

Technologie broušení

Elektronická učebnice

2012

Ing. Renáta Bartoňová

Tento materiál byl vytvořen v rámci projektu CZ.1.07/1.1.07/03.0027
Tvorba elektronických učebnic

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAH

1	Broušení.....	4
2	Stroje – brusky.....	5
2.1	Stojanové brusky	5
2.2	Hrotové brusky	6
2.3	Bezhruté brusky.....	7
2.4	Brusky na díry	8
2.5	Brusky rovinné.....	9
2.6	Nástrojové brusky.....	10
2.7	Speciální brusky	11
3	Brousící nástroje.....	13
3.1	Základní rozdělení	13
3.2	Základní parametry brousících nástrojů.....	13
3.2.1	Brusiva	13
3.2.2	Pojiva	14
3.2.3	Zrnitost brusiva.....	14
3.2.4	Tvrdost nástroje	14
3.2.5	Sloh (struktura) nástroje.....	14
3.2.6	Geometrický tvar a rozměry.....	15
3.2.7	Příklad označení brusného kotouče	15
3.3	Značení brousících kotoučů podle ČSN	16
3.4	Tvary brousících kotoučů podle ČSN	17
3.5	Nejpoužívanější druhy brusiv	20
3.6	Upínání brousících kotoučů.....	22
3.6.1	Postup při upínání	23
3.7	Vyvažování brousících kotoučů	24
3.7.1	Házející brousící kotouč způsobuje	24
3.7.2	Nevyváženost je způsobená	24
3.7.3	Způsoby vyvažování.....	24
3.7.4	Statické vyvažování	24
3.7.5	Dynamické vyvažování	25

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

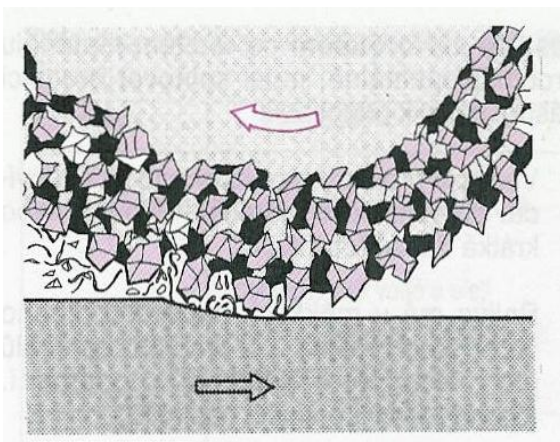
OBSAH

3.8	Orovnávání brousících kotoučů.....	26
3.8.1	Účelem orovnění je	26
3.8.2	Druhy orovnávacích nástrojů	27
3.8.3	Zásady pro orovnávání brousících kotoučů.....	30
4	Hlavní řezné podmínky	31
4.1	Řezná rychlost	31
4.2	Otáčky vřetena	31
4.3	Vliv řezné rychlosti na broušení	31
4.4	Obvodová rychlost obrobku	32
4.5	Otáčky obrobku	32
4.6	Hloubka řezu.....	32
4.7	Stranový posuv	32
4.8	Přísuv	32
5	Základní práce na bruskách	33
5.1	Broušení rovinných ploch.....	33
5.1.1	Stroje	33
5.1.2	Upínání obrobků na rovinných bruskách	33
5.1.3	Základní práce na rovinných bruskách	34
5.2	Broušení válcových ploch	42
5.2.1	Upínání obrobků na hrotových bruskách	42
5.2.2	Základní práce na univerzálních hrotových bruskách	45
5.3	Broušení kuželových ploch	51
5.4	Bezhrté broušení	57
5.5	Broušení tvarových ploch	63
5.5.1	Pomůcky k tvarovému broušení.....	63
5.5.2	Broušení tvarů tvarovým kotoučem.....	66
5.5.3	Broušení tvarů plochým kotoučem	70

BROUŠENÍ

1 Broušení

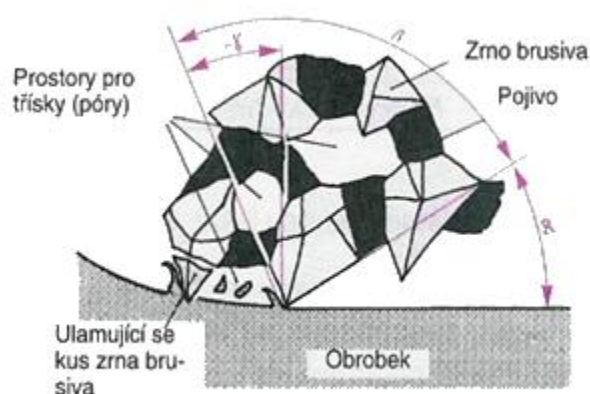
Broušení je dokončovací operace obrábění, kdy odebíráme drobné částičky třísky mnohobřítým nástrojem (brusným kotoučem), slouží k dosažení přesných rozměrů, požadovaných tvarů (rovinnost, válcovitost) a drsnosti povrchu R_a 1,6 až 0,2 μm . Je možné brousit tvrdé kalené a cementované součásti, slinuté karbidy i jiné tvrdé kovové a nekovové materiály. Broušením lze obnovovat řezivost nástrojů, což nazýváme ostřením.



Obrázek 1 Princip



Obrázek 2 Broušení na brusce rovinné



Obrázek 3 Geometrie brusných zrn

STROJE – BRUSKY

2 Stroje – brusky

Základní rozdělení

Podle tvaru broušené plochy

- na vnější rotační plochy
- na vnitřní rotační plochy (na díry)
- na rovinné plochy
- na ostření nástrojů
- na ozubená kola
- na závity

Podle druhu práce

- stojanové brusky
- hrotové brusky
- bezhroté brusky
- brusky na díry
- rovinné brusky
- brusky na ostření nástrojů
- speciální brusky (na závity, na ozubená kola, klikové hřídele)

2.1 Stojanové brusky

Používají se k broušení ručnímu a ostření nástrojů, hlavní částí je litinový stojan s elektromotorem, na jehož hřídeli jsou dva brusné kotouče.



Obrázek 4 Stojanová bruska 1



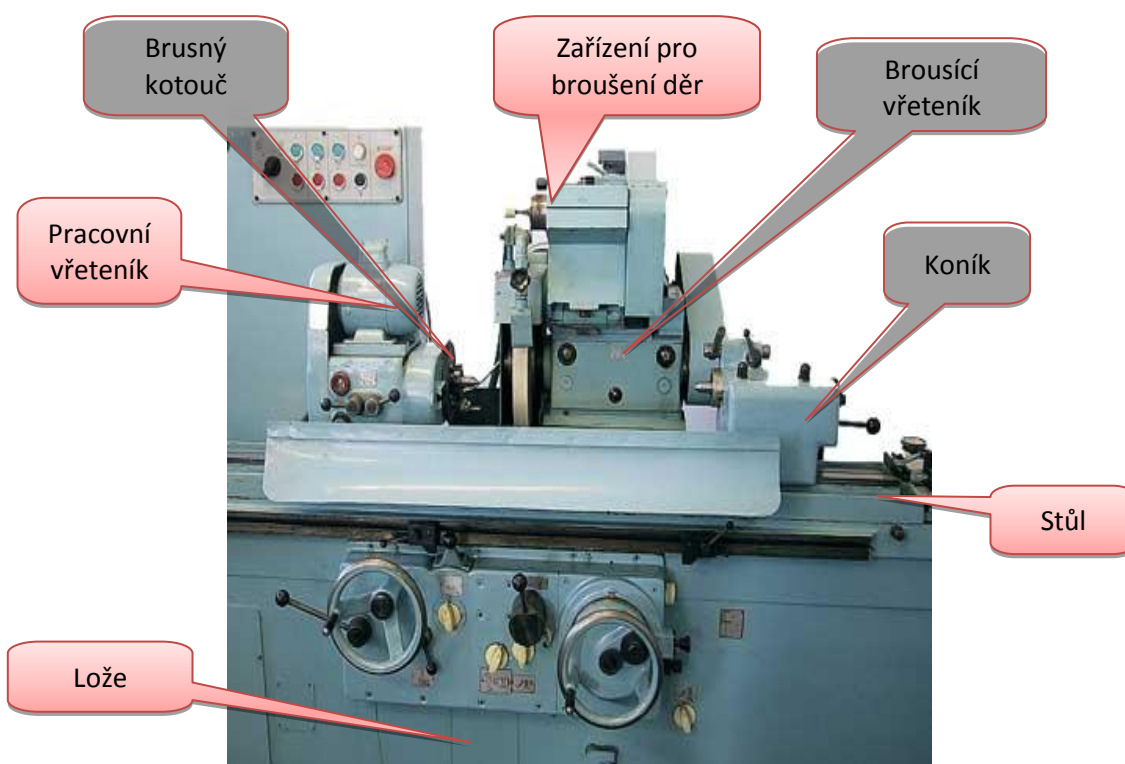
Obrázek 5 Stojanová bruska 2

STROJE – BRUSKY

2.2 Hrotové brusky

Slouží k broušení válcových ploch, obrobek se upíná nejčastěji mezi hroty pracovního vřeteníku a koníku.

- univerzální - k broušení vnějších a vnitřních válcových a kuželových ploch
- jednoduché - k broušení vnějších válcových ploch
- produkční - v sériové výrobě, pracují v automatickém pracovním cyklu



Obrázek 6 Hrotová bruska

Popis hlavních částí brusky

Lože – litinová skříň, na níž jsou vodící plochy pro podélný stůl, uvnitř je hydraulický agregát.

Podélný stůl – je uložen na podélných saních, má ruční nebo hydraulický posuv, na horní ploše stolu jsou T drážky pro upínání obrobků, lze jej natáčet v obou směrech.

Pracovní vřeteník – jeho hlavní částí je vřeteno, na které se nasazuje sklíčidlo pro upínání obrobků.

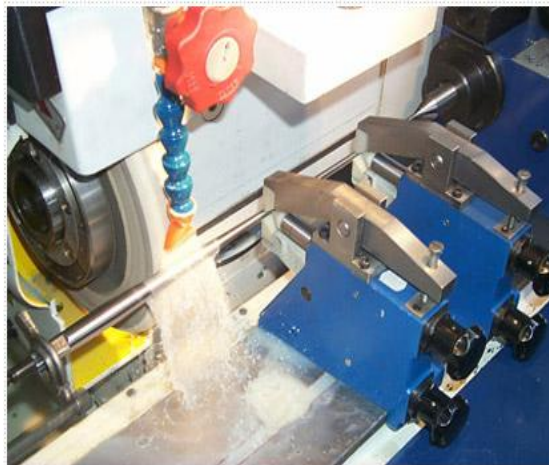
Koník – slouží k podepírání dlouhých obrobků.

Brousící vřeteník – slouží k upínání brousícího kotouče.

STROJE – BRUSKY



Obrázek 7 CNC hrotová bruska



Obrázek 8 Detail pracovního prostoru
CNC brusky

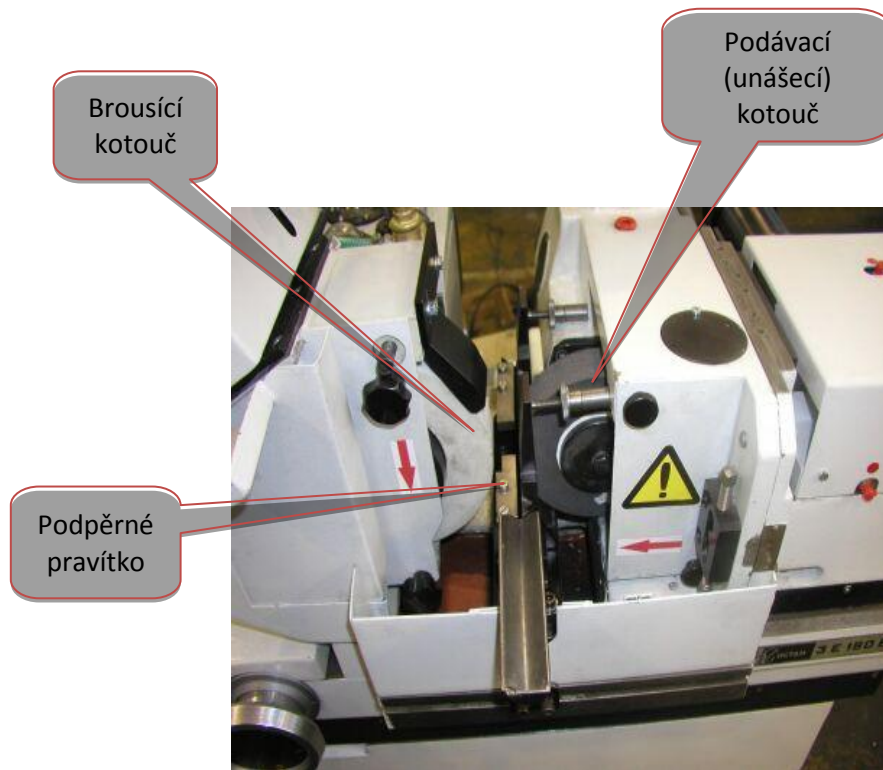
2.3 Bezhroté brusky

Používají se k broušení rotačních ploch obrobku, který se vkládá mezi brusný a unášecí kotouč na podpěrné pravítko. Tyto stroje jsou výkonné a jsou určeny především pro sériovou výrobu.



Obrázek 9 Bezhrotá bruska

STROJE – BRUSKY



Obrázek 10 Pracovní prostor brusky

2.4 Brusky na díry

Slouží k broušení vnitřních rotačních ploch (děr) a čelních ploch, nemají koník, obrobky se upínají do sklíčidla nebo na magnetickou desku, brusky mají vyměnitelná vřetena.



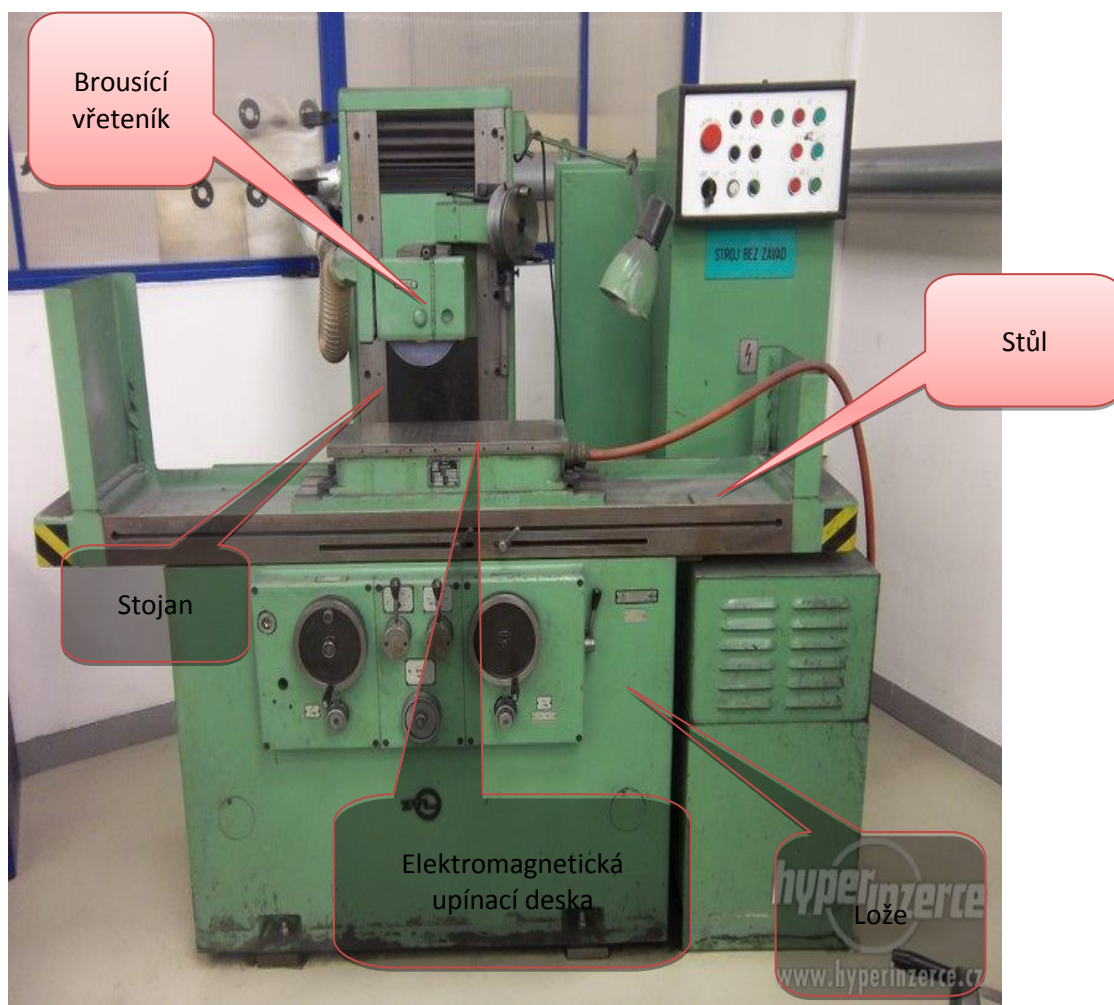
Obrázek 11 Bruska na díry

STROJE – BRUSKY

2.5 Brusky rovinné

Používají se k broušení rovinných ploch, úkosů i tvarů, obrobek se upíná na pracovní stůl brusky prostřednictvím elektromagnetických upínačů

- rovinné brusky vodorovné – osa vřetená je vodorovná a brousí obvodem kotouče
- rovinné brusky svislé – osa vřetená je svislá a brousí čelem kotouče



Obrázek 12 Rovinná bruska vodorovná

STROJE – BRUSKY



Obrázek 13 Rovinná bruska svislá

Popis hlavních částí brusky

Lože – litinová skříň, na níž jsou vodící plochy pro podélný stůl.

Podélný stůl – je uložen na podélných saních, má ruční nebo hydraulický posuv na horní ploše stolu.

Stojan - jsou na něm vodící plochy pro přesuvný pracovní vřeteník.

Pracovní vřeteník – jeho hlavní částí je vřeteno, na které se nasazuje brousící kotouč, je výškově přestavitelný po vodících plochách stojanu.

2.6 Nástrojové brusky

Slouží k ostření nástrojů (frézy, výstružníky, záhlubníky atd.), mají výškově přestavitelný brousící vřeteník a celý vřeteník otočný o 360°, jsou vybaveny příslušenstvím a pomůckami pro ostření různých nástrojů.

STROJE – BRUSKY



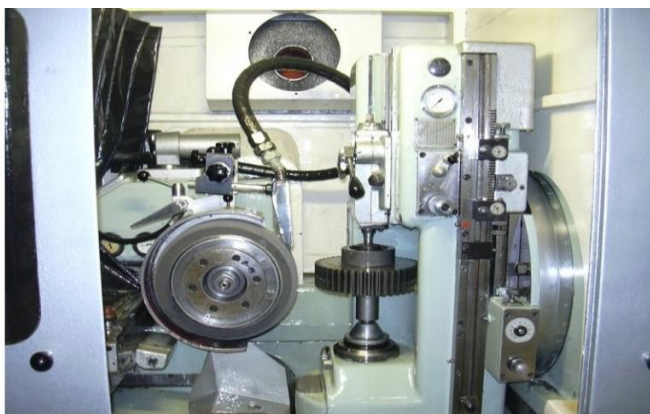
Obrázek 14 Nástrojová bruska 1



Obrázek 15 Nástrojová bruska 2

2.7 Speciální brusky

Lze mezi ně zařadit brusky na závity, ozubená kola, klikové hřídele, CNC brusky.



Obrázek 16 Bruska na ozubená kola



Obrázek 17 Bruska na klikové hřídele

STROJE – BRUSKY



Obrázek 18 Bruska CNC na díry

Kontrolní otázky:

- 1) Vysvětlete obecně broušení a k čemu slouží?
- 2) Vyjmenujte brusky podle tvaru broušené plochy.
- 3) Jaké brusky používáme pro ruční ostření nástrojů?
- 4) Vysvětlete použití bezhrotých brusek.
- 5) Popište hlavní části hrotové brusky.
- 6) Jaké brusky používáme pro broušení děr?
- 7) Jak rozdělujeme rovinné brusky?
- 8) Popište hlavní části vodorovné rovinné brusky.
- 9) Jaké práce provádíme na nástrojářských bruskách?
- 10) Vyjmenujte speciální brusky.

Úkoly a cvičení:

- 1) Vyhledejte na internetu další druhy speciálních brusek a uveďte příklady použití.
- 2) Určete využití nástrojářské brusky.

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3 Brousící nástroje

Brousící nástroje jsou tvořeny brousícími zrny spojenými pojiv v tuhá tělesa vhodného tvaru.

3.1 Základní rozdělení

- brousící pilníky
- obtahovací kameny
- brousící kotouče
- řezací a leštící kotouče
- honovací a superfinišovací kameny
- brousící segmenty

3.2 Základní parametry brousících nástrojů

- druh brusiva
- druh pojiva
- zrnitost brusiva
- tvrdost nástroje
- sloh nebo struktura nástroje
- geometrický tvar a rozměry

3.2.1 Brusiva

Brusiva jsou tvrdé, houževnaté a ostrohranné látky, kterými lze brousit měkčí materiály.

Rozděluje je

podle původu – přírodní – vápenec

- kazivec
- křemen
- korund
- diamant
- umělá – umělý korund
 - karbid křemíku
 - karbid boru
 - kubický nitrid boru

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

– syntetický diamant

podle tvaru – leštící, brousící a lapovací prášky

- brousící papíry a leštící plátna
- brousící pasty
- brousící nástroje a pomůcky

3.2.2 Pojiva

Pojiva spojují vzájemně brusná zrna a umožňují, aby se otupená zrna uvolňovala a byla nahrazována novými, dále zajišťují požadovaný tvar nástroje.

- Anorganická
 - keramická
 - silikátová
 - magnezitová
 - kovová
- Organická
 - pryžová
 - pryskyřičná
 - šelaková
 - plastická
 - polyuretanová

3.2.3 Zrnitost brusiva

Zrnitost brusiva udává velikost brusného zrníčka, označuje se číslem, které odpovídá desetině měrného rozměru zrna v mikrometrech (μm). Volí se podle předepsané drsnosti povrchu broušené plochy, značení je dáno dvěma způsoby, viz ČSN EN 12413.

3.2.4 Tvrdost nástroje

Tvrdost nástroje je dána tvrdostí pojiva a je to odpor, který klade pojivo proti vylamování brusných zrn z nástroje. Označuje se velkými písmeny, viz ČSN EN 12413. Nástroj volíme tím měkčí, čím tvrdší je broušená součást a čím větší je styčná plocha mezi brusným nástrojem a broušenou součástí.

