

5. Základní pojmy obrábění

Obrábění je technologický proces, při kterém je přebytečná část materiálu polotovaru oddělována ve formě třísek břitem rezného nástroje. Proces obrábění probíhá v soustavě **stroj – nástroj – obrobek**.

Základní pojmy obrábění:

Polotovaz je předmět určený k obrábění.

Obrobek je obráběný nebo již obrobený předmět.

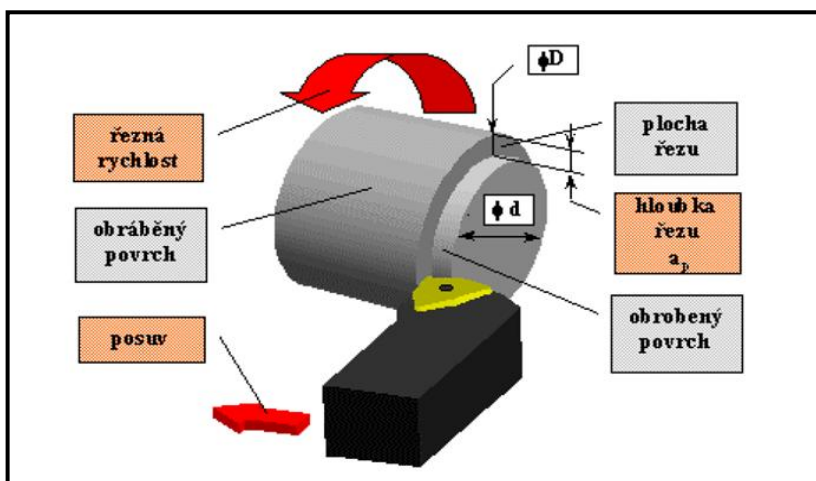
Obráběná plocha je ta část povrchu obrobku, ze které bude odebírán materiál.

Obrobená plocha je plocha vzniklá obráběním.

Plocha řezu je plocha, která vzniká těsně za břitem nástroje.

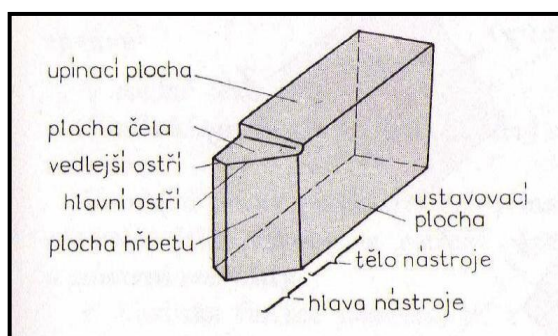
Tříška je odříznutá a deformovaná část materiálu.

Obr. č. 31: Plochy na obrobku



Obráběcí nástroj je charakterizován jednak nástrojovým materiálem a jednak svou geometrií. Skládá se z **těla nástroje**, kde definujeme **plochu upínací** a **plochu ustavovací** a z **řezné části nástroje**, na které je břit nástroje tvořený plochami čela a hřbetu. Průsečnice těchto ploch nazýváme **ostří**. **Plocha čela** nástroje je plocha, po které je z místa řezu odváděna tříška. Spolu s **plochou hřbetu** tvoří řezný klín nazývaný **břit**.

Obr. č. 32: Hlavní části rezného nástroje

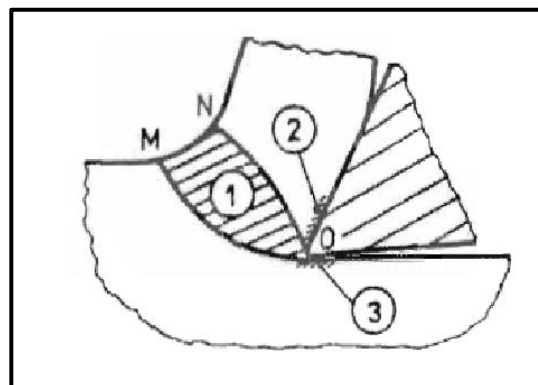


Mechanismus tvorby třísky

Při třískovém obrábění vniká břit nástroje do materiálu obrobku. Materiál odřezávané vrstvy je namáhán a deformován. Velikost deformací a namáhání odřezávané vrstvy jsou závislé na druhu a vlastnostech obráběného materiálu. K deformacím dochází zejména v primární oblasti **OMN**, dále na čele nástroje a částečně je materiál deformován na obrobené ploše hřbetem nástroje.

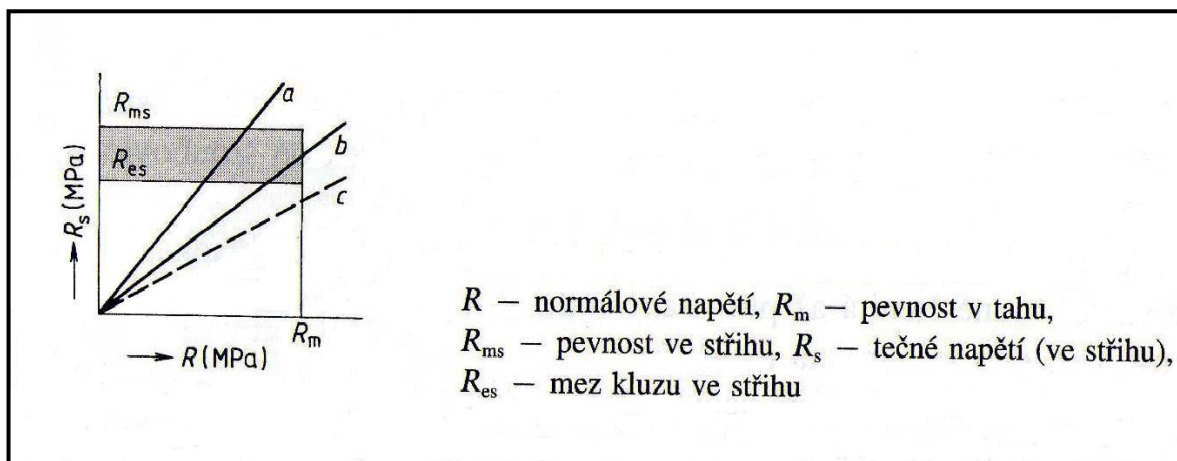
Obr. č. 33: Oblast plastických deformací

1. Oblast primárních plastických deformací
2. Oblast sekundárních plastických deformací
3. Oblast terciárních plastických deformací



Způsob odřezávání třísky závisí na poměru pevnosti v tahu R_m a ve smyku R_{ms} obráběného materiálu.

Obr. č. 34: Způsoby namáhání odřezávané vrstvy

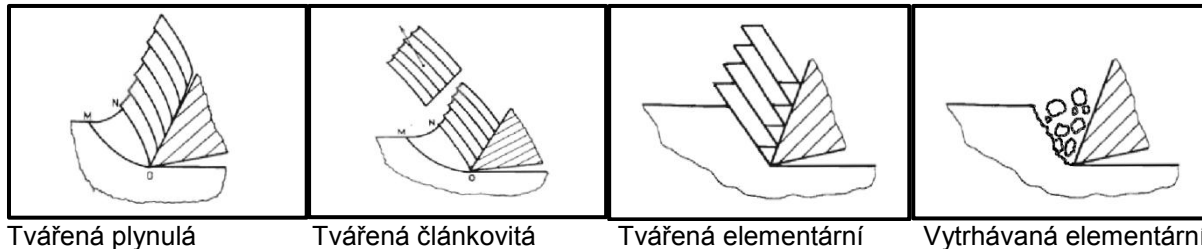


Druhy třísek:

- ✚ **Tvářená plynulá** tříska je soudržná, celistvá, tvářená plastickým kluzem. Tříska je na čele hladká, na vnější straně je drsná. Vzniká při namáhání podle přímky **a**. Je typická pro houževnaté kovové materiály, oceli, slitiny hliníku a mědi.
- ✚ **Tvářená článkovitá** tříska je na čele hladká, na vnější straně je členitá až pilovitá. Snadno se láme na menší kusy.
- ✚ **Tvářená elementární** tříska je tvářená jen částečně, na čele je drsná. Je typická pro křehké materiály, litinu a bronz.
- ✚ **Vytrhávaná elementární** tříska není tvářena vůbec. Materiál je odtržen, tříska vzniká štěpením. Je typická pro dřevo, sklo, lité horniny či plasty.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 35: Druhy třísek.



Tvářená plynulá

Tvářená článkovitá

Tvářená elementární

Vytrhávaná elementární

Vlivem plastických deformací se mění průřez odřezávané vrstvy. Zvětšuje se průřez třísky oproti průřezu odřezávané vrstvy, délka třísky je naopak menší než délka odřezávané vrstvy. Tomuto jevu říkáme **pěchování třísky**. Poměr objemu odřezaných třísek k objemu odřezávaného materiálu vyjadřuje **objemový součinitel třísek K_{Vo}** .

$$K_{Vo} = \frac{V_t}{V_m} \quad [>1]$$

kde:

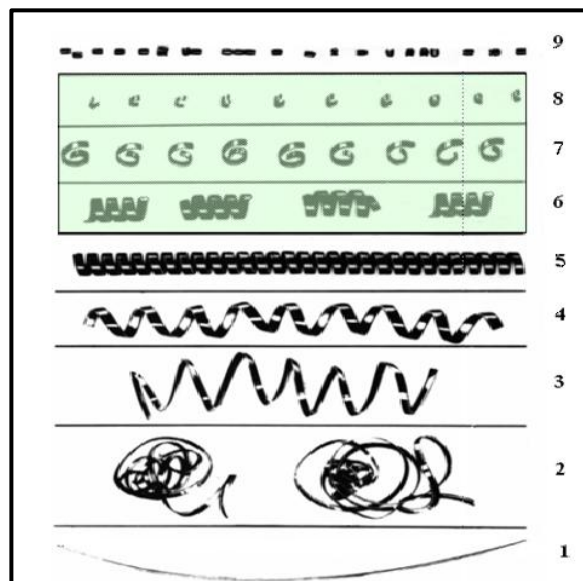
K_{Vo} je objemový součinitel třísek
 V_t je objem třísek
 V_m je objem odřezaného materiálu

Odebrané třísky zaujímají značný objem, je proto nutné volit takové podmínky obrábění, aby byl objemový součinitel třísek K_{Vo} co nejmenší. Hodnotu K_{Vo} je možné zmenšit:

- ✚ Volbou vhodného materiálu
- ✚ Změnou geometrie nástroje
- ✚ Změnou řezných podmínek
- ✚ Použitím utvařečů třísek

Obr. č. 36: Tvary třísek

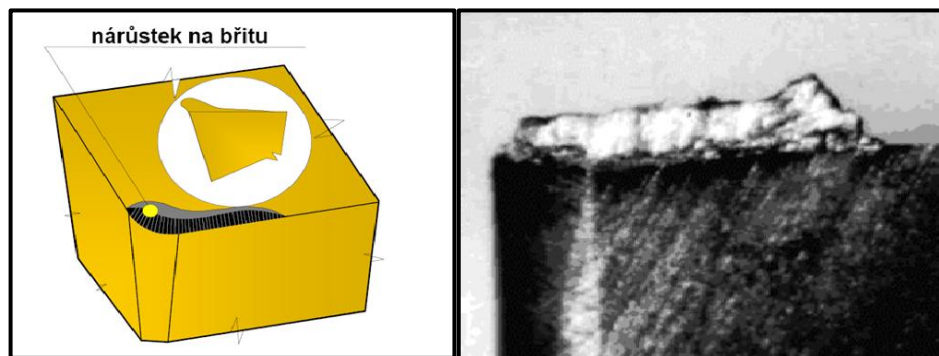
1. Stučková
 2. Stučková svinutá
 3. Stučková vinutá
 4. Vinutá dlouhá volně
 5. Vinutá dlouhá těsně
 6. Vinutá krátká
 7. Obloukovitá
 8. Článkovitá
 9. Elementární
- } optimální tvary třísek



Tvorba nárůstku

Třísky odcházející z místa řezu se otírají vysokým tlakem o čelo nástroje, vznikají vysoké teploty a část odcházejícího materiálu se díky adhezi navaří k čelu nástroje. Tato navařená vrstva tvoří nárůstek, který nepříznivě ovlivňuje proces obrábění. Mění geometrii břitu, je tvrdý a pevný a zhoršuje jakost obrobené plochy, zvyšuje velikost řezných sil. Část nárůstku se pravidelně odtrhává, pokud se odtrhne celý, vylomí se zpravidla i část břitu. Negativní vliv nárůstku lze zmírnit vhodným chladícím prostředím s přídavkem maziva pro snížení tření.

Obr. č. 37: Nárůstek



Vznik tepla a teplota řezání

Většina mechanická práce vynaložená na změnu odřezávané vrstvy v třísku se přemění na teplo. Vysoká teplota (na špičce nástroje až 1000°C) má nepříznivý vliv na opotřebení nástroje, na přesnost obrábění i na jakost obrobené plochy.

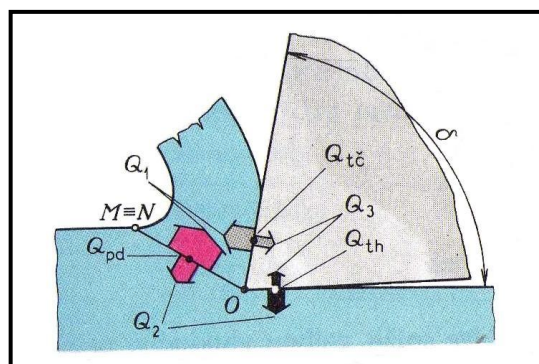
Teplo vzniká zejména:

- + V oblasti primárních plastických deformací (obr.č.33) přeměnou práce plastických deformací Q_{pd}
- + Třením třísky o čelo nástroje Q_{tc}
- + Třením hřbetu nástroje o obrobenou plochu Q_{th}

Z místa řezu je teplo odváděno:

- + Třískou Q_{tr} (Q_1)
- + Obrobkem Q_o (Q_2)
- + Nástrojem Q_n (Q_3)
- + Vyzářením do okolí Q_{pr}

Obr. č. 38: Vznik a odvod tepla z místa řezu

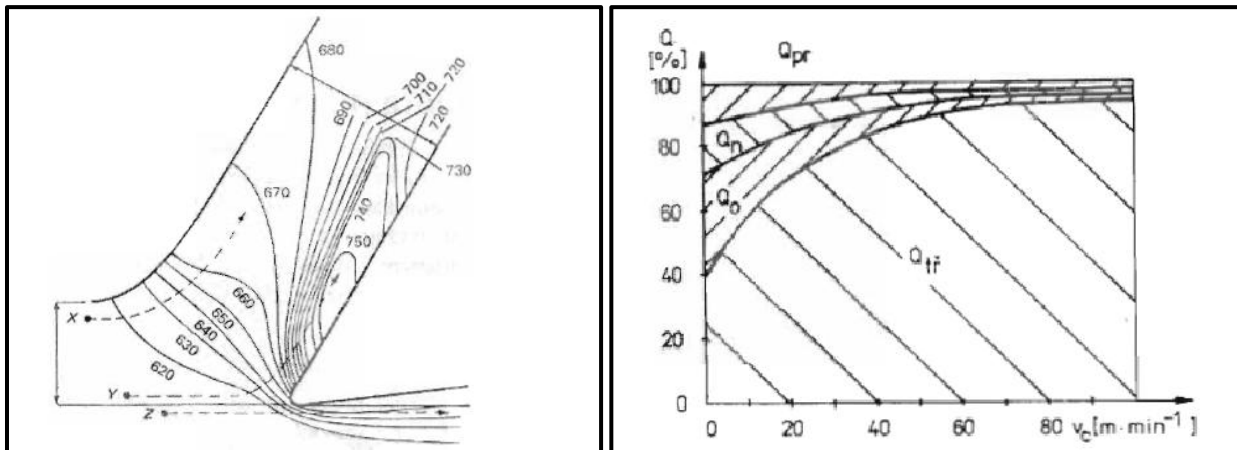


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rovnice tepelné bilance udává vztah mezi vzniklým teplem a teplem z místa řezu odváděným:

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

Obr. č. 39: Příklad rozložení teplot v tříске a obrobku a rozložení odvodu tepla v závislosti na řezné rychlosti



Q_{tf} je teplo odvedené do třísky
 Q_o je teplo odvedené do obrobku
 Q_n je teplo odvedené do nástroje
 Q_{pr} je teplo odvedené do prostředí

Teplota řezání ϑ se určuje jako střední teplota styčné plochy čela s třískou. Překročení přípustných hodnot teploty řezání snižuje tvrdost bříty, nástroj ztrácí schopnost řezat a narůstá jeho opotřebení. Nepříznivý vliv tření a tepla lze snížit použitím vhodného prostředí, které má mít účinek chladící mazací.

Řezné kapaliny podle chemického složení rozdělujeme na:

- ✚ Vodné roztoky
- ✚ Vodní emulze
- ✚ Řezné oleje
- ✚ Syntetické kapaliny aj.

Opotřebení nástroje

Během procesu obrábění dochází k postupnému otupování nástroje, kdy se zvětšuje poloměr zaoblení ostří, zhoršuje se drsnost plochy čela i hřbetu a mění se geometrie bříty.

K opotřebení bříty nástroje dochází:

- ✚ Otěrem stykových ploch nástroje
- ✚ Plastickou deformací povrchu bříty
- ✚ Narušením ostří křehkými lomy

Abychom určili míru optimálního opotřebení nástroje, zavádíme pojem trvanlivost bříty.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Trvanlivost břítu T je doba, po kterou nástroj pracuje od naostření do přípustného otupení. Je závislá na řezné rychlosti a platí pro ni vztah:

$$T = \frac{C_T}{v^m} \quad [\text{min}]$$

Kde:

C_T je konstanta, součinitel trvanlivosti
 v je řezná rychlost
 m je exponent určený experimentálně

Pokud známe trvanlivost T_1 pro řeznou rychlost v_1 , můžeme určit trvanlivost T_2 pro novou řeznou rychlost v_2 ze vztahu:

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^m \quad [\text{min}]$$

Obrobitelnost materiálu

Souhrn technologických vlastností obráběného materiálu, jako chemické složení, struktura, mechanické a tepelné zpracování, dále způsob obrábění, druh řezného materiálu, geometrie břítu, řezné podmínky či prostředí řezání, nazýváme souhrnně pojmem obrobitelnost.

Stupeň obrobitelnosti i_o posuzujeme především podle řezné rychlosti jako poměr řezné rychlosti obráběného materiálu k řezné rychlosti etalonu při trvanlivosti $T=60 \text{ min}$.





$$i_o = \frac{v_{60}}{v_{60\text{etalonu}}} \quad [1]$$

Kde:

v_{60} je řezná rychlost obráběného materiálu při trvanlivosti $T=60 \text{ min}$
 $v_{60\text{etalonu}}$ je řezná rychlost etalonu při trvanlivosti $T=60 \text{ min}$

Podle obrobitelnosti dělíme materiály do čtyř skupin **a, b, c, d**.

Zařazení materiálů do tříd obrobitelnosti:

-  a – litiny a nekovové materiály
-  b – oceli a oceli na odlitky
-  c – těžké neželezné kovy a jejich slitiny
-  d – lehké neželezné kovy a jejich slitiny

V každé skupině dále dělíme materiály do dvaceti tříd 1 až 20, kde třída 1 jsou materiály nejhůře obrobitelné, třída 20 jsou materiály obrobitelné nejlépe. Pouze u broušení používáme dělení do deseti tříd. Jako etalony jsou pro jednotlivé skupiny určeny třídy **11a, 14b, 12c** a **12d**. stupeň obrobitelnosti pro ostatní třídy je odstupňován geometrickou řadou s koeficientem q .

$$q = \sqrt[10]{10} = 1,26.$$

Řezné podmínky obráběného materiálu stanovíme vynásobením tabulkových hodnot stupněm obrobitelnosti pro daný materiál.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad č. 2:

Určete řeznou rychlost pro soustružení mat. 11 600.1, jsou-li dány tyto podmínky:
Materiál nástroje P 10, hloubka řezu $a=3\text{mm}$, poloměr špičky $r_\epsilon=1\text{mm}$, drsnost $Ra 1,6$.

Pro daný materiál je určena tabulková hodnota řezné rychlosti
 $v=203\text{ m/min}$

Z tabulek dále určíme obrobitelnost mat. 11 600.1
Obrobitelnost 12b

Pro třídu 12b je opravný koeficient pro řeznou rychlost
 $K_{v1}=0,63$

Skutečnou řeznou rychlost v_{skut} pro mat. 11 600.1 stanovíme vynásobením tabulkové hodnoty řezné rychlosti v_{tab} opravným koeficientem K_{v1}

$$v_{skut} = v_{tab} \cdot k_{v1} = 203 \cdot 0,63 = 127,89 \cong 128 \text{ m/min}$$

Skutečná řezná rychlost pro zadané podmínky obrábění materiálu 11 600.1 bude 128 m/min.

Otázky a úkoly k procvičení tématu:

- 1) Popiš jednotlivé plochy na obrobku.
- 2) Definuj hlavní části řezného nástroje.
- 3) Zakresli a popiš oblasti plastických deformací při odřezávání materiálu.
- 4) Vyjmenuj druhy třísek.
- 5) Co je nárůstek a jak vzniká?
- 6) Zakresli a popiš vznik a odvod tepla z místa řezu.
- 7) Vysvětli pojem trvanlivost nástroje.
- 8) Vysvětli vztah trvanlivosti a řezné rychlosti.
- 9) Vysvětli pojem obrobitelnost.
- 10) Jak dělíme materiály podle stupně obrobitelnosti?
- 11) Kolik známe tříd obrobitelnosti?
- 12) Vyhledej ve strojnických tabulkách materiály s různou obrobitelností a urči pro ně opravný koeficient pro řeznou rychlost pro různé způsoby obrábění.