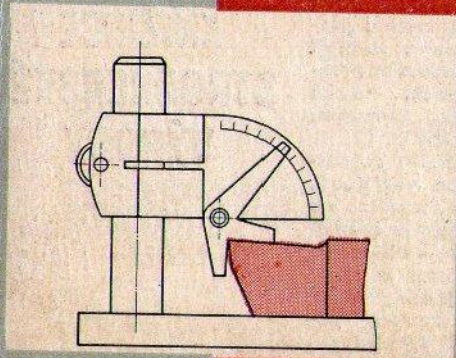


2558

74



Eichler, Engst, Pokorný

# Nože z rychlořezných ocelí

CS  
VTS  
STROJNICTVÍ

SNTL

KNÍŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

Autoři knihy, kteří mají bohaté zkušenosti v oboru výroby rychlořezné oceli a výroby nástrojů z rychlořezných ocelí, chtějí své zkušenosti touto formou předat našim pracujícím. Osnovu sestavili tak, aby kniha sloužila především praktickému školení pracujících, zvláště předních dělníků, mistrů, dílenských technologů a záruk odborných učilišť.

V knize nalezne čtenář stručné poznatky o výrobě a vlastnostech rychlořezné oceli. Hlavní část knihy je zaměřena na výrobu největší skupiny nástrojů vyráběných z rychlořezných ocelí, kterou tvoří soustružnické nože. Podrobně je popsána výroba nožů a jejich tepelné zpracování, zkoušení a praktické použití. Dále autoři věnovali zvláštní pozornost ostření a obnově nožů a praktickým příkladům jejich provozního použití. Ve zvláštní kapitole je přehled nejčastěji se vyskytujících chyb při výrobě a použití nožů a způsob odstranění těchto závad.

Využitím poznatků uvedených v této knize budou odstraněny často se opakující chyby, jako je výběr vhodné značky rychlořezné oceli, její zpracování, volba vhodného nástroje a jeho použití ve výrobě. Tento záměr autorů z hlediska dosažení nejvyšší efektivity ve strojírenské výrobě je správný. Rychlořezné oceli patří mezi nejdražší oceli; jsou legovány prvky, které se k nám musí dovážet. Je proto nutno maximálně využívat vlastností legujících prvků těchto ocelí.

Z této knihy jistě načerpají další zkušenosti, a tím zvýší svoji kvalifikaci i naši zlepšovatelé, členové kolektivů, brigád socialistické práce, novátoři a pracující, kteří se zajímají o technický rozvoj a novou techniku.

## KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

SVAZEK 74

Václav Eichler  
Augustin Engst  
Václav Pokorný

### Nože z rychlořezných ocelí

2558

74. svazek KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

SUTL

621.9.02

2558

74. svazek KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

Václav EICHLER, Augustin ENGST,  
Václav POKORNÝ

### Nože z rychlořezných ocelí

PŘESNÉ STROJÍRENSTVÍ

národní podnik

UHERSKÝ BROD  
technická knihovna

PRAHA 1962

SUTL

STÁTNÍ NAKLADATELSTVÍ  
TECHNICKÉ LITERATURY

Tato brožurka pojednává o chemickém složení, druzích a o výrobě rychlořezných ocelí (zkratka RO), o jejich tepelném zpracování a přináší údaje o polotovarech a o výrobě soustružnických nožů z RO. Seznamuje čtenáře s možnostmi využití nožů z RO, s jejich ostřením a opravami, pojednává o řezných podmínkách, základních pojmech při soustružení a obrobiteľnosti materiálu. Udává pokyny pro volbu řezných podmínek, pro výrobu a používání nožů z RO. V závěru přináší několik technologických postupů při výrobě nožů z RO.

Knižka je určena k praktickému školení dělníků, mistrů a dílenských technologů v strojírenském průmyslu. Lze jí použít i jako pomocného učebního textu k odbornému studiu na školách oborů strojírenské a kovodělné výroby.

Lektorovali inž. Oldřich Krásný, odbor strojírenské metalurgie MTS

inž. Antonín Vondr, VÚOSO, Praha

Redakce strojírenské literatury

© Václav Eichler, Augustín Engst, Václav Pokorný, 1962

3.4.	Ostření nožů z rychlořezné oceli . . . . .	71
3.4.1.	Základní pojmy při ostření . . . . .	71
3.4.2.	Druhy ostření nožů z rychlořezné oceli . . . . .	73
3.4.3.	Brusky na nože z rychlořezné oceli . . . . .	75
3.4.4.	Zásady při ostření nožů . . . . .	79
3.4.5.	Měřicí pomůcky . . . . .	80
3.5.	Opravy nožů z rychlořezné oceli . . . . .	81
4.0.	Řezné podmínky nožů z rychlořezné oceli pro soustružení . . . . .	84
4.1.	Základní pojmy při soustružení . . . . .	84
4.2.	Obrobiteľnost materiálu při obrábění noží z rychlořezné oceli . . . . .	87
4.3.	Volba řezných podmínek při soustružení . . . . .	89
5.0.	Praktické pokyny pro výrobu a použití nožů z rychlořezné oceli . . . . .	100
5.1.	Příklady technologie výroby nožů . . . . .	105
	Použitá literatura . . . . .	119

1.0.	Úvod . . . . .	7
2.0.	Rychlořezné oceli (RO) . . . . .	8
2.1.	Chemické složení rychlořezných ocelí . . . . .	10
2.2.	Druhy rychlořezných ocelí a jejich použití . . . . .	11
2.3.	Výroba rychlořezných ocelí . . . . .	13
2.3.1.	Hutní zkoušení rychlořezných ocelí . . . . .	14
2.4.	Tepelné zpracování rychlořezných ocelí . . . . .	16
2.4.1.	Žhánění . . . . .	16
2.4.2.	Kalení . . . . .	19
2.4.3.	Popouštění . . . . .	22
2.4.4.	Hodnocení tepelného zpracování . . . . .	23
2.4.5.	Zařízení pro tepelné zpracování rychlořezných ocelí . . . . .	25
2.4.6.	Pomocná ochlazovací zařízení . . . . .	29
2.4.7.	Pomocné hmoty . . . . .	29
3.0.	Nože z rychlořezné oceli . . . . .	31
3.1.	Polotovary soustružnických nožů . . . . .	31
3.2.	Soustružnické nože z rychlořezné oceli . . . . .	35
3.2.1.	Výroba soustružnických nožů navařovaných na tupo . . . . .	48
3.2.2.	Výroba celistvých nožů . . . . .	55
3.2.3.	Výroba nožů s navařovanými břitovými destičkami . . . . .	55
3.2.4.	Další způsoby výroby soustružnických nožů . . . . .	57
3.3.	Použití nožů z rychlořezných ocelí . . . . .	61
3.3.1.	Volba oceli na nože . . . . .	61
3.3.2.	Volba tvaru, průřezu a délky soustružnických nožů . . . . .	68
3.3.3.	Kontrola jakosti a provedení soustružnických nožů . . . . .	69
3.3.4.	Značení na nožích . . . . .	69
3.3.5.	Balení a uskladnění nožů . . . . .	70
3.3.6.	Objednávání nožů . . . . .	71

## 1.0. Úvod

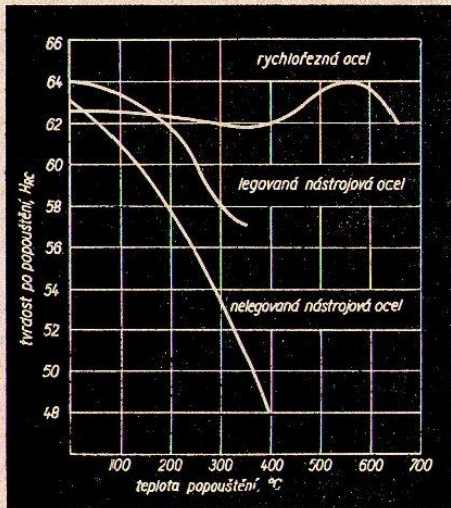
Nože z rychlořezné oceli (zkratka RO) pro obrábění tvoří nejpodstatnější skupinu nástrojů vyráběných z těchto ocelí. Přestože používání nožů z RO má téměř šedesátiletou tradici, setkáváme se ještě dnes velmi často na některých pracovištích s nesprávným výběrem, zpracováním a používáním takových nástrojů. Tím vznikají velké národohospodářské škody, protože RO jsou nejbohatěji legované oceli. Legujícími prvky jsou wolfram (W), chróm (Cr), vanad (V), molybden (Mo), kobalt (Co) aj., které dovážíme z lidově demokratických i kapitalistických států, a proto je nutno jejich vlastností v RO využívat co nejvíce.

I když slinuté karbidy (zkratka SK) znamenají značný pokrok ve zvyšování řezných rychlostí při obrábění, nenahrazují však plně RO, která má své specifické vlastnosti, jako je houževnatost, ohybová pevnost, tvárřitelnost aj. Nožů z RO se i dnes používá zejména k obrábění těžko obrobiteľných materiálů, vysoce legovaných niklem (Ni), při přerušovaných řezech, při tvarovém a několikanožovém obrábění, na automatech a i jinde, kde se nože s SK (slinutými karbidy) neosvědčily.

Účelem této knížky je seznámit co nejširší okruh dělníků, seřizovačů, mistrů a techniků se zkušenostmi výrobců RO a nožů. Umožní se tím využít těchto zkušeností v širokém rozsahu k zvýšení produktivity práce, snížení vlastních nákladů a zavádění pokrokové technologie a techniky, a tím i k zvýšení efektivity našeho národního hospodářství.

## 2.0. Rychlořezné oceli (RO)

Skupina legovaných (slitinových) nástrojových ocelí, které nazýváme oceli rychlořezné (zkratka RO), vděčí svému názvu té okolnosti, že těmito oceli lze obrábět kovy značně vyššími řeznými rychlostmi než nástro-



Obr. 1. Porovnání odolnosti proti popouštění RO (oceli rychlořezné) a NO (oceli nástrojové)

8

govými oceli (zkratka NO) uhlíkovými. V porovnání s uhlíkovými nebo legovanými NO (nástrojovými oceli), které mají v zakaleném stavu rovněž značnou tvrdost a odolnost proti opotřebení, mají RO tu výhodu, že si tyto vlastnosti, tj. dobrou řezivost a trvanlivost břitů, zachovávají také za zvýšené teploty, dokonce i při 600 °C (tmavočervený žár). Kromě toho jsou RO ještě velmi odolné proti popouštění.

Porovnání odolnosti RO proti popouštění s NO legovanou i nelegovanou ukazuje obr. 1. U kalené NO klesá tvrdost už po zahřátí na 300 °C velmi značně, kdežto tvrdost a martenzitická struktura RO zůstává stejná až do teplot kolem 600 °C, nebo klesá jen velmi málo.

Charakteristickým znakem RO je jejich značná tvrdost za tepla. Vlastnost oceli, označovaná jako odolnost proti popouštění, nám říká, jak klesá určitá výchozí tvrdost po ohřevu, avšak měřítkem pro skutečnou tvrdost břítu při určité teplotě je tvrdost za tepla nebo také tvrdost za červeného žáru. Značně zahřátý břit nástroje z RO má ještě takovou tvrdost, že jím lze oddělovat třísky i za vysokých řezných tlaků, jimiž je břit při obrábění ještě namáhán. Porovnání tvrdosti za tepla u NO a u RO je na diagramu obr. 2, z něhož je vidět, proč NO vůbec nemůže vyhovět při takovém obrábění, kdy břit se značně zahřívá.

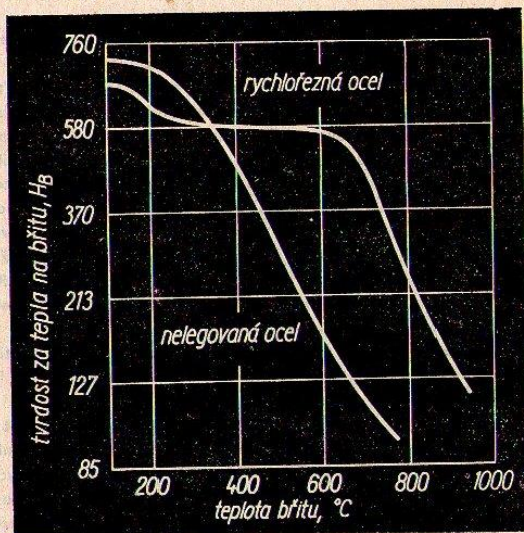
Další důležitou vlastností RO je jejich značná odolnost proti opotřebení za studena i za tepla, takže při správném tepelném zpracování lze dosáhnout velké trvanlivosti břítu.

Rychlořezné oceli jsou pro své charakteristické řezné vlastnosti vhodné pro obrábění zejména tam, kde se břit nástroje působením řezného odporu značně zahřívá, tj. při obrábění velkými řeznými rychlostmi, velkými posuvy, popř. k obrábění materiálu značné pevnosti a tvrdosti. Protože RO jsou velmi tvrdé a odolné proti opotřebení nejen za tepla, ale i za studena, hodí se také velmi dobře na řezné nástroje pracující za mírnějších řezných podmínek, kdy se břit nástroje působením řezného odporu a tření nezahřívá příliš nad normální teplotu. Výhoda RO i pro takové nástroje záleží v tom, že břit má dlouhou trvanlivost (bez přestřování), kdežto při použití normálních NO i legovaných by bylo nutno břit častěji přestřovávat.

Rychlořezných ocelí se hojně používá na soustružnické nože apod., i když nože s břity z SK (ze slinitých karbidů) dovolují použít ještě daleko

9

větších řezných rychlostí. Proti SK mají však RO velkou výhodu v tom, že nástroje z ní jsou značně houževnatější a lépe snášejí mechanické namáhání, zejména nárazy. V praxi se často stává, že vůbec nelze použít jiných nástrojů než nástrojů z RO.



Obr. 2. Porovnání tvrdosti za tepla oceli rychlořezné a nástrojové [2]

### 2.1. Chemické složení rychlořezných ocelí

Pro legování RO se jako legujících prvků používá především wolframu (W), chromu (Cr), vanadu (V), molybdenu (Mo) a kobaltu (Co). Jednotlivé přísady jsou v RO obvykle v těchto mezích:

C — 0,6 až 1,5%	Mo — 0,5 až 10%
Cr — 3,0 až 5,0%	V — 0,1 až 5,0%
W — 2,0 až 22,0%	Co — 3,0 až 18,0%

Vhodnou kombinací a odstupňováním obsahu jednotlivých prvků s vhodně voleným obsahem uhlíku se pak dosahuje potřebných vlastností RO, popř. určité specializace vlastností, např. zvláštní vhodnosti k hlazení nebo naopak k hrubování.

Dosavadní RO lze rozdělit podle chemického složení, především však podle základních legujících prvků na

- rychlořezné oceli wolframové,
- rychlořezné oceli molybdenové,
- rychlořezné oceli kobaltové,
- rychlořezné oceli vanadové.

Podle obsahu wolframu rozeznáváme dnes

- rychlořezné oceli s vysokým obsahem W (asi 18%),
- rychlořezné oceli úsporně legované (asi 8 až 12% W).

### 2.2. Druhy rychlořezných ocelí a jejich použití

V ČSSR je hlavním a téměř výhradním výrobcem rychlořezných ocelí n. p. Spojené ocelárny, Kladno, závod Poldina hut. Tato huť vyráběla řadu značek RO pro nejrůznější účely, z nichž dnes některé se už nevyrobí a nebyly také normalizovány. ČSN zahrnují celkem sedm druhů RO, a to dvě špičkové oceli pro nejvyšší požadavky na řezivost, dvě velmi výkonné oceli a tři oceli pro normální požadavky a běžné použití. Přehled našich normalizovaných RO je v tab. 1. Všechny normalizované RO jsou oceli wolframové, vanadové a kobaltové. Molybdenové RO se u nás nevyrobí. Dále uvádíme znaky a možnosti použití jednotlivých značek našich RO.

Kobaltové rychlořezné oceli s 5% a 3% Co jsou u nás normalizovány (ČSN 19 855-Poldi Maximum Special 55 a ČSN 19 854-Poldi Maximum Special 30). Jsou to RO pro nejvyšší požadavky na namáhání břítu za červeného žáru a používá se jich na nejvýkonnějších obráběcích strojích. Hodí se na jednoduché i tvarové nože všeho druhu. Použití kobaltových ocelí je u nás dosud vázáno na zvláštní povolení.

**PŘESNÉ STROJŘENSTVÍ**  
národní podnik  
**UHERSKÝ BROD**  
technická knihovna

10

Označení podle ČSN	Chemické složení v %							Odpovídající značka Poldi
	C	Mn, max.	Si, max.	Cr	W	V	Co	
19 800	0,75 0,85	0,5	0,5	3,5 4,5	8,0 9,5	1,5 2,2		Maximum Special G
19 802	0,8 0,9	0,5	0,5	3,5 4,5	9,0 11,0	2,0 2,7		Maximum Special G Extra
19 810	1,2 1,35	0,5	0,5	4,0 4,8	10,0 12,0	3,5 4,5		Radeco
19 824	0,65 0,75	0,5	0,5	3,8 4,8	17,0 <sup>1)</sup> 19,0	1,0 1,8		Maximum Special
19 826	0,75 0,85	0,5	0,5	3,8 4,8	17,0 <sup>1)</sup> 19,0	1,0 1,8		Maximum Special H
19 854	0,65 0,75	0,5	0,5	3,8 4,8	17,0 19,0	1,0 1,8	2,0 3,0	Maximum Special 30
19 855	0,65 0,75	0,5	0,5	3,8 4,8	17,0 19,0	1,0 1,8	4,2 5,2	Maximum Special 55

<sup>1)</sup> Dovoluje se menší obsah W, je-li zároveň obsažen Mo, přičemž 1 díl Mo nahrazuje 2 díly W. Obsah P a S je max. 0,04 %.

Vanadová rychlořezná ocel ČSN 19 810 (Poldi Radeco) má velký obsah vanadu a zvětšený obsah uhlíku. Je určena pro nejtěžší řezné podmínky při požadavku největší odolnosti bříty proti otěru. Hodí se proto zejména pro veškeré hladicí práce. Používá se jí zejména na tvarové nože k obrábění velmi tvrdých materiálů jemnou třískou, avšak také k hrubování oceli pevnosti nad 100 kg/mm<sup>2</sup>. Nejčastěji se oceli ČSN 19 810 (Poldi Radeco) používá na polotovary soustružnických nožů, na nože pro revolverové soustruhy a na nože do automatů.

Wolframová rychlořezná ocel se zvětšeným obsahem vanadu má značku Poldi Maximum Special G Extra a je normalizovaná (ČSN 19 802). Tato ocel patří do skupiny velmi výkonných RO. Hodí se při vysokých poža-

davcích řezivosti při hrubování oceli pevnosti nad 100 kg/mm<sup>2</sup>, zejména na jednoduché i tvarové nože, nože do pil na kovy, loupací nože apod.

Wolframové rychlořezné oceli s normálním obsahem vanadu, se sníženým i s normálním obsahem wolframu patří do skupiny obvyklých ocelí, jichž se používá na všechny druhy nožů pro hrubování a hlazení normálních ocelí pevnosti do 90 kg/mm<sup>2</sup> vyhovujícími řeznými rychlostmi. Normalizovány jsou oceli ČSN 19 800 (Poldi Maximum Special G), ČSN 19 824 (Poldi Maximum Special) a ČSN 19 826 (Poldi Maximum Special H). Oceli ČSN 19 826 se používá tehdy, je-li nutno, aby ocel měla nejméně 18% W a jde-li přitom o nástroje jen na jemnou třísku. Použití ocelí ČSN 19 824 a ČSN 19 826, které mají vysoký obsah wolframu (18%), je nejméně hospodárné a je opodstatněné jen tehdy, klade-li se zvláštní důraz na houževnatost nástrojů a není-li k dispozici vhodné zařízení k správnému tepelnému zpracování úsporně legované oceli ČSN 19 800 (Poldi Maximum Special G). Standardní ocel z této skupiny je ČSN 19 800, které se obvykle používá na všechny normální nástroje.

Na sériově vyráběné normalizované soustružnické a podobné nože se nejčastěji používá oceli ČSN 19 800 a ČSN 19 810 (Poldi Radeco), kdežto použití oceli ČSN 19 824 s vysokým obsahem wolframu není k tomu účelu vždy hospodárné. Pro špičkové výkony se výjimečně vyrábějí nože z oceli ČSN 19 855 (Poldi Maximum Special 55).

### 2.3. Výroba rychlořezných ocelí

Rychlořezné oceli patří k tzv. ledeburitickým ocelím. Při tuhnutí se z taveniny vylučují kromě austenitu také volné komplexní karbidy. Tyto karbidy tvoří eutektikum, které se nazývá ledeburit. V odlišných ingotech je ledeburit vyloučen jako síťový po hranicích zrn.

Abyste dosáhlo houževnatosti, odolnosti proti otěru a dobré rozpuštění karbidů při tepelném zpracování, je nutno, aby struktura oceli měla mnoho rozbitých a pokud možno stejnoměrně rozptýlených karbidů. Rozrušení lité struktury lze dosáhnout jedině tvářením za tepla, tj. kováním nebo válcováním.

Tváření RO je obtížné; zejména kování ingotů vyžaduje velké zkušenosti a pečlivé dodržování zvláštních kovacích postupů. Kovatelnost

se zhoršuje s velikostí ingotu, a proto jsou maximální rozměry tyčové oceli omezeny.

Rozmezí kovacích teplot pro jednotlivé značky ocelí je uvedeno v tab. 2.

Kovací teploty rychlořezných ocelí

Tabulka 2

Označení oceli ČSN	Značka Poldi	Kovací teploty, °C	Poznámka
19 855	Maximum Special 55	1200—900	Pomalou ochlazovat, nejlépe odložením do suchého popelu nebo do vychlazovací pece
19 854	Maximum Special 30	1200—900	
19 824	Maximum Special	1200—900	
19 826	Maximum Special H	1200—900	
19 802	Maximum Special G Extra	1100—900	
19 800	Maximum Special G	1100—900	
19 810	Radeco	1100—900	

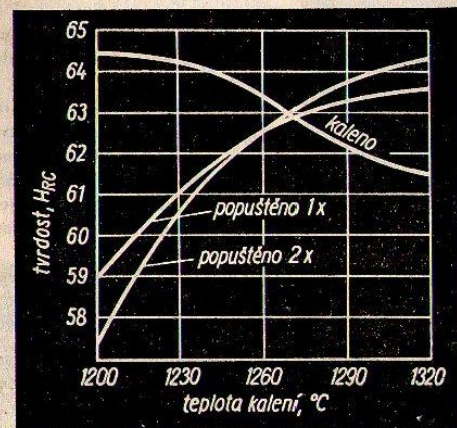
#### 2.3.1. Hutní zkoušení rychlořezných ocelí

Výroba RO je obtížná, a proto se mohou častěji vyskytovat různé vady ve výrobcích. Mohou vznikat trhliny ve středu tyčí, nebo se může stát, že se celý průřez dostatečně neprotváří. Proto se tyčová ocel, zejména větších průřezů, kontroluje leptacími zkouškami spolu s kalicími zkouškami lomovými. Rovněž povrch válcované nebo kované tyčové oceli je náchylný k vzniku různých vad a trhlinek, a proto se podrobuje pečlivě prohlídce před odesláním.

Další kontrolou RO v hutní výrobě je ověřování vlastností zaručovaných pro každou značku oceli. Proto se provádějí tavební zkoušky řezivosti a kalicích vlastností.

Zkouška řezivosti se nejčastěji provádí podle Taylora. Tato zkouška se ze všech technologických zkoušek nejvíce blíží praktickému použití. Zkouška záleží v porovnávací metodě, při níž se výkon zkoušeného nože porovnává s výkonem nože standardního (porovnávacího), tj. nože, jehož výkon byl ověřen mnoha pokusy a který splňuje všechny jakostní podmínky.

Ke zkoušení řezivosti RO se někdy používá i jiných metod, z nichž lze uvést zkoušku navrženou Výzkumným ústavem obrábění a obráběcích strojů (VÚOSO) v Praze. Tato krátkodobá zkouška řezivosti záleží v tom,



Obr. 3. Vliv teplot kalení a popouštění na tvrdost

že zkušební nůž podélně soustruží válec po dobu 15 minut a potom se měří otupení hřbetu hlavního bříty a velikost výmolu na čele nože.

Kalicí vlastnosti jednotlivých značek RO se v huti kontrolují kalicími zkouškami, tzv. mezemi kalení. Účelem je především zkontrolovat, zda jednotlivé tavby mají stále stejné a stejnoměrné kalicí vlastnosti oceli. Vzhled lomů při jednotlivých zkouškách spolu s tvrdostí dávají pak obraz o kalicím rozmezí. Vztah mezi teplotou kalení, vzhledem lomu po kalení, teplotou popouštění a tvrdostí podle Rockwella je na obr. 3 a 4.

#### 2.4. Tepelné zpracování rychlořezných ocelí

Hospodářský význam správného tepelného zpracování oceli je velký, neboť tím lze ušetřit mnoho materiálu a výhodně využít materiálů levnějších nebo vyrábět nástroje menších rozměrů při stejné pevnosti a životnosti.

Tato ekonomie platí zejména u RO, které jsou nejbohatěji legovány ze všech druhů ocelí a u nichž jen určitými postupy a za určitých teplot dosáhneme optimálních výsledků.

Tepelné zpracování RO se značně liší od tepelného zpracování ostatních NO, poněvadž obsahuje značné množství karbidotvorných prvků, jako je chróm, wolfram, vanad, molybden. RO se při tepelném zpracování neřídí známým uhlíkovým diagramem a při asi 0,8% C se chová jako ocel s uhlíkem nad 2%. Při tepelném zpracování je nutno rozpustit co nejvíce karbidů, čehož lze dosáhnout jedině vysokými teplotami.

Jednotlivé operace tepelného zpracování jsou: žíhání, kalení a popouštění.

##### 2.4.1. Žíhání

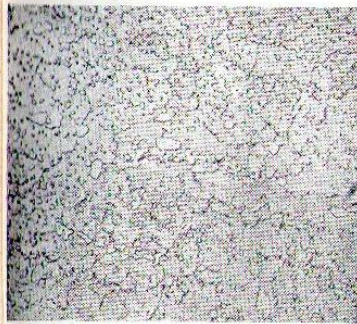
Žíhání je základní způsob tepelného zpracování, při němž se ohřevem a pozvolným ochlazováním ukončí veškeré přeměny v tuhém stavu a ocel je po vychladnutí prakticky ve stavu rovnovážném.

Ocel žíháme proto, abychom zlepšili její obrobitelnost a připravili ji pro kalení a proto, abychom odstranili nepravidelnosti její struktury po předchozím zpracování za tepla.

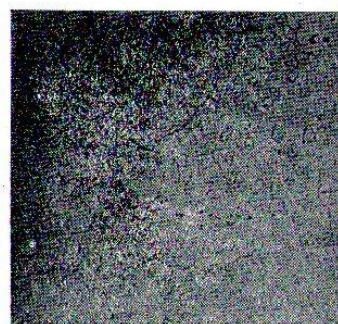
RO se žíhá na měkko, izotermicky a na odstranění pnutí. Normalizační žíhání se zřetelem na zvláštnost RO nepřichází v úvahu.

Body přeměny u některých značek RO jsou uvedeny v tab. 3, z níž je vidět, že všechny druhy RO lze prakticky žíhat při jedné teplotě. Vlastní žíhání se provádí v komorových, vozových, muflových nebo v jiných pecích, a to buď ohřevem pod  $A_{c1}$  při teplotě asi 800 °C po dobu 8 až 10 hodin, nebo při teplotě nad  $A_{c1}$ , asi při 840 °C po dobu 4 hodin s pozvolným ochlazováním v peci maximální rychlostí asi 15 °C za hodinu asi do 500 °C. Další ochlazování může probíhat podstatně rychleji, jelikož perlitická přeměna je již plně dokončena.

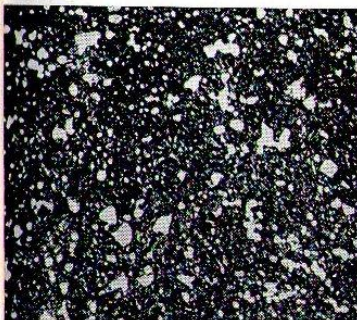
16



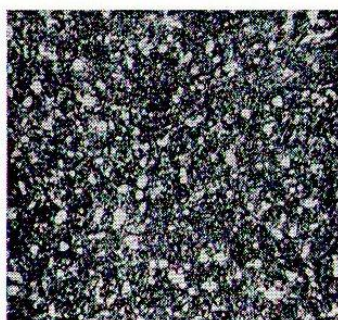
a)



a)



b)



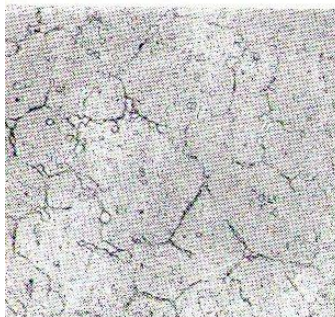
b)

Obr. 12. Poldi Maximum Special (ČSN 19 824). Kaleno 1280 °C/olej. Zvětšeno 400×

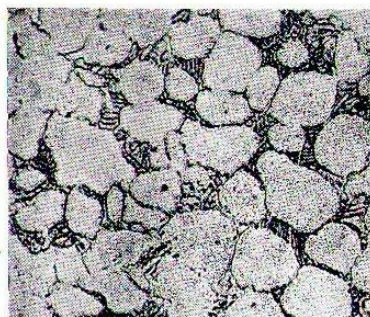
a — nepopouštěno. Leptáno 1% alkohol, HNO<sub>3</sub> + 1% alkohol, HCl, 1 : 1  
b — popouštěno 590 °C/1 hod. Leptáno 1% Nitalem po dobu 3 min.

Obr. 13. Poldi Maximum Special (ČSN 19 824). Kaleno 1300 °C/olej. Zvětšeno 400×

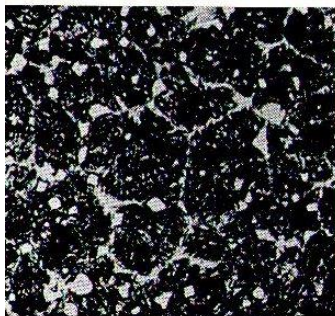
a — nepopouštěno. Leptáno 1% alkohol, HNO<sub>3</sub> + 1% alkohol, HCl, 1 : 1  
b — popouštěno 590 °C/1 hod. Leptáno 1% Nitalem po dobu 3 min.



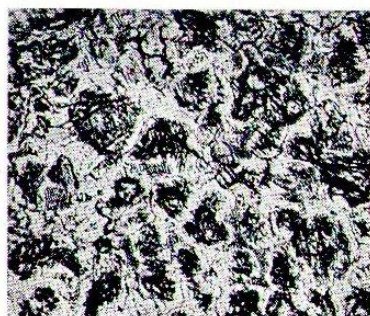
a)



a)



b)



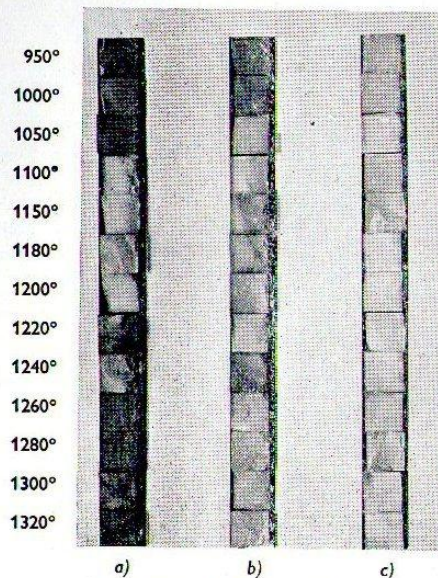
b)

Obr. 14. Poldi Maximum Special (ČSN 19 824). Kaleno 1320 °C/olej. Zvětšeno 400×

a — nepopouštěno. Leptáno 1% alkohol, HNO<sub>3</sub> + 1% alkohol, HCl, 1 : 1  
b — popouštěno 590 °C/1 hod. Leptáno 1% Nitalem po dobu 3 min.

Obr. 15. Poldi Maximum Special (ČSN 19 824). Kaleno 1340 °C/olej. Zvětšeno 400×

a — nepopouštěno. Leptáno 1% alkohol, HNO<sub>3</sub> + 1% alkohol, HCl, 1 : 1  
b — popouštěno 590 °C/1 hod. Leptáno 1% Nitalem po dobu 3 min.



a) b) c)

Obr. 4. Vzhled lomu u rychlořezné oceli kalené při různých teplotách:

a — Poldi Maximum Special Mo; b — Poldi Maximum Special G; c — Poldi Maximum Special

Nože z rychlořezných ocelí

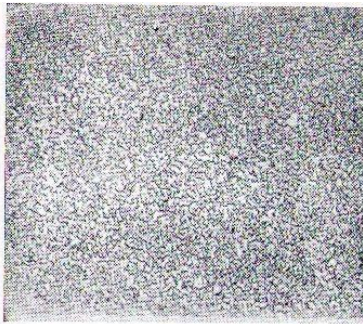
Označení ČSN	Značka Poldi	Ac <sub>1</sub> , °C	Ac <sub>3</sub> , °C	Ar <sub>3</sub> *, °C	Ar <sub>1</sub> *, °C
19 855	Maximum Special 55	810	880	770	720
19 824	Maximum Special	810	890	760	720
19 800	Maximum Special G	790	870	760	710
19 810	Radeco	830	880	780	690
19 854	Maximum Special 30	810	860	770	680
19 826	Maximum Special H	820	870	750	720
19 802	Maximum Special G Extra	830	870	760	700

\*) Austenitizační teplota je asi 950 °C. Rychlost ochlazování je asi 15 °C/min.

Jakost provedeného žíhání se kontroluje zkouškou tvrdosti a kontrolou mikrostruktury. Správně žíhaná RO má mít mikrostrukturu podle obr. 5. V základní hmotě jsou zrnka primárních karbidů vyloučených při tuhnutí spolu se zrnky karbidů sekundárních, které vznikly sblazením karbidových lamel z perlitu. Dobře vyžíhaná RO nemá mít větší tvrdost, než je uvedeno v tab. 4. Žíhání RO na příliš nízkou tvrdost prodlužováním doby žíhání a pozvolnějším ochlazováním je nesprávné, neboť tento postup způsobuje přílišnou sferoidizaci, a tím zhoršuje

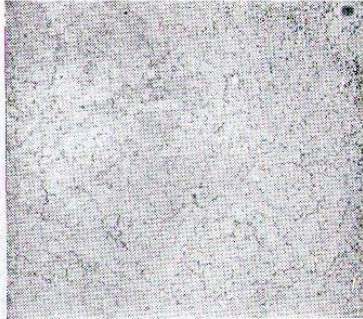
Tvrdost žíhané RO

Označení oceli podle ČSN	Značka Poldi	Tvrdost podle Brinella H <sub>Bmax</sub> , podle ČSN
19 855	Maximum Special 55	275
19 854	Maximum Special 30	275
19 824	Maximum Special	270
19 826	Maximum Special H	270
19 802	Maximum Special G Extra	265
19 800	Maximum Special G	260
19 810	Radeco	265



Obr. 5. Mikrostruktura správně žíhané rychlořezné oceli. Zvětšeno 400×, leptáno 1% ním Nitalem

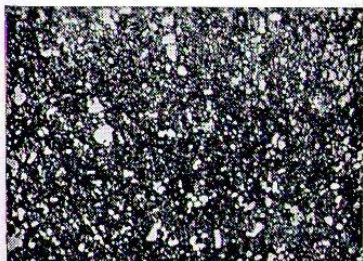
a)



Obr. 11. Poldi Maximum Special (ČSN 19 824). Kaleno 1260 °C/olej. Zvětšeno 400×

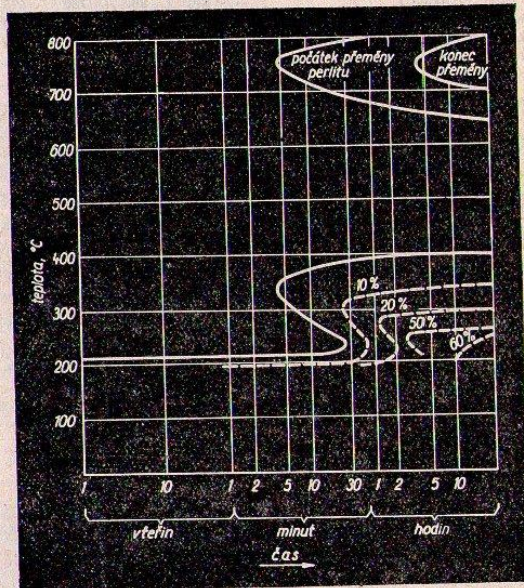
a — nepopouštěno. Leptáno 1% alkohol, HNO<sub>3</sub> + 1% alkohol, HCl, 1 : 1  
b — popouštěno 590 °C/1 hod. Leptáno 1% Nitalem po dobu 3 min.

b)



rozpustnost karbidů při kalení. Takto přežíhaná RO nedosáhne po kalení normální tvrdosti.

U RO lze velmi dobře využít teploty, zbylé po tváření za tepla nebo teploty zbylé po navařování k rychlému a levnému vyžíhání, k tzv. žíhání izotermickému. Na obr. 6 je diagram izotermického rozpadu austenitu (křivka 5) rychlořezné oceli. Z diagramu je vidět, že perlitická přeměna probíhá při teplotě asi 750 °C a končí za 3 hodiny.



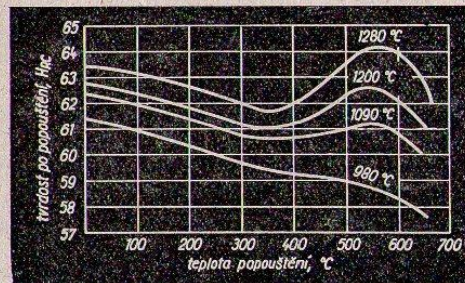
Obr. 6. Izotermní rozpad austenitu (křivka 5) rychlořezné oceli 18-4-1 (ČSN 19 824 — Poldi Maximum Special)

Izotermické žíhání lze výhodně provádět tak, že se do pece vytopené na teplotu 720 až 750 °C zakládají vykované nebo navařené nástroje, až je pec naplněna. Za 4 hodiny od založení posledního kusu je ocel vyžíhána a všechny nástroje se z pece vyjmou. Takto lze někdy uspořít náklady za žíhání na měkko, neboť vychlazování, které bychom museli provést, jsme provedli izotermickým vyžíháním.

2.4.2. Kalení

Kalení je nejdůležitější operace tepelného zpracování. Z hlediska rovnovážných stavů je kalení opakem žíhání, neboť ohřevem nad překrytizační teploty a rychlým ochlazením se možné přeměny více nebo méně potlačí, takže zakalená ocel je ve stavu nerovnovážném.

Nerovnovážný stav způsobí uvnitř krystalu napětí a tuhý roztok dostane podobu jehlicovitých krystalů s neobvykle značnou tvrdostí. Tento druh krystalu se nazývá martenzit. Jiným případem nestálé a ne-

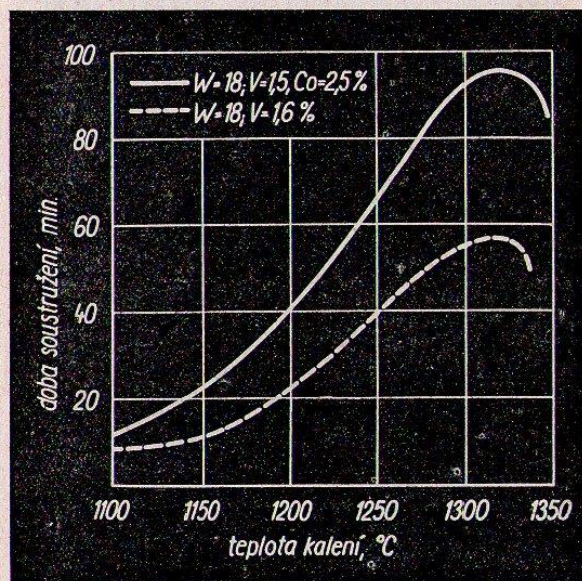


Obr. 7. Vliv teploty kalení na tvrdost po popouštění [2]

rovnovážné struktury, která vzniká při kalení, je austenit, který se po ochlazení udrží i za obvyklé teploty. Tomuto austenitu říkáme zbytkový austenit.

Jak jsme již řekli, liší se tepelné zpracování RO v postupu značně od tepelného zpracování ostatních NO. Budeme-li kalit RO při teplotách,

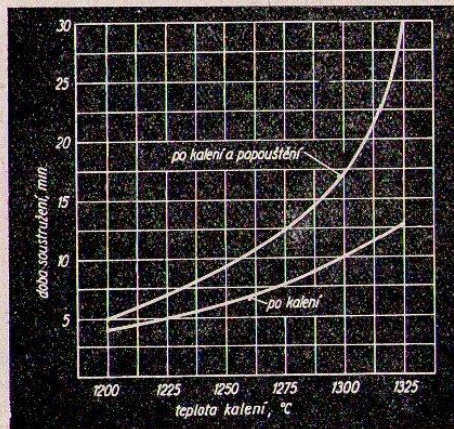
kteří udávají body přeměny (viz tab. 3), nedosáhne se plně požadovaných vlastností, neboť se neprojeví příznivý vliv karbidotvorných prvků. K tomuto poznatku dospěli už Taylor a White, kteří hlouběji prozkoumali první druhy RO a zjistili, že u wolframových ocelí má stoupající teplota kalení vliv na tvrdost nejen po kalení, nýbrž i po popouštění. To je vidět z obr. 7. Vliv výše teploty kalení se projeví i na výkonu při obrábění, viz obr. 8. Je tedy třeba tyto poznatky plně uplatňovat a správným tepelným zpracováním co nejvíce využít legujících prvků v RO.



Obr. 8. Vliv teploty kalení na výkon rychlořezné oceli [2]

#### 2.4.3. Popouštění

Při kalení RO z vysokých teplot přechází značná část karbidů do tuhého roztoku. Při ochlazování z teploty kalení zůstane pak v nástroji vždy určité množství zbytkového austenitu. Popouštěním, často i opakovaným při teplotě 530 až 600 °C podle značky oceli a teploty kalení se značná část karbidů z tuhého roztoku opět vylučuje, a tím se zvyšuje tvrdost nástroje. Při ochlazování z popouštěcí teploty nastává přeměna zbytkového austenitu v sekundární martenzit. Aby se dosáhlo vylučování karbidů (sekundárního vytvrzování) a popouštění primárního martenzitu, je nutno nástroj ohřát na teplotu popouštění a podržet ho na ní určitou dobu. Nejvýhodnější doby prodloužení na teplotě popouštění jsou od 1/2 do 1 1/2 hodiny. Obvykle nestačí jeden tento tepelný cyklus k rozpadnutí všeho zbytkového austenitu, a proto popouštění opakujeme 2krát až 3krát, a to tak, aby druhá a třetí teplota popouštění byla asi o 10 °C



Obr. 9. Vliv teploty kalení a popouštění na výkon při soustružení [8]

Vlastní kalení RO se skládá z přehřívání, z ohřevu na teplotu kalení, z prodlevy na teplotě kalení a z ochlazení.

RO mají značně horší tepelnou vodivost než obyčejné oceli, a proto se ke kalení musí přehřívát pomaleji a důkladněji. Přehřev se provádí ve třech až čtyřech stupních (asi 200, 400, 600 a 850 °C), s dostatečnou prodlevou na každé teplotě. Při ohřevu ve vzduchové peci je potřebná doba pro každý ohřev asi 1 minuta na každý 1 mm tloušťky a při ohřevu v solné lázni asi 0,2 minuty pro každý 1 mm tloušťky.

Při kalení RO je nutno ovládnout co nejpřesněji dva činitele, a to teplotu kalení a čas. Teplota kalení se určuje podle směrných předpisů, podle normy nebo podle doporučení výrobce oceli a podle druhu nástroje (nástroj hrubovací, hladicí atd.). Čas pro ohřev na teplotu kalení se určuje podle průřezu nástroje. Doba prodlevy na teplotě kalení závisí na značce oceli. Kobaltové oceli se drží na teplotě kalení déle než oceli wolframvanadové a oceli wolframové.

Ohřev na teplotu kalení se provádí nejčastěji v elektroodových solných lázních, v plynových pecích nebo i v kovářské výhni.

Vlastního zakalení se dosáhne přiměřeně rychlým ochlazením. Pro RO se jako chladicího prostředku používá oleje, dmychaného nebo klidného vzduchu, nebo termální lázně. V oleji se kalí nástroje jednoduchých tvarů, ve větru nástroje složitějších tvarů. V teplé lázni se nástroje ochlazují vždy při teplotě, která je vyšší než teplota martenzitické přeměny. Pro soustružnické nože se však tento způsob ochlazování pro nákladnost nehodí.

Po ochlazení nástroje z RO ohřátého na teplotu kalení zůstane v kaleném nástroji vždy určité množství austenitu, které je tím větší, čím homogennější byl tuhý roztok (čím vyšší byla teplota kalení) a čím nižší byla rychlost chlazení. V obráběcích nástroji je austenit nežádoucí, protože zhoršuje jakost bříty nástroje a zmenšuje jeho celkovou tvrdost. Odstranit zbytkový austenit z RO lze dvojným způsobem, a to buď 1. dalším ochlazováním až zmrazováním, nebo 2. opakovaným ohřevem nad počátek přeměny austenitu v martenzit s ochlazováním na teplotu místnosti. Zmrazovat RO je nutno ihned po kalení jako pokračování ochlazování na teplotu místnosti proto, aby nenastala stabilizace zbytkového austenitu.

nižší než první teplota popouštění. Co znamená u RO správné popouštění, je vidět z obr. 9 a 10, na nichž jsou znázorněny vlivy popouštění na výkon a tvrdost nástroje.

RO se popouštějí v olověných nebo solných lázních. Popouštět ve vzduchