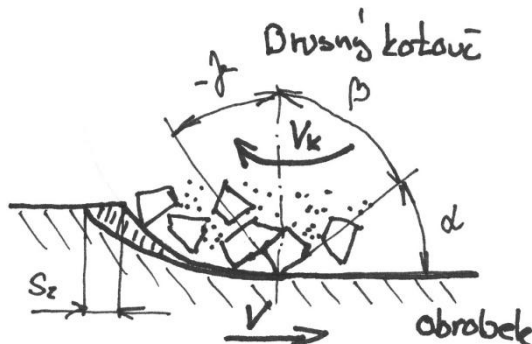


BROUŠENÍ

Podstata broušení



- Oddělování třísek – podobné jako u frézování – jen břity nástroje jsou tvořeny zrna brusiva – jsou nesterjnoměrně rozložené po obvodu kotouče – mají nesterjnoměrnou geometrii břitu
- Velikost zrn 0,3 až 3 mm, zrna mají většinou záporné úhly čela a velké úhly čela, pracují velkou řeznou rychlostí – 10 až 80 m/s, průřez třísky je velmi malý – 0,0001 až 0,002 mm²
- Velká řezná rychlost – velké zahřívání povrchu i odřezávaných třísek (nebezpečí vzniku trhlinek – hlavně u kalených součástí)
- Vzniku trhlinek zabráňujeme vhodnou volbou brusiva, vhodnými pracovními podmínkami a chlazením

Brusné kotouče

- Tvoří ho zrna brusiva spojené pojivem
- Malé kotouče jsou celé z nástrojového materiálu
- Velké kotouče – složené – brusná část
- nosná část – kovový kotouč

Volba brusného kotouče

Závisí:

- na vlastnostech broušeného materiálu – tvrdost, pevnost, houževnatost
- na druhu brusné operace – rovinné, válcové – vnější, vnitřní
- na podmínkách broušení
 - typ stroje, rychlost obvodová, posuvná

- styková plocha, způsob dotyku – kontinuální, přerušovaný)
- chlazení

Na kotouči je vyznačeno

300 x 40 x 127 A99 46 J 9V – 35 ms⁻¹

300 – průměr

40 - šířka

127 – průměr díry

A99 – materiál brusiva (umělý korund)

Brouscí materiály a jejich označení

Brouscí materiál		Označení
Bílý	Umělý korund	A99
Růžový		A98
Manganový		A98M
Hnědý		A96
Zirkonový		A97E
Mikrokrytalický		A97M
Polokřehký		A97P
Černý	Karbid křemíku	C48
Zelený		C49
Karbid boru		B
Kubický nitrid boru		BN
Kysličník hlinitý		K
Diamant		D
Kysličník ceričitý (Tecepol)		TC
Leštící čern		F

46 - zrnitost

Zrnitost kotoučů

- určen měrným rozměrem zrna
- rozměr zrna – určen délkovými rozměry (délka, šířka, výška) rovnoběžnostěnu opsaného zrna
- měrný rozměr zrna – šířka
- zrnitost určena číslem – čím jemnější, tím vyšší číslo

Pro volbu zrnitosti platí:

- Volíme dle předepsané drsnosti broušeného povrchu
- Čím větší úběr, tím hrubší zrno

- Pro velké styčné plochy mezi kotoučem a obrobkem a velké řezné rychlosti volíme hrubší zrno
- Čím menší zahřátí můžeme připustit (kalená ocel), tím jemnější zrno

J Tvrdost kotouče

- Odolnost zrn proti vydrolování
- Volíme dle broušeného materiálu a způsobu
- Volíme tím měkký kotouč, čím je tvrdší broušený předmět a čím je větší broušená plocha
- Značíme písmeny A až Z, A – nejměkčí, Z – nejtvrdší kotouč
- Tvrdý kotouč pro přerušované plochy
- Měkký – přesné broušení, velké řezné rychlosti, broušení bez chlazení, houževnaté a tvrdé materiály

9 Struktura kotouče (pórovitost)

- Určuje poměr brusiva, pojiva a pórů
- Čím vyšší číslo, tím větší póry, tím zrna dále od sebe
- 0 až 14 – čím vyšší číslo, tím větší vzdálenost mezi zrny
- Hutná struktura – hladké předměty z tvrdého a křehkého materiálu, úzký styk
- Pórovitá struktura – houževnatý materiál, větší styčná plocha, součásti, které se nesmí zahřívat

V Druh pojiva

1. Anorganická

- a) Keramická – V - nejpoužívanější, nelze použít na vyšší obvodové rychlosti (nad 35 – 50 m/s)
- b) Silikátové – J – méně pevná, ale pružnější, broušení za sucha
- c) Magnezitové – O (po novu Mg)
- d) Kovové – u dia kotoučů

2. Organická

- a) Šelakové – E
- b) Pryžové – R – vysoká pevnost a pružnost – úzké kotouče k řezání materiálů, broušení pilek

- c) Umělá pryskyřice – S (po novu B) – vysoká pevnost – vysoké řezné rychlosti
– řezací a drážkovací kotouče

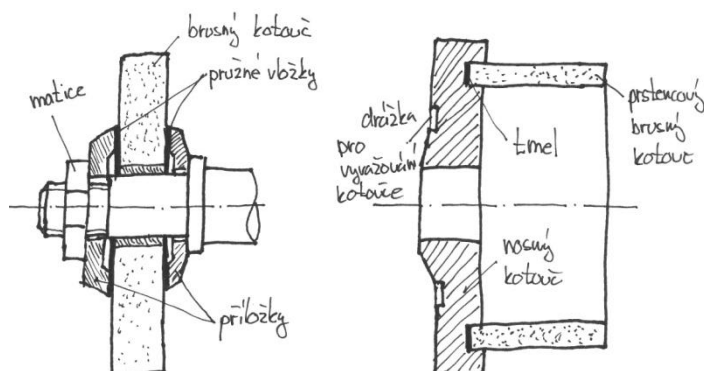
Tvrdost kotouče není dána tvrdostí zrn brusiva, ale druhem pojiva.

35 ms⁻¹ – maximální obvodová rychlost

Tvary brusných kotoučů



Upínání kotoučů



- Musí být spolehlivé, soustředné (těžiště kotouče musí být přesně na ose), z důvodu přesnosti a bezpečnosti
- Mezi příložky pružné vložky z pryže, papíru, kůže
- Dobré vyvážení

Orovnávací kotouče

Slouží k tvarování brusného kotouče a k obnovení řezných schopností, odstraněním tupých zrn.

Ocelová kolečka – zvlněné, hvězdicové

- zdrsnění kotoučů se středními a jemnými zrny

Diamant – je nad osou kotouče

Diamantový orovnávač – dosahujeme jakostnější brusné plochy,

Diamantové kotouče

- Nosné těleso + brusná vrstva
- Brusná vrstva – směs diamantového prachu a pojiva, to váže dia zrna a po otupení je uvolňuje – tzv. samoostření
- Pojivo – kovové – nejčastěji bronz
 - organické – bakelit
 - pryžové – vhodné pro leštění



Řezné podmínky při broušení

Řezné podmínky ovlivňuje:

- Materiál obrobku
- Materiál nástroje
- Způsob broušení
- Požadovaná přesnost a drsnost povrchu

Řezná rychlost – co největší s ohledem na pevnost kotouče, max. je na kotouči

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \quad [\text{ms}^{-1}]$$

ocel 25 až 35 m/s

Litina 20 až 25 m/s

Podélný posuv

- Volí se vzhledem k obrobku podle šířky kotouče, např. (0,3 až 0,7)B při obrábění načisto (0,2 až 0,3)B

Příčný pohyb

- Určuje hloubku odbušované vrstvy, tento pohyb vykoná nástroj mimo obrobek

Dosahovaná přesnost a drsnost

K dosažení přesnějšího a hladkého povrchu je třeba volit:

- Jemnější zrnitost
- Vyšší obvodovou rychlost kotouče
- Menší obvodovou rychlost obrobku
- Menší hloubku broušení
- Menší posuv – podélný(mezi hroty), boční(rovinné)
- Opakované broušení bez přídavku

Hrubování – IT9 až IT 11 $-R_a = 0,8$ až $6,3$

Na čisto - IT5 až IT7 $R_a = 0,2$ až $1,6$

Jemné - IT3 až IT4 $R_a = 0,05$ až $0,4$

Brusky

Podle účelu a způsobu práce dělíme brusky na:

- 1) Hrotové
- 2) Bezhroté
- 3) Na díry
- 4) Rovinné
- 5) Speciální

Hrotové brusky

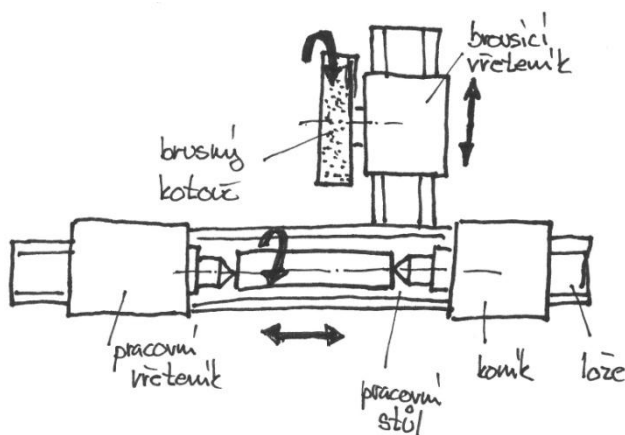


- Používají se na broušení vnějších rotačních válcových a kuželových ploch, na obrobcích upnutých mezi hroty.
- Lze brousit i čelní plochy a pomocí přídavného zařízení také vnitřní válcové a kuželové plochy
- Charakteristický rozměr – maximálním oběžným průměrem nad ložem a maximální vzdáleností hrotů
- Bruska se skládá z – lože, brousícího vřeteníku, unášecího vřeteníku, koníku a příslušenství (pevné opěrky, posuvné opěrky, zařízení na orovnávání kotouče)

Dělíme - s posuvným pracovním vřeteníkem

- s posuvným brousícím vřeteníkem

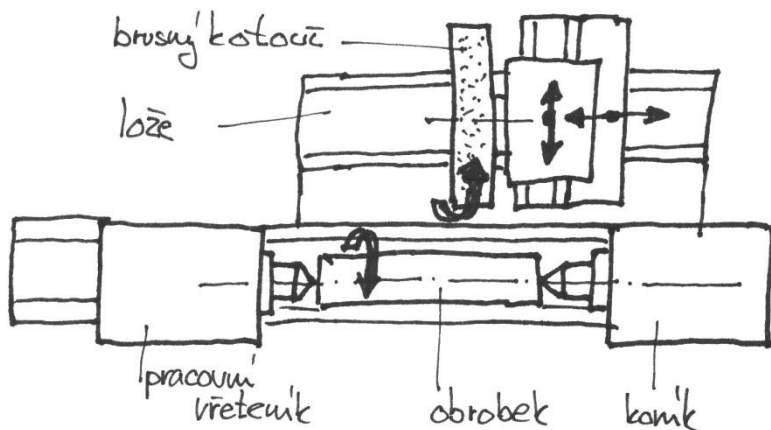
Brusky s posuvným pracovním vřeteníkem



- Pracovní vřeteník a koník je upevněn na pracovním stole
- Posuv vykonává pracovní stůl s obrobkem
- Brusný kotouč se otáčí a radiálně se přisouvá k obrobku

U univerzálních brusek je pracovní stůl složen ze dvou částí. Horní část lze natáčet o 6 až 10° v obou směrech – broušení táhlých kuželů. Pracovní vřeteník je otočný o 90° - broušení strmých kuželů zapichovacím způsobem.

Brusky s posuvným brousícím vřeteníkem



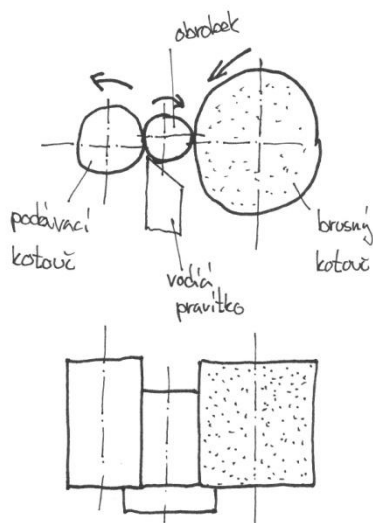
- Brousící vřeteník se pohybuje na saních a vykonává jak posuv, tak i radiální pohyb k zabránění třísky
- Vhodné pro broušení velkých a těžkých obrobků

Bezhruté brusky



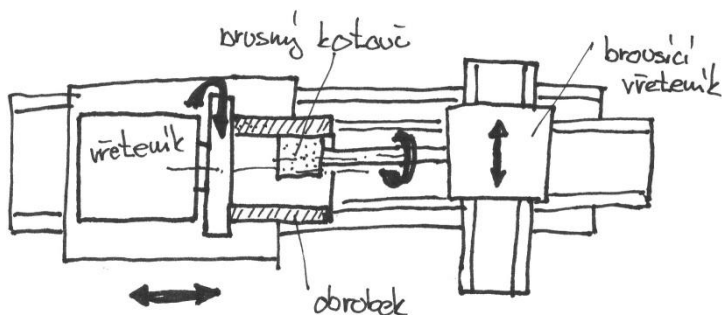
Mají dva vřeteníky, a to – **brousicí**, na jeho vřetenu je brusný kotouč, a **vřeteník podávacího vřetene**. Každý vřeteník má vlastní elektromotor.

- Brousicí vřeteník má konstantní otáčky, vřeteník podávacího kotouče má měnitelné otáčky a lze ho natáčet tak, aby osy kotoučů byly mimoběžné pro vyvolání posuvu obrobku
- Obrobek je při broušení mezi brousicím a podávacím kotoučem, otáčejícím se ve stejném smyslu, a opírá se o plochu pravítka
- Podávací kotouč se točí pomaleji a jeho rychlost se řídí dle způsobu práce, druhu materiálu, přídatku na broušení
- Velikost brusky je charakterizováno maximálním průměrem obrobku



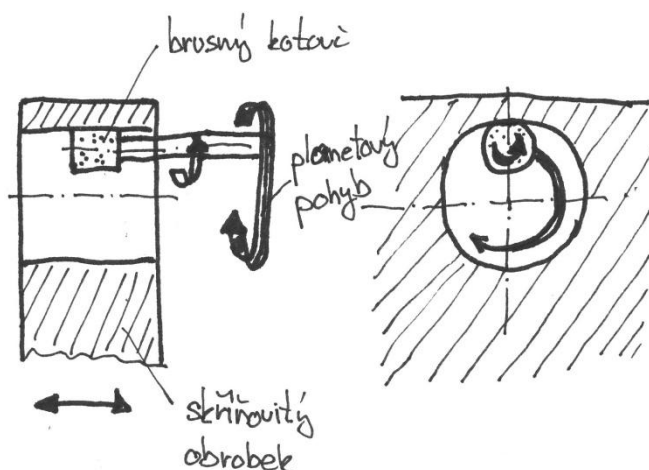
Brusky na díry

a) S otáčejícím se obrobkem



- Vhodné pro souosé otvory s vnějším povrchem
- Pracovní posuv koná buď brousící vřeteník (velké obrobky), nebo obrobek

b) Brusky s planetovým pohybem brusného kotouče



- Broušení děr v skříňovitých obrobech
- Obrobek na pevný stůl
- Brousící břemeno otáčí kolem vlastní osy a současně obíhá na určitém průměru, podle nastavené výstřednosti a vykonává axiální posuv

Rovinné brusky

Podle způsobu práce se rozdělují na stroje pracující:

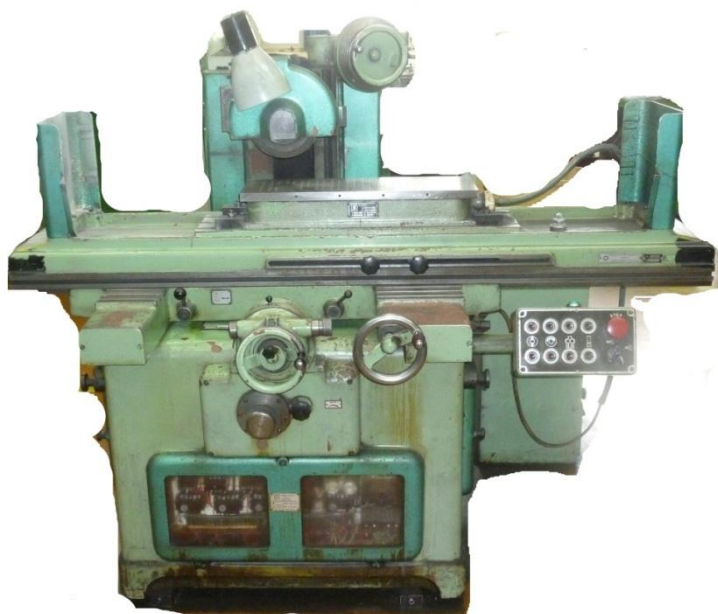
- Obvodem brousícího kotouče
- Čelem brousícího kotouče

Podle polohy vřetena jsou

- Vodorovné
- Svislé

Nejrozšířenější – vodorovné rovinné brusky

- většinou magnetické upnutí (magnetky)



Rovinná bruska se svislou osou vřetena

- Pracuje čelem kotouče
- Průměr kotouče (většinou segmentový kotouč) musí být větší než šířka broušené součásti
- Jakost horší než u vodorovných

Bruska na broušení vodících ploch

- Mívají jeden až dva vřeteníky, převážně jsou dvoustojanové
- Pracují přesně, protože jsou tuhé konstrukce

Brusky speciální

- a. Nástrojové brusky – universální – broušení různých nástrojů – frézy, výstruž.
- jednoúčelové – broušení jednoho druhu nástroje

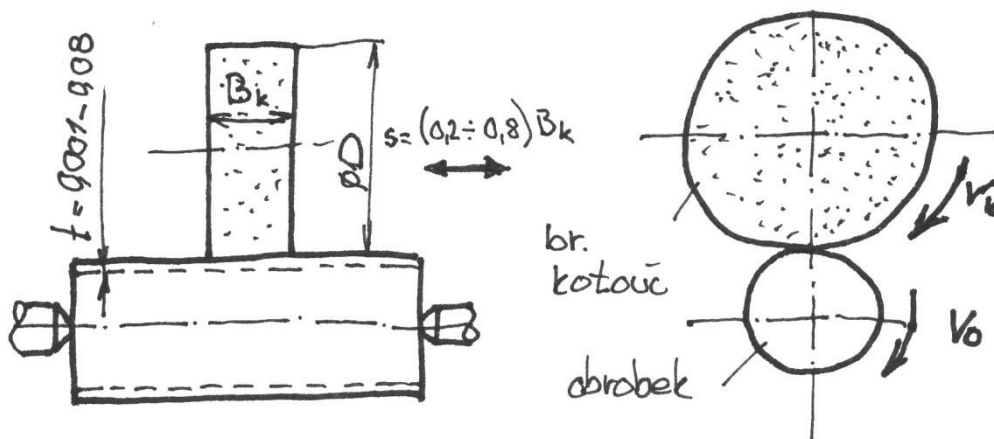


- b. Speciální – brusky na klikové hřídele, ozubení, ...

Práce na bruskách

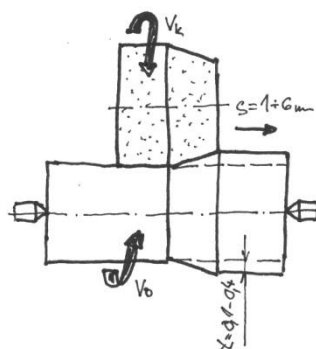
Broušení vnějších válcových ploch

Broušení s podélným posuvem



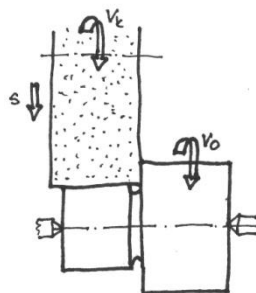
- Broušení dlouhých obrobků upnutých obvykle mezi hroty
- Obrobek se otáčí malou obvodovou rychlostí a brousící kotouč ve stejném smyslu rychlostí asi 100x větší

Broušení hloubkové



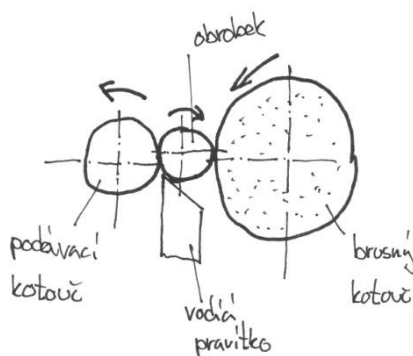
- Pro kratší a tuhé obrobky
- Brousící kotouč se orovnáva kuželovitě
- Nevýhoda – velká spotřeba kotoučů

Broušení zapichovací



- Velmi výkonné
- Kotouč o něco širší než broušená plocha a koná přísuv 0,001 až 0,012mm/ot
- U tuhých obrobků do 350 mm

Broušení bezhroté



- Vhodné pro velkosériovou výrobu
- Osa obrobku 5 až 30 mm nad osou kotoučů

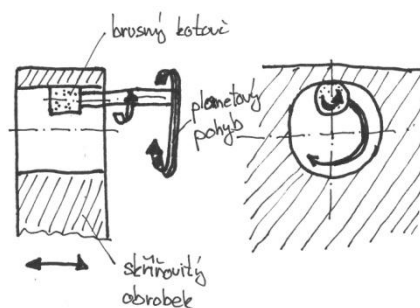
Průběžné a zapichovací

Průběžné – podélný posuv vzniká natočením podávacího kotouče o 1 až 6°, velikost posuvu závisí na velikosti tohoto úhlu, Takto brousíme hladké obrobky – válečky, kroužky, trubky hřídele, ...

Zapichovací – součásti, které nejdou brousit průběžně – obrobky s osazením, hlavou. Obrobek se vkládá shora mezi oba kotouče

Broušení vnitřních válcových ploch

Průměr kotouče je 0,7 až 0,9 průměru broušené díry – malý kotouč se rychleji opotřebovává – častěji se orovnává



Vnitřní broušení s podélným posuvem

- Obrobky se upínají do sklíčidel, nebo kleštín
- Vřeteno málo tuhé – menší příčný posuv

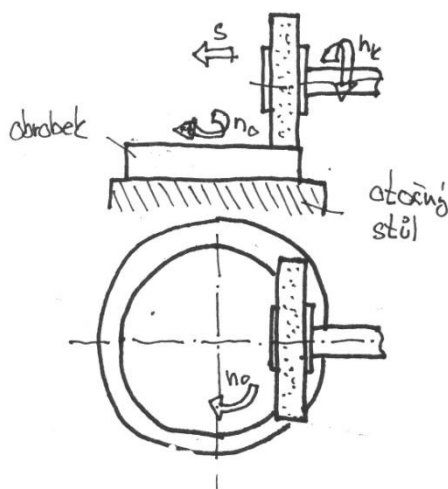
Planetové broušení

- Součásti, které nejdou upnout do sklíčidla nebo čelistí v normální brusce
- Obrobek nehybně upnut
- Brusné břemeno koná všechny pracovní pohyby – 3
- Přesnost planetových brusek menší

Broušení rovinných ploch

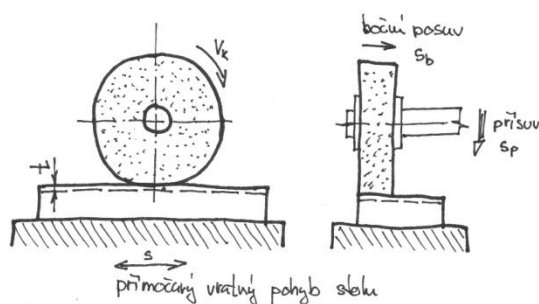
- Brousíme obvodem nebo čelem
- Při broušení obvodem koná stůl brusky přímočarý vratný, nebo i kruhový pohyb

Brusky s kruhovým stolem



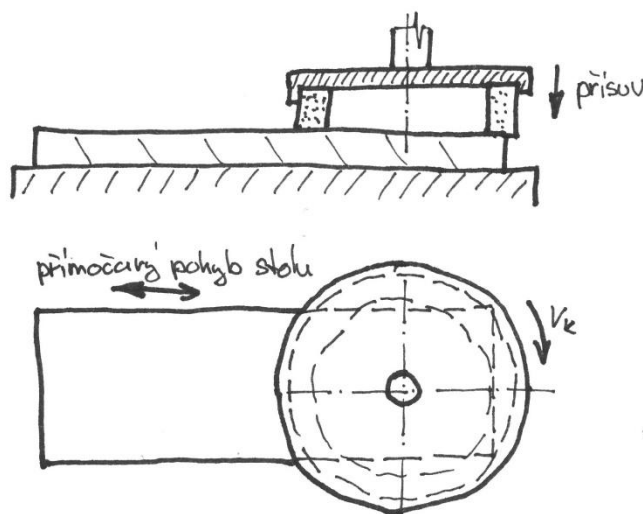
Přesné čelní plochy – čela kotoučových fréz, okružních pil, ...

Broušení obvodem kotouče



- Nejpresnější způsob broušení
- Úzký kotouč – předmět se málo zahřívá a deformuje

Broušení čelem kotouče



- Vhodné pro širší plochy
- Méně přesné
- Vývin tepla se zmenšuje segmentovým kotoučem

Broušení tvarových ploch

- Nejvýkonnější broušení tvarovými brusnými kotouči
- Pro méně přesné broušení – vytlačování profilu tvarovými kladkami
- Přesné broušení – vytvoření kotouče pomocí šablon v kopírovacím orovnávacím přípravku

Použitá literatura

J.ŘASA, V. Gabriel. *Strojírenská technologie 3: Metody, stroje a nástroje pro obrábění*. Praha: Scientia, 2005. ISBN 80-7183-337-1.

DOBROSLAV NĚMEC A KOLEKTIV. *Strojírenská technologie 3: Strojní obrábění*. Praha: SNTL, 1982. ISBN 04-207-82.