- keramické materiály
- diamanty
- brousící materiál

1. Nástrojové oceli rozdělujeme:

- a) **nástrojové oceli uhlíkové** (tř. 19 0xx – 19 2xx), které se používají pouze do teploty 150° C a jsou vhodné pro ruční nástroje
- b) **nástrojové oceli slitinové** (tř. 19 3xx – 19 7xx), která se používají do teploty 250° C a je vhodná pro výrobu strojních nástrojů do dřeva
- c) **rychlořezná ocel** (tř. 19 8xx), která se používá do teploty 650° C a používá se pro výrobu nástrojů pro obrábění kovu

2. **Slinuté karbidy (SK)** – vyrábějí se práškovou metalurgií z karbidů těžkých kovů WC, TiC, TaC a nízkotavitelného slinovanadla kobaltu. Nejsou slitinou, ale směsí 2 a více fází. Protože jsou velmi tvrdé, dají se tvarově a rozměrově upravovat pouze omezeně broušením nebo elektrojiskrovým obráběním. Podle množství jednotlivých složek můžeme při výrobě slinutých karbidů ovlivňovat jejich vlastnosti.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozdělení SK:

P	- uhlíkové (nelegované) oceli třídy 10, 11, 12, - uhlíková ocelolitina sk. 26 (42 26..) - nízko a středně legované ocelolity sk. 27 (42 27..) - nástrojové oceli uhlíkové (19 1..., 19 2..., 19 3...), - legované nástrojové oceli (19 3... až 19 8...) - nízko a středně legované oceli tř. 13 (13 0., 13 1., 13 2..., 13 ...3) - legované oceli tříd 14, 15, 16, - feritické a martenzitické korozivzdorné oceli (tř. 17 a lité 42 29...)	
M	- austenitické a feriticko-austenitické oceli korozivzdorné, - žáruvzdorné a žárupevné - oceli nemagnetické a otěruvzdorné	
K	- šedá litina nelegovaná i legovaná (42 24...) - tvárná litina (42 23...) a temperovaná litina (42 25...)	
N	- slitiny Al a Cu a ostatní neželezné kovy	
S	- speciální žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti	
H	- zušlechtnuté oceli HRC 48 - 60 - tvrzeň kokilové litiny HSh 55-85	

- Keramické materiály (KM)** – výchozí surovinou je levný a snadno dostupný korund. Vyrábějí se stejně jako SK práškovou metalurgií, jsou velmi tvrdé, a proto mají velmi malou pevnost v ohybu a nehodí se pro obrábění přerušovaným řezem a k hrubování. Výhodou oproti SK je větší odolnost proti otěru a nižší pořizovací cena. Po otupení řezných hran se již nebrousí. Existují 4 základní typy keramických materiálu podle chemického složení: čistá keramika, směsná keramika, vyztužená keramika a neoxidická keramika
- Diamanty** – diamant je čistý uhlík se stopami příměsí, které určují jeho fyzikální vlastnosti a zabarvení. Diamant je nejtvrdší materiál a nelze ho nahradit SK ani KM. Technické diamanty jsou buď přírodní, nebo umělé, které jsou levnější a vykazují lepší mechanické vlastnosti. Používají se pro jednobřité nástroje k jemnému obrábění s nepřerušovaným řezem, pro obrábění měkkých materiálu, neželezných kovů a jejich slitin, tvrzené pryže, plastů a materiálu s malou tepelnou vodivostí
- Brousící materiál** – je tvořen brusivem a pojivem. Brusivo tvoří ostrohranná zrna různé velikosti, která představují břity. Podle původu se dělí na přírodní a umělé. Mezi přírodní patří: pazourek, smírek, křemen a umělé tvoří: umělý korund, karborundum, kubický nitrid boru. Pojivo slouží k stmelení brusiva a může být organické nebo anorganické.

Dělení materiálu

Tyčový, válcovaný nebo tažený materiál se obvykle dělí přímo ve skladu.

Dělení materiálu řezáním:

Řezání materiálu se provádí pomocí :

- kotoučových pil, které jsou buď z rychlořezné oceli (pro menší průměry) nebo jsou z ocelového plechu a mají vsazené zuby z SK nebo KM (pro větší průměry).
- rámových pil
- třecích pil
- rozbrušovacích pil

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Pásová pila



pilový kotouč



diamantový kotouč

Dělení materiálu stříháním

Při stříhání je materiál oddělován pomocí dvou břitů, které se pohybují proti sobě. Jedná se o beztržkové dělení, kdy je materiál oddělován v celé délce polotovaru nebo je vysekáván polotovar požadovaného tvaru. Stříhání je nejproduktivnější způsob dělení, kdy nevzniká žádný odpad ani prořez materiálu.

Ruční pákové nůžky se používají pro plechy do tloušťky 1,5 mm a do délky stříhu do 1,5 m. Pro silnější plechy do 60 mm a pro délku stříhu do 6 m se používají **tabulové nůžky**. Vystřihování provádíme na lisech **stříhadly**, vysekávání se provádí na speciálních **vysekávacích strojích**.

Stroje pro dělení materiálu stříháním - tabulové nůžky, vysekávací stroj



Dělení materiálu lámáním

Při lámání nejdříve označíme místo lomu pálením, tím dosáhneme zkřehnutí materiálu v požadovaném místě a snadnější oddělení. Tento způsob není příliš kvalitní

Dělení materiálu plamenem

Při řezání materiálu kyslíko-acetylenovým plamenem je materiál ohříván na teplotu asi 900°C a následně proud kyslíku způsobuje reakci, při které je materiál v místě řezu spalován a odtavován. Kyslík zároveň vytlačuje z místa řezu vzniklou strusku.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dělení materiálu rozbrušováním

Při dělení materiálu rozbrušováním používáme jako nástroj tenké rozbrušovací brusné kotouče, nevyztužené nebo vyztužené sklotextilními vlákny. Jako brusivo používáme karbidy křemíku SiC nebo umělý korund Al_2O_3 . Pro tvrdé materiály jsou vhodné kotouče diamantové. Posuv kotouče do řezu provádíme ručně.

Řezání materiálu laserem

Lasery používané ve strojírenské výrobě využívají princip přeměny světelné energie na energii tepelnou. Při řezání materiálu je laserový paprsek přiváděn soustavou zrcadel do pracovní hlavy stroje. Zde je zaostřen čočkou a přiveden do místa řezu.

Podle způsobu odstranění kovu z místa řezu rozlišujeme:

- **Sublimační řezání**, kdy je materiál díky vysoké intenzitě laserového záření převážně odpařován.
- **Tavné řezání**, kdy laser kov v místě řezu jen nataví a ten je pak odfukován asistentním plynem.
- **Řezání pálením**, kdy je materiál laserem zahřátý na zápalnou teplotu a po té spálen přivedeným reakčním plynem. Vzniklá struska je z místa řezu odstraňována asistentním plynem.

Lasery mohou řezat konstrukční oceli do tloušťky 20mm, korozivzdorné do tloušťky 10mm, hliníkové slitiny do tloušťky 5mm. Řezná spára bývá tloušťky od 0,02mm do 0,2mm.

Řezání materiálu plazmou

Plazmové hořáky využívají k dělení materiálu ionizovaný plyn, vznikající rozkladem molekul plynu, který prochází elektrickým obloukem. Ten vzniká mezi netavnou wolframovou katodou a anodou, kterou tvoří buď těleso hořáku, nebo řezaný materiál. Materiál je ohříván a taven při velmi vysokých teplotách (nad 10 000°C) úzkým paprskem plazmy. Z místa řezu je pak materiál vyfukován asistentním plynem.

Stroje pro řezání materiálu plazmou jsou řízené CNC řídicím systémem. Metoda je vhodná jak pro řezání korozivzdorných ocelí, tak pro slitiny hliníku a mědi. Dělit můžeme materiály až do tloušťky 150mm.

Řezání plazmovým hořákem



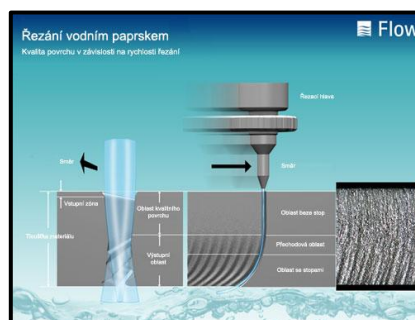
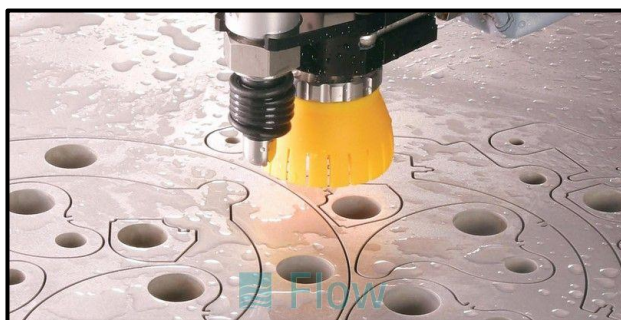
Řezání materiálu kapalinovým paprskem

