

Eduard Schmidt

Tvarové nože soustružnické

2. doplněné vydání

SNTL

1230
6
KNÍŽNICE STROJIRENSKÉ VÝROBY

Tvarové nože jsou v našich závodech dosud dosti málo rozšířeny, ačkoliv v mnoha případech by pomohly podstatně zvýšit produktivitu práce. Příčinou je neznalost konstrukce a správného používání tvarových nožů, což často vede k neúspěchu při práci s nimi a brání získání důvěry dílenských pracovníků. Knižka dr. Schmidta seznamuje s nejpodstatnějšími základy práce s tvarovými noži a seznamuje čtenáře se zásadami jejich konstrukce, broušení a nastavení na stroji. Kromě přesného řešení profilu tvarových nožů snaží se autor v případech, kde je to možné, seznámit čtenáře s přibližným výpočtem, k němuž stačí znalost pouze základních početních úkonů.

V knize Tvarové nože měl autor těžkou úlohu. Musel popsat tyto často používané nože populárním způsobem, i když bylo nutno osvětlit geometrické přeměny tvarů, které nastanou mezi obrobkem a nožem. Tyto změny si musí dělník – pracující s tvarovými noži – nejen uvědomit, ale musí jim blíže porozumět. Autorovi se v knize podařilo tento poměrně těžký problém podat jasnou formou. Výpočty jsou uváděny jen v nezbytných případech a pro usnadnění práce jsou v knižce zařazeny tabulky inž. A. Rezáče, pomocí nichž lze rychle řešit profily nožů.

Některá speciální řešení úprav tvarových nožů vyžadují však bezpodmínečně znalost alespoň základů goniometrie, takže někteří čtenáři budou moci plně vytěžit všechny možnosti z předkládané látky pro svoji práci jen za pomoci technika nebo inženýra.

Příručku lze označit jako jednu z mála publikací, která značně populárním způsobem pro široký okruh pracovníků, přitom však plně odborně a vědecky zpracovává odbornou technickou látku.

KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

svazek 6

Eduard Schmidt

**Tvarové nože
soustružnické**

1230
6. svazek KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

UHERSKÝ BROD
technická knihovna

SNTL

621.9.025

1230
6. svazek KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

Inž. Dr. Eduard SCHMIDT

Tvarové nože soustružnické

2. doplněné vydání

PŘESNÉ STROJÍRENSTVÍ
r. úrodní podnik
UHERSKÝ BROD
technická knihovna

PRAHA 1961

SNTL

STÁTNÍ NAKLADATELSTVÍ
TECHNICKÉ LITERATURY

Knižka se zabývá základy práce s tvarovými noži a zásadami jejich konstrukce, broušení a nastavení na stroji. Kromě přesného řešení profilu radiálních plochých a kotoučových tvarových nožů a tangenciálních tvarových nožů je uveden i přibližný výpočet, vyžadující znalost pouze základních početních úkonů.

Je určena hlavně pro mistry, nástrojaře a kvalifikované soustružníky ve strojírenství i jako pomůcka pro odborné školy a závodní školy práce.

Lektorovali Vladimír Roček, AZNP, Mladá Boleslav
a inž. Antonín Řezáč

Redakce strojírenské literatury
© Inž. dr. Eduard Schmidt, 1961

OBSAH

Předmluva	7
1. Úvod	9
2. Druhy tvarových nožů	11
3. Úprava bříty tvarových nožů	16
4. Profil radiálních nožů	18
5. Konstrukce a rozměry tvarových nožů	54
6. Tvarové nože vykloněné ve vodorovné rovině	65
7. Tvarové nože bočně vykloněné	70
8. Tvarové nože se šroubovitými boky	73
9. Tangenciální nože	76
10. Broušení profilu tvarových nožů	81
11. Nastavení tvarových nožů na stroji	99
12. Ostření tvarových nožů	103
Literatura	107

5

PŘEDMLUVA

Knižnice strojírenské výroby je určena především dělníkům, mistrům a řadovým pracovníkům technologických oddělení. Autor, jenž byl pověřen úkolem vypracovat stať o tvarových nožích, byl nucen uvažovat o vhodném postupu, jak vyložit problematiku těchto nástrojů pracovníkům, kteří se nikdy nezabývali konstrukcí. Chceme-li se totiž zabývat tvarovými noži, musíme vědět, jak se určuje jejich tvar, upnutí a nastavení na stroji. To jsou sice záležitosti, které musí být řešeny konstruktérem se zřetelem na používané technologické pomůcky, avšak musí být v zásadě jasny i pracovníkům, kteří tvarové nože vyrábějí a jich používají.

Nejdůležitější operací je tvarové broušení, pro které jsou vybíráni zkušební brusiči, kteří většinou umějí zacházet s trigonometrickými tabulkami a chápou důležitost přísných požadavků na přesnost nástroje. Kniha, která má být pomůckou hlavně pro tyto pracovníky, musí zvláště v tomto oboru hledat cestu, jak je přiblížit myšlení konstruktérů. Často se mluví o požadavku technologičnosti konstrukce, o nutnosti, aby strojírenská konstrukce byla založena na znalosti výrobního postupu; méně často se uvažuje o tom, že naopak i technolog má ovládat základy konstrukce, a o to jde ve značné míře u tvarových nožů. Proto ve všech pojednáních a v pomůčkách psaných pro nejšířší kádry jsou obsaženy matematické vztahy výpočtu tvarových nožů, i když slouží jen k objasnění látky a nepředpokládá se, že jich čtenáři budou k výpočtu nožů používat.

V této knížce je uveden zjednodušený postup při výpočtu profilu, velká pozornost je věnována otázce přesnosti a je naznačen i postup při přesnějším určování tvaru, při čemž se předpokládá základní znalost geometrických funkcí, práce s goniometrickými tabulkami a znalost počítání s logaritmy. Od odvozování základních matematických vztahů bylo upuštěno a čtenář je odkázán na příslušnou odbornou literaturu.

7

Nelze v úzkém rámci této publikace probrat podrobně všechna řešení, která vyhovují novým požadavkům na tvarové nástroje, zvláště se zřetelem na zlepšování jejich řezivosti. Je naznačen pouze princip některých nových konstrukcí. Čtenářům, kteří se chtějí informovat podrobněji o nových konstrukcích tvarových nožů, jsou doporučeny v seznamu literatury další pomůcky.

8

ostří, zaoblení špičky atd. s ohledem na obráběný materiál, na tvar obráběného předmětu a na žádanou jakost jeho povrchu. Tvar a rozměr břítu tu mohou být do určité míry libovolné; výsledný tvar obrobku na nich nezávisí, protože vzniká jako výsledek pohybu nástroje vzhledem k obrobku a je tedy určen kinematikou¹⁾ obráběcího stroje. Máme tedy značnou volnost v úpravě nástroje.

Při obrábění tvarovými noži, kterými se tvoří celý, často složitý tvar předmětu najednou tak, jako bychom pracovali nástrojem složeným z několika jednoduchých nožů, nelze vždy dát nástroji tvar, který by zaručil nejvýhodnější řezné podmínky na všech částech jeho profilu. Jsme mimo jiné nuceni konstruovat nástroj tak, aby se dal vyrobit hospodárně ne vždy dokonalými výrobními prostředky, což lze někdy splnit jen na úkor řezných vlastností nástroje. Velmi často záleží na zručnosti a zkušenosti konstruktéra, má-li se dosáhnout uspokojivých výsledků.

Konstrukce tvarových nožů musí zaručit stálý profil, který se zachová i po mnohonásobném ostření, a zajistit nejvýhodnější řezné vlastnosti na celém profilu. Dále je třeba vyřešit způsob upnutí a nastavování nástroje do správné polohy při obrábění, což žádá znalost obráběcího stroje a jeho upínacích prvků. Tvarové nástroje jsou proto konstrukčně dosti náročné. Používá se jich zvláště na revolverových a automatických soustružích, na kterých není často dosti místa, aby se mohlo pracovat jednoduchými nástroji. Tvarové nástroje na těchto strojích umožňují pak obrábět celou součást na jedno upnutí.

Výhody stálého tvaru se využívá u pomocných nástrojů pro pod-soustruhování tvarových fréz a vrtáků. Typické a velmi rozšířené druhy tvarových nožů jsou závitorezné nože. Při výrobě nástrojů na ozubená kola, např. modulových a odvalovacích fréz, se dosáhne přesného profilu tvarovými noži, na nichž se proto žádá velká přesnost. Přesný, nezřídka obtížný výpočet profilu nožů je tu zcela na místě.

¹⁾ Kinematika jedné o pohybech útvarů bez zřetele na síly. Určuje výslednou dráhu útvaru, jeho rychlost a zrychlení v kterémkoliv okamžiku pohybu. Kinematika stroje určuje veškeré možné pohyby jednotlivých pohyblivých částí stroje.

10

1. Úvod

V sériové výrobě se žádá, aby profil vyrobených částí byl stejný v mezích dovolených úchylek. Předepsaný profil bývá složitý, skládá se z částí omezených přímkami, kružnicemi nebo obecnými křivkami a vyžaduje často značnou zručnost dělníka, má-li být zhotoven přesně a hospodárně univerzálními pomůckami, jako jsou běžné soustruhy, frézky a brusky, normální nástroje atd.

Tvarovými noži se obrábí celý, často velmi složitý tvar najednou, čímž se produktivita výroby podstatně zvýší a tvarový nůž se stává důležitou pomůckou v sériové výrobě strojních součástí a ve výrobě složitějších tvarových nástrojů, jako fréz, vrtáků, protahováků, závitorezných nástrojů aj.

Výhody tvarových nožů jsou všeobecně známy a uznávány, nahrazují několik jednoduchých nástrojů a obrábějí složité tvary v jedné operaci s přesností, která se řídí požadavky výroby. Širšímu zavedení tvarových nožů však často brání nedostatečná znalost jejich funkce a jejich výroby. Při konstrukci a výrobě tvarových nožů je třeba dbát některých zásad; nedodrží-li se, nástroj selhává. U velmi přesných nástrojů jsou pak nezbytné poměrně složité výpočty, na které nebývá v závodech dosti času.

V této knížce chceme osvětlit způsob práce tvarových nožů a vyloučit zásady jejich konstrukce. Velmi často dosáhneme cíle zkráceným postupem uvedeným v dalších státech. U některých nožů zvláštní konstrukce a tam, kde se žádá velká výrobní přesnost, je však nutný přesný výpočet, který vysvětlíme alespoň pro hlavní druhy tvarových nožů.

U jednoduchých soustružnických nožů, u ubíracích, zapichovacích a upichovacích nožů aj., upravujeme břit ostřením tak, aby se dosáhlo největší produktivity obrábění, volíme úhly čela a hřbetu, úhly nastavení

9

Se zlepšením technologie výroby tvarových nástrojů se rozšiřuje i jejich používání např. při soustružení, hoblování a obrábění, jde-li o přesnou reprodukci tvaru vyráběných částí.

Konstruktér tvarových nožů si musí ujasnit jejich výrobní postup, který závisí na vybavenosti nářadovny hlavně bruskami a kontrolními pomůckami. Nářadovny u velkých strojírenských podniků mají obvykle moderní zařízení na tvarové broušení a ke kontrole profilů, které umožňuje přesnou výrobu tvarových nástrojů, vyhovujících i nejpřísnějším požadavkům strojírenské výroby. Často však, zvláště v menších závodech, se vyrábějí tvarové nástroje i za okolností méně příznivých, kdy nelze dosáhnout nejvyššího stupně přesnosti. Konstruktér nástroje si musí uvědomit, které podmínky je možno a které je nutno splnit, aby se vyhovělo požadavkům výroby.

Výroba tvarových nožů má být zajištěna kvalitními stroji a kontrolními pomůckami. Náš strojírenský průmysl má dobré kádry specializovaných dělníků, kteří ovládají techniku broušení a přesného měření, takže je splněn důležitý předpoklad pro úspěšný rozvoj těchto nástrojů. Nedostatky bývají v neznalosti jejich funkce a podmínek, při nichž se dají používat.

V této příručce vysvětlujeme základní geometrické vztahy, které slouží k určování profilu tvarových nožů a postup výpočtu s ohledem na žádanou přesnost nástroje. Konstrukce tvarových nožů závisí především na obráběcím stroji, pro který jsou určeny. Jím je určen výkon, způsob upnutí i nastavování a hlavní rozměry nožů, které jsou vázány velikostí volného prostoru.

Nové požadavky na tvarové nože vznikly zaváděním slitných karbidů v sériové výrobě. Profilové broušení slitných karbidů je namnoze ještě technologickým problémem, který není úplně vyřešen.

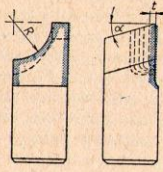
2. Druhy tvarových nožů

Tvarové nože se konstruují jako normální nože soustružnické s tělesem čtyřhranným (obr. 2.1.) nebo válcovým (obr. 2.2.) Výhoda těchto

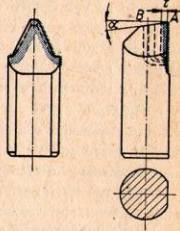
PRŮMYSL STROJIRENSTVÍ
1. únor 1951
ÚHERSKÝ BRD
technická knihovna

11

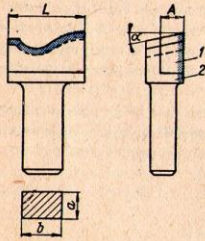
nožů je v tom, že je lze upnout do suportu soustruhu jako normální soustružnické nože. Hlava těchto nožů, tj. jejich činná část, je u větších



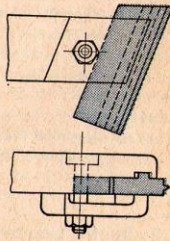
Obr. 2.1. Zaoblovací nůž soustružnický



Obr. 2.2. Závitový nůž s válcovým tělesem



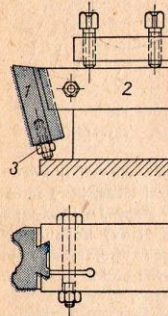
Obr. 2.3. Ploché tvarový nůž
1 – břitová destička rychlořezná;
2 – těleso z uhlíkové oceli



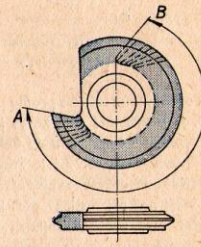
Obr. 2.4. Prismatický závitový nůž

rozměrů z rychlořezné oceli a je obvykle navařena nebo mechanicky upněna na tělese z uhlíkové konstrukční oceli. Po otupení se tyto nože ostří jen na čele, aby se zachoval jejich přesný profil. Úběr vrstev při postupném ostření je znázorněn na obr. 2.1. a obr. 2.2. Životnost takového nože je krátká, neboť počet těchto vrstev tloušťky t je poměrně malý. Používá se jich proto zejména k obrábění menších sérií.

Je-li nožem opracováván profil široký, mluvíme o plochých nožích, jejichž hlavy mají tvar desek (obr. 2.3) navařených nebo mechanicky upnutých na tělese. Tloušťka profilované části A plochých nožů je v poměru k šířce L malá. Takových nožů se běžně používá k podsoustružení tvarových fréz a vrtacích nástrojů.



Obr. 2.5. Prismatický tvarový nůž
1 – nůž; 2 – držák; 3 – opěrný šroub

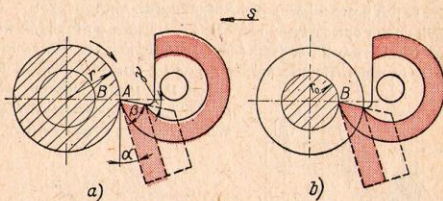


Obr. 2.6. Kotoučový závitový nůž

Životnost tvarových nožů se prodlouží, zvětšíme-li výšku profilové části nože. Vznikají tzv. prismatické (hranolové) nože, u nichž je přípustný počet přeastření větší než u plochých nožů. Typický prismatický nůž závitový na obr. 2.4 má několikrát větší životnost než nůž podle obr. 2.2. Prismatické nože se uplatňují zvláště na mnohavřetenových automatech. Upínají se obvykle v rybinovitém vybrání na zadní části

nože (obr. 2.5). Výsledný tlak obrábění jde přibližně ve směru podélné osy nože a bývá zachycen opěrným šroubem.

Pro názornost si lze představit, že profily plochých i prismatických tvarových nožů vznikají posouváním určitého profilu podél přímky, která je tvořící přímkou hřbetu nože.



Obr. 2.7. Radiální tvarový nůž
 S – směr posuvu; γ – úhel čela; α – úhel hřbetu

Posouváním stálého profilu po obvodu kruhu vznikají kotoučové nože. Jsou výhodné tím, že to jsou rotační tělesa, která se obrábějí soustružením a broušením do kulata, tedy běžnými a přesnými výrobními způsoby. Na obr. 2.6 je znázorněn závitový kotoučový nůž, který se dá odbrušovat na velké části obvodu od A do B, a má tedy životnost ještě větší než prismatický nůž. Kotoučovými noži se mohou obrábět i vnitřní tvary, protože zaujímají málo místa.

Kromě poddruhu rozlišujeme tvarové nože i podle způsobu záběru. Nejčastější je případ radiálního³⁾ záběru, který je možný u všech druhů tvarových nožů. Záběr začíná v bodu A (obr. 2.7a) na poloměru r a končí na nejmenším obráběném poloměru r_0 v bodu B (obr. 2.7b). Vrchol radiálního nože se pohybuje ve směru poloměru obrobku. Nejběžnější jsou tvarové nože s radiálním posuvem, které mají čelo a osu

³⁾ Radiální – poloměrový, ve směru poloměru. Slovo je odvozeno od slova radius = poloměr. Radiální nůž je tedy nůž, jehož posuv do záběru je rovnoběžný s přímkou, spojující střed kružnice s bodem na kružnici, v němž se bít nože dotýká obrobku.

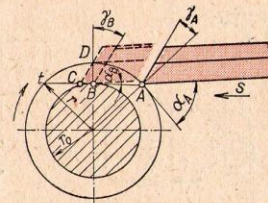
(u kotoučových nožů) nebo ložnou rovínu (u prismatických nožů) rovnoběžnou s osou obrobku. Jsou konstrukčně i výrobně nejjednodušší a označujeme je jako základní radiální nebo posuvně jako radiální nože na rozdíl od zvláštních tvarových nožů. Pro základní tvarové nože jsou vypracovány ustálené výpočtové postupy, které uvádíme dále.

Jiný druh nožů jsou nože tangenciální³⁾ (obr. 2.8). Jejich vrchol (břit) zabírá ve směru tečny k obrobku, začíná na povrchu obrobku v bodu A, pokračuje ve směru tečny t a končí v bodu B

na nejmenším poloměru obrobku. Tangenciální nože mají tu výhodu, že tangenciální dráha AB je delší, než by byla radiální dráha BD (obr. 2.8), tedy průměrné zatížení tlakem při obrábění je menší. Nevýhoda však je v tom, že se skutečné řezné úhly v průběhu obrábění na dráze AB značně mění. Tak je podle obr. 2.8 počáteční úhel čela γ_A záporný (negativní) a přechází během obrábění na kladný (pozitivní) úhel γ_B na konci dráhy záběru v bodě B. Úhel hřbetu se během obrábění značně mění: zmenšuje se z počáteční hodnoty α_A na konečnou hodnotu α_B .

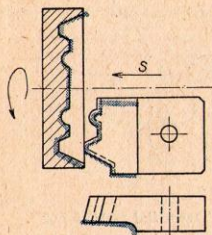
Tangenciálními noži se obrábějí dlouhá a nedostatečně tuhá obrobky, je-li hloubka odebrané vrstvy malá. Hloubka vrstvy, tj. rozdíl mezi největším a nejmenším obráběným poloměrem $(r - r_0)$, nemá být větší než $0,25r$. Práce nože končí, když je vyřiznut celý profil v radiálním řezu BD a nůž dosáhne přesahu v bodu C.

³⁾ Tangenciální – tečný, ve směru tečny, tj. přímkou, dotýkající se křivky v jednom bodě a jdoucí ve směru kolmém na poloměr zakřivení křivky v bodu dotyku. U kružnice je poloměr zakřivení v každém bodu roven poloměru kružnice.

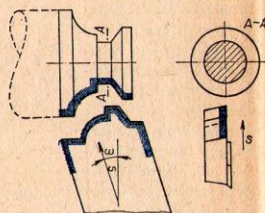


Obr. 2.8. Tangenciální tvarový nůž
 S – směr posuvu; γ_A – počáteční úhel čela;
 γ_B – konečný úhel čela; α_A – počáteční úhel hřbetu; α_B – konečný úhel hřbetu;

Tvarové nože se posunují do záběru též axiálně,⁴⁾ tj. rovnoběžně s osou soustružení. Tyto nože slouží např. k vyvrtávání tvarových dutin nebo k obrábění tvarových drážek (obr. 2.9.).



Obr. 2.9. Axiální tvarový nůž



Obr. 2.10. Tvarový nůž se šikmým posuvem pod úhlem ω

Posuv do záběru může být i šikmý, jak je znázorněno v obr. 2.10, kde je směr posuvu nože skloněn proti radiálnímu směru o úhel ω. Takovými noži se pracuje např. při šikmém podsoustružení tvarových fréz.

Ze stručného přehledu vidíme, že tvarových nožů se používá pro různé způsoby záběru; nejčastěji se ovšem setkáváme s radiálním záběrem, kterému proto věnujeme hlavní pozornost.

3. Úprava břítu tvarových nožů

Úhly na břitech tvarových nožů (obr. 2.7) volíme pokud možno podle stejných zásad jako u obyčejných soustružnických nožů.

⁴⁾ Axiální — osový, ve směru osy. Např. axiální nůž je nůž, jehož osa (činná část) je rovnoběžná s osou obrobku.

Úhel čela γ se určí se zřetelem na obráběný materiál podle tab. 3.1.

Tabulka 3.1

Obráběný materiál	Mechanické vlastnosti				Úhel čela γ ^o pro nože z rychlořezné oceli
	pevnost v tahu σ _{Ft} kg/mm ²		tvrdost podle Brinella H _B		
	od	do	od	do	
Měď, hliník	—	—	—	—	20 až 35
Ocel	—	50	—	150	15 až 25
Ocel	50	80	150	235	10 až 15
Ocel	80	100	235	290	5 až 12
Ocel	100	120	290	350	3 až 5
Bronz, mosaz	—	—	—	—	0 až 5
Litina	—	—	—	150	10 až 15
Litina	—	—	150	200	12
Litina	—	—	200	250	8

Úhel hřbetu α se obvykle volí 8 až 15°. U nožů tangenciálních se volí 3 až 5°. Na počátku záběru je úhel hřbetu mnohem větší a velikost úhlu 3 až 5° se uplatní jen v posledním úseku při dokončování profilu.

