

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

12. Broušení

Broušení patří mezi operace třískového obrábění. Brusný nástroj je složen z velkého množství brusných zrn spojených pojivem. Brusná zrna nemají přesně definovaný geometrický tvar a na každém můžeme určit jiné řezné úhly. Při broušení je v záběru současně velké množství břitů, které odebírají třísky velmi malých průřezů. U většiny zrn je záporný úhel čela γ a úhel břítu β je zpravidla větší než 90° . Třísky jsou proto z obráběného materiálu spíše vytrhávány velkou řeznou rychlostí nástroje. To vede k vzniku velkého množství tepla.

Broušením dosahujeme velmi kvalitního povrchu obráběné plochy, proto se používá jako dokončovací metoda obrábění rovinných, válcových a tvarových ploch vysoké přesnosti a jakosti povrchu. Broušením můžeme obrábět všechny druhy materiálů i materiály velice tvrdé a vysoce pevné.

Brusné nástroje

Brusné nástroje jsou složeny z brusiva, pojiva a pórů ve vhodném poměru. Jako brusné nástroje používáme:

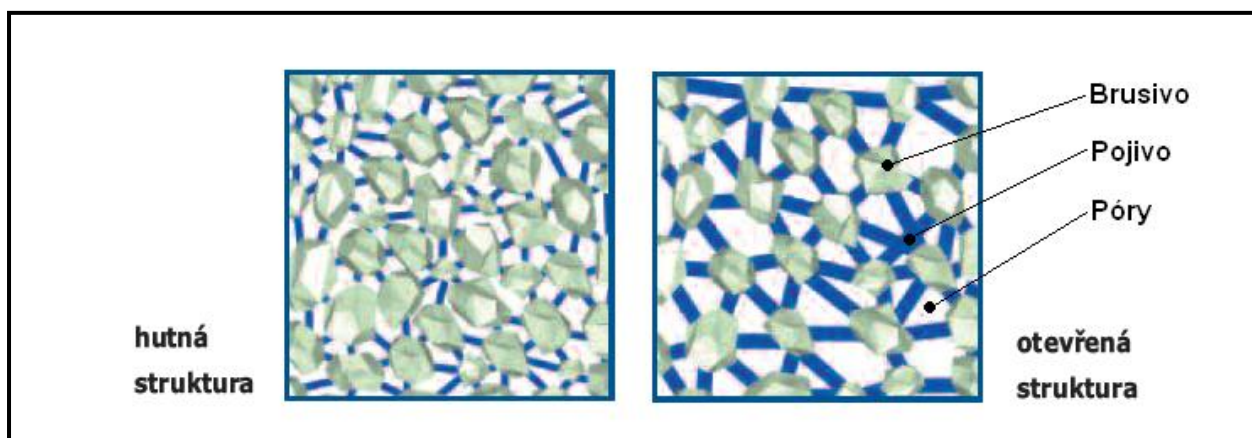
- ✚ Brousící kotouče
- ✚ Brousící tělíska
- ✚ Brusné segmenty
- ✚ Brousící kameny
- ✚ Brusné pásy
- ✚ Brusná plátna a papíry
- ✚ Honovací a superfinišovací brusné kameny apod.



Obr. č. 88: Brusné nástroje

Kromě toho můžeme použít i volné brusivo zpravidla rozptýlené v brusné či lešticí pastě, kde nástroj nahrazujeme přítlačnou deskou, trnem, pryžovým či textilním rotačním kotoučem apod.

Obr. č. 89: Struktura brusného kotouče



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Brousící kotouče jsou nejpoužívanější brusné nástroje. Vyrábějí se různých tvarů a velikostí. Brusný kotouč je charakterizován:

- ✚ Typem kotouče
- ✚ Druhem brousícího materiálu
- ✚ Zrnitostí
- ✚ Tvrdostí
- ✚ Strukturou
- ✚ Druhem pojiva
- ✚ Maximální řeznou rychlostí

Typ kotouče je dán jeho tvarem a rozměrem. Tvar a rozměr kotouče volíme podle tvaru broušené plochy, jejich rozměry jsou normalizovány.

Brusné materiály používané k výrobě brusných zrn dělíme na přírodní a umělé.

Přírodní brusné materiály:

- ✚ Granát – *G*
- ✚ Smirek – *S*
- ✚ Pazourek – *P*

Umělé brusné materiály:

- ✚ Umělý korund Al_2O_3 – 99A, 98A, 96A, 85A
- ✚ Karbid křemíku SiC – 49C, 48C
- ✚ Karbid bóru B_4C - *B*
- ✚ Kubický nitrid bóru N_2B_3 - *BN*
- ✚ Diamant umělý i přírodní - *D*

Velikost zrna je udávána číslem, které odvozujeme od velikosti oka síta, kterým zrno projde při třídění. Počet ok síta na jeden palec se pohybuje od 4 ok u hrubých sít až po 1200 ok na palec u velmi jemných sít. Podle toho rozlišujeme zrna:

- ✚ Hrubá – zrnitosti 4 až 24
- ✚ Střední – zrnitost 30 až 60
- ✚ Jemná – zrnitost 70 až 180
- ✚ Velmi jemná – zrnitost 220 až 1200

Tvrdost kotouče je definována jako odpor zrna proti vylomení. Je dána druhem a obsahem pojiva. Označujeme jí písmeny *A* pro nejměkčí kotouče až *Ž* pro kotouče nejtvrďší.

Obr. č. 90: Stupeň tvrdosti brousící kotouče

A – D	maximálně měkký
E – G	velmi měkký
H – K	měkký
L – O	střední tvrdost
P – S	tvrdý
T – Ž	maximálně tvrdý

Pojivo spojuje brusná zrna do požadovaného tvaru brusného kotouče. Druh pojiva navíc ovlivňuje i maximální povolenou obvodovou rychlost kotouče. Rozlišujeme pojiva:

- ✚ Keramická – *V*
- ✚ Pryžová – *R*
- ✚ Pryžová s textilní výztuží – *RF*
- ✚ Šelaková – *E*
- ✚ Magnezitová – *Mg*
- ✚ Silikátová – *J*
- ✚ Umělá pryskyřice s textilní výztuží – *BF*
- ✚ Kovová

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Struktura kotouče je funkcí vzdálenosti brusných zrn a počtu pórů. Je značena čísly 1 pro nejhutnější až 18 pro zvlášť pórovitě kotouče.

1 až 4	hutná
5 až 7	normální
8 až 11	pórovitá
12 až 18	velmi pórovitá

Obr. č. 91: Struktura brousící kotouče

Obvodová rychlost kotouče se volí co nejvyšší, nesmí však překročit hranici, při které může dojít k jeho roztržení. Je závislá především na druhu pojiva.

Příklad označení brusného kotouče:

Typ kotouče 1 – 200 x 40 x 76 – A 54 N 6 V – 40m·s⁻¹

Kde:

- 200 je průměr kotouče v mm
- 40 je šířka kotouče v mm
- 76 je průměr upínací díry
- A je materiál brusiva
- 54 je velikost zrna
- N je tvrdost
- 6 je struktura
- V je pojivo

Obr. č. 92: Brousící kotouče



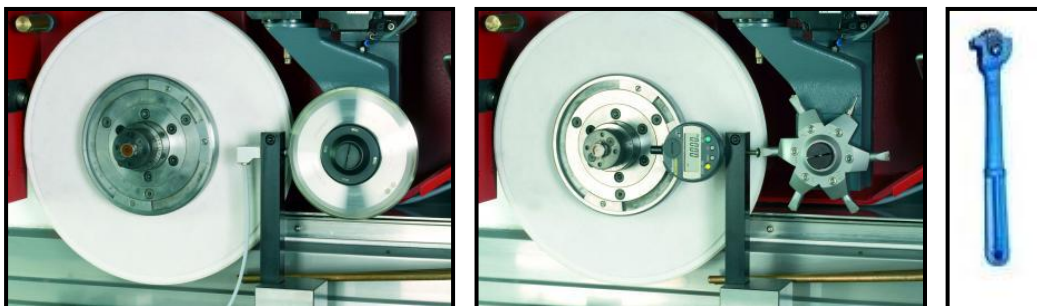
Upínání brousících kotoučů se provádí pomocí přírub za díru kotouče nebo ztmelněním v přírubě. Vždy je třeba dbát na křehkost kotouče a na jeho vyvážení.