Metoda řezání materiálu kapalinovým paprskem je založena na principu přeměny kinetické energie molekul kapaliny na mechanickou práci. **Paprsek kapaliny** vychází z trysky tlakem až 600 MPa rychlostí přesahující 1000m/s. Při dopadu na materiál se tak chová jako pevné těleso. Paprsek nejprve prorazí do materiálu otvor a následný pohyb kapaliny vytvoří v místě dopadu řeznou spáru. Účinek ještě zvyšuje **kavitační koroze** způsobená bublinami syté páry, které při procesu v kapalině vznikají.

Podle použité kapaliny rozlišujeme:

- Řezání čistým kapalinovým paprskem – vodou, olejem apod.
- Řezání kapalinovým paprskem s přídavkem abraziva – písku, granátu, KNB apod.

Řezání kapalinovým paprskem

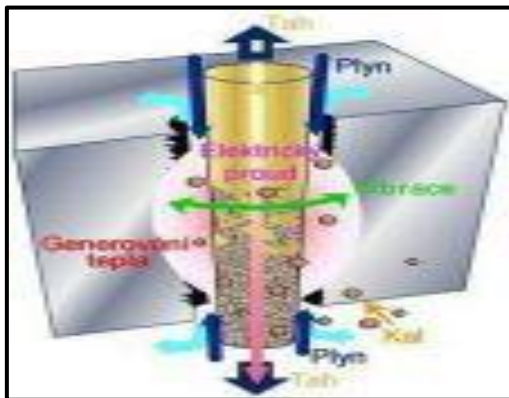


Elektroerozivní řezání drátovou elektrodou

U tohoto způsobu dělení materiálu je nástrojem tenký drát, který tvoří katodu, vodivý obrobek tvořícím anodu. Mezi nástrojem a obrobkem dochází v dielektrickém prostředí k výbojům, které působí elektroerozivní úběr, materiál taje a odpařuje se.

Nástrojová elektroda je tvořena drátem, který se postupně odvíjí a tím se zabrání jeho nadměrnému opotřebení. Materiálem bývá nejčastěji měď, mosaz, na velmi jemné řezy se používá drát molybdenový o průměru několika setin mm.

Stroj pro elektroerozivní řezání drátovou elektrodou je vybaven CNC systémem, který řídí generátor pulzů, podávání drátové elektrody i systém dodávání dielektrika. Zároveň umožňuje měnit vzájemnou polohu mezi nástrojem a obrobkem, což umožňuje vyřezávat i velmi složité tvary.





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky a úkoly k procvičení tématu:

1. Jaké materiály používáme k výrobě nástrojů?
2. Jaké používáme nástrojové oceli?
3. Co jsou to slinuté karbidy?
4. Které materiály používáme jako brusivo?
5. Jaké materiály jsou vhodné k obrábění tvrdých materiálů?
6. Vyjmenuj a popiš základní roviny nástroje.
7. Zakresli a popiš základní úhly na nástroji.
8. Jak určujeme řezné podmínky při třískovém obrábění.
9. Co je řezný pohyb a jaké složky řezného pohybu rozlišujeme?
10. Zakresli složky řezného pohybu pro jednotlivé způsoby obrábění.
11. Jak určíme řeznou rychlost?
12. V jakých jednotkách určujeme posuv?
13. Co udává přísuv?
14. Jak určíme potřebnou práci a síly při obrábění materiálu?
15. V jakých jednotkách se udává řezná rychlost při výpočtu výkonu při obrábění?
16. Jaké nástroje používáme při rozbrušování?
17. Vysvětli rozdíl mezi dělením materiálu plamenem, plazmou a laserem?
18. Jak pracuje vodní paprsek?
19. Vysvětli princip elektroerozivního řezání.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zde začněte psát svůj text.

Nadpisy – 1. úroveň – Arial tučný 12

Nadpisy – 2. úroveň – Arial tučný kurzíva 11

Nadpisy – 3. úroveň – Arial tučný 11

Normální text – Arial 10