

PŘÍRUČNÍ UČEBNÍ TEXTY

# KURS

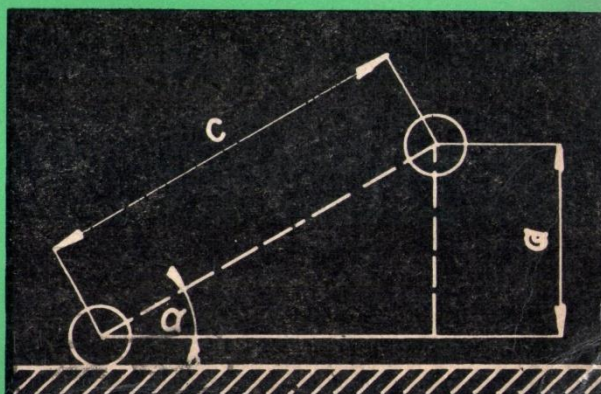
TECHNICKÝCH ZNALOSTÍ

39

JOSEF RŮŽIČKA

## Broušení ploch na rovinné brusce

SNTL



O broušení ploch i tvarů na vyšší úrovni vydal už své publikace František Hamr. Autor se u Františka Hamra vyučil a k vypracování rukopisu přistoupil ve snaze poskytovat čtenářům elementární základy své profese, která se stává aktuální v širokém měřítku: začíná se s výchovou speciálních brusičů už v době učení a Růžičkova práce je tedy první a zkušenostmi ověřenou učební pomůckou. Jak už uvedeno, byly doposud všechny publikace věnované broušení ploch určeny vyspělým nástrojářům. Naše knížka se zabývá látkou, jež shrnuje nepotřebnější základní znalosti o broušení ploch (popis a údržba pomůcek, bezpečnostní předpisy a další užitečné pokyny vhodné k dosažení brusičské kvalifikace). Je ještě mnoho podniků, kde se šablony a nástroje vyrábějí starým způsobem. Zde jsou směrnice k zavedení nových forem broušení a např. i pokyny, jak si dělník některé základní pomůcky může připravit sám. Čtenáři se seznámí s používanými brusnými kotouči, s rovinnou bruskou, s příslušnými pomůckami a s broušením kolmosti, úkosů atd. Broušení ploch a tvarů na rovinných bruskách se stalo zásluhou Františka Hamra významnou částí nové techniky a jeho zavedení do všech závodů je už dnes naléhavou nutností. Nelze ovšem zavádět novou techniku bez podpory zkušených a zapracovaných brusičů. Jako se Josef Růžička přičinil o zavedení Hamrovy metody v První brněnské strojírně, tak svými zkušenostmi shrnutými v této knížce bezesporu přispěje k široké popularizaci a rozšíření rovinného broušení ploch v celém našem strojírenství. - Josef Růžička patří k nejlepším pracovníkům První brněnské strojírny, závodu K. G. v Brně, je zlepšovatelem a za svoje pracovní úsilí byl v květnu 1962 odměněn vyznamenáním Za vynikající práci.

**kurs**  
technických znalostí

Přiruční učeňní texty

Svazek 39

Josef RŮŽIČKA

## Broušení ploch na rovinné brusce

SNTL

# Broušení ploch na rovinné brusce

Základní poznatky pro brusiče ploch  
a pomůcka ke školení

**Josef Růžička**

nositel vyznamenání Za vynikající práci

PRAHA 1963

STÁTNÍ NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY



## Kurs

### technických znalostí

tvoří rozsáhlý soubor základních svazků ze všech oborů techniky (strojírenství, stavebnictví, elektrotechnika, hutnictví, spořehbní průmysl) a probírá i nejdůležitější poznatky teoretické, jako přehled matematiky, fyziky, chemie apod. Zpracování je úvodní a srozumitelné učebním, studentům, dělníkům, neziskovatelům i těm, kteří se o výrobní nauku pouze zajímají. Stavebnicové uspořádání knižnice umožňuje vytváření knihovniček pro jednotlivá povolání a školení v závodech i výuku na školách. V každém svazku je na konci uvedena další příbuzná literatura.

Na Kurs technických znalostí navazují hlouběji zpracované svazky Knižnice strojírenské výroby a další. Ve strojírenské oblasti je třeba zároveň sledovat technologický měsíčník Strojrenská výroba.

SNTL uvítá každou připomínku čtenářů, která přispěje ke zdokonalení obsahu a grafické úpravy tohoto svazku, popřípadě celé knižnice.

Elementární pojednání popisuje brusné kotouče, rovinnou brusku a základní pomůcky. Čtenář se seznámí s broušením kolmostí ploch do 90°, s broušením úkosů pomocí speciálních přípravků atd. Určeno začínajícím brusníkům a ostatním pracovníkům v náleží strojírenských provozech.

Lektorovali: František Hamr, Hrdina socialistické práce, nositel Řádu republiky, laureát státní ceny atd., Závody Jana Švermy, n. p., Brno,

Antonín Šturm, Kovosvit, n. p., Sezimovo Ústí,  
Antonín Václavík, ČKD, Praha, n. p.

Redakce strojírenské literatury

© Josef Růžička, 1963

## Obsah

1. Vodorovná rovinná bruska BPH 20 N . . . . .	9
Funkce stroje . . . . .	9
Příčiny nejběžnějších poruch stroje . . . . .	11
Hlavní údaje o rovinné brusce BPH 20 N . . . . .	12
2. Brusné kotouče . . . . .	14
Volba brusného kotouče . . . . .	14
Úsporné upínání brusných kotoučů . . . . .	16
Vady a přednosti kotoučů s různými druhy pojiv . . . . .	17
3. Magnetická upínací deska . . . . .	19
Broušení magnetického upínadla do roviny . . . . .	21
Práce na magnetických upínacích deskách . . . . .	22
4. Pomůcky používané při orovnávaní a tvarování . . . . .	24
Orovnávaní brusného kotouče na úkos . . . . .	26
5. Základní pomůcky používané při broušení ploch . . . . .	30
Svěrky . . . . .	30
Podpěry . . . . .	31
Magnetické podložky . . . . .	32
Upínací úhelník . . . . .	34
Broušení upínacího úhelníku . . . . .	34
Ploché úhelník . . . . .	37
Přiložný úhelník . . . . .	38
Stavitelné rovnoběžné podložky . . . . .	39
Hrotový přístroj pro broušení . . . . .	40
Prizmatické podložky se zapuštěným třmenem . . . . .	41
6. Základní měřicí pomůcky . . . . .	43
Nožové profilové pravítko . . . . .	43
Kontrolní válce . . . . .	44
Příměrná deska . . . . .	45

5

Měřicí stojánek pro číselníkový úchylkoměr . . . . .	46
Sada základních měrek . . . . .	47
7. Broušení ploch . . . . .	48
Broušení drážek a výřezů . . . . .	49
Postup při broušení . . . . .	49
Broušení kolmostí ploch . . . . .	50
Běžné závady a jejich odstranění . . . . .	53
8. Broušení úkosů . . . . .	54
Pomůcky používané při broušení úkosů . . . . .	54
Standardní sinusové pravítko — 100 mm . . . . .	54
Kombinované sinusové pravítko . . . . .	55
Úhelník se sinusovým pravítkem . . . . .	56
Sinusový radiál s příložkou a úhelníkem . . . . .	56
Sinusové pravítko — 200 mm . . . . .	57
Sinusové pravítko s prizmatickým vedením . . . . .	57
Sinusový hrotový přístroj . . . . .	58
Křížové sinusové pravítko . . . . .	59
Sklonný sinusový svěrák . . . . .	59
Pevné klíny . . . . .	60
Příklady vyhledávání hodnot základních měrek . . . . .	61
Broušení jednoho úkosu . . . . .	62
Broušení dvou úkosů . . . . .	63
Broušení šablony pro měření modulu ozubeného hřebenu . . . . .	66
Broušení šablony s úkosy . . . . .	66
Měření úkosů . . . . .	67
Běžné závady a jejich odstranění . . . . .	68
9. Broušení zaoblení . . . . .	69
Pomůcky . . . . .	70
Přístroj pro tvarování brusných kotoučů (kolébka) . . . . .	70
Tvarování brusných kotoučů . . . . .	72
Přestavitelné příložky s dříky . . . . .	72
Využití pomůcek . . . . .	73
Závěr . . . . .	76

6

Nároky na moderní nástroje se v důsledku nových výrobních metod ustavičně zvyšují. Prášková metalurgie, lisování náročných profilů, výkonné obrábění a všeobecná přesnost součástí v dnešní hromadné výrobě vyžaduje stále lepší a přesnější nástroje, měřidla a přípravky. Dokonalé přesnosti nástrojů dosáhneme přesným broušením. Není opravdu daleko doba, kdy se speciální broušení stane samostatným a velmi náročným povoláním. Proto je třeba dnes začít s výchovou nového dorostu už v době učení a seznamovat naši mládež nejen se základy broušení, ale i se základy broušení ploch i tvarů na rovinných bruskách. V tomto směru byly vydány některé publikace, avšak jejich zaměření odpovídalo zkušenostem vyspělých nástrojařů. Autoři se ve svých pracích zabývali většinou vyššími formami broušení a pomíjeli nutné začáteční poznatky, jako je popis a údržba pomůcek, bezpečnost práce atd. V Závodech Jana Švermy v Brně už docela správně začínají s výchovou brusníků jako se samostatným učebním oborem. Pro tyto učně-brusníky a vůbec pro nástrojařský dorost je práce Josefa Růžičky přínosem a umožní poznat první zdkonitosti a zásady důležité pro obor broušení ploch a tvarů na rovinné brusce. Josef Růžička je sám brusník a svou práci velmi správně naznačil, že dobré dílo může dobře skončit jedině tehdy, jestliže dobře začneme hned na začátku. Neznalost základních pravidel způsobuje mnoho potíží a vede k neúspěchu v práci. Proto považujeme knížku Josefa Růžičky za nezbytnou učební i informující pomůcku a snažte se osvojit si její obsah co nejlépe. Pomůže Vám na pracovišti a uvede do studia dalších náročnějších publikací zabývajících se technologií speciálního broušení.

*F. Hamr*

Hrdina socialistické práce

7

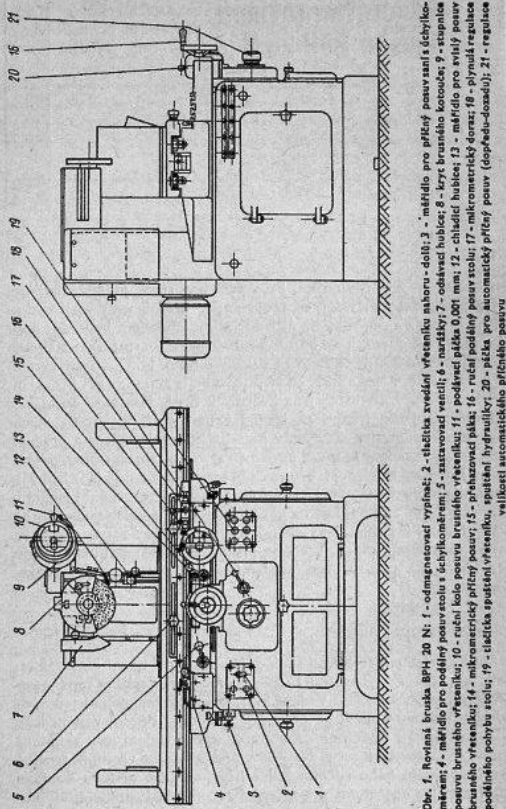
Z úspěchů, kterých při své práci dosahujeme, můžeme mít radost, ale nelze se s nimi spokojit. Je třeba například stále myslet na to, jak tu nebo onu operaci ruční nahradit operací strojní. Zkušenosti dokazují, že se v našich závodech přesné součásti, měřidla a šablony doposud opracovávají starými metodami (pilování, zaškrabávání apod.). Avšak při hlubším zamyšlení zjistíme, že mnoho těchto operací lze přenést na rovinnou brusku, kde dosáhneme daleko přesnějších a rychlejších výsledků. Máme bohužel stále nedostatek kvalifikovaných brusičů, kteří z neznalosti základních principů broušení narážejí na mnohé těžkosti a svou práci dělají se značnými obtížemi. A nejednou se stane, že ani v dílně, ani v provozu není nikdo, kdo by takovým brusičem mohl odborně poradit nebo pomoci. Proto vedení snahou umožnit začínajícím i nekvalifikovaným brusičům, učňům a jiným pracovníkům bližší seznámení s broušením ploch na rovinné brusce, uvádíme v následující práci souhrn dlouholetých zkušeností a snažíme se tím zároveň vyhovět volání po základech rovinného broušení. Každý, kdo bude mít poctivý zájem o broušení ploch na rovinné brusce, osvojí si studiem této publikace základní poznatky a navíc z příkladů pozná i vlastní praxi. Na dobře osvojených základech lze potom pokračovat v úsilí o lepší techniku a hlubší poznání oboru. Dnešní brusič musí studovat stejně jako už studují pracovníci v jiných oborech. A kromě toho je nezbytné, aby své úkoly prováděl co nejpoctivěji a nejsvědomitěji. Důležitá je každodenní péče o stroj a šetrné zacházení s pomůckami, kterých se při práci používá. Jde o několik zdánlivě samozřejmých zásad, ale nutno je připomenout, protože jejich důsledným dodržováním vytvoříme předpoklady pro dobré výsledky na pracovišti.

## 1 Vodorovná rovinná bruska BPH 20 N

Na vodorovných rovinných bruskách brousíme přesné rovinné i tvarové plochy měřidel, nástrojů apod. Tyto brusky mají vodorovně vřetená a obrobky na nich brousíme obvodem brusného kotouče. V nářadovně se běžně používá brusky typu BPH 200/600 (velikost stolu 200 × 600 mm) a brusky BPH 20 N. Oba typy vyrábí TOS Hostivař. Bruska BPH 20 N se osvědčila zejména při broušení ploch a tvarů v závodech Jana Švermy v Brně, kde bylo dosaženo v brusičské praxi (František Hamr) pronikavých technologických úspěchů. Je důmyslně stavěna, v řadě funkcí zdokonalena a pracuje s takovou přesností, že může konkurovat všem zahraničním strojům (obr. 1). Bohatě zkušenosti brusičů z brněnských závodů Jana Švermy umožnily řadu konstrukčních úprav a zlepšení brusky BPH 20 N. Jsou však i jiné závody, kde na ní dělníci pracují a jejich poznatky by jistě přispěly k dalšímu zvýšení výkonu a přesnosti stroje. Protože základní broušení ploch, které je předmětem naší publikace, bylo prováděno na této brusce, seznámíme se nejdříve s její funkcí a obsluhou.

### Funkce stroje

Brousíci vřeteník je těleso skříňového tvaru. V horní části má ložiskovou komoru vybavenou brusným vřetenem a spodní část je posuvně uložena ve svislém vedení lože; pro dosažení velmi jemných svislých přísuvů požívá na přesných válečcích. Přední vedení lože je rovnoběžné s podélnou osou stroje, zadní vedení jsou skloněna v úhlu 45° směrem k sobě. Na výšku přestavujeme vřeteník strojně rychloposuvem nebo ručním kolem. Nejmenší přísuvu do řezu 0,001 mm lze dosáhnout pootočením ručního kola podle číselníko-



Obr. 1. Rovinná bruska BPH 20 N: 1 - odměrná svídla vřeteníku; 2 - tláčka svedení vřeteníku; 3 - měřidlo pro příčný posuv; 4 - měřidlo pro podélný posuv; 5 - nastavitelný ventil; 6 - nářadí; 7 - odměrná svídla; 8 - kryt brusného kotouče; 9 - stupnice posuvu brusného vřeteníku; 10 - ruční kolo posuvu brusného vřeteníku; 11 - podélný pás posuvu; 12 - chladič hlučiny; 13 - měřidlo pro vřetení posuvu brusného vřeteníku; 14 - mikrometrický příčný posuv; 15 - přehazovací páka; 16 - ruční posuv brusného vřeteníku; 17 - mikrometrický posuv; 18 - plynulá regulace podélného posuvu stolu; 19 - tláčka spuštění vřeteníku; 20 - pětka pro automatický příčný posuv (dopředu-odpět); 21 - regulace vřeteníku automatického příčného posuvu

vého úchytkoměru nebo páčkou umístěnou za ručním kolem. Mazání ložisek brusného vřeteníku je samočinné. Vřeteníko je poháněn elektromotorem pomocí dvou klínových řemenů přes dvoustupňovou řemenici.

Příčné saně jsou uloženy na loži brusky valivě ve dvou vedeních. Pohyb příčných saní je ruční a hydraulický. Smysl podávání nařídíme páčkou a délku dráhy posuvu určíme nastavením nářadí. Ty v obou krajních polohách působí na koncový vypínač, aby nedošlo k poruše stroje.

Stůl se pohybuje po horní části příčných saní rovněž valivě. Posuv stolu je hydraulický a rychlost plynule regulovatelná od 2 do 20 m/min. Délka zdvihu se opět seřídí nářádkami, jež ovládají přehazovací páku obracíjící směr pohybu stolu. Stolem je možno rovněž pohybovat ručně. Aby při náhodném spuštění hydrauliky nebyl brusník zraněn, jsou ruční i hydraulické posuvy navzájem zajištěny. Ruční posuv stolu umožníme tím, že vysuneme ruční kolo směrem k sobě; ozubený pastorek na hřídeli kola zabírá s ozubenou tyčí na stole. Počet otáček brusného vřeteníku je 3220 až 2440/min. Kryt brusného kotouče je připojen na odsávací zařízení, které je nezbytné nutné při broušení za sucha (ochrana proti silikóze).

### Příčiny nejběžnějších poruch stroje

Porucha hydraulického rozvodu: olej není předepsané jakosti (viskozity) nebo sací koš čerpadla je zanesen nečistotou; to se projevuje hlučením olejového čerpadla a nepravidelným chodem stolu. Do hydraulického rozvodu může také vniknout vzduch a čerpadlo jej nasává. Tuto závadu odstraníme odvzdušněním.

Rychlost stolu je pomalá: příčinou zpravidla bývá nedostatečný tlak oleje. Všimneme si přetlakového ventilu, zda je správně nastaven. Poklesne-li tlak oleje, je nutno jej znovu zregulovat (8 až 10 at). Při seřizování tlaku lehce otevřeme ventil manometru, aby se náhlým a silným tlakem nepoškodil a poté jej opět uzavřeme. Nezvyšuje-li se rychlost stolu po seřízení tlaku, je nutno prohlédnout manžety pístu a olejové čerpadlo.

Brusné vřeteníko se neotáčí (nelze je motorem uvést do pohybu): v nádrži je nedostatečné množství oleje, popřípadě bylo použito nevhodného maziva. Postupujeme tak, že uvolníme matici ložiska, které se náhlým zahřátím zadřelo na vřeteníko, odlehčíme osové uložení a vřeteníko znovu spustíme. Volným dotažením ložiskových matic se dosáhne opět správného uložení, aniž je třeba vřeteníko z ložiska vyjmout. Dojde-li k zadření vřeteníka i po této opravě, zjis-



tíme, není-li poškozeno; v takovém případě je vyřadíme a nahradíme novým.

Svislý přísuv vřeteníku je nepravdělný: správně upravíme vodící desky. Příčinou poruchy také bývá velká vůle ve šneku ručního posuvu, jakož i těsný chod svislého šroubu. Odstraní se seřízení a vyčištění.

Chod stolu není v obou směrech stejně rychlý: závada je způsobena narušeným přívodem oleje nebo vadným těsněním na jedné straně hydraulického válce. Nejčastější příčinou však bývá opotřebení jedné z obou manžet pístu, která propouští olej. Vadná těsnění i manžety je třeba vyměnit.

Elektromotor čerpadla se zahřívá: tlak oleje je příliš vysoký nebo olej nevhodný (hustý). Zkontrolujeme manometr a nastavíme pře-tlakový ventil na správný tlak.

Po stranách příčných saní stéká olej: zjistíme, není-li ucpána odpad-ní trubka.

Uvedené příčiny poruch na rovinné brusce jsou nejběžnější. Brusič má být o nich informován a zároveň obeznámen s postupem, jak je odstraňovat. V žádném případě však není brusiči dovoleno, aby stroj opravoval sám. Provádění oprav přísluší útvaru hlavního mechanika.

Péče o stroj. Rovinná bruska pracuje většinou za ztížených pod-mínek. Například při broušení za sucha nelze počítat, že všechny brusný prach bude zachycen hubicí odsávacího zařízení. Proto je důležité, aby brusič udržoval stroj v řádné čistotě, pečoval o mazání vřetená, stolu a příčných saní a sledoval funkci hydraulického ústrojí. Při ručním hrubém orovnávaní nebo tvarování kotouče je nutno upravit hubici odsávacího zařízení co nejvhodněji; dokonalé zachy-cení zvýšeného množství brusného prachu je podmínkou bezpečné a zdravotně nezávadné práce brusiče.

Hlavní údaje o rovinné brusce BPH 20 N

Upínací plocha stolu	mm 200 × 630
Brusný kotouč (průměr × šířka × otvor)	mm 250 × 20 × 32
Největší šířka tvarového brusného kotouče při Ø 120	mm 100
Nejmenší průměr brusného kotouče	mm 100
Půdorysná plocha stolu (šířka × délka)	mm 1500 × 2420
Váha stroje s běžným příslušenstvím asi	kg 1300
Největší váha broušeného předmětu	kg 180
Otáčky brusného vřetená	1/min 3220, 2440
Délka podélného pohybu stolu	mm 630
Délka příčného pohybu stolu	mm 240

12

Délka svislého pohybu brusného vřetená	mm 400
Rychlost zvedání brusného vřetená	mm/min 280
Rychlost podélného pohybu stolu	m/min 2 až 20
Rozsah příčného posuvu stolu	mm 0,2 až 2
Nejmenší svislý přísuv (do řezu) brousícího vřeteníku	mm 0,001

Výkony elektromotorů:

brousícího vřeteníku	kW 1,3	2800 T
zvedací skříně	kW 0,4	2800 T
olejového čerpadla	kW 0,7	900 T

13

## 2 Brusné kotouče

Jakost brusných kotoučů je určena:

1. druhem brusiva,
2. zrnitostí brusiva,
3. tvrdostí kotouče,
4. slohem (strukturou) kotouče,
5. druhem pojiva.

Není naším úkolem popisovat jednotlivé druhy brusných kotoučů. To je velmi obsírně probráno v publikaci J. Outrata: Příručka pro brusiče, SNTL, Praha 1960. Zmíníme se však stručně o volbě brus-ného kotouče, jak byla získána praxí. Uvedeme několik příkladů, všimneme si úsporného upínání kotoučů a připomeneme některé hlavní zásady bezpečnostních předpisů, které se k práci na brusce a používání brusných kotoučů vztahují.

### Volba brusného kotouče

Vhodná volba brusného kotouče závisí na praxi a zkušenosti bru-siče. Nejlepší brusný kotouč je takový, na němž se brusná zrna po otupení samostatně vylamují, a tím obnažují nové řezné hrany dalších brusných zrn. Říkáme tomu samoostření. Jestliže se brusný kotouč na obvodě nevylamuje rovnoměrně, musí být znovu orovnáán. Byl-li zvolen tvrdší kotouč než je žádoucí, nevylamují se brusná zrna včas a kotouč pálí. V opačném případě, je-li kotouč příliš měkký, zrna se předčasně vylamují a kotouč se rychle opotřebovává. Obecné pravidlo platné pro volbu brusných kotoučů stanoví: na tvrdý materiál použijeme měkkého kotouče a na měkký materiál kotouče tvrdšího. U nás se vesměs používá brusných kotoučů značky „Elektrik“, které se

14

v praxi velmi dobře osvědčily. Při broušení na plochu mají tyto brusné kotouče následující tvrdosti:

36 K, 46 J, 46 K, 60 J, 80 J, 100 K, 120 J.

Na rozbrušování drážek se používá kotoučů profilu T tvrdosti 60 K, 60 L, 80 K. Kvalitní jsou pěnové kotouče: ve srovnání s běž-nými kotouči jsou velmi lehké, mají přitom větší pórovitost a zabra-nují zanášení kotouče broušeným materiálem. Pěnové kotouče mají mnohem delší životnost, není je třeba orovnávat a nepálí. Při tvar-rovém broušení ploch se osvědčil pěnový kotouč tvrdosti 60 K.