Orovnáním brousícího kotouče odstraníme opotřeбенá zrna a nerovnost kotouče. K orovnávaní používáme:

- ✚ Diamantové orovnávače
- ✚ Drtící orovnávací nástroje kolečkové či kladkové
- ✚ Orovnávací kameny
- ✚ Kontinuální orovnávače

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

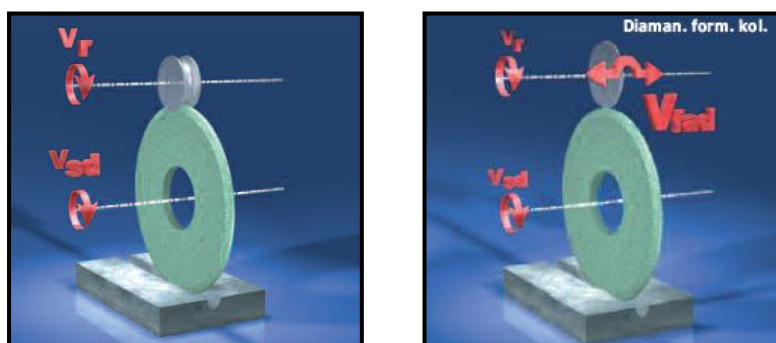
Obr. č. 93: Orovnávání kotoučů diamantovým kotoučem, hvězdou, ruční drtící orovnávací nástroj.



Použitím vhodné rotující orovnávací kladky získá brousící nástroj potřebný profil. Diamantová orovnávací kladka orovnává brousící kotouč:

- ✚ zapichovacím způsobem
- ✚ kopírovacím způsobem

Obr. č. 94: Princip orovnávání brousících kotoučů rotujícím diamantovým kotoučem zapichovacím a kopírovacím způsobem.



Stroje pro broušení

Operace broušení provádíme na bruskách. Podle druhu operace je rozdělujeme na:

- ✚ Hrotové brusky
- ✚ Brusky na díry
- ✚ Bezhruté brusky
- ✚ Rovinné brusky
- ✚ Brusky nástrojařské
- ✚ Pásové brusky
- ✚ Speciální brusky

Hrotové brusky slouží k broušení rotačních ploch součástí upnutých mezi hroty. Můžeme brousit plochy válcové, kuželové i tvarové zápichovým nebo axiálním broušením.

Brusky na díry používáme k broušení vnitřních rotačních ploch válcových, kuželových i tvarových. Obrobek je upnutý ve sklíčidle a otáčí se, nástroj se otáčí vysokou řeznou rychlostí a zároveň se posouvá po broušené ploše.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Bezhraté brusky jsou opatřeny dvěma vřeteníky, na jednom je kotouč brousící a na druhém podávací. Mimoběžné osy vřeteníků vyvolávají posuvný pohyb obrobku. Metoda je vhodná pro broušení vnějších i vnitřních rotačních ploch v sériové a hromadné výrobě.

Rovinné brusky brousí rovinné plochy obvodem nebo čelem brusného kotouče. Obrobek se nejčastěji upíná na magnetický upínací stůl.

Nástrojařské brusky se používají pro ostření řezných nástrojů. Jejich provedení a konstrukce se liší podle použití, např. speciální nástrojařské brusky na ostření soustružnických nožů, vrtáků, pil, závitníků aj.

Pásové brusky používají jako nástroj brusný pás. Jsou velmi výkonné a lze na nich brousit plochy rovinné, rotační i tvarové.

Speciální brusky jsou konstrukčně řešeny zpravidla na jeden druh operace jako broušení závitů, ozubených kol apod.

Obr. č. 95: Bruska rovinná, kotoučová, hrotová, bezhraté broušení, nástrojařská pětiosá, pásová, ostříčka vrtáků, bruska pilových kotoučů.



Řezné podmínky při broušení

Řezná rychlost je dána obvodovou rychlostí brusného kotouče. Podle způsobu broušení a druhu pojiva se volí od $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pro běžné keramická pojiva až po $120 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pro kotouče s pryskyřičným pojivem vyztužené skelnými vlákny.

Podélný posuv obrobku odvozuje se z šířky brusného kotouče. U rotačního broušení od 0,3 po 0,5 násobek, u rovinného broušení až 0,7 násobek šířky brusného kotouče.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Radiální přísuv kotouče do řezu se volí do 0,1 mm při hrubování, při broušení na čisto je přísuv maximálně 0.01 mm na zdvih. Pro zpřesnění obrobene plochy a vyrovnání nerovností se může obrobek v závěru ještě přebrousit bez přísuvu nástroje.

Otázky a úkoly k procvičení tématu:

1. Jaké používáme brusné nástroje?
2. Z čeho jsou složeny brusné nástroje?
3. Nakresli a popiš strukturu brusného kotouče.
4. Čím je charakterizován brusný kotouč?
5. Jaké materiály používají k výrobě brusných zrn?
6. Jak rozdělujeme brusky podle druhu operace?
7. Jaké řezné podmínky volíme při broušení?