

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Broušení

Broušení řadíme mezi dokončovací operace, které vedou ke zlepšení jakosti, větší přesnosti a zlepšení geometrického tvaru. Broušením můžeme obrábět všechny plochy, které se dají vyrobit jedním ze způsobu obrábění.

Kinematika řezného pohybu

Hlavní pohyb: je pohyb rotační a vykonává ho nástroj

Vedlejší pohyb je: - **posuv**, který udává, jakou dráhu urazí nástroj vůči obrobku za otáčku

- **přísuv**, který udává tloušťku třísky.

Oba pohyby jsou přímočaré a bude je provádět nástroj nebo obrobek podle typu stroje a obráběné plochy.

Nástroj

Nástroj pro broušení je brousící kotouč, který se skládá z ostřiva a pojiva. Ostřivo je tvořeno brusnými zrnny, které jsou nerovnoměrně rozmístěny po obvodu brusného kotouče.

Základní typy brusných kotoučů jsou zahrnuty v ČSN



U brusných kotoučů určujeme:

1) Brusivo: a) přírodní – toto brusivo tvoří křemen, smírek a korund

b) umělé – toto brusivo tvoří **umělý korund**, který se používá pro broušení měkkých a houževnatých materiálů jako je ocel. Podle zabarvení rozlišujeme korund hnědý (pro tepelně neupravené oceli), bílý (pro oceli do HRC 60), růžový (pro nízko a středně legované oceli) a **karborundum**, který se používá pro broušení tvrdého materiálu jako je litina, SK, KM, sklo.

2) Zrnitost – se určuje podle velikosti síta, kterým zrna propadnou. Síta se označují arabskými číslicemi. Zrna se vyrábějí drcením v drticích strojích.

Volba zrnitosti : - **hrubá zrna** – používají se pro hrubování a velký výkon

- **jemná zrna** – používají se pro hlazení a malý výkon

3) Tvrdost – tvrdost brusného kotouče je dána pevností spojení pojiva a brusiva tzn., že nám určuje, jak velkou sílu potřebujeme k vyloupnutí jednoho zrna. Tvrdost brusného kotouče se značí písmeny velké abecedy E – Z.

Volba tvrdosti : - **měkké kotouče** se volí pro broušení těžkoobrobitelných materiálů s velkou stykovou plochou

tvrdé kotouče se volí pro lehkobrobitelné materiály a velké stykové plochy

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tabulka tvrdosti

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

4) Pojivo – může být anorganické nebo organické.

Anorganické tvoří: **a) keramické pojivo** – tvoří 75 % všech brusných kotoučů. Tyto kotouče jsou tvrdé, křehké, choulivé na rázy, ale jsou odolné proti atmosférickým vlivům a dobře snášejí teplo. Jsou tvořeny z křemene, živce a jílu

b) magnezitové pojivo – je citlivé na vlhkost, proto se bude používat pouze pro broušení za sucha

c) silikátové – je založeno na bázi vodního skla, proto je odolné proti vlhkosti

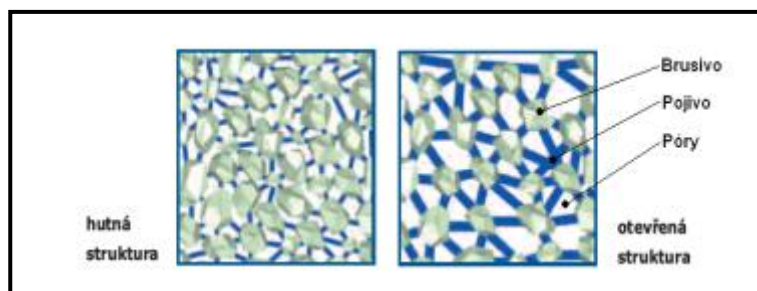
Organické tvoří: pryž, šelak a bakelit. Pryž a šelak nejsou odolné proti vysokým teplotám, proto se nesmí přehřívat

5) Strukturu brusného kotouče - se volí podle prostorového uspořádání brusných zrn, pojiva a pórů. U pórovité struktury jsou póry větší než u hutné struktury. Struktura se označuje arabskými číslicemi od 1-15 (1- velmi hutná struktura, 15 - velmi pórovitá struktura).

Volba struktury : - **hutná struktura** se používá pro hladké, velmi tvrdé materiály a malé stykové plochy

- **pórovitá struktura** se používá pro houževnaté materiály, velké stykové plochy a pro materiály, které se nesmějí při broušení zahřívat (např. kalená ocel)

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



Příklad označení brusného kotouče:

300 x 40 x 120 A99 46 J 9 V

300 x 40 x 120rozměr kotouče

A99 brusivo

46 zrnitost

J tvrdost

9 struktura

V pojivo

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stroje pro broušení

Stroje pro broušení jsou brusky. U těchto strojů vyžadujeme především pevnost uložení vřetene a klidný chod bez rázů a chvění.

Rozdělení :

- **Hrotové brusky**
- **Brusky na díry**
- **Bezhroté brusky**
- **Rovinné brusky**
- **Brusky nástrojařské**
- **Pásové brusky**
- **Speciální brusky**

Brusky hrotové

Používají se pro obrábění vnějších i vnitřních rotačních ploch. Obrobek je upnut mezi dva hroty. Stroj se skládá z těchto hlavních částí: lože, z brousícího a pracovního vřeteníku, pracovního stolu, koníku a příslušenství.

a) bruska s posuvným pracovním vřeteníkem – používá se pro obrábění součástí menších rozměrů. Pracovní stůl spolu s obrobkem vykonává posuv a obrobek se otáčí, brousící kotouč se otáčí a přisouvá k obrobku. Pracovní vřeteník je otočný o 90° , čehož se využívá při broušení kuželových ploch. Brousící vřeteník se může rovněž natáčet o $6 - 10^\circ$.

b) bruska s posuvným brousícím vřeteníkem – používá se k broušení těžkých součástí větších rozměrů. Brousící vřeteník vykonává všechny pohyby tzn. pohyb rotační, podélný (posuv), přísmuv a obrobek upnutý mezi hroty vykonává pouze pohyb rotační

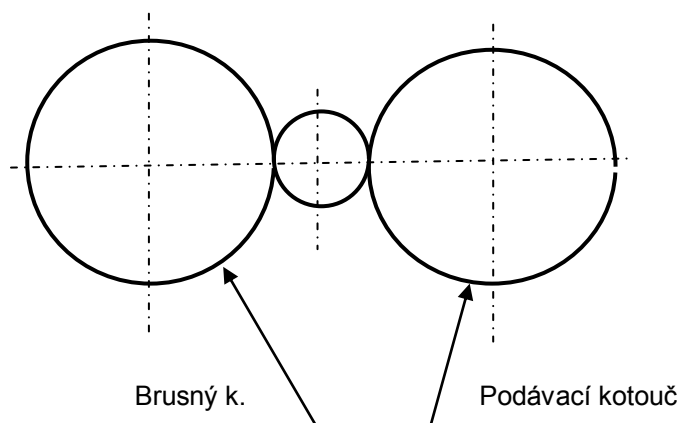
Brusky bezhroté

Tyto brusky mají dva vřeteníky a to brousící a podávací. Každý vřeteník má svůj elektromotor. Brousící vřeteník má otáčky konstantní, vřeteník podávacího nástroje je má měnitelné. U těchto brusek se používá dvou základních způsobů broušení: průběžné a zapichovací.

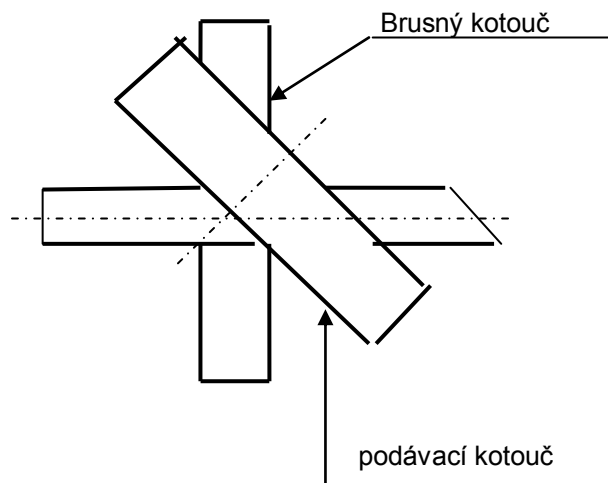
Průběžné broušení – u tohoto způsobu prochází obrobek po vedení mezi oběma kotouči. Podélný posuv vzniká natočením osy podávacího kotouče o určitý úhel ($\alpha = 1 - 5^\circ$). Tímto způsobem se brousí hladké obrobky – tyče, válečky, kroužky, trubky, hřídele.

Zapichovací broušení – u tohoto způsobu se podávací kotouč posouvá kolmo na osu obrobku. Tímto způsobem se brousí součásti, které nelze brousit průběžně, jako jsou např. součásti s nákrůžkem nebo hlavami, kuželové a tvarové plochy, které nemají středící dírky.

Obr. Zapichovací broušení



obr. Průběžné broušení



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Brusky na díry

a) bruska s otáčejícím se obrobkem – tyto brusky jsou vhodné pro broušení souměrných součástí s vnějším rotačním povrchem. Pracovní posuv vykonává obrobek nebo nástroj podle rozměru a hmotnosti obrobku.

b) brusky s planetovým pohybem brousícího kotouče – tyto stroje slouží k broušení děr v rozměrných obrobích nepravidelného tvaru. V tomto případě veškeré pohyby vykonává nástroj a je to pohyb rotační, kolem své osy a kolem daného průměru a zároveň vykonává pohyb posuvný, který je rovnoběžný s osou otvoru.

Brusky rovinné

Podle způsobu práce se rozdělují na **brusky pracující obvodem brusného kotouče** a **brusky pracující čelem brousícího kotouče**. Podle polohy osy vřeteny je dělíme na vodorovné a svislé. Na těchto bruskách lze brousit kromě ploch rovinných také plochy tvarové a vodící plochy. Tyto brusky mají většinou dva stojany, což jim zajišťuje dostatečnou tuhost a mají jeden až dva brousící vřeteníky.

Speciální brusky

Používají se pro broušení tvarových ploch, nebo na ostření nástrojů. Rozdělují se na **univerzální**, které slouží k broušení různých nástrojů a **speciální**, které slouží k broušení jednoho typu nástroje. Mezi speciální brusky řadíme taky stroje na broušení závitů a ozubení.

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.

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



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Práce na bruskách

1) Upnutí nástroje

- a) pomocí stopky
- b) za vnitřní průměr – provádí se pomocí přírub talířového tvaru. V přírubě jsou tělíska, která slouží k vyvažování kotouče. Před upnutím je třeba zkontrolovat brousící kotouč poklepem.

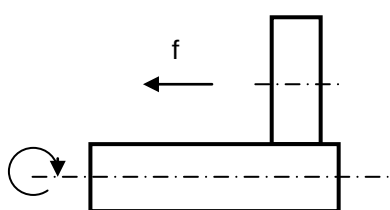
2) Upínání obrobků

- a) pomocí sklíčidla a kleštin – pro kratší rotační součásti
- b) mezi hroty – pro dlouhé rotační součásti
- c) na magnetickou desku – pro rovinné plochy
- d) do kleštin a sklíčidla – pro broušení vnějších i vnitřních rotačních ploch

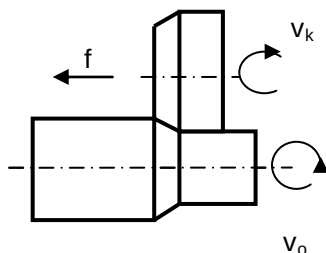
3) Broušení vnějších válcových ploch

- a) **podélným posuvem** – tento způsob se používá pro dlouhé obrobky, rychlost brusného kotouče je asi 100x větší než obrobku
- b) **zapichovacím způsobem** – tento způsob se používá pro krátké tuhé obrobky, celý přídavek se odebere najednou.
- c) **zapichovací způsob** – u tohoto způsobu se brusný kotouč posouvá kolmo na osu obrobku a je vždy širší než broušená plocha

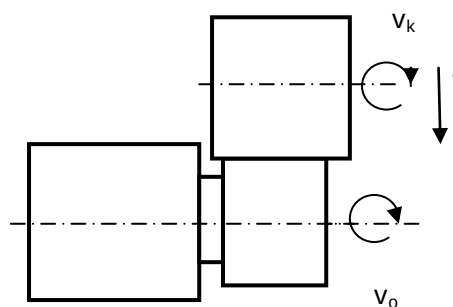
obr. a) podélný posuv



b) hloubkové broušení



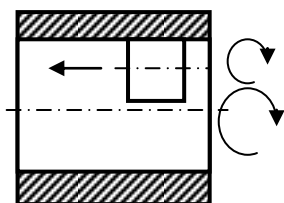
c) zapichovací zp.



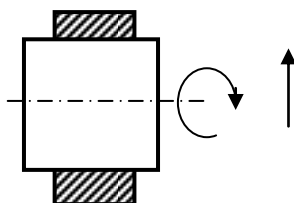
4) broušení vnitřních válcových ploch

- a) **vnitřní broušení s podélným posuvem** – je to obdoba vnějšího broušení, obrobek je upnut do sklíčidla nebo kleštiny
- b) **zapichovací způsob** – je to obdoba vnějšího broušení, i v tomto případě musí být kotouč širší než broušená plocha
- c) **planetové broušení** – tento způsob se používá pro broušení rozměrných, nesouměrných součástí, které nejdou upnout do sklíčidla. Veškeré pohyby musí vykonávat nástroj tzn. pohyb rotační kolem své osy, kolem určitého průměru, posuv a přísuv

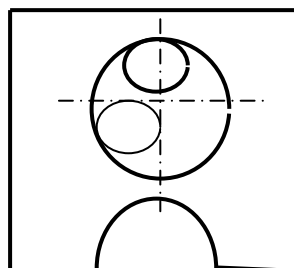
a) podélný posuv



b) zapichovací zp.



c) planetové broušení



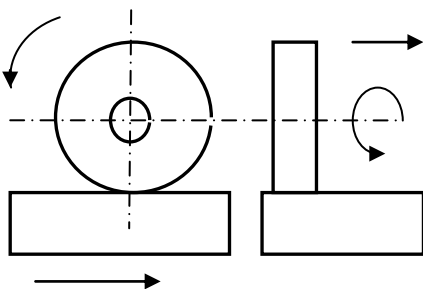
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5) Broušení rovinných ploch

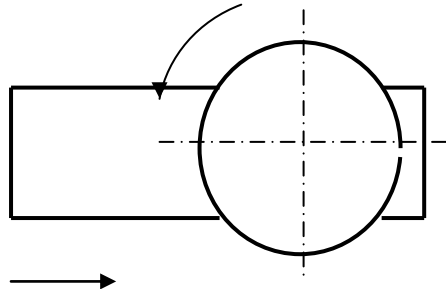
a) broušení obvodem brusného kotouče – tento způsob je přesnější, šířka kotouče je malá, a proto nedochází k zahřívání obrobku a vznikající deformace jsou malé.

b) broušení čelem brusného kotouče – tento způsob je vhodnější pro broušení širších ploch, je výkonnější, ale méně přesný, a proto se používá pro hrubování

a) broušení obvodem brusného kotouče



b) broušení čelem brusného kotouče



6) Broušení tvarových ploch

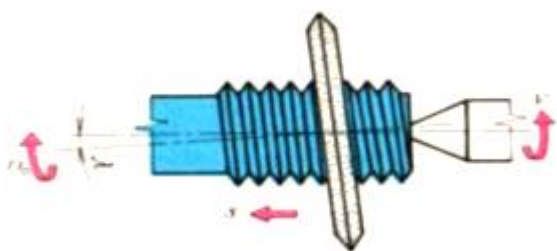
Provádí se tvarovými kotouči, které se vyrábějí podle šablony. Tímto způsobem se brousí např. střížníky, střížnice, ozubená kola a závity

7) Broušení závitů

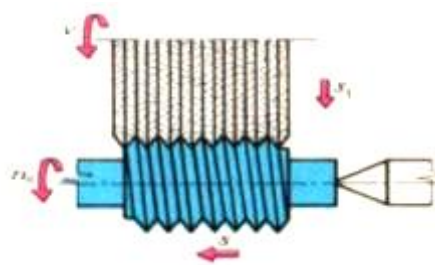
a) jednoduchým tvarovým kotoučem – tento kotouč má profil broušeného závitu a je nakloněn o úhel stoupání šroubovice. Obrobek upnutý mezi hroty se otáčí a zároveň posouvá ve směru své osy o jedno stoupání za otáčku. Brusný kotouč se bude otáčet a přisouvat do záběru vždy v krajní úvratí.

b) hřebenovým kotoučem - u tohoto způsobu se pracuje zapichovacím způsobem tak, že se závit vyrobí celý najednou. Kotouč má po obvodu radiální drážky profilu a rozteče broušeného závitu. Obrobek upnutý mezi hroty se posune ve směru své osy o jedno stoupání za otáčku. Brusný kotouč se otáčí a přisouvá do záběru ve směru kolmém k ose obrobku.

a) broušení jednoduchým kotoučem



b) broušení hřebenovým kotoučem



8) Broušení ozubených kol

Broušení se provádí dvěma způsoby: **dělicím a odvalovacím**.

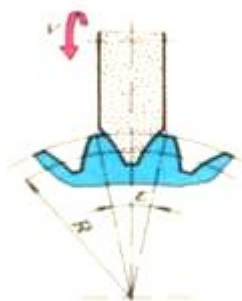
a) dělicí způsob – provádí se jedním nebo dvěma brusnými kotouči.

- jedním brousícím kotoučem brousíme oba boky zubů současně. Tento způsob je méně přesný.

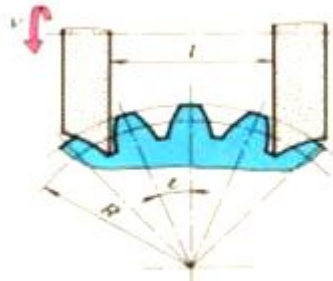
- broušení dvěma brousícími kotouči je přesnější a také výkonnější. Každý kotouč brousí jeden bok zubů, takže se snadno odstraňují nepřesnosti vzniklé frézováním.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

obr. broušení zubů tvarovým kot.

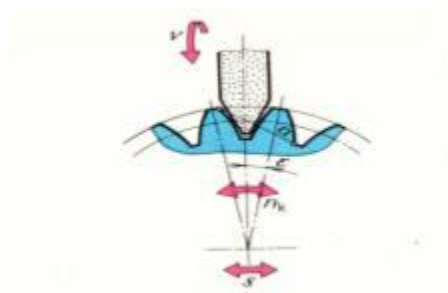


b) broušení zubů dvěma tvarovými kot.

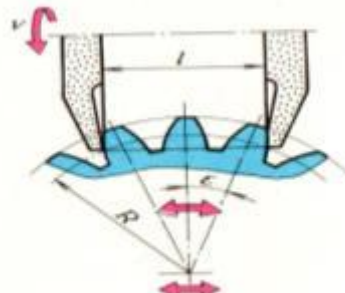


b) odvalovací způsob je přesnější a rozšířenější než dělící. Nejpoužívanější je broušení lichoběžníkovým kotoučem, kotoučem tvaru evolventního šneku a dvěma kotouči, které jsou buď skloněny, nebo postaveny kolmo.

obr. broušení lichoběžníkovým kotoučem



broušení dvěma kolmými kotouči



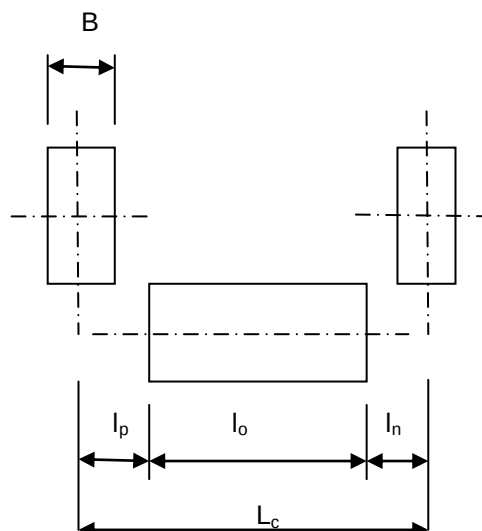
Řezné podmínky, řezná síla, výkon a strojní čas

Řezné podmínky tvoří:

- a) řezná rychlost** – volí se co největší, se zřetelem na pevnost kotouče. Udává se v m/s a vypočítá se ze vzorce $v = \pi \cdot D \cdot n$
- b) posuv** – volí se podle šířky brusného kotouče a určuje dráhu, kterou urazí nástroj vůči obrobku za jednu otáčku
- c) přísuv** – určuje hloubku třísky. Tento pohyb vykonává brusný kotouč pro projetí celé dráhy obrobku a to buď v jedné úvratí stolu nebo v obou úvratích.

Řezné podmínky budou záviset na:

- a) obrobitelnosti materiálu
- b) způsobu broušení
- c) požadované přesnosti
- d) materiálu nástroje





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

v..... rychlost posuvu stolu (mm.min⁻¹)

L_c.....celková délka (mm)

Délka náběhu a přeběhu l_n , l_p se určí stejně jako u frézování čelní frézou.

Obvodem brusného kotouče

$$t_{as} = \frac{2L_c}{v} \cdot \frac{B}{f_b} \cdot i \quad (\text{min})$$

$$L_c = l_n + l_o + l_p \quad (\text{mm})$$

L_c.....celková délka

v.....rychlost posuvu stolu (mm.min⁻¹)

B.....šířka dráhy nástroje (mm)

F_b.....boční posuv za zdvih (mm)

i.....počet záběrů

Délka náběhu a přeběhu l_n , l_p se určí stejně jako u frézování válcovou frézou.

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 používané k výrobě brusných zrn?
6. Jak rozdělujeme brusky podle druhu operace?
7. Jaké řezné podmínky volíme při broušení?



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 kurziva 11

Nadpisy – 3. úroveň – Arial tučný 11

Normální text – Arial 10