### Příklady z praxe:

1. Je dán úkol brousit cementovanou a kalenou podložku z oceli — použijeme brusného kotouče tvrdosti 46 J, a to pro hrubování i dohotovení.
2. Máme dokončit broušení plochy do zápichu, popřípadě zacho-vat ostrou hranu ve vybrání — použijeme brusného kotouče tvrdos-ti 60 J, který spolehlivě zachová ostré hrany.
3. Broušení nekalené oceli umožňují brusné kotouče tvrdosti 36 K a 46 K. Také se používají při broušení litiny všeho druhu a v ně-kterých případech při broušení mosazi. Vhodnou volbu brusných kotoučů používaných při broušení na plochu ukazuje tabulka 1.

Volba brusného kotouče

Materiál	Číslo zrna a značka tvrdosti
Ocel kalená	36 — 60 J
Ocel měkká	36 — 60 J — K
Šedá litina	24 — 36 K — L
Mosaz	36 — 46 J — K
Hliník	24 — 46 J — L

Volba správného kotouče je dána druhem broušení, velikostí po-suvu a řeznou rychlostí. Nesprávně zvolený kotouč se může roz-trhnout a poranit pracujícího. Brusným kotoučům a jejich technic-kým podmínkám je věnována norma ČSN 22 4010. Kotouče brusné, řezací a leštící mají toto označení: jméno výrobce, rozměry, číslo normy, značku výrobku a jakost. Uvedená norma také obsahuje všeobecné směrnice pro volbu jakosti brusných kotoučů pro různé druhy prací, a to se zřetel k druhu a k mechanickým vlastnostem broušeného materiálu, k předepsané drsnosti a způsobu broušení.

15

V ČSSR se používá výlučně kotoučů z karbidu křemíku (SiC, siliciumkarbid, tzv. karborundum) nebo z taveného kyslíčnicku hliníkového ( $Al_2O_3$ , umělý korund, tzv. elektrit).

Brusné kotouče ustředíme a upínáme na vřeteno přírubami různých typů co nejopatrněji, aby na nich nevznikly trhliny. Nejdříve si však poklepem ověříme, zda už ze skladu nebyly dodány prasklé. Bezvadné kotouče při slabém úderu jasně zazvučí. Při upínání kotouče se nesmí otvor klínovat. Upínací příruby podkládáme měkkými podložkami, jako kůží, pryží apod. Podložky jsou 0,5 až 1 mm tlusté a na povrchu hladké. Jejich účelem je zabránit posunutí kotouče, popřípadě jeho roztržení. Na brusných kotoučích musí být vyznačena dovolená rychlost broušení a poučení, kdy lze kotoučem brousit za sucha a kdy za mokra. Nově upnutý kotouč má běžet aspoň 10 až 15 minut naprázdno. Při této zkoušce není dovoleno stát před kotoučem, protože by se mohl roztrhnout a brusíče i velmi vážně poranit. Proto je důležité, aby brusíč postupoval podle správného pracovního postupu.

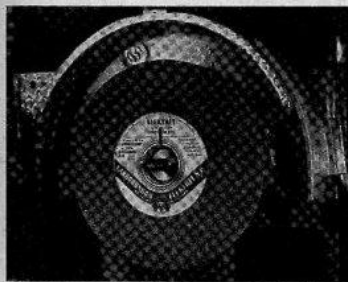
Ochranný kryt nad brusným kotoučem chrání pracující před odletujícími odštěpky brusiva. Při broušení za sucha musí být také zajištěno účinné odsávání prachu. Odsávací zařízení je co nejkratší a potrubí uvnitř hladké, aby se na něm nemohly tvořit usazeniny. Usazovače prachu i odsávací potrubí udržujeme v největší čistotě.

Brusné kotouče uskládáme v prostředí, kde je teplota vyšší než  $+5^\circ C$  a relativní vlhkost vzduchu nejvýše 65 %; chráníme je před mrazem a nárazy. Kotouče ukládáme ve zvláštních policích s přihrádkami, které jsou vyloženy měkkým materiálem.

### Úsporné upínání brusných kotoučů

V závodech někteří brusíči nasazují a upínají kotouče na unášecí desku, zajišťují přírubou a přitáhnou maticí. Spustí-li však vřeteno, zjistí, že kotouč značně hází. Proto vřeteno zastaví, uvolní matici s přírubou a při dalším otáčení vřetena pozorují jeho házení. Tento postup opakují tak dlouho, až je házení co nejmenší; potom teprve kotouč diamantem orovnájí. Je to operace zdoluhavá a nevhodná. Její řešení je však velmi jednoduché a má velký význam pro hospodárné upínání brusných kotoučů vůbec. Při nasazení nového kotouče uděláme tužkou na jeho čelní straně u otvoru rysku; na unášecí desce je tedy kotouč ryskou nahoru. Přiložíme přírubu, matici přitáhneme (obr. 2) a kotouč orovnáme. Pamatujeme, aby při dalším upínání na unášecí desku byl kotouč vždy ryskou nahoru. Tato metoda upínání se v praxi osvědčila a přinesla značné úspory časové i materiálové. Upíná-li brusíč kotouč pokaždé jinak, ztrácí draho-

cenný čas a při orovnání musí odebrat větší vrstvu brusiva, než je účelné. Doporučujeme proto, aby si brusíči udělali rysky na všech používaných kotoučích a upínal je naznačeným způsobem. Tím si nejlépe ověří přednosti této metody úsporného upínání. Zdůrazňujeme, že se jí používá hlavně u rovinných brusek, kde je nutno brus-



Obr. 2. Úsporné upínání brusných kotoučů

né kotouče stále měnit a upínat na jednu unášecí desku. Pokud jde o ostatní brusky, kde jsou brusné kotouče upnuty v unášecích deskách na pevno až do úplného opotřebování (brusky na kulato, brusky na nástroje), nepřichází uvedená upínací metoda v úvahu.

### Vady a přednosti kotoučů s různými druhy pojiv

1. Kotouče s keramickým pojivem (živec, křemenec, naftalín, mastek nebo ohnivzdorná hlína) jsou pevné, odolávají vlhku, avšak nesnášejí prudké změny teploty, nárazy a postranní tlaky.
2. Kotoučů s silikátovým pojivem nepoužíváme při broušení za mokra (nebezpečí, že se roztrhnou).
3. Kotoučů s magnezitovým pojivem rychle a nerovnoměrně ubývají; jejich tvrdost trpí vlhkem; jsou poměrně bezpečné při broušení za sucha (v suchu snesou rychlost 45 m/s; při zvýšené vlhkosti se mohou roztrhnout již při rychlosti 15 m/s).
4. Kotouče s bakelitovým pojivem jsou velmi tvrdé a pružné; rychle se však opotřebovávají a neodolávají teplotám.

2. Broušení ploch

17

16

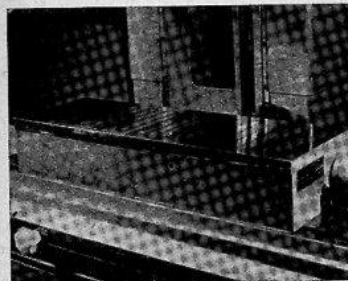
5. Kotouče s pryžovým pojivem jsou nejtrvanlivější a nejpružnější.

Hovoříme-li o brusných kotoučích, připomeňme si aspoň tři zásady z předpisů o bezpečnosti práce, platných pro brusíče. Vládní nařízení č. 41/1938 Sb., hlava V, § 88 kromě jiného praví:

- Bezpečnost práce na brusce závisí na těchto třech skutečnostech:
1. aby byl správně zvolen brusný kotouč pro konanou práci
  2. aby byl kotouč správně nasazen a upevněn,
  3. aby byl správně volen postup práce (nepřítisí velká obvodová rychlost a rychlost přitěhu posuvu).

### 3 Magnetická upínací deska

Magnetická upínací deska (obr. 3) je ve skutečnosti elektromagnet. Její horní část je z měkké oceli, v níž jsou přesně vsazenými mosaznými vložkami odděleny póly. Elektromagnetické cílky se napájejí



Obr. 3. Magnetická upínací deska

stejným proudem o napětí 110 V. Toto napětí je u všech magnetických upínacích desek stejné. V závodech s větším počtem rovinných brusek vyrábějí stejnosměrný proud agregáty přímo v brusárně. Kde není dostatečný počet brusek a agregát by nebyl hospodárný, používá se vhodných usměrňovačů, kterými se střídavý proud mění na stejnosměrný.

18

19



Magnetická upínací deska (v praxi krátce nazývaná magnet) je základní a nezbytnou pomůckou při každé brusličské práci u stroje. Jako soustružník nemůže pracovat na soustruhu bez univerzálního sklížecla, frézař bez upínacího svěráku, tak nemůže brusit na plochu postrádat magnetickou upínací desku. Proto je nutné, abychom si magnetického upínadla všimli podrobněji.

Pro práci na rovinných bruskách používáme magnetických upínacích desek různých rozměrů, jejichž velikost volíme podle velikosti posuvného stolu. Magnetickou upínací desku zapojujeme zvláštním přepínačem, umístěným zpravidla na pravé straně stroje, aby jej měl brusit po ruce. Přepínač je vhodně upraven a umožňuje pohodlné a zcela bezpečné snímání každého obrobku upnutého na upínadle.

Otočíme-li např. přepínačem rychle jednou dokola, sejme se předmět poměrně lehce, aniž přitom magnet poškodíme.

Poslední novinkou jsou páčkové přepínače, u nichž magnet zapojujeme otočením páčky doprava a vypojujeme otočením páčky doleva, do nulové polohy.

Další krátký pohyb v tomto směru odstraní z upínadla zbytky magnetické síly.

Hlavní podmínkou dobré a přesné práce na rovině brusce je, aby magnetická upínací deska byla přebroušena do ideální roviny a s přebroušenou plochou se zacházelo co nejpečlivěji. V jakém stavu má brusit magnetickou desku, takovou odvádí práci. I sebemenší úchylna v její rovině se okamžitě projeví na broušeném předmětu. Z praxe známe mnoho příkladů, kdy brusit nemohl dosáhnout přesnosti požadovaného úhlu (90°), ačkoli všechny pomůcky byly správné a přesné. Chyba se nakonec projevila na magnetické desce; nebyla rovná nebo byla poškozena nesprávným postupem při snímání obrobku. Je nutno si uvědomit, že magnetická deska není odkládacím stolem pro nářadí a jiné předměty; to je nejlepší cesta k tomu, aby se stala naprosto nepoužitelnou. Ovšem někdy i správné a do ideální roviny přebroušené upínadlo se časem poruší, zdeformuje, prohne. Dochází k tomu, jestliže stále brousíme se zapojeným magnetem nebo jej ponecháváme zbytečně pod proudem; magnetická deska se totiž přitom značně zahřívá, a tím mění rovinu. Proto je žádoucí, aby brusit často rovinu magnetické desky kontroloval, popřípadě ji přebrousil. Obvykle provádíme tuto kontrolu jednou za měsíc.

Používání podložek (plechových) k vyrovnání upínadel je nepřipustné. Při opravě brusky nenecháváme magnetickou desku na stole a po znovuložení do ložných ploch ji opět přebrousíme. Vyžaduje-li stroj generální opravu, je nutno počítat i s hlubokým

zakrabáním ložných ploch, které značně změní rovinu stolu (úchylna v rovině po zakrabání bývá 1 mm i více). Proto před dalším uložením magnetické desky stůl ještě přerovnáme — přehoblujeme. K přehoblování stolu se používá zvláštního držáku nože, který se přitáhne na vřetenou brusku a je vždy v opravářské dílně k dispozici.

## Broušení magnetického upínadla do roviny

Podmínkou úspěšného broušení magnetické upínací desky do roviny je správná volba brusného kotouče. Podle zkušeností brusičů pracujících na rovinných bruskách se nejlépe osvědčil zelený kotouč zn. Karborundum a tvrdosti 137 L. Před broušením si ověříme, zda je magnetická deska bez proudu a její teplota normální. Nedoporučuje se přebrousovat magnetickou desku příliš teplou a také ani při přebrousování nesmí dojít k zvýšení její teploty. Chladnutí totiž snižuje přesnost žádané roviny. Kotouč hrubě orovnáme diamantem, příčný posuv stolu nastavíme na 3 mm, a podélný upravíme, aby byl co nejrychlejší. Poté magnetickou desku přejedeme kotoučem, zjistíme nerovná místa a podle toho postupujeme při broušení. Přidávání do hloubky řezu nesmí být větší než 0,005 mm. Vlastní přebrousování probíhá při příčném pohybu stolu a vždy jedním směrem. Má to výhodu, že druhá strana kotouče zůstane neporušená a vytvoří potřebnou rovinu (kalibrovací plošku), která zaručuje přesné provedení rovinnosti. Brousíme-li oboustranně, kotouč nemá možnost vytvořit kalibrovací plošku, otupí se a přebroušená plocha magnetické desky je vlnitá. Rovinnosti magnetické desky bylo dosaženo, jestliže brusný kotouč při nastavení 0,002 mm ubírá třísky po celé ploše stejnoměrně. Po přebroušení horní pracovní plochy přebrousíme přední čelní stranu magnetické desky; ta musí tvořit rovinu s osou vřetenou přesně do úhlu 90° a slouží k rychlému nastavování pomůcek a broušených součástí. Na přebroušení čelní strany použijeme brusného kotouče s oboustranným vybráním; vřetenou pak zajistíme proti axiální vůli párem s kulíčkou, které je připevněno na krytu kotouče. Přesné roviny přední čelní strany dosáhneme úpravou hloubky řezu v tom smyslu, aby se vyrovnávaly nerovnosti; přitom stálým přejížděním brousíme tak dlouho, až kotouč zabírá co nejmenší a po celé ploše. Hotové přebroušené plochy konzervujeme mazivem (nejlépe převařeným olejem). Je-li magnetická deska správně přebroušena, přistoupíme k broušení obrobků. Znovu zdůrazňujeme, že je třeba pracovat s přebroušenou plochou magnetické desky velmi opatrně, zvláště při pokládání nebo snímání broušených součástí.

## Práce na magnetických upínacích deskách

Obrobky na magnetických upínadlech upínáme různými způsoby; největší obtíže působí upínání malých a tenkých předmětů. Malé obrobky s malou dotykovou plochou, která neobsáhne ani dva póly magnetu, položí se středem své plochy na jeden pól a zajistí vhodnou příložkou; výška příložky se musí rovnat nejméně dvěma třetinám výšky obrobku. Zakládáme je vždy proti směru otáčení brusného kotouče. Uvedené upnutí nedovoluje hloubku řezu větší než 0,01 mm. Máme-li obrobek s malou dotykovou plochou a jedna příložka nestačí zajistit pevné upnutí, zajistí se z obou stran. Tenké obrobky jako lamely (tloušťka 0,5 mm) upínáme tak, aby konci ležely na pólech magnetu; zakládáme je plechovými příložkami. Lamely se brousí celou plochou brusného kotouče bez vyjždění. Abychom dosáhli přesné roviny, je nutno je na magnetické desce stále obracet. Obrobky s úzkou základnou a malou dotykovou plochou (šablony na šířku o tloušťce 2 až 3 mm) zajišťujeme příložkami ze tří stran. Delší obrobky o malé tloušťce upínáme na magnetické desce šikmo. To proto, aby broušená plocha byla kratší a materiál se příliš nezahřívá. Při upínání malých obrobků nebo obrobků s výstupky použijeme magnetických podložek (viz pojednání o magnetických podložkách).

Upínacích možností je opravdu mnoho a záleží na důvtipu brusiče, jak si dovede v praxi poradit a jakých vhodných pomůcek použije. Při magnetickém upínání je nutno upozornit na jednu okolnost, jež bývá příčinou častých úrazů. Nikdy nezapínejme magnet, pokud máme v ruce nad magnetickou deskou obrobek. Zapojením magnetu magnetická síla prudce přitáhne broušený předmět a zároveň s ním i prsty brusiče.

Ve všech broušených součástech, nástrojích a měřidlech zbude při magnetickém upínání na rovině brusce po obroušení určitá část magnetické síly. Tuto magnetickou sílu je nutno odstranit, neboť se potom na magneticky upínaných předmětech uchycují menší kovové částčky, které jsou při funkčním použití broušených předmětů škodlivé. K odstranění těchto částček byly sestaveny zvláštní přístroje, zvané odmagnetovače. Jsou dvojho druhu:

1. Elektromagnety napájené střídavým proudem: po jejich ploše přejedeme několikrát zmagnetovaným předmětem z jedné polovky úvrati do druhé a obloukem vzdálíme.

2. Odmagnetovače tunelové; indukční cívky prochází rovněž střídavý proud. Uvnitř cívky se pohybuje vozík a na něj ukládáme všechny předměty určené k odmagnetování. V praxi se nejvíce používá odmagnetovačů s rovnou plochou, tj. pólových elektromagnetů.

Aby funkční plocha netrpěla, přikrýváme ji nejlépe tlustším papírem a na tento papír ukládáme příslušné předměty. Po skončení odmagnetování odmagnetovač okamžitě vypneme. Tím zabráníme, aby cívky nebyly zbytečně přehřívány a ničeny.

## 4 Pomůcky používané při orovnávaní a tvarování

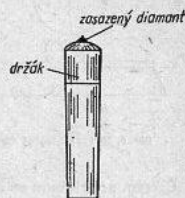
Orovnávaní na hrubo a předtvarování brusného kotouče provádíme úlomkem karborundového kamene. Pro střední orovnávaní (tj. po nasazení kotouče, kdy ještě poněkud hází) a při hrubování obrobků se používá ocelových orovnávacích koleček, která jsou různého tvaru i velikosti. Jsou jednotlivě nebo po několika uložena na kulíčkových ložiskách ve vidlicovitých držácích, která oddělují od sebe rozpěrnými kroužky. Kolečka zvláště do stran nebo ozubená slouží k orovnávaní brusných kotoučů pro hrubovací práce a kolečka hladká k přesnému orovnávaní. Uvedených pomůcek používáme proto, abychom ušetřili diamant, který je nejdokonalejší orovnávací pomůckou pro přesné a kvalitní broušené povrchy. Diamantové orovnávače jsou výkonné a všestranně použitelné; mají však nevýhodu, že jsou citlivé na nárazy a při přehřátí popraskají. Diamant je vzácná surovina, velmi drahá, a proto se musí šetřit. Při broušení ploch, a to zejména při výrobě přesných měřidel patří diamantové orovnávače k hlavním orovnávacím nářadím a je nutno jim věnovat větší pozornost.

Známe několik druhů diamantů používaných při broušení. V praxi se dosud nejlépe osvědčily diamanty brazilské — bílé, které zachovávají dlouho ostří hrotu. Jakmile se hrot diamantu otupí, necháme diamant přesadit. Zkušenost ukázala, že je hospodárné orovnávat brusné kotouče diamantem za stejných podmínek, za jakých brusí brousí (za sucha nebo pod vodou). To znamená, použijte-li při broušení chlazení vodou (brusky na kulato), orovnávat brusný kotouč rovněž pod vodou; chrání tím diamant jednak před přehřátím, jednak zabrání jeho popraskání. U rovinných brusek používaných při broušení ploch (zvláště při broušení přesných měřidel) například zase nechladíme a není proto nutné používat chlazení při orovnávaní kotouče. V tomto případě nehrozí nebezpečí přehřátí diamantu

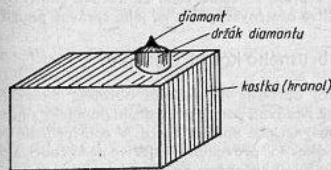
už vzhledem k rozměrům kotoučů u rovinných brusek nejběžnějších. Volba diamantu je dána jejich velikostí — karáty — a řídí se rozměry brusných kotoučů, tj. průměrem a šířkou kotouče. Uvedme malý příklad volby diamantových orovnávačů, jak jsme je ověřili v praxi:

Průměr brusného kotouče v mm	Velikost diamantu v karátech
do — 200	0,50 až 0,70
201 až 300	0,70 až 1,00

Diamant je zasazen v ocelovém držáku, který má tvar kužele M 1 : 20 (obr. 4). Při zasazení postupujeme takto: Surový diamantový kámen se zasazuje do držáku z oceli a upevňuje se v nich tvrdou pájkou (mosaz, měď). V praxi se osvědčily diamanty upevněné pájkou mosaznou. Po roztažení pájky v jamce držáku vsazujeme diamant soustředně k jeho ose a snažíme se, aby vyčníval nejvýhodnější hranou (obr. 5). V pájce bývá zpravidla uložen dvěma třetinami své délky. Je to velmi důležité, protože by se mohl jinak uvolnit. S uvolněným diamantem nikdy nedosáhneme žádané kvality orovnávaní a navíc hrozí nebezpečí, že brusný kotouč volně uložený diamant snadno z držáku vyloží. Brusí se má proto před každým orovnávaním pevnost uložení diamantu rádně přezkoušet (jehlou nebo nehtem). Držák s diamantem



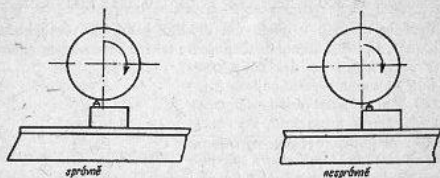
Obr. 4. Diamant upevněný v držáku



Obr. 5. Držák s diamantem v hranolu

tem ukládáme do zvláštní ocelové kostky (hranolu); její velikost je 25 x 30 x 34 mm, je kalená, přesně obroušená (kolmost 90°) a opatřená kuželovou dutinou (obr. 5).

Diamant při orovnávaní nastavujeme mimo střed kotouče a vždy ve směru otáčení. Správné a nesprávné nastavení vidíme na obr. 6. Správně nastavený diamantový orovnávač pracuje lehce a kvalitně; nesprávný postup způsobuje chvění kotouče a nejednou vede i k vylovení diamantu z držáku. Nedoporučuje se ubírat z kotouče příliš velkou vrstvu najednou. Tlak na diamant musí být malý a největší hloubka záběru 0,02 až 0,05 mm.



Obr. 6. Správné a špatné nastavení diamantu při orovnávaní brusných kotoučů

Častým používáním se diamant otupí a původně nastavená hrana se změní v plošku. V tom případě diamant přesazujeme, tj. obrátíme; snažíme se, aby opět vyčníval nejvýhodnější hranou. Diamant se přesazuje dříve, než je vyčnívající část zcela obroušena. Orovná-li brusí kotouč tupým orovnávačem, kotouč pálí. Orovnaný kotouč potom materiál nebrousí, ale tlačí; materiál se zahřívá a současně deformuje. V praxi se tomu říká, že kotouč pálí. Proto je nutné diamant pečlivě osvětřovat a dbát na jeho správné použití.

### Orovnávaní brusného kotouče na úkos

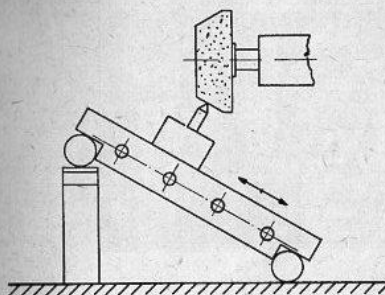
Máme úkol obrousit na určitém obrobku úkos 45°. Velikost obrobku však nedovolí použít při upínání pomůcky a nezbyvá než jej upnout na magnetické upínací desce. V tom případě je jen jediná možnost, že úkos 45° provedeme nejdříve na kotouči, a potom orovnaným (stáhnutým) kotoučem na obrobku.

Při orovnávaní kotouče na úkos postupujeme takto:

Jako pomůcky použijeme diamantu s ostrou hranou (uloženého v kostce) a vhodné upraveného pro danou operaci. Dále si opatříme litinový úhelník (přesně obroušený do úhlu 90°), příložný úhelník, podložku s úhlem 45° a sinusové pravítko (100 mm).

Litinový úhelník se postaví na magnetickou desku a vyrovná do příčné roviny podle příložného úhelníku. Nastavujeme jej vždy proti směru otáčení, aby tvořil oporu kostce s diamantem při orovnávaní.

K úhelníku se přiloží podložka s úhlem 45° nebo sinusové pravítko nastavené základními měrkami na stanovený úkos. Všechny uvedené pomůcky upneme magneticky. Na podložku (sinusové pravítko) položíme kostku s diamantem opírající se jednou stranou o stěnu úhelníku. Hrot diamantu je nutno nastavit přesně na střed



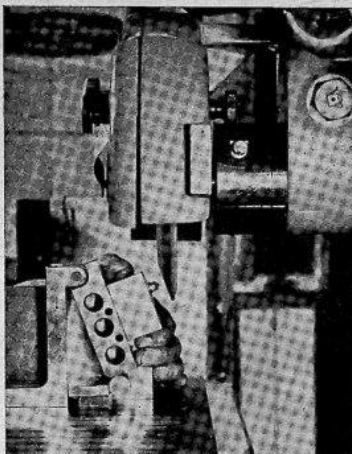
Obr. 7. Tvarování kotouče zkosného na 45°

kotouče. Nejmenší úchylna diamantu od středu může způsobit nepřesnost úkosu. Než přistoupíme k orovnávaní, předtvarujeme kotouč úlomkem karborundového kamene (šetřít diamant!). Nato diamantem střídavě sjíždíme nahoru a dolů podél podložky nebo sinusového pravítka a současně zvětšujeme hloubku záběru, až vykopírujeme na kotouči úkos 45° (obr. 7). V provedení úkosu může dojít nesprávným vyrovnaním a nastavením pomůcek na magnetickém upínadle velmi snadno k podstatné úchylně.

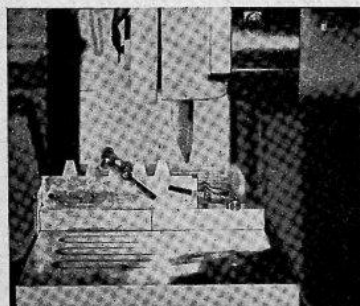
Proto pečlivě dbejme, aby pomůcky byly vyrovnané podle přední čelní strany magnetické desky a diamant nastaven přesně na střed kotouče.

Brusí, který s úspěchem vykopíruje na kotouči úkos 45°, zvláště stejně dobře i jiné variace; o nich bude pojednáno v dalších odstav-





Obr. 8. Tvarování zkosného kotouče na stroji



Obr. 8a. Broušení modulu pro měření ozubeného hřebenu zkosným kotoučem

28

## 5 Základní pomůcky používané při broušení ploch

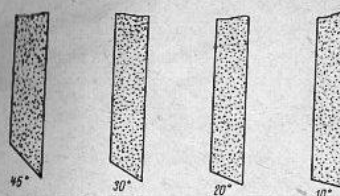
Máme k dispozici rovinnou brusku s běžným vybavením. Na této brusce orovnáváme v podstatě jen rovinné plochy. Broušení tvarů, jako úkosů, zaoblení, šroubovic, kopírování tvarů normálních i uzavřených, nelze uskutečnit bez pomůcek. Pomůcky používané k broušení ploch i tvarů na rovinné brusce dělíme na *základní a speciální*. Základních se používá k provádění nejběžnějších úkonů na brusce, např. k úhlování, broušení úkosů, broušení zaoblení apod. Speciální pomůcky naproti tomu slouží výhradně k provádění speciálních prací (broušení úkosů a zaoblení, broušení oblouků v hrotovém přístroji). Vhodné používání obou druhů pomůcek vytváří z brusky vysoce produktivní stroj, který zcela nahradí speciální stroje dovážené ze zahraničí. Zejména poslední typ rovinné brusky BPH 20 N vyrobený v národním podniku TOS, Hostivice, a doplněný o přístroje pro svislé (vertikální) a vodorovné příčné vybrušování různých tvarových otvorů patří k nejlepším našim konstrukcím tohoto druhu a plně ob stojí v náročné světové konkurenci. Protože k broušení ploch používáme nejčastěji pomůcek základních, seznámíme vás s jejich popisem a použitím.

### Svěrky

Svěrek (obr. 10) se používá k připevnění obráběné součásti k upínacímu úhelníku na magnetické upínací desce. Broušená součást musí být k úhelníku přidržována svérkami, protože magnetický tok ve stejné úhelníku je zpravidla nulový. Dvousroubové svěrky jsou k tomu zvláště výhodné; umožňují nastavení čelistí tak, aby vždy dosedaly na přidržovanou součást i úhelník celou plochou. Svěrka se skládá ze dvou stejných čelistí, které jsou vyrobeny z jakostní

30

oceli; např. při broušení modulových šablon určených pro měření ozubení (obr. 8), při broušení měřidel, přípravků k upínání atd. Obrázek 9 znázorňuje kotouče orovnané na různé úkosy popsaným postupem.



Obr. 9. Kotouče orovnané diamantem na různé úkosy

Při orovnávaní kotouče na úkos 30, 20 a 10° opět záleží na správném vyrovnání a nastavení pomůcek na magnetické desce.

29

oceli, kaleny a broušeny. Jedna čelist má dvě díry se závity, druhá jednu díru se závitem a opěrný důlčík. První šroub je nastavovací (k nastavování čelistí podle potřeby) a druhý šroub, který se opírá



Obr. 10. Dvousroubové svěrky

o důlčík, je rozpínací. Hlavy šroubů jsou s otvory pro kolíky, které mají funkci pomocné páky k usnadnění přitažení nebo uvolnění svěrky.

V praxi se osvědčily tři druhy svěrky (rozměry jsou uvedeny v následující tabulce, náčrtek znázorňuje rozměry).

Velikost	1	2	3
Max. rozevření (a)	45	65	90
Vyložení (b)	30	45	60
Rozteč šroubů (c)	22	45	60
Výška čelistí (d)	10	16	20
Průměr šroubů (M)	5	8	10
Délka šroubů	70	105	140
Váha v kg	0,08	0,28	0,59

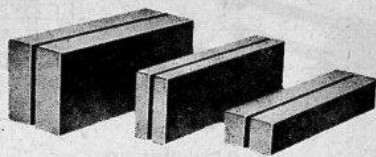
### Podpěry (kostky)

Podpěry (kostky) (obr. 11) slouží jako podložky při broušení obrobků, jejichž tvar nezaručuje pevné upnutí na magnetické upínací desce. Dále se jich používá k zajištění těch broušených předmětů, jež jsou (pro malou dotykovou plochu) vratké a mohly by se při broušení pohnout, popřípadě by je kotouč s magnetické desky smetl.

Podpěry (kostky) jsou hranoly společně broušené po dvou a stejné značené. Rovnoběžnost jejich ploch je dodržena s přesností 0,002 mm. Jelikož se podpěr používá vždy po dvou, je nutné, aby byly stejně vysoké a aby byly v jedné rovině s plochou, na kterou se upínají. Zpravidla používáme k jejich výrobě cementační oceli, která po zakalení na povrchu ztvrdne. Hrany kostek se zkosí

31

(1/45°); zkosená hrana umožňuje, aby při upínání kolmo broušených součástí podpora (kostka) přilehla celou plochou k upínací magnetické desce i k upínané součásti. Při zachování plně ostrých hran a v předpokladu pravděpodobně se vyskytujícího brusného prachu

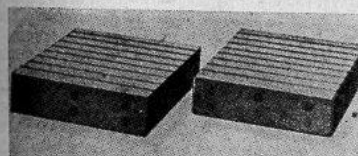
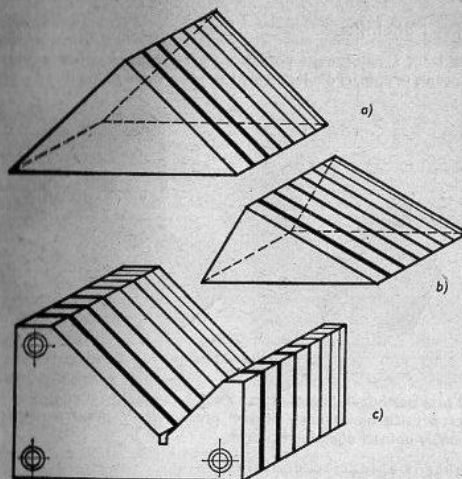


Obr. 11. Kostky na podložení

na magnetické upínací desce (ten zůstává i po pečlivém otření magnetické desky) bychom toho nedosáhli. V praxi se používá podpěr na podložení různých rozměrů, jež se zpravidla upravují podle potřeby výroby.

### Magnetické podložky

Magnetických podložek (obr. 12) se používá všude, kde usilujeme o zhuštění magnetického toku, což neumožňuje běžná magnetická upínací deska s velkými roztečemi pólů magnetického pole. Slouží rovněž k podkládání součástí s výstupky a nerovnostmi, které nedovolují přímé upnutí na magnetickou desku brusky, nebo součástí s výstupky, jejichž plocha nedostačuje k vytvoření magnetického toku, zaručujícího spolehlivé upnutí. Jsou vyrobeny vždy po dvou z oceli prokládané mosaznými lamelami a obroušeny. Magnetické podložky se zpravidla vyrábějí podle požadavků výroby. Možnosti využití magnetických podložek jsou rozmanité. Například v některých nářadovněch se obroušují tyto podložky na 45° a používá se jich při broušení rybinových součástí na přípravky. Vyznačují se výhodným upínáním; součást položíme na magnetickou podložku, zapojíme magnet a součást pevně drží. Dále se magnetické podložky osvědčily při broušení lamelových kroužků tloušťky 0,3 mm; lamelové kroužky nelze totiž na normální magnetické desce brousit pro velkou rozteč magnetických pólů. Broušení prizmatických kostek umožňuje magnetická podložka s vybráním 45°, vyrobená výhradně pro tuto operaci. S její pomocí se vždy brousí dvě pod-



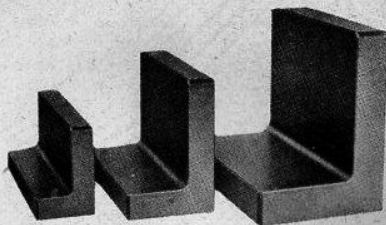
Obr. 12. Magnetické podložky: a - 45°, b - 30°, c - pro broušení prizmatických kostek

ložky o stejných rozměrech najednou. Prizmatické vedení je pak jednotné a velmi přesné. Podobně je obroušena podložka jako celek, a to s přesností 0,005 mm, neboť sebemenší úchylna by se okamžitě projevila při broušení prizmatických kostek. Dodejme, že magnetické podložky jsou nezbytným doplňkem elektromagnetické upínací desky.

|| Broušení ploch

### Upínací úhelník

Základní a nejběžnější pomůckou při broušení kolmosti ploch (úhlování) je upínací úhelník (obr. 13). Jde o velmi jednoduchý a při-



Obr. 13. Upínací úhelník

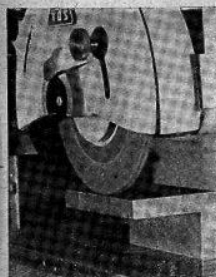
tom praktický druh pomocného nářadí, bez kterého si nedovedeme práci brusice na rovině brusce představit. V praxi se nejlépe osvědčily upínací úhelníky litinové.

### Broušení upínacího úhelníku

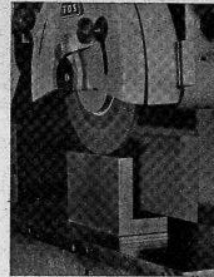
Litinový úhelník příslušných rozměrů se nejdříve opracuje na frézce. Brusným kamenem jej zbavíme ostrých hran (jehel) zbylých po frézování, největší plochou položíme na magnetickou upínací desku a přebrousíme protější úzkou stranu. Po této operaci opět upneme obrobek na brusce touto obroušenou stranou a brousíme největší plochu umožňující původní upnutí (obr. 14). Tuto plochu brousíme na hotovo, neboť slouží jako výchozí strana při zaúhlování. Nyní opět upneme úhelník menší plochou a obrousíme druhou protější úzkou stranu (obr. 15), čímž dosáhneme určité kolmosti; měříme ji kontrolním válcem na přibližné desce. Postupujeme tak, že úhelník postavíme na obroušenou úzkou stranu, a kontrolním válcem změříme obroušenou větší plochu (obr. 16). Opíše-li barva kontrolního válce po celé ploše měřené strany stejnoměrnou rysku, je kolmost správná a úhel 90° přesný. Nakonec přebrousíme zbývající menší plochy úhelníku, a to na hotovo (obr. 17) a znovu na přibližné desce překontrolujeme. Ukáže-li otisk barvy, že úhelník je přesný, může se ho použít pro výrobu.

Uvedený postup broušení upínacího úhelníku bez použití jiných

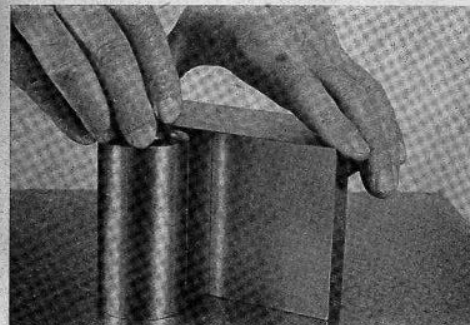
pomůcek je velmi jednoduchým příkladem zaúhlování. A ve skutečnosti se ani nestává, aby úhelník byl hned po prvním obroušení přesný. V praxi brousíme úhelník takto:



Obr. 14. Broušení největší plochy upínacího úhelníku



Obr. 15. Broušení druhé strany upínacího úhelníku



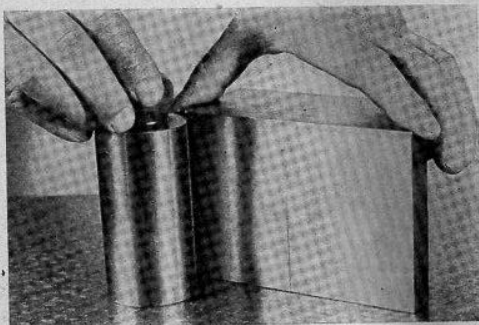
Obr. 16. Měření kolmosti upínacího úhelníku kontrolním válcem — kolmost správná





Obr. 17. Broušení nejmenší plochy upínacího úhelníku

Úhelník určitých rozměrů je ořezován a má se zaúhlovat. Obrousili jsme dvě strany, stranu úzkou, kterou začínáme, a pak protější větší plochu. Po tomto přebroušení obrousíme jako v předešlém případě druhou úzkou stranu a změříme správnost kolmosti kontrolním válcem. Otisk barvy nanáší rysku jen do poloviny obrousené plochy; to ukazuje, že kolmost není správná (obr. 18). Úchylku odstraníme, jestliže úzkou stranu, na níž byl úhelník při měření postaven, patřičně broušením odstupňujeme k jedné straně. Odstupňování se dělá zkusmo, přičemž stále kontrolujeme kolmosti. Dosáhne-li se úhlu  $90^\circ$ , přebrousíme zbývající strany.

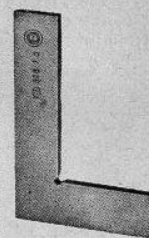


Obr. 18. Měření kolmosti upínacího úhelníku — kolmost nesprávná

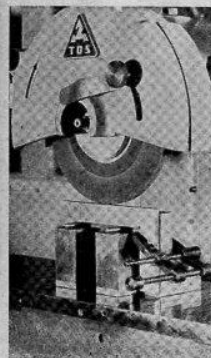
Častým používáním upínacích úhelníků vznikne určitá úchylka nebo dojde k deformaci a je nutno je znovu přebrousit. Při přebroušování se použije dobrého úhelníku a podle něj se brousí kolmost vadných ploch.

### Ploché úhelníky

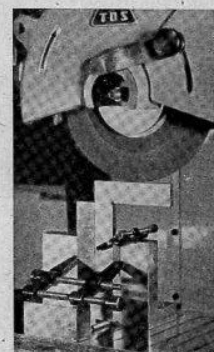
Plochého úhelníku (obr. 19) se používá pro běžné ustavení a kontrolu kolmosti na sobě závislých ploch i jako upínací pomůcky při dvojitém úhlování. Úhelník je zhotoven z oceli, je kalený a broušený. Jeho vnější i vnitřní strany jsou obrousěny přesně do úhlu  $90^\circ$ . Pracovní postup je poněkud jiný než u upínacího úhelníku. Úhelník především po zakalení přebrousíme na plocho. Při vlastním úhlování brousíme nejdříve vnější strany a podle nich strany vnitřní. Jako pomůcky při tom slouží dva upínací úhelníky, ke kterým broušení



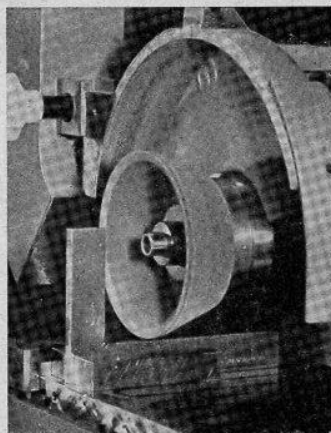
Obr. 19. Ploché úhelník



Obr. 20. Broušení vnější strany plochého úhelníku



úhelník připevníme dvoušroubovými svírkami (obr. 20). Po přesném obrousění vnějších stran do úhlu  $90^\circ$  obrousíme strany vnitřní miskovitými nebo hrncovitými kotouči (obr. 21). Úhelník po kalení vyhrubujeme, necháme uměle stárnout (provede kalírna) a brousíme na hotovo. Zakalený materiál po prvním obrousění značně pracuje, deformuje se. Proto je vždy třeba umělého stárnutí, abychom zabránili deformaci.



Obr. 21. Broušení vnitřní strany plochého úhelníku

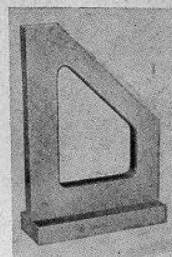
### Příložný úhelník

Příložný úhelník (obr. 22) slouží k rychlému ustavení pomůcek a obrobků na magnetické upínací desce. Podobá se plochému úhelníku, jeho ramena však jsou silnější a je opatřen opěrnou příložkou. Při ustavení se opírá příložkou o podélnou stěnu magnetické upínací desky a tvoří s ní úhel  $90^\circ$ . Tato stěna musí být přesně rovnoběžná s vodicími plochami stolu brusky. Příložný úhelník brousíme podobným způsobem jako úhelník plochý. Příložka je přesně obrousena

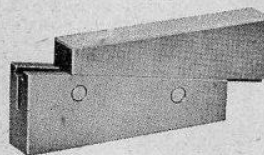
a přimontuje se ke kratší základně úhelníku. Zkosená hrana slouží k ustavení pomůcek nebo obrobků na úhel  $45^\circ$ . Úhelník je vyroben z cementační oceli, kalený a přesně obrousený. S příložným i plochým úhelníkem musíme zacházet co nejopatrněji, aby se nepoškodily; i nejmenší poškození narušuje jejich přesnost a ztěžuje práci brusice. Proto jsou úhelníky chráněny před poškozením dřevěnými pouzdry, do kterých se po skončení práce ukládají.

### Stavitelné rovnoběžné podložky

Se stavitelnými rovnoběžnými podložkami se zpravidla setkáváme ve spojení s hrotovým přístrojem (obr. 23) při pootáčení součástí. Stavitelná podložka rychle a přesně pomůže nastavit součást do určité polohy broušené v hrotovém přístroji. Dále lze s úspěchem použít stavitelné podložky při operaci se sinusovým pravítkem, kde se o ní



Obr. 22. Příložný úhelník



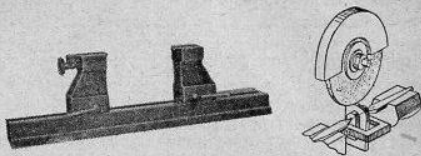
Obr. 23. Stavitelné rovnoběžné podložky

opírá součást nastavená na potřebný úkos (obr. 23a), nebo k zajištění dělicího hranolu (obr. 23b). Tento způsob je mnohem výhodnější než práce s optickou dělicí hlavou, která je zanášena brusným prachem. Podložky se vyrábějí z cementační oceli, jsou kalené a ze všech stran obrousené. Rybíny jsou rovněž vybroušeny a lícovány

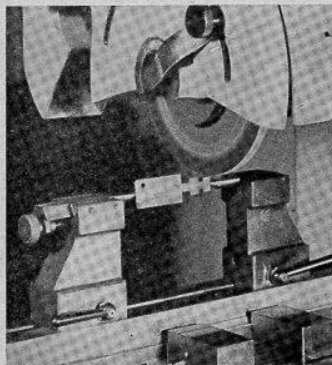
tak, aby neměly vůli a přitom se snadno posouvaly. Nastavenou polohu zajišťují dva pojistné šrouby. Nastavovací rovnoběžnost ploch podložky se brousí po zasunutí obou částí do sebe.

## Hrotový přístroj pro broušení

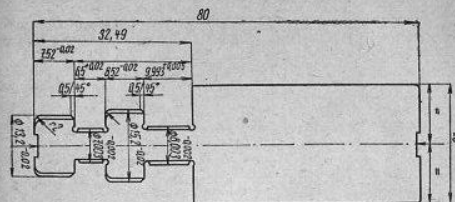
Hrotový přístroj pro broušení (obr. 24) slouží k upínání delších válcových a tvarových součástí. S úspěchem se v hrotovém přístroji brousí např. závěsové tvarové šablony pro lopatky turbín (obr. 25). Výkres této šablony vidíme na obr. 26. Koníky, do nichž jsou vloženy



Obr. 24. Hrotový přístroj na broušení



Obr. 25. Broušení zá-  
věsové šablony v hro-  
tovém přístroji

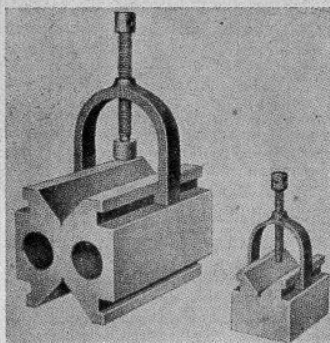


Obr. 26. Závěsová šablona obroušená podle udaných rozměrů v hrotovém přístroji

hroty přístroje, pítahuje k základně výstředník s rukojetí. Horní část hrotů je zploštěná, aby výška plochy nad středem hrotů byla minimální. Tím je umožněno broušení ploch na součástech malých průměrů, malých poměrů apod. Drážka, v níž jsou koniky uloženy, musí být rovnoběžná s bočními podélnými stranami základny obroubenými s přesností 0,002 mm. Také uložení pro hroty v konicích je v rovině s výstupky koniků. V pravém koniku je hrot uložen pevně, v levém do posuvné vložky a posouvá se nastavovacím šroubem. Výška hrotů nad základnou bývá 100 mm a rozměry základní desky 40 × 76 × 505 mm. Koniky musí dosedat na základní desku velkou plochou. Je-li dosedací plocha malá, může se hrot při silnějším upnutí zdvihnout, poruší rovnoběžnost osy součástí se základnou a při broušení dojde k úhlyce. Tato úhlyka vznikne také, jestliže nadměrně utáhneme nastavovací šroub. Proto je nutné dotahovat nastavovací šroub vždy jemně tak, aby nebyla upínaná součást v hrotech volná, ale také aby nebyla příliš utažena.

## Prizmatické podložky se zapuštěným třmenem

Prizmatických podložek se používá k upínání válcových součástí (obr. 27). Upínací se do prizmatických výřezů kostek a jsou zajištěny šroubem ve směru. Těm je uložen v bočních drážkách podložky posuvně a upraven tak, aby dovozoval překlápní kostky při broušení ploch na sebe kolmých. Podložky se zhotovují vždy po dvou z cementační oceli, jsou kaleny a na všech stranách broušeny. Kolmost a soběstnost na sobě závislých ploch musí být přesně dodržena (broušení se s přesností 0,002 mm); prizmatické výřezy se vždy u obou podložek brouší společně v magnetické upínací podložce k tomu účelu vyrobené (viz odst. Magnetické podložky). Při rozmanitosti



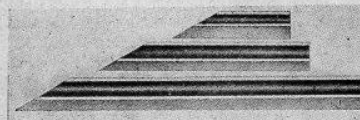
Obr. 27. Prizmatické  
podložky se zapuště-  
ným třmenem

broušení válcových součástí je možno také použít prizmatických podložek, jež jsou obvyklé při rýsování součástí ve výrobě a na kontrole. Největší velikost prizmatických kostek je  $80 \times 80 \times 120$  mm (maximální průměr upínání 46 mm) a  $30 \times 40 \times 60$  mm (maximální průměr upínání 22 mm). Jinak si je výrobní závod připravuje podle potřeby výroby.\*

## 6 Základní měřicí pomůcky

### Nožové profilové pravítko

K základním měřicím pomůckám patří především nožové profilové pravítko, nazývané také vlasové (obr. 28). Pravítko je zhotoveno z cementační oceli, zakalené a obroušené. Brity pravítka se brousí boční ostrou hranou kotouče až na plošku 0,3 mm. Její zaoblení provedeme



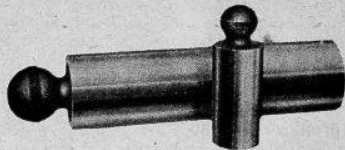
Obr. 28. Nožové profilové pravítko

tuširovací pastou na průměrné desce. Levý konec pravítka zkosený do úhlu  $30^\circ$  vytváří hrot, jímž můžeme měřit plochy do nejmenších záříchů nebo rohů. Válcové vybrání slouží k pohodlnému uchycení pravítka při měření. Pravítko umožňuje kontrolu rovinnosti všech broušených, popřípadě zaškrabávaných ploch, a to průsvitem. Nutno s ním zacházet opatrně, aby se měřicí ploška nepoškodila. Pravítka ukládáme do vhodné upravených dřevěných pouzder.



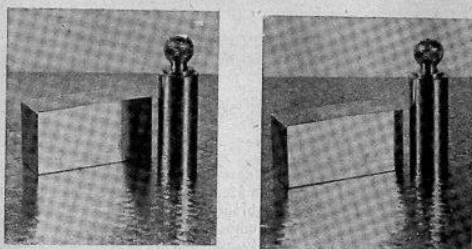
### Kontrolní válec

Při broušení ploch měřidel a přípravků je často nezbytné dosáhnout přesné kolmosti. Abychom si ověřili, zda obroušené plochy tvoří s broušenou základnou opravdu úhel 90°, používáme tzv. kontrolních válců (obr. 29). Jde o válec s kulovou rukojetí, vyrobené z cementační oceli, zakalené a přesně obroušené. Povrch bývá zpravidla lapován. Kontrola se provádí průsvitem nebo otiskem; válec



Obr. 29. Kontrolní válec

potřeme lehce stejnoměrně modrou barvou (berlínská modř), kterou před nanášením rozředíme olejem, popřípadě převařeným lojem. Tlustší a nestejnoměrná vrstva barvy zkrasluje správnost měření. Barvou natřený válec postavíme broušenou základnou na průměrnou desku vedle broušeného předmětu, který nejdříve očistí-



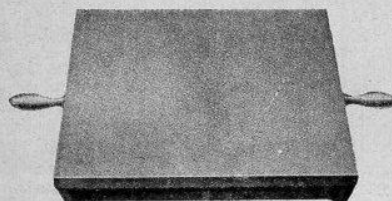
Obr. 30. Správná a nesprávná (a) zašlapaná hrana, měření kontrolním válcem na průměrné desce

44

me od zbytků brusného prachu; potom se válcem zlehka dotkneme měřené strany a mírně pootočíme. Podle rysky, kterou opíše barva na stěně součásti, zjistíme, zda je správně či nesprávně zašlapaná. Správné kolmosti dosáhneme, jestliže ryska nanášená barvou na obrobek je po celé ploše stejnoměrná (obr. 30). Vzhledem k zachování přesnosti kontrolního válce není žádoucí pohybovat bezúčelně obroušenou základní plochou po průměrné desce; tak se základní plocha opotřebovává a narušuje se přesnost válce. Kontrolní válec ukládáme do dřevěného pouzdra. Používá se jich ve dvou velikostech. V prvním případě je výška válce 112 mm, průměr 40 mm a funkční plocha 80 mm<sup>2</sup>, v druhém případě je výška 292 mm, průměr 65 mm a funkční plocha 240 mm<sup>2</sup>.

### Průměrná deska

Průměrná deska slouží pro veškeré měření a kontrolu broušených měřidel, přípravků a ostatních součástí (obr. 31). Je proto nezbytnou a nepostradatelnou pracovní pomůckou každého brusíče. Vyrábí se



Obr. 31. Průměrná deska

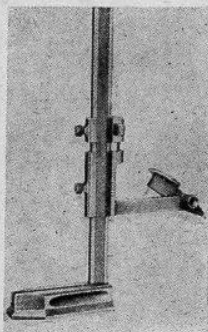
z jemně zrnité a zvláště husté litiny a je vyztužená žebry, aby se zabránilo deformaci. Horní plocha průměrné desky je přesně zaškrabána a žebrovaná základna je opatřena třemi výstupky (nožkami). Tři nožky se dělají proto, aby deska na odkládacím stole (na kterém se provádí měření) vyrovnala případnou nerovnost, stála pevně, a bez výkyvů. Se zaškrabanou plochou musí brusíč zacházet opět co nejopatrněji; nesmí na ni odkládat jiné pomůcky, popřípadě broušené součásti a po skončení směny ji přikryje dřevěným obalem.

45

Nepracuje-li se na desce několik dní, je nutno horní zaškrabanou plochu nakonzervovat mazivem (nejlépe převařeným lojem). Přenášení umožňují vhodné rukojeti, které se při trvalém použití desky vyšroubují, aby zbytečně neubíraly na odkládacím stole místo. Nejlépe vyhovuje rozměr 400 × 450 × 70 mm.

### Měřicí stojánek pro číselníkový úchylkoměr

Měřicího stojánu pro číselníkový úchylkoměr spolu s úchylkoměrem se používá k tolerančnímu porovnávání, popřípadě k výškovému měření rovinných ploch (obr. 32). Je vybaven úhelníkovým



Obr. 32. Měřicí stojánek pro číselníkový úchylkoměr

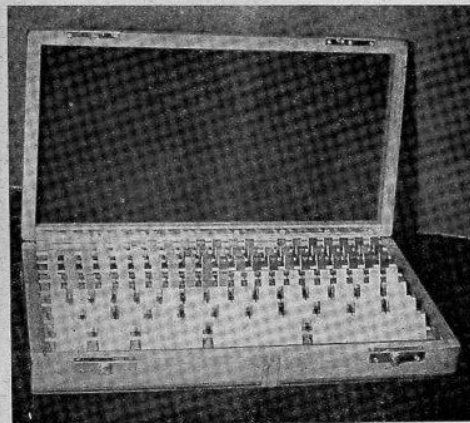
pravítkem. Na pravítku se ve vší směru posouvá rameno přecházející na konci v čep a na něm upevňujeme číselníkový úchylkoměr. Je-li rameno místo čepu opatřeno hrotem, slouží stojánek jako nádrž pro rýsovače. S ramenem po pravítku pojíždí jezdec, který umožňuje jeho jemné nastavení. Rameno i jezdec mají stavěcí šrouby pro zajištění polohy. Stojánek má zpravidla tyto rozměry:

základna stojánu	35 × 90 × 22 mm
výška stojánu	275 mm
celková váha	0,72 kg

46

### Sada základních měrek

Základní měrky (obr. 33) se vyrábějí ze speciální oceli, jsou zakalené a obroušené na stanovené rozměry. Měřicí plochy jsou lapované



Obr. 33. Sada základních měrek

a zhotovené s přesností 0,0002 mm. K jejich čištění se používá jele-  
nicové kůže. Měrky jsou velmi nákladné a brusíč s nimi pracuje  
s největší opatrností.

47

## 7 Broušení ploch

V předcházejících kapitolách byla popsána funkce rovinné brusky, volba brusného kotouče a také jak se kotouč ohrnovává. To ovšem nestačí, aby brusit už mohl úspěšně brousit plochy. Jsou to jen stručné pokyny, možno říci základní. Brusit často myslí, že jediné správná volba brusného kotouče podmiňuje pracovní úspěch na rovinné brusce. Na druhé straně je dokázáno, že i správně zvolený kotouč může způsobit vadné obrousění ploch; příčinou obvykle bývá jeho nesprávné ohrnování. Při broušení kalených obrobků se kromě normálního ohrnování doporučuje ještě osazení, a to na zadní straně do poloviny kotouče. Tím sice brusnou plochu podstatně zmenšíme, ale zároveň snížíme nebezpečí zahřívání broušeného obrobku. Výhodné je brousit jednostranně, a to proto, že při tomto broušení nenarušíme přesnost tzv. kalibrovací plochy. Brousíme-li po obou stranách, broušené plochy nejsou v žádané rovině a dochází k nežádoucí úhlyce.

Kalený obrobek, pokud není pískován, je pokryt zbytky spáleného oleje (hlavně u kalených šablon). Než obrobek položíme na magnetickou upínací desku, musíme jej tohoto opalku zbavit. Opalky lehce odstraníme vyřazeným kotoučem na odkládacím stole (ručně obrousíme-odhrneme). Po očištění obrobek položíme na magnetickou upínací desku a připravíme k odebrání první třísky. Zachytíme-li kotoučem jemně jeho povrch, nastavíme na noniu 0,1 mm a brousíme naplno. Po přebroušení obrobek obrátíme, nastavíme opět 0,1 mm a přebrousíme druhou plochu. Hrubé nastavení kotouče je velmi důležité. Kdybychom nastavili nonius jenom na 0,01 mm, zbytky opalku by znečistily zrnění, kotouč by přestal řezat a materiál by se značně zahřívá. Potom nezbyvá, než znovu kotouč ohrnovat. V mnohých závodech brousí kalené obrobky na svislých bruskách pod

vodou, které mnohem snadněji odstraní oduhlčenou vrstvu. Nelze však tento postup opakovat u všech obrobků. Po odstranění oduhlčené vrstvy brousíme plochy s menší hloubkou řezu, a to podle okolností. Před dokončením operace zabíráme nejvíce 0,01 mm. Nejvýhodnější postup je tento: obrobky hrubovat, ohrnovat kotouč a obrobky dokončit hotově.

Velmi důležitým činitelem při broušení ploch je magnetická upínací deska. Mnozí brusíči se domnívají, že je třeba, aby magnetická deska byla stále pod proudem. To je nesprávné, neboť čím déle je magnetická deska pod proudem, tím více se zahřívá a nakonec se deformuje (ztrácí žádanou rovinu). Proto doporučujeme zapínat magnetickou desku jen podle potřeby a druhu operaci, které provádíme.

Přesnost broušených ploch, jak jsme už naznačili, měříme jednak nožovým profilovým pravítkem, jednak číselníkovým úhlykoměrem (indikátorem) na průměrné desce a v některých případech i mikrometrem.

### Broušení drážek a výřezů

Při broušení ploch se velmi často vyskytuje nutnost vybrousit drážky nebo výřezy u různých broušených součástí, přípravků a měřidel. Tuto operaci provádíme tzv. rozbrušováním. Při rozbrušování brousíme stranami brusného kotouče, který pro toto broušení vhodně upravíme; důležité je, o jakou drážku nebo výřez jde. Pro rozbrušování se používá kotoučů s oboustranným vybráním a tvrdostí 70 K. Tyto kotouče jsou však normalizované a mají šířku 20 mm; proto jich nelze použít (pokud se částečně neopoteřebí) pro užší drážky. Pro úzké drážky volíme kotouč, který se do ní před rozbrušováním vejde; z obou stran jej osadíme úločkem karborundového kamene a ponecháme u spodního okraje v šířce broušené drážky malou vystupující plošku. Výška osazení musí být větší než hloubka drážky nebo výřezu. Drážku brousí jen ploška na spodním okraji kotouče. Pro rozbrušování volíme vždy tvrdší kotouč.

#### Postup při broušení

Kalená součást má průchozí drážku dlouhou 100 mm a předepsaná šířka je 10 mm + 0,01 mm; hloubka drážky rovněž 10 mm. Nejprve součást obrousíme. Potom upravíme brusný kotouč způsobem, jak jsme uvedli v předcházející kapitole. Součást položíme na magnetickou desku, vyrovnáme do podélné roviny, brusným kotoučem najedeme na dno drážky a přebrousíme. Rozbrušování provádíme vždy ručním posuvem. Brousíme-li jednu stranu drážky, sledujeme příčný záběr

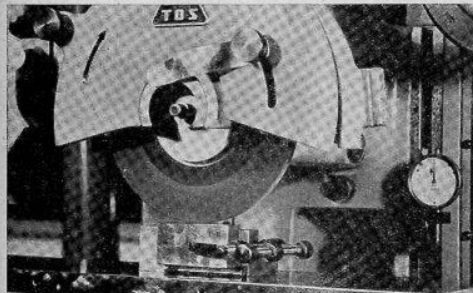
číselníkovým úhlykoměrem. První záběr provádíme tak, abychom se dostali pod oduhlčenou vrstvu kaleného materiálu. Po odebrání oduhlčené vrstvy přidáváme do záběru nejvýše 0,01 mm, při čemž stále drážku projíždíme. Před dohotovením strany naostříme brusnou plošku (úločkem karborundového kamene), jemně najedeme na broušenou stěnu a přidáme do záběru 0,005 mm; za stálého projíždění brousíme tak dlouho, až kotouč ubírá stejnoměrně po celé broušené ploše. Druhou stranu brousíme stejným způsobem a stanovený rozměr 10 mm kontrolujeme základními měrkami. Základní měrky měří stanovenou šířku drážky i paralelnost broušených stran. Při rozbrušování drážek nebo výřezů je důležité mít brusnou plošku stále ostrou, uplatňovat pomalé a přitom stále projíždění drážkou a ke konci broušení nastavovat nejmenší hloubku záběru na kotouči.

### Broušení kolmosti ploch

Při broušení ploch je důležité, aby brusit uměl správně brousit plochy do úhlu 90°; tato operace se také v praxi nazývá úhlování. Zvládnout technologii úhlování znamená zároveň ovládnout základy plošného broušení, a tím si otevřít cestu k speciálnímu broušení ploch, tj. k broušení tvarů (úkosy, zaoblení). Úhlování je tedy velmi zajímavou a významnou prací a zaslouží si, aby mu byla věnována dostatečná pozornost. Ze zkušenosti víme, že nedovede-li brusit správně a dobře broušenou součást zaúhlovat, že se mu nepodaří ani správně obrousit úkos. Úhlyčka totiž, která vznikne při nesprávném úhlování, projeví se zcela určitě i na broušeném úkosu. Proto se právem přisuzuje úhlování takový význam. Výroba v nářadovnách při stálém zavádění nové technologie, kdy se ve stále větší míře přechází od ručního opracování součástí na opracování strojní (hlavně u brusek na plochu), je dnes bez broušení ploch do úhlu 90° nemyšlitelná. Úhlování se provádí pomocí upínacích úhelníků a řídíme se přitom hlavní zásadou: začínat od největších ploch a končit plochami s nejmenšími rozměry.

Na příkladu stručně ukážeme správný postup používaný při zaúhlování obrobků: Máme za úkol obrousit hranol (kostku), který slouží k měřicímu účelům dílenské kontroly. Obrobek jako měřicí pomůcka vyžaduje, aby předepsané rozměry byly správně dodrženy a všechny plochy přesně obrouseny do úhlu 90° — zaúhlovány. Měřicí kostka je vyrobena z cementační oceli a zakalena. Frézař před kalením kostku příslušně opracoval s přídavkem na broušení 0,3 mm na plochu. Brusit převezme měřicí kostku z kalírní a s ní i její výkres. Nebyla-li měřicí kostka pískována, odstraní oduhlčenou vrstvu úločkem hrubého kotouče a přikročí k jejímu hrubo-

vání. Největší rozměrovou plochou upne měřicí kostku na magnetickou upínací desku a obrousí horní protější plochu. Pak kostku obrátí, upne obrousěnou plochou a přebrousí plochu původní. Tím má obrousěny obě největší plochy, které tvoří základ pro další úhlování zbývajících ploch. Po jejich přebroušení, které se provádí bez jakýchkoli pomůcek, přikročí brusit k vlastnímu zaúhlování. Na magnetickou upínací desku zbavenou brusného prachu postaví upínací



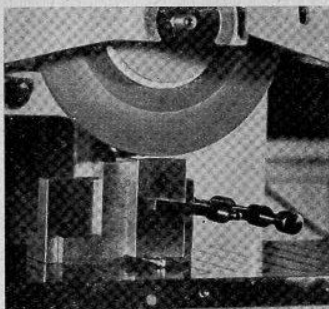
Obr. 34. Úhlování měřicí kostky, broušení plochy středního rozměru

úhelník a odpovídající kontrolní váleček. Měřicí kostku přiložíme obrousěnou stranou k úhelníku a plochou středního rozměru položíme na váleček. K upínacímu úhelníku ji připevníme dvoúhlovou svírkou (obr. 34).

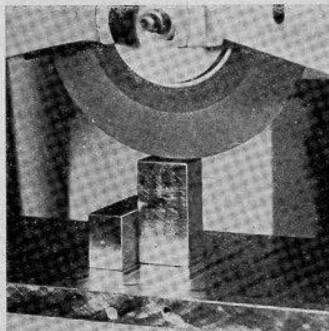
Je samozřejmé, že máme magnetickou upínací desku pod proudem. Nastavenou plochu opět přebrousíme a její správnost ověříme na průměrné desce kontrolním válcem. Je-li kolmost ploch správná, postavíme k upínacímu úhelníku plochý úhelník, váleček položíme napříč, na něj kostku a tu svírkou připevníme k upínacímu úhelníku (obr. 35). Tato sestava umožňuje tzv. dvojí úhlování, a to pomocí upínadla a plochého úhelníku. Na kostce opět obrousíme horní nejmenší plochu a na průměrné desce zkontrolujeme kolmost všech broušených stran. Souhlasí-li kolmost, obrousíme zbývajících strany kostky už bez pracovních pomůcek. Položíme-li obrobek na



magnetickou desku nejmenší plochou, je nutno jej zajistit podporou. Tuto podporu vždy klademe tak, aby byla proti smyslu otáčení brusného kotouče (obr. 36). Podobně i při dvojitě úhlování upravujeme plochy nebo jiný úhelník; děláme to proto, že kotouč při



Obr. 35. Dvojitě úhlování měřicí kostky



Obr. 36. Zajistění měřicí kostky při broušení nejmenší plochy

52

broušení tlačí obrobek na podporu, což je žádoucí. Nakonec obroušenou měřicí kostku postavíme na průměrnou desku a překontrolujeme kolmost všech ploch. Stejným způsobem postupujeme i při broušení měřicí kostky po hrubování; toto broušení provádíme hotově.

#### Běžné závady a jejich odstranění

*Upínací úhelník je postaven na nedostatečně očištěné magnetické desce:* zbytky brusného prachu způsobují úchylku kolmosti úhelníku. Před použitím úhelníku je nutno pečlivě magnetickou desku očistit a zbavit ji všech zbytků brusného prachu.

*Obrobek je nesprávně svérkou upnut.* Upneme-li obrobek k úhelníku v horní nebo dolní polovině, narušíme kolmost broušené plochy. Proto upínáme s plochou úhelníku vždy střed dotykové plochy broušeného předmětu, aby svérka upnutý předmět nepřevážila. Předměty s většími dotykovými plochami přitahujeme k úhelníku dvěma svérkami: jednou nahoře a druhou dole. Tím dosáhneme přilnutí celé plochy obrobku k úhelníku a nedojde k úchylce.

*Nesprávná volba brusného kotouče.* Je příliš hrubozrnný a měkký, při broušení se odírá nebo je příliš jemnozrnný s větší tvrdostí a páli. V tomto případě dochází k úchylce kolmosti tím, že na začátku broušené plochy pracuje brusný kotouč normálně, ale na konci materiál už neřeže, nýbrž tlačí; materiál se proto zahřívá — tepelně narůstá a broušení celkové plochy je nerovnoměrné. Po vychladnutí zjistíme samozřejmě určitou úchylku v rovinnosti broušené plochy. Tato závada je velmi běžná i při normálním způsobu broušení ploch. Proto nepodceňujeme správnost volby brusného kotouče i přesnost jeho orovnění. Brousíme-li za sucha, počítejme s tepelným narůstáním materiálu. I když je nepatrné, může být velmi snadno příčinou narušení požadované rovinnosti.

Nejednou bývají také příčinou nesprávné kolmosti ploch poškozené úhelníky, popřípadě i jiné pracovní pomůcky. Proto znovu zdůrazňujeme — zacházet s pracovními pomůckami co nejšetrněji. Odkládací místo vyhrazené pomůckám má být vloženo tvrzenou tkaninou (plstí).

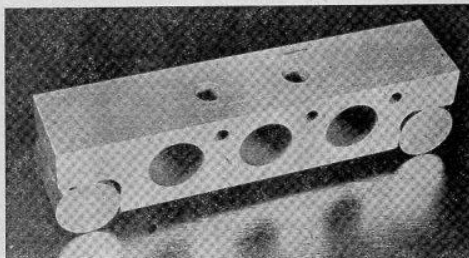
53

## 8 Broušení úkosů

Jednou z kvalitních prací spojených s broušením ploch je broušení úkosů; předpokládá vyšší kvalifikaci brusíče, ovládnutí základní techniky broušení a znalost používání speciálních pomůcek. Při broušení úkosů vycházíme z poznatků obvyklých při běžném broušení ploch.

#### Pomůcky používané při broušení úkosů

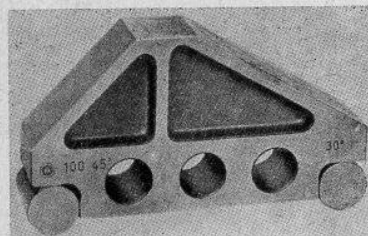
*Sinusové pravítko 100 mm (obr. 37):* slouží k upínání součástí určených k broušení přesných zkosených ploch — úkosů. Úhel sklonu  $\alpha$  se nastavuje základními měrkami; jejich hodnoty  $v = 100 \cdot \sin \alpha$



Obr. 37. Standardní sinusové pravítko 100 mm

54

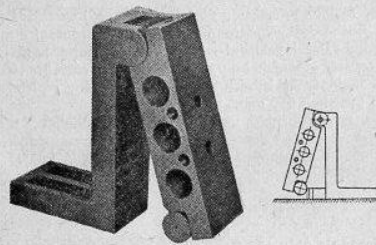
jsou uvedeny v příložených tabulkách. Pravítko je vyrobeno z cementační oceli, přesně broušeno a rozteč středů válečků je  $100 \text{ mm} \pm 0,002 \text{ mm}$ . Sinusové pravítko bylo sestaveno podle sinusové



Obr. 38. Kombinované sinusové pravítko 100 mm

věty  $ac \cdot \sin \alpha = 100 \cdot \sin \alpha$ . Výška základních měrek je stonásobkem sinusu úhlu  $\alpha$  a tvoří odvěsnu trojúhelníku, jehož přepona je dlouhá 100 mm. Standardní sinusové pravítko je základní pracovní pomůckou používanou při broušení úkosů. Známe však i další zdokonalená sinusová pravítka, která si vynutila praxe.

*Kombinované sinusové pravítko 100 mm (obr. 38).* Jde v podstatě o standardní sinusové pravítko 100 mm s úkosem  $30^\circ$  a  $45^\circ$ . Umožňu-

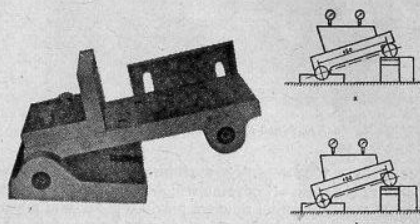


Obr. 39. Úhelník se sinusovým pravítkem

55

je rychlejší nastavení většího úhlu sklonu než jsou uvedené hodnoty. Potřebný úhel sklonu nastavujeme podložním základních měrek podobně jako u normálního sinusového pravítka 100 mm.

Úhelník se sinusovým pravítkem (obr. 39). Úhelník je vyroben z cementační oceli, zakalen a přesně vybroušen. Jeho odklopné rameno tvoří standardní sinusové pravítko 100 mm zavěšené na otočném čepu. Slouží k vyklonění součástí o různém úhlu sklonu broušené plochy od vodorovné polohy. Základní měrky pro nastavení potřebného úhlu se přikládají ke vodorovné straně úhelníku.



Obr. 40. Sinusový úhelník s příložkou a úhelníkem

Sinusový radiál s příložkou a úhelníkem (obr. 40) se skládá ze základní a otočné desky opatřené válečkem; při broušení a měření klademe pod váleček základní měrky. Velikost měrek je závislá na velikosti rozteče otočného čepu a válečku (obvyklá rozteč je 150 mm). Potřebné hodnoty základních měrek jsou uvedeny v přiložených tabulkách pro sinus 150 mm.

Přesné ustavení obrobku umožňuje příložka a úhelník, které lze přišroubovat k otočné desce. Radiálu se s úspěchem používá při broušení několikanásobných úkosů při měření úhlů kuželů (obr. 40b) a měření úhlů rovinných ploch (obr. 40a).

a) Hodnota měrek =  $\sin \alpha \cdot 150$

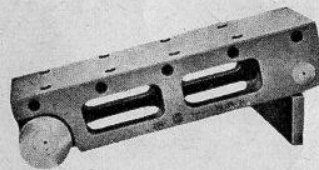
$$\text{hodnota sin } \alpha = \frac{\text{hodnota měrek}}{150}$$

$$\text{b) Hodnota sin } \alpha = \frac{\text{hodnota měrek}}{150}$$

Kuželovitost  $\frac{\alpha}{2}$  ( $\alpha$  se odečte z tabulek pro vypočtený sin  $\alpha$ ).

Radiál je vyroben z cementační oceli, zakalen a obroušen.

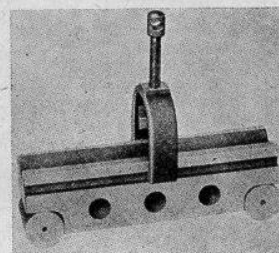
Sinusové pravítko 200 mm (obr. 41) se osvědčuje při opracování větších obrobků. Hodnotu základních měrek pro daný úkol vy-



Obr. 41. Sinusové pravítko 200 mm

hledáme v tabulkách úhloměrných funkcí pro sinus 200 mm. Pravítko je vyrobené z cementační oceli, zakalené a na všech stranách přesně obroušené. Skutečná délka pravítka je 240, šířka 77 a výška 58 mm. Vybrání ve spodní části upínací plochy slouží jako odlehčení.

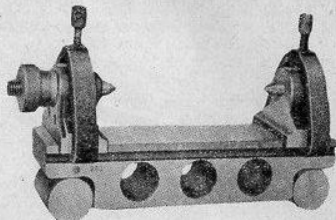
Sinusové pravítko s prismatickým vedením (obr. 42) se v podstatě podobá standardnímu sinusovému pravítku 100 mm; je však vybaveno prismatickým vedením umožňujícím vložení válcové součásti. Součástí je přídržována třmenem, uloženým svisle v bočních drážkách. Používá se k upínání a nastavení kratších válcových obrobků, na nichž se mají brousit plochy v určitém sklonu



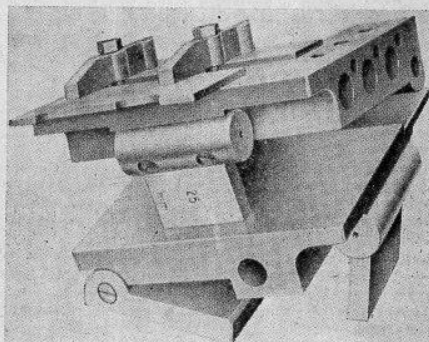
Obr. 42. Sinusové pravítko s prismatickým vedením

k ose součástí. Nastavení sklonu provedeme pomocí základních měrek, podobně jako u normálního pravítka 100 mm. Sinusové pravítko i příložka třmenu jsou zhotoveny z cementační oceli, zakaleny a přesně obroušené.

Sinusový hrotový přístroj (obr. 43) je ve skutečnosti sinusové pravítko 200 mm, vybavené navíc hrotovým přístrojem. Koníky hrotů

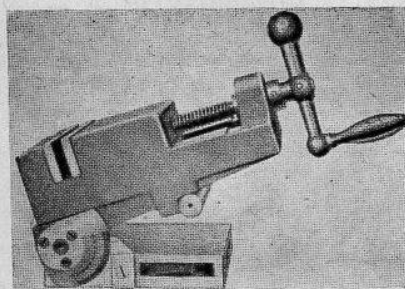


Obr. 43. Sinusový hrotový přístroj



Obr. 44. Křížové sinusové pravítko (dvojité sklápěcí úhelník)

mají vybrání na základně přesně vybroušené a svisle zalcované. Koníky jsou zajištěny upínacími třmeny a lze je libovolně nastavovat. Osuvnost hrotů musí být v ideální rovině se základnou sinusového pravítka. Upínání součástí probíhá stejně jako u hrotového přístroje. Sinusový hrotový přístroj slouží k upínání, ustavení a měření válcových, popřípadě jiných obrobků s přesnými středními dölky,



Obr. 45. Sklápěcí sinusový svěrák

na nichž máme brousit plochy v určitém sklonu k ose součástí. Nastavení sklonu se provádí tím, že základní měrky vsuneme pod váleček; jejich hodnotu vyhledáme v přiložených tabulkách pro sinus 200 mm.

Křížové sinusové pravítko nebo také dvojité sklápěcí úhelník (obr. 44) je v podstatě úhelník se dvěma standardními sinusovými a navzájem kolmými pravítky 100 mm, zavěšenými na otočných čepích. Pomocí tohoto pravítka lze vyklánět upínací rovinu ve dvou na sobě kolmých směrech. Potřebné úhly se nastavují podobně jako u běžných sinusových pravítek základními měrkami a jejich hodnoty vyhledáme v tabulce. Křížového pravítka se používá při broušení kombinovaných úkosů, hlavně však při složitě tvarovém broušení (viz Hamr: Tvarové broušení, str. 130).

Je vyrobeno z cementační oceli, kaleno a na všech stranách přesně obroušené.

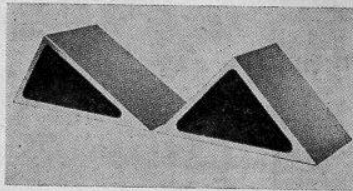
Sklápěcí sinusový svěrák (obr. 45) slouží k upínání součástí, u nichž se nevyžaduje větší přesnost úhlů. Na základní desce je otočně ulo-



žen sklopný svérák pro upínání broušeného předmětu. Svérák je vybaven válečkem. Potřebný úhel se nastavuje stejně jako u normálních sinusových pravítek 100 mm. Svérák je také opatřen úhloměrem pro kontrolu nastaveného úhlu. Základna svéráku, posuvná upínací čelist i vyměnitelné vložky v čelistích jsou přesně obroušeny.

Značná délka vodících saní pohyblivé čelisti spolu s pevným upínacím šroubem zaručují bezpečné upnutí. Maximální rozvření čelistí je 55 mm.

Pevné klíny (obr. 46) se staly běžnou pomůckou brusičů a osvědčují se, kde je obtížná manipulace se sinusovým pravítkem. Byly



Obr. 46. Pevné klíny

vyrobeny též pro rychlé a pevné nastavení daných úhlů. Klíny jsou zhotoveny z cementační oceli, kaleny a obroušeny na úhly 45°, 30° a 60°.

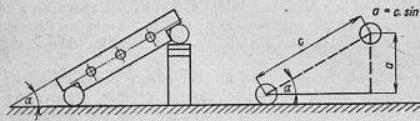
Uvedené pomůcky, postupně vytvářené a sestrojované, podstatně zrychlily a zkvalitnily výrobu v nářadovnách. Proto dnes, kdy výroba vlivem mohutného rozvoje techniky klade stále větší požadavky na dokonalější a přesnější nástroje, přípravky a měřidla, je zapotřebí, aby nářadovny vybavovaly brusiče takovými pomůckami, které umožní a usnadní zhotovení dokonalých nástrojů, přípravků a měřidel.

Znalost a umění používat pomůcek v praxi značně přispěje ke z hospodárnění výroby a zvýšení produktivity práce v našich nářadovnách. Je ovšem třeba, aby brusič kromě odborného zacházení s pomůckami věnoval jim i potřebnou péči a správně je ošetřoval (ukládání po pracovní době — k tomu jsou pro sinusová pravítka zhotovena praktická dřevěná pouzdra).

## Příklady vyhledávání hodnot základních měrek

Připojené tabulky obsahují potřebné výšky základních měrek používaných k nastavení neobvyklejších úhlů na sinusových pravících (obr. 47).

Příklad 1. Je dán úkol obrousit na obrobku úkos 12°; použijeme k tomu sinusového pravítka 100 mm. V tabulce úhloměrných funkcí



Obr. 47. Nastavování úhlu sklonu koncovými měrkami

pro sinusové pravítko 100 mm vyhledáme v horním příčném sloupci hodnotu 12°. Ve svislém sloupci pod hodnotou 12°, který je jako každý rozdělen na sloupce v a d, čteme číslo 20,791 mm (bez minut označených v našem případě 0). Na uvedenou hodnotu složíme základní měrky a podložíme je pod sinusové pravítko (pod váleček); vykloněním sinusového pravítka vznikne přesný úkos 12°.

Příklad 2. Máme vyhledat základní měrky pro hodnotu úhlu 12°30'. Postup je podobný jako v předěslém příkladě; rozdíl je v tom, že v levém krajním sloupci označujícím minuty vyhledáme 30 minut a v rovině od tohoto čísla pod sloupcem s označením 12° čteme hledané číslo: 21,644 mm. Tímto způsobem se vyhledávají všechny hodnoty v minutách stupňů.

Příklad 3. Vyhledáme výšku základních měrek pro úhel 12°30'20". Na rozdíl od předěslých příkladů nejdříve najdeme hodnoty stupňů a minut a k nim připočteme ještě hodnotu vteřin. V našem případě hodnoty stupňů a minut jsou 21,644. Hodnotu vteřin najdeme ve svislém sloupci v části d; směrodatná jsou vždy nejbližší čísla. Číslo nejbližší hodnotě 21,644 je ve sloupci d: 48. Vynásobíme je počtem vteřin, dostaneme tak hodnotu výšky pro vteřiny. Proto  $48 \times 20 = 960$ . Jelikož opravu výšky pro úhel 1 vteřiny uvádíme ve stotiscích mm, napíšeme před číslo 960 dvě nuly — 00960. Vyhledanou hodnotu vteřin napíšeme pod číslo 21,644

00960

21,65360;

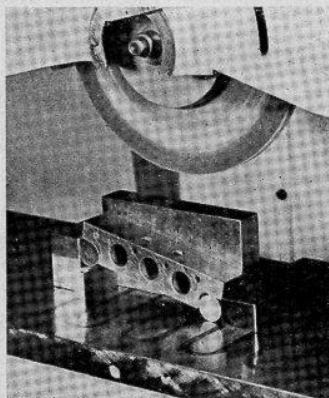
sečteme a dostaneme výšku základních měrek vhodných pro nastavení úhlu 12°30'20".

Uvedené příklady ukazují, jak se prakticky pracuje s tabulkami. Stejným způsobem postupujeme při vyhledání v tabulkách pokud jde o sinusové pravítko, radiál 150 mm i 200 mm. Vyhledávání výšek základních měrek pro dané hodnoty úhlů v tabulkách není tak složité a každý brusič se brzy s touto technikou velmi dobře seznámí.

## Broušení jednoho úkosu

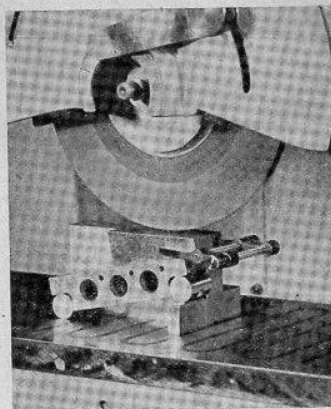
Je dán úkol brousit klín s úhlem 4°30'. Klín je zhotoven z oceli, frézou opracován s přídávkem na broušení a zakalen. Připravíme si tyto pomůcky: upínací úhelník, sinusové pravítko 100 mm, svérky a různé podložky.

Nejdříve obrousíme rovné funkční plochy podle výkresu a na magnetickou desku postavíme upínací úhelník. Vyrovnáme jej s osou vřetena do pravého úhlu a sinusové pravítko podložíme příslušnými základními měrkami. Pro daný úhel 4°30' bude výška základních měrek (podle tabulky pro sinusové pravítko 100 mm) 7,846 mm. Nastavené sinusové pravítko zajistíme z obou stran podložkami, aby se nemohlo pohnout, a celou sestavu magneticky upneme (obr. 48).



Obr. 48. Správně nastavené sinusové pravítko

Obr. 49. Broušení klínu — vada v sestavě, sinusové pravítko není založeno



Klín položíme zkosenou stranou na sinusové pravítko, k upínacímu úhelníku přitáhneme svérkou (obr. 49) a obrousíme protější stranu. Potom jej obrátíme a obrousíme zase úkos. Jeho správnost překontrolujeme pomocným sinusovým pravítkem na přibližné desce a změříme páčkovým úchytkoměrem (přípevněným na měřícím stojánku). Nezaznamená-li nakloněná rovina klínu žádné úchytky, je úkos obroušen. Zbývá pak obrousit čelní strany a klín odjehlit.

## Broušení dvou úkosů

Obrobek s dvěma úkosy je vyroben opět z oceli, opracován na frézce s přídávkem na broušení a zakalen. Jako pracovní pomůcky použijeme sinusového radiálu (150 mm) s úhelníkem, příložky, svérky a podložky.

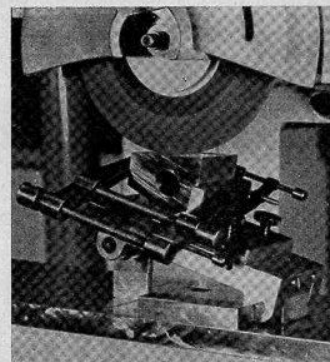
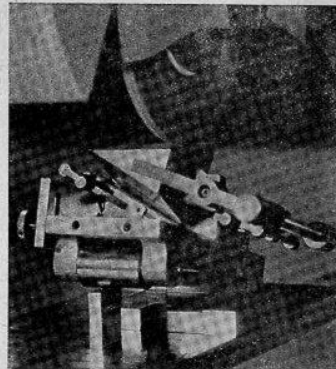
Obrobek má na obou stranách podélný úkos 15° a příčný 24°. Opět nejdříve obrousíme rovné funkční plochy, jež jsou výchozími pro vlastní broušení úkosů. Jelikož budeme brousit oba úkosy najednou, je nutno součást v obou daných úhlech (15° i 24°) současně vyklonit. Vyklonění umožní sinusový radiál a pomocný klín, který předem obrousíme.

Po broušení rovných ploch, podobně jako v předěslém případě, přikročíme k ustavení celé sestavy na magnetickou upínací desku. Přitom postupujeme takto: nejprve na sinusovém radiálu vyrovnáme pomocí příložného úhelníku upínací úhelník přesně do úhlu  $90^\circ$ . K upínacímu úhelníku přiložíme pomocný klín s úhlem  $24^\circ$  a z přední strany rovně obrousíme podložku, o kterou se opírá váleček, na němž je položena broušená součást. Tuto podložku připevníme k úhelníku dvousřoubovou svírkou. Na pomocný klín položíme rovně obroušený váleček a opeme jej o rovnou příložku. Sinusový radiál vykloníme o úhel  $15^\circ$ , a to tím způsobem, že pod funkční váleček postavíme základní měřku, jejichž výšku jsme vyhledali v příložených tabulkách (pro sinusové pravítko 150 mm). Sestavu zmagnetujeme a magnet opět vypneme. Broušenou součást upneme k upínacímu úhelníku dvousřoubovou svírkou a obrousíme jednu část dvojího úkosu. Součást sejme, rovnou příložku ze zadní strany sinusového radiálu přeneseme dopředu. Pomocný klín obrátíme, opeme čelní stranou o příložku na radiálu, přiložíme k němu rovnou příložku a přitáhneme svírkou k upínacímu úhelníku. Přestavení klínu a příložek probíhá, aniž pohneme vyrovnaným radiálem na magnetické desce. Obrobek tentokrát upneme k upínacímu úhelníku obrousěnou stranou a obrousíme druhou část dvojího úkosu (obr. 50). Kontrolu správnosti dvojích úkosů provádíme na příměrné desce s použitím stejných pracovních pomůcek. Rozdíl je jenom v tom, že obrobek neupínáme, ale volně položíme a přidržíme rukou k upínacímu úhelníku. Rovinu měříme páčkovým úchylkoměrem. Nezáznamává-li rovina úchytky, jsou úkosy správně obrousěny. Nakonec součást odjehlíme, odmagnetujeme a předáme na kontrolu. Popsaným způsobem postupujeme při broušení všech dvojích úkosů. Náš příklad byl zvolen proto, že jsme na něm mohli ukázat určitou operační kombinaci: totiž po obroušení jedné části úkosů je nutno pracovní pomůcky přestavět, aby mohla být obrousena strana druhá. U obrobků, které mají dvojí úkosy pouze z jedné strany, nemusí se sestava přestavovat.

Dvojí úkosy se brousí s úspěchem na sinusovém radiálu, který byl zvlášť pro tento účel upraven. Jejich broušení není vždy jednoduché a záleží na zkušenosti a dovednosti brusiče, jak si dovede v různých případech poradit. Znovu připomínáme, že všechny pracovní pomůcky musí být přesné a nastavení žádaného sklonu pomocí základních měrek musí být naprosto správné.\*)

\*) Broušení tří úkosů k jedné základně se provádí podobným způsobem jako broušení dvou úkosů. Toto broušení však předpokládá mnohaletou praxi a celkem málo se vyskytuje.

Obr. 50. Sestava pro broušení dvojího úkosu a upnutí součásti



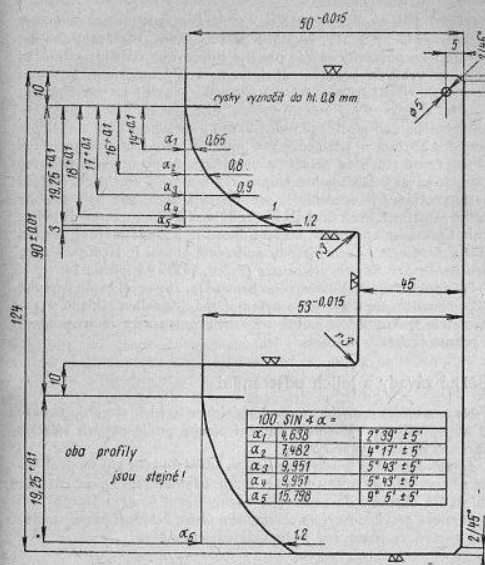
5 Broušení ploch

## Broušení šablony pro měření modulu ozubeného hřebenu

Šablona určená k měření modulu ozubeného hřebenu bývá zhotovena z ocelového plechu a zakalena. Nejprve ji obrousíme na plochu a upravíme úhly stran; od nich potom vycházíme při broušení jednotlivých zubů. Rozteč zubů a rozměry mají předepsanou toleranci 0,01 mm, úkos  $10^\circ$ . Po plošném obroušení vytváříme brusný kotouč pomocí sinusového pravítka na úhelníku (obr. 8). Kotouč tvarujeme po jedné straně, protože ho můžeme použít při broušení několika šablon se stejným úhlem sklonu, avšak s rozdílnou roztečí zubů. Kotouče tvarovaného po obou stranách můžeme použít jen při broušení jedné šablony; přitom broušení obou stěn zubu na jedinou způsobuje nežádoucí zahřívání šablony. K broušení zubů je nejvhodnější pánový kotouč  $60\text{ J}$ , který po tvarování zachová potřebnou ostrost hran, správný sklon úhlu a má delší životnost (bez dalšího tvarování obrousí hotové 7 šablon, aniž se zalepí a pálí). Po přípravě kotouče očistíme magnetickou upínací desku a napřít pomocí příložného úhelníku nastavíme upínací úhelník. K němu přiložíme kostku na podložení a upravíme doraz na magnetické desce. Pomůcky zmagnetujeme a opět volným pohybem páčky přepínače k nulovému pólu vypneme. Svírkami se šablona upne k upínacímu úhelníku a brousí. Jednotlivé rozteče zubů nastavujeme od pevného dorazu a šablonu přikládáme k základním měrkám. Šablonu v příčném záběru stolu kontrolujeme během operace číselníkovým úchylkoměrem, který je namontován na levé straně stroje. Nejprve obrousíme jednu stranu zubů, pak šablonu obrátíme, nastavíme na číselníkovém úchylkoměru správnou rozteč a brousíme druhou stranu. Správnost rozteče si ověříme na mikroskopu. Broušení šablony znázorňuje obr. 8a.

## Broušení šablony s úkosy

Šablona souřadnicového tvaru s úkosy je zhotovena z ocelového plechu a zakalena (obr. 51). Podobně jako u předěslé šablony obrousíme plochy a úhly stran, který svírají se základnou. Abychom dosáhli jemného výbrusu, brousíme úkosy kotoučem  $60\text{ J}$ . Na magnetickou upínací desku nastavíme pomocí příložného úhelníku upínací úhelník a k němu přiložíme sinusové pravítko ( $2^\circ 39'$ , obr. 48). Šablonu na rovné funkční ploše natřeme modrou barvou a rýsovací jehlou označíme hodnotu 10. Položíme ji na nastavené sinusové pravítko a srovnáme s ryskou. Nato potřeme modří obrousěnou úkosovou plochu, rýsovací jehlou označíme hodnotu 14 a na sinusovém pravítku nastavíme úkos  $4^\circ 17'$  (pravítko založíme podložkami) a brou-



Obr. 51. Úkosová šablona souřadnicového tvaru

síme. Tímto způsobem opakujeme broušení jednotlivých úkosů až do zhotovení celého tvaru. Správnost tvaru kontrolujeme na mikroskopu.

## Měření úkosů

Úkosy se měří několika způsoby. Nejběžnějším z těchto způsobů je kontrola pomocí sinusového pravítka. Na příměrné desce ustavíme sinusové pravítko k upínacímu úhelníku, nastavíme základními



měrkami žádaný úkos a měřícím stojánkem zjišťujeme rovinnost broušené plochy úkosu. Podobně postupujeme při měření dvojího úkosu. Jako pomůcky se zde použije sinusového radiálu; na měřící ploše je vybaven přesným úhelníkem, který umožňuje broušení i kontrolu. Další způsob měření úkosu se provádí na mikroskopu; používá se hlavně při měření šablón, kde funkční plocha úkosu je úzká. Měříme od zaostřené hrany úkosů a správnost úhlu sledujeme měřícím křížem v optické hlavě mikroskopu. Optická hlava má kruh přesně rozdělen na  $360^\circ$  a umožňuje, že měřící kříž můžeme nastavit na jakýkoliv úhel ve stupních, minutách a vteřinách. Měření na mikroskopu je spolehlivé, předpokládá však, aby byla šablona řádně zaostřena, jinak dochází k rozdílům až 0,02 mm, mnohdy i více. Velmi přesným způsobem měření úkosů je bodové měření pomocí měřících válečků. Tuto metodu podrobně popsal F. Hamr v knížce Broušení tvarů na rovině brusce (Práce, 1959) v kapitole 14.

Předpokladem kvalifikovaného brusíče je, aby uměl nejen správně úkosy brousit, ale i měřit. To ovšem vyžaduje znalost základů trigonometrie.\*) Rovněž je nutné se naučit pracovat s mikroskopem a poznat techniku měření.

#### Běžné závady a jejich odstranění

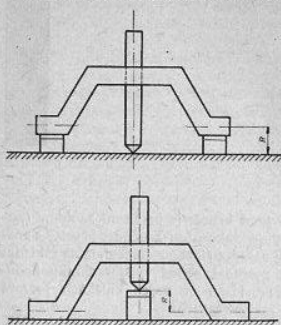
Na sinusovém pravítku se na funkčních válečkách vytvořily plošky: je nutno válečky vyměnit a funkční plochu podle nových válečků obrousit do stanovené roviny.

Sinusové pravítko je zdeformováno — horní funkční plocha prohnutá, přitom válečky jsou v dobrém stavu: přeměřit správnost rozteče válečků a obrousit do stanovené roviny horní funkční plochu.

Sinusové pravítko tvoří na obrousěném úkosu úchytku: překontrolovat správnost stanovené výšky základních měrek.

\*) Upozorňujeme na 27. svazek Kursu technických znalostí: Antonín Srovnal, Dilenská trigonometrie.

Při broušení postupujeme tak, že se zaoblení o žádaném poloměru vytváří do kotouče nebo na kotouč; důležité je, na jakém zaoblení záleží, zda na vnějším nebo vnitřním. Brousíme-li například vnější zaoblení, vytváříme je do kotouče, brousíme-li vnitřní — na kotouč. Jinak také brousíme obecné zaoblení pomocí nastavovacích důlků v hrotovém přístroji. Touto metodou se mohou brousit pouze vnější zaoblení s daným poloměrem.



Obr. 53. Dalším vývojem byla pomůcka k obtahování poloměrů v roce 1928 zdokonalena Stanislavem Večerkou a Václavem Váchou: nastavení diamantu na vnitřní poloměr; o - nastavení diamantu na vnější poloměr

#### Pomůcky

Přístroj pro tvarování brusných kotoučů (kolébka). Přístroj se skládá z kolébky a upínacích hrotů (obr. 54). Kolébka byla pojmenována podle tvaru a způsobu, jak se s ní pracuje (kolébáním). Je vybavena zvláštním zařízením pro upínání držáků diamantů; toto zařízení tvoří stavěcí šroub (kterým se posunuje držák diamantu směrem nahoru a dolů), pouzdro, do něhož šroubovitě vkládáme sklíčko pro upnutí držáku diamantu, dále matice a pojistný šroub (obr. 55). Vlastní kolébka nesoucí diamant je uložena mezi hroty přístroje.

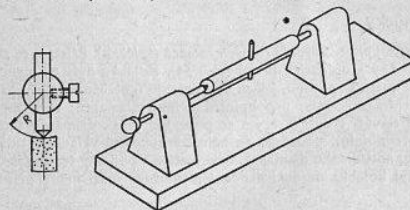


Obr. 54. Přístroj pro tvarování brusných kotoučů

## 9 Broušení zaoblení (poloměrů)

Nejvýznačnější prací na rovině brusce je broušení zaoblení (poloměrů). Tato metoda vyžaduje dokonalou zručnost brusíče a znalost všech druhů broušení. V našem případě se omezíme na základní principy broušení obecných zaoblení, neboť vyšší techniku broušení tvarů úspěšně popsal Fr. Hamr ve svých knížkách Tvarové broušení a Broušení tvarů na rovině brusce.

Počátky broušení obecných zaoblení se datují od roku 1925, kdy této metody začali používat brusíči Václav Vácha a Stanislav



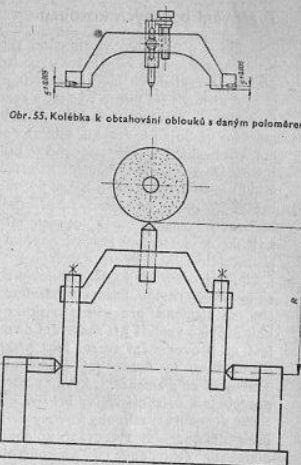
Obr. 52. Původní pomůcka brusíče Václava Váchy k obtahování zaoblení o žádaném poloměru (předchůdce kolébky)

Večerka v nářadovně bývalé Zbrojovky, nyní Závodu Jana Švermy Brno (obr. 52). Postupným získáváním zkušeností a zdokonalováním pracovních pomůcek se dospělo k tomu, že dnes není problémem vybrousit na rovině brusce jakýkoliv tvar i s několika poloměry na sebe vázanými, i další dokonalé a přesné tvary (obr. 53).

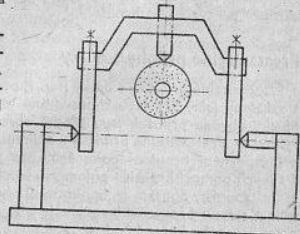
Osa kolébky je myšlená přímkou, od níž vycházíme, tvarujeme-li zaoblení. Tvarujeme-li vnitřní zaoblení, je vrchol diamantu nad osou hrotů, má-li se tvarovat poloměr vnější, posuneme diamantem tak, že se jeho vrchol dostane pod osu hrotů přístroje.

Pro tvarování větších zaoblení až do velikosti  $r 50$  se používá zvláštních nástavců k tomu účelu vyrobených. Nástavce jsou kalené, opatřené dírami, abychom je mohli nasunout na konec kolébky, a šrouby. Vybroušené důlky se vyznačují přesnou vzdáleností od dosedací plochy do středu. To znamená, nasuneme-li nástavce na kolébku a kolébku zavěsíme mezi upínací hroty, musí být myšlená přímkou stejně přesná jako u vlastního tělesa kolébky bez nástavců.

Tvarujeme-li velká zaoblení, je nutno kolébku vyklonit nahoru (obr. 56). Nástavce mají středící důlky ve vzdálenosti 40, 60 a 80 mm. Vzdálenost osy středících důlků od základny je dodržena s tolerancí 0,005 mm, a to proto, abychom mohli od základny nastavit velikost poloměrů zaoblení co nejpresněji.



Obr. 55. Kolébka k obtahování oblouků s daným poloměrem



Obr. 56a. Tvarování velkého vnějšího zaoblení

## Tvarování brusných kotoučů

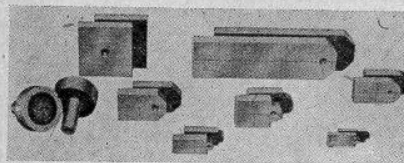
Držák s diamantem vložíme do sklíčidla kolébky a stáhneme. Kolébku postavíme obroušenou základnou třmenů na průměrnou desku, ze základních měrek sestavíme žádaný rozměr, podložíme je pod diamant (je nutno počítat s rozměrem od základny do středu důlků) a stavečím šroubem přiblížíme diamant k základním měrkám až dojde k dotyku. Jelikož dotykem diamantu se základní měrka obvykle poškrábe, používá se raději starších měrek, například o tloušťce 2 mm. Je-li diamant nastaven, upneme lehce třmen (kolébku) mezi hroty; třmen nesmí být mezi hroty ani volný, ani příliš utažen. Z praxe je známo, že přílišné utahnutí třmenu má vliv na nastavení diamantu o několik setin milimetru. Při takovém použití kolébky je tvarovaný kotouč nepřesný. K podobné chybě dojde, je-li kolébka mezi hroty volná.

Upínací hroty mají boční podélné strany obroušeny, aby tvořily s osou hrotů rovinu. Diamant ustavíme pod brusným kotoučem tak, aby osa diamantu procházela svislou osou brusného kotouče. Jakákoliv úchylna vzniklá při nastavení diamantu na osu kotouče se projeví na provedeném tvaru. Než přikročíme k tvarování kotouče diamantem, je nutno jej úločkou karborunda předhrubovat. Tvaruje-li se diamantem, kývá se pomalu kolébku; diamant totiž potřebuje k uříznutí vrstvy brusiva určitý čas. Nikdy se nesmí tvarovat diamantem tak, aby kovový držák vzniklým teplem zmodral. Před dokončením tvarování kolébku vyjmeme, necháme držák diamantu zchladnout a překontrolujeme nastavení diamantu. Teprve potom se tvar dokončí. Přístroj pro tvarování brusných kotoučů poskytuje nejvyšší hospodárny provoz a zaručuje největší přesnost při vytváření vnitřních i vnějších poloměrů do brusného kotouče při tvarovém broušení.

## Přestavitelné přílohy s důlky

Přestavitelné přílohy s důlky jsou zhotoveny z cementační oceli a zakaleny (obr. 57). Jsou zhotovovány vždy po dvou a označeny. Plochy obvodu přílozek jsou přesně obroušeny a příložné plochy rýhované. Přestavitelné přílohy s důlky jsou nezbytnou pomůckou při úsporném broušení poloměrů. Lze je libovolně přestavovat a s jejich pomocí brousit i poloměry, jejichž střed leží mimo broušenou součást. Součástí je upnutá mezi hroty přístroje a otáčí se kolem středu broušeného zaoblení; jeho velikost je dána vzdáleností brusného kotouče od osy poloměru. Při broušení používáme většinou rovného brusného kotouče. Ve srovnání s tvarováním

brusného kotouče je při použití přestavitelných přílozek spotřeba brusiva nepatrná a orovnávaní kotouče velmi jednoduché; zato výkon je mimořádně vysoký, neboť lze ubírat až 0,1 mm. Broušené součásti můžeme kontrolovat přímo na stroji pomocí číselníkového úchylnoměru a základních měrek. Další předností přestavitelných přílozek je to, že po skončení práce lze jich opět použít pro



Obr. 57. Přestavitelné přílohy s důlky

nastavení dalších jiných poloměrů zaoblení, kdežto tvarovaného brusného kotouče pouze pro broušení toho poloměru zaoblení, pro nějž byl tvarován. Důlky v přestavitelných příložkách jsou přesně vybroušeny.

O volbě a ustavení přestavitelných přílozek pojednává kniha F. Hamra *Tvarové broušení* (str. 89). Pokud jde o velikost platí zásada: Čím větší broušená součást, tím větších přílozek použijeme.

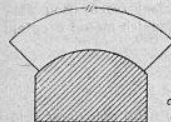
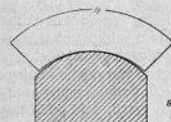
Další pomůcky, které umožňují brousit složité tvary, jako kopírovací stojánek pro tvarování brusných kotoučů, pomůcky pro kopírování vnějších i vnitřních tvarů, uzavřených tvarů, dále pomůcky pro snímání tvarů atd. podrobně popsal František Hamr (*Tvarové broušení a Broušení tvarů na rovině brusce*). Uvedené publikace se sice zabývají náročnější technikou broušení tvarů; jsou však i velmi vhodným pramenem při studiu základních metod broušení ploch na rovině brusce.

## Využití pomůcek

Obecná zaoblení jsou přesnou čtvrtinou nebo polovinou poloměru a přitom navazují na dvě základní rovné plochy. Máme za úkol brousit zaoblení  $r$  5 mm navazující na dvě přilehlé rovné strany. Součástí je vyrobena z oceli a zakalena. Má předepsané rozměry, dvě podélné hrany jsou ostré a druhé protilehlé mají zaoblení  $r$  5 mm. Zaoblení  $r$  5 mm musí na obě přilehlé rovné plochy přesně

navazovat. Nejdříve součást obrousíme, aby byly všechny strany k sobě přesně kolmé. Předepsaný poloměr zaoblení vytváříme do kotouče, protože jde o větší zaoblení. Použijeme k tomu brusného kotouče tvrdosti 60 J.

Při tvarování kotouče postupujeme takto: Nasadíme kotouč na vřeteno, orovnáme na spodní i přední čelní straně diamantem a tvar přibližně opracujeme úločkou karborundového kamene. V našem případě jde o zaoblení v rozsahu čtvrtiny kruhu poloměru, které navazuje na dvě kolmé plochy. V přístroji používaném při tvarování brusných kotoučů (kolébka) nastavíme diamant  $r$  5 mm, přístroj postavíme na magnetickou desku, vyrovnáme, zmagnetujeme a magnet vypneme. Diamantem vyhledáme přesný střed na spodní straně kotouče a tuto stranu zároveň mírně orovnáme. Po nastavení středu kotouče stůl zajistíme pevným dorazem. V příčném směru vyjedeme s diamantem mimo kotouč (tvarujeme z přední strany) a kotouč posuneme ručním kolem do hloubky 5,1 mm. Hodnotu 0,1 mm přidáváme proto, že nám umožní vytvoření pomocné plošky. Po nastavení hloubky posuneme diamant k okraji kotouče a pomalým kolébáním tvarujeme. Jakmile dosáhneme předepsané hloubky, kolébku z hrotového přístroje vyjmeme a překontrolujeme nastavení diamantu. Pak znovu přerovnáme tvar na hotovo. Správnost tvaru si ověříme vybroušením tvaru do pomocné šablony z plechu (obr. 58). Poté položíme obrobek na magnetickou desku, vyrovnáme, aby tvořil s magnetickou deskou přesnou podélnou rovinu a místo napojení zaoblení lehce obarvíme modrou barvou; tento postup umožňuje sledovat, kdy pomocná ploška barvu setře a kdy dojde ke správnému napojení zaoblení. Správně tvarované zaoblení nesmí být ani zapíchnuto do rovných stran součásti, ani nedobroušeno. Proto při tvarování kotouče s zaoblením čtvrtiny kruhu vytváříme pomocné plošky a používáme modré barvy.



Obr. 58. Kontrola napojení poloměru: A - poloměr není napojen — je velký; B - poloměr zabíhá do tvaru — je malý; C - správné napojení poloměru

Napojování zaoblení v rozsahu čtvrtiny kruhu je nejběžnějším způsobem při broušení obecných zaoblení. Broušení zaoblení v rozsahu poloviny kruhu se nejvíce vyskytuje u vnitřních zaoblení, v menší míře u vnějších zaoblení. Výhodnou a úspornou pomůckou při broušení vnějších zaoblení jsou přestavitelné přílohy s důlky; osvědčují se zejména tam, kde bylo provedeno broušení a napojení poloměru, aniž musel být tvarován kotouč. Je však naprosto správné, aby brusník ovládal tvarování oblouků do kotouče i na kotouč a přitom dovedl vhodně používat přestavitelných přílozek. Nakonec jediné praxe ukáže, kdy je třeba tvarovat kotouč a kdy je třeba použít přestavitelných přílozek.



Způsoby základního broušení ploch na rovinné brusce s využitím vhodných pomůcek sledují podstatně zvýšení výrobnosti v nářadovnách našich závodů. Popis a použití jednotlivých základních a speciálních pomůcek má vést k podstatně rychlejšímu ovládnutí základních prvků při broušení ploch. Naučit se a ovládnout základy broušení ploch je nezbytné nutné k uplatnění vyšší techniky a technologie broušení, která je a bude rozhodujícím činitelem pro zvyšování produktivity práce, zdokonalování a zkvalitňování výroby nástrojů, přípravků a měřidel. Aby tato zásada mohla být co nejdříve uplatněna v nářadovnách našich strojírenských závodů, snaží se k tomu přispět i tato malá a skromná práce.

Je totiž stále dosti podniků, kde vyrábějí měřidla, šablony a nástroje starými způsoby a nikoli broušením. A přitom by stačilo, kdyby závod zajistil některé ze základních pomůcek, popsanych v naší publikaci, a využil schopnosti brusliců pracujících na rovinné brusce. Do konce při poctivém zájmu a dobré vůli si může každý bruslic zhotovit řadu základních pomůcek sám. I v tomto směru najde v této knížce vhodné a užitečné informace nebo pokyny.

76

Rozměry koncových měrek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 100 mm									
α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	
v	d	v	d	v	d	v	d	v	d
0	0,000	1,745	3,490	5,234	6,978	8,721	10,463	12,207	
1	0,029	1,774	3,519	5,263	7,005	8,745	10,482	12,216	
2	0,058	1,803	3,548	5,292	7,034	8,774	10,511	12,245	
3	0,087	1,832	3,577	5,321	7,063	8,803	10,540	12,274	
4	0,116	1,861	3,606	5,350	7,092	8,831	10,569	12,302	
5	0,145	1,890	3,635	5,379	7,121	8,860	10,598	12,331	
6	0,175	1,920	3,664	5,408	7,150	8,889	10,626	12,360	
7	0,204	1,949	3,693	5,437	7,179	8,918	10,655	12,389	
8	0,233	1,978	3,722	5,466	7,208	8,947	10,684	12,418	
9	0,262	2,007	3,752	5,495	7,237	8,976	10,713	12,447	
10	0,291	2,036	3,781	5,524	7,266	9,005	10,742	12,476	
11	0,320	2,065	3,810	5,553	7,295	9,034	10,771	12,505	
12	0,349	2,094	3,839	5,582	7,324	9,063	10,800	12,533	
13	0,378	2,123	3,868	5,611	7,353	9,092	10,829	12,562	
14	0,407	2,152	3,897	5,640	7,382	9,121	10,858	12,591	
15	0,436	2,181	3,926	5,669	7,411	9,150	10,887	12,620	
16	0,465	2,211	3,955	5,698	7,440	9,179	10,916	12,649	
17	0,494	2,240	3,984	5,727	7,469	9,208	10,945	12,678	
18	0,523	2,269	4,013	5,756	7,498	9,237	10,973	12,706	
19	0,552	2,298	4,042	5,785	7,527	9,266	11,002	12,735	
20	0,581	2,327	4,071	5,814	7,556	9,295	11,031	12,764	
21	0,611	2,356	4,100	5,844	7,585	9,324	11,060	12,793	
22	0,640	2,385	4,129	5,873	7,614	9,353	11,089	12,822	
23	0,669	2,414	4,159	5,902	7,643	9,382	11,118	12,851	
24	0,698	2,443	4,188	5,931	7,672	9,411	11,147	12,880	
25	0,727	2,472	4,217	5,960	7,701	9,440	11,176	12,909	
26	0,756	2,501	4,246	5,989	7,730	9,469	11,205	12,937	
27	0,785	2,530	4,275	6,018	7,759	9,498	11,234	12,966	
28	0,814	2,559	4,304	6,047	7,788	9,527	11,263	12,995	
29	0,843	2,588	4,333	6,076	7,817	9,556	11,292	13,024	
30	0,872	2,617	4,362	6,105	7,846	9,585	11,320	13,053	
31	0,901	2,646	4,391	6,134	7,875	9,614	11,349	13,082	
32	0,931	2,676	4,420	6,163	7,904	9,643	11,378	13,110	
33	0,960	2,705	4,449	6,192	7,933	9,672	11,407	13,139	
34	0,989	2,734	4,478	6,221	7,962	9,701	11,436	13,168	
35	1,018	2,763	4,507	6,250	7,991	9,730	11,465	13,197	
36	1,047	2,792	4,536	6,279	8,020	9,759	11,494	13,226	
37	1,076	2,821	4,565	6,308	8,049	9,788	11,523	13,255	
38	1,105	2,850	4,594	6,337	8,078	9,817	11,552	13,284	
39	1,134	2,879	4,623	6,366	8,107	9,846	11,581	13,313	
40	1,163	2,908	4,652	6,395	8,136	9,875	11,610	13,342	
41	1,193	2,938	4,681	6,424	8,165	9,904	11,639	13,370	
42	1,222	2,967	4,711	6,453	8,194	9,933	11,668	13,399	
43	1,251	2,996	4,740	6,482	8,223	9,962	11,697	13,428	
44	1,280	3,025	4,769	6,511	8,252	9,991	11,726	13,457	
45	1,309	3,054	4,798	6,540	8,281	10,020	11,755	13,485	
46	1,338	3,083	4,827	6,569	8,310	10,049	11,784	13,514	
47	1,367	3,112	4,856	6,598	8,339	10,078	11,813	13,543	
48	1,396	3,141	4,885	6,627	8,368	10,106	11,842	13,572	
49	1,425	3,170	4,914	6,656	8,397	10,135	11,871	13,601	
50	1,454	3,199	4,943	6,685	8,426	10,164	11,900	13,630	
51	1,483	3,228	4,972	6,714	8,455	10,193	11,929	13,658	
52	1,512	3,257	5,001	6,743	8,484	10,222	11,958	13,687	
53	1,541	3,286	5,030	6,772	8,513	10,251	11,987	13,716	
54	1,571	3,316	5,059	6,802	8,542	10,279	12,016	13,744	
55	1,600	3,345	5,088	6,831	8,571	10,308	12,045	13,773	
56	1,629	3,374	5,117	6,860	8,600	10,337	12,074	13,802	
57	1,658	3,403	5,146	6,889	8,629	10,366	12,103	13,831	
58	1,687	3,432	5,175	6,918	8,658	10,395	12,132	13,860	
59	1,716	3,461	5,204	6,947	8,687	10,424	12,161	13,889	
60	1,745	3,490	5,234	6,976	8,716	10,453	12,190	13,917	

Poznámka: α = úhel měřeného úkosu  
v = výška koncové měrky pro úhel α (mm)  
d = korekce výšky v pro úhel 1 vteřina (ve stotisícinách mm)

78

Rozměry koncových měrek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 100 mm									
α	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	
v	d	v	d	v	d	v	d	v	d
0	13,917	15,643	17,365	19,081	20,791	22,495	24,192	25,892	
1	13,946	15,672	17,394	19,110	20,820	22,524	24,221	25,910	
2	13,975	15,701	17,422	19,138	20,848	22,552	24,249	25,938	
3	14,004	15,730	17,451	19,167	20,877	22,580	24,277	25,966	
4	14,033	15,759	17,479	19,195	20,905	22,608	24,305	25,994	
5	14,062	15,787	17,508	19,224	20,934	22,637	24,334	26,022	
6	14,090	15,816	17,537	19,252	20,962	22,665	24,362	26,050	
7	14,119	15,845	17,566	19,281	20,991	22,694	24,390	26,078	
8	14,148	15,873	17,594	19,309	21,019	22,722	24,418	26,107	
9	14,177	15,902	17,623	19,338	21,048	22,750	24,446	26,135	
10	14,205	15,931	17,651	19,366	21,076	22,778	24,474	26,163	
11	14,234	15,960	17,680	19,395	21,104	22,807	24,502	26,191	
12	14,263	15,988	17,708	19,423	21,132	22,835	24,531	26,219	
13	14,292	16,017	17,737	19,452	21,161	22,864	24,559	26,247	
14	14,320	16,046	17,766	19,481	21,189	22,892	24,587	26,275	
15	14,349	16,075	17,795	19,510	21,218	22,920	24,616	26,303	
16	14,378	16,103	17,823	19,538	21,246	22,948	24,644	26,331	
17	14,407	16,132	17,852	19,567	21,275	22,977	24,673	26,359	
18	14,436	16,160	17,880	19,595	21,303	23,005	24,701	26,387	
19	14,465	16,189	17,909	19,624	21,332	23,034	24,728	26,415	
20	14,493	16,218	17,937	19,652	21,360	23,062	24,756	26,443	
21	14,522	16,247	17,966	19,681	21,389	23,090	24,785	26,472	
22	14,551	16,275	17,995	19,709	21,417	23,118	24,813	26,500	
23	14,580	16,304	18,024	19,738	21,446	23,147	24,841	26,528	
24	14,608	16,333	18,052	19,766	21,474	23,175	24,869	26,556	
25	14,637	16,362	18,081	19,795	21,502	23,203	24,897	26,584	
26	14,666	16,390	18,109	19,823	21,530	23,231	24,925	26,612	
27	14,695	16,419	18,138	19,852	21,559	23,260	24,954	26,640	
28	14,723	16,447	18,166	19,880	21,587	23,288	24,982	26,668	
29	14,752	16,476	18,195	19,909	21,616	23,317	25,010	26,696	
30	14,781	16,505	18,224	19,937	21,644	23,346	25,038	26,724	
31	14,810	16,534	18,253	19,966	21,673	23,375	25,066	26,752	
32	14,838	16,562	18,281	19,994	21,701	23,403	25,094	26,780	
33	14,867	16,591	18,310	20,023	21,730	23,432	25,123	26,808	
34	14,896	16,620	18,338	20,051	21,758	23,460	25,151	26,836	
35	14,925	16,649	18,367	20,080	21,786	23,489	25,179	26,864	
36	14,954	16,677	18,395	20,108	21,814	23,517	25,207	26,892	
37	14,983	16,706	18,424	20,137	21,843	23,546	25,235	26,920	
38	15,011	16,734	18,452	20,165	21,871	23,574	25,263	26,948	
39	15,040	16,763	18,481	20,194	21,900	23,599	25,292	26,976	
40	15,069	16,792	18,509	20,222	21,928	23,627	25,320	27,004	
41	15,098	16,821	18,538	20,251	21,957	23,656	25,348	27,032	
42	15,126	16,849	18,567	20,279	21,985	23,684	25,376	27,060	
43	15,155	16,878	18,596	20,308	22,013	23,712	25,404	27,088	
44	15,184	16,906	18,624	20,336	22,041	23,741	25,432	27,116	
45	15,213	16,935	18,653	20,365	22,070	23,769	25,460	27,144	
46	15,241	16,964	18,681	20,393	22,098	23,797	25,488	27,172	
47	15,270	16,993	18,710	20,422	22,127	23,825	25,517	27,200	
48	15,299	17,021	18,738	20,450	22,155	23,853	25,545	27,228	
49	15,328	17,050	18,767	20,479	22,184	23,882	25,573	27,256	
50	15,356	17,078	18,795	20,507	22,212	23,910	25,601	27,284	
51	15,385	17,107	18,824	20,535	22,240	23,938	25,629	27,312	
52	15,414	17,136	18,852	20,563	22,268	23,966	25,657	27,340	
53	15,443	17,165	18,881	20,592	22,297	23,994	25,685	27,368	
54	15,471	17,193	18,910	20,620	22,325	24,023	25,713	27,396	
55	15,500	17,222	18,939	20,649	22,354	24,051	25,741	27,424	
56	15,529	17,250	18,968	20,677	22,382	24,079	25,769	27,452	
57	15,558	17,279	18,996	20,706	22,410	24,108	25,798	27,480	
58	15,586	17,308	19,024	20,734	22,438	24,136	25,826	27,508	
59	15,615	17,337	19,053	20,763	22,467	24,164	25,854	27,536	
60	15,643	17,365	19,081	20,791	22,495	24,192	25,882	27,564	

Rozměry koncových měřek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 100 mm

α	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
v	d	v	d	v	d	v	d
0	22,564	29,237	30,902	32,557	34,202	35,837	37,461
1	22,592	29,265	30,930	32,585	34,230	35,865	37,489
2	22,620	29,293	30,957	32,612	34,257	35,891	37,515
3	22,648	29,321	30,985	32,640	34,284	35,918	37,542
4	22,676	29,349	31,013	32,667	34,311	35,945	37,569
5	22,704	29,376	31,040	32,695	34,339	35,972	37,596
6	22,731	29,404	31,068	32,722	34,366	36,000	37,622
7	22,759	29,432	31,096	32,750	34,394	36,027	37,649
8	22,787	29,460	31,123	32,777	34,421	36,054	37,676
9	22,815	29,488	31,151	32,805	34,448	36,081	37,703
10	22,843	29,515	31,179	32,832	34,475	36,108	37,730
11	22,871	29,543	31,207	32,860	34,503	36,135	37,757
12	22,899	29,571	31,235	32,887	34,530	36,162	37,784
13	22,927	29,599	31,263	32,915	34,557	36,190	37,811
14	22,955	29,626	31,291	32,942	34,584	36,217	37,838
15	22,983	29,654	31,319	32,970	34,612	36,244	37,865
16	23,011	29,682	31,347	32,997	34,639	36,271	37,892
17	23,039	29,710	31,375	33,024	34,667	36,298	37,919
18	23,067	29,737	31,403	33,051	34,694	36,325	37,946
19	23,095	29,765	31,431	33,079	34,721	36,352	37,973
20	23,123	29,793	31,459	33,106	34,748	36,379	37,999
21	23,151	29,821	31,487	33,134	34,776	36,406	38,026
22	23,179	29,849	31,515	33,161	34,803	36,433	38,053
23	23,206	29,877	31,543	33,189	34,830	36,461	38,080
24	23,234	29,904	31,571	33,216	34,857	36,488	38,107
25	23,262	29,932	31,599	33,244	34,885	36,515	38,134
26	23,290	29,960	31,627	33,271	34,912	36,542	38,161
27	23,318	29,988	31,655	33,299	34,939	36,569	38,188
28	23,346	30,015	31,683	33,326	34,966	36,596	38,215
29	23,374	30,043	31,711	33,354	34,994	36,623	38,242
30	23,402	30,071	31,739	33,381	35,021	36,650	38,268
31	23,430	30,099	31,767	33,409	35,048	36,677	38,295
32	23,458	30,126	31,795	33,436	35,075	36,704	38,322
33	23,486	30,154	31,823	33,464	35,102	36,731	38,349
34	23,514	30,182	31,851	33,491	35,129	36,758	38,376
35	23,542	30,210	31,879	33,518	35,157	36,785	38,403
36	23,569	30,237	31,907	33,546	35,184	36,812	38,430
37	23,597	30,265	31,935	33,573	35,211	36,839	38,457
38	23,625	30,292	31,963	33,601	35,239	36,866	38,484
39	23,653	30,320	31,991	33,628	35,266	36,893	38,511
40	23,681	30,348	32,019	33,655	35,293	36,920	38,538
41	23,709	30,376	32,047	33,683	35,320	36,947	38,565
42	23,737	30,404	32,075	33,710	35,347	36,974	38,592
43	23,765	30,432	32,103	33,738	35,375	37,001	38,619
44	23,793	30,460	32,131	33,765	35,402	37,028	38,646
45	23,821	30,488	32,159	33,793	35,429	37,055	38,673
46	23,849	30,516	32,187	33,821	35,457	37,082	38,700
47	23,877	30,544	32,215	33,848	35,484	37,109	38,727
48	23,905	30,572	32,243	33,876	35,511	37,136	38,754
49	23,933	30,600	32,271	33,904	35,539	37,163	38,781
50	23,961	30,628	32,299	33,932	35,566	37,190	38,808
51	23,989	30,656	32,327	33,960	35,594	37,217	38,835
52	24,017	30,684	32,355	33,988	35,621	37,244	38,862
53	24,045	30,712	32,383	34,016	35,649	37,271	38,889
54	24,073	30,740	32,411	34,044	35,676	37,298	38,916
55	24,101	30,768	32,439	34,072	35,704	37,325	38,943
56	24,129	30,796	32,467	34,100	35,732	37,352	38,970
57	24,157	30,824	32,495	34,128	35,759	37,379	39,000
58	24,185	30,852	32,523	34,156	35,787	37,406	39,027
59	24,213	30,880	32,551	34,184	35,815	37,433	39,054
60	24,241	30,908	32,579	34,212	35,843	37,461	39,081

Poznámka: α = úhel měřené části  
v = výška koncové měřky pro úhel α (mm)  
d = korekce výšky v pro úhel 1 vteřina (ve stotisícinách mm)

Rozměry koncových měřek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 100 mm

α	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	
v	d	v	d	v	d	v	d	v	d
0	39,073	40,674	42,262	43,837	45,399	46,947	48,481	50,000	
1	39,073	40,674	42,262	43,837	45,399	46,947	48,481	50,000	
2	39,127	40,727	42,315	43,889	45,451	46,999	48,532	50,050	
3	39,181	40,780	42,368	43,941	45,503	47,051	48,584	50,100	
4	39,235	40,833	42,420	43,993	45,555	47,103	48,636	50,150	
5	39,289	40,886	42,473	44,045	45,607	47,155	48,688	50,200	
6	39,343	40,939	42,525	44,097	45,659	47,207	48,740	50,250	
7	39,397	40,992	42,578	44,149	45,711	47,259	48,792	50,300	
8	39,451	41,045	42,630	44,201	45,763	47,311	48,844	50,350	
9	39,505	41,098	42,683	44,253	45,815	47,363	48,896	50,400	
10	39,559	41,151	42,735	44,305	45,867	47,415	48,948	50,450	
11	39,613	41,204	42,788	44,357	45,919	47,467	49,000	50,500	
12	39,667	41,257	42,841	44,409	45,971	47,519	49,052	50,550	
13	39,721	41,310	42,893	44,461	46,023	47,571	49,104	50,600	
14	39,775	41,363	42,946	44,513	46,075	47,623	49,156	50,650	
15	39,829	41,416	42,998	44,565	46,127	47,675	49,208	50,700	
16	39,883	41,469	43,051	44,617	46,179	47,727	49,260	50,750	
17	39,937	41,522	43,103	44,669	46,231	47,779	49,312	50,800	
18	39,991	41,575	43,156	44,721	46,283	47,831	49,364	50,850	
19	40,045	41,628	43,208	44,773	46,335	47,883	49,416	50,900	
20	40,099	41,681	43,261	44,825	46,387	47,935	49,468	50,950	
21	40,153	41,734	43,313	44,877	46,439	47,987	49,520	51,000	
22	40,207	41,787	43,366	44,929	46,491	48,039	49,572	51,050	
23	40,261	41,840	43,418	44,981	46,543	48,091	49,624	51,100	
24	40,315	41,893	43,471	45,033	46,595	48,143	49,676	51,150	
25	40,369	41,946	43,523	45,085	46,647	48,195	49,728	51,200	
26	40,423	41,999	43,576	45,137	46,699	48,247	49,780	51,250	
27	40,477	42,052	43,628	45,189	46,751	48,299	49,832	51,300	
28	40,531	42,105	43,681	45,241	46,803	48,351	49,884	51,350	
29	40,585	42,158	43,733	45,293	46,855	48,403	49,936	51,400	
30	40,639	42,211	43,786	45,345	46,907	48,455	49,988	51,450	
31	40,693	42,264	43,838	45,397	46,959	48,507	50,040	51,500	
32	40,747	42,317	43,891	45,449	47,011	48,559	50,092	51,550	
33	40,801	42,370	43,943	45,501	47,063	48,611	50,144	51,600	
34	40,855	42,423	43,996	45,553	47,115	48,663	50,196	51,650	
35	40,909	42,476	44,048	45,605	47,167	48,715	50,248	51,700	
36	40,963	42,529	44,101	45,657	47,219	48,767	50,300	51,750	
37	41,017	42,582	44,153	45,709	47,271	48,819	50,352	51,800	
38	41,071	42,635	44,206	45,761	47,323	48,871	50,404	51,850	
39	41,125	42,688	44,258	45,813	47,375	48,923	50,456	51,900	
40	41,179	42,741	44,311	45,865	47,427	48,975	50,508	51,950	
41	41,233	42,794	44,363	45,917	47,479	49,027	50,560	52,000	
42	41,287	42,847	44,416	45,969	47,531	49,079	50,612	52,050	
43	41,341	42,900	44,468	46,021	47,583	49,131	50,664	52,100	
44	41,395	42,953	44,521	46,073	47,635	49,183	50,716	52,150	
45	41,449	43,006	44,573	46,125	47,687	49,235	50,768	52,200	
46	41,503	43,059	44,626	46,177	47,739	49,287	50,820	52,250	
47	41,557	43,112	44,678	46,229	47,791	49,339	50,872	52,300	
48	41,611	43,165	44,731	46,281	47,843	49,391	50,924	52,350	
49	41,665	43,218	44,783	46,333	47,895	49,443	50,976	52,400	
50	41,719	43,271	44,836	46,385	47,947	49,495	51,028	52,450	
51	41,773	43,324	44,888	46,437	47,999	49,547	51,080	52,500	
52	41,827	43,377	44,941	46,489	48,051	49,599	51,132	52,550	
53	41,881	43,430	44,993	46,541	48,103	49,651	51,184	52,600	
54	41,935	43,483	45,046	46,593	48,155	49,703	51,236	52,650	
55	41,989	43,536	45,098	46,645	48,207	49,755	51,288	52,700	
56	42,043	43,589	45,151	46,697	48,259	49,807	51,340	52,750	
57	42,097	43,642	45,203	46,749	48,311	49,859	51,392	52,800	
58	42,151	43,695	45,256	46,801	48,363	49,911	51,444	52,850	
59	42,205	43,748	45,308	46,853	48,415	49,963	51,496	52,900	
60	42,259	43,801	45,361	46,905	48,467	50,015	51,548	52,950	

Poznámka: α = úhel měřené části  
v = výška koncové měřky pro úhel α (mm)  
d = korekce výšky v pro úhel 1 vteřina (ve stotisícinách mm)



Rozměry koncových měrek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 150 mm									
α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	
v	d	v	d	v	d	v	d	v	d
0	0,000	2,618	5,235	7,851	10,464	13,074	15,679	18,280	20,877
1	0,044	2,661	5,278	7,894	10,507	13,117	15,723	18,324	20,920
2	0,087	2,705	5,322	7,938	10,550	13,159	15,767	18,368	20,963
3	0,131	2,748	5,365	7,981	10,594	13,204	15,810	18,411	21,006
4	0,174	2,793	5,407	8,025	10,638	13,246	15,853	18,454	21,049
5	0,218	2,837	5,450	8,068	10,681	13,289	15,896	18,497	21,092
6	0,262	2,880	5,494	8,112	10,725	13,333	15,939	18,540	21,135
7	0,306	2,923	5,539	8,155	10,768	13,377	15,982	18,583	21,178
8	0,349	2,967	5,582	8,198	10,811	13,420	16,025	18,626	21,221
9	0,393	3,010	5,628	8,242	10,855	13,464	16,069	18,670	21,264
10	0,436	3,054	5,671	8,286	10,899	13,507	16,113	18,713	21,307
11	0,480	3,097	5,715	8,329	10,942	13,550	16,156	18,756	21,350
12	0,524	3,141	5,758	8,372	10,985	13,593	16,200	18,799	21,393
13	0,567	3,184	5,802	8,416	11,029	13,638	16,243	18,843	21,436
14	0,611	3,228	5,845	8,460	11,073	13,681	16,287	18,886	21,479
15	0,655	3,271	5,888	8,503	11,116	13,725	16,330	18,930	21,522
16	0,698	3,316	5,932	8,547	11,160	13,768	16,374	18,973	21,565
17	0,742	3,360	5,976	8,590	11,203	13,811	16,417	19,016	21,608
18	0,786	3,404	6,020	8,634	11,247	13,854	16,461	19,059	21,651
19	0,829	3,447	6,063	8,677	11,290	13,899	16,503	19,103	21,694
20	0,873	3,490	6,106	8,721	11,334	13,942	16,547	19,146	21,737
21	0,916	3,534	6,149	8,764	11,377	13,986	16,590	19,189	21,780
22	0,960	3,577	6,193	8,809	11,421	14,029	16,633	19,233	21,823
23	1,004	3,621	6,238	8,853	11,464	14,073	16,677	19,277	21,866
24	1,047	3,664	6,282	8,897	11,508	14,116	16,720	19,320	21,909
25	1,091	3,708	6,326	8,940	11,551	14,160	16,764	19,363	21,952
26	1,135	3,751	6,369	8,983	11,595	14,203	16,807	19,406	22,000
27	1,178	3,795	6,413	9,027	11,638	14,247	16,850	19,449	22,043
28	1,222	3,838	6,457	9,070	11,682	14,290	16,894	19,492	22,086
29	1,265	3,883	6,499	9,114	11,725	14,334	16,938	19,536	22,129
30	1,309	3,927	6,543	9,157	11,768	14,377	16,981	19,579	22,172
31	1,352	3,970	6,586	9,201	11,812	14,421	17,023	19,623	22,215
32	1,396	4,014	6,630	9,244	11,856	14,463	17,067	19,666	22,258
33	1,439	4,057	6,673	9,288	11,899	14,506	17,110	19,710	22,301
34	1,483	4,101	6,717	9,331	11,942	14,549	17,154	19,753	22,344
35	1,527	4,144	6,760	9,375	11,986	14,593	17,197	19,796	22,387
36	1,570	4,188	6,804	9,418	12,030	14,637	17,241	19,840	22,430
37	1,614	4,231	6,848	9,462	12,073	14,680	17,284	19,883	22,473
38	1,658	4,275	6,891	9,505	12,117	14,724	17,328	19,927	22,516
39	1,701	4,318	6,934	9,549	12,160	14,767	17,371	19,970	22,559
40	1,745	4,362	6,978	9,592	12,204	14,811	17,415	20,014	22,602
41	1,789	4,407	7,023	9,636	12,247	14,854	17,457	20,055	22,645
42	1,832	4,450	7,066	9,679	12,291	14,898	17,500	20,098	22,688
43	1,876	4,494	7,110	9,723	12,334	14,941	17,543	20,141	22,731
44	1,920	4,537	7,153	9,766	12,378	14,985	17,587	20,184	22,774
45	1,964	4,581	7,197	9,810	12,421	15,028	17,631	20,227	22,817
46	2,008	4,624	7,240	9,853	12,465	15,071	17,674	20,270	22,860
47	2,052	4,668	7,284	9,897	12,508	15,115	17,718	20,314	22,903
48	2,096	4,712	7,327	9,940	12,552	15,159	17,760	20,358	22,946
49	2,139	4,756	7,371	9,984	12,595	15,202	17,804	20,401	22,989
50	2,183	4,800	7,414	10,027	12,639	15,246	17,847	20,445	23,032
51	2,227	4,843	7,458	10,071	12,682	15,289	17,890	20,488	23,075
52	2,271	4,887	7,501	10,114	12,726	15,331	17,934	20,532	23,118
53	2,315	4,931	7,545	10,157	12,769	15,374	17,977	20,575	23,161
54	2,359	4,974	7,588	10,201	12,813	15,418	18,021	20,619	23,204
55	2,403	5,017	7,632	10,244	12,856	15,462	18,064	20,662	23,247
56	2,447	5,061	7,676	10,288	12,899	15,505	18,108	20,706	23,290
57	2,491	5,104	7,719	10,333	12,943	15,549	18,150	20,749	23,333
58	2,535	5,148	7,763	10,377	12,987	15,592	18,194	20,793	23,376
59	2,579	5,192	7,807	10,421	13,030	15,635	18,237	20,836	23,419
60	2,623	5,235	7,851	10,464	13,074	15,679	18,280	20,877	23,462

Poznámka: α = úhel měřného úkosu  
v = výška koncové měrky pro úhel α (mm)  
d = korekce výšky v pro úhel 1 vteřina (ve stotisícinách mm)

Rozměry koncových měrek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 150 mm																
α	8°		9°		10°		11°		12°		13°		14°		15°	
	v	d	v	d	v	d	v	d	v	d	v	d	v	d	v	d
0	20,875	23,464	22,764	26,047	22,607	26,047	22,451	28,623	22,300	31,196	22,152	33,742	22,004	36,288	21,862	38,923
1	20,919	23,508	22,808	26,091	22,646	26,091	22,496	28,667	22,345	31,240	22,197	33,788	22,049	36,333	21,907	38,967
2	20,962	23,552	22,847	26,135	22,691	26,135	22,541	28,711	22,390	31,284	22,242	33,834	22,094	36,384	21,950	39,011
3	21,006	23,596	22,886	26,179	22,736	26,179	22,586	28,755	22,435	31,328	22,287	33,880	22,139	36,435	21,993	39,055
4	21,049	23,640	22,925	26,223	22,781	26,223	22,631	28,799	22,480	31,372	22,332	33,926	22,184	36,486	22,036	39,099
5	21,093	23,684	22,964	26,267	22,826	26,267	22,676	28,843	22,525	31,416	22,377	33,972	22,229	36,537	22,079	39,143
6	21,137	23,728	23,003	26,311	22,871	26,311	22,721	28,887	22,570	31,460	22,422	34,018	22,274	36,588	22,123	39,187
7	21,181	23,772	23,042	26,355	22,916	26,355	22,766	28,931	22,615	31,504	22,467	34,064	22,319	36,639	22,167	39,231
8	21,225	23,816	23,081	26,399	22,961	26,399	22,811	28,975	22,660	31,548	22,512	34,110	22,364	36,690	22,211	39,275
9	21,269	23,860	23,120	26,443	23,006	26,443	22,856	29,019	22,705	31,592	22,557	34,156	22,409	36,741	22,255	39,319
10	21,313	23,904	23,159	26,487	23,051	26,487	22,901	29,063	22,750	31,636	22,602	34,202	22,454	36,792	22,299	39,363
11	21,357	23,948	23,198	26,531	23,096	26,531	22,946	29,107	22,795	31,680	22,647	34,248	22,499	36,843	22,343	39,407
12	21,401	23,992	23,237	26,575	23,141	26,575	22,991	29,151	22,840	31,724	22,692	34,294	22,544	36,894	22,387	39,451
13	21,445	24,036	23,276	26,619	23,186	26,619	23,036	29,195	22,885	31,768	22,737	34,340	22,589	36,945	22,431	39,495
14	21,489	24,080	23,315	26,663	23,231	26,663	23,081	29,239	22,930	31,812	22,782	34,386	22,634	36,996	22,475	39,539
15	21,533	24,124	23,354	26,707	23,276	26,707	23,126	29,283	23,025	31,856	22,827	34,432	22,679	37,047	22,519	39,583
16	21,577	24,168	23,393	26,751	23,321	26,751	23,171	29,327	23,070	31,900	22,872	34,478	22,724	37,098	22,563	39,627
17	21,621	24,212	23,432	26,795	23,366	26,795	23,216	29,371	23,115	31,944	22,917	34,524	22,769	37,149	22,607	39,671
18	21,665	24,256	23,471	26,839	23,411	26,839	23,261	29,415	23,160	31,988	22,962	34,570	22,814	37,200	22,651	39,715
19	21,709	24,300	23,510	26,883	23,456	26,883	23,306	29,459	23,205	32,032	23,007	34,616	22,859	37,251	22,695	39,759
20	21,753	24,344	23,549	26,927	23,501	26,927	23,351	29,503	23,250	32,076	23,052	34,662	22,904	37,302	22,739	39,803
21	21,797	24,388	23,588	26,971	23,546	26,971	23,396	29,547	23,295	32,120	23,097	34,708	22,949	37,353	22,783	39,847
22	21,841	24,432	23,627	27,015	23,591	27,015	23,441	29,591	23,340	32,164	23,142	34,754	23,044	37,404	22,827	39,891
23	21,885	24,476	23,666	27,059	23,636	27,059	23,486	29,635	23,385	32,208	23,187	34,800	23,089	37,455	22,871	39,935
24	21,929	24,520	23,705	27,103	23,681	27,103	23,531	29,679	23,430	32,252	23,232	34,846	23,134	37,506	22,915	39,979
25	21,973	24,564	23,744	27,147	23,726	27,147	23,576	29,723	23,475	32,296	23,277	34,892	23,179	37,557	22,959	40,023
26	22,017	24,608	23,783	27,191	23,771	27,191	23,621	29,767	23,520	32,340	23,322	34,938	23,224	37,608	23,003	40,067
27	22,061	24,652	23,822	27,235	23,816	27,235	23,666	29,811	23,565	32,384	23,367	34,984	23,269	37,659	23,047	40,111
28	22,105	24,696	23,861	27,279	23,861	27,279	23,711	29,855	23,610	32,428	23,412	35,030	23,314	37,710	23,091	40,155
29	22,149	24,740	23,900	27,323	23,906	27,323	23,756	29,899	23,655	32,472	23,457	35,076	23,359	37,761	23,135	40,199
30	22,193	24,784	23,939	27,367	23,951	27,367	23,801	29,943	23,700	32,516	23,502	35,122	23,404	37,812	23,179	40,243
31	22,237	24,828	23,978	27,411	23,996	27,411	23,846	29,987	23,745	32,560	23,547	35,168	23,449	37,863	23,223	40,287
32	22,281	24,872	24,017	27,455	24,041	27,455	23,891	30,031	23,790	32,604	23,592	35,214	23,494	37,914	23,267	40,331
33	22,325	24,916	24,056	27,499	24,086	27,499	23,936	30,075	23,835	32,648	23,637	35,260	23,539	37,965	23,311	40,375
34	22,369	24,960	24,095	27,543	24,131	27,543	23,981	30,119	23,880	32,692	23,682	35,306	23,584	38,016	23,355	40,419
35	22,413	25,004	24,134	27,587	24,176	27,587	24,026	30,163	23,925	32,736	23,727	35,352	23,629	38,067	23,399	40,463
36	22,457	25,048	24,173	27,631	24,221	27,631	24,071	30,207	23,970	32,780	23,772	35,398	23,674	38,118	23,443	40,507
37	22,501	25,092	24,212	27,675	24,266	27,675	24,116	30,251	24,015	32,824	23,817	35,444	23,719	38,169	23,487	40,551
38	22,545	25,136	24,251	27,719	24,311	27,719	24,161	30,295	24,060	32,868	23,862	35,490	23,764	38,220	23,531	40,595
39	22,589	25,180	24,290	27,763	24,356	27,763	24,206	30,339	24,105	32,912	23,907	35,536	23,809	38,271	23,575	40,639
40	22,633	25,224	24,329	27,807	24,401	27,807	24,251	30,383	24,150	32,956	23,952	35,582	23,854	38,322	23,619	40,683
41	22,677	25,268	24,368	27,851	24,446	27,851	24,296	30,427	24,195	33,000	23,997	35,628	23,899	38,373	23,663	40,727
42	22,721	25,312	24,407	27,895	24,491	27,895	24,341	30,471	24,240	33,044	24,042	35,674	23,944	38,424	23,707	40,771
43	22,765	25,356	24,446	27,939	24,536	27,939	24,386	30,515	24,285	33,088	24,087	35,720	23,989	38,475	23,751	40,815
44	22,809	25,400	24,485	27,983	24,581	27,983	24,431	30,559	24,330	33,132	24,132	35,766	24,034	38,526	23,795	40,859
45	22,853	25,444	24,524	28,027	24,626	28,027	24,476	30,603	24,375	33,176	24,177	35,812	24,079	38,577	23,839	40,903
46	22,897	25,488	24,563	28,071	24,671	28,071	24,521	30,647	24,420	33,220	24,222	35,858	24,124	38,628	23,883	40,947
47	22,941	25,532	24,602	28,115	24,716	28,115	24,566	30,691	24,465	33,264	24,267	35,904	24,169	38,679	23,927	40,991
48	22,985	25,576	24,641	28,159	24,761	28,159	24,611	30,735	24,510	33,308	24,312	35,950	24,214	38,730	23,971	41,035
49	23,029	25,620	24,680	28,203	24,806	28,203	24,656	30,779	24,555	33,352	24,357	35,996	24,259	38,781	24,015	41,079
50	23,073	25,664	24,719	28,247	24,851	28,247	24,701	30,823	24,600	33,396	24,402	36,042	24,304	38,832	24,059	41,123
51	23,117	25,708	24,758	28,291	24,896	28,291	24,746	30,867	24,645	33,440	24,447	36,088	24,349	38,883	24,103	41,167
52	23,161	25,752	24,797	28,335	24,941	28,335	24,791	30,911	24,690	33,484	24,492	36,134	24,394	38,934	24,147	41,211
53	23,205	25,796	24,836	28,379	25,033	28,379	24,836	30,955	24,735	33,528	24,537	36,180	24,439	38,985	24,191	41,255
54	23,249	25,840	24,875	28,423	25,078	28,423	24,881	31,000	24,780	33,572	24,582	36,226	24,484	39,036	24,235	41,299
55	23,293	25,884	24,914	28,467	25,123	28,467	24,926	31,044	24,825	33,616	24,627	36,272	24,529	39,087	24,279	41,343
56	23,337	25,928	24,953	28,511	25,168	28,511	24,971	31,088	24,870	33,660	24,672	36,318	24,574	39,138	24,323	41,387
57	23,381	25,972	24,992	28,555	25,213	28,555	25,016	31,132	24,915	33,704	24,717	36,364	24,619	39,189	24,367	41,431
58	23,425	26,016	25,031	28,599	25,258	28,599	25,061	31,176	24,960	33,748	24,762	36,410	24,664	39,240	24,411	41,475
59	23,469	26,060	25,070	28,643	25,303	28,643	25,106	31,220	25,005	33,792	24,807	36,456	24,709	39,291	24,455	41,519
60	23,513	26,104	25,109	28,687	25,348	28,687	25,151	31,264	25,050	33,836	24,852	36,502	24,754	39,342	24,499	41,563

$\alpha$	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Poznámka:  $\alpha$  = úhel měřeného úkosu  
 $v$  = výška koncové měrky pro úhel  $\alpha$  (mm)  
 $d$  = korekce výšky  $v$  pro úhel 1 vteřina (ve stotisícinách mm)

89

38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

oznámka:  $\alpha$  = úhel měřeného úkosu  
 $v$  = výška koncové měrky pro úhel  $\alpha$  (mm)  
 $d$  = korekce výšky  $v$  pro úhel 1 vteřina (ve statistických mm)

0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
----	----	----	----	----	----	----	----

oznámka:  $\alpha$  = úhel měřeného úkosu  
 $v$  = výška koncové měrky pro úhel  $\alpha$  (mm)  
 $d$  = korekce výšky  $v$  pro úhel 1 vteřina (ve statistických mm)

0

8°	9°	10°	11°	12°	13°	13°	15°
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

známka:  $\alpha$  – úhel měřeného úkosu  
 $v$  – výška koncové značky pro úhel  $\alpha$  (mm)  
 $d$  – korekce výšky  $v$  pro úhel 1 vteřina (ve stotisticinách mm)



Rozměry koncových měrek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 200 mm

α	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
v	d	v	d	v	d	v	d
0	55,128	58,474	61,804	65,114	68,404	71,674	74,924
1	55,184	58,530	61,860	65,170	68,460	71,730	75,000
2	55,240	58,586	61,916	65,226	68,516	71,786	75,056
3	55,296	58,642	61,972	65,282	68,572	71,842	75,112
4	55,352	58,698	62,028	65,338	68,628	71,898	75,168
5	55,408	58,754	62,084	65,394	68,684	71,954	75,224
6	55,464	58,810	62,140	65,450	68,740	72,010	75,280
7	55,520	58,866	62,196	65,506	68,796	72,066	75,336
8	55,576	58,922	62,252	65,562	68,852	72,122	75,392
9	55,632	58,978	62,308	65,618	68,908	72,178	75,448
10	55,688	59,034	62,364	65,674	68,964	72,234	75,504
11	55,744	59,090	62,420	65,730	69,020	72,290	75,560
12	55,799	59,146	62,476	65,786	69,076	72,346	75,616
13	55,854	59,202	62,532	65,842	69,132	72,402	75,672
14	55,910	59,258	62,588	65,898	69,188	72,458	75,728
15	55,966	59,314	62,644	65,954	69,244	72,514	75,784
16	56,022	59,370	62,700	66,010	69,300	72,570	75,840
17	56,078	59,426	62,756	66,066	69,356	72,626	75,896
18	56,134	59,482	62,812	66,122	69,412	72,682	75,952
19	56,190	59,538	62,868	66,178	69,468	72,738	76,008
20	56,246	59,594	62,924	66,234	69,524	72,794	76,064
21	56,302	59,650	62,980	66,290	69,580	72,850	76,120
22	56,358	59,706	63,036	66,346	69,636	72,906	76,176
23	56,414	59,762	63,092	66,402	69,692	72,962	76,232
24	56,470	59,818	63,148	66,458	69,748	73,018	76,288
25	56,526	59,874	63,204	66,514	69,804	73,074	76,344
26	56,582	59,930	63,260	66,570	69,860	73,130	76,400
27	56,638	59,986	63,316	66,626	69,916	73,186	76,456
28	56,694	60,042	63,372	66,682	69,972	73,242	76,512
29	56,750	60,098	63,428	66,738	70,028	73,298	76,568
30	56,806	60,154	63,484	66,794	70,084	73,354	76,624
31	56,862	60,210	63,540	66,850	70,140	73,410	76,680
32	56,918	60,266	63,596	66,906	70,196	73,466	76,736
33	56,974	60,322	63,652	66,962	70,252	73,522	76,792
34	57,030	60,378	63,708	67,018	70,308	73,578	76,848
35	57,086	60,434	63,764	67,074	70,364	73,634	76,904
36	57,142	60,490	63,820	67,130	70,420	73,690	76,960
37	57,198	60,546	63,876	67,186	70,476	73,746	77,016
38	57,254	60,602	63,932	67,242	70,532	73,802	77,072
39	57,310	60,658	63,988	67,298	70,588	73,858	77,128
40	57,366	60,714	64,044	67,354	70,644	73,914	77,184
41	57,422	60,770	64,100	67,410	70,700	73,970	77,240
42	57,478	60,826	64,156	67,466	70,756	74,026	77,296
43	57,534	60,882	64,212	67,522	70,812	74,082	77,352
44	57,590	60,938	64,268	67,578	70,868	74,138	77,408
45	57,646	60,994	64,324	67,634	70,924	74,194	77,464
46	57,702	61,050	64,380	67,690	70,980	74,250	77,520
47	57,758	61,106	64,436	67,746	71,036	74,306	77,576
48	57,814	61,162	64,492	67,802	71,092	74,362	77,632
49	57,870	61,218	64,548	67,858	71,148	74,418	77,688
50	57,926	61,274	64,604	67,914	71,204	74,474	77,744
51	57,982	61,330	64,660	67,970	71,260	74,530	77,800
52	58,038	61,386	64,716	68,026	71,316	74,586	77,856
53	58,094	61,442	64,772	68,082	71,372	74,642	77,912
54	58,150	61,498	64,828	68,138	71,428	74,698	77,968
55	58,206	61,554	64,884	68,194	71,484	74,754	78,024
56	58,262	61,610	64,940	68,250	71,540	74,810	78,080
57	58,318	61,666	64,996	68,306	71,596	74,866	78,136
58	58,374	61,722	65,052	68,362	71,652	74,922	78,192
59	58,430	61,778	65,108	68,418	71,708	74,978	78,248
60	58,486	61,834	65,164	68,474	71,764	75,034	78,304

Poznámka: α = úhel měřného úkosu  
v = výška koncové měry pro úhel α (mm)  
d = korekce výšky pro úhel 1 vteřina (ve stotícinách mm)

Rozměry koncových měrek k nastavení úhlu na sinusovém pravítku 200 mm

	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	
v	d	v	d	v	d	v	d	v	d
78.146	81.340	84.524	87.674	90.790	93.894	96.962	100.000		
78.200	81.402	84.578	87.726	90.850	93.946	97.014	100.050		
78.254	81.458	84.630	87.778	90.902	93.998	97.066	100.100		
78.308	81.514	84.682	87.830	90.954	94.050	97.118	100.150		
78.362	81.570	84.734	87.882	91.006	94.102	97.166	100.202		
78.416	81.626	84.786	87.936	91.058	94.152	97.218	100.252		
78.470	81.682	84.838	87.988	91.110	94.204	97.270	100.302		
78.522	81.720	84.894	88.040	91.160	94.254	97.318	100.352		
78.574	81.772	84.946	88.092	91.212	94.306	97.368	100.402		
78.626	81.828	85.000	88.144	91.264	94.358	97.418	100.452		
78.678	81.878	85.050	88.196	91.316	94.408	97.470	100.504		
78.730	81.932	85.104	88.250	91.368	94.460	97.522	100.554		
78.782	81.984	85.156	88.302	91.420	94.510	97.572	100.604		
78.834	82.038	85.208	88.354	91.472	94.562	97.624	100.654		
78.886	82.090	85.262	88.406	91.524	94.612	97.674	100.704		
78.938	82.144	85.314	88.458	91.576	94.664	97.724	100.756		
78.990	82.198	85.366	88.510	91.628	94.716	97.774	100.806		
79.042	82.250	85.420	88.562	91.678	94.768	97.826	100.856		
79.094	82.302	85.472	88.614	91.730	94.818	97.876	100.906		
79.146	82.356	85.524	88.666	91.782	94.868	97.926	100.956		
79.198	82.408	85.576	88.718	91.834	94.918	97.976	101.006		
79.250	82.462	85.630	88.770	91.886	94.972	98.030	101.056		
79.302	82.514	85.682	88.822	91.936	95.022	98.080	101.106		
79.354	82.568	85.738	88.874	91.988	95.074	98.130	101.156		
79.406	82.620	85.790	88.926	92.040	95.124	98.182	101.206		
79.458	82.674	85.840	88.980	92.092	95.176	98.232	101.258		
79.510	82.726	85.892	89.032	92.144	95.228	98.282	101.308		
79.562	82.780	85.944	89.084	92.196	95.278	98.334	101.358		
79.614	82.832	85.998	89.136	92.248	95.330	98.384	101.408		
79.666	82.886	86.050	89.188	92.298	95.382	98.434	101.458		
79.718	82.938	86.102	89.240	92.350	95.434	98.484	101.508		
79.770	82.992	86.156	89.292	92.402	95.484	98.536	101.558		
79.822	83.044	86.208	89.344	92.452	95.534	98.586	101.608		
79.874	83.098	86.260	89.396	92.504	95.586	98.638	101.658		
79.926	83.150	86.312	89.448	92.556	95.636	98.688	101.708		
79.978	83.204	86.364	89.500	92.608	95.688	98.738	101.758		
80.030	83.256	86.416	89.552	92.660	95.738	98.788	101.808		
80.082	83.308	86.468	89.604	92.712	95.788	98.838	101.858		
80.134	83.362	86.522	89.656	92.762	95.840	98.890	101.908		
80.186	83.416	86.574	89.708	92.814	95.892	98.940	101.958		
80.238	83.470	86.626	89.760	92.866	95.944	98.990	102.008		
80.290	83.522	86.680	89.812	92.918	95.994	99.042	102.058		
80.342	83.574	86.732	89.864	92.968	96.044	99.092	102.108		
80.394	83.628	86.784	89.916	93.020	96.096	99.142	102.158		
80.446	83.680	86.836	89.968	93.072	96.148	99.192	102.208		
80.498	83.732	86.890	90.020	93.124	96.198	99.244	102.258		
80.550	83.784	86.942	90.072	93.174	96.248	99.294	102.308		
80.602	83.836	86.994	90.122	93.226	96.298	99.344	102.358		
80.654	83.888	87.046	90.174	93.276	96.350	99.394	102.408		
80.706	83.940	87.098	90.228	93.330	96.402	99.446	102.458		
80.758	83.992	87.150	90.280	93.380	96.452	99.496	102.508		
80.810	84.044	87.202	90.332	93.432	96.504	99.546	102.558		
80.862	84.096	87.254	90.384	93.482	96.554	99.596	102.608		
80.914	84.148	87.306	90.436	93.536	96.606	99.648	102.658		
80.966	84.200	87.358	90.486	93.588	96.656	99.698	102.708		
81.018	84.252	87.410	90.538	93.640	96.706	99.748	102.758		
81.070	84.304	87.462	90.590	93.688	96.758	99.798	102.808		
81.122	84.356	87.518	90.642	93.740	96.810	99.850	102.858		
81.174	84.408	87.570	90.694	93.792	96.862	99.900	102.908		
81.226	84.474	87.622	90.746	93.844	96.912	99.950	102.958		
81.278	84.524	87.674	90.798	93.894	96.962	100.000	103.008		

## Program knižnice Kurs technických znalostí

### VŠEOBECNÉ SVAZKY

Čís. svazku	
*1. Vacek	Dílenské a početní tabulky
*2. Vacek	Dílenské matematika, 1. vyd.
*3. Srovnal	Úvod do vyšší matematiky
*4. Čermák	Přehled technického kreslení
*5. Mazurek	Technická fyzika I., 2. vyd.
*6.	Chemie pro techniky, 2. vyd.
*7. Reháček	Základy elektrotechniky, 2. vyd.
*8. Reháček	Malá energetika, 2. vyd.
*27. Srovnal	Dílenské trigonometrie
*28. Vacek	Logaritmické tabulky a výpočty
*29. Jozefek-Novák	Logaritmické pravítko
*65. Oppl	Mechanika
*66. Mazurek	Technická fyzika II. (Elektřina)
*67.	Základy elektroniky
*83.	Hutnictví
*90. Novák-Šimůnek	Technické kreslení
*101.	Deskriptivní geometrie
*102. Šapoňnikov	Nauka o teple
*114. Bieber	Anorganická chemie
*120. Mazurek	Optika

### MATERIÁLY

*9. Korecký	Strojírenské materiály I., 2. vyd.
*50. Blabolil	Zpracování plastických hmot
*52. Doležal-Korecký	Strojírenské materiály II.
*53. Walla	Zkoušení materiálů
*54. Walla	Praktická metalografie
*110. Gündel	Zpracování novoduru
*113.	Plech
*115. Augusta	Úspory materiálu renovací
*132. Ladík	Železo a ocel

### RUČNÍ OBRÁBĚNÍ, MONTÁŽNÍ A ZÁMEČNICKÉ PRÁCE, PRÁCE S PLECHY A TD.

*10. Dobrovolný	Strojní zámečnictví — Rožní obrábění kovů, 2. vyd.
*11. Dobrovolný	Pilování, 2. vyd.
*13. Dobrovolný	Rozměřování orýsovaním, 2. vyd.
*46. Schück	Mechanizace ručních prací ve strojírenství
*47. K. Němec	Montážní práce ve strojírenství
*51. Dita	Základní práce s plechy
*72. Borský	Dílenské kreslení pro klempíře, měřičovce, potrubáře a kotlaře
*74. Nováček	Potrubářství
*81. Cimral	Ocelové konstrukce
*82. Dobrovolný	Orýsování v příkladech
*91. Nováček	Mědikovectví
*107. Dita	Průmyslové práce klempířské
*108. Oravský	Stavební práce klempířské
*109. Oravský	Ozdobné a umělecké práce
*111. Paleček	Výuková technika
*116. K. Němec	Spojování součástí troub
*129. Dobrovolný	Nácvik práce sekačem
*139. K. Němec	Nýtování

### STROJNÍ OBRÁBĚNÍ

*16. Dobrovolný	Strojní zámečnictví — strojní obrábění kovů, 2. vyd.
*17. Dobrovolný	Soustružení kovů, 2. vyd.
*18. Dobrovolný	Broušení, 2. vyd.
*19. Václavovič	Vrtání kovů, 2. vyd.
*20. Dobrovolný	Moblování kovů
*21. Dobrovolný	Frézování kovů
*36. Outrata	Základy obrábění kovů
*37. Rožek	Rezná nástroje. Základy
*38. Chyba	Ošetření řezných nástrojů
*39. Růžicka	Broušení ploch na rovině bruse
*40. Piz	Programové řízení obráběcích strojů
*41. Prokeš	Mechanizace a automatizace obráběcích strojů
*42. Dobrovolný	Nástrojářství
*43. Čech-Václavovič	Broušení tvarů na rovině bruse
*46. Outrata	Práce na revolverovém soustruhu
*48. Outrata	Výroba přesných měřidel
*73. Outrata	DLouhotočné automaty
*77. Beutl	Práce na vodorovných obráběcích
*78. Outrata	Připravky pro obrábění
*97. Dobrovolný	Práce na dlouhotočných automatech
*103. Outrata	Řezání kovů pilami
*104. Outrata	Revolverové soustružnické automaty
*105. Janík	Práce na revolverových soustružnických automatech
*119. Stanovský	Výroba ozubení
*121. Koles-Halaj-Zahrádka	Frézovací automaty
*124.	Nástroje s nanoseným brusivem
*130. Dobrovolný	Obrábění dřeva
*141.	Nové způsoby obrábění
	Protahování

### HYDRAULIKA A STLAČENÝ VZDUCH

*76. Prokeš	Hydraulické pohony
*89. Novotný	Kompresory

### MĚŘENÍ A KONTROLA

*12. Václavovič	Měření a kontrola ve strojírenství, 2. vyd.
*44. Konečný	Tolerance a lícování, 2. vyd.
*45. Šindelář	Automatizace měření

### SVAROVÁNÍ (PÁJENÍ)

*14. J. Němec	Svarování elektrickým obloukem, 3. vyd.
*15. Kříž	Svarování plamenem, 3. vyd.
*57. Kráček	Svarování při opravách a údržbě
*79. K. Němec	Pájení
*99. Blabolil	Svarování plastických hmot
*106. Trojčský-Vávra	Svarování betonářských výztuží
*112. Kříž	Přehled svarování

### TVÁŘENÍ

*22. Dobrovolný	Lisování kovů, 2. vyd.
*23. Dráček	Kovárství, 2. vyd.
*70. Dobrovolný	Stříhání na lisech
*98. Odehnal	Hluboké tažení
*128. Dobrovolný	Ohýbání na lisích
*131. Dobrovolný	Nové způsoby tváření

### SLÉVÁRENSTVÍ

*24. J. Kraus	Slévárnictví, 2. vyd.
*58. J. Kraus	Výroba ocelových odlisků

*75. Pytlíček	Odlévání ocelových ingotů
*87. Čapka-Grmela	Kovomodelář I.
*88. Čapka-Grmela	Kovomodelář II.
*125.	Dřevomodelář
*126. J. Kraus	Výroba odlisků ze železné litiny
*127.	Členná a úprava odlisků

### TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ, METALURGIE A POVRCHOVÁ ÚPRAVA KOVŮ

*25. Korecký	Teplotní zpracování kovů, 2. vyd.
*56. Princ	Stříhání kovů
*59. Korecký	Úprava povrchu kovů
*69. Dolák-Gabriel	Základy galvanotechniky
*84. L. Hájek	Smalčerství
*96. Kozák	Indukční ohřev
*117. L. Hájek	Lepání
*118. Pokorný	Technologie prátkových kovů
*142.	Školní kalibr

### AUTOMOBILISMUS

*48. O. Beneš	Údržba a opravy automobilů
*49. O. Beneš	Sařování vozidlových motorů

### STROJE — MECHANISMY — ČÁSTI STROJŮ

*34. Bartoš-Kalík-Novák	Strojní součásti (Strojnictví IV) (MŠK)
*35. Dobrovolný	Motory a pracovní stroje
*61. Tobola-Reháček	Obsluha parních kotlů
*62. Reháček	Obsluha jeřábů
*71. Ondrák-Schück	Ocelové pružiny vinuté

### PŘESNÁ MECHANIKA

*43. Hain	Základy přesné mechaniky
*60. Mazurek	Technologie přesné optiky
*80. Sulc	Technologie přesné mechaniky
*85. Martinek-Rehoř	Základy hodinářství
*86. J. Hájek	Mazání hodinových strojů
*92. Mrázek	Matematické stroje
*93. Tala	Optickomechanické přístroje
*94. Kovanda	Přístroje pro měření fyzikálních veličin
*95. Asman	Přístroje automatické regulace

### ORGANIZACE PRÁCE, RACIONALIZACE VÝROBY

*26. Sysel	Technické normování výkonu
*10. Dobrovolný	Organizace práce ve strojírenství
*31. Václavovič	Technologické postupy
*32. J. Beneš	Organizace zlepkovatelství, 2. vyd.
*33. Král	Bezpečnost práce ve strojírenství
*123. Nedvzd	Výrobní linky

### ŘADA STAVEBNÍ LITERATURY

*158. Krulíš	Jak zprávně betonovat
*159. Pendl a kol.	Stavební dělník
*160. Pendl a kol.	Betonář
*161. Kolektiv	Železář
*162. Kolektiv	Zedník
*163. Kolektiv	Teplá
*164. Kloc a Haller	Klempíř tepelných izolací
*165. Kolektiv	Stavební natěrač
*166. Kolektiv	Malíř pokojů

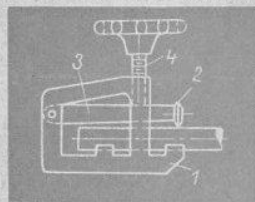
Svazky označené hvězdičkou vyšly nebo vyjdou do konce r. 1963.

Další svazky Kursu se připravují.  
Zajistěte si jejich pravidelný odběr.

## ČASOPIS PRACOVNÍKŮ VE STROJÍRENSTVÍ

## STROJÍRENSKÁ VÝROBA

časopis všech pracovníků ve strojírenských závodech  
informuje o novinkách v technologii a nové technice  
přítupnými, poměrně krátkými články a neuvěřitelně  
přehlednými obrázky. Články jsou psány z praxe a pro praxi,  
poučejí se dělníci, seřizovači, mistr i technolog a kon-  
struktor, právě tak jako hospodářský pracovník. Roz-  
sah jednotlivých čísel 62 stran málostrán. Cena jednoho  
čísla Kčs 3,50. Předplácí se u každého pošt. úřadu — PNS.



STATNÍ NAKLADATELSTVÍ  
TECHNICKÉ LITERATURY





Příruční učební texty

Svazek 39

Josef Růžička

## Broušení ploch na rovinné brusce

DT 621.923.1

Publikace je určena pro dělníky,  
učně a studenty

Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha 1, v září 1963 jako svou 4611. publikaci v řadě knižnice Kurs technických znalostí. Redakce strojírenské literatury. Odpovědný redaktor František Chudárek. Obálku navrhl Metoděj Sychra. Grafická úprava JHf Appl. Vytiskl Mír, novinářské závody, n. p., Praha 1, 100 stran, 58 obrázků, 19 tabulek. Typové číslo L13-B1-IV-41/2912. 7,93 AA, 8,38 VA, D-07\*30285. Náklad 4915 výtisků. Vydání první.

05-61

Cena brožovaného výtisku 4,50 Kčs  
63/III-6-B1

04-274-63 Kčs 4,50

## K dalšímu studiu

Publikace:

Knižnice Kurs technických znalostí:

svazek 18, Broušení (B. Dobrovolný)

svazek 55, Broušení tvarů na rovinné brusce (A. Václavovič—B. Čech)

Časopisy:

Strojírenská výroba, výrobně technický časopis strojírenský. Vydává SNTL, Praha

Odborná výchova, časopis pro výchovu a odbornou přípravu dělníků. Vydává SPN, Praha

Filmy:

Broušení kovů (délka 155 metrů)

Broušení točkových nožů (délka 253 metrů)

Tvarové broušení kovů I (délka 295 metrů)

Tvarové broušení kovů II (délka 314 metrů)

Žádejte seznamy krátkých filmů. Objednávky adresujte na krajské podniky pro film, koncerty a estrády nebo na Ústřední půjčovnu filmů, Praha 1, Národní tř. 28.

Soustavná řada praktických studijních pomůcek, probírající základy techniky v celém rozsahu. Každý svazek je bohatě ilustrován a ukončen. Srozumitelný, zajímavý a názorný výklad uspokojí začátečníky i náročnější čtenáře, samouky, pracující z praxe a hlavně studenty odborných, učňovských a středních škol.

*Základní pojmy z brusířské praxe  
jsou obsahem*

**1. svazku KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY**

## **BROUŠENÍ KOVŮ**

Autor, Bohumil Dobrovolný, zde kromě stručných základů teorie i praxe broušení přehledně popisuje pokrokové pracovní metody v brusířnách.

**Z OBSAHU** — Brusiva a brusné nástroje  
— Stručná teorie broušení  
— Broušený materiál  
— Brusky  
— Brusířské práce

Brusičům ve strojírenství, posluchačům odborných a průmyslových škol.

112 stran, 73 obrázků, brož. 3,70 Kčs 2. vydání

Brožuru dostanete v prodejnách n. p. KNIHA a ve Středisku technické literatury v Praze 1, Spálená 51

**STÁTNÍ NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY**

04-274-63  
05-61 Kčs 4,50