Větší úhly hřbetu jsou nezbytné u nožů na podsoustružení. Volí se 15 až 20° i větší, protože se skutečný úhel hřbetu mezi nožem a obráběným předmětem během podsoustružení zmenšuje.

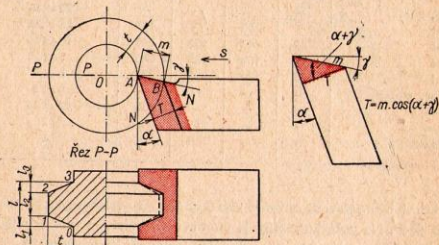
$$\text{Úhel břítu } \beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma), \quad (1)$$

který určuje rozvětvení břitového klínu a na němž závisí pevnost břítu a jeho schopnost odvádět při obrábění vznikající teplo, nemá být menší než 45°, obrábějí-li se oceli s pevností v tahu nad 80 kg/mm², a ne menší než 30°, obrábějí-li se měkké a tažné materiály (měď, hliník apod.).

Zajistit dostatečně velké úhly hřbetu ve všech částech profilu nože je někdy u tvarových nožů obtížné; má-li se dosáhnout uspokojující životnosti, bývá třeba volit zvláštní konstrukce, odlišné od základních druhů.

4. Profil radiálních nožů

Kotoučové nože tvarové se profilují na soustruzích noží nebo na bruskách kotouči s profilem shodným s osovým řezem vyráběného kotoučového nože. Profil plochých nebo prizmatických nožů, které můžeme pokládat za kotoučové nože s nekonečně velkým poloměrem, dokončuje se hoblováním na hoblovice nebo broušením na rovinné brusce tak, aby posuv byl rovnoběžný s tvořícími přímkami hřbetu nože.



Obr. 4.1. Závislost mezi profilem obrobku a profilem prizmatického nože

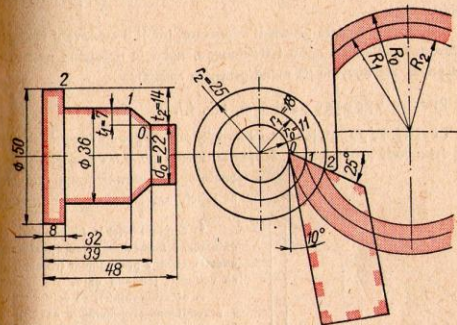
Pro výrobu nožů potřebujeme znát normální profil prizmatických a plochých nožů, tj. profil v rovině kolmé na tvořící přímkou hřbetu, a u kotoučových nožů osový profil nože.

Určit normální profil prizmatického nože nebo osový profil kotoučového nože z osového profilu obrobku tak, aby při obrábění tvarovým nožem vznikl na obráběné části dostatečně přesný profil předepsaný na výkrese, je důležitým úkolem konstruktéra nástroje.

Závislost mezi profilem obrobku a profilem plochého nebo prizmatického nože je patrna z obr. 4.1 na příkladu součásti s lichoběžníkovým profilem. Znázorněn je základní případ, kdy rovina čela nože je rov-

noběžná s osou obrobku a břit nože je ve výši hrotů soustruhu a pohybuje se radiálně podél poloměru OA.

Jednotlivé body (uzly)⁵⁾ profilu obrobku v řezu PP mají vzdálenosti ve směru osy obrobku l₁, l₂ a l₃, které se přenášejí na nůž ve skutečné velikosti.



Obr. 4.2. Tvar a rozměry profilu obrobku

Profil nože se odlišuje od profilu obrobku hloubkami tvaru. Závislost mezi oběma profilem se vyšetří takto: Hloubka profilu obrobku t se promítne do roviny čela nože jako úsek m. Hloubka profilu nože T v normální rovině se vypočte z pomocného úseku m podle rovnice

$$T = m \cdot \cos(\alpha + \gamma).$$

⁵⁾ Uzel — bod profilu, důležitý k určení tvaru, např. přechod z válcového profilu na kuželový, koncové body zaoblení profilu apod. Výraz je převzat z sovětské odborné literatury a poměrně dobře vyjadřuje, že jde o základní (uzlové) body profilu.

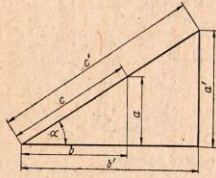
Rozdíl mezi hloubkou profilu obrobku t a mezi pomocným úsekem m je tím větší, čím větší je úhel čela γ . Na velikost hloubky profilu nože T pak má podle rovnice (2) vliv kromě úseku m i úhel hřbetu α a úhel čela γ .

Pomocné úseky m jsou při určování profilu tvarových nožů velmi důležité, a proto se s tímto pojmem setkáváme velmi často při výpočtu profilu nožů.

Úseky m určujeme přesným výpočtem, jde-li o stanovení rozměrů s přesností setinovou nebo i tisícinovou, nebo je určujeme některým zkráceným, ale obvykle již méně přesným způsobem.

Přesný výpočet úseků m , tab. 4.1.

Přesný výpočet, jehož schematický postup pro stanovení úseků m_1 a m_2 dvou bodů profilu na obr. 4.2 je naznačen v tab. 4.1, vyžaduje základní znalost goniometrických funkcí⁶⁾ a jejich odečítání v goniometric-



6) Goniometrické funkce — též úhlové funkce — vyjadřují závislost poměrů stran v pravouhlém trojúhelníku na velikosti jednoho úhlu.

Z nártku vidíme, že velikost úhlu v pravouhlém trojúhelníku nezávisí na délce jeho stran, nýbrž na jejich poměru. To znamená, že úhly pravouhlého trojúhelníku budou stejné, pokud mezi jejich stranami a, b, c a a', b', c' platí vztah:

$$\frac{a}{c} = \frac{a'}{c'} = \sin \alpha - \text{sinus úhlu je dán poměrem odvěsny protilehlé úhlu a přepony pravouhlého trojúhelníku;}$$

$$\frac{b}{c} = \frac{b'}{c'} = \cos \alpha = \text{kosinus úhlu je dán poměrem odvěsny přilehlé úhlu a přepony pravouhlého trojúhelníku;}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'} = \text{tg } \alpha - \text{tangens úhlu je dán poměrem odvěsny protilehlé úhlu a odvěsny přilehlé úhlu;}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{b'}{a'} = \text{cotg } \alpha - \text{kotangens úhlu je převrácená hodnota tangens úhlu, tj. je dán poměrem odvěsny přilehlé úhlu a odvěsny protilehlé úhlu.}$$

kých tabulkách. Tento výpočet předpokládá i znalost počítání s logaritmy⁷⁾, která není nutná, avšak výpočet velmi zrychluje a zpřesňuje. V poznámce u tabulky 4.1 je naznačen postup bez použití logaritmu.

Vycházíme od bodu O , který leží na nejmenším průměru profilu $r_0 = d_0/2 = 11$ mm. Obráběná část má

v uzlu 1 hloubku profilu $t_1 = r_1 - r_0 =$

$$= 18 - 11 = 7 \text{ mm,}$$

v uzlu 2 pak $t_2 =$

$$= r_2 - r_0 = 25 - 11 =$$

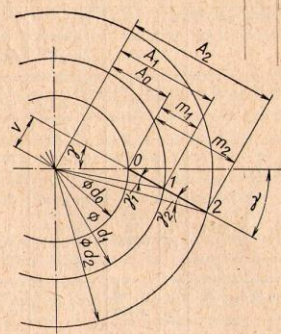
$$= 14 \text{ mm.}$$

Při výpočtu se použije pomocných úseků v, A_0, A_1 a A_2 a pomocných úhlů γ, γ_1 a γ_2 , jejichž význam je zřejmý z obr. 4.3. Výpočet se postupně opakuje pro všechny body (uzly) profilu, které chceme určit přesně.

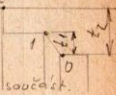
Pro přehlednost výpočtu, popř. rychlejší zjištění chyb výpočtu, se doporučuje zaznamenávat výpočet v tabulce podle uvedeného vzoru.

7) Logaritmus čísla — je mocnitél, jímž je třeba umocnit daný základ, abychom dostali dané číslo. Nejběžnější jsou logaritmy dekadické, kde základ je číslo 10. Příklad: $10^2 = 100$, kde je: 10 — základ logaritmu, 100 — dané číslo.

2 — logaritmus čísla '100 při základu 10. Logaritmy čísel lze nalézt v logaritmických tabulkách, kde je uvedena tzv. mantisa, ke které je třeba přičíst charakteristiku logaritmu. Charakteristika logaritmu se rovná řádovému udavatelí nejvyššího místa daného čísla. Řádový udavatel jedniček je 0, desítek 1, set 2, tisíců 3 atd.



Obr. 4.3. Pomocné úseky při výpočtu hloubek profilu na čele nože



SOUČÁST

Tabulka 4.1
Výpočet pomocných úseků radiálního tvarového nože pro součást v obr. 4.2

Vzorec	Dáno	Logaritmus	Vypočteno
$v = r_0 \cdot \sin \gamma$	r_0 11 mm γ 25°	$\log r_0$ 1, 04 139	$v = 4,649^8)$
		$\log \sin \gamma$ 9, 62 595 — 10	
$A_0 = r_0 \cdot \cos \gamma$	r_0 11 mm γ 25°	$\log r_0$ 1, 04 139	$A_0 = 9,969$
		$\log \cos \gamma$ 9, 95 728 — 10	
$\sin \gamma_1 = \frac{v}{r_1}$	v 4,649 r_1 18	$\log v$ 0, 66 734	$\gamma_1 = 14^\circ 58'$
		$-\log r_1$ — 1, 25 527	
$A_1 = r_1 \cdot \cos \gamma_1$	r_1 18 γ_1 14°58'	$\log r_1$ 1, 25 527	$A_1 = 17,390$
		$\log \cos \gamma_1$ 9, 98 501 — 10	
$m_1 = A_1 - A_0$	A_1 17,390 A_0 9,969 m_1 7,421		$m_1 = 7,421$
$\sin \gamma_2 = \frac{v}{r_2}$	v 4,649 r_2 25	$\log v$ 0, 66 734	$\gamma_2 = 10^\circ 43'$
		$-\log r_2$ — 1, 39 794	
$A_2 = r_2 \cdot \cos \gamma_2$	r_2 25 γ_2 10°43'	$\log r_2$ 1, 39 794	$A_2 = 24,560$
		$\log \cos \gamma_2$ 9, 99 236 — 10	
$m_2 = A_2 - A_0$	A_2 24,560 A_0 9,969 m_2 14,591		$m_2 = 14,591$

8) Postup výpočtu bez použití logaritmu:
Z goniometrických tabulek je $\sin 25^\circ = 0,42262$,
 $v = r_0 \cdot \sin 25^\circ = 11 \cdot 0,42262 = 4,6488$ mm.
Stejně lze počítat i ostatní údaje.

Naznačený postup nelze podstatně zjednodušit, chceme-li určit profil tvarových nožů přesně. Máme-li vypočítat rozměry nože se setinovou přesností, musíme veškeré hodnoty počítat na tisíciny milimetru. Tento výpočet bývá dosti pracný, je však výhodný tím, že jej můžeme ještě zpřesnit použitím několikamístných logaritmu, např. šesti- nebo sedmimístných místo pětimístných. Někdy stačí, počítáme-li tímto způsobem jen důležité uzlové body. Ostatní body lze určit jednodušším způsobem, např. pomocí dále uvedených tabulek 4.11.

Hloubky profilu v čele nože (úseky m) se určují stejně pro prizmatické i kotoučové nože a při vnějším i vnitřním obrábění, jen s tím rozdílem, že u vnějších nožů vycházíme při výpočtu podle tab. 4.1 od nejmenšího tzv. základního poloměru r_0 , který se vyznačuje tím, že nímí volený, skutečný úhel čela γ se vytvoří na tomto poloměru a že proto volíme tento poloměr za podklad výpočtu. Na druhých poloměrech má skutečný úhel čela hodnoty jiné, tak např. jsou to v obr. 4.3 úhly γ_1 pro bod 1 a γ_2 pro bod 2.

Na vnějším kotoučovém noži je, jak patrné z obr. 4.2, na největším poloměru nože bod O , který současně leží na nejmenším poloměru obrobku. Určujeme-li hloubky profilu nože od největšího jeho poloměru, pak musíme na obrobku vycházet od poloměru nejmenšího. Toto pravidlo je třeba dodržovat, máme-li výpočet provádět soustavně a přehledně.

Z těchto důvodů vycházíme při výpočtu vnitřních nožů od největšího průměru na obrobku, který je u kotoučového nože sdružen s největším poloměrem nože.

Výpočet pomocných úseků m podle tab. 4.1 je dosti pracný, a proto byly sestaveny pro nejčastěji používané radiální nože různé číselné tabulky, které umožňují zrychlené určení těchto rozměrů. Uvádíme zkrácený výpočet pomocí takovýchto tabulek, vypracovaných inž. A. Řezáčem.

Výpočet úseků m pro vnější obrábění, tab. 4.11. — zkrácený

Hodnoty v této tabulce jsou určeny vždy pro větší poloměr toho kterého úseku. Je-li hloubka bodu na profilu t , pak k ní přísluší poloměr obrobku

$$r = r_0 + t,$$



kde r_0 je poloměr základní kružnice, na které je mezi nožem a obrobkem skutečný, námi pro výpočet nože zvolený úhel čela.

Úseky m na čele nože se určí z rovnice

$$m = k_1 \cdot t,$$

kde k_1 je konstanta závislá na úhlu čela γ a na poměru

$$\frac{t}{r} = \frac{t}{r_0 + t}$$

Hodnoty této konstanty jsou pro vnější obrábění uvedeny v tab. 4.11.

Příklad: Je dán základní poloměr obrobku $r_0 = 11$ mm, hloubka profilu $t = 7$ mm a úhel čela $\gamma = 25^\circ$.

$$\text{Poměr } \frac{t}{r} = \frac{7}{18} = 0,389.$$

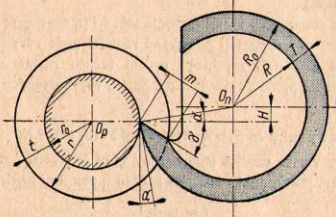
V tab. 4.11 je nejbližší nižší hodnota tohoto poměru 0,38 které odpovídá $k_1 = 1,06092$ a nejbližší vyšší hodnota 0,39, které odpovídá $k_1 = 1,05987$.

Rozdíl 0,39 - 0,38 odpovídá rozdílu konstant k_1

$$\Delta = 0,00105, \text{ který se dá odečíst z tabulky.}$$

(Pokračování na str. 31.)

Zkrácené určování úseků $m = k_1 \cdot t$ na čele nože (podle Inž. A. Rezáče) Tabulka 4.11



Hodnoty k_1 pro vnější obrábění

t/r	$\gamma = 10^\circ$	Δ	15°	Δ	20°	Δ	t/r
0	1,01543	16	1,03528	37	1,06418	70	0
0,01	527	16	491	37	348	69	0,01
2	511	16	454	37	279	70	2
3	495	16	417	37	209	69	3
4	479	16	380	37	140	70	4
0,05	1,01463	16	1,03343	37	1,06070	70	0,05
6	447	16	307	37	1,06001	70	6
7	431	16	270	37	1,05931	70	7
8	415	16	233	36	861	69	8
9	399	16	197	36	792	69	9
0,10	1,01384	15	1,03160	37	1,05722	70	0,10
1	368	16	124	37	653	68	1
2	352	16	087	36	585	68	2
3	336	16	051	36	517	69	3
4	320	16	1,03014	37	448	68	4
0,15	1,01304	15	1,02978	37	1,05380	68	0,15
6	289	16	941	36	312	67	6
7	273	16	905	37	245	68	7
8	257	16	868	36	177	68	8
9	242	15	832	36	109	68	9
0,20	1,01226	16	1,02795	37	1,05042	67	0,20
1	210	16	759	36	1,04975	67	1
2	194	15	723	36	908	66	2
3	179	16	687	37	842	67	3
4	163	16	650	36	775	67	4
0,25	1,01147	15	1,02614	36	1,04708	66	0,25
6	132	16	578	36	642	66	6
7	116	16	542	36	575	67	7
8	101	15	505	37	509	66	8
9	085	16	469	36	442	67	9
0,30	1,01070	15	1,02433	36	1,04376	66	0,30
1	54	16	398	35	311	65	1
		16		36		65	

Hodnoty k_1 pro vnější obrábění (Pokračování tab. 4.11)

t/r	$\gamma = 10^\circ$	Δ	15°	Δ	20°	Δ	t/r
2	38	15	362	35	246	66	2
3	23	16	327	36	180	65	3
4	1,01007	15	291	35	115	65	4
0,35	1,00992	15	1,02256	36	1,04050	65	0,35
6	977	16	220	35	1,03985	65	6
7	961	15	185	36	920	65	7
8	946	16	149	35	855	65	8
9	930	15	114	36	790	65	9
0,40	1,00915	15	1,02078	36	1,03725	65	0,40
1	899	16	043	35	661	64	1
2	884	15	1,02008	35	597	64	2
3	868	16	1,01972	36	532	65	3
4	853	15	937	35	468	64	4
0,45	1,00837	16	1,01902	35	1,03404	64	0,45
6	822	15	866	36	340	64	6
7	807	16	831	35	276	64	7
8	791	16	796	35	213	63	8
9	776	15	760	36	149	64	9
0,50	1,00761	15	1,01725	35	1,03085	64	0,50
1	745	16	690	35	1,03022	63	1
2	730	15	655	35	1,02959	64	2
3	715	15	620	35	895	63	3
4	700	15	585	35	832	63	4
0,55	1,00684	16	1,01550	35	1,02769	63	0,55
6	669	15	515	35	706	63	6
7	654	15	480	35	643	63	7
8	639	15	445	35	580	63	8
9	623	16	410	35	517	63	9
0,60	1,00608	15	1,01375	35	1,02454	63	0,60
1	593	15	340	34	392	62	1
2	578	15	306	35	330	62	2
3	563	16	271	34	267	62	3
4	547	15	237	35	205	62	4
0,65	1,00532	15	1,01202	35	1,02143	62	0,65
6	517	15	168	34	080	63	6
		15		35		62	

Hodnoty k_1 pro vnější obrábění (Pokračování tab. 4.11)

t/r	$\gamma = 10^\circ$	Δ	15°	Δ	20°	Δ	t/r
7	502	15	133	34	1,02018	62	7
8	487	16	099	35	1,01956	63	8
9	471	15	064	35	893	62	9
0,70	1,00456	15	1,01029	35	1,01831	62	0,70
1	441	15	1,00995	34	769	62	1
2	426	15	960	35	707	62	2
3	411	15	926	34	646	61	3
4	395	16	891	35	584	62	4
0,75	1,00380	15	1,00857	34	1,01522	62	0,75
6	365	15	822	34	461	62	6
7	350	15	788	35	399	62	7
8	334	16	753	34	337	61	8
9	319	15	719	34	276	61	9
0,80	1,00304	15	1,00684	35	1,01214	62	0,80
1	289	15	649	35	152	61	1
2	274	16	615	34	091	61	2
3	258	15	581	35	1,01030	61	3
4	243	15	546	35	1,00969	61	4
0,85	1,00228	15	1,00512	34	1,00909	61	0,85
6	213	16	478	34	848	61	6
7	197	16	444	34	787	61	7
8	182	15	410	34	726	60	8
9	167	15	376	34	666	60	9
0,90	1,00152	15	1,00342	35	1,00605	61	0,90
1	137	15	307	34	544	61	1
2	121	16	273	34	484	60	2
3	106	15	239	34	423	61	3
4	091	15	205	34	363	60	4
0,95	1,00076	15	1,00171	34	1,01302	60	0,95
6	060	16	136	35	242	61	6
7	045	15	102	34	181	60	7
8	030	15	068	34	121	61	8
9	015	15	034	34	060	61	9
1,00	1,00000	15	1,00000	34	1,00000	60	1,00

Hodnoty k_1 pro vnější obrábění Pokračování tab. 4.II.

t/r	$\gamma = 25^\circ$	Δ	30°	Δ	35°	Δ	t/r
0	1,10338		1,15470		1,22077		0
0,01	219	119	280	190	1,21777	300	0,01
2	1,10100	119	1,15090	190	480	297	2
3	1,09981	119	1,14901	189	1,21187	293	3
4	863	118	713	188	1,20897	290	4
0,05	1,09745	118	1,14526	187	1,20610	287	0,05
6	627	118	340	186	326	284	6
7	510	117	1,14154	186	1,20045	281	7
8	394	116	1,13969	185	1,19767	278	8
9	278	116	786	183	492	275	9
0,10	1,09163	115	1,13605	181	1,19220	272	0,10
1	1,09048	115	425	180	1,18951	269	1
2	1,08934	114	246	178	684	266	2
3	820	114	1,13068	178	418	265	3
4	706	114	1,12890	178	1,18153	264	4
0,15	1,08593	113	1,12714	176	1,17889	264	0,15
6	480	113	539	175	627	262	6
7	368	112	365	174	366	261	7
8	256	112	192	173	1,17107	259	8
9	144	112	1,12020	172	1,16849	258	9
0,20	1,08033	111	1,11848	172	1,16592	257	0,20
1	1,07922	111	676	171	337	252	1
2	812	110	505	170	1,16085	250	2
3	702	110	335	169	1,15835	250	3
4	592	109	1,11166	169	588	247	4
0,25	1,07483	109	1,10998	168	1,15343	245	0,25
6	374	109	832	166	1,15100	243	6
7	265	109	667	165	1,14859	241	7
8	157	108	504	163	620	239	8
9	1,07049	108	341	163	384	236	9
0,30	1,06941	108	1,10179	162	1,14150	234	0,30
1	834	107	1,10017	162	1,13918	232	1
2	727	107	1,09855	161	687	231	2
3	620	106	694	161	456	230	3

Hodnoty k_1 pro vnější obrábění Pokračování tab. 4.II

t/r	$\gamma = 25^\circ$	Δ	30°	Δ	35°	Δ	t/r
4	514		533		1,13226		4
0,35	1,06408	106	1,09373	160	1,12996	230	0,35
6	302	106	213	159	767	229	6
7	197	105	1,09054	158	538	228	7
8	1,06092	105	1,08896	157	310	227	8
9	1,05987	105	739	156	1,12083	226	9
0,40	1,05883	104	1,08583	156	1,11857	224	0,40
1	779	104	427	155	633	222	1
2	675	104	272	155	411	221	2
3	571	103	1,08117	154	1,11190	219	3
4	468	103	1,07963	154	1,10971	219	4
0,45	1,05365	103	1,07809	154	1,10754	217	0,45
6	262	103	656	153	538	216	6
7	159	102	503	152	323	215	7
8	1,05057	102	351	152	1,10109	214	8
9	1,04955	102	199	152	1,09896	213	9
0,50	1,04853	102	1,07047	152	1,09684	212	0,50
1	751	101	1,06896	151	473	211	1
2	650	101	746	150	263	210	2
3	550	100	597	149	1,09053	210	3
4	449	101	448	149	1,08844	209	4
0,55	1,04349	100	1,06300	148	1,08636	208	0,55
6	248	100	151	148	429	207	6
7	148	101	1,06003	147	223	206	7
8	1,04047	100	1,05856	146	1,08018	204	8
9	1,03947	100	710	145	1,07814	203	9
0,60	1,03847	100	1,05565	145	1,07611	203	0,60
1	747	100	420	145	408	203	1
2	647	100	275	145	206	202	2
3	548	99	1,05131	144	1,07005	201	3
4	448	100	1,04986	145	1,06805	200	4
0,65	1,03349	99	1,04841	145	1,06606	199	0,65
6	250	98	697	144	407	198	6

Hodnoty k_1 pro vnější obrábění Dokončení tab. 4.II

t/r	$\gamma = 25^\circ$	Δ	30°	Δ	35°	Δ	t/r
7	152	97	553	143	209	197	7
8	1,03055	97	410	142	1,06012	197	8
9	1,02958	96	268	141	1,05815	196	9
0,70	1,02862	96	1,04127	141	1,05619	196	0,70
1	765	97	1,03985	141	424	195	1
2	668	96	844	142	230	194	2
3	572	97	702	141	1,05036	194	3
4	475	97	561	141	1,04843	193	4
0,75	1,02378	97	1,03420	141	1,04651	192	0,75
6	282	96	279	141	459	192	6
7	185	97	139	140	267	192	7
8	1,02088	97	1,03000	139	1,04076	191	8
9	1,01991	97	1,02861	139	1,03886	190	9
0,80	1,01895	96	1,02723	138	1,03696	190	0,80
1	800	95	584	139	506	189	1
2	705	96	445	138	317	188	2
3	609	96	307	137	1,03129	188	3
4	514	95	170	137	1,02942	187	4
0,85	1,01419	95	1,02033	137	1,02755	187	0,85
6	324	96	1,01896	137	568	187	6
7	228	95	759	136	382	186	7
8	133	95	623	137	196	185	8
9	1,01038	95	486	137	1,02011	185	9
0,90	1,00943	94	1,01349	136	1,01826	185	0,90
1	849	95	213	136	641	184	1
2	754	94	1,01077	136	457	184	2
3	660	94	1,00941	135	273	183	3
4	566	94	806	135	1,01090	183	4
0,95	1,00471	95	1,00670	136	1,00908	182	0,95
6	377	94	535	134	725	182	6
7	283	95	401	134	543	182	7
8	188	94	267	134	361	181	8
9	94	94	133	133	180	180	9
1,00	1,00000	94	1,00000	133	1,00000	180	1,00

V našem případě se poměr 0,389 liší od 0,38 o 0,009, tj. o 0,01 · 0,9. Opravu konstanty k_1 provedeme tak, že násobíme rozdíl, v tabulce uvedený 105, činitelem 0,9, tedy

$$105 \times 0,9 = 94,5$$

o tuto hodnotu zvětšíme nebo zmenšíme konstantu k_1 .

Záleží to na tom, zda v tabulce s rostoucím poměrem t/r hodnoty konstanty rostou nebo klesají. V tab. 4.II hodnoty k_1 se vzrůstajícím poměrem t/r klesají, musíme tedy hodnotu 94,5 od předcházející hodnoty konstanty odečíst, tj.

$$\begin{aligned} \text{pro } 0,38 \text{ bylo } k_1 & \dots \dots \dots 1,06092 \\ \text{od toho odečteme } & \dots \dots \dots 94,5 \\ \text{Rozdíl } & \dots \dots \dots 1,05997. \end{aligned}$$

Pro poměr 0,389 je tedy hledaná velikost konstanty

$$k_1 = 1,05997.$$

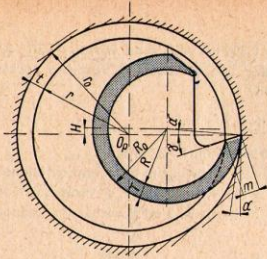
Provedení této opravy se ukáže po určité praxi velmi jednoduché. Výhodou tohoto postupu je, že zpřesňuje výpočet o jedno desetinné místo, při čemž rozsah a přehlednost tabulek zůstávají nezměněny. Hledaný úsek $m = k_1 \cdot t = 1,05997 \times 7 \text{ mm} = 7,421 \text{ mm}$.

Výpočet úseku m pro vnitřní obrábění, tab. 4. III (obr. 4.5). Pro úseky na čela platí při vnitřním obrábění podobná rovnice

$$m = k_2 \cdot t,$$

kde k_2 je konstanta závislá na poměru $\frac{t}{r_0}$ a na úhlu čela na největším poloměru obrobku r_0 . Hodnoty k_2 jsou v tab. 4. III, postup výpočtu je stejný jako při vnějším obrábění.

Porovnáme-li výsledek, který jsme obdrželi pro vnější obrábění, s hodnotami určenými výpočtem podle tabulky 4.II shledáme, že shoda je velmi dobrá a že tedy zpravidla můžeme určovat pomocné úseky m dostatečně přesně tímto jednoduchým způsobem, při kterém odpadá logaritmování a hlavně nevyžaduje se znalost goniometrických funkcí, takže je výhodný zejména pro dílenské pracovníky.



Tabulka 4.III

Zkrácené určování úseků
 $m = k_2 \cdot t$ na čele nože
 (podle inž. A. Rezáče)

Hodnoty k_2 pro vnitřní
 obrábění

t/r_0	$\gamma = 10^\circ$	Δ	15°	Δ	20°	Δ	t/r_0
0	1,01543		1,03528		1,06418		0
0,01	559	16	566	38	491	73	0,01
2	575	16	605	39	565	74	2
3	592	17	645	40	640	75	3
4	610	18	685	40	715	75	4
0,05	1,01627	17	1,03725	40	1,06793	78	0,05
6	645	18	766	41	873	80	6
7	663	18	809	43	1,06955	82	7
8	681	18	854	45	1,07039	84	8
9	700	19	899	45	1,125	86	9
0,10	1,01719	19	1,03944	45	1,07213	88	0,10
1	738	19	1,03990	46	304	94	1
2	757	22	1,04038	50	398	96	2
3	779	22	888	52	494	96	3
4	801	22	140	52	592	98	4
0,15	1,01823	22	1,04192	52	1,07693	101	0,15
6	846	23	245	53	797	104	6
7	869	23	300	55	1,07904	107	7
8	892	23	357	57	1,08015	111	8
9	916	24	415	58	129	114	9
0,20	1,01941	25	1,04475	60	1,08245	116	0,20
1	966	25		61		120	1
		26	536	63	365	125	

Hodnoty k_2 pro vnitřní obrábění

t/r_0	$\gamma = 10^\circ$	Δ	15°	Δ	20°	Δ	t/r_0
2	1,01992		599	65	490	129	2
3	1,02019	27	664	67	619	132	3
4	047	28	731	69	751	137	4
0,25	1,02075	28	1,04800	71	1,08888	141	0,25
6	104	30	871	73	1,09029	146	6
7	134	31	1,04944	75	175	151	7
8	165	32	1,05019	78	326	157	8
9	197	33	097	80	483	163	9
0,30	1,02230	34	1,05177	83	1,09646	169	0,30
1		34	264	86	815	175	1
2	298	34	346	89	1,09990	182	2
3	334	36	435	89	1,10072	189	3
4	371	37	527	92	361	197	4
0,35	1,02409	38	1,05622	95	1,10558	205	0,35
6	449	40	720	102	763	215	6
7	490	41	822	107	1,10978	225	7
8	532	42	1,05929	111	1,11203	237	8
9	576	44	1,06040	115	440	240	9
0,40	1,02621	45	1,06155	120	1,11680	240	0,40
1	668	47	275	124			
2	717	49	399	130			
3	768	51	529	136			
4	821	53	665	142			
0,45	1,02876	55	1,06807	147			
6	933	57	1,06954	155			
7	1,02992	59	1,07109	164			
8	1,03054	62	273	172			
9	119	65	445	180			
0,50	1,03186	67	1,07625				

Dokončení tabulky 4.III
 Hodnoty k_2 pro vnitřní obrábění

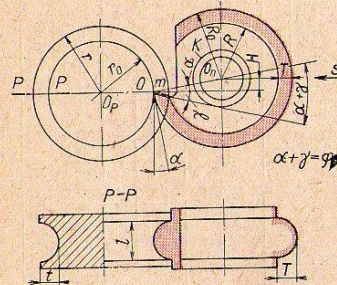
t/r_0	$\gamma = 25^\circ$	Δ	30°	Δ	35°	Δ	t/r_0
0	1,10338		1,15470		1,22078		0
0,01	460	122	665	195	382	304	0,01
2	585	125	1,15865	200	1,22695	313	2
3	713	128	1,16071	206	1,23017	322	3
4	845	132	282	211	350	333	4
0,05	1,10979	134	1,16500	218	1,23694	344	0,05
6	1,11115	136	725	225	1,24051	357	6
7	256	141	1,16957	232	420	369	7
8	401	145	1,17196	239	1,24801	381	8
9	551	150	442	246	1,25195	394	9
0,10	1,11705	154	1,17694	252	1,25603	408	0,10
1	1,11863	158	1,17955	261	1,26027	424	1
2	1,12025	162	1,18225	270	468	441	2
3	192	167	504	279	1,26926	458	3
4	366	174	1,18793	289	1,27402	476	4
0,15	1,12544	178	1,19092	299	1,27899	497	0,15
6	727	183	402	310	1,28417	518	6
7	1,12917	190	1,19724	322	1,28958	541	7
8	1,13113	196	1,20057	333	1,29522	564	8
9	315	202	403	346	1,30114	592	9
0,20	1,13524	209	1,20762	359	1,30735	621	0,20
1	740	216	1,21137	375	1,31388	653	1
2	1,13964	224	527	390	1,32073	685	2
3	1,14196	232	1,21935	408	1,32796	723	3
4	437	241	1,22361	426	1,33560	764	4
0,25	1,14687	250	1,22804	443	1,34369	809	0,25
6	1,14946	259	1,23268	464			
7	1,15215	269	1,23754	486			
8	494	279	1,24268	514			
9	1,15787	293	1,24808	540			
0,30	1,16094	307	1,25376	568			
1	413	319					
2	1,16745	332					
3	1,17094	349					
4	459	365					
0,35	1,17843	384					

Je-li úhel čela nože $\gamma = 0$, pak jsou hloubky profilu m na čele rovny hloubkám profilu obrobku t a není třeba je počítat. V praxi se často s takovými noži setkáváme (viz např. obr. 2.1, 2.2 a 2.3). Máme-li však obrábět např. měď nebo měkké a tažné slitiny, je třeba mít noži kladný a často dosti velký úhel čela a určovat profil nože s ohledem na zkreslení vlivem tohoto úhlu.

V příručkách bývá uveden zjednodušený výpočet hloubek na čele nože rovnicí

$$m = \frac{t}{\cos \gamma} \quad (3)$$

Je se snadno přesvědčit, že výpočet je jen přibližný a že při úhlech čela větších než 10° a při větších hloubkách profilu, je-li t/r větší než $1/5$, se dopouštíme chyby, která přesahuje 1% poloměru nože.



Obr. 4.6. Nastavení kotoučového nože na výšku $H = R_0 \cdot \sin \alpha$

Popsali jsme první část výpočtu profilu tvarových nožů, tj. určení hloubek profilu v čele nože (pomocných úseků m). Další výpočet hloubky profilu T v normální rovině profilu nože je rozdílný u prismatických a kotoučových nožů.

Tabulka 4.IV
Výpočet hloubky profilu T kotoučového tvarového nože pro součást na obr. 4.2

Vzorec	Dáno	Logaritmus	Vypočteno
$V = R_0 \sin(\alpha + \gamma)$	R_0 $\alpha + \gamma$	$\log R_0$ $\log \sin(\alpha + \gamma)$ $\log V$	$V = 25,810$
$B_0 = R_0 \cos(\alpha + \gamma)$	R_0 $\alpha + \gamma$	$\log R_0$ $\log \cos(\alpha + \gamma)$ $\log B_0$	$B_0 = 36,860$
$B_1 = B_0 - m_1$	B_0 m_1 B_1		$B_1 = 29,439$
$\text{tg } \delta_1 = \frac{V}{B_1}$	V B_1	$\log V$ $-\log B_1$ $\log \text{tg } \delta_1$	$\delta_1 = 41^{\circ}15'$
$R_1 = \frac{B_1}{\cos \delta_1}$	B_1 δ_1	$\log B_1$ $-\log \cos \delta_1$ $\log R_1$	$R_1 = 39,160$

U prismatických a plochých nožů se určují hloubky T profilu nožů z jednoduché závislosti (obr. 4.1).

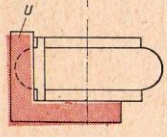
Hloubka profilu normálně rovinný;
 $T = m \cdot \cos(\alpha + \gamma)$ (2)

kde $\cos(\alpha + \gamma)$ je stálý součinitel. Je patrné, že u nožů s kladným nebo záporným úhlem čela se neobjedme bez znalosti hodnot m .

U kotoučových nožů jsou vztahy mezi úseky m a hloubkami T složitější než u nožů prismatických, a to proto, že na poměr mezi m a T má vliv nejen součet úhlů $\alpha + \gamma$, ale i hloubka profilu a průměr nože.

Na obr. 4.6 je naznačena poloha kotoučového nože vzhledem k obrobnku. Vrchol nože O leží ve výšce osy obrobnku a posuv nože je v radiálním směru S, čelo nože je skloněno k obrobnku o úhel čela γ . Úhlu hřbetu nože α se dosáhne tím, že se střed nože O_n zvedne o výšku H nad spojnicí OO_n . Závislost výšky H na vnějším poloměru nože R_0 je určena rovnicí

$$H = R_0 \cdot \sin \alpha \quad (4)$$



Obr. 4.7. Kontrola úhelníkem
 U - příložený úhelník;
 k - kontrolní kružnice;
 $r_k = R_0 \cdot \sin(\alpha + \gamma)$

ného úhelníku U, jehož jedno rameno se přiláží k čelu nože (obr. 4.7), kdežto druhé rameno se musí dotýkat kružnice k.

Tabulka 4.IV

Vzorec	Dáno	Logaritmus	Vypočteno
$T_1 = R_0 - R_1$	R_0 R_1 T_1		$T_1 = 5,840$
$B_2 = B_0 - m_2$	B_0 m_2 B_2		$B_2 = 22,269$
$\text{tg } \delta_2 = \frac{V}{B_2}$	V B_2	$\log V$ $-\log B_2$ $\log \text{tg } \delta_2$	$\delta_2 = 40^{\circ}46'$
$R_2 = \frac{B_2}{\cos \delta_2}$	B_2 δ_2	$\log B_2$ $-\log \cos \delta_2$ $\log R_2$	$R_2 = 34,090$
$T_2 = R_0 - R_2$	R_0 R_2 T_2		$T_2 = 10,910$

Hloubky profilu na kotoučovém noži se určí výpočtem. Příklad přesného výpočtu pro součást na obr. 4.2 je v tab. 4. IV.

Používá se tu opět pomocných úseků V, B_1, B_2 atd. a úhlů δ_1, δ_2 atd., jejichž význam je zřejmý z obr. 4.8. Tento výpočet je pokračováním výpočtu tab. 4. I z něhož přejímá hodnoty úseků (hloubek) m . I v tomto případě platí poznámky jako při výpočtu podle tabulky 4. I; výhodou je tu rovněž skutečnost, že se dosáhne nejpřesnějších výsledků, pracujeme-li s vícemístnými logaritmy.

Pro zkrácený výpočet hloubek T na profilu nože použijeme číselných tabulek 4.V inž. Rezáče. Hloubky T měřené od největšího poloměru nože, obr. 4.4 a 4.5, jsou dány rovnicí

$$T = k_n \cdot m,$$

kde konstanta k_n závisí na poměru $\frac{m}{R_0}$ (R_0 je největší poloměr nože) a na součtovém úhlu $\alpha + \gamma$.

Příklad: Poloměr nože je $R_0 = 45$ mm, úhel hřbetu je 10° , úhel čela je 25° . Pak je pro $\alpha + \gamma = 35^{\circ}$:

$$\frac{m}{R_0} = \frac{7,421}{45} = 0,165$$

K tomu je konstanta $k_n = 0,78786$ a hloubka profilu nože
 $T = k_n \cdot m = 0,78786 \times 7,421 \text{ mm} = 5,847 \text{ mm}$.

Tato hodnota se shoduje dobře s hodnotou vypočtenou pro týž příklad v tab. 4. IV.

Pro ploché a prismatické nože je
 $\frac{m}{R_0} = 0$.

V běžné praxi dosáhneme zcela uspokojivých výsledků, použijeme-li graficko-početní metody pomocí nomogramu^{a)} k určení hloubky T

^{a)} Nomogram — náčrt, z něhož lze odčíst snadno, rychle a s požadovanou přesností hodnoty jedné z proměnných x, y, z , mezi nimiž platí vztah $F(x, y, z) = 0$, jsou-li dvě proměnné hodnoty dány. Proměnná je veličina, která může mít v daném rozsahu (tzv. intervalu) libovolnou hodnotu. V nomogramu na obr. 4.8 jsou proměnné hodnoty $m/R_0, T/R_0 \approx \alpha + \gamma$.

Zkrácené určování hloubek profilů $T = k_n \cdot t$ na noži
(viz obr. v tab. 4.II a 4.III)

Hodnoty k_n

m/R_0	$\alpha + \gamma = 5^\circ$		10°		$12^\circ 30'$		15°	
	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0
0	0,99620	4	0,98481	12	0	0,97630	24	0
0,01	616	4	469	15	0,01	606	34	0,01
0,02	1232	4	938	15	0,02	1212	34	0,02
0,03	1848	4	1407	15	0,03	1818	34	0,03
0,04	2464	4	1876	15	0,04	2424	34	0,04
0,05	3080	4	2345	15	0,05	3030	34	0,05
0,06	3696	4	2814	15	0,06	3636	34	0,06
0,07	4312	4	3283	15	0,07	4242	34	0,07
0,08	4928	4	3752	15	0,08	4848	34	0,08
0,09	5544	4	4221	15	0,09	5454	34	0,09
0,10	6160	4	4690	15	0,10	6060	34	0,10
0,11	6776	4	5159	15	0,11	6666	34	0,11
0,12	7392	4	5628	15	0,12	7272	34	0,12
0,13	8008	4	6097	15	0,13	7878	34	0,13
0,14	8624	4	6566	15	0,14	8484	34	0,14
0,15	9240	4	7035	15	0,15	9090	34	0,15
0,16	9856	4	7504	15	0,16	9696	34	0,16
0,17	10472	4	7973	15	0,17	10302	34	0,17
0,18	11088	4	8442	15	0,18	10908	34	0,18
0,19	11704	4	8911	15	0,19	11514	34	0,19
0,20	12320	4	9380	15	0,20	12120	34	0,20
0,21	12936	4	9849	15	0,21	12726	34	0,21
0,22	13552	4	10318	15	0,22	13332	34	0,22
0,23	14168	4	10787	15	0,23	13938	34	0,23
0,24	14784	4	11256	15	0,24	14544	34	0,24
0,25	15400	4	11725	15	0,25	15150	34	0,25
0,26	16016	4	12194	15	0,26	15756	34	0,26
0,27	16632	4	12663	15	0,27	16362	34	0,27
0,28	17248	4	13132	15	0,28	16968	34	0,28
0,29	17864	4	13601	15	0,29	17574	34	0,29
0,30	18480	4	14070	15	0,30	18180	34	0,30
0,31	19096	4	14539	15	0,31	18786	34	0,31
0,32	19712	4	15008	15	0,32	19392	34	0,32
0,33	20328	4	15477	15	0,33	20000	34	0,33
0,34	20944	4	15946	15	0,34	20606	34	0,34
0,35	21560	4	16415	15	0,35	21212	34	0,35
0,36	22176	4	16884	15	0,36	21818	34	0,36
0,37	22792	4	17353	15	0,37	22424	34	0,37
0,38	23408	4	17822	15	0,38	23030	34	0,38
0,39	24024	4	18291	15	0,39	23636	34	0,39
0,40	24640	4	18760	15	0,40	24242	34	0,40
0,41	25256	4	19229	15	0,41	24848	34	0,41
0,42	25872	4	19698	15	0,42	25454	34	0,42
0,43	26488	4	20167	15	0,43	26060	34	0,43
0,44	27104	4	20636	15	0,44	26666	34	0,44
0,45	27720	4	21105	15	0,45	27272	34	0,45
0,46	28336	4	21574	15	0,46	27878	34	0,46
0,47	28952	4	22043	15	0,47	28484	34	0,47
0,48	29568	4	22512	15	0,48	29090	34	0,48
0,49	30184	4	22981	15	0,49	29696	34	0,49
0,50	30800	4	23450	15	0,50	30302	34	0,50

Pokračování tab. 4.V

Hodnoty k_n

m/R_0	$\alpha + \gamma = 5^\circ$		10°		$12^\circ 30'$		15°	
	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0
2	345	12	404	66	0,95978	251	92	2
3	333	12	359	66	0,912	199	96	3
4	321	12	314	68	0,864	147	100	4
0,45	0,99309	12	0,97289	45	0,45	0,95772	74	0,45
6	296	13	224	50	6	698	104	6
7	283	13	174	52	7	620	108	7
8	270	14	122	58	8	532	112	8
9	256	14	0,64	58	9	454	116	9
0,50	0,99242	14	0,97006	58	0,50	0,95364	90	0,50

Pokračování tab. 4.V

Hodnoty k_n

m/R_0	$\alpha + \gamma = 17^\circ 30'$		20°		$22^\circ 30'$		25°	
	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0
0	0,95371	44	0,93969	59	0	0,92388	72	0,90631
0,01	327	45	910	60	0,01	316	74	542
0,02	654	46	1820	61	0,02	632	74	1084
0,03	981	47	2730	62	0,03	948	74	1626
0,04	1308	48	3640	63	0,04	1264	74	2168
0,05	1635	49	4550	64	0,05	1580	74	2710
0,06	1962	50	5460	65	0,06	1896	74	3252
0,07	2289	51	6370	66	0,07	2212	74	3794
0,08	2616	52	7280	67	0,08	2528	74	4336
0,09	2943	53	8190	68	0,09	2844	74	4878
0,10	3270	54	9100	69	0,10	3160	74	5420
0,11	3597	55	10010	70	0,11	3476	74	5962
0,12	3924	56	10920	71	0,12	3792	74	6504
0,13	4251	57	11830	72	0,13	4108	74	7046
0,14	4578	58	12740	73	0,14	4424	74	7588
0,15	4905	59	13650	74	0,15	4740	74	8130
0,16	5232	60	14560	75	0,16	5056	74	8672
0,17	5559	61	15470	76	0,17	5372	74	9214
0,18	5886	62	16380	77	0,18	5688	74	9756
0,19	6213	63	17290	78	0,19	6004	74	10298
0,20	6540	64	18200	79	0,20	6320	74	10840
0,21	6867	65	19110	80	0,21	6636	74	11382
0,22	7194	66	20020	81	0,22	6952	74	11924
0,23	7521	67	20930	82	0,23	7268	74	12466
0,24	7848	68	21840	83	0,24	7584	74	13008
0,25	8175	69	22750	84	0,25	7900	74	13550
0,26	8502	70	23660	85	0,26	8216	74	14092
0,27	8829	71	24570	86	0,27	8532	74	14634
0,28	9156	72	25480	87	0,28	8848	74	15176
0,29	9483	73	26390	88	0,29	9164	74	15718
0,30	9810	74	27300	89	0,30	9480	74	16260
0,31	10137	75	28210	90	0,31	9796	74	16802
0,32	10464	76	29120	91	0,32	10112	74	17344
0,33	10791	77	30030	92	0,33	10428	74	17886
0,34	11118	78	30940	93	0,34	10744	74	18428
0,35	11445	79	31850	94	0,35	11060	74	18970
0,36	11772	80	32760	95	0,36	11376	74	19512
0,37	12099	81	33670	96	0,37	11692	74	20054
0,38	12426	82	34580	97	0,38	12008	74	20596
0,39	12753	83	35490	98	0,39	12324	74	21138
0,40	13080	84	36400	99	0,40	12640	74	21680
0,41	13407	85	37310	100	0,41	12956	74	22222
0,42	13734	86	38220	101	0,42	13272	74	22764
0,43	14061	87	39130	102	0,43	13588	74	23306
0,44	14388	88	40040	103	0,44	13904	74	23848
0,45	14715	89	40950	104	0,45	14220	74	24390
0,46	15042	90	41860	105	0,46	14536	74	24932
0,47	15369	91	42770	106	0,47	14852	74	25474
0,48	15696	92	43680	107	0,48	15168	74	26016
0,49	16023	93	44590	108	0,49	15484	74	26558
0,50	16350	94	45500	109	0,50	15800	74	27100

Hodnoty k_n

Hodnoty k_n

m/R_0	$\alpha + \gamma = 5^\circ$		10°		$12^\circ 30'$		15°	
	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0	Δ	m/R_0
0,20	0,99525	6	0,98106	25	0,20	0,97049	37	0,95751
1	519	6	0,81	25	1	0,97014	38	700
2	1038	6	0,56	25	2	0,96974	38	648
3	1557	6	0,31	25	3	0,96936	40	595
4	2076	6	0,06	25	4	0,96896	40	542
0,25	0,99492	7	0,97979	26	0,25	0,96855	41	0,95484
0,26	485	7	953	26	6	0,96814	41	427
0,27	970	7	1906	26	7	0,96772	42	369
0,28	1455	7	2859	26	8	0,96730	43	309
0,29	1940	7	3812	26	9	0,96688	43	247
0,30	2425	7	4765	26	10	0,96646	44	185
0,31	2910	7	5718	26	11	0,96604	44	123
0,32	3395	7	6671	26	12	0,96562	45	61
0,33	3880	7	7624	26	13	0,96520	45	0
0,34	4365	7	8577	26	14	0,96478	46	0,30
0,35	4850	7	9530	26	15	0,96436	46	0,60
0,36	5335	7	10483	26	16	0,96394	47	0,90
0,37	5820	7	11436	26	17	0,96352	47	1,20
0,38	6305	7	12389	26	18	0,96310	48	1,50
0,39	6790	7	13342	26	19	0,96268	48	1,80
0,40	7275	7	14295	26	20	0,96226	49	2,10
0,41	7760	7	15248	26	21	0,96184	49	2,40
0,42	8245	7	16201	26	22	0,96142	50	2,70
0,43	8730	7	17154	26	23			

Pokračování tab. 4.V

m/R_0	$\alpha + \gamma = 27^{\circ}30'$	Δ	30°	Δ	25°	Δ	m/R_0
9	566	87	652	114	0,87141	136	9
0,30	0,93479	90	0,91338	116	0,86978	140	0,30
1	389	92	422	117	228	144	1
2	297	94	305	119	0,89084	147	2
3	203	95	186	120	0,88937	149	3
4	108	97	0,91066	123	288	152	4
0,35	0,93011	98	0,90943	125	0,88636	156	0,35
6	0,92913	102	818	125	0,85918	161	6
7	811	107	688	130	737	166	7
8	704	112	553	135	551	170	8
9	592	117	412	141	329	174	9
0,40	0,92475	120	0,90265	147	0,85122	180	0,40
1	355	122	0,90116	149	0,84910	183	1
2	233	124	0,89964	152	693	185	2
3	0,92109	126	809	155	471	189	3
4	0,91983	129	650	159	244	193	4
0,45	0,91854	129	0,89467	163	0,87062	197	0,45
6	722	132	320	167	0,84011	201	6
7	585	137	172	172	0,83772	209	7
8	443	142	0,89148	178	527	216	8
9	294	149	0,88970	185	275	223	9
0,50	0,91136	158	0,88590	195	0,86016	230	0,50

Pokračování tab. 4.V

m/R_0	$\alpha + \gamma = 27^{\circ}30'$	Δ	30°	Δ	$32^{\circ}30'$	Δ	m/R_0
0	0,88701	108	0,86602	127	0,84339	148	0
0,01	593	109	475	129	191	149	0,01
2	484	111	346	130	0,84042	150	2
3	373	113	216	132	0,83892	152	3
4	260	116	0,86084	134	740	154	4
0,05	0,88144	118	0,85950	137	0,83586	157	0,05
6	0,88026	120	813	140	429	160	6
7	0,87906	122	673	143	269	164	7
8	784	124	530	147	0,83105	168	8
9	660	128	383	151	0,82937	173	9
0,10	0,87532	130	0,85232	152	0,82764	175	0,10
1	402	132	0,85080	153	589	177	1
2	270	134	0,84927	156	412	179	2
3	136	136	771	157	233	182	3
4	0,87000	140	614	159	0,82051	185	4
0,15	0,86660	142	0,84455	162	0,81866	189	0,15
6	718	145	293	166	677	193	6
7	573	149	0,84127	171	484	197	7
8	424	152	0,83956	176	287	201	8
9	272	155	780	180	0,81086	205	9
0,20	0,86117	158	0,83600	184	0,80881	209	0,20
1	0,85959	161	416	189	672	212	1
2	798	164	228	192	460	216	2
3	634	167	0,83036	196	244	220	3
4	467	171	0,82840	201	0,80024	225	4
0,25	0,85296	175	0,82639	203	0,79799	229	0,25
6	0,85121	179	436	206	570	233	6
7	0,84942	183	230	210	337	238	7
8	759	187	0,82020	214	0,79099	243	8
9	572	191	0,81886	219	0,78856	248	9
0,30	0,84381	195	0,81587	224	0,78608	253	0,30
1	0,84186	199	363	228	355	257	1
2	0,83987	203	0,81135	233	0,78098	262	2
3	784	208	0,80902	238	0,77836	268	3
4	576	214	664	244	568	274	4

Pokračování tab. 4.V

m/R_0	$\alpha + \gamma = 27^{\circ}30'$	Δ	30°	Δ	$32^{\circ}30'$	Δ	m/R_0
0,35	0,83362	218	0,80420	249	0,77294	278	0,35
6	0,83144	223	0,80171	254	0,77016	284	6
7	0,82921	228	0,79917	259	0,76732	290	7
8	693	233	658	264	442	296	8
9	460	238	394	269	0,76146	302	9
0,40	0,82222	244	0,79125	276	0,75844	302	0,40
1	0,81978	250	0,78849	281			
2	728	256	568	288			
3	472	262	0,78280	296			
4	0,81210	268	0,77984	296			
0,45	0,80942	274	0,77679	305			
6	668	280	369	310			
7	388	287	0,77054	315			
8	0,80101	295	0,76733	321			
9	0,79806	303	405	328			
0,50	0,79503	303	0,76069	336			

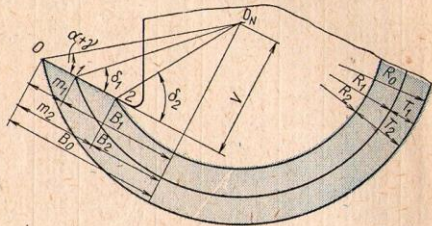
Pokračování tab. 4.V

m/R_0	$\alpha + \gamma = 35^{\circ}$	Δ	$37^{\circ}30'$	Δ	40°	Δ	m/R_0
0	0,81915	167	0,79335	186	0,76604	209	0
0,01	748	168	0,79149	189	395	212	0,01
2	580	170	0,78960	193	0,76183	215	2
3	410	174	767	197	0,75968	218	3
4	236	178	570	200	750	222	4
0,05	0,81058	180	0,78370	203	0,75528	225	0,05
6	0,80878	183	0,78167	205	303	228	6
7	695	185	0,77962	208	0,75075	230	7
8	0,80510	190	754	212	0,74845	235	8
9	320	195	542	217	610	240	9
0,10	0,80125	198	0,77325	220	0,74370	243	0,10
1	0,79927	200	0,77105	223	0,73127	247	1
2	727	203	0,76882	227	0,73880	251	2
3	524	206	655	231	629	255	3

Dokončení tab. 4.V

m/R_0	$\alpha + \gamma = 35^{\circ}$	Δ	$37^{\circ}30'$	Δ	40°	Δ	m/R_0
4	318	209	424	234	374	260	4
0,15	0,79109	214	0,76190	238	0,73114	264	0,15
6	0,78895	218	0,75952	243	0,72850	268	6
7	677	222	709	249	582	272	7
8	455	226	460	252	310	276	8
9	0,78229	230	0,75208	255	0,72034	281	9
0,20	0,77999	235	0,74953	255	0,71753	281	0,20
1	764	239	693	260	467	286	1
2	525	243	428	265	0,71177	290	2
3	282	243	0,74159	269	0,70882	295	3
4	0,77035	247	0,73886	273	582	300	4
0,25	0,76785	250	0,73608	278	0,70278	304	0,25
6	530	261	325	288	0,69970	308	6
7	269	267	0,73037	293	656	314	7
8	0,76002	271	0,72744	298	335	325	8
9	0,75731	276	446	304	0,69010	330	9
0,30	0,75455	281	0,72142	304	0,68680	330	0,30
1	0,75174	285					
2	0,74889	291					
3	598	297					
4	0,74301	304					
0,35	0,73997	309					
6	688	314					
7	374	318					
8	0,73056	325					
9	0,72731	333					
0,40	0,72398	333					

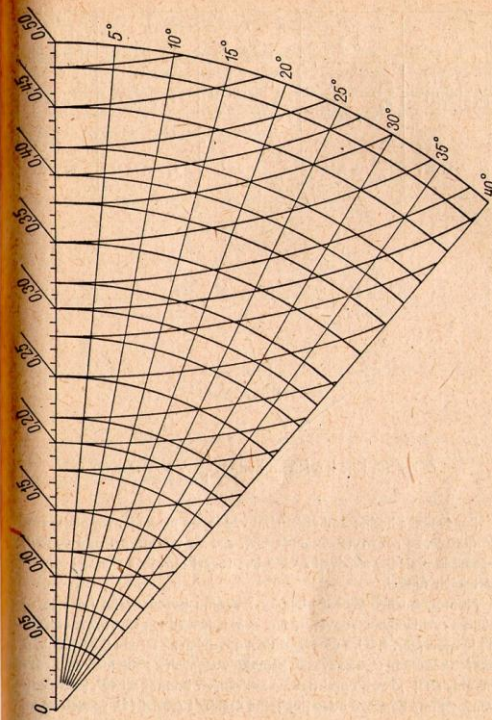
profilu kotoučového nože (obr. 4.9). V nomogramu značí čísla na vodorovné ose poměry $\frac{m}{R_0}$, kde m jsou známé délky úseků, tj. hloubky čelních profilů, určené např. podle tab. 4.II nebo vypočítané v tab. 4.I, a R_0 je největší poloměr kotoučového nože. Hloubky T profilu nože odečítáme



Obr. 4.8. Schéma výpočtu hloubek T profilu kotoučového nože

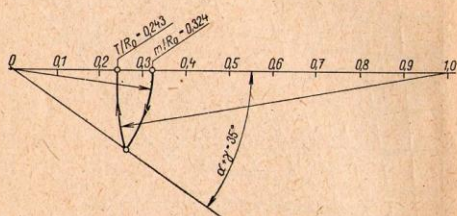
v nomogramu podle klíče naznačeného na obr. 4.10. Ze známých hodnot m a R_0 vypočítáme poměr $\frac{m}{R_0}$ (např. 0,324), jdeme po oblouku až do bodu, který leží na paprsku příslušného úhlu $\alpha + \gamma$, přejdeme pak opačným obloukem do bodu, který určuje poměr $\frac{T}{R_0}$ (např. 0,243), z něhož vypočteme hledanou velikost hloubky T násobením nalezeného poměru poloměrem nože R_0 .

Jako příklad stanovíme hloubky T na kotoučovém noži pro tytéž body a profil jako v tab. 4.IV. V tomto příkladě je poloměr nože $R_0 = 45$ mm a úhel $\alpha + \gamma = 35^\circ$.



Obr. 4.9. Nomogram k určování hloubky T profilu kotoučového nože

m	$\frac{m}{R_0}$	$\frac{T}{R_0}$	T	T podle tab. 4. IV
$m_1 = 7,421$	$\frac{m_1}{R_0} = \frac{7,421}{45} = 0,1649$	$\frac{T_1}{R_0} = 0,31$	$T_1 = 5,90$	5,84
$m_2 = 14,591$	$\frac{m_2}{R_0} = 0,324$	$\frac{T_2}{R_0} = 0,243$	$T_2 = 10,93$	10,910

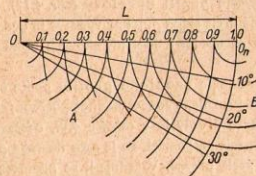


Obr. 4.10. Klíč k odčítání hodnot $\frac{T}{R_0}$ v nomogramu

Porovnání s hodnotami získanými výpočtem provedeným podle tab. 4.IV ukazuje, že rozdíl nepřesahuje 1%, což ve většině případů vyhoví, při čemž se výsledky získávají rychle bez logaritmování a znalosti goniometrických funkcí.

Nomogram pro určení hloubky T profilu kotoučového nože se dá snadno a rychle zkonstruovat, neboť se skládá ze dvou soustav soustředných kružnic (obr. 4.11), a to z kružnic A opsaných ze středu O a kružnic B opsaných ze středu O_1 a ze svazku paprsků vedených z počátku O pod různými úhly $(\alpha + \gamma)$ až do prakticky používaných hodnot asi 40° . Za středy kružnic volíme koncové body libovolné úsečky L (obr. 4.11), rozdělené na

deset stejných dílů, které představují různé poměry $\frac{m}{R_0}$ a $\frac{T}{R_0}$. Obvykle potřebujeme jen tu část nomogramu, která obsahuje poměry do 0,4 až 0,5 a je prokreslena na obr. 4.9. Přesnost nomogramu zvětšíme, volíme-li velké měřítko. Získáme tak snadno grafickou pomůcku pro výpočet hloubek T kotoučových nožů, popř. pro kontrolu správnosti přesnějšího výpočtu pomocí logaritmů.



Obr. 4.11. Konstrukce nomogramu k určování hloubky T profilu kotoučového nože

V předcházejících úvahách jsme uvedli tři způsoby řešení tvarových nožů: výpočet pomocí logaritmů, zkrácený výpočet pomocí číselných tabulek a řešení graficko-početní.

Mnohý praktik si jistě položí otázku, zda jsou tyto složité metody nutné, on sám že si své případy vyřeší bez počítání, zkouškami. To je jistě možné a dostačitelé v jednodušších případech, zvláště nejde-li o vysokou přesnost. Záleží na zručnosti pracovníka a někdy na štěstí. Při zvýšených požadavcích a obtížných případech se takový postup obvykle nevyplácí a bývá naopak nejnákladnější. Zvýšené požadavky na moderní nástroje si vynucují často důkladné propočítání a kontrolu výpočtu pokud možno podle dvou nezávislých způsobů. I nejkvalitnější konstruktéři a kontrolóři se mohou zmýlit, a proto se snaží kontrolovat sami sebe zvětšeným vyobrazením (což je v podstatě námi popsaná graficko-početní metoda) nebo některým nezávislým výpočtem.

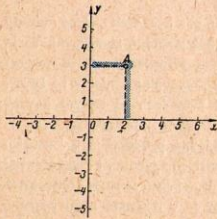
Popsanými způsoby se určí hloubky jednotlivých uzlů na profilu nástroje. Získáme tak pravouhlé souřadnice¹⁰⁾ profilu, jehož každý bod je určen vzdáleností L od zvoleného základního bodu a hloubkou T vzhledem k témuž základnímu bodu.

Dále je třeba upravit profil tak, aby vyhovoval výrobním možnostem. Je účelné nahradit obecně zakřivený profil přímkovými a kruhovými úseky. Výhodně se tu použije typických profilů, které představují nejčastější kombinace přímek a kružnic.

Často se vyskytuje profil kuželový (obr. 4.12). Ve výkresu nástroje se doporučuje určit sklon β , jehož výpočet je uveden v tab. 4.VI/1. Stejným způsobem se určuje i úhel přímkových boků profilových závitových nožů.

Podobně nahrazujeme zaoblené profily podle obr. 4.13 až 4.15 kombinací přímek a kružnic. Výpočet hodnot potřebných k výrobě tvarových nožů pro tyto profily je v tabulce 4.VI, odstavec II, III, a IV.

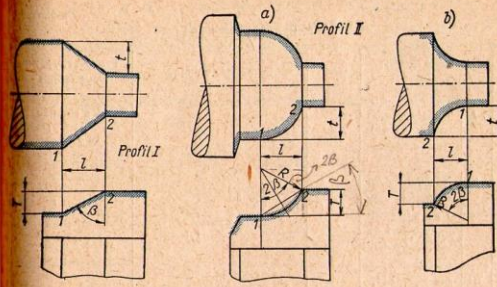
Je třeba ovšem mít na paměti, že je tato náhrada profilu sice dost přibližná, ne však zcela přesná. Vyžaduje-li se přesnost profilu v řadě bodů tvořící křivky, musí se propočítat souřadnice většího počtu bodů profilu tvarového nože, který se vyrobí jako plynulá spojnice těchto bodů.



¹⁰⁾ Souřadnice slouží k určení polohy bodu v rovině nebo prostoru. Nejběžnější je pravouhlý souřadnicový systém, který tvoří dvě, popř. tři navzájem kolmé přímky, tzv. osy souřadnic. Poloha bodu je dána vzdálenostmi bodu od souřadnicových os (viz obr.). Souřadnice bodu A:

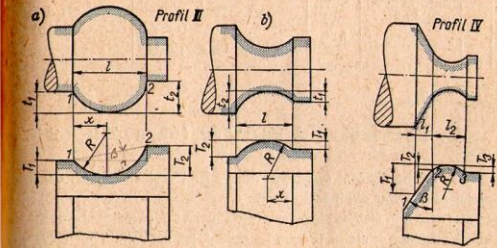
$$x_0 = 2 \quad y_0 = 3.$$

V našem případě odpovídá vzdálenost l souřadnici x a hloubka profilu T souřadnici y .



Obr. 4.12¹⁾

Obr. 4.13



Obr. 4.14

Obr. 4.15

Obr. 4.12 až 4.15. Typické profily tvarových nožů

Typické profily tvarových nožů

Tabulka 4.VI

Typický profil součásti	Dáno	Pomocné veličiny	Pro tvarový nůž vypočteno
I Kužel spojující uzly 1-2 obr. 4.12	T a l		β z rovnice $\operatorname{tg} \beta = \frac{l}{T}$
II Zaoblení procházející uzly 1 a 2 a navazující v uzlu 1 na válec (obr. 4.13)	T a l	β v rovnici $\operatorname{tg} \beta = \frac{T}{l}$	$R = \frac{l}{\sin 2\beta}$
III Nesouměrný, zaoblený profil procházející uzly 1 a 2 dotýkající se válce (obr. 4.14)	T_1, T_2 a l	β v rovnici $\operatorname{tg} \beta = \frac{T_2 - T_1}{l}$ $A = 2\sqrt{T_1 T_2} \cos \beta$	$R = \frac{T_1 + T_2 - A}{2 \sin^2 \beta}$ $x = \sqrt{T_1(2R - T_1)}$
IV Zaoblení navazující na kužel (obr. 4.15)	T_1, T_2, T_3, l_1, l_2	β v rovnici $\operatorname{tg} \beta = \frac{l_2}{T_1 - T_2}$ $A = \sqrt{2l_2 T_3 \cos \beta - l_2^2 \sin^2 \beta}$	$R = \frac{l_2 \cos \beta - A}{\cos^2 \beta}$

5. Konstrukce a rozměry tvarových nožů

Dovolené zatížení tvarových nožů silami vznikajícími při obrábění závisí na výkonu obráběcího stroje a na tuhosti soustavy „obrobek—stroj—nástroj“. Slabým článkem v této soustavě bývá málo tuhý obrobek, který má sklon k ulomení nebo ke chvění, jež má velmi nepříznivý vliv na přesnost obrobku a na životnost nástroje. Toto nebezpečí je při tvarovém soustružení značné, protože vznikají velké síly na celé délce činné (aktivní) části břitu. V praxi bývá pravidlem, že délka činného

břitu nemá být více než dva- až třikrát větší, než je nejmenší tzv. nebezpečný průměr součásti. Přibližné hodnoty poměru pracovní délky břitu k nebezpečnému průměru jsou v tab. 5.I. Hodnoty délky břitu jsou

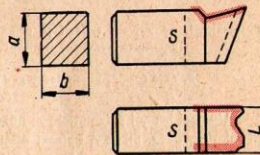
Pracovní délka břitu tvarových nožů s radiálním přísuvem

Tabulka 5.I

Charakter obrábění	Nebezpečný průměr obrobků			
	do 5 mm	5 až 10 mm	10 až 20 mm	> 20 mm
Hrubování (stupeň přesnosti IT 12-16)	2,0	2,4	2,8	3,0
Střední obrábění (stupeň přesnosti IT 10-11)	1,8	2,0	2,3	2,5
Dokončování (stupeň přesnosti IT 8-9)	1,5	1,6	1,8	2,0

poměrně větší pro hrubování, dovolující větší výrobní tolerance, nežli pro dokončování v úzkých tolerancích, při kterém se musí zabránit chvění. Pro dokončení je třeba konstruovat poměrně úzké nože.

Tvarové nože konstruované jako normální soustružnické nože mají nejčastěji těleso čtyřhranné, jehož šířka (obr. 5.1) se řídí šířkou L obráběného profilu. Výška tělesa nože a je dána výškou upínacího prostoru v suportu soustruhu. Větší aktivní výška nože, měřená



Obr. 5.1. Rozměry čtyřhranného tvarového nože

podél hřbetní části, je výhodná tím, že připouští větší počet přestřehů.

Nože se zpravidla vyrábějí svařováním na tupo, navařením hlavy nože z rychlořezné oceli na těleso z konstrukční oceli v rovině S. Navařování destiček z rychlořezné oceli na čelo nože není výhodné neboť takto vyrobené nože mají malou životnost.

Je-li obráběný profil široký (obr. 2.3) dělá se hlava nože L širší než těleso b; L však nemá být větší nežli dvojnásobná šířka tělesa b. Výška tělesa nože má být v poměru k šířce obráběného profilu co největší, aby se nástroj vyzužil proti ohybu. V tomto ohledu jsou výhodné prizmatické nože, které se upínají velmi stabilním způsobem v rybinovitých vybráních a které mají malé vyložení před supotem, takže vzniká malý moment ohybu a sklon ke chvění je malý. Opřením nože pomocí stavěcího šroubu (obr. 2.5) se stabilita nože ještě zvýší.

Hlavní rozměry prizmatických nožů (obr. 5.2) Tabulka 5.II
Rozměry v mm

Hloubka t_{max}	B	H	E	A	d	M	d	M	Šířka profilu L
do 4	9	75	4	15	4	21,31	3	18,577	$\phi 30$
do 6	14	75	6	20	6	29,46	4	24,000	30 až 40
do 10	19	75	6	25	6	34,46	4	29,000	35 až 45
do 14	25	90	10	30	10	45,77	6	34,840	40 až 50
do 20	35	90	10	40	10	55,77	6	44,846	50 až 60
do 28	45	100	15	60	15	83,66	8	64,536	60 až 70

Poznámka. 1. Ke zvýšení tuhosti je přípustno použít upnutí pevnějšího nežli v tabulce uvedeno, např. pro $t_{max} = 7$ mm volit rozměry upínací jako pro $t_{max} = 14$ mm.
2. M je rozměr přes válečky ϕ d mm.

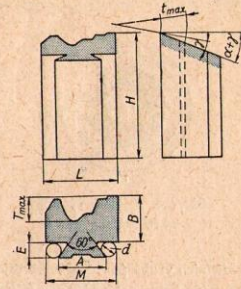
Upínací hranol prizmatických nožů je obvykle rovnoběžný s tvořící přímkou hřbetu. Šířka A upínací části nože (obr. 5.2) se řídí hloubkou obráběného profilu t_{max} . Čím hlubší je profil, tím větší je tlak na nůž a tím tužší musí být upnutí nože. Je třeba ovšem přihlídnout i k celkové šířce L obráběné části a volit podle ní rozměr A upínacího hranolu.

Směrné hodnoty pro konstrukci prizmatických nožů jsou v tabulce 5.II. Rozměr M přes měrné válečky průměru d slouží ke kontrole upínací části (lze použít obou alternativních rozměrů d a M uvedených v tab. 5.II).

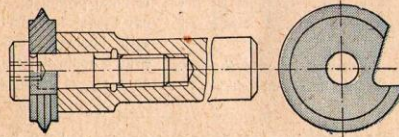
Rozměrů obsažených v tab. 5.II nelze vždy užít pro stroje, které mají nožové držáky jako příslušenství. Konstruktor se tu musí často přizpůsobit upínacím pomůckám na těchto strojích.

Kotoučové tvarové nože jsou výrobně méně nákladné nežli nože prizmatické. Jejich rotační tvar lze vyrobit přesněji a levněji než profil u prizmatických nožů. Kotoučové nože mají velkou životnost, jsou však méně tuhé a nehodí se pro obrábění velmi hlubokých profilů.

Kroutcí moment způsobený tlakem obrábění je zvláště u nožů velkého průměru značný a musí být bezpečně zachycen upínacím zařízením. Kroutcí moment se přenáší na nožový držák třením, jehož velikost je úměrná síle, vyvozené přitaháním nože šroubem (obr. 5.3). Tření, které je tu poměrně malé,

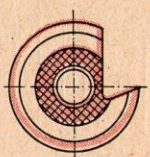


Obr. 5.2. Rozměry čtyřhranného tvarového nože

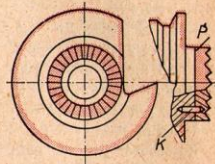


Obr. 5.3. Upevnění kotoučového nože na nožovém držáku

Ize zvýšit zdrsněním styčných ploch proudem písku nebo křížovým vroubkováním podle obr. 5.4. Je-li kroutcí moment velký, např. u širokých nožů s hlubokým profilem, volí se unášení nože pomocí



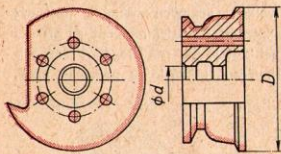
Obr. 5.4. Kotoučový nůž s křížovými vrubů



Obr. 5.5. Kotoučový nůž s radiálními vrubů

radiálních vrubů (obr. 5.5) nebo válcovým kolíkem, pro který je v noži navrtána jedna nebo více děr (obr. 5.6).

Na obr. 5.7 a v tab. 5.III jsou dány hlavní rozměry kotoučových nožů s radiálně rýhovanými boky.



Obr. 5.6. Konstrukce kotoučového nože s několika unášecími kolíky

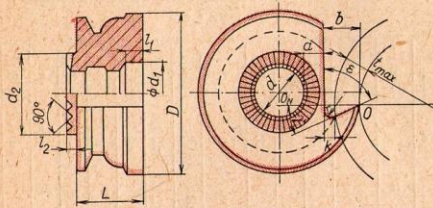
Šířka b musí být tak velká, aby i na nejmenším průměru profilu nože zůstal dostatečný prostor k na odvádění třísek. Hodnoty b_{max} , uvedené v tab. 5.III platí pro hloubku profilu t_{max} uvedenou v tabulce. Nemá-li profil tuto hloubku, stačí volit šířku b podle skutečné hodnoty t_{max} ze závislosti

$$b = t_{max} + k. \quad (5)$$

Tloušťka stěny a mezi výřezem a vrtáním nože má být 8 až 10 mm, přiměřené k velikosti nože.

Úhel β výřezu se volí 80°, je-li úhel čela menší než 15° a 70°, je-li 15 až 25°.

Radiální rýhování se vyfrézuje na boku nože (obr. 5.7) nebo odděleném prstenu P (obr. 5.5), na který se přenáší kroutcí moment



Obr. 5.7. Hlavní rozměry kotoučových nožů s radiálně rýhovaným bokem

kolíkem K. Boky rýh se obrábějí frézou, která má obvykle profil 90° (obr. 5.8), na vrcholu zubů zůstává ploška šířky a = 0,5 mm.

Tabulka 5.III
Tvarové nože kotoučové s radiálně rýhovaným bokem (obr. 5.7)
Rozměry v mm

Hloubka profilu t_{max}	D	dH7	d ₁	b _{max}	k	r	d ₂	l ₂
do 4	30	10	16	7	3	1	—	—
do 6	40	13	20	10	3	1	20	3
do 8	50	16	25	12	4	1	26	3
do 10	60	16	25	14	4	2	32	3
do 12	70	22	34	17	5	2	35	4
do 15	80	22	34	20	5	2	40	5
do 18	90	22	34	23	5	2	45	5
do 21	100	27	40	26	5	2	50	5

V tab. 5.IV jsou rozměry kotoučových nožů s bočním unášecím kolíkem (obr. 5.9) obvykle používaných na jednovřetenových automatach

Tabulka 5.IV

Kotoučové nože podle obr. 5.9 s bočním unášecím kolíkem
Rozměry v mm

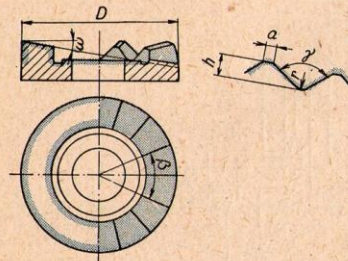
Hloubka Frázy t_{max}	Druh	L	D	d_{H7}	d_1	d_2	f	$d_5 + 0,1$	$R \pm 0,05$	c	m	l	k	d_4
do 6	I	< 6	45	10	15	pro- měn- ný	2,5	4,1	9	8	10	6	9	-
	II	> 6												
do 8	I	< 10	52	12	19	32	4	6,2	11	10	8	10	-	-
	II	10-12												
	III	> 20												
do 11	I	< 10	68	16	23	42	4	8,2	14	13	18	10	-	13
	II	10-12												
	III	> 20												

tických soustružích (např. na strojích výroby TOS Sezimovo Ústí, Index a Brown Sharpe). Volba typu I, II nebo III se řídí hloubkou profilu obrobku t_{max} a jeho šířkou L.

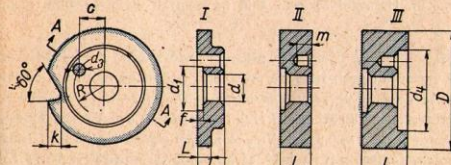
Abyste dosáhli co největší trvanlivosti ostří na celém obvodu profilu, je třeba dodržet optimální řezné úhly na všech částech profilu. Této podmínce se nedá vždy vyhovět, protože se úhly mění podle polohy ostří, tj. podle úhlu, který svírají jednotlivé části profilu s radiálním směrem S (obr. 5.10). Části profilu, které jsou rovnoběžné s osou součástí např. 1-2 nebo 3-4, a které jsou tedy kolmé na směr S, mají u radiálních nožů největší úhel hřbetu α .

Čím je však úsek profilu bližší k radiálnímu směru, tedy čím je úhel β menší, tím je menší i úhel hřbetu na tomto úseku. Tak např. na úseku 4-5 je úhel hřbetu α_B určen závislostí

$$\text{tg } \alpha_B = \text{tg } \alpha \cdot \sin \beta \quad (6)$$

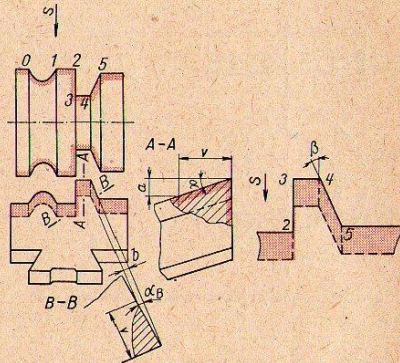


Obr. 5.8. Rozměry rýhování boků kotoučových nožů



Obr. 5.9. Rozměry kotoučového nože s bočním unášecím kolíkem

a v těch částech profilu, které jsou rovnoběžné s radiálním směrem S a v nichž je tedy $\beta = 0$, např. v úseku 2-3 a v bodech 0 a 1, je úhel hřbetu roven nule. Takové části břitů mají nepříznivé podmínky řezání je na nich značný ošetr na hřbetu, a tím se podstatně snižuje trvanlivost celého nástroje.

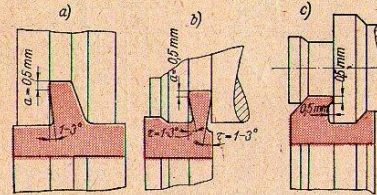


Obr. 5.10. Určování řezných úhlů na různých částech profilu nože

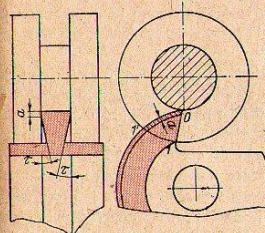
Tato okolnost bývá často příčinou nedostatečné produktivity při práci tvarovými noži. Hledíme proto snížit tření na radiálních bocích, čehož se dosáhne úpravou kuželových vybrání (obr. 5.11 a, b) nebo vysoustružením mezikruží (obr. 5.11 c). Na největším průměru se ponechá mezikruží šířky $a = 0,5$ mm. Tím se zmenší styčná plocha 0 1' mezi nástrojem a obrobkem na úzký, čárkovaný proužek šířky a (obr. 5.12). Oblouky zakončené radiálně tj. kolmo na osu, mají rovněž nulový úhel hřbetu. Je proto účelné zakončit oblouk přímkou se sklonem

$\beta = 7$ až 10° (obr. 5.13) aby se vytvořil i v těchto nepříznivých místech úhel hřbetu 2 až $2\frac{1}{2}^\circ$. Trvanlivost nástroje se tím zvýší.

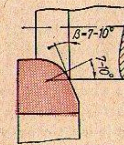
Snaha zlepšit řezné vlastnosti a životnost tvarových nožů vede ke zvláštním konstrukcím, jejichž hlavní účel bývá zvětšit boční úhly. Dosáhne se toho různými způsoby, např. vodorovným vykloněním osy



Obr. 5.11. Úprava radiálních ostří tvarového nože
a, b - kuželovým podbroušením, c - mezikružím

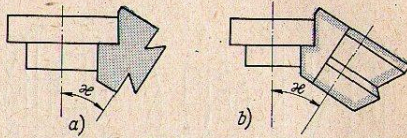


Obr. 5.12. Zmenšení styčné plochy úpravou tvarového nože
 γ - úhel podbroušení



Obr. 5.13. Úprava ukončení oblouku profilu tvarového nože

nože o úhel α (obr. 5.14), bočním vykloněním o boční úhel hřbetu α (obr. 5.15) anebo úpravou šroubovitých boků (obr. 8.1). Máme-li u takových nožů udržet stálý, neproměnný tvar po ostření, je nutno pro počítat profil nástroje podle dále uvedených postupů.



Obr. 5.14. Vodorovné vyklonění nože

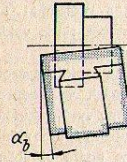
Výpočet profilu takovýchto nástrojů je v porovnání se základními radiálními noži složitější, uvážíme-li však, že větší životnost snižuje značné náklady na tyto nástroje, ukáže se zavedení těchto pokrokových konstrukcí výhodné zvláště v sériové výrobě.

Vhodným využitím poznatků a výpočtových metod popsaných v předcházejících státech se vícepráce spojená s těmito konstrukcemi snižuje, nelze se však již vyhnout použití goniometrických funkcí, což do značné míry brání jejich většímu rozšíření.

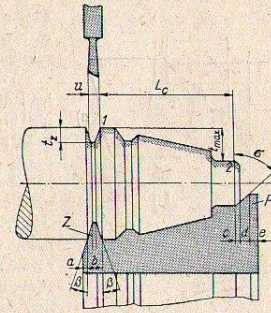
Celkové rozměry tvarových nožů plochých, prizmatických i kotoučových volíme podle profilu a délky obráběné části. Obrábět příliš dlouhé a příliš hluboké profily jedním nožem není produktivní. Ta část nástroje, která odebrává nehlubší část profilu, je v záběru mnohem déle nežli ostatní břít, čímž se celková doba obrábění někdy neúměrně prodlužuje a zatížení nástroje je v průběhu obrábění nestejnoměrné.

Tvarovými noži se často obrábí tyčový materiál a je proto účelné upravit je tak, aby byl obrábek připraven pro další operace, a to hlavně pro upichování a pro srážení hran. Je výhodné konstruovat tvarové nože tak, aby na obráběném předmětu vytvořily hrany v krajních uzlových bodech, např. v bodech 1 a 2 (obr. 5.16), které určují celkovou délku L_c hotového obrobku a ulehčují jeho kontrolu. Boky zapichovací části

nože Z nemají být kolmé k ose předmětu, aby se zajistil dostatečný úhel hřbetu na bočích zápichu. Úhel β na obou stranách má být asi 15° . Šířka b zápichu se rovná přibližně šířce u zapichovacího nože. Hloubku t_z zápichu volíme menší, než je maximální hloubka t_{max} profilu součásti, aby se zajistila tuhost obráběné části, která je namáhána řezným tlakem na ohyb. Přesah a



Obr. 5.15. Boční vyklonění nože



Obr. 5.16. Zápichy na koncích profilu obráběné součásti

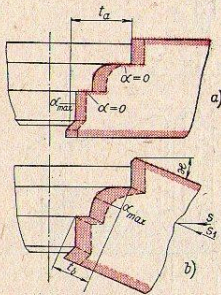
bývá 0,5 až 1 mm. Srážení hrany na volném konci obrobku se dosáhne přidáním břitem P , skloněným pod úhlem 30 až 45° v šířce c , ke které se na noži přidá 1 až 1,5 mm. Ostrý přechod na kraji nože se odstraní přechodovým ostřím e v šířce 2 až 2,5 mm.

6. Tvarové nože vykloněné ve vodorovné rovině

Na obr. 5.14 je znázorněn kotoučový a prizmatický nůž vykloněný ve vodorovné rovině od osy obrobku o úhel α . Účelem tohoto uspořádání je dosáhnout dostatečně velkých úhlů hřbetu ve všech bodech profilu nože. Na obr. 6.1 je zřejmý rozdíl mezi obyčejným (základním) nožem (a)

a vykloněným nožem (b). V nepříznivých částech, v nichž u obyčejného nože je nulový hřbet, se úhel hřbetu vykloněním podstatně zvětší.

Vykloněným nožem můžeme zajistit do záběru radiálně ve směru S nebo šikmo ve směru S_1 . Obvykle je směr posuvu radiální, jak to souhlasí s běžným uspořádáním strojů, zvláště revolverových a automatických soustruhů.



Obr. 6.1. Porovnáni tvarových nožů
a — základní, b — vykloněný

Tvarový nůž můžeme vyklonit, jen je-li profil dostatečně otevřený; úhel hřbetu se nemá v žádném místě snížit pod 2 až 3° . Uzavřené profily, např. drážky s radiálními boky, nemůžeme obrábět takto vykloněnými noži.

Při výpočtu profilu tvarových nožů, vykloněných ve vodorovné rovině se snažíme využít zkušeností se základními noži. Výpočet začneme tím, že volíme podle obráběného materiálu úhel čela (např. 25°) a počítáme pro každý uzel hloubku profilu v rovině čela (obr. 6.2) tak jako u základních nožů radiálních.

Rozdíl je v tom, že určíme redukovaný úhel čela γ' v radiální rovině kolmé na podélnou osu obrobku (např. v rovině $r-II-II$) z rovnice

$$\text{tg } \gamma' = \text{tg } \gamma \cdot \cos \alpha \quad (7)$$

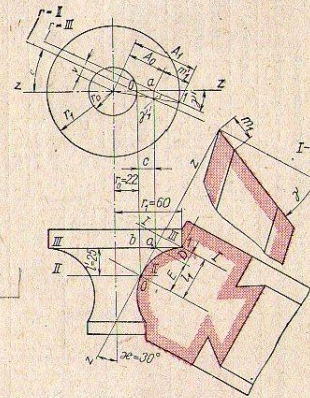
U základních nožů jsme postupovali podle obr. 4.3 tak, že jsme vedli koncovým bodem O na poloměru r_0 přímkou pod úhlem γ . U nože vykloněného ve vodorovné rovině vycházíme při určení pomocného úseku m_1 uzlu 1 od bodu a (obr. 6.2) na poloměru $r_0 + C$, jímž vedeme přímkou pod úhlem γ' . Bod a leží na základní přímce $z-z$, tj. na přímce vedené bodem O pod úhlem vyklonění α , a je průsečíkem základní přímky s radiální rovinou $r-III-III$, jež prochází uzlem 1.

Postup pro bod 1 je tedy tento:

- Učří se základní přímka $z-z$, procházející vrcholem nože O .
- Učří se bod a v průsečíku základní přímky a radiální roviny $r-III-III$.
- V nárysu se vede na poloměru $r_0 + C$ přímkou čela pod úhlem γ' .
- Učří se úsek m_1 pomocí úseček A_1 a A_0 .
- Učří se úsek m_2 v rovině čela nože.

V tab. 6.1 je schéma postupného výpočtu hloubky m_2 v rovině čela profilu pro bod 1. Vodorovným vykloněním nože se mění i šířky profilu, tj. vzdálenosti uzlů měřené ve směru osy nástroje. Tyto vzdálenosti jsou na obrobku na obr. 6.2 označeny čárkou (např. l_1'), kdežto na nástroji jsou bez čárky (l_1). Postup přepočtu podélných vzdáleností uzlů je v druhé části tab. 6.1.

Nože tohoto druhu jsou zvláště výhodné k přesnému obrobení kuželů. Na nožích základního typu, s čelem nože a osou nebo boční plochou rovnoběžnou s osou obrobku, je profil ostří, které by mělo přesně obrobit kužel, zakřiven podle hyperboly, tj. podle křivky, ve které rovina čela nože protíná kuželovou část obráběného předmětu. Vyrobit nástroj s takto zakřiveným ostřím je velmi nákladné. Kdybychom



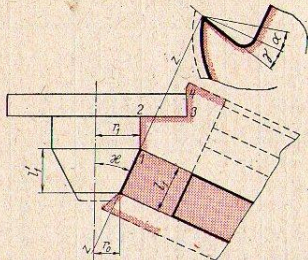
Obr. 6.2. Prizmatický nůž vykloněný ve vodorovné rovině o úhel α

Prismatický nůž vykloněný vodorovně

Vypočet pomocných úseků m pro souřadit v obr. 6.2 – uzlové body 0–1. Rozměry v mm

Vzorec	Dáno	Logaritmus	Vypočteno
$\text{tg } \gamma' = \text{tg } \gamma \cdot \cos \kappa$	γ κ	$\log \text{tg } \gamma'$ $\log \cos \kappa$	$9,66857 - 10$ $9,93753 - 10$
$C = I_1 \cdot \text{tg } \kappa$	I_1 κ	$\log I_1'$ $\log \text{tg } \kappa$	$1,39794$ $9,76144 - 10$
$v = (r_0 + C) \cdot \sin \gamma'$	r_0 C	$\log(r_0 + C)$ $\log \sin \gamma'$	$1,56271$ $9,57358 - 10$
$\sin \gamma_1 = \frac{v}{r_1}$	v r_1	$\log v$ $-\log r_1$	$1,13629$ $-1,77815$
$A_1 = r_1 \cdot \cos \gamma_1'$	r_1 γ_1'	$\log r_1$ $\log \cos \gamma_1'$	$1,77815$ $9,98638 - 10$
$A_0 = (r_0 + C) \cdot \cos \gamma'$	$r_0 + C$ γ'	$\log(r_0 + C)$ $\log \cos \gamma'$	$1,56271$ $9,96717 - 10$
		$\log A_0$	$1,52988$

tento nástroj vyrobili s ostřím přímým, nedostali bychom přesný kužel na obrobu a zjistili bychom, že úchytky na kuželi, které takto vzniknou, mají často nepřijatelné hodnoty. Přesně lze obrobít kužel nožem vodorovně vykloněným o úhel úkosu kužele κ určený z rovnice



Obr. 6.3. Kotoučový nůž vykloněný vodorovně o úhel úkosu kužele κ

$$\text{tg } \kappa = \frac{r_1 - r_0}{l_1} \quad (8)$$

Vzdálenost uzlů 0–1 měřená rovnoběžně s osou kužele je l_1 a na noži je určena rovnicí

$$l_1 = \frac{l_1'}{\cos \kappa} \quad (9)$$

Na obr. 6.3 je plně vyznačena část nože obrábějící kuželovou plochu. Celý profil včetně této plochy můžeme obrábět jedním nožem, přičemž

uzlové body 2, 3 a 4 v čárkované doplňující části nože řešíme podle postupu v tab. 6.1 a obr. 6.2.

Celková hloubka profilu t_2 vodorovně vykloněných nožů je menší než hloubka profilu t_1 u nožů základního druhu (obr. 6.1); proto se u hlubokých profilů dosáhne touto konstrukcí značné úspory nástrojového materiálu a zvýší se tuhost nože.

Zmíněné výhody těchto nožů odůvodňují často vícepráci, která je spojena s jejich konstrukcí, a to zvláště v sériové výrobě.

7. Tvarové nože bočně vykloněné

Tvarovými noži s bočním vykloněním dosahujeme rovněž zvětšení úhlu hřbetu v částech profilu, které leží v radiálních, tj. na osu obrobu

Vzorec	Dáno	Logaritmus	Vypočteno
$m_1' = A_1 - A_0$	A_1 A_0		$m_1' = 24,55$
$m_1 = m_1' \cdot \frac{\cos \gamma' \cdot \cos \kappa}{\cos \gamma}$	m_1' γ' κ γ	$\log m_1'$ $\log \cos \gamma'$ $\log \cos \kappa$ $-\log \cos \gamma$	$1,39005$ $9,96717 - 10$ $9,93753 - 10$ $-9,95728 - 10$
		$\log m_1$	$1,33747$
Vypočet 3řez. profilu			
$D = m_1 \cdot \cos \gamma' \cdot \sin \kappa$	m_1 γ' κ	$\log m_1$ $\log \cos \gamma'$ $\log \sin \kappa$	$1,39005$ $9,96717 - 10$ $9,69897 - 10$
$E = \frac{l_1'}{\cos \kappa}$	l_1' κ	$\log l_1'$ $-\log \cos \kappa$	$1,39794$ $-9,93753 - 10$
$I_1 = E + D$	E D	$\log E$	$1,46041$
	I_1		$I_1 = 40,251$

kolmému směru. Lze jich použít, je-li profil dostatečně otevřený, protože se nůž zároveň přiklání k bokům části profilu, odkloněných od podélného (axiálního) směru a ležících ve směru odklonění nože. U těchto boků se úhel hřbetu naopak zmenšuje.

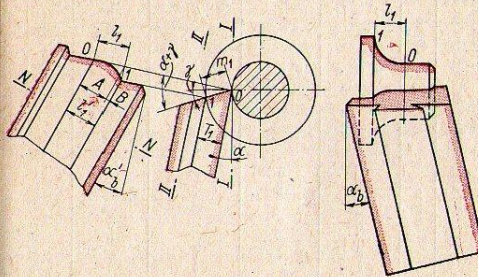
Boční úhel α_0 v rovině řezání I–I (obr. 7.1) tj. v rovině tečné k obrobu, volíme 8 až 12°. Pro konstrukci nože musíme znát úhel vyklonění α_0' v ložné rovině nože II–II. Určíme jej z rovnice

$$\text{tg } \alpha_0' = \text{tg } \alpha_0 \cdot \cos \alpha \quad (10)$$

Profil v rovině čela se počítá stejně jako u základních nožů radiálních. V radiální rovině obrobu se určují úseky m_1 přesným výpočtem podle tab. 4.1 nebo přibližně pomocí tab. 4.11 a z nich se vypočítají hloubky T_1 v normálním profilu nože pomocí rovnice

$$T_1 = m_1 \cdot \cos(\alpha + \gamma) \quad (2)$$

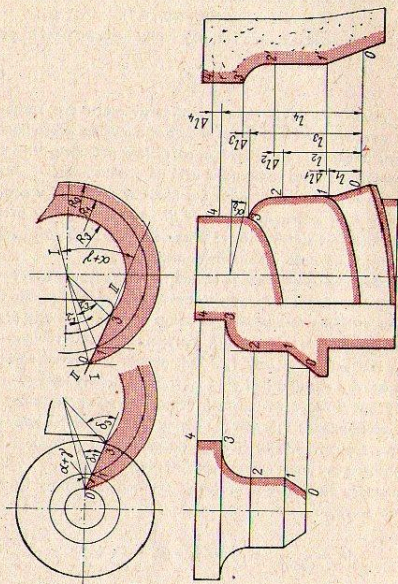
Axiální vzdálenosti uzlů l v normální rovině nože N–N se vykloněním mění a je třeba je přepočítat podle postupu v tab. 7.1.



Obr. 7.1. Prismatický nůž bočně vykloněný

Prizmatický nůž bočně vykloněný
Výpočet vzdálenosti l pro současně v obr. 7.1 — uzlové body 0—1. Rozměry v mm

Vzorec	Dáno		Logaritmus	Vypočten
	α	γ		
$T_1 = m_1 \cdot \cos(\alpha + \gamma)$	10°		log m_1 log $\cos(\alpha + \gamma)$ log T_1	1,33 122 9,95 728 -10 1,28 850 $T_1 = 19,43$
$\tau_2 \sigma'_2 = \tau_2 \alpha' \cdot \cos \alpha$	15°	21,44	log $\tau_2 \alpha'$ log $\cos \alpha$ log $\tau_2 \alpha'$	9,42 805 -10 9,99 335 -10 9,42 140 -10 $\sigma'_2 = 14,47'$
$B = m_1 \cdot \sin(\alpha + \gamma) \cdot \sin \alpha_6$	21,44 25° 14,47'		log m_1 log $\sin(\alpha + \gamma)$ log $\sin \alpha_6$ log B	1,33 122 9,62 595 -10 9,40 682 -10 0,36 399 $B = 2,312$
$A = l_1 \cdot \cos \alpha_6$	22 14,47'		log l_1 log $\cos \alpha_6$ log A	1,34 242 9,98 338 -10 1,32 780 $A = 21,27$
$l_1 = A + B$	21,270 2,312 23,582			$l_1 = 23,582$



Obr. 8.1. Nůž se šroubovitými boky

8. Tvarové nože se šroubovitými boky

U kotoučových nožů dosáhneme většího bočního úhlu hřbetu tím, že brousíme boky nožů ve šroubovicích (obr. 8.1).

Stoupání S šroubovice volíme tak, aby vznikl na boku úhel α_6 podle závislosti

$$S = 2\pi R \cdot \operatorname{tg} \alpha_6 \quad (11)$$

Z této rovnice vyplývá, že na menším průměru pro zachování rovnice (11) musí být větší boční úhel hřbetu α_6 , a musíme proto kontrolovat hodnotu bočního úhlu hřbetu α_6 na malém průměru. Vliv úhlu čela γ se projeví na změně vzdálenosti uzlů na profilu nože.

Bruný kotouč k broušení nože má hloubky profilu T v osovém řezu I—I, určené výpočtem podle tab. 4.III. Axiální rozměry profilu, které u základních radiálních nožů se přenášejí beze změny na nástroj, se uspořádáním boků nože v šroubovici mění.

Kdyby čelo nože leželo v osové rovině I—I, tj. kdyby v této rovině ležely všechny uzly profilu nože, byly by osové vzdálenosti l profilu nože rovné osovým vzdálenostem profilu obrobku. Protože však uzly profilu nože leží v rovině čela nože II—II, svírající s osovou rovinou I—I úhel $\alpha + \gamma$, leží jednotlivé uzly 1, 3 atd. profilu v osových rovinách, svírajících s osovou rovinou I—I úhly τ_1, τ_3 atd. Bruný kotouč brousí však tvarový nůž v osové rovině I—I. Proto je třeba promítnout jednotlivé uzly profilu nože z čela nože do roviny I—I, přičemž se body musí přesunout po šroubovici, tvořící boky nože. Tím se jednotlivé body posunou ve směru osy nože. Dráha posunutí závisí na úhlech τ a velikost posunutí ve směru osy, které se projevuje změnou vzdálenosti uzlových bodů, určí se ze vztahu

$$\Delta l_1 = \frac{S}{360^\circ} \cdot \tau_1^2, \text{ kde } \tau_1 = \delta_1 - (\alpha + \gamma) \quad (12a)$$

$$\Delta l_3 = \frac{S}{360^\circ} \cdot \tau_3^2, \text{ kde } \tau_3 = \delta_3 - \delta_1. \quad (12b)$$

O hodnoty Δl_1 a Δl_3 je nutno rozšířit osový profil nože a zúžit profil

Nože se šroubovitými boky
Výpočet pro uzly 0—1—3 současně podle obr. 8.1. Rozměry v mm

Vzorec	Dáno		Logaritmus	Vypočteno
	R_1	α_6		
$S = 2\pi R_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_6$	40	10°	log 2 log π log R_1 log $\operatorname{tg} \alpha_6$ log S	0,30 103 0,49 715 1,60 206 9,24 632 -10 1,64 656 S = 44,31
$\operatorname{tg} \sigma_{\max} = \frac{S}{2\pi R_3}$	44,31	28	log S -log 2 -log π -log R_3 log $\operatorname{tg} \sigma_{\max}$	1,64 656 -0,79 818 -1,44 716 9,40 122 -10 $\sigma_{\max} = 14,8'$
$\tau_1 = \delta_1 - (\alpha + \gamma)$	42°	35°	δ_1 $\alpha + \gamma$	$\tau_1 = 7^\circ$
$\Delta l_1 = \frac{S}{360} \cdot \tau_1^2$	44,31	7°	log S log τ_1 -log 360 log Δl_1	$\Delta l_1 = 0,8817$
$\tau_3 = \delta_3 - \delta_1$	64°	42°	δ_3 δ_1	$\tau_3 = 22^\circ$
$\Delta l_3 = \frac{S}{360} \cdot \tau_3^2$	44,31	22°	log S log τ_3 -log 360 log Δl_3	1,64 656 1,34 242 -2,55 630 0,43 268 $\Delta l_3 = 2,708$

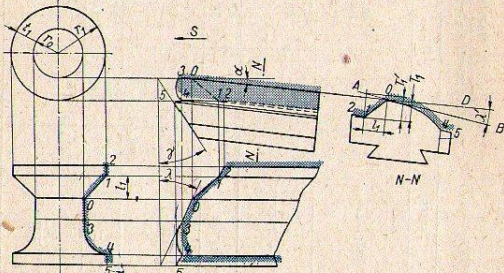
brusného kotouče. Příklad výpočtu korekcí uzlových vzdáleností je v tab. 8.1.

Výhoda nožů se šroubovitými boky je v tom, že se dají přesně brousit metodami známými z výroby závitových nástrojů a nástrojů na ozubená kola. Výpočet pak nevyžaduje podstatně větší práce než základní nože radiální. Ve výrobě těchto nožů se uplatní závitové brusky a měřidla na závity.

9. Tangenciální nože

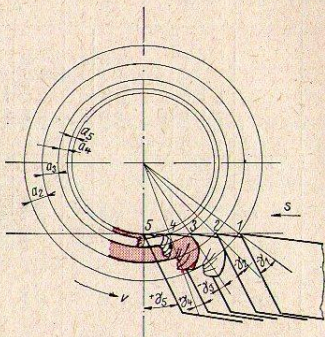
Tangenciální tvarové nože, jejichž princip byl popsán v odst. 2 (obr. 2.8), mají v porovnání s radiálními noži některé zvláštnosti, které je činí v určitých případech velmi výhodnými. Jedna jejich přednost je, že vytvářejí vždy stejný profil bez ohledu na průměr obrobku, takže při určování profilu nože odpadá výpočet se zřetelem na průměr výrobku.

Úhel hřbetu α (obr. 9.1) má vliv na hloubku T profilu nože, jak je patrné z příkladu výpočtu v tab. 9.1; tento vliv se však projevuje význačně jenom při větších úhlech hřbetu, např. u profilů, které mají boky



Obr. 9.1. Tangenciální nůž

téměř radiální. Pak volíme úhel hřbetu 10 až 12° . Jinak bývá úhel hřbetu u těchto nožů malý — 1 až 2° , a to proto, že vstupní úhel hřbetu je sám sebou již příliš velký a při větším základním úhlu hřbetu by se ještě zvětšil. Výhodou při malém úhlu hřbetu je, že ve většině případů



Obr. 9.2. Postupný záběr tangenciálního nože

můžeme vyrobit nůž s profilem obrobku, protože se teoreticky přesný profil při malém úhlu hřbetu liší od profilu obrobku jen nepatrně a rozdíl se dá obvykle zanedbat.

Práci tangenciálních nožů osvětluje obr. 9.2, v němž jsou zakresleny polohy nože po několika stejných posunutích ve směru tečném k obrobku. Při vstupu nože v poloze 1 je velký úhel hřbetu a silně negativní úhel čela $-\gamma_1$, který je nepříznivý pro tváření třísky. Tloušťka odebrané vrstvy je tu značná (a_2) a přetvárná práce v tříске velká. Postupně od polohy 2 až do 5 nabyvá úhel čela stále kladnější hodnoty — $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ až γ_5 v konečné poloze, tváření třísky je stále příznivější a zmenšuje se i tloušťka odebrané vrstvy od a_2 až do a_5 . V tom právě je další

Tabulka 9.1

Tangenciální nůž
Výpočet hloubky T profilu nože pro součinitel v obr. 9.1 — uzly 0 — 1. Rozměry v mm

Vzorec	Dáno	Logaritmus	Vypočteno
$r_1 = r_1 - r_0$	r_1 r_0		$t_1 = 20$
Hloubka měřená od AB $T_1 = t_1 \cdot \cos(\alpha + \gamma)$ $T_1 = \frac{t_1 \cdot \cos \gamma}{\cos \alpha}$	t_1 α γ	$\log t_1$ $\log \cos(\alpha + \gamma)$ $-\log \cos \gamma$ $\log T_1$	$t_1 = 20$ $T_1 = 18,075$
$\tan \lambda = \tan \alpha \cdot \sin \alpha$	λ α	$\log \tan \lambda$ $\log \sin \alpha$ $\log \tan \lambda$	$\lambda = 4^\circ 38'$
Hloubka měřená od roviny CD rovnoběžné s ložnou rovinou nože $T_1 = T_1 \pm t_1 \cdot \tan \lambda$	t_1 λ T_1 $-t_1 \cdot \tan \lambda$ T_1 $T_1 - t_1 \cdot \tan \lambda$	$\log t_1$ $\log \tan \lambda$ $\log T_1$ $\log (t_1 \cdot \tan \lambda)$	$T_1 = 1,458$ $T_1 = 18,075$ $T_1 = 16,617$

důležitá výhoda tangenciálního obrábění, že se v konečné fázi odebrá jemná tříska a dostává se hladký povrch. Zároveň je v tom i určité omezení, protože při zcela malém posuvu by byla konečná tříska tak tenká, že by nůž nezabíral, nýbrž tlačil a nastalo by chvění. Vhodný posuv bývá $0,08$ až $0,15$ [5], příliš velký posuv zvyšuje drsnost povrchu a může být příčinou chvění, zejména je-li úhel hřbetu malý.

Z těchto důvodů musí být uložení tangenciálních nožů tuhé.

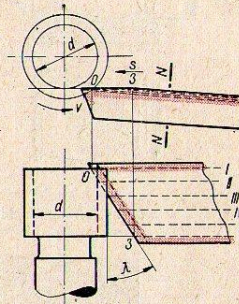
Skutečný úhel čela se značně mění od počátku do konce záběru (obr. 2.8), jeho konečná hodnota γ_B nemá přesahovat hodnoty uvedené v tab. 3.1o více než 10 až 15° . Máme-li posoudit, zda se některý profil hodí pro obrábění tangenciálním nožem, volíme počáteční hodnotu úhlu čela $\gamma_A = 0$ až 3° a zjistíme z rovnice

$$\cos(\gamma_B - \gamma_A) = \frac{r_0}{r} \quad (13)$$

ve které r_0 znamená nejmenší a r největší poloměr profilu obrobku, zdali úhel γ_B vyhovuje uvedené podmínce. Jinak se doporučuje volit jiný druh nože.

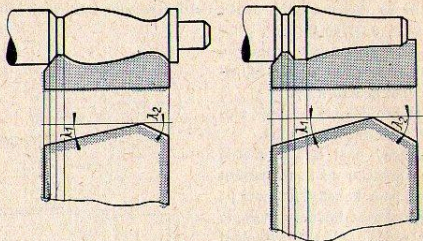
Čelo tangenciálních nožů se brousí tak, aby vznikl úhel čela γ v rovině radiální a úhel sklonu $\lambda = 15$ až 45° v rovině tečné, obr. 9.1.

Záběr nože je pak plynulý od bodu 5 až k bodu 2. V obr. 9.3 je schematicky znázorněn záběr břitu 03 skloněného pod úhlem λ při obrábění válcové plochy o průměru d . V obr. 9.1 se takto obrábí válcový úsek 03. V rovinách I až VI se postupně opakuje to, co je znázorněno v obr. 9.2, tzn., že největší počáteční zatížení přechází postupně od polohy I až do polohy VI, a že výsledné zatížení břitu v určitém okamžiku má některou střední hodnotu zatížení působících v jednotlivých rovinách. V porovnání



Obr. 9.3. Záběr skloněného břitu na válcové ploše d

s radiálním obráběním je toto výsledné zatížení při tangenciálním obrábění malé, což vysvětluje to, že podle zkušenosti pracují tangenciální nože lehce. Následkem nižšího celkového zatížení je tlak na obrobek



Obr. 9.4. Tangenciální nože s lomeným břitem



Obr. 9.5. Tangenciální nůž VÚOSO

menší než při radiálním obrábění, což činí radiální nože zvláště vhodné pro obrábění štíhlých částí.

Při velkém úhlu sklonu je doba záběru dlouhá, a proto se doporučuje upravit nože s dvojitým sklonem, zejména je-li obrobek široký, obr. 9.4.

80

určit potřebnou přesnost tvarového nože vzhledem k předepsané přesnosti obrobku. Požadavkem přesnosti profilu lze určit stroje a pomůcky, jimiž lze žádaný profil vyrobit.

Při obrábění součástí tvarovým nožem vznikají na obráběném profilu úchytky, které jsou způsobeny chybami tvaru nástroje, např. nepřesně vypočítaným profilem, jeho nepřesnou výrobou, nedostatečnou kontrolou, nebo nesprávným či nedostatečně tuhým upnutím a nastavením nože vzhledem k obrobku.

Úchytky způsobené jinými příčinami nežli vlastním nástrojem vycerpávají často značnou část dovolených úchylek rozměrů obrobku, takže na nástroj zůstává jen menší část celkové tolerance. To znamená, že profil nástroje musí být vyroben v užších tolerancích nežli obrobek. Proto jsou kladeny vysoké požadavky na přesnost a dobrý stav strojů na výrobu tvarových nožů.

Profil přesných tvarových nožů se obvykle brousí, aby se odstranily deformace po kalení a povrchová oxidovaná vrstva. Broušení profilu tvarových nožů je nejdůležitější operací jejich opracování. Při kusové výrobě nožů se používá běžných brusek, a to brusek rovinných k broušení plochých a prizmatických nožů a brusek hrotových k broušení nožů kotoučových. Účelným přizpůsobením lze na obou typech brusek brousit profily prizmatických i kotoučových nožů. Na broušení nožů se šroubovitými boky se používá bruska na závit.

Při kusové výrobě se obvykle brousí profil rozložený, po částech, tj. postupně se vybrousí jednotlivé přímkové, kruhové a kuželové části atd.

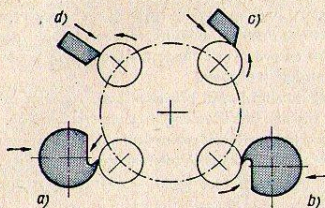
Na tvarových bruskách lze brousit profily vcelku podle šablony nebo podle zvětšeného výkresu. U postupu zavedeného s. Hamrem se vychází od šablony zhotovené ve skutečném měřítku profilu obráběné části. Technologie obrábění tvarových nožů je založena na dnešní praxi broušení válcových, kuželových a kruhově zaoblených povrchů.

Postup broušení profilu vysvětlíme nejprve na broušení kotoučových nožů na hrotové brusce. Vhodné jsou brusky s brusným vřeteníkem otočným kolem svislé osy (obr. 10.1) na způsob brusky na nástroje, doplněné zařízením pro přesné nastavení stolu v podélném směru.

Brousí se většinou zápchem, tj. předepsané hloubky T profilu se

82

Tangenciálních nožů lze použít na hrotových soustružích, na jedno-vřetenových a na několikvřetenových automatech i na revolverech. Na obr. 9.5 je nožový držák konstrukce inž. Preislera ve Výzkumném



Obr. 9.6. Kombinace kotoučových nožů
a) a b) s tangenciálním nožem c) s radiálním nožem
upichovacím d) na čtyřvřetenovém automatu

ústavu obráběcích strojů a obrábění v Libni. Nožová hlava je svisle přestavitelná, aby se mohl nůž nastavit na průměr. Úložná plocha hlavy je skloněna k vodorovné rovině o 2° , tj. o potřebný úhel hřbetu.

Vhodnou kombinací radiálních např. kotoučových a plochých nožů s tangenciálními noži se dá využít výhod tečného obrábění, které se osvědčuje zvláště u dokončovací operaci s malým přídavkem. Příklad takového uspořádání tvarových nástrojů na čtyřvřetenovém automatu je na obr. 9.6.

10. Broušení profilů tvarových nožů

V předcházejících odstavcích jsme vysvětlili funkci různých druhů tvarových nožů a vztahy, které jsou mezi tvarem (profilem) obrobku a nože.

Základem výroby přesných tvarových nožů je dodržení rozměrů profilu předepsaných výkresem, tj. hloubky T a vzdálenosti uzlů l . Je třeba

8 Tvarové nože

81

dosáhnout příčným posuvem brusného kotouče pomocí ručního kolečka T s přesným dělením. Osa brusného kotouče musí se nastavit přesně na výšku hrotů.

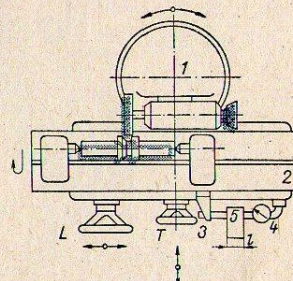
Podélný posuv stolu slouží k nastavení na vzdálenost uzlů l . Velikost podélného posuvu se kontroluje úchylkoměrem 4 pevně spojeným s ložem brusky a přiloženým k narážce 3 na stole brusky. Rozsah přesného podélného posuvu stolu lze zvětšit měrnou destičkou 5, vloženou mezi dotyk úchylkoměru a narážku 3.

Podélný posuv stolu se u některých strojů seřizuje také ručním kolem L s přesným dělením, které umožňuje nastavení vzdálenosti na setiny milimetru.

Brusný vřeteník 1 lze pootočit o potřebný úhel podle kruhového dělení. Tímto vykloněním brusného vřeteníku se umožní šikmé orovnění kotouče na úhly, které jsou předepsány výkresem nože.

Bruska má orovnávač na válcové plochy a přístroj na kruhové orovnění kotouče (obr. 10.2). Naznačený přístroj je otočný kolem svislé osy o 90° na obě strany. Pro obtahování vnějších poloměrů se orovnávací diamant nastaví pomocí narážky 1 (obr. 10.2a), která leží přesně v ose. Vložená měrná destička 2, jejíž tloušťka se rovná žádanému poloměru r , zajistí polohu diamantu pro orovnění kotouče na tento poloměr.

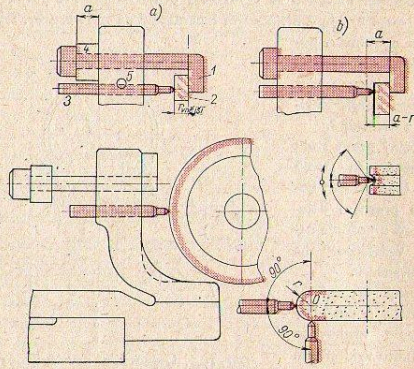
Vnitřní poloměry se nastavují po vyjmutí vložky 4 (viz obr. 10.2b), čímž se narážka přesune o vzdálenost a a diamant se pak dorazí až



Obr. 10.1. Univerzální bruska hrotová
1 - otočná hlava; 2 - stůl; 3 - narážka na stole;
4 - úchylkoměr na loži; 5 - měrka pro přesný
posuv na vzdálenosti uzlů; T - příčný posuv
(zápichový); L - ruční kolo pro podélný posuv
nože.

83

k měrné destičce, jejíž tloušťka je $a - r$. Poloha takto nastaveného diamantu, který musí být ve výšce osy brusného kotouče, se zajišťuje utahením šroubu 5. Z různých zařízení pro kruhové orovnávaní je na



Obr. 10.2. Kruhový orovnávač

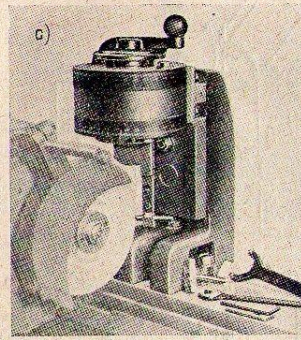
1 — narůžka na střed; 2 — měrná destička; 3 — držák diamantu; 4 — rozpěrný kroužek pro vnější poloměry; 5 — šroub

obr. 10.2c znázorněn přístroj Brown-Sharp, který umožňuje orovnávaní kruhových oblouků v rozsahu určitých úhlů a navazujících k nim tečných boků, tedy tvarů obdobných jako v obr. 4.14.

Postup broušení kotoučových tvarových nožů:

Nůž se obrojí soustružením s přídatkem na broušení po kalení 0,2 až 0,3 mm na plochu. Po zakalení se vybrousí válcová díra, do které se vloží trn a kontroluje se povrch nože na házení. Běží-li povrch v předepsané toleranci, brousí se válcové části a boky nože. Pro broušení nože

podle obr. 10.3 orovnáme kotouč na obou bocích (a), označených šipkou. Radiálně orovnané boční plochy slouží v dalším postupu k nastavení kotouče na přesné vzdálenosti ve směru osy nože. Osu kotouče vykloníme o úhel ω (obr. 10.4a, b) a orovnáme rovnoběžně a kolmo k ose nože, takže lze přebrousovat válcové i boční plochy.



Obr. 10.2c.

Přístroj Brown-Sharp na orovnávaní kruhového profilu

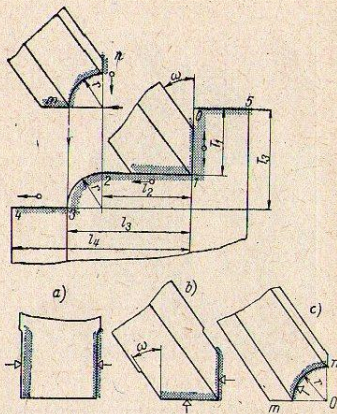
Brousí se postupně největší průměr válce 0—5 a dále válcové plochy 1—2 a 3—4. Hloubkové rozdílky T_1 a T_3 , o které musíme přisunout brusný kotouč k ose nože, určíme podle rozdílů hodnot odečtených na stupnicí kolečka pro příčný posuv.

Pak se brousí radiální rovina 0—1, kde se projeví výhoda broušení vykloněným brusným vřeteníkem.

Dále se brousí boky nože v uzlu 4. Přesnou vzdálenost od boku 0—1 dostaneme podélným přesunutím stolu o vzdálenost l_4 pomocí hloubkoměru a vložené měřky.

Následuje broušení poloměru r , k němuž upravíme brusný kotouč kruhovým orovnávačem podle obr. 10.3c.

Polohu středu O zjistíme dotykem diamantu orovnávače v místě m , při čemž je orovnávač v nulové poloze, a dotekem v n s orovnávačem

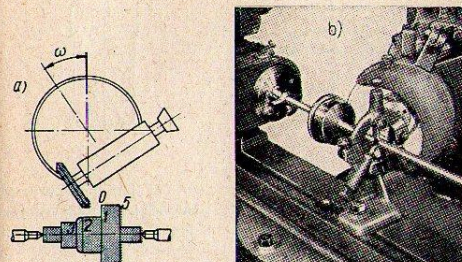


Obr. 10.3. Úprava brusného kotouče k broušení naznačeného profilu

pootočením o 90° . Po orovnávaní kruhového zhloubení na kotouči zajedeme stranou m k největšímu průměru nástroj 0—5, zjistíme podle zajiskření při prvním dotyku kotoučem výchozí polohu na průměru a obdobně dotykem strany kotouče n s bokem 0—1 a přesunutím podélně o vzdálenost l_2 dostaneme kotouč do polohy, ve které se zářivě brousí zaoblení na noži.

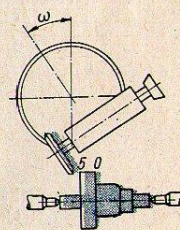
Zbývá brousit bok procházející uzlem 5 (obr. 10.3). Můžeme brousit

při téže poloze kotouče stranou n , otočíme-li nůž s trnem o 180° podle obr. 10.5. Tloušťku 0—5 kontrolujeme mikrometrem. Zjišťování výchozí polohy jemným dotykem, který se projeví nepatrným zajiskřením, je



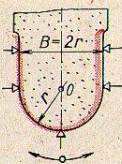
Obr. 10.4. Vyklonění brusného vřeteníku o úhel ω

velmi přesné a brusí ho v praxi běžně používají. Poloha kotouče se tak určí přesně na setinu milimetru. Při broušení kruhových úseků upraví se kotouč (obr. 10.6) orovnávaním rovinných boků kotouče na tloušťku $B = 2r$ nebo na menší tloušťku C (obr. 10.7). Poloha kruhového orovnávače se zjistí dotykem na levém nebo pravém boku kotouče a orovnávač se se stolem brusky přesune o vzdálenost $B/2$ nebo $C/2$ do středu šířky brusného kotouče. Má-li kužel přecházet do jiné polohy, např. do válce v přesně určené vzdálenosti, bývá broušení kuželů při výrobě tvarových nožů dost obtížným problémem. Osvědčený

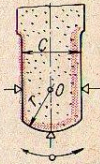


Obr. 10.5. Otočení broušeného nože k broušení čelní plochy

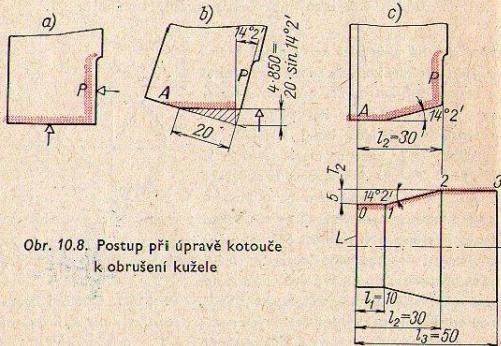
postup je znázorněn na obr. 10.8. Uzel 1 má předepsanou vzdálenost $l_1 = 10$ mm od boku nože. Nejprve se kotouč orovná na pravém boku P a na válcovém povrchu (obr. 10.8a). Pak se kotouč vykloní o přede-



Obr. 10.6. Úprava brusného kotouče k broušení vydutých kruhových úseků a zaoblení



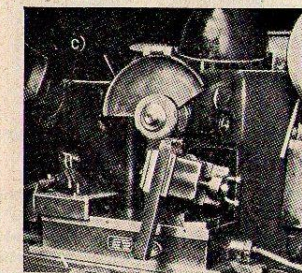
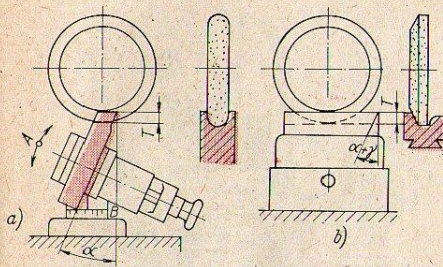
Obr. 10.7. Jiná úprava brusného kotouče k broušení vydutých kruhových úseků a zaoblení



Obr. 10.8. Postup při úpravě kotouče k obrušení kužele

88

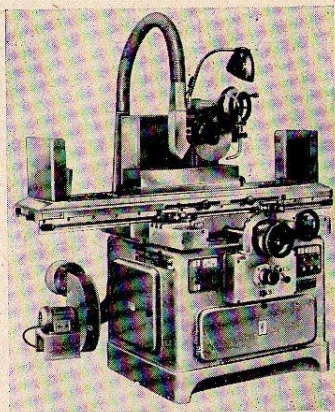
psaný úkos kužele (zde $14^{\circ}2'$) a orovná o čárkovanou část, a to ve výšce 4,850 mm (b), která je dána součinem $20 \cdot \sin 14^{\circ}2'$. Šířka zkosení je pak přesně 20 mm, tj. rovná se předepsané vzdálenosti uzlů 1—2.



Obr. 10.9. Broušení profilu na rovinné brusce
a — plochý nůž, b — prizmatický nůž

89

Kotouč se pak ustaví do zápchové polohy (c) pomocí výchozí polohy v podélném směru, která se zjistí dotykem pravého boku kotouče P s levým bokem L nože, a dále podle výchozí polohy v radiálním směru,



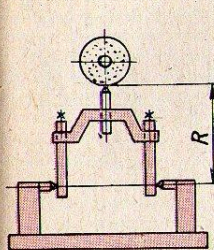
Obr. 10.10. Rovinná vodorovná bruska BPH 20N

která se určí zajištěním plošky A kotouče na největším průměru nože, tj. na válci 2—3. Od této polohy se zapichuje na hloubku $T_2 = 5$ mm. Válcové plochy a boky nože již musí být obrošeny na míru.

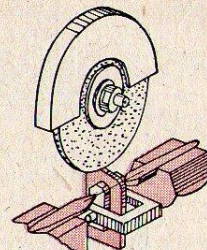
Problémy, s nimiž se setkáváme u kotoučových nožů, jsou s některými obměnami i u plochých a prizmatických nožů. Profil plochých a prizmatických nožů se brouší nejlépe na vodorovných bruskách rovinných (obr. 10.9a, b). Posuv do hloubky T profilu přejímá svisle posuvný

90

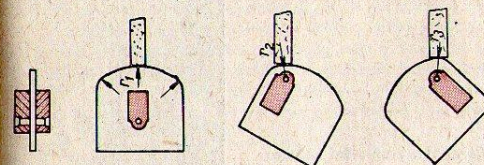
brusný vřeteník vzdálenosti l mezi uzly profilu se nastavují příčným přesunutím kotouče. Pro tuto práci se hodí nástrojová rovinná bruska BPH 20 N, výrobce TOS Hostivař (obr. 10.10).



Obr. 10.11. Kolébka pro orovnění vnějších a vnitřních poloměrů na brusném kotouči



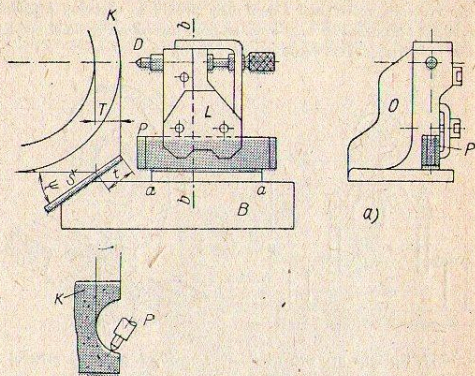
Obr. 10.12. Hrotový přístroj na broušení šablon



Obr. 10.13. Přestavitelné příložné důlky

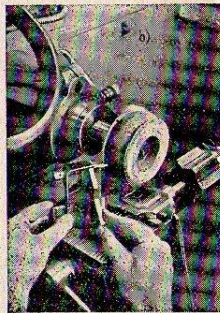
Důležitým úkonem je broušení šikmých částí profilu, podobně jako u kotoučových nožů broušení kuželů. U rovinných brusek nemáme možnost vyklonit osu brusného vřetena, proto bud vykloníme broušený

91

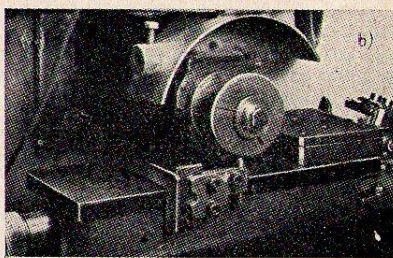
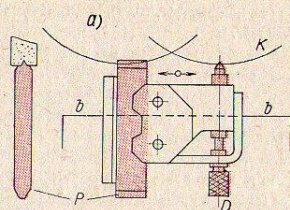


Obr. 10.14. Profilování kotouče podle šablony

O — orovnávač; D — diamant; P — palec; S — šablona na stolku B; L — příložka; K — brusný kotouč



ke kotouči bokem, což přispívá k hospodárnému využití diamantů, nebo špičkou při jemném obtahování kotouče. Vodicí část palce, která leží pod diamantem, musí dostat přesně tvar hrotu diamantu, čehož se dosáhne



Obr. 10.15. Broušení palce na tvar diamantu

(obr. 10.15a, b) tím, že se tvar diamantu přenesou přesně na kotouč K a takto profilovaný kotoučem se pak podélným pohybem stolu ve směru b—b přebrousí vodicí palec.

nástroj o příslušný úhel pomocí sklápěcích svěráků, nebo orovnávané kotouč šikmo. Používá se tu často principu sinusového pravítka, aby se dosáhlo přesných úkosů.

Dalším důležitým úkonem je profilování kruhových částí profilu. Používá se k tomu tzv. kolébky (obr. 10.11), která má stejnou funkci jako kruhový orovnávač (obr. 10.2).

Na rovinných bruskách se brousí též profily kotoučových nožů, jimž se ovšem musí přidat rotační pohyb přidávanými přístroji s mechanickým nebo ručním otáčením broušeného nástroje.

Rovinné brusky se hodí k broušení profilu šablony. Postup je obdobný jako při broušení tvarových nožů. Zvláštní pozornost je třeba věnovat broušení kruhových oblouků a přesnému napojování oblouků. Základní pomůckou pro tyto práce jsou přestavitelné délky (obr. 10.12, 10.13), kterými se šablony a jiné ploché části upínají mezi hroty, kolem jejichž osy šablona při broušení kývá.

Až dosud jsme popisovali rozdělené broušení profilu, při kterém se vybrušují postupně jednotlivé úseky. Můžeme však brousit i poměrně široké profily najednou, v celé šířce.

U nás je znám postup s. Hamra ze Závodu J. Švermy v Brně, popsaný v jeho knize o tvarovém broušení. Obdobný postup je zaveden např. v Leninových závodech podle návrhu s. Vacíka.

Princip tohoto broušení je naznačen na obr. 10.14a, b. Brusný kotouč se orovnávač podle šablony vykloněná pod úhlem ψ , který je rovný úhlu hřbetu α , je-li na noži úhel čela nulový. Ze šablony, která má profil obrobku, se přenáší profil pozměněný vykloněním šablony pomocí palce P a diamantu D na brusný kotouč. Vzdálenosti mezi uzly se nemění, kdežto hloubky profilu t ze šablony se redukuje na kotouč v poměru

$$T = t \cdot \cos \alpha, \quad (14)$$

tj. v poměru odpovídajícím správnému profilu prismatických nožů při úhlu čela rovném nule. Redukovaný profil se přenáší z kotouče na nůž podle obr. 10.9.

Při orovnávaní se pohybuje orovnávačem po stolku B tak, aby palec P byl ve stálém styku s vykloněnou šablounou. Orovnávač se může postavit libovolně vzhledem k profilu kotouče, podle potřeby se nakloní

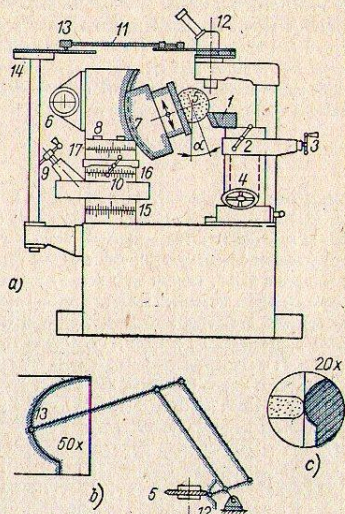
Popsané metody lze použít pro ploché a prismatické nože, které mají úhel čela rovný nule. Její výhoda je v tom, že můžeme vycházet přímo od profilu obrobku a nemusíme počítat hloubky profilu nože. Nože s nulovým úhlem čela se uplatňují zvláště při obrábění závitů, při podsoustruhování fréz a jiných nástrojů. Tímto způsobem se pracuje často i při výrobě nožů s kladným nebo záporným úhlem čela. Postupuje se tak, že se šablona vykloní o úhel ψ , který se vypočítá ze vzorce

$$\cos \psi = \frac{\cos(\alpha + \gamma)}{\cos \gamma} \quad (15)$$

Tento vzorec dává dost dobré výsledky, je-li profil mělký, tj. je-li maximální hloubka profilu vzhledem k průměru obrobku malá (asi 1 : 10) a je-li úhel čela γ malý (do 10°). Pak nepřesahují úchytky na obrobku jedno procento předepsané hloubky. Má-li však úhel čela větší hodnoty (např. 20°) a je-li profil hlubší, vznikají větší úchytky a doporučuje se kontrola přesným výpočtem. Popsaných způsobů broušení nožů a šablony se používá na bruskách hrotových a rovinných, vyžadují však velkou zručnost brusiče. Je proto snahou přenést tyto práce na stroje, které by umožnily broušení i méně zapracovanými dělníky. Je celá řada brusek, na nichž se profil vytváří úzkým kotoučem, který ubírá materiál v bodovém styku a který je veden podle zvětšené šablony nebo podle zvětšeného výkresu normálního profilu nože.

Na obr. 10.16 je vyznačen princip pantografické brusky, na které se pracuje podle výkresu profilu zvětšeného 10 až 100krát. Broušený nůž 1 je upnut na suportu přestavitelném podélně 2, příčně 3 a svisle 4. Brusný vřeteník 5 je výkyvný kolem dvou na sobě kolmých, vodorovných os, a to v kruhových vedeních 7 a 8. Tim se nastavuje radiální úhel hřbetu α (vykloněním vedení 7) a boční úhel hřbetu α_s (ve vedení 8). Brusný vřeteník má kmitavý pohyb, označený šipkami a rovnoběžný se hřbetem nože.

Mikroskop s 20tí násobným zvětšením slouží ke stálé kontrole polohy brusného kotouče, který se má dotýkat průsečíku obou vláken v mikroskopu (obr. 10.16c). Tohoto dotyku dosáhne dělník tím, že podle mikroskopu řídí polohu kotouče ručními kolečky 9 a 10. Pohyb čepu 13, který sleduje profil na výkresu, přenáší se na střed mikroskopu v při-

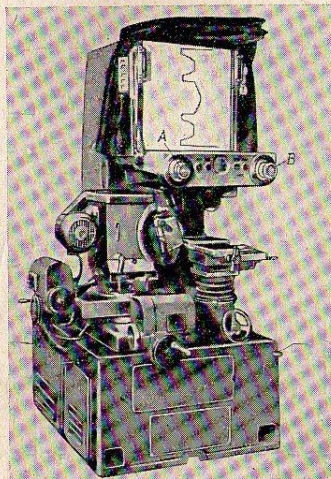


Obr. 10.16. Pantografická tvarová bruska

1 — broušený nůž; 2 — podélný posuv stolu; 3 — příčný posuv stolu; 4 — svislý posuv stolu; 5 — brusný kotouč kmitající pod úhlem α ; 6 — motor s řemenovým převodem na kotouč; 7 — železné vyklonění vřeteníku okolo vodorovné osy; 8 — božní vyklonění vřeteníku okolo vodorovné osy kolmé na osu 7; 9 — řízení příčného záběru kotouče; 10 — řízení podélného záběru; 11 — pantograf; 12 — mikroskop s vláknovým křížem; 13 — sledovací čep; 14 — stolek pro výkres; 15, 16, 17 — stupnice k natočení vřeteníku kolem svislé osy

96

slušném zmenšení, které se seřídí na pantografu. Kotouč má kmitavý pohyb, jehož délka se seřídí podle výšky nože, a přebroušuje se postupně celý profil. Brusný vřeteník lze kromě přestavení pákami 9 a 10 ještě



Obr. 10.17. Profilová bruska s projektorem

natočit kolem svislé osy pomocí stupnic 15, 16 a 17, čímž se dostane přesouvání brusného kotouče podle různých skloněných přímých částí profilu.

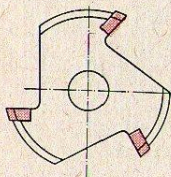
Rozsah broušení je při jednom nastavení poměrně malý, při 50ti-násobném zvětšení se obvykle neobsáhne více než 10×10 mm brouše-

7 Tvarové nože

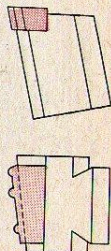
97

ného profilu. U větších profilů je třeba broušený nůž postupně přesunovat a navazovat jednotlivé části profilu na sebe vždy po 10 mm. K tomu je v suportu 1 a 2 zařízení na vkládání délkových měrek, které zajišťují přesné přestavení nástroje při přechodu z jednoho úseku do druhého.

Práce na těchto strojích vyžaduje velkou pozornost dělníka, který musí stále sledovat polohu kotouče vzhledem ke kříži mikroskopu a musí upravovat polohu pomocí pák 9 a 10. Pohodlněji se pracuje na strojích, které mají projekční zařízení, např. sovětský stroj č. 395 (obr. 10.17), na kterém se poloha kotouče řídí ručními kolečky A a B pro podélný a příčný posuv. Ostatní zařízení stroje je obdobné jako u stroje na obr. 10.16. Podobně jsou vybaveny i tvarové brusky jiných výrobců (Hommel, Studer, Loewe, Wickman aj.). U některých strojů je zařízení, umožňující vyklonění vodicích šablon, jímž se sleduje totéž, jako při dříve popsaném způsobu tvarování se šab-



Obr. 10.18. Kotoučový nůž se slinutým karbidem

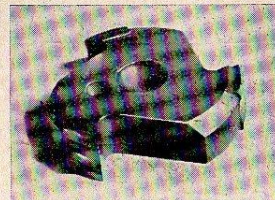


Obr. 10.19. Prismatický nůž se slinutým karbidem

lonou vykloněnou pod úhlem hřbetu. Přesnost broušení na těchto strojích závisí na zručnosti pracovníka. Dosáhnout lze setinové i větší přesnosti. Nevýhoda je v tom, že se brousí úzkým kotoučem v bodovém styku, což je spojeno se značným úbytkem kotoučů.

98

Tvarové nože se vyrábějí většinou z jakostních rychlořezných ocelí, často se používá značek Maximum spec. G (ČSN 19 800) a Radeco ČSN 19 810) a brousí se korundovými kotouči s keramickou vazbou. Volí se zrnění 60 až 300 a tvrdost I až M, hrubší zrna a měkčí kotouče pro hrubování, jemné zrna a tvrdší kotouče pro dokončování, pro broušení úzkých drážek, malých zaoblení apod. U tvarových nožů se dnes zavádějí slinuté karbidy, u nichž otázka hospodárného broušení je zvláště závažná. Nákladné diamantové kotouče nahra-žujeme při broušení kotouči ze zeleného karborundu. Někdy se kombinuje abra-zivní a anodomechanické broušení apod. Tvarové nože s připájenými destičkami ze slinutého karbidu se konstruují se zřetelem k broušení tak, aby se brousily karbidové destičky, nikoliv nosná část nožů z uhlíkové oceli. Profil destiček proto přesahuje nad podložku (obr. 10.18, 10.19 a 10.20).



Obr. 10.20. Kotoučový nůž VÚOSO s destičkami SK

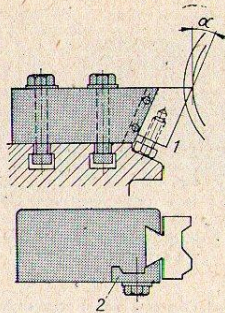
11. Nastavení tvarových nožů na stroji

Profil tvarového nože je určen pro určitou polohu vzhledem k obrobku, nůž musí být nastaven v určité výšce, aby řezné úhly, úhel čela a hřbetu, měly hodnoty, které byly vzaty za podklad při výpočtu jeho profilu. Nedodržení této podmínky, nastavení nad střed soustružení nebo pod něj má za následek zkreslení profilu, hloubky obrobeneho profilu se změní. Nejpřesněji vyrobený nůž dává pak nepřesný profil.

Po každém přestavení se nůž musí znovu nastavit aby se vyrovnal úbytek nože. Je nevhodné nechat tvarový nůž příliš otupit, neboť

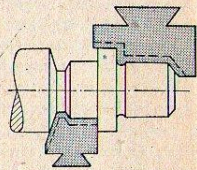
99

je pak třeba odbrousit tlustší vrstvu oceli na čele a životnost nože se zkrátí. Upínací zařízení má proto umožnit jemně přesunutí prizmatického nebo jemně pootočení kotoučového nože. Má-li vzniknout čistý obráběný povrch, upnutí musí být tuhé. Tvarové nože se čtyřhranným tělesem pro upnutí se ustavují podložním jako obyčejné nože soustružnické.



Obr. 11.1. Držák pro prizmatické nože

1 — upínací příložka; 2 — stavěcí šroub

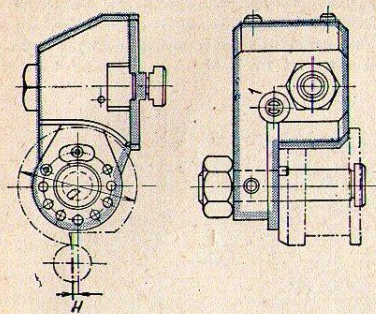


Obr. 11.2. Rozdělení širokého profilu na dva tvarové nože, umístěné proti sobě

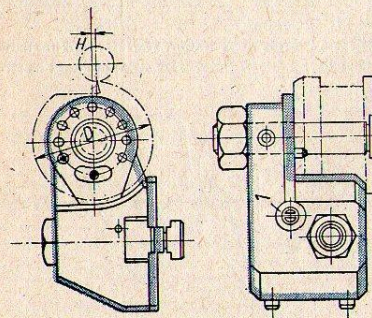
Na automatických soustružích jsou držáky nožů normalizovány pro určité typy strojů. Na obr. 11.1 je znázorněn držák pro prizmatické nože, které se jemně nastavují šroubem 1 a zajišťují příložkou 2.

Držák pro kotoučové nože, kterého se používá na automatech typu A12, 20 a 40, je v úpravě na zadním suportu na obr. 11.3 a v úpravě na předním suportu na obr. 11.4. Nůž se hrubě nastaví na rozteč děr pro kolíky a přesná poloha se upraví jemným šroubem 1, který natáčí ozubeným segmentem. K hrubšímu nastavení se používá též radiálních vrubů podle obr. 5.5. Vodorovně vykloněné nože vyžadují vzlátní konstrukci držáků (obr. 11.5). Výška nastavení se kontroluje např. měrkou znázorněnou na obr. 11.6.

100



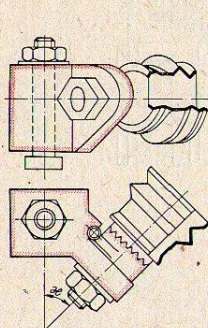
Obr. 11.4. Držák pro přední suport



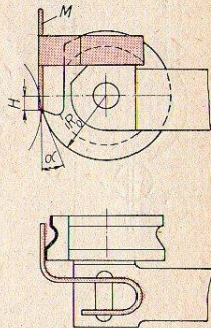
Obr. 11.3. Držák kotoučového nože pro zadní suport automatu

101

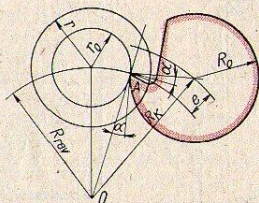
V celkovém uspořádání tvarových nástrojů hledíme zabránit, aby se neodebírala příliš široká tříška, která bývá příčinou chvění. Rozdělujeme proto široké profily na užší a umísťujeme nože proti sobě, aby se vyrovnaly tlaky obrábění (obr. 11.2).



Obr. 11.5. Držák pro vodorovně vykloněné nože



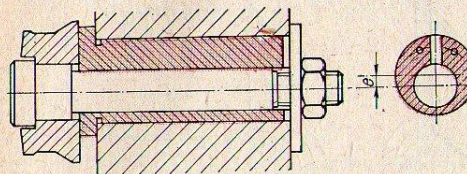
Obr. 11.6. Měrka M pro nastavení kotoučového nože na stroji



Obr. 11.7. Nastavení kotoučového nože na revolveru

102

Na revolverových soustružích s vodorovnou nožovou hlavou koná nůž kruhový pohyb kolem osy hlavy. Tím se změni skutečné úhly tak, že někdy nastane nevhodný odběr třísek nebo tření na boku nástroje. V poloze A, ve které se profil dokončuje (obr. 11.7), tj. ve které



Obr. 11.8. Excentrická vložka k nastavení kotoučového nože na revolveru

vrchol nože dosahuje k nejmenšímu poloměru součásti r_0 , má nůž předepsaný úhel hřbetu α . Střed nože musí přitom ležet na poloměru R_k , který je o výstřednost $e^{12)}$ větší než poloměr R_{rev} , tj. poloměr středů válcových děr pro upnutí nástrojů. V tomto případě je třeba přesadit nůž, k čemuž se použije výstředníkové vložky (obr. 11.8), pootočením vložky se upraví velikost výstřednosti e proti vrtání v revolverové hlavě.

12. Ostření tvarových nožů

Tvarové nože se ostří jenom na čele, které musí mít přesnou polohu vzhledem k upínací (ložné ploše) nože. U základních prizmatických a ko-

¹²⁾ Výstřednost e se určí podle obr. 11.7 takto:

$$OA = \sqrt{R_{rev}^2 - r_0^2}$$

$$R_k = \sqrt{R_0^2 - OA^2 - 2R_0 \cdot OA \sin \alpha}$$

$$e = R_k - R_{rev}$$

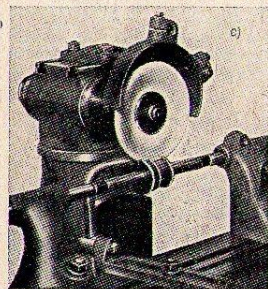
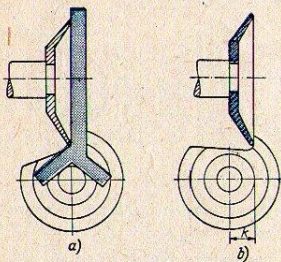
103

toučových nožů má čelo sklon γ pouze v radiální rovině a dá se proto naostřit pomocí jednoduchých přístrojů. Kotoučové nože se mohou ostřit na univerzálních ostříkách. Východí poloha brusného kotouče se nastaví podle obr. 12.1a, b a c a pak se přesunutím nože o vzdálenost

$$k = R_0 \cdot \sin(\alpha + \gamma), \quad (16)$$

určí poloha přeastření čela. Hodnota k má být na každém kotoučovém noži vyražena, aby ji brusič nemusel hledat na výkresu nožů.

Na přístroji znázorněném na obr. 12.2 lze ostřit nože, které mají jednoduchý úhel čela γ (a) nebo nože se šikmým čelem, tj. nože, které mají v radiální rovině úhel čela γ a zároveň i v rovině kolmé na radiální směr úhel sklonu (sklon) γ_s . Je tedy třeba nůž dvakrát vyklonit, jednou o úhel γ v radiální rovině, po druhé v rovině na ni kolmé (b) se zřetelem na úhel γ_s . Někdy se musí nůž pootočit ještě kolem třetí osy c , chceme-li ostřit nože, které mají vybrání pro třísky upraveno šikmo pod úhlem ω . Tyto přístroje, které mají tři osy otáčení, jsou tedy univerzální a hodí se k ostření

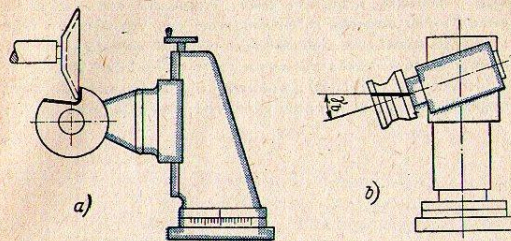


Obr. 12.1. Nastavení kotoučového nože při ostření $k = R_0 \sin(\alpha + \gamma)$

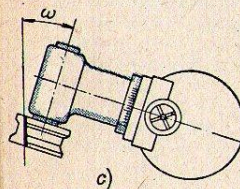
104

nožů s libovolně skloněným čelem. Prizmatické nože lze ostřit pomocí stolku otočného kolem vodorovné osy. Vykloněním o úhel $(\alpha + \gamma)$ se nastaví nože typu základních radiálních nožů do polohy, ve které je čelo rovnoběžné s brusnou rovinou (obr. 12.3a). Další vykloněním o úhel sklonu γ_s (obr. 12.3b) lze naostřit i šikmé čelo, jaké mají např. tangenciální nože (obr. 9.1) nebo bočně vykloněné nože podle obr. 7.1.

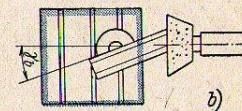
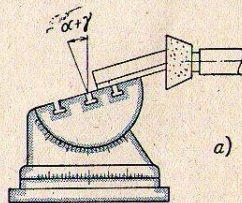
106



Obr. 12.2. Přístroj k ostření nože s libovolně kloněným čelem



Obr. 12.3. Stolek k broušení prizmatických nožů



105

LITERATURA

- [1] Darmačenko S. K.: Fasonyje rezcy (Tvarové nože). Mašgiz 1950.
- [2] Frajfeld J. A.: Rasčety konstrukcii specialnogo metallorežuščego instrumenta (Výpočet konstrukce nástrojů na kovy), Mašgiz 1957.
- [3] Granovskij K. J.: Fasonyje rezcy (Tvarové nože). Mašgiz 1947.
- [4] Hamr F.: Tvarové broušení. Práce, Praha 1952. Broušení tvarů na rovině brusce. Práce, Praha 1959.
- [5] Preisler J.: Tečné soustružení. Strojírenská výroba 1960 č. 1.
- [6] Řezáč A.: Konstrukce kotoučových nožů. Průmyslové vydavatelství, Praha 1950.
- [7] Semenčenko J. J.: Fasonyje rezcy (Tvarové nože). Mašinostrojenije VII, Moskva 1949.
- [8] Schmidt E.: Řezné nástroje. SNTL, Praha 1958.

107

PROGRAM KNIZNICE STROJIRENSKE VYROBY

- B. Dabrovolný
1. Broušení kovů. Teoretické i praktické základy brusické praxe s příklady nové techniky v broušení
- Inž. F. Drábek
2. Frézy. Brožurka pro nejširší okruh čtenářů z řad dělníků, mistrů a techniků ve strojírenství, pomůcka pro žáky průmyslových škol strojírenských
- Inž. F. Drábek
3. Frézování. Knížka pro frézáře, seřizovače, mistry a techniky strojírenského průmyslu, pomůcka pro posluchače průmyslových škol strojírenských
- K. Schebesta
4. Kopírování na soustruzích. Knížka o malé mechanizaci pro soustružníky, technology a techniky v celém průmyslu
- F. Wretzl
5. Obaly a balení strojírenských výrobků. Brožurka pro pracovníky ve strojírenství, kteří mají zájem na dopravě a balení strojírenských výrobků
- Inž. dr. E. Schmidt
6. Tvarové nože soustružnické. Knížka pro konstruktéry nástrojů, technology, mistry a provozní techniky ve strojírenských a v mechanických dílnách všech průmyslových odvětví. Učební pomůcka pro posluchače technických škol strojírenských všech stupňů
- Inž. J. Koloc, inž. K. Pechotý,
7. Obrábění karbidovými nástroji. I. díl: Pracovní podmínky karbidových nástrojů. II. díl: Konstrukce a údržba karbidových nástrojů. Brožurky pro dělníky, mistry, technology, konstruktéry přípravků a nástrojů ve strojírenství, pomůcka pro žáky strojírenských průmyslovek
- A. Koubek
9. Revolverové soustruhy. Knížka pro soustružníky na revolverových soustruzích, pro technology, seřizovače a dílenské techniky
- Ing. C. J. Záhof, inž. V. Elšlégr
10. Kopírování na obráběcích strojích. Brožurka pro dělníky, mistry a techniky ve strojírenství
- R. Krňák
11. Svařování litiny. Souhrn zkušeností pro svářeče-opraváře v údržbářských organizacích i pro svářeče ve strojírenských a jiných závoděch
- R. Krňák
12. Řezání a drážkování kyslíkem. Podrobný popis pokrokové metody řezání a drážkování kyslíkem, pro dělníky, mistry a technology v závodních a údržbářských dílnách
- A. Václavovič a kolektiv
13. Soustružení závitů. Příručka pro dělníky, mistry, technology a techniky ve strojírenství, dobrá pomůcka pro žáky technických škol strojírenských
- Inž. L. Plíva
14. Odporové svařování v praxi. Popis a informace k odbornému výcviku svářečů a svařovacích technologií v odporovém svařování
- Inž. K. Erázim
15. Měření úchytek geometrického tvaru a polohy funkčních ploch výrobků. Brožurka pro vedoucí technických kontrolních kádrů
- J. Studnička
16. Údržba lisovacích nástrojů. Pro všechny pracovníky, kteří v konstrukci, nářadovněch a výdejnách přicházejí do styku s lisovacími nástroji
- Prof. inž. dr. F. Drastík
17. Pokroková kovářská technologie. Pro dělníky, mistry i technology. Zabývá se hlavními technologickými zásadami pro práce na jednotlivých typech kovářských strojů
- Z. Kejval
18. Tváření plechu I. Základy lisování plechu. Pojednání o základních technologických pochodech tváření plechu. Pro dělníky a mistry v lisovných závodech
- A. Václavovič
19. Tváření vnitřních a vnějších závitů. Brožurka pro dělníky, mistry a technology ve strojírenství. Učební pomůcka pro žáky odborných učilišť
- Inž. Ct. Náhlovský, O. Richter
20. Mazání obráběcích strojů. Knížka o správném mazání obráběcích strojů. Je určena dělníkům a mistrům údržbářských čtveřic ve strojírenských závoděch a mechanických dílnách

INŽ. DR. EDUARD SCHMIDT

TVAROVÉ NOŽE SOUSTRUŽNICKÉ

DT 621.9.025 © Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha 1, v květnu 1961 jako svou 3712. publikaci, v Knížnici Strojirenské výroby © Redakce strojírenské literatury © Odpovědný redaktor Bohuslav Johan © Obálku navrhl Josef Kalousek © Technická redakce Ludvík Charvát © Výtisk TISK, knižní výroba, n. p., závod Brno, provozovna 11 © 108 stran, 94 obrázků, 16 tabulek © Typové číslo L 13f-B2-4-II/2616 © Vydání druhé, doplněné © Náklad 6215 výtisků © 4,78 AA, 5,19 VA — D 15*10116

301-05/60

Cena brož. výtisku 2,05 Kčs

63/III-5-(B2)

Publikace je určena pracovníkům ve strojírenské a nářadové výrobě.

- A. Koubek
21., 22. Soustružnické polocutomaty pro práci v hrotech a ve sklíčidle. Pracovní návod pro soustružníky pracující na soustružnických poloautomatech, pro technology a žáky závodních škol práce
- B. Růžička
23. 100 zlepšovacích návrhů na úsporu materiálu ve strojírenství. Knížka pro konstruktéry, technology, mistry a zlepšovatele ve strojírenském průmyslu
- B. Janyš—K. Raftl
24. Upínání obrobků na soustruhu. Pomůcka pro denní práci a pro závodní školení soustružníků a příslušníků pracovních záloh
- Z. Kejval
25. Tváření plechu II. Stroje, organizace a mechanizace lisování. Brožurka o zásadách práce všech druhů strojů na zpracování plechu, o organizaci a mechanizaci jeho lisování. Je určena dělníkům, mistrům a technologům v lisovných závodech
- J. Žižala, B. Kutík
26. Technologie dokončování dřer. Popisy několika nejproduktivnějších metod dokončování dřer s návody na jejich využití v praxi. Pro přední dělníky, mistry a technology
- J. Olejník, nositel Řádu práce
27. Tváření plechu III. Nástroje pro zpracování plechu I. Střížné nástroje. Základní údaje o střížných nástrojích a jejich využití. Brožurka pro nástrojáře, lisovače a seřizovače v lisovných závodech
- F. Pejchal, V. Krejtný, F. Fährlich
28. Elektrometalizace. Knížka o základních poznatcích, konstrukci přístrojů, obsluze a technologii metalizovaných povlaků. Je určena metalizérům, technologům a konstruktérům v opravárnách strojírenských závodů
- A. Koubek
29. Několikavřetenové soustružnické automaty na práci z tyče a ve sklíčidle. Pracovní návod pro dělníky pracující na několikavřetenových soustružnických automatech, pro technology a závodní školy práce
- J. Borský
30. Přesné a úsporné rýsování pro klem-píře, mědikovce a kotleře. Brožurka

pro přední dělníky, mistry, kreslíče a kontrolory a jako učební pomůcka pro žáky průmyslových škol a odborných učilišť

Inž. J. Mandaus

- 31. Svařování třením.** Knížka pojednávající stručně o svařování třením. Je určena pro svářeče ve strojírenských a jiných závoděch, pro údržbáře, technology a mistry a jako učební pomůcka pro řemeslný dorost

J. Outrata

- 32. Broušení závitů.** Brožurka pro kvalifikované brusiče, mistry, dílenské technology a malá učebnice pro posluchače kursů pro zvyšování kvalifikace

Kolektiv

- 33. Nástroje pro novátory ve strojírnách.** Brožurka seznamující nástrojáře a konstruktéry nástrojů s novými konstrukcemi řezných nástrojů

K. Janecký

- 34. Ponorové hliníkování.** Knížka pojednávající o technologii a hospodářském významu ponorového hliníkování z hlediska úspor deficitních kovů. Je určena předním dělníkům a dílenským technologům

Inž. J. Roneš

- 35. Anodická oxidace hliníku.** Brožurka pro dělníky, mistry a dílenské technology. Pojednává o technologii a hospodářském významu anodické oxidace

J. Studnička

- 36. Bezpečné lisovací nástroje pro práci za studena.** Knížka pojednává o zvyšování bezpečnosti práce v lisovných a o konstrukci bezpečných lisovacích nástrojů. Je určena předním dělníkům, mistrům, bezpečnostním technikům a seřizovačům

- O. Morávek, inž. V. Baborovský
37. Základy tepelného zpracování oceli. Brožura pojednávající o významu tepelného zpracování oceli pro strojírenskou výrobu. Pomůcka pro zvyšování kvalifikace kaličů, upravovačů, mistrů a dílenských technologií

J. Outrata

- 38. Základní měřky.** Knížka určená předním dělníkům, mistrům a kontrolorům. Pojednává jen o základních měřkách a shrnuje základní informace o nich