3.2.5 Sloh (struktura) nástroje

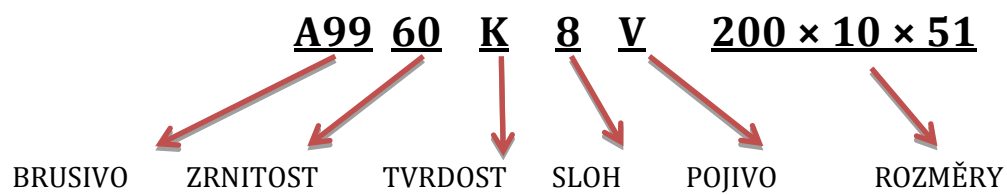
Sloh nástroje udává poměr objemu pórů k celkovému objemu brousícího nástroje. Je označen čísly podle ČSN EN 12413. Pro tvrdý, křehký materiál a pro jemnější broušení je vhodný sloh hutnější a pro houževnatý materiál a pro hrubování volíme sloh pórovitější.

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.2.6 Geometrický tvar a rozměry

Geometrický tvar a rozměry jsou normalizovány a používáme různé tvary brusných nástrojů s ohledem na druh práce a tvar broušené plochy, viz ČSN.

3.2.7 Příklad označení brusného kotouče



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.3 Značení brousících kotoučů podle ČSN

NÁSTROJE Z POJENÉHO BRUSIVA

Tato norma je určena pro konstruktéry, techniky a jim příbuzné technické obory.
Platí pro brousící kotouče z korundu, karbidu křemíku a zirkonového korundu.
Neplatí pro rotační brousící nástroje diamantové nebo nitridu boru včetně brusiva na podkladu.
Brousící nástroje jsou vyrobeny z brusiva a pojiva. Jde o všechny brousící kotouče ploché, hrncovité, prstencovité, segmenty a montovaná tělíška.

Výběr z ČSN EN 12413
(22 4501)
Účinnost od 1. 9. 2000

Brusiva

A	Korund
C	Karbid křemíku
Z	Zirkonový korund

Struktura

Struktura kotouče může být označena číslicemi, obvykle od 0 do 14, přičemž vyšší čísla udávají otevřenější strukturu.

Stupeň tvrdosti

Stupeň tvrdosti je označen písmeny z abecedy, přičemž „A“ je nejměkčí a „Z“ je nejtvrdší.

A	B	C	D	extra měkká
E	F	G	–	velmi měkká
H	I	J	K	měkká
L	M	N	O	střední
P	Q	R	S	tvrdá
T	U	V	W	velmi tvrdá
X	Y	Z	–	extra tvrdá

Zrnitost

	Makrozrnitost			Mikrozrnitost velmi jemná
	hrubá	střední	jemná	
4		30	70	230
5		36	80	240
6		40	90	280
7		46	100	320
8		54	120	360
10		60	150	400
12			180	500
14			220	600
16				800
20				1 000
22				1 200
24				

Druh pojiva

V	Keramické pojivo
R	Pryžové pojivo
RF	Pryžové pojivo s výstuží
B	Přeskyřičná a jiná teplem tvrditelná organická pojiva
BF	Přeskyřičné pojivo s výstuží
E	Šelakové pojivo
MG	Magnezitové pojivo
PL	Plastické pojivo
U	Polyuretanové pojivo

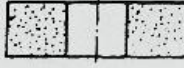

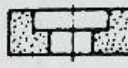
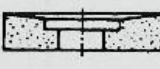
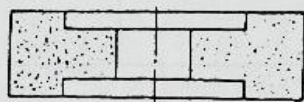
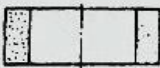
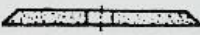
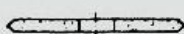
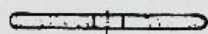
Typ zrna

96A	hnědý korund
98A	růžový korund
99A	bílý korund
99BA	bílý korund
99SA	mikrokrytalický korund
90MA	monokrytalický korund
97A	polokřehký korund
97EA	zirkonový korund
48C	černý karbid křemíku
49C	zelený karbid křemíku

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.4 Tvary brousících kotoučů podle ČSN

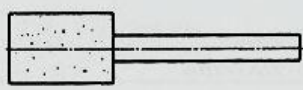
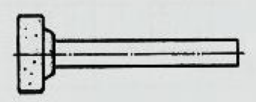
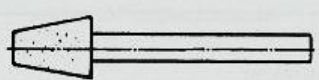
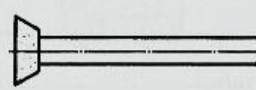
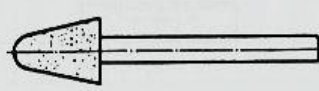
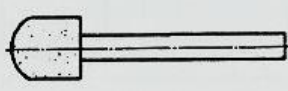
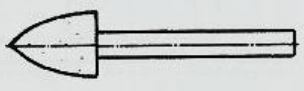
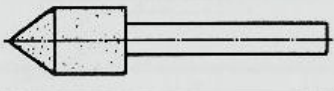
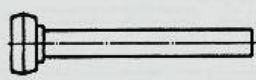

Brousící kotouče pro vnější broušení I.

BROUŠENÍ		Označení názvů dle výrobního katalogu
Brousící a řezací kotouče a tělíška		
Přehled (pro informaci)		
Název	Vyobrazení	ČSN původní značení
Brousící kotouče ploché 48C-49C-96A-98A-99BA		22 4510
Kotouče rozbrušovací ploché 48C-49C-96A-97A		22 4513
Brousící kotouče s jednostranným vybráním 96A		22 4520
Brousící kotouče s jednostranným zkoseným vybráním 48C-49C-96A-99BA		22 4522
Brousící kotouče s oboustranným vybráním 49C-98A-99BA		22 4523
Brousící kotouče prstencové pro čelní broušení 48C-49C-98A-99A-99BA		22 4530
Brousící kotouče jednostranně zkosené 96A-97A-99A-99BA		22 4540
Brousící kotouče s oboustranným zkosením 99BA		22 4541
Brousící kotouče zaoblené 99BA		22 4542

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

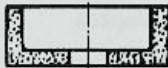
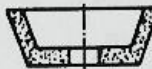
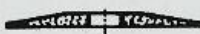
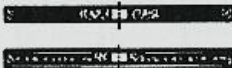
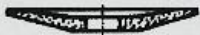
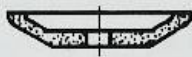

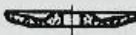
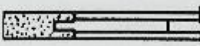
Brousící kotouče pro vnější broušení II.

Název	Vyobrazení	ČSN původní značení
Brousící tělíska válcová se stopkou 48C-49C-96A-98A-99BA		(22 4610)
Brousící tělíska osazená se stopkou 48C-96A-98A-99BA		22 4611
Brousící tělíska kuželová se stopkou 48C-98A-99BA		22 4612
Brousící tělíska plochá kuželová se stopkou 48C-98A-99BA		22 4613
Brousící tělíska kuželová zaoblená se stopkou 48C-96A-98A-99BA		(22 4614)
Brousící tělíska válcová zaoblená se stopkou 48C-96A-98A-99BA		(22 4615)
Brousící tělíska ogivální se stopkou 48C-98A-99BA		(22 4616)
Brousící tělíska válcová, kuželovitě zakončená se stopkou 98A-99BA		(22 4617)
Brousící tělíska kotoučová oboustranně zkosená se stopkou 98A-99BA		22 4618
Brousící tělíska kulová se stopkou 48C-98A-99BA		(22 4619)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

Brousící kotouče pro broušení vnitřních ploch

Název	Vyobrazení	ČSN původní značení
Brousící kotouče hrncovité 48C-49C-96A-98A-99A-99BA		22 4550
Brousící kotouče miskovité 98A-99BA		22 4552
Brousící kotouče kuželové 48C-98A-99BA		22 4560
Brousící kotouče na ostření třmenových kalibrů 98A		22 4570
Brousící kotouče talířovité se zaoblenou hranou 99BA		22 4580
Brousící kotouče talířovité 48C-99BA		22 4581
Brousící kotouče talířovité na broušení ozubení 99A-99BA		22 4582
Brousící kotouče talířové s vypouklým středem 96A		22 4583
Řezací kotouče s ocelovými středy 97A		22 4590

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.5 Nejpoužívanější druhy brusiv

Umělý korund (Oxid hlinitý Al_2O_3 , Elektrit, Elektrokorund)

Je to nejpoužívanější brusivo na broušení ocelí, ocelí na odlitky, temperované litiny.

Označení: A 99 (99% Al_2O_3) bílý

A 98 růžový

A 96 hnědý

A 85 černý



Obrázek 19 Umělý korund A99 bílý



Obrázek 20 Umělý korund hnědý



Obrázek 21 Umělý korund A98 růžový

Karbid křemíku (SiC , Karborundum)

Je tvrdší, houževnatější a odolnější než korund, používá se na broušení litiny, slinutých karbidů.

Označení: C 49 (49% C) zelený

C 48 šedý

C 47 černý



Obrázek 22 Karbid křemíku C49 zelený



Obrázek 23 Karbid křemíku C48 černý

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

Karbid boru (B_4C)

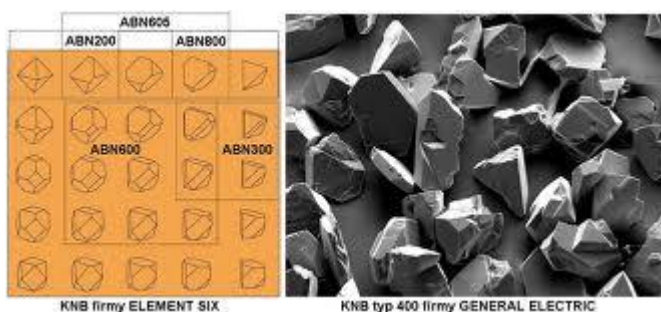
Je tvrdší než karbid křemíku a používá se při broušení průvlaků, broušení hran drahokamů a do lapovacích past na slinuté karbidy.



Obrázek 24 Karbid boru

Kubický nitrid boru (BN, CBN)

Má větší tvrdost než předchozí brusiva a používá se pro broušení těžkoobrobitelných ocelí a nástrojů.



Obrázek 25 Kubický nitrid boru

Syntetický diamant (DT)

Má největší tvrdost, používá se k ostření nástrojů ze SK (slnutých karbidů), orvnávání BK (brusných kotoučů) a v lapovacích pastách.



Obrázek 26 Syntetický diamant

BROUSÍCÍ NÁSTROJE



Obrázek 27 Brusné nástroje 1



Obrázek 28 Brusné nástroje 2

Kontrolní otázky:

- 1) Čím je tvořen brousící nástroj?
- 2) Vyjmenujte brousící nástroje.
- 3) Co jsou brusiva?
- 4) Vyjmenujte a popište nejpoužívanější brusiva.
- 5) Jaký význam mají pojiva?
- 6) Vysvětlete zrnitost brusiva.
- 7) Jak je označována tvrdost nástroje?
- 8) Vysvětlete pórovitost (sloh, strukturu).
- 9) Vyjmenujte brousící kotouče podle tvaru.
- 10) Jsou tvary brousícího tělíska normalizovány?

Úkoly a cvičení:

- 1) Proved'te rozbor označení brousícího kotouče A 96 32 N 6 V 300×40×76.
- 2) Proved'te rozbor označení brousícího kotouče C 49 60 L 2 V 125×10×20.

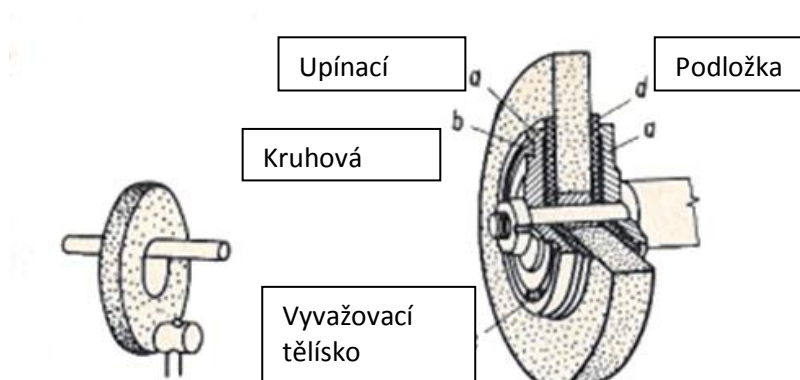
3.6 Upínání brousících kotoučů

Brousící kotouče se nasazují dírou na brousící vřeteno brusky s určitou vůlí, lehce bez násilí, přitom nesmí dojít k výstřednému uložení, proto jsou předepsaná doporučená uložení s ohledem na tvar kotouče a způsob práce (řezání, hrubování, dokončování).

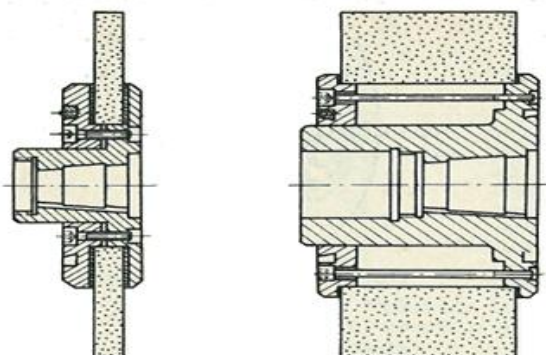
BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.6.1 Postup při upínání

- zvolíme brusný kotouč
- poklepem dřevěnou paličkou zjistíme podle zvuku, zda není brusný kotouč prasklý (pozor na nejasný skřípavý tón)
- na brusný kotouč nasadíme příruby, které musí mít stejné průměry, průměr přírub se musí rovnat nejméně $\frac{1}{3}$ průměru brusného kotouče, na straně mají vybrání, aby dosedly plochou mezikruží
- mezi příruby a brusný kotouč vkládáme pružné podložky (z pryže, kůže, měkkého papíru), aby příruby netlačily na brusná zrníčka
- šrouby nebo matice upínacích přírub nedotahujeme násilím
- brousící kotouče jsou chráněny krytem
- po upnutí následuje vyvažování brusného kotouče
- brusný kotouč je nejprve po dobu 5 min. uveden do chodu naprázdno při pracovních otáčkách, potom s ním můžeme pracovat



Obrázek 29 Zkoušení brousícího kotouče
Upínání brousícího kotouče



Obrázek 30 Upínání brousícího kotouče k přírubám

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.7 Vyvažování brousících kotoučů

Hmota brousícího kotouče musí být dobře vyvážená, aby těžiště kotouče bylo v ose vřetena brusky, po upnutí nesmí brusný kotouč házet.

3.7.1 Házející brousící kotouč způsobuje

- nadměrné chvění, zhoršuje jakost povrchu
- namáhání ložisek vřetene
- snížení výkonu brusky
- velké odstředivé síly, které mohou roztrhnout brousící kotouč

3.7.2 Nevyváženost je způsobená

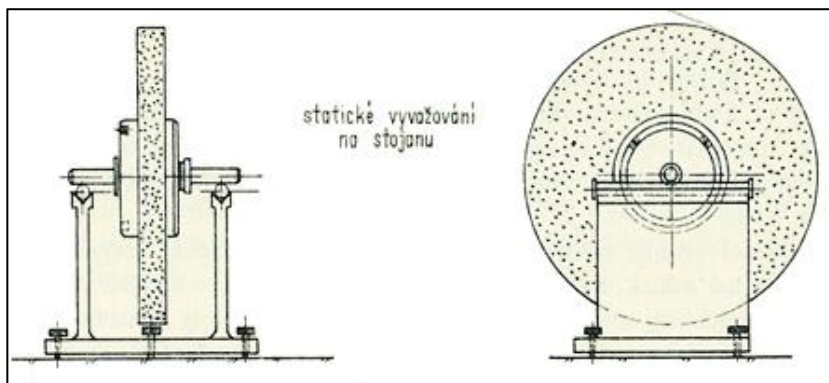
- nerovnoměrně rozloženou hmotou
- neválcovým obvodem kotouče
- výstředností otvorů vůči obvodu kotouče
- jednostranně nasáknutou kapalinou

3.7.3 Způsoby vyvažování

- statické
- dynamické

3.7.4 Statické vyvažování

Brousící kotouč s přírubami se nasadí na vyvažovací trn a s ním se položí na odvalovací válečky (prizmata, dráty) vyvažovacího stojánu, který se musí ustavit do vodorovné polohy, potom kotouč ručně roztočíme a nevyvážený zůstane nehmotnější částí dole. Na protější straně se udělá křídou značka a nastaví se vyvažovací tělíska. To se opakuje tak dlouho, až zůstane brousící kotouč nehybný v kterékoli poloze. Kotouč je vyvážený, nepootočí-li se po nastavení do určité polohy zpět. Po prvním vyvážení nasadíme brousící kotouč na vřeteno, orovnáme ho a znovu vyvážíme.



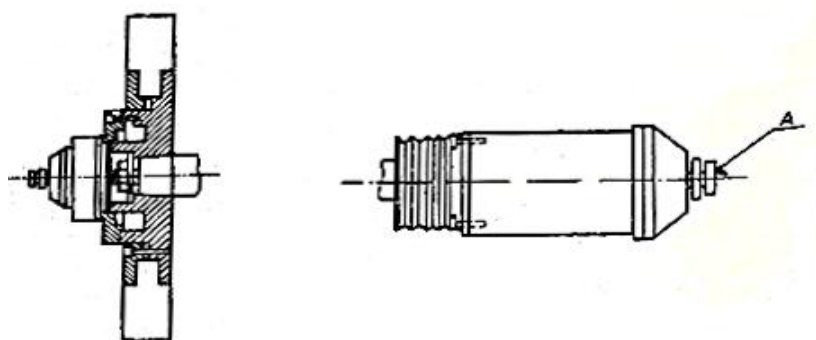
BROUSÍCÍ NÁSTROJE



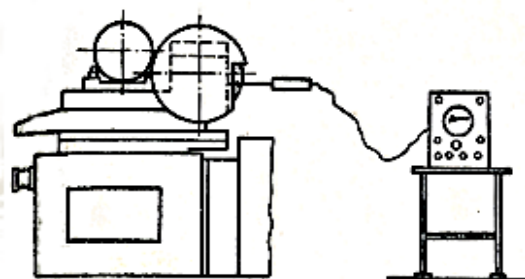
Obrázek 31 Statické vyvažování brousících kotoučů

3.7.5 Dynamické vyvažování

Zařízení pro dynamické vyvažování se montuje na přírubu brousícího kotouče nebo na řemenici brousícího vřetena. Stisknutím knoflíku se vyvažovací závaží, které je umístěno na spirální drážce, samočinně vzdaluje nebo přibližuje k ose rotace, a mění tak polohu rotujícího těžiště. Vyvažovací zařízení je vyrobeno ve čtyřech velikostech. K dynamickému vyvažování lze použít snímače chvění, které na monitor přenáší chvění ve tvaru křivky. Závaží se zkusmo ručně přesouvá na řemenici vřetena a na kotouči, aby chvění vřetena bylo minimální.



Obrázek 32 Zařízení pro dynamické vyvažování



Obrázek 33 Snímač chvění

BROUSÍCÍ NÁSTROJE



Obrázek 34 Vyvažovací přístroj Tool Dynamic Comfort Plus

Kontrolní otázky:

- 1) Jak zkoušíme brousící kotouč před upínáním?
- 2) Jaké podmínky musí splňovat příruby?
- 3) Popište postup při upínání brousících kotoučů.
- 4) Co ovlivňuje házející brousící kotouč?
- 5) Čím je nevyváženost způsobená?
- 6) Vyjmenujte způsoby vyvažování.
- 7) Popište statické vyvažování.
- 8) Jaké zařízení použijete pro dynamické vyvažování?

3.8 Orovnávání brousících kotoučů

Je to jemné obrábění brousícího kotouče, při kterém jsou brusná zrna vylamována, tříštěna a přeřezávána. Tvar a geometrie kotouče ovlivňuje jakost a drsnost broušeného povrchu a velikost vznikající řezné síly.

3.8.1 Účelem orování je

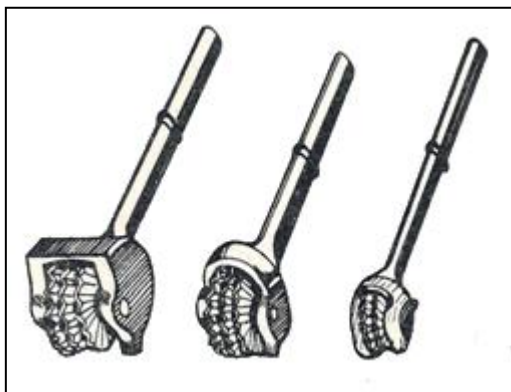
- získat požadovaný tvar
- obnovit řezivost
- odstranit broušený materiál a prach z brousícího kotouče
- zlepšit jakost obráběného povrchu

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.8.2 Druhy orovnávacích nástrojů

3.8.2.1 Bezdiamantové orovnávače

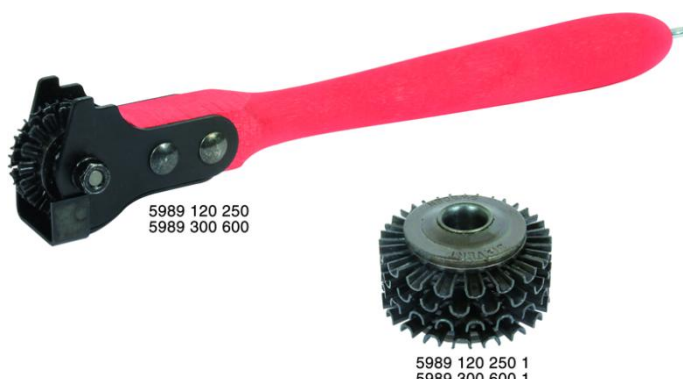
Bezdiamantové orovnávače se používají k vytvoření hrubého tvaru brousícího kotouče a k méně přesnému orovnávání, které provádíme ručně nebo pomocí zvláštního zařízení.



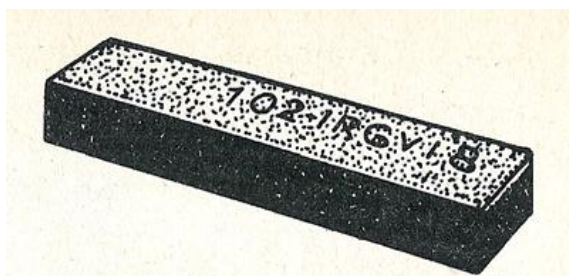
Obrázek 35 Orovnávací kolečka



Obrázek36 Orovnávací kolečka



Obrázek 37 Orovnávací kolečka

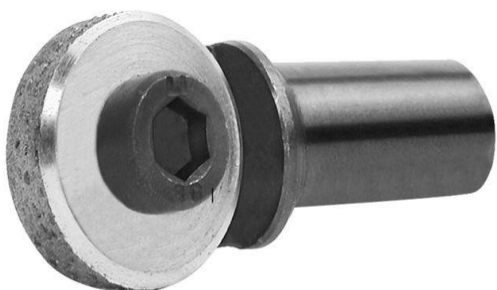


Obrázek 38 Brousící kámen

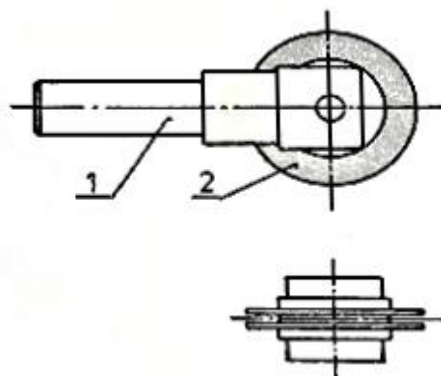


Obrázek 39 Brousící kámen

BROUSÍCÍ NÁSTROJE



Obrázek 40 Orovnávač s kotoučem



Obrázek 41 Orovnávač s kotoučem z SK

3.8.2.2 Diamantové orovnávače

Diamantové orovnávače se používají k přesnému orvnání a tvarování brousícího kotouče, podle způsobu pohybu je rozdělujeme na pevně stojící a oběžné.

3.8.2.3 Pevně stojící orovnávače

Pevně stojící orovnávače jsou vzhledem k brousícímu kotouči nehybné, orovnávací rychlost se rovná obvodové rychlosti kotouče. Podle počtu vsazených diamantů rozeznáváme:

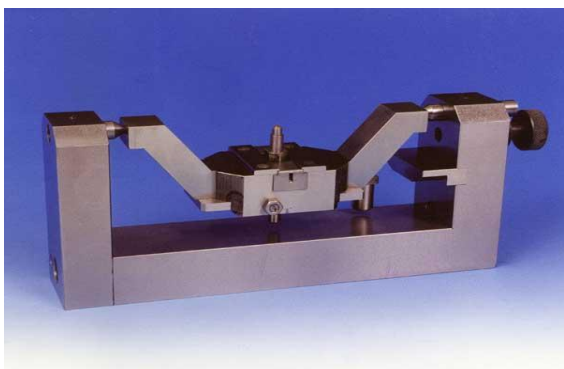
- jednodiamantové
- vícediamantové



Obrázek 42 Diamantový orovnávač pro profilování BK



Obrázek 43 Prachový orovnávač



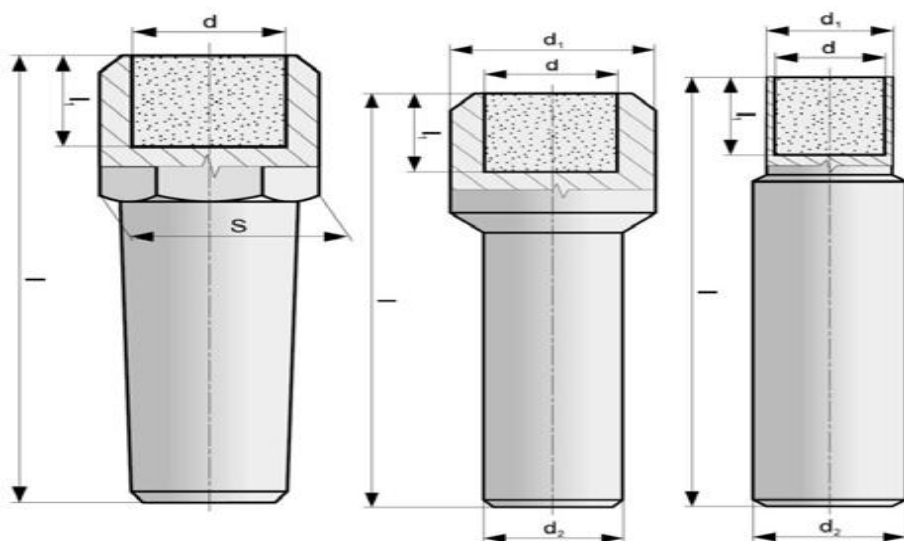
Obrázek 44 Orovnávač pro tvarové plochy



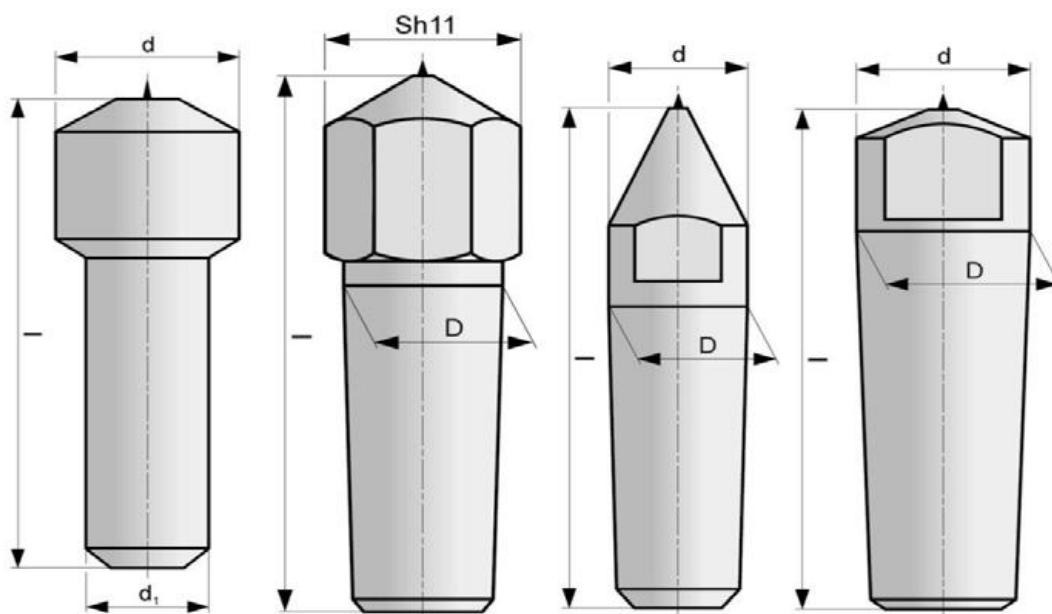
Obrázek 45 Diamantový orovnávač

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

BROUSÍCÍ NÁSTROJE



Obrázek 46 Vícekamenové orovnávače

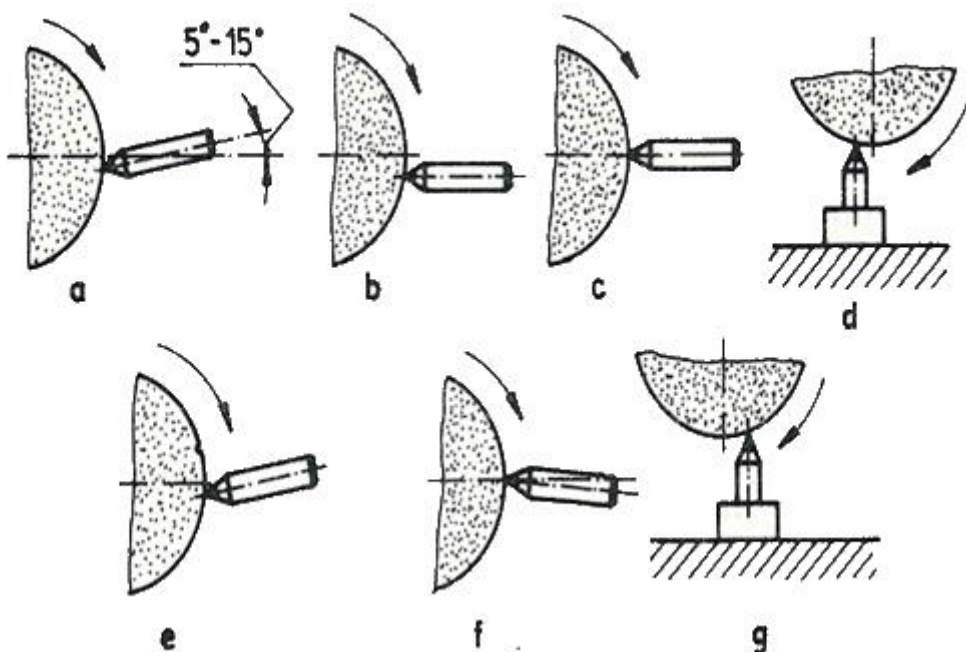


Obrázek 47 Jednokamenové orovnávače

BROUSÍCÍ NÁSTROJE

3.8.3 Zásady pro orovnávaní brousících kotoučů

- zvolíme vhodný způsob orovnávaní
- vybereme vhodný orovnávač
- diamant je nutné chránit před nárazy a kolísáním teploty
- orovnávače musí být mechanicky vedeny
- diamantové orovnávače jsou skloněny pod úhlem 5 až 15° a směřují pod střed BK
- diamantové orovnávače mohou být přisouvány a odsouvány pouze při plném počtu otáček
- seřizování a přisouvání probíhá v nejvyšším bodě kotouče
- optimální obvodová rychlost kotouče při orovnávaní je 15 až 20 ms⁻¹
- přísuv u jednokamenových je 0,01 až 0,03 mm u vícekamenových 0,01 až 0,05 mm
- posuv orovnávače ovlivňuje drsnost povrchu brousícího kotouče u jednokamenových do 0,1 mm, u vícekamenových a oběžných 0,3 až 0,5 mm na otáčku kotouče
- je-li délka opotřeбенé plošky diamantu větší než 1 mm, musíme diamant v držáku pootočit



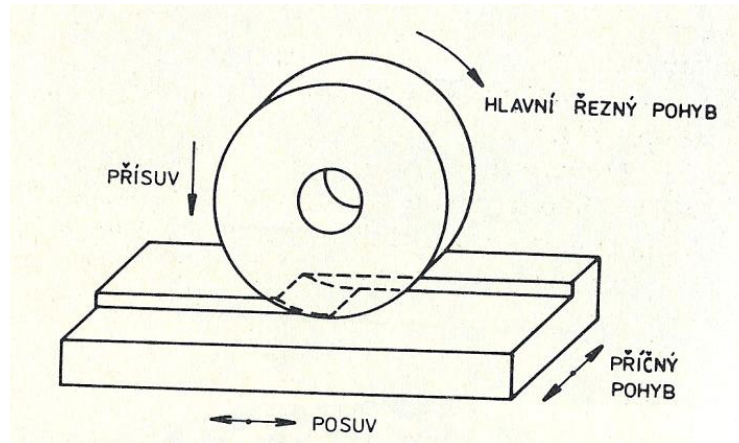
Kontrolní otázky:

- 1) Za jakým účelem se brousící kotouče orovnávaní?
- 2) Jaké druhy orovnávačů znáte?
- 3) Jaké jsou zásady pro orovnávaní brousících kotoučů?

HLAVNÍ ŘEZNÉ PODMÍNKY

4 Hlavní řezné podmínky

- řezná rychlost
- posuv
- hloubka řezu



4.1 Řezná rychlost

Řezná rychlost je dráha, kterou opíše brusné zrníčko na obvodu brusného kotouče za jednu sekundu.

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60} \quad [m/s]$$

4.2 Otáčky vřetena

$$n = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v}{\pi \cdot d} \quad [1/min]$$

Správná řezná rychlost je taková, při které se vylamují otupená zrna (samoostření), pro broušení vnějších válcových ploch je $v = 25 - 35 \text{ m/s}$, pro broušení vnitřních válcových ploch je $v = 8 - 12 \text{ m/s}$.

4.3 Vliv řezné rychlosti na broušení

- otáčky vřetena brousícího vřeteníku nelze měnit, průměr brousícího kotouče je proto pro danou brusku předepsán, po zmenšení průměru opotřebením jej musíme vyměnit
- je-li obvodová rychlost příliš velká, případně na jedno brousící zrníčko menší tříška, zrníčko je méně namáháno, a je-li otupené, nevylomí se, brousící kotouč nebrousí, ale pálí a musíme jej orovnat
- je-li obvodová rychlost příliš malá, případně na brousící zrníčko větší tříška, je více namáháno a rychleji se vylomí, brousící kotouč se rychle opotřebovává

HLAVNÍ ŘEZNÉ PODMÍNKY

4.4 Obvodová rychlost obrobku

Je to dráha, kterou opíše bod na materiálu za jednu minutu.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad [m/min]$$

4.5 Otáčky obrobku

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad [1/min]$$

4.6 Hloubka řezu

h [mm]

Je to tloušťka vrstvy materiálu odebrána na jeden záběr, kdy odebereme 0,02 až 0,03 mm. Celkový přírůstek na broušení závisí na průměru, na délce broušené plochy a tepelném zpracování. Pohybuje se v rozmezí 0,2 až 0,5 mm, v otvoru je přírůstek o 0,1 mm menší.

4.7 Stranový posuv

Je to dráha, o kterou se posune obrobek proti brousícímu kotouči do strany, udává se v šířce brousícího kotouče (např. 2/3, 3/4), nesmí být nikdy větší než šířka kotouče.

4.8 Přísuv

Přísuv je pohyb, jímž se nástroj přibližuje k obrobku, nebo naopak, aby bylo možno odebrat určitou hloubku řezu.

Kontrolní otázky:

- 1) Vyjmenujte hlavní řezné podmínky pro broušení.
- 2) Definujte řeznou rychlost, uveďte vzorec a jednotky.
- 3) Jaký vliv má řezná rychlost na broušení?
- 4) Vysvětlete hloubku řezu.
- 5) V čem se udává stranový posuv?

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

5 Základní práce na bruskách

5.1 Broušení rovinných ploch

Slouží k výrobě rovinných ploch, je to nejpoužívanější brusičská operace za účelem dosažení požadované drsnosti povrchu, rovinnosti a přesnosti povrchu.

5.1.1 Stroje

Rovinné brusky – vodorovné
– svislé

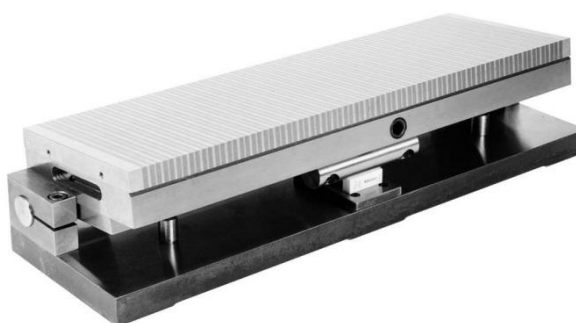
5.1.2 Upínání obrobků na rovinných bruskách

Obrobky se upínají na podélný stůl těmito způsoby:

- přímo – těžké a velké obrobky, pomocí upínek a upínacích šroubů
- pomocí strojních svěráků – používají se pro broušení úkosů, mohou být otočné nebo sklopné
- pomocí elektromagnetických upínačů – jde o nejčastější způsob upínání s využitím elektromagnetické síly, obrobek se upne zapnutím elektrického proudu a vypnutím se provede jeho uvolnění
- upínací pomůcky – podložky, úhelníky, svěrky, sinusové pravítko, základní měřky
- upínací přípravky – používají se méně často

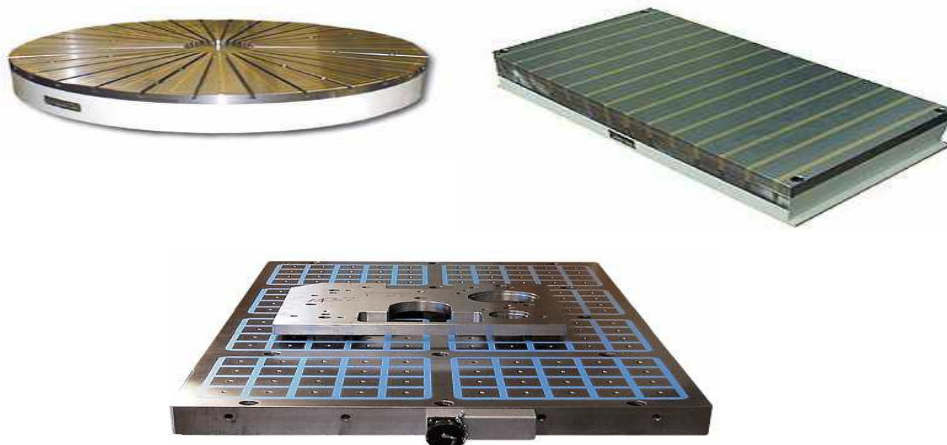


Obrázek 48 Elektropermanentní upínač na rovinné brusce



Obrázek 49 Elektromagnetická upínací deska

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



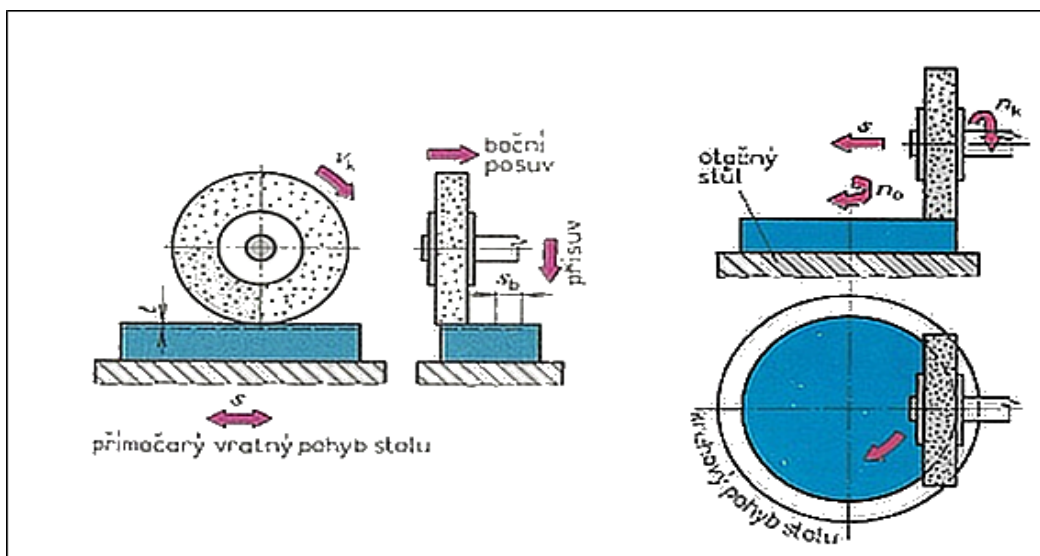
Obrázek 50,51 Elektropermanentní upínače

Kontrolní otázky:

- 1) Co je účelem broušení rovinných ploch?
- 2) Vyjmenujte a popište rovinné brusky.
- 3) Popište způsoby upínání obrobků na rovinných bruskách.

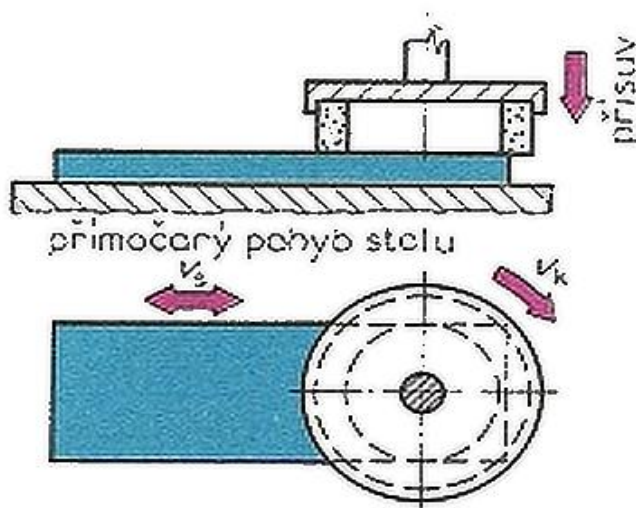
5.1.3 Základní práce na rovinných bruskách

Slouží k výrobě rovinných ploch, úkosů a broušení do pravého úhlu. Lze brousit obvodem kotouče při podélném nebo otočném pohybu obrobku a také čelem kotouče.



Obr52 Broušení obvodem brousícího kotouče

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



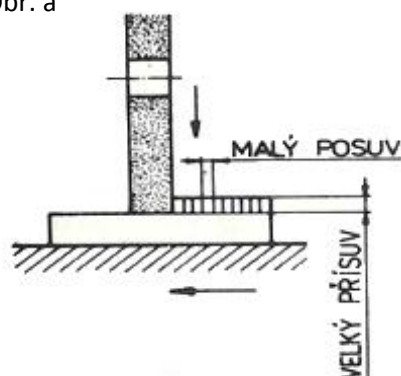
Obr53Broušení čelem brousícího kotouče

5.1.3.1 Broušení rovinných ploch

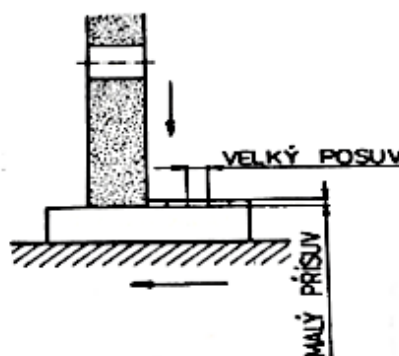
Používáme dva způsoby broušení:

- s velkým přísuvem a malým příčným posuvem (s malým posuvem)
- s malým přísuvem a velkým příčným posuvem (s velkým posuvem)

Obr. a



Obr. b



Při broušení podle obr. **a** brousící kotouč brousí jen hranou, tedy úzkým rezným kuželem a rychle se opotřebovává.

Při broušení podle obr. **b** brousící kotouč brousí větší části své šířky, výkon je větší, obrobek se méně zahřívá a je výhodnější, provádí se na tuhých strojích širokými brousícími kotouči, aby se nenarušila přesnost, brousí se jednostranně.

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

5.1.3.2 Broušení rovinných ploch do pravého úhlu – úhlování

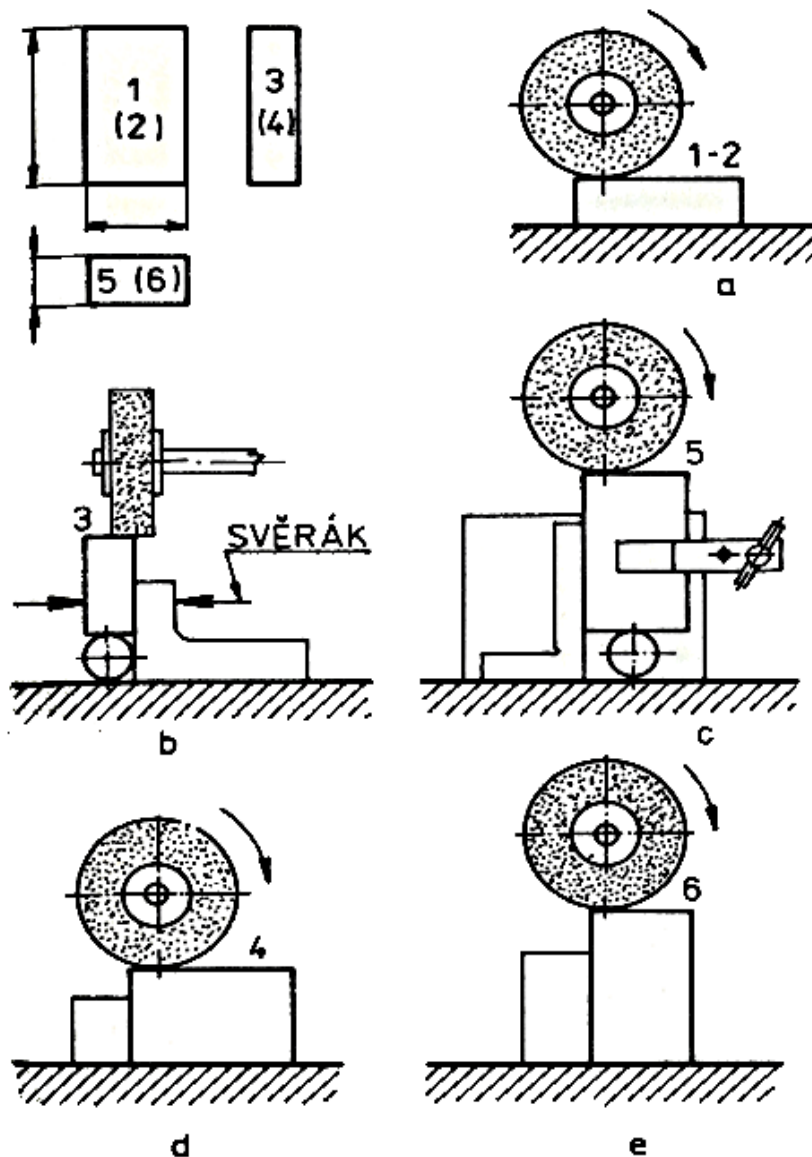
Je to broušení rovinných ploch do pravého úhlu, provádí se na magnetické desce, pomocí svěráku nebo se obrobek upíná pomocí upínacích úhelníků.

Příklad: Brousíme hranol, který je vyfrézován s přídávkem 0,3 mm na broušení, zakalen a popouštěn.

Postup: Začínáme od největší plochy a končíme plochami s nejmenšími rozměry. Opal vzniklý po tepelném zpracování odstraníme vyřazeným brousícím kotoučem.

- kontrola rozměrů
- upnutí hranolu největší plochou na magnetickou desku a přebroušení horní plochy nahrubo
- hranol otočíme o 180° a brousíme druhou největší plochu (základny 1,2)
- potom na desku uložíme upínací úhelník a obrobek podložíme přesným válečkem
- hranol upevníme k úhelníku svěrkou
- plochu přebrousíme a zkontrolujeme kolmost kontrolním válcem, potom postavíme k upínacímu úhelníku plochý úhelník, váleček se položí napříč, hranol upevníme svěrkou a brousíme horní nejmenší plochu
- provedeme kontrolu kolmosti a brousíme další strany hranolu a při broušení nejmenší
- plochy hranolu zajistíme podpěrou proti smyslu otáčení BK
- stejný postup opakujeme i při broušení na čisto
- musíme dodržovat a kontrolovat předepsané rozměry

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Kontrolní otázky:

- 1) Vysvětlete dva způsoby broušení rovinných ploch.
- 2) Jaká technologie broušení je zahrnuta pod pojmem úhlování?
- 3) Vysvětlete postup při úhlování.
- 4) Vyjmenujte měřidla pro kontrolu rovinných ploch.

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

5.1.3.3 Broušení úkosů

Úkosy - jsou šikmé plochy, které s jinými plochami svírají jiný úhel než pravý. Broušení se provádí na rovinných bruskách většinou vodorovných, obrobek se upíná tak, aby šikmá plocha (úkos) byla rovnoběžná s upínací plochou podélného stolu brusky.

Způsoby broušení:

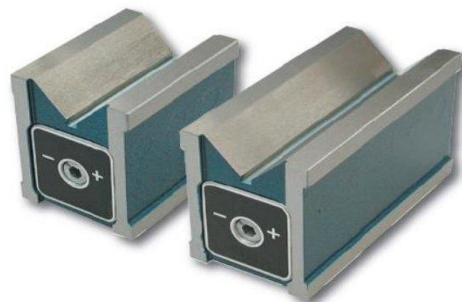
- naklápěcí elektromagnetickou deskou
- pomocí sinusového pravítka
- pomocí sinusového svěráku
- pomocí klínů
- do speciálních svěráků

Pomocí naklápěcí elektromagnetické desky

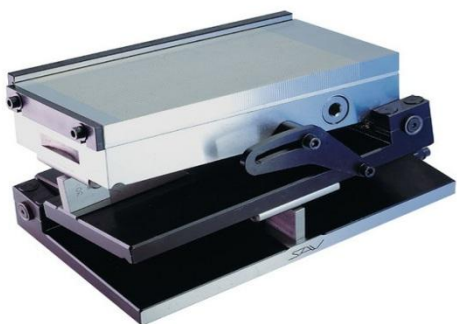
Magnetická deska se ustaví podle stupnice a ustavení se zkontroluje pomocí univerzálního úhloměru a číselníkovým úchylkoměrem.



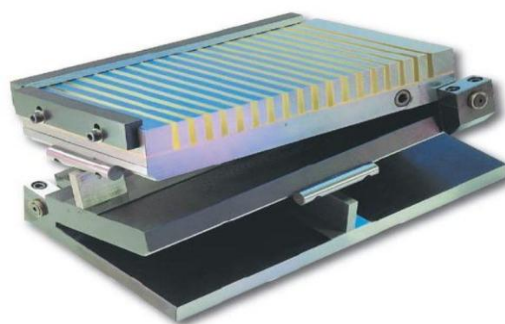
Obrázek 54 Permanentní upínač se čtyřmi upínacími plochami



Obrázek 55 Permanentní upínací blok se čtyřmi upínacími plochami



Obrázek 56 Sinusový stůl s magnetickým upínačem



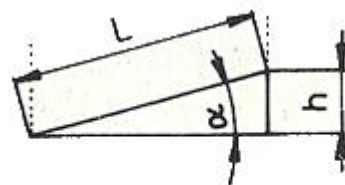
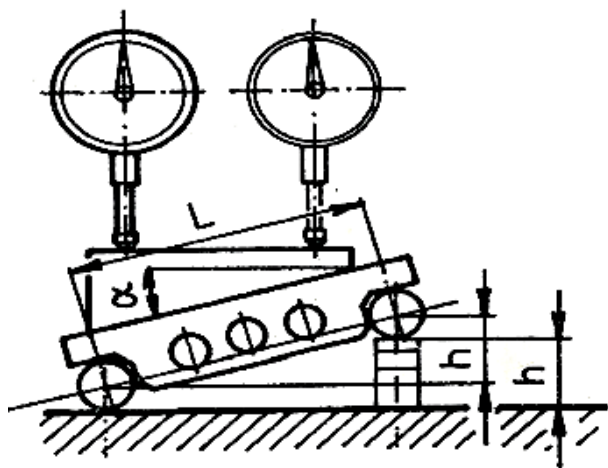
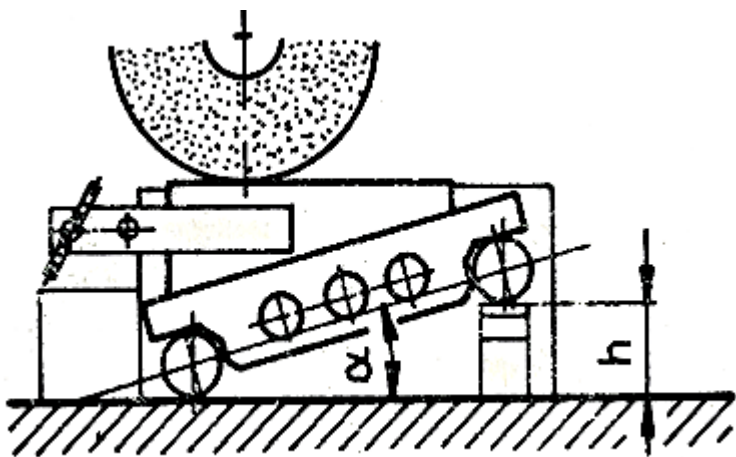
Obrázek 57 Přesný sinusový stůl s magnetickým upínačem

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Pomocí sinusového pravítka

Postup:

- na elektromagnetickou desku se postaví a vyrovná upínací úhelník
- sinusového pravítka se postaví vedle úhelníku a podloží se měrkami, zajistí se podložkami, aby se nemohlo posunout
- obrobek (klín) se položí zkosenou plochou na sinusové pravítka a obrobí se rovinná plocha (přitáhne se svěrkou k úhelníku)
- klín se otočí o 180° a obrousí se úkos
- kontrola se provádí na příměrné desce sinusového pravítka pomocí úchylkoměru



$$\sin \alpha = \frac{h}{L} \quad h = L \cdot \sin \alpha$$

Vysvětlení výpočtu:

h - rozměr základních měrek, max. 5 měrek

L - rozteč os válečků (délka pravítka 100 – 200 mm)

α - úhel naklonění sinusového pravítka, úhel šikmé plochy

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Obrázek 58 Sinusová pravítka

Pomocí sinusového svěráku

Lze jej naklopit okolo vodorovné osy a podle stupnice lze nastavit daný úhel úkosu, obrobek se upne mezi čelisti svěráku.



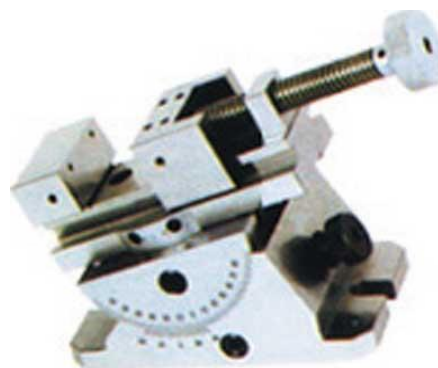
Obrázek 59 Přesný sinusový svěrák bez šroubu



Obrázek 60 Přesný sinusový nástrojařský svěrák



Obrázek 61 Svěrák naklopitelný ve dvou osách



Obrázek 62 Přesný naklopitelný svěrák

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Pomocí pevných klínů

Používají se nejčastěji pro úhly 30° a 45° .



Pomocí speciálních přípravků

Používají se pro upínání obrobků a využívají mechanické nebo hydraulické síly, např. při práci na nástrojářské brusce nebo při broušení na vodorovných rovinných bruskách.



Obrázek 63 Hydraulické přípravky



Obrázek 66 Přípravek k upínání ostřených vrtáků na nástrojářské brusce



Obrázek 65 Přípravek s upínkami

Kontrolní
otázky:

- se používá nejčastěji?
- 5) Co zařadíte mezi speciální přípravky?
 - 6) Jak kontrolujeme šikmé plochy?

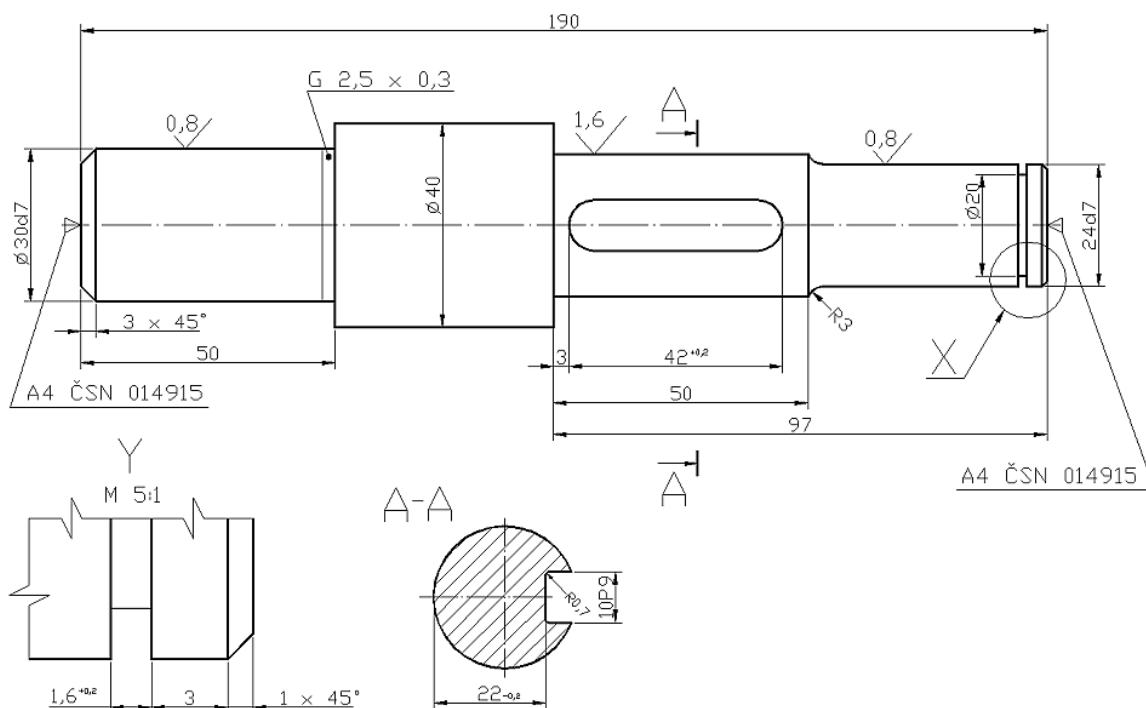
- 1) Co je to úkos?
- 2) Vymenujte způsoby broušení úkosů.
- 3) Popište broušení úkosů pomocí sinusového pravítka.
- 4) Který způsob broušení úkosů

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

5.2 Broušení válcových ploch

Slouží k broušení hřídelů s válcovými, kuželovými a tvarovými plochami, které jsou odděleny drážkami nebo zápichy, které označujeme jako hřídele s osazením.

Osazení je pravoúhlé nebo kosoúhlé odstupňování průměrů u hřídelů i děr. Zápich je drážka potřebná pro výběh brousícího kotouče a zajišťuje přesné dosednutí vzájemně spojovaných součástí.



Obrázek 67 Hřídel

Stroje

Hrotové brusky univerzální

Brusky na díry

Brusky bezhroté

Brusky planetové

5.2.1 Upínání obrobků na hrotových bruskách

Upínače obrobku se nasazují na vřeteno unášecího vřeteníku našroubováním nebo nasazením na kužel.

Obrobky upínáme těmito způsoby:

- do univerzálních sklíčidel - stejná konstrukce a obsluha jako u soustruhu, vyrábějí se ve třech stupních přesnosti 1,2,3, na bruskách se používají nejpřesnější č. 1

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

- upínacími deskami - používají se k upínání velkých a těžkých obrobků za neválcovou plochu
- mezi hroty - pro součásti větších délek, u nichž se zajišťuje souosost všech průměrů
- na trny - pro součásti ve tvaru pouzder, u nichž má otvor běžet s povrchem, jsou pevné, rozpínací, které je možno přizpůsobit průměru
- pomocí opěrek (lunet) - k podepírání dlouhých součásti malého průměru, jsou otevřené a uzavřené
- pomocí přípravků
- do kleštín
- pomocí otočné magnetické desky



Obrázek 68 Samostředící
čtveřelíkové sklíčidlo



Obrázek 69 Elektromagnetická
upínací deska



Obrázek 70 Otočné upínací hroty



Obrázek 71 Lícni upínací deska



Obrázek 72 Opěrka (Luneta) pevná
uzavřená



Obrázek 73 Kleština

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Obrázek 74 Opěrka
(Luneta)pohyblivá otevřená



Obrázek 75 Sada kleštin



Obrázek 76 Nástrčný výstružník
nasazený na trnu k upnutí mezi hroty



Obrázek 77 Trny na broušení
nástrčných výhrubníků a výstružníků
mezi hroty

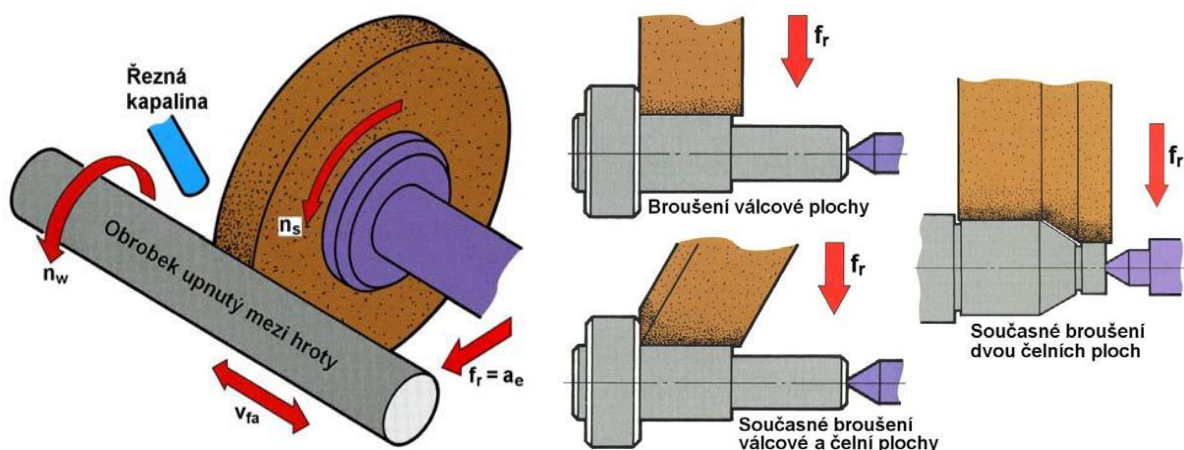
Kontrolní otázky:

- 1) Podle výrobního výkresu hřídele určete, které plochy jsou broušené.
- 2) Vyjmenuje brusky používané k broušení válcových ploch.
- 3) Popište univerzální hrotovou brusku.
- 4) Jakými způsoby upínáme obrobky na hrotových bruskách?

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

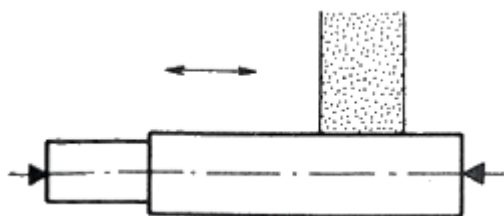
5.2.2 Základní práce na univerzálních hrotových bruskách

5.2.2.1 Broušení vnějších válcových ploch



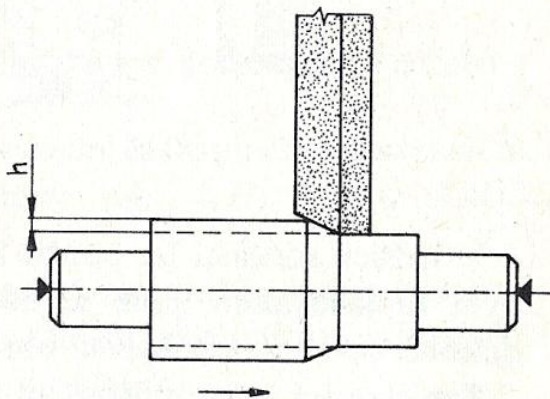
Podélný způsob

Používá se u obrobků, kde je délka větší než šířka kotouče, stůl s obrobkem koná podélný pohyb přímočarý vratný a obrobek pohyb rotační, přísuv do řezu koná brousící vřeteník v jedné nebo v obou úvratích stolu stroje.



Hlubkový způsob

Je vhodný pro broušení kratších a tuhých výrobků. Přídavek se odebere na jeden záběr. BK je ovrhán kuželovitě (2°) nebo stupňovitě. Hloubka řezu je 0,1 až 0,4 mm, posuv je 2 až 6 mm na otáčku obrobku. Obvodová rychlost se volí poněkud vyšší než při obvyklém způsobu broušení.

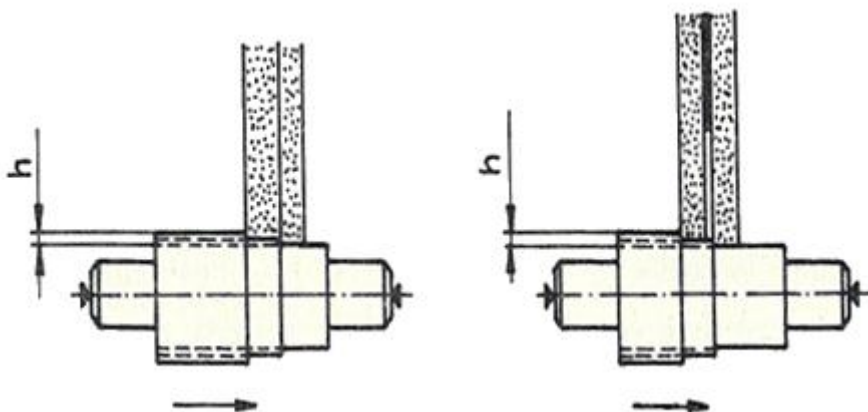


ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Broušení odstupňovaným kotoučem

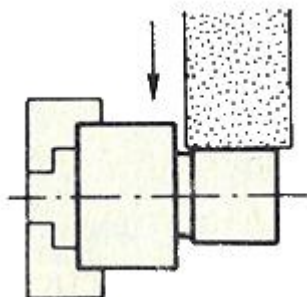
Jde o zvláštní způsob hloubkového broušení stupňovým kotoučem. Každý ze stupňů kotouče ubírá z obrobku část přídavku, poslední stupeň povrch uhlazuje, mezi jednotlivými stupni jsou zápichy.

Místo stupňových kotoučů lze použít dva kotouče na společné přírubě, menší kotouč brousí nahrubo, větší načisto.



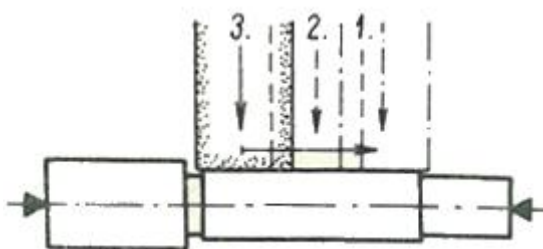
Zapichovací způsob

Brousící kotouč je širší než broušená plocha, přisouvá se pouze do řezu, používá se pro krátké a tuhé obrobky. Nevýhodou je velká styková plocha mezi brousícím kotoučem a obrobkem, který se více zahřívá. Velikost přisuvu je 0,002 až 0,03 mm na otáčku obrobku.



Způsoby zapichování:

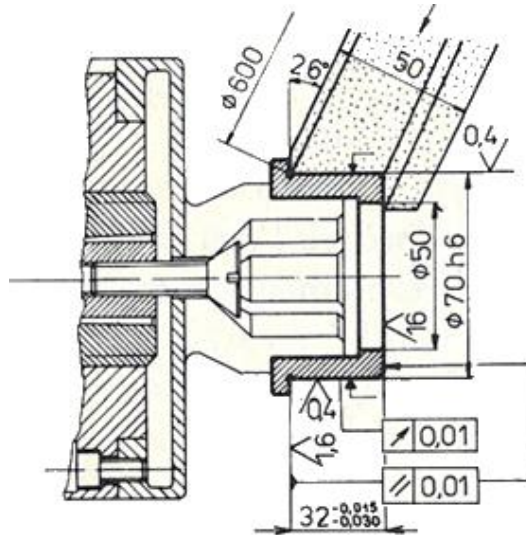
- postupné - brousíme obrobek delší než je šířka BK, zapichováním brousíme nahrubo postupně, dokončujeme podélným broušením s přídavkem 0,02 mm



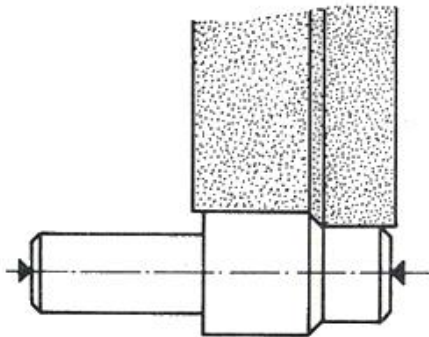
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

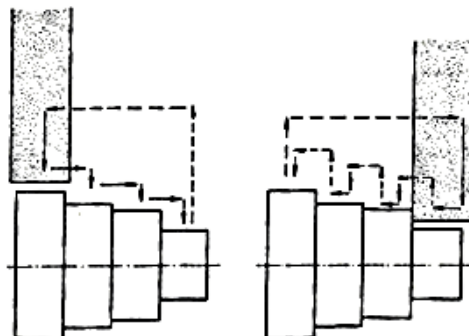
- šikmým posuvem brousícím kotoučem - brousíme zároveň čelo a průměr obrobku, lze brousit několik ploch najednou a brousící vřeteník je natočen o 45°



- tvarovým brousícím kotoučem - používáme v sériové výrobě, brousící kotouč je orvnán na příslušný tvar, nebo lze použít více kotoučů na jedné přírubě



- broušení stupňovitých povrchů – obroky s odstupňovanými průměry se brousí od největšího průměru, protože nepracovní pohyby brousícího kotouče jsou nejkratší, při opačném postupu, od nejmenšího průměru, je pohyb brousícího kotouče složitější a ztráty jsou větší



ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Doporučené řezné podmínky pro broušení vnějších válcových ploch

- Brousící kotouč se volí v závislosti na broušeném materiálu
- Řezná rychlost brousícího kotouče se volí - pro oceli 25 až 35 m/s
 - pro litiny 25 m/s
 - pro jemné broušení 15 m/s
- Obvodová rychlost obrobku se volí

	- při hrubování	- na čisto
pro ocel	15 až 20 m/min	8 až 15 m/min
pro litinu	15 až 22 m/min	12 až 16 m/min
- Podélný posuv obrobku

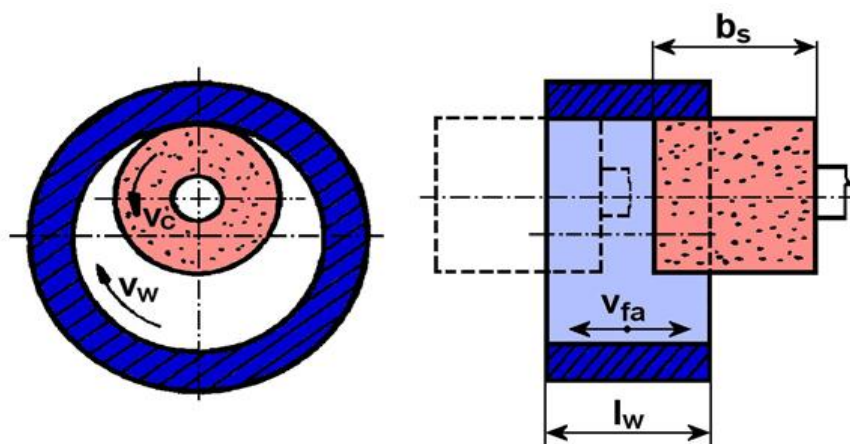
	- při hrubování	- na čisto
pro ocel	2/3 až 3/4	1/4 až 1/3 šířky kotouče/na otáčku
pro litinu	3/4 až 5/6	1/3 až 1/2 šířky kotouče/ na otáčku
pro jemné broušení	1/10 až 1/5 šířky kotouče/na otáčku	
- Přísuv se volí

	- při hrubování	0,0025 až 0,075 mm/ot
	- na čisto	0,001 až 0,005 mm/ot

Kontrolní otázky:

- 1) Vyjmenujte způsoby broušení vnějších válcových ploch.
- 2) Popište podélný způsob broušení.
- 3) Vysvětlete způsoby zapichování.
- 4) Popište řezné podmínky.
- 5) Jak kontrolujeme vnější válcové plochy?

5.2.2.2 Broušení vnitřních válcových ploch

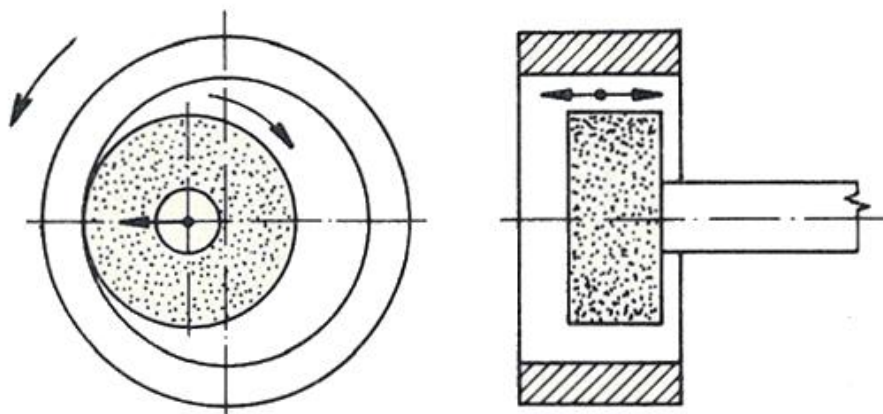


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Pohyby při broušení děr - otáčivý pohyb brousícího kotouče

- otáčivý pohyb obrobku
- podélný vratný pohyb brousícího kotouče nebo obrobku
- přísvuv brousícího kotouče nebo obrobku do řezu



Zásady pro broušení děr

- průměr brousícího kotouče se volí $3/4$ až $4/5$ průměru díry, nesmí přesáhnout $9/10$ průměru díry
- styková plocha je velká, součást se více zahřívá, a proto vydatně chladíme
- brousící vřeteno co nejkratší a nejtlustší, aby nevznikalo chvění a soustava byla dostatečně tuhá
- volíme menší řezné rychlosti než při broušení vnějších válcových ploch
- pro dlouhé díry je nástavec dlouhý a tenký, a proto brousíme malými přísvuvy s více záběry, aby nevznikalo chvění, a tím nepřesnost broušení
- volíme měkkí brousící kotouče, které jsou méně trvanlivé a vyžadují častější orovnění

Řezné podmínky

Řezná rychlost brousícího kotouče se volí - pro houževnaté materiály 25 až 30 m/s

- pro křehké materiály 10 až 25 m/s

Obvodová rychlost obrobku

- měkká ocel 16 až 21 m/min

- kalená ocel 18 až 24 m/min

- šedá litina 19 až 24 m/min

Podélný posuv

- při hrubování

- na čisto

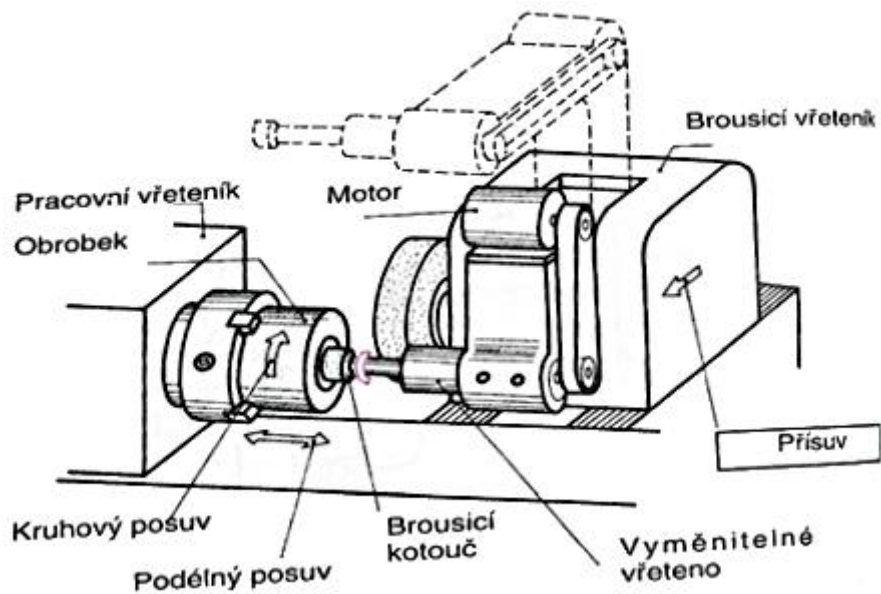
ocel 0,5 až 0,7 šířky kotouče/ot 0,2 až 0,3 šířky kotouče/ot

šedá litina 0,2 až 0,5 šířky kotouče/ot 0,2 až 0,4 šířky kotouče/ot

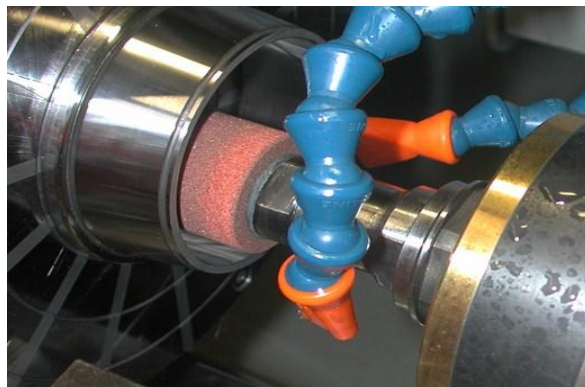
Přísvuv

- při hrubování 0,01 až 0,02 mm - na čisto 0,002 až 0,01 mm

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Obrázek 78 Brousící vřetení



Obrázek 79 Brousící kotouč pro broušení děr



Vyměnitelné vřetení

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Způsoby broušení děr

Podélný způsob

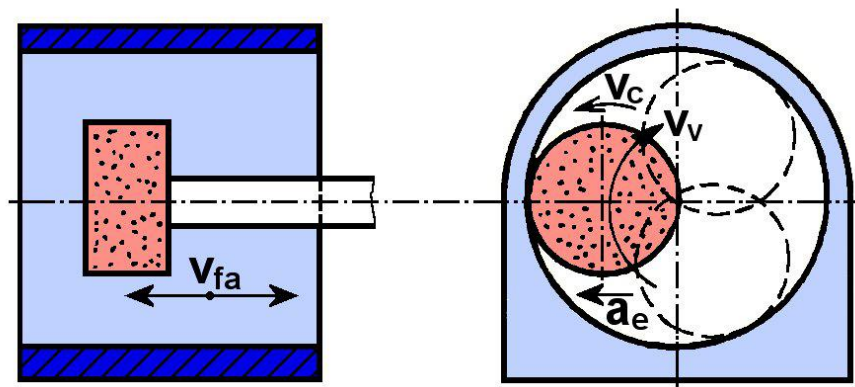
Je to nejpoužívanější způsob broušení děr. Brousící kotouč se volí co nejširší, začíná se hrubováním s přísuvem 0,005 až 0,02 mm podle průměru díry, potom brousíme na čisto s přísuvem 0,002 až 0,001 mm na jeden dvojdvih. Menší přísuvy se volí pro menší a delší díry. Přesné díry se brousí několika záběry na čisto a přísuv se postupně zmenšuje. Brousící kotouč se podélně posouvá a brousí se válcové díry o stejném průměru.

Zapichovací způsob

Používá se méně často než podélný způsob, soustava je méně tuhá, je výkonnější. Používá se pro broušení kratších děr, brousící kotouč se podélně neposouvá, jen přísouvá do řezu. Velikost přísuvu se zmenšuje na polovinu proti podélnému. Brousí se válcové díry, čelní plochy vnitřních drážek a osazení.

Planetové broušení

Otvory velkých a těžkých obrobků, které jsou upnuté do sklíčidla a případné obrábění je obtížné, se obrábí planetovým broušením. V tomto případě obrobek stojí a brusný nástroj koná všechny pracovní pohyby, otáčí se okolo vlastní osy, posouvá se ve směru osy broušeného otvoru a současně obíhá okolo osy obrobku. Přesnost planetového broušení je z důvodu malé tuhosti vřetena nižší.



Kontrolní otázky:

- 1) Popište pohyby při broušení děr.
- 2) Vyjmenujte zásady pro broušení děr.
- 3) Jaké jsou rezní podmínky při broušení děr?
- 4) Popište způsoby broušení děr.
- 5) Jak kontrolujeme vnitřní válcové plochy?

5.3 Broušení kuželových ploch

Kuželové plochy se používají k pevnému spojení strojních součástí, u nichž se požaduje přesná souosost, rozdělujeme je na vnější a vnitřní. Vnější kuželové plochy se vyskytují na upínacích stopkách nástrojů (šroubovitě vrtáky, frézy, výstružníky), na upínacích přípravcích (upínací trny,

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

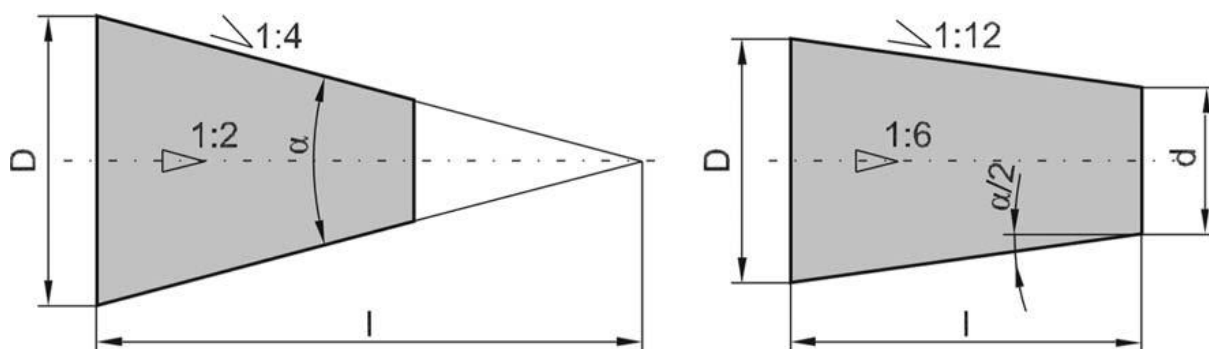
redukční vložky, středící hroty), a na mnoha jiných strojních součástech. Vnitřní kuželové plochy se umísťují do dutin upínacích vřeten obráběcích strojů vrtaček, frézek, soustruhů a brusek.

Rozdělení kuželů

- podle tvaru
 - přímé
 - komolé
- podle umístění
 - vnější
 - vnitřní
- podle výroby
 - nenormalizované
 - normalizované

Parametry kuželů

Kuželová plocha je určena třemi parametry, nejčastěji D , d , l .



Kuželovitost

$$K = \frac{D}{l}$$

$$K = \frac{D-d}{l}$$

D – velký \varnothing kužele [mm]

d – malý \varnothing kužele [mm]

l – délka kužele [mm]

α – vrcholový úhel kužele [°]

$\alpha/2$ – úhel sklonu kužele [°]

Sklon

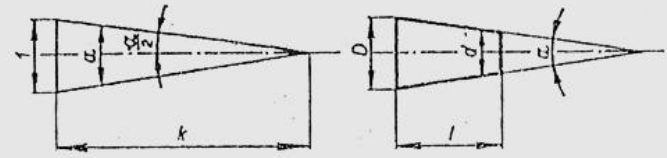
$$s = \frac{D-d}{2L} = \frac{K}{2} = \operatorname{tg} \alpha/2$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Normalizované kužely – výběr z norem ČSN

KUŽELOVITOST NÁSTROJOVÝCH STOPEK A DUTIN



Kužel	Kuželovitost $1 : k = (D - d) : l$	Vrcholový úhel α	Úhel nastavení na stroji $\frac{\alpha}{2}$
vrtání pro výstružníky a výhrubníky	$1 : 30 = 0,033\ 33$	$1^{\circ}54'34''$	$0^{\circ}57'17''$
metrický	$1 : 20 = 0,050\ 00$	$2^{\circ}51'52''$	$1^{\circ}25'56''$
Morseův a krátký	0 $1 : 19,212 = 0,0520\ 5$	$2^{\circ}58'54''$	$1^{\circ}29'27''$
	1 $1 : 20,047 = 0,0498\ 8$	$2^{\circ}51'26''$	$1^{\circ}25'43''$
	2 $1 : 20,020 = 0,0499\ 5$	$2^{\circ}51'40''$	$1^{\circ}25'50''$
	3 $1 : 19,922 = 0,0502\ 0$	$2^{\circ}52'32''$	$1^{\circ}26'16''$
	4 $1 : 19,254 = 0,0519\ 4$	$2^{\circ}58'30''$	$1^{\circ}29'15''$
	5 $1 : 19,002 = 0,0526\ 3$	$3^{\circ}00'52''$	$1^{\circ}30'26''$
6 $1 : 19,180 = 0,0521\ 4$	$2^{\circ}59'10''$	$1^{\circ}29'35''$	
strmý (ISA)	$3,5 : 12 =$ $= 1 : 3,428\ 6 = 0,291\ 67$	$16^{\circ}35'40''$	$8^{\circ}17'50''$
pro upínání frézovacích hlav	$1 : \frac{10}{3} = 0,300\ 00$	$17^{\circ}03'42''$	$8^{\circ}31'51''$

Výběr z ČSN 22 0406

Platí od 1. 4. 1959

VELIKOSTI STRMÝCH KUŽELŮ NÁSTROJOVÝCH

Označení strmého kužele nástrojového s velkým průměrem $D = 69,850\ \text{mm}$:

Strmý kužel 50 ČSN 22 0406

Rozměry v mm

Označení kužele	Velký průměr D	Délka l	Označení kužele	Velký průměr D	Délka l
5	12,700	17,5	45	57,150	84
10	15,875	22	50	69,850	99
15	19,050	27	55	88,900	132
20	22,225	33	60	107,950	162
25	25,400	40	65	133,350	200
30	31,750	48,5	70	165,100	248
35	38,100	57	75	203,200	305
40	44,450	65,5	80	254,000	381

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Stroje - hrotové brusky - s posuvným pracovním vřeteníkem

- s posuvným brousícím vřeteníkem

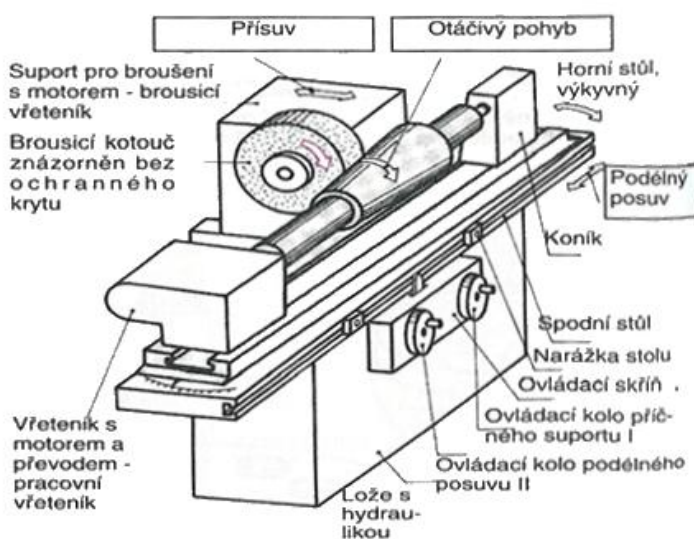
Pracovní stůl se skládá ze dvou částí, horní část lze natočit v obou směrech o 6° až 10° , pracovní vřeteník je otočný o 90° .

Způsoby broušení kuželů

- nastavením horního stolu brusky
- nastavením brousícího vřeteníku
- nastavením pracovního vřeteníku
- použitím brusného kotouče kuželového tvaru
- speciální způsoby broušení vnitřních a miniaturních kuželů

Nastavením horního stolu brusky

Používá se pro dlouhé komolé kužely s malým vrcholovým úhlem. Horní část stolu se natočí o úhel sklonu $\alpha/2$.



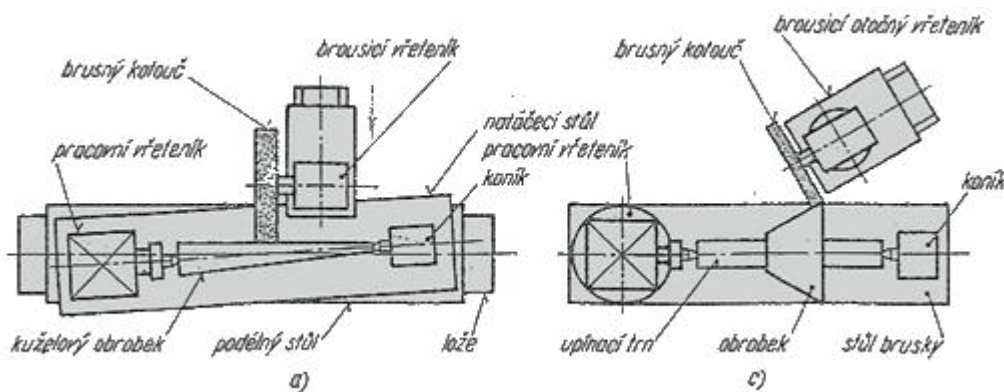
Obrázek 80 Broušení komolých dlouhých kuželů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Nastavením brousícího vřeteníku

Používá se pro broušení strmých krátkých kuželů, které navazují na válcovou plochu. Brousící vřeteník s upnutým brousícím kotoučem natočíme o úhel sklonu $\alpha/2$.

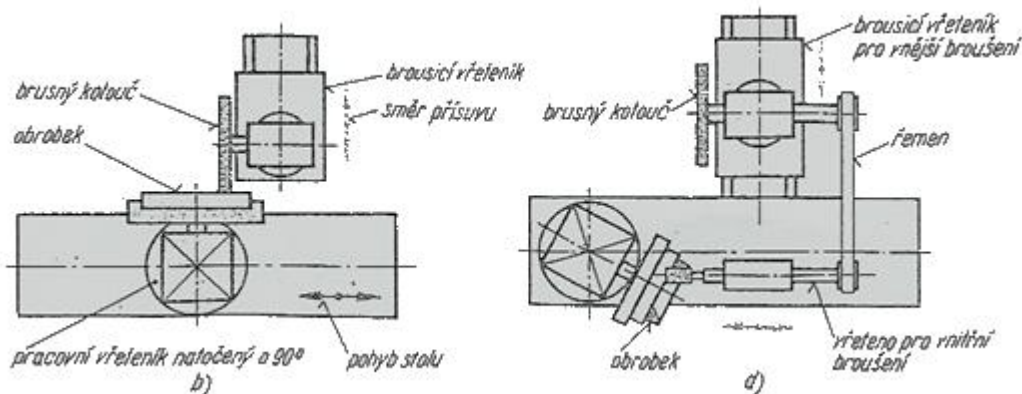


Nastavením horního stolu brusky

Nastavením brousícího vřeteníku

Nastavením pracovního vřeteníku

Používá se pro broušení rovinných ploch natočením pracovního vřeteníku o 90° a pro broušení vnitřních kuželových ploch (viz obrázky). Dále lze brousit vnější kuželové plochy kratší s velkým vrcholovým úhlem, kde se natočí pracovní vřeteník o úhel sklonu $\alpha/2$.



Nastavení pracovního vřeteníku pro rovinné plochy a vnitřní kuželové plochy

Brousícím kotoučem kuželového tvaru

Používá se pro broušení kuželů s velkým vrcholovým úhlem a při broušení úkosů. Brousící kotouč je rovinný na úhel sklonu $\alpha/2$.

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Obrázek 81 Brousící kotouč kuželového tvaru

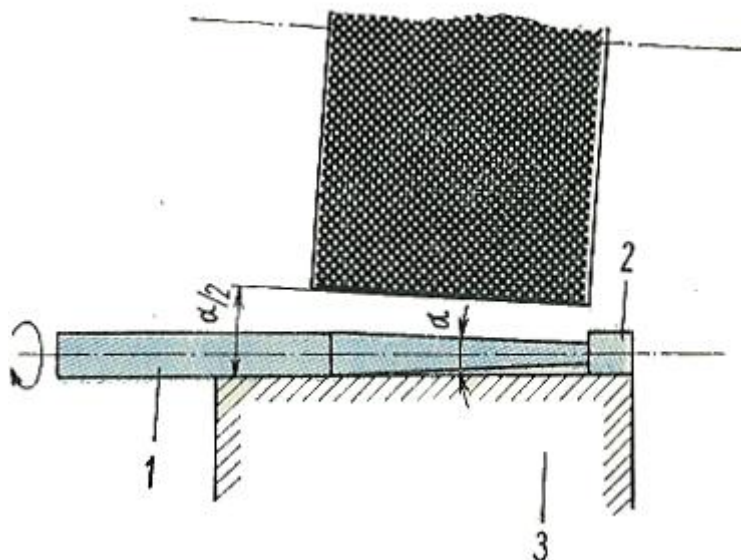


Obrázek 82 Brousící tělísko kuželového tvaru

Speciální způsoby broušení kuželových ploch

Broušení miniaturních kuželů

Obrobky se sousou kuželovou a válcovou částí se brousí kotoučem natočeným k ose obrobku o úhel $\alpha/2$. Obrobek je válcovou částí opřen o magnetickou lunetu a požadované sousosti dosáhneme ponecháním pomocného nákrůžku na konci kužele, který je naposled obroušen.



Broušení obrobků se sousou válcovou a kuželovou částí

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

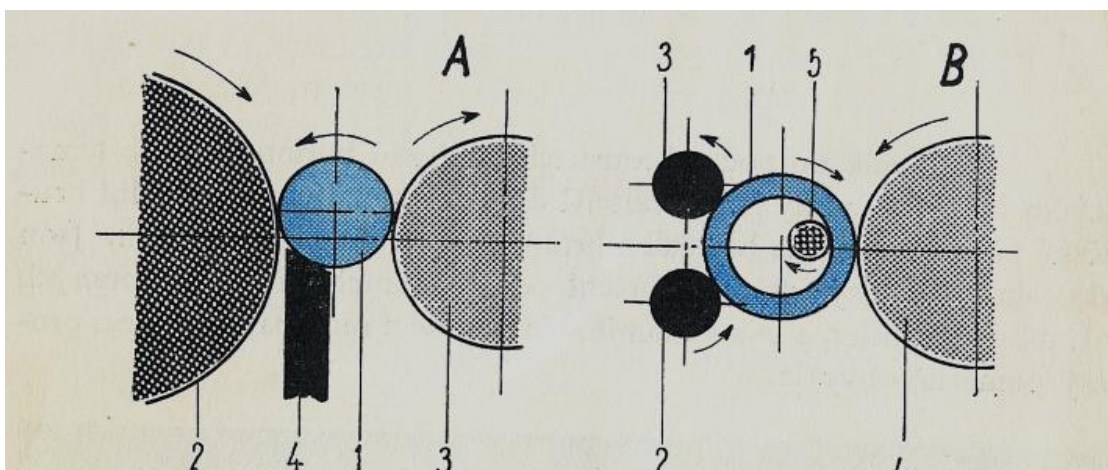
Kontrolní otázky:

- 1) Kde se vyskytují kuželové plochy v technické praxi?
- 2) Vyjmenujte druhy kuželů.
- 3) Nakreslete a popište komolý kužel s rozměry.
- 4) Jaké brusky používáme k broušení kuželů?
- 5) Vyjmenujte způsoby broušení kuželů.
- 6) Popište způsob broušení dlouhých komolých kuželů.
- 7) Jak brousíme kratší kužely s velkým vrcholovým úhlem?
- 8) Vyjmenujte měřidla používaná pro kontrolu kuželových ploch.

5.4 Bezhtoté broušení

Princip

Při bezhtotém broušení vnějších válcových ploch se obrobek neupíná do hrotů nebo sklíčidla, ale je veden mezi rychle se otáčejícím brusným kotoučem (s otáčkami 1200 až 2000 ot /min) a pomalu se otáčejícím unášecím kotoučem (s otáčkami 6 až 350 ot/min), přičemž se opírá o podpěrné pravítko. Při bezhtotém broušení vnitřních válcových ploch (děr) se obrobek svým vnějším povrchem opírá o podpěrnou kladku, přídržnou kladku a unášecí kotouč, aby jeho vnitřní povrch mohl být broušen kotoučem.



Bezhtoté broušení

A – vnější 1- obrobek, 2 - brusný kotouč, 3- unášecí kotouč, 4 - podpěrné pravítko

B – vnitřní 1- obrobek, 2 - podpěrná kladka, 3 - přídržná kladka, 4 - unášecí kotouč

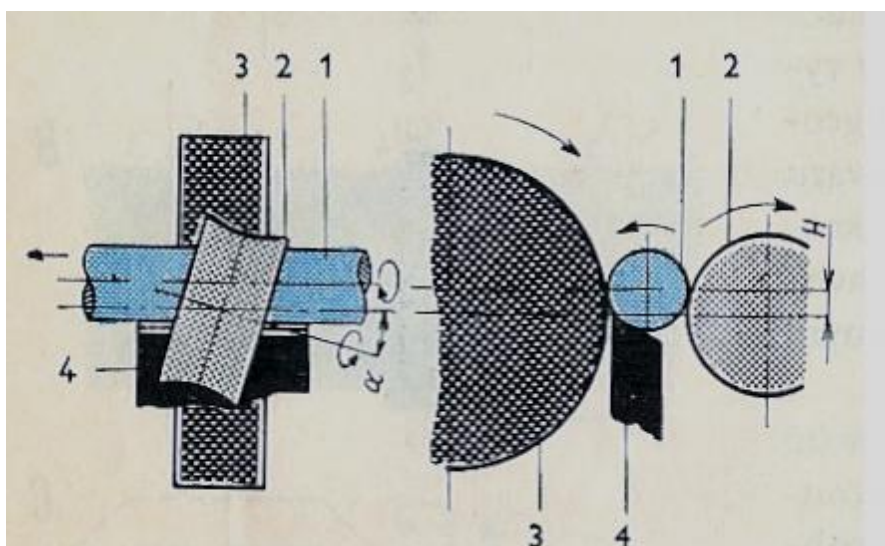
5 - brusný kotouč

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Způsoby broušení

Bezhraté broušení průchozí

Používá se pro broušení válcových obrobků, bez stupňů a nákrůžků, podélného posuvu se dosahuje nakloněním osy unášecího kotouče k ose brusného kotouče o úhel α , podpěrné pravítko zůstává rovnoběžné s osou brusného kotouče.



Bezhraté broušení průchozí 1 - obrobek, 2 - unášecí kotouč, 3 - brousící kotouč,
4 - podpěrné pravítko, α - úhel naklonění unášecího kotouče

Podmínky pro bezhraté broušení průchozí

- rychlost podélného posuvu

závisí na rychlosti unášecího kotouče a na naklonění jeho osy pod úhlem α , který se volí s ohledem na délku obrobků, u krátkých od 1° do $2,5^\circ$, u dlouhých od $1,5^\circ$ do $3,5^\circ$ a u tyčového materiálu od 3° do 5° , popř. větší

- přídavek na broušení

závisí na geometrické přesnosti polotovaru a nemá přesahovat 0,3 mm

- obvodová rychlost unášecího kotouče

se volí podle průměru obrobku, geometrické přesnosti polotovaru a podle velikosti přídavku

- otáčky unášecího kotouče

d_o – průměr obrobku [mm], d_u – průměr unášecího kotouče [mm]

n_o – otáčky obrobku [ot/min]

$$n_u = \frac{n_o \cdot d_o}{d_u} \text{ [ot/min]}$$

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

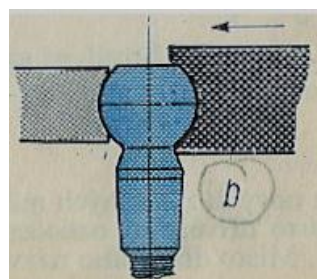
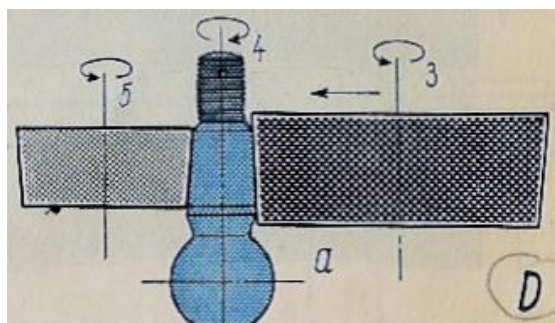
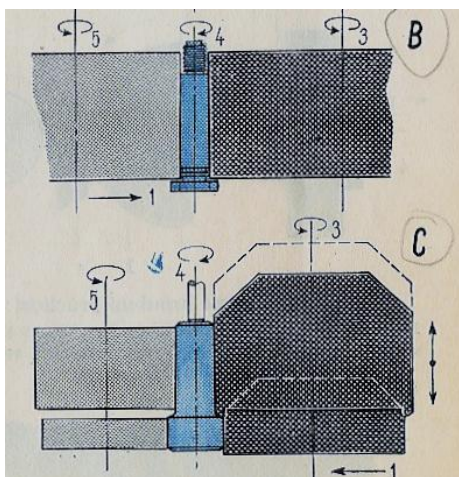
- podélný posuv obrobku

$$s = \pi \cdot d_u \cdot n_u \cdot \sin \alpha \quad [\text{mm/min}]$$

d_u – průměr unášecího kotouče [mm]
 n_u – otáčky unášecího kotouče [1/min]
 α – úhel sklonu unášecího kotouče [°]

Bezhraté broušení zapichovací

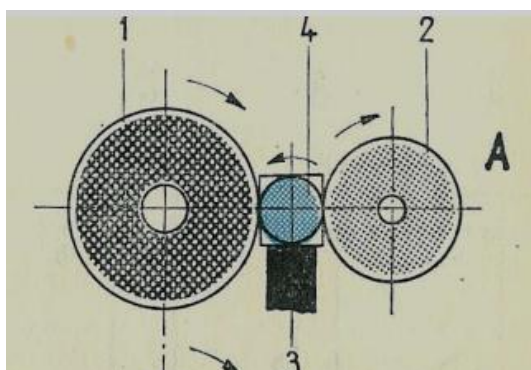
Používá se pro broušení obrobků osazených s nákrůžky i tvarových obrobků, obrobky se jednotlivě vkládají do pracovního prostoru brusky, kde se otáčejí, ale neposouvají.



Poloha obrobku v pracovním prostoru stroje

Má rozhodující vliv na přesnost tvaru a rozměru obrobku.

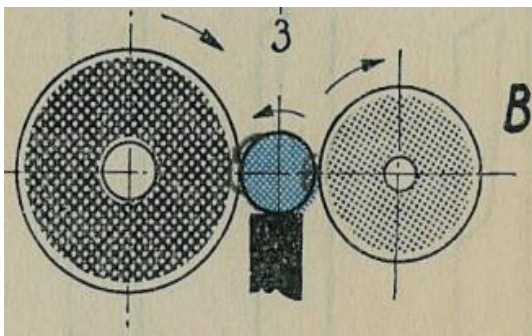
Poloha obrobku v pracovním prostoru brusky obr. A



Je-li podle obrázku A osa obrobku na spojnici středů obou kotoučů 1 a 2 a je-li funkční plocha podpěrného pravítka 3 vodorovná, je pracovním prostorem brusky čtverec. V něm se může bez vůle otáčet kromě kruhu i mnohoúhelník, proto se při tomto uspořádání dají brousit jen obrobky, které byly kruhovitě před broušením.

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

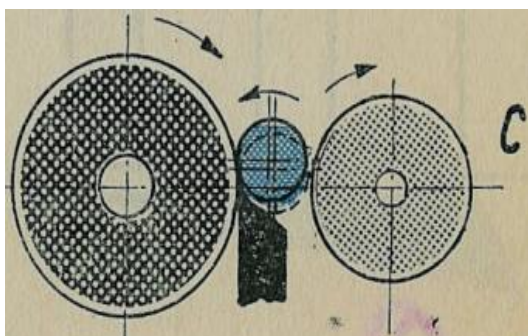
Poloha obrobku v pracovním prostoru brusky obr. B



Na obr. B je znázorněn obrobek s hrbolem, jakmile se tento hrbol dostane do styku s unášecím kotoučem, posune střed otáčení obrobku směrem k brusnému kotouči, neboť unášecí kotouč hrbol odbrousit nemůže. Brusný kotouč naopak musí proti hrbolu vybrousit přiměřené vyhloubení nebo plošku. V dalším průběhu broušení se úchytky kruhovitosti zvětšují a na části obvodu obrobku, která byla před broušením kruhovitá, vznikají hrany. Je-li na obrobku místo hrbolu prohlubenina, vytvoří se na protější straně naopak

hrbol. Nelze tedy při bezhrotém broušení s tímto uspořádáním pracovního prostoru dosáhnout u obrobku kruhovitosti.

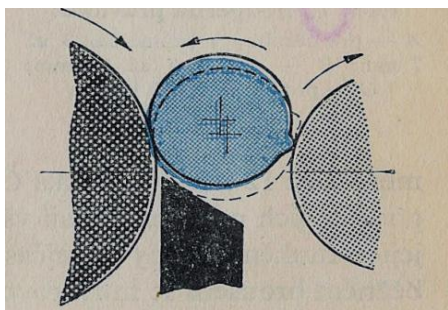
Poloha obrobku v pracovním prostoru brusky obr. C



Při uspořádání pracovního prostoru podle obr. C má podpěrné pravítko šikmou funkční plochu, která stoupá směrem k brusnému kotouči a obrobek leží vzhledem k středům kotoučů poněkud výše. Když se obrobek za tohoto uspořádání dostane svým hrbolem do styku s unášecím kotoučem, je sice opět přitlačován k brusnému kotouči, ale nikoliv ve vodorovném směru, ale šikmo nahoru, protože tlak unášecího kotouče jej posouvá po šikmo stoupající ploše podpěrného pravítka. Brusný kotouč brousí pak

i v tomto případě malé prohloubení či plošku, ale nikoliv přímo proti hrbolu a také ne tak hlubokou, jako je hrbol vysoký. V průběhu broušení se pak tyto úchytky kruhovitosti stále zmenšují, protože obrobek má v pracovním prostoru brusky možnost pohybu směrem nahoru a dolů, kdykoliv se hrboly nebo prohlubeniny dostanou do styku s podávacím kotoučem, nakonec je průřez obrobku kruhový.

Pro úpravu pracovního prostoru platí:



- čím strměji stoupá funkční plocha podpěrného pravítka k brusnému kotouči, tím větší je schopnost stroje odstranit na počátku broušení úchytky kruhovitosti obrobku
- čím výše leží střed obrobku nad středem brusného kotouče, tím větší je opravný účinek stroje a neokrouhlé obrobky se rychleji obrousí na kruhové
- čím měkčí je brusný kotouč, tím výše lze obrobek umístit proti brusnému kotouči
- střed obrobku musí ležet na spojnici středů kotoučů, a to u malých obrobků přibližně o polovinu jejich průměrů, u větších méně (nejvýše 12 mm)
- výjimkou jsou tenké a nedosti přímé tyče, které mají snahu tlouci a chvět se, takové obrobky se brousí se středem ležícím pod středy kotoučů (podpěrné pravítko je ustaveno tak, aby střed obrobku ležel 3 až 6 mm nad středy kotoučů).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

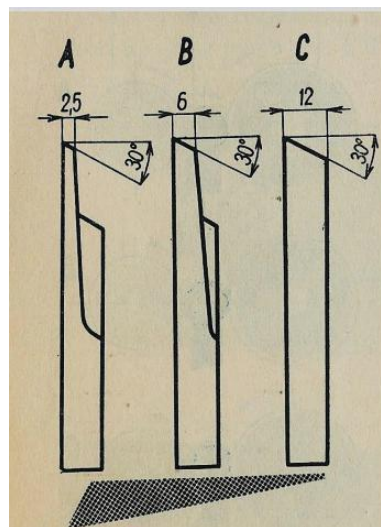
Pravítka

Podpěrná pravítka

Nesou obrobek, mají různou šířku, která se volí podle průměru obrobku, úhel sklonu jejich funkční plochy je nejčastěji 30°, délka při průběžném broušení se musí rovnat nejméně součtu šířky brusného kotouče a délky obrobku, při zapichovacím způsobu je délka pravítka rovna šířce brusného kotouče.



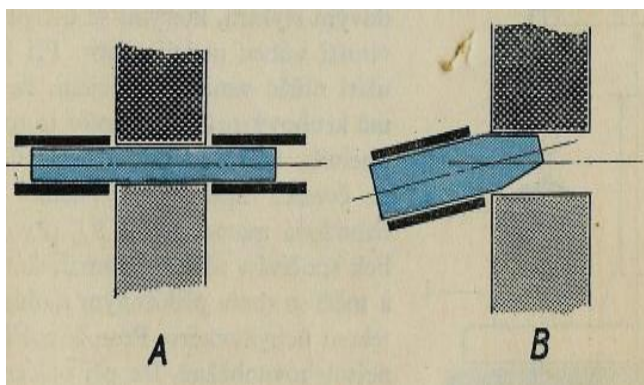
Obrázek 83 Pravítka pro bezhroté broušení



Podpěrná pravítka pro obrobky
A $\varnothing 3 - 7$ mm, B $\varnothing 7 - 12$ mm, C- \varnothing
nad 12 mm

Vodící pravítka

Vodící pravítka jsou upnutá na vstupní i výstupní straně pracovního prostoru stroje, usnadňují dosažení správného tvaru obrobku při průchozím broušení, nastavují se pomocí kontrolního trnu, který má shodný průměr s obrobkem a délku nejméně o 150 mm větší, než je šířka brusného kotouče, vychýlením pravítek na vstupní straně směrem k unášecímu kotouči se na předním konci obrobku vybrousí kužel.



Vodící pravítka A – správně ustavená, B - vychýlená

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Materiál pravítek

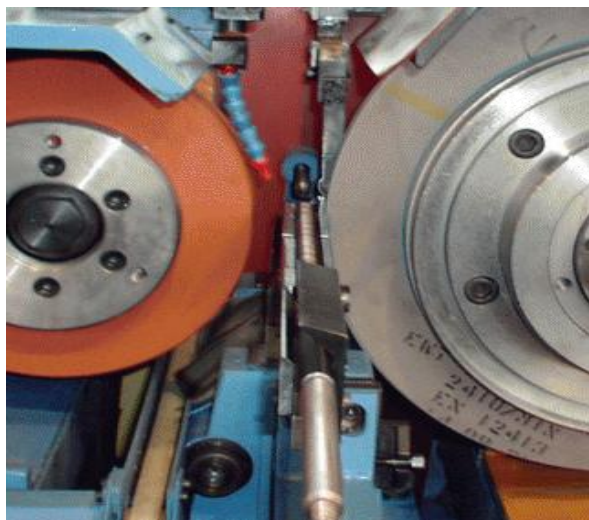
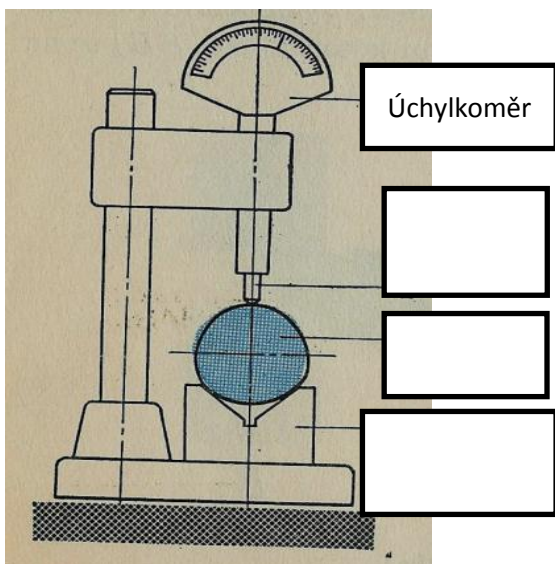
chromová ocel, bronz, litina, slinuté karbidy a kalená ocel

Přesnost bezhrotého broušení

Při průchozím broušení lze dosáhnout rozměrové přesnosti $\pm 0,005$ mm u dlouhých tyčí, $\pm 0,002$ mm u kratších obrobků, lze brousit i dráty o průměru 0,25 mm a délce 3 000 mm s přesností 0,002 mm. Úchytky kruhovitosti jsou v mezích 0,001 až 0,002 mm, někdy i méně než 0,001 mm. U tvarově složitých obrobků jsou broušené plochy sousedí v mezích 0,001 až 0,002 mm.

Měření kruhovitosti

Spolehlivé výsledky dává jen třibodová metoda, při níž je obrobek uložen v zárezu prizmatické podložky a měří se shora přiloženým zaobleným dotekem úchylkoměru a při otáčení obrobku zjistíme všechny úchytky.



Obrázek 84 Pracovní prostor bezhroté brusky

Měření kruhovitosti obrobků

Výhody a nevýhody bezhrotého broušení

Výhody

- broušení průchozí je plynulé a velmi hospodárné, nový obrobek se vkládá již při broušení předcházejícího
- tuhá opora obrobku po celé délce usnadňuje velký úběr, a tím krátké časy
- je vyloučeno nepřesné ustředění obrobku, stačí menší přídatky na broušení, úspora času a materiálu
- udržovací náklady brusek jsou velmi nízké, mají málo funkčních ploch podléhajících opotřebení
- lze brousit i malé průměry

Nevýhody

- sousost bezhrotě broušené plochy s jinými již obrobými plochami se nedá zajistit, broušení by muselo předcházet jiným operacím

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

- nelze brousit přerušované plochy (drážka pro pero), vodící kotouč by neunášel
- seřízení bezhroté brusky je náročné na čas, nelze použít v kusové a málosériové výrobě

Kontrolní otázky:

- 1) Vysvětlíte princip bezhrotého broušení a použití.
- 2) Popište dva základní způsoby bezhrotého broušení.
- 3) Vyjmenujte podmínky bezhrotého broušení průchozího.
- 4) Nakreslete a vysvětlíte uspořádání v pracovním prostoru bezhroté brusky.
- 5) Popište pravítka.
- 6) Jak kontrolujeme přesnost bezhrotého broušení?
- 7) Jaké jsou výhody a nevýhody bezhrotého broušení?

5.5 Broušení tvarových ploch

Patří k nejnáročnějším operacím na bruskách, častěji brousíme na vodorovných rovinných bruskách než na univerzálních hrotových.

Způsoby broušení

- broušení tvarů tvarovým kotoučem
- broušení tvarů plochým kotoučem

5.5.1 Pomůcky k tvarovému broušení

- upínací
- kontrolní
- tvarovací

Upínací pomůcky

- Hranolové podložky

slouží k upínání obrobků na elektromagnetických deskách, vyrábějí se ve dvojicích se stejnou výškou, používají se k podkládání obrobků, které se musí zabezpečit před posunutím, mají normalizované rozměry (50×20×130, 20×30×130 a 40×60×200 mm).

- Magnetické podložky

slouží k podkládání obrobků s výstupky, jejichž malé plochy nestačí vyrovnat magnetický tok, mají tvar hranolů.

- Úhelníky

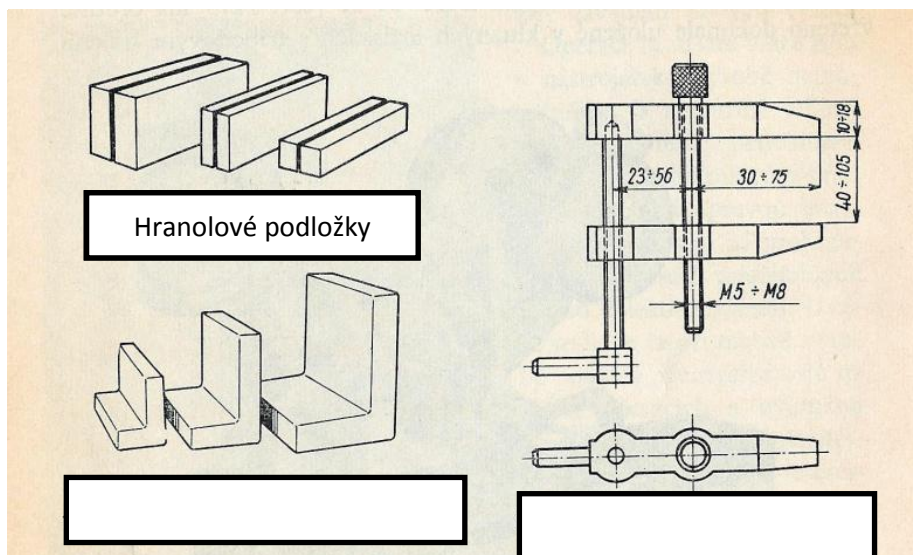
používají se u obrobků, kde brousíme dvě vzájemně kolmé plochy, obrobky jsou k nim upnuty pomocí svěrek.

- Sinusové pravítko

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

používá se při broušení úkosů, s délkou nejčastěji 100, 200 mm.



Kontrolní pomůcky

- Příměrná deska
má přesně zaškrabanou plochu 500×400 mm, na které se kontroluje rovinnost ploch a která je rozměrovací základnou pro ostatní měření.
- Kontrolní válec
je ustavený na příměrné desce s rozměry 40×80 mm a je určen ke kontrole kolmosti ploch.
- Měřicí stojánek s číselníkovým úchylkoměrem
lze jej použít i k orýsování, výměnou za rýsovací hrot.
- Základní měrky
používají se k nejpřesnějšímu měření, k ustavování obrobku a k tvarování BK.
- Nožové pravítko
používá se ke kontrole rovinnosti ploch na průsvit, je dlouhé 125 nebo 200 mm.
- Plochý úhelník
je broušený a kalený, používá se k ustavování obrobků a kontrole kolmosti ploch.



Obrázek 85 Úhelník 1

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Obrázek 86 Úhelník 2



43 3060_30/58

Obrázek 87
Číselníkový



Obrázek 88 Měry kontrolní



Obrázek 89 Nožové pravítko



Obrázek 90 Sinusové pravítko



Obrázek 91 Příměrná deska

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Tvarovací pomůcky

Používají se k tvarování BK.

- Kostka s diamantovým orovnávačem
- Kolébka s diamantovým orovnávačem
- Snímací obtahovák

5.5.2 Broušení tvarů tvarovým kotoučem

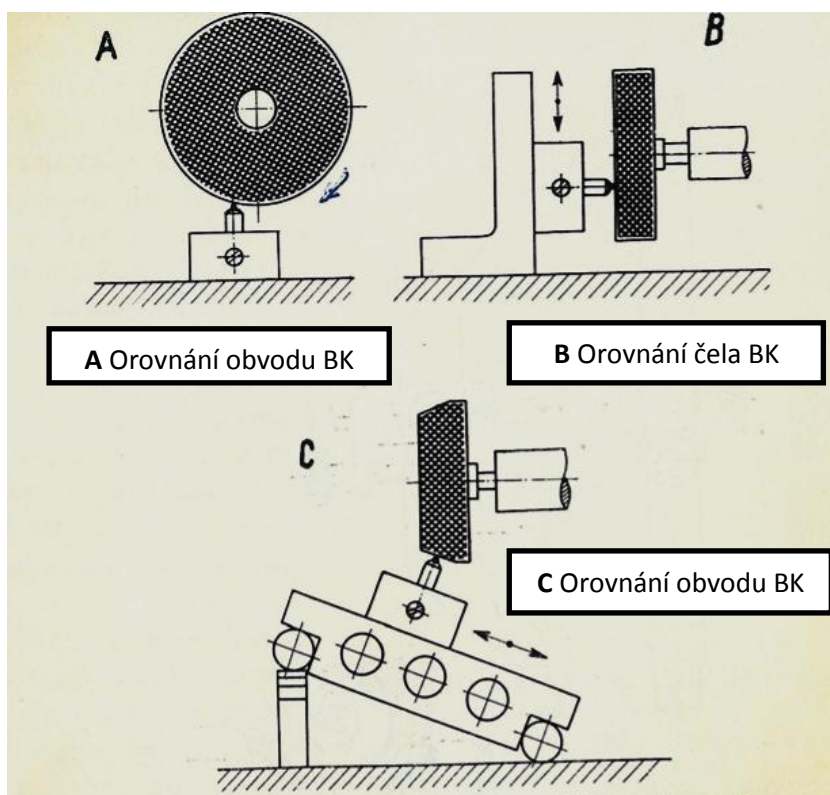
Kostkou s diamantovým orovnávačem

Vytváříme přímé úseky na profilu kotouče.

A Při orovnávaní obvodu kotouče se upíná na magnetickou desku za osou kotouče ve směru jeho otáčení, aby se diamant nemohl poškodit, obvod kotouče se pak orovná příčným posuvem stolu.

B Čelo brusného kotouče se orovná posouváním kostky s diamantovým orovnávačem po svislé stěně úhelníku.

C Úkos se na brusném kotouči tvaruje kostkou posouvanou po příslušně nastaveném sinusovém pravítku.

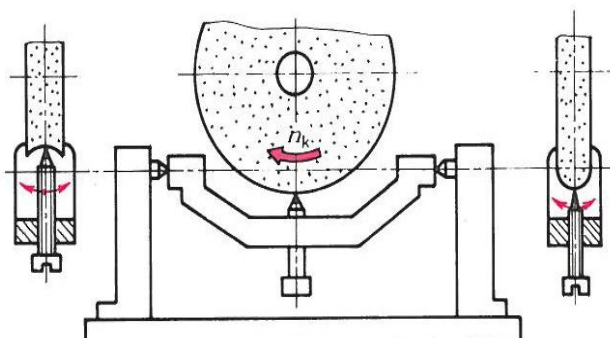


Kostka s diamantovým orovnávačem

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Kolébku s diamantovým orovnávačem

Kolébka s diamantovým orovnávačem je univerzální pomůckou na tvarování obloukových úseků na profilu BK, kotouč se tvaruje kývavým pohybem kolébky upnuté v hrotovém přístroji.



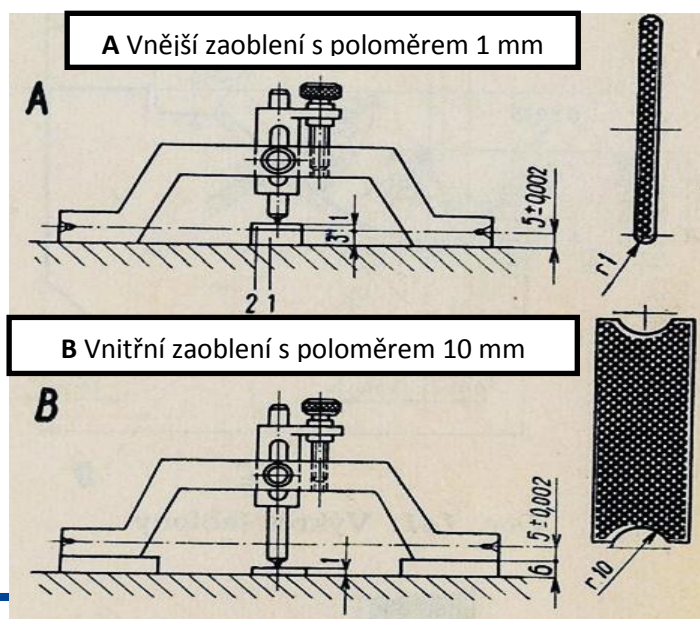
Obrázek 92 Otočný přípravek - kolébka

Popis

Brousící kotouč se ohrubuje na přibližný tvar karborundovým kamenem, potom se tvar dokončuje diamantovým orovnávačem ustaveným v kolébce na poloměr předepsaného oblouku. Orovnávač se nastavuje na průměrné desce základními měrkami podle obr.

Tvarování vnějšího zaoblení s poloměrem $r = 1$ mm. Nastaví-li se hrot diamantu o hodnotu 1 mm pod osu hrotů, v nichž se kolébka otáčí, pak na BK tvaruje vnější zaoblení s poloměrem $r = 1$ mm.

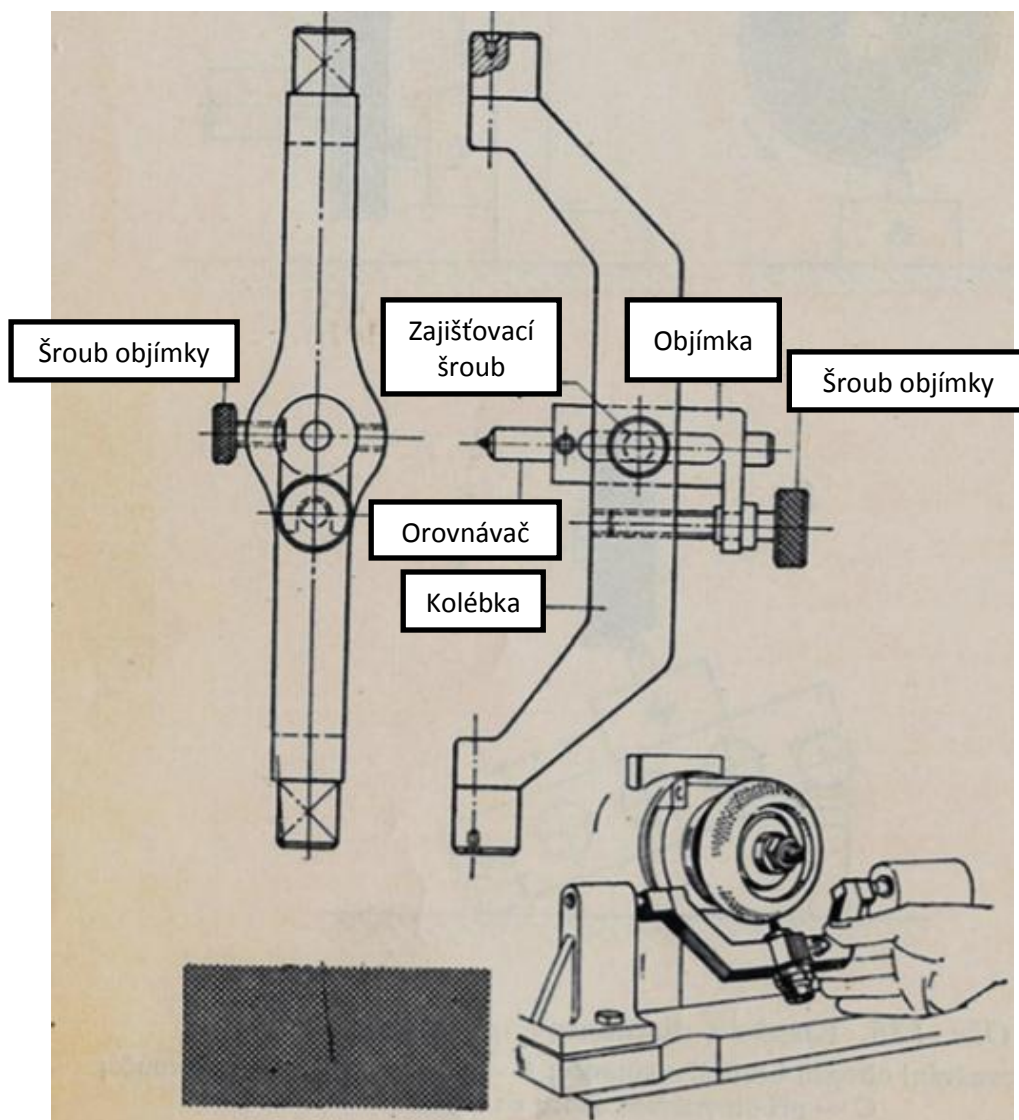
Tvarování vnitřního zaoblení s poloměrem $r = 10$ mm. Má-li se v BK tvarovat vnitřní poloměr $r = 10$ mm, musí se diamant nastavit o tuto hodnotu nad osu hrotů.



Nastavování diamantu v kolébce na tvarování

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Kolébka s nastaveným diamantovým orovnávačem se upíná do hrotového přístroje, který se musí ustavit tak, aby osa diamantu procházela svislou osou kotouče, použijeme při tom základní měrky a rozměrujeme od boku kotouče, pak se kotouč tvaruje pomalým citlivým kývavým pohybem kolébky. Při tvarování BK s profilem složeným z několika obloukových úseků s různými poloměry se musí hrotový přístroj s kolébkou příslušně přestavovat, aby jednotlivé úseky na sebe správně navazovaly.

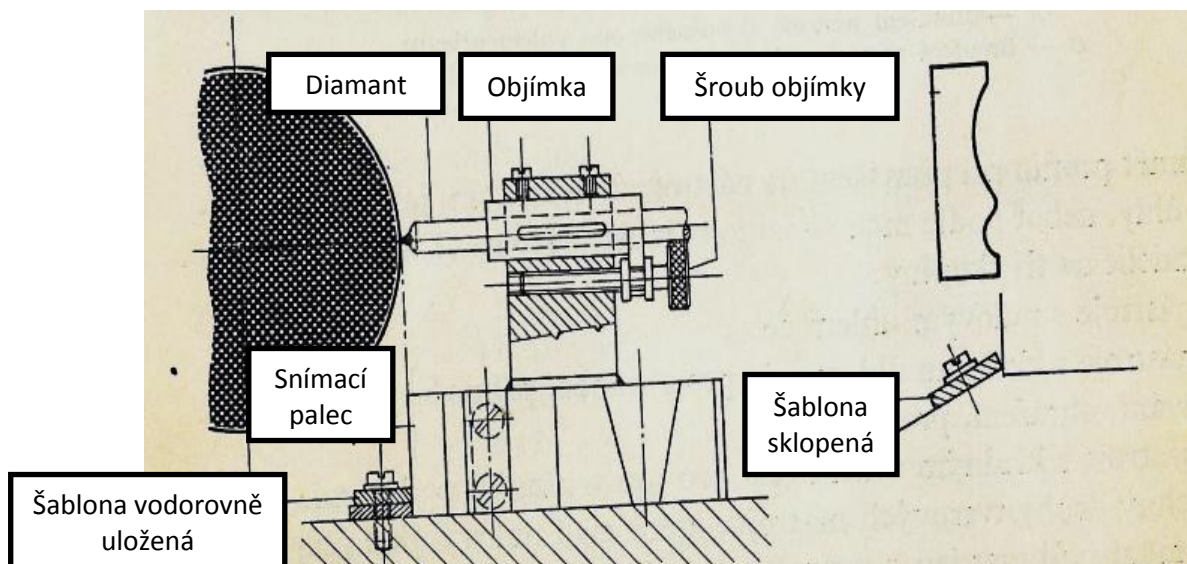


Kolébka na tvarování obloukových profilů na BK

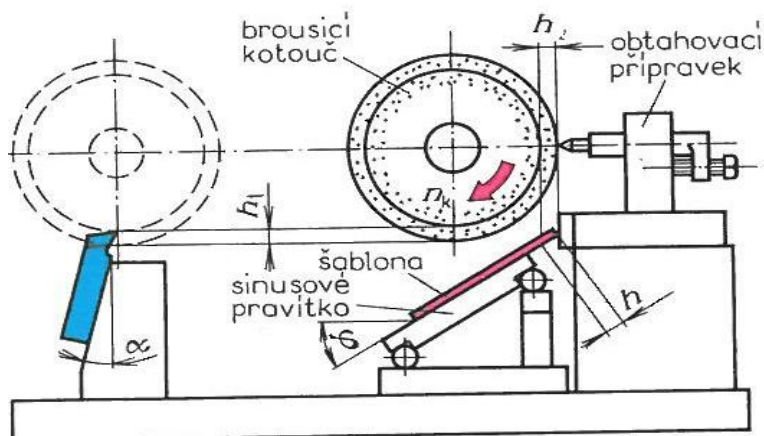
ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Snímacím obtahovákem (Hamrova metoda)

Je to pomůcka pro tvarování BK podle šablony, která je k dispozici pro kontrolu obrobků. Doteková část snímacího palce vedeného podél šablony musí mít shodný tvar s diamantem a musí s ním být v jedné rovině. Vede-li se pak snímací palec obtahováku podél šablony ustavené ve vodorovné poloze A, okopíruje diamant její tvar na BK beze změny. Když se šablona sklopí do šikmé polohy B, dá se na BK přenášet její určitý průmět, této možnosti se využívá při výrobě tvarových nožů. Místo snímacího palce je možno použít příložnou plochu, která se hodí pro přenášení tvarů s vnějšími poloměry do BK. Funkci dotekového palce zastává doteková plocha. Diamant je proti této ploše přesazen o $K = 20 \text{ mm}$, aby se dalo použít šablony přiměřeně zaoblené. Takto lze s větší přesností vytvářet na kotouči ostré hrany a zaoblení malých poloměrů.



Tvarování BK podle šablony obtahovákem



Obrázek 93 Průmětová metoda pro tvarování brusného kotouče hoblovacích a tvarovacích nožů

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

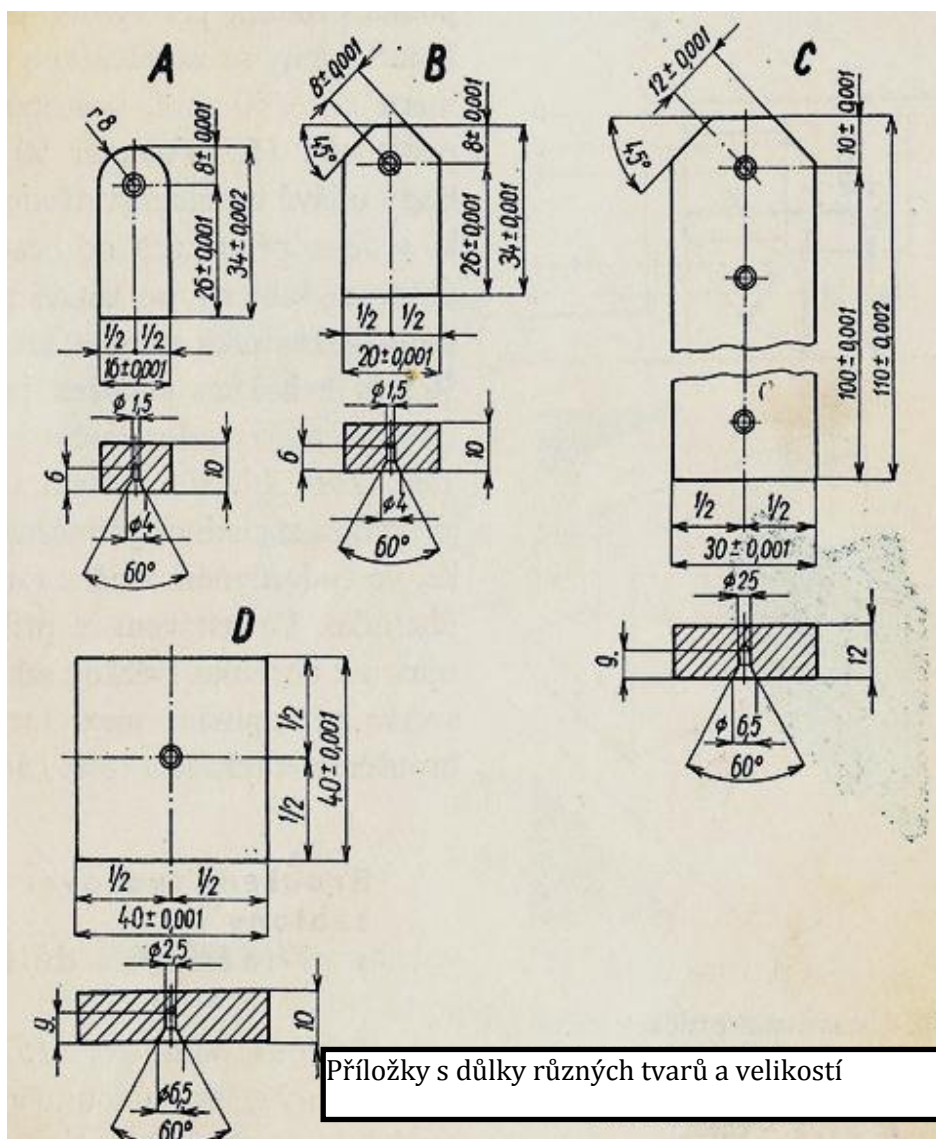
5.5.3 Broušení tvarů plochým kotoučem

Pomocí příložek

Tento způsob používáme, pokud je součást příliš tenká, nebo je střed oblouku mimo obvod součásti, popř. ve větším otvoru.

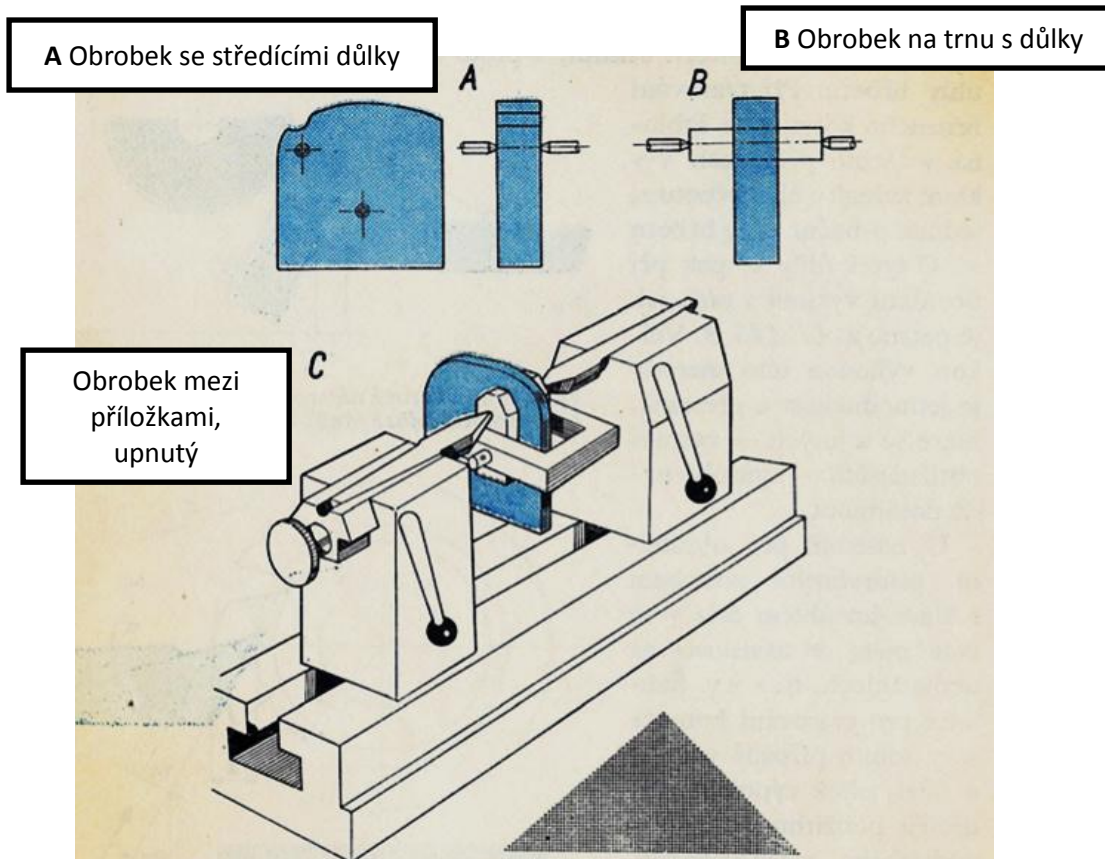
Příložky

Jsou to destičky různých tvarů a rozměrů s navrtanými středícími důlky.



Příložky s důlky různých tvarů a velikostí

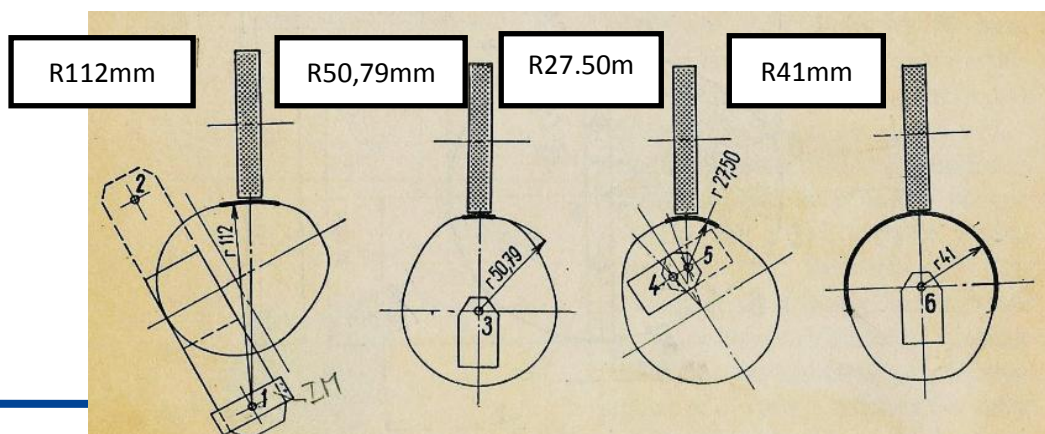
ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Broušení oblouků na obrobcích upnutých v hrotovém přístroji

Popis

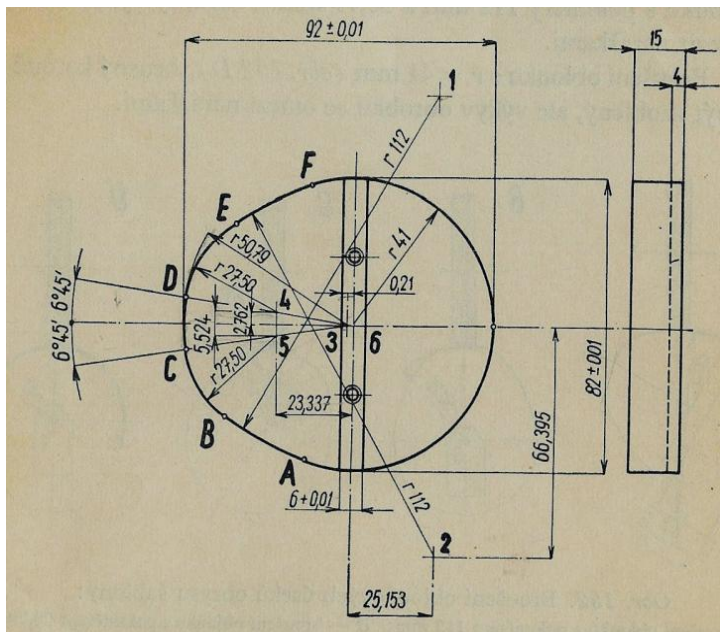
Obrobky jsou sevřeny mezi příložkami, které lze libovolně přestavovat a svěrkami upevňovat tak, aby středy důlků byly ve středu broušeného oblouku, obrobek s příložkami se pak upne do hrotového přístroje a obloukový tvar se brousí pootáčením v hrotech, přesné ustavení příložek na obrobku je dáno tím, že středící důlky jsou v přesné a známé vzdálenosti od obvodu příložek.



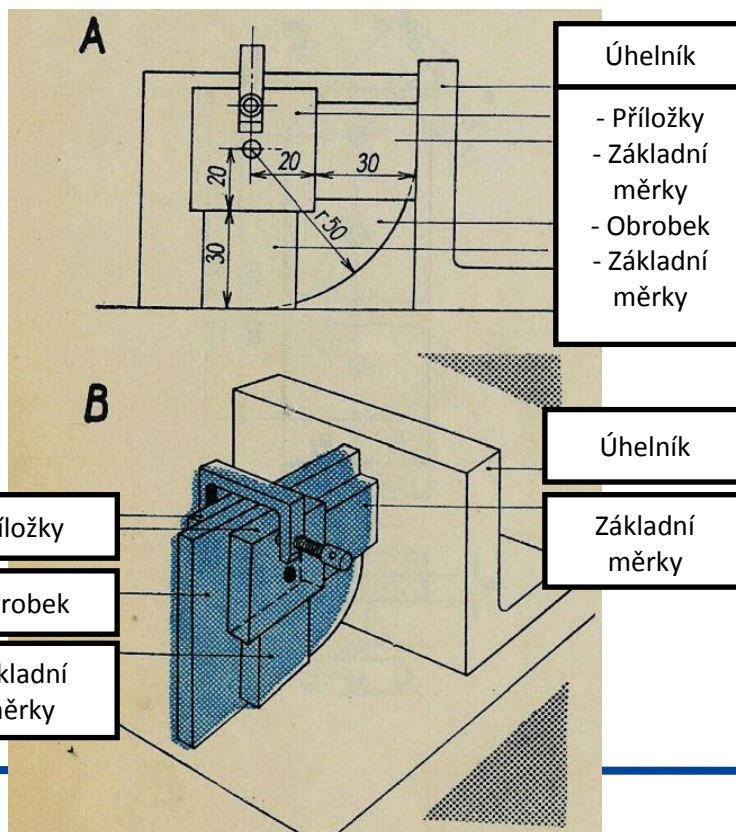
Broušení obloukových úseků obrysu šablony

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH



Tvarová šablona



Ustavování příložek s důlky na obrobku

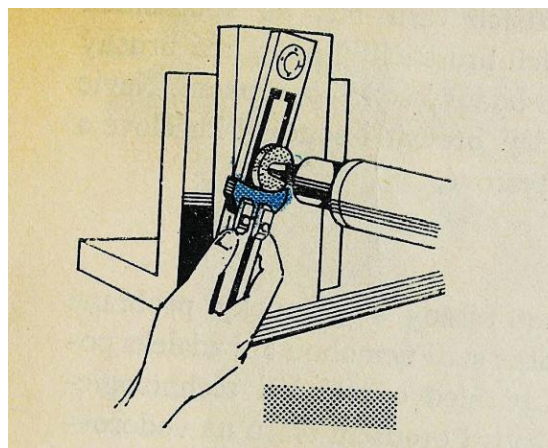
ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Ve výkyvném přípravku

Používá se tam, kde nelze použít příložky, pro oblouky s velkými poloměry.

Popis

Brousí se na přípravných výkyvně uložených na čepu, který je středem broušeného oblouku, při broušení velkého vnitřního oblouku je obrobek upnut za vnější okraj, při broušení vnějšího oblouku za vnitřní okraj.



Broušení velkého vnitřního obloukového tvaru

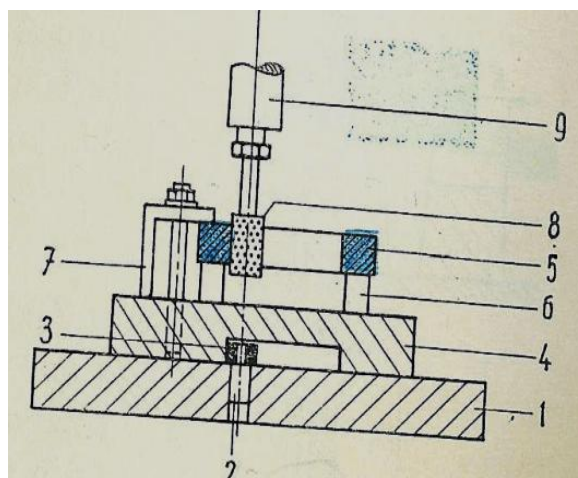
Broušení tvarů kopírováním

Kopírovací broušení vnitřních uzavřených tvarů

Provádíme na vodorovné rovinné brusce s použitím přidavného svislého vřetena.

Popis

V desce kruhového stolku **1** na stole brusky je zasazen pevný vodící čep **2**, který má ležet v ose brusného tělíska **8** na vřetenu **9**, tento čep zasahuje do vodící šablony **4**, která má shodný tvar s obrobkem **5**, který leží na podložkách **6** a je k šabloně přitažen upínkou **7**. Brusí se vybrušuje tvar obrobku tak, že vede šablonu kolem vodícího čepu, na kterém je otočná kladka **3**, přídavek se ubírá postupně soupravou různě velikých kladek, první největší kladka se vymění za menší, když se s ní ubere příslušná část přídavku, to se opakuje až má poslední kladka stejný průměr jako brusné tělísko, chceme-li vybrousit tvar větší, než máme šablonu, použijeme výměnné kladky menšího průměru, než má brusné tělísko, menšího tvaru lze



Kopírovací broušení uzavřeného vnitřního tvaru s přidavným vnitřním vřetenem podle šablony

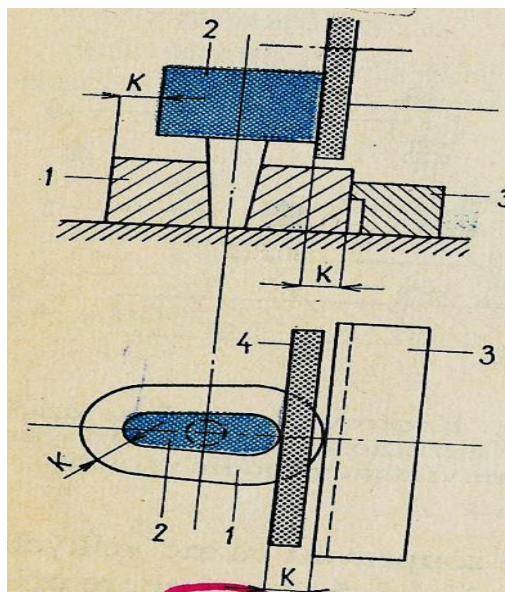
ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

naopak dosáhnout s kladkou větší, než je brusné tělísko.

Kopírovací broušení vnějších tvarů

Popis

Podle šablony lze kopírovat i vnější tvary, šablona **1** je vytvořena jako obalová křivka broušeného tvaru, její obrys je vzhledem k obrysu obrobku 2 zvětšen ve všech bodech o určitou konstantu K , jejíž velikost se volí 20 až 50 mm, šablona je vedena ručně podél pravítka 3 a brusný kotouč 4 brousí čelem, čímž se zkracuje čas broušení, lze brousit součásti kuželové a kuželové tvarové.



Kopírovací broušení vnějších tvarů podle šablony

Kontrolní otázky:

- 1) Uveďte základní způsoby broušení tvarových ploch.
- 2) Vyjmenujte kontrolní a upínací pomůcky.
- 3) Vyjmenujte orovnávací pomůcky pro tvarování brusného kotouče.
- 4) Popište orovnávání kostkou s diamantovým orovnávačem.
- 5) Popište orovnávání kolébkou.
- 6) Jak nastavujeme orovnávač v kolébce?
- 7) Popište Hamrovou metodu.
- 8) Kdy používáme příložky?
- 9) Jaké tvary brousíme ve výkyvném přípravku?
- 10) Vysvětlíte principy kopírování tvarových ploch plochým brusným kotoučem.

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

Doporučená a použitá literatura

DOC. ING. DRIENSKY, Dušan CSC. , ING. FÚRIK, Pavel, ING. LEHMANOVÁ, Terézia a TOMAIDES, Josef. *Strojní obrábění I*. Spálená 51,113 02 Praha 1: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1986. ISBN 04 - 238 - 86.

OUTRATA, Jiří. *Technologie pro brusiče pro 2. a 3. Ročník*. Praha 1964: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. ISBN 04 - 250 - 64.

FRISCHHERC, Ing. Adolf a PIEGLER. TRANSFORMACE ČESKÉHO VYDÁNÍ MGR. JAROMÍR PARGAČ. *Technologie zpracování kovů 2: Odborné znalosti*. Praha: Wahlberg Praha, 1994. ISBN 80 -901657 - 2 - 9.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: Pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. Úvaly, Havlíčkova 197: Albra - pedagogické nakladatelství, 2006. ISBN 80 - 7361 - 033 - 7.

Adresy obrázků

Obr 3 <http://www.gah.cz/gallery/stroje/bph20-detail1.jpg>

Obr 4 http://www.heltos.cz/images/katalog/31_la.jpg

Obr 5 <http://www.manutan.cz/products/cy/ST/cy-553106.jpg>

Obr 6 <http://naradi-sv.cz/czech/images/stroje/brusky/2ud.jpg>

Obr 7 <http://www.tosas.cz/lang/img/produkty/bua-25b-practic1.jpg>

Obr 8 http://www.poziadavka.sk/img_users/ponuky/full/90380_2.gif

Obr 9 http://www.juracek.cz/uploads/tx_odphotogallery/thumbs/69202a53b39961b0fcfa3f8eb9e75f8d.jpg

Obr 10 http://www.juracek.cz/uploads/tx_odphotogallery/thumbs/a559bc6e876cd795ce48dfdee3892d54.jpg

Obr 11 <http://www.bazos.cz/obr/1/105/14320105.jpg>

Obr 12 <http://img3.hyperinzerce.cz/x-cz/inz/5172/5172861-brusky-rovinne-brh-20a-1.jpg>

Obr 13 <http://www.kovohruby.eu/technologie-soubory/bruska-rovinna/bruska-na-rovinna-1.jpg>

Obr 14 <http://www.tumlikovo.cz/wp-content/uploads/2010/11/P1060198.jpg>

Obr 15 <http://www.tumlikovo.cz/wp-content/uploads/2011/04/P1060697.jpg>

Obr 16 <http://www.bondy.cz/data/images/technology/detail/111014181051.jpg>

Obr 17 <http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSXAeJMyYN6tHar5zv6BC3c3u2A7PH>

Obr 18 http://www.taima.cz/sprava/upload/IG-150-NC_CNC.jpg

Obr 19 <http://http://www.abranova.cz/editor/filestore/Image/Brusne%20materialy/BK.jpg>

Obr 20 <http://www.abranova.cz/editor/filestore/Image/Brusne%20materialy/BFA2.png>

Obr 21 <http://www.abranova.cz/editor/filestore/Image/Brusne%20materialy/Pink-Fused-Alumina-SD098-.jpg>

Obr 22 <http://www.abranova.cz/editor/filestore/Image/Brusne%20materialy/SIC%2049.jpg>

Obr 23 <http://www.abranova.cz/editor/filestore/Image/Brusne%20materialy/2.jpg>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

- Obr 24 <http://www.matnet.sav.sk/data/files/807.jpg>
- Obr 25 http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSLp5VpWHNuD8jTkqbGEQJsc-MYZWhux-z-12zStL5KQv_U2dJn
- Obr 26 <http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTPAroSJKP14X0xWho3sMjt0sTGyUx6bK>
- Obr 27 http://pctuning.tyden.cz/ilustrace3/stoobi/Plexisklo_casemodding/brusivo.jpg
- Obr 28 <http://www.minnich.cz/obrazek/2/keramicke-kotouce>
- Obr 31 http://lh6.ggpht.com/GYqR9H0O9Nhlb6HowWnmG9FMHoWF15F7WBas3A_QstVXbZFSLimg_UU3swy4KS-njWKB=s112
- Obr 34 http://www.foerch.sk/documents/thumbs/2028757914_20110804105134_800x800_Fit_0_0.png
- Obr 35 <http://www.diamantovekotouce.cz/fotocache/cat/Mk1%20s%20diamanty.png>
- Obr 46,47 http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/oporysave/Dokoncovaci_a_nekonvencni_metody_obrabeni/Abrazivni%20metody/Brouseni/Obrazky/098-desku.jpg
- Obr 48 <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/14-volny.pdf>
- Obr 49 <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/14-volny.pdf>
- Obr 50 <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/14-volny.pdf>
- Obr 51 <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/14-volny.pdf>
- Obr 49 <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/14-volny.pdf>
- Obr 54 <http://www.sav-czech.cz/obrazek.aspx?i=3/242.11.jpg>
- Obr 55 <http://www.sav-czech.cz/obrazek.aspx?i=3/SAV%20242.21.jpg>
- Obr 56 <http://www.sav-czech.cz/files/3/245.02.jpg>
- Obr 57 <http://www.sav-czech.cz/files/3/245.08.jpg>
- Obr 58 <http://strojesvoboda.cz/foto/Pravitko/sinusova%20pravitka%20%20100%20-%20150%20-%20200.JPG>
- Obr 59 http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQzv5haGrxczXVyl6rPSklaPxJ00XE_peP5r5F2Vni7cRAQjXOiMzn9QXGJ_Q
- Obr 60 http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ6JvN_uK7txaGd4ij3YnGG4Uil5x5FPna0jXrHoKPa
- Obr 61 http://eshop.vyrobni stroje.cz/product_images/temp/naklopitelny_sverak_strojni.jpg
- Obr 62 <http://eshop.vyrobni stroje.cz/category/sveraky/presne-sveraky/18&page=2>
- Obr 63 <http://web06.hbi.cz/pictures/productservices/54863.jpg>
- Obr 64 [http://www.flowtech.cz/cube/useruploads/files/sveraky/getimg.php_\(7\).jpg](http://www.flowtech.cz/cube/useruploads/files/sveraky/getimg.php_(7).jpg)
- Obr 65 http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQkcFsh5YYgWDzZxzfSwhfNWCymrVz7k_XqdXMyXp5X8xrGhxa2EHx4IsqPA
- Obr 66 <http://www.tumlikovo.cz/wp-content/uploads/2011/04/P1060678.jpg>
- Obr 67 <http://mvt.ic.cz/jedna/tdo/tdo-13.gif>
- Obr 68 http://www.i-zavitniky.cz/fotky3985/fotos/gen320/gen_vyr_81374c
- Obr 69 <http://www.techlan.cz/image.php?nid=7728&oid=1400815&width=240&height=180>
- Obr 70 <http://www.pilsentools.cz/foto/nar-hroty2.jpg>
- Obr 71 <http://www.sst2.estranky.cz/img/picture/19/licni-deska.jpg>
- Obr 72 http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQQ72D7H0dLPF_codv6Y4Ka4tgpZWaBUKN7mBYdJVVu
- Obr 73 http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/zakl_met_obr/Soustruzeni/Obrazky/S072-klestin.jpg
- Obr 74 <http://www.sst2.estranky.cz/img/picture/18/pohybliva-luneta.jpg>
- Obr 75 <http://www.zip.cz/upload/Image/klestiny-tahove-sestava.jpg>
- Obr 76 <http://www.tumlikovo.cz/wp-content/uploads/2010/09/P1050661.jpg>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRÁCE NA BRUSKÁCH

- Obr 77 <http://www.tumlikovo.cz/wp-content/uploads/2010/09/P1050664-300x225.jpg>
- Obr 78 http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTglxsOX_7yvJCmyPJhyF6HEUjhOvuW1luS5md9N7w02lfjkDzhw
- Obr 79 <http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQEtZrHli0U6KauLQ5KDF4qZQ1eLqIEM3dA2G8LJoIvY7YdFloB>
- Obr 80 <http://www.fermatmachinery.com/images/1043-BUTE-63-3000a.jpg>
- Obr 81 http://www.foerch.cz/documents/thumbs/138890783_20091910103800_800x800_Fit_0_0.png
- Obr 82 <http://www.verko.cz/data/zastupci/11057.jpg>
- Obr 83 <http://www.diapraha.cz/uploads/assets/podlozkykaiser.jpg>
- Obr 84 [http://www.junker.cz/wAssetsJunker/bilder/anwendungen/weblication/wThumbnails/schleifmaschine-bb10cnc-durchgangsschleifen2\[13fa1dff0fe0dce64574bc8e4229f440\].gif](http://www.junker.cz/wAssetsJunker/bilder/anwendungen/weblication/wThumbnails/schleifmaschine-bb10cnc-durchgangsschleifen2[13fa1dff0fe0dce64574bc8e4229f440].gif)
- Obr 85 <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTTelvMfTA4EQz0WlqQlhFwNOG5MbAq5xSWjjQpgNník>
- Obr 86 http://www.verko.cz/data/foto/35/350650_b_l.jpg
- Obr 87 <http://eshop.qsystem.sk/images/433060.JPG>
- Obr 88 http://somex.cz/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/s/e/set_516-947-10_1_2.jpg
- Obr 89 <http://www.vltava2009.cz/shops/10066/images-goods/0512101.JPG>
- Obr 90 <http://shop.strojinisveraky.cz/images/V-S100M.jpg>
- Obr 91 <http://www.e-nastroje.cz/nastroje-naradi/78/1062878.jpg>
- Obr 92 <http://zoei.sos-soubrno.cz/userdata/imagelibrary/upload/broueeni-v-kolebkach.jpg>
- Obr 93 <http://zoei.sos-soubrno.cz/thumb/userdata/imagelibrary/upload/premetova-metoda-broueeni.jpg?w=400&h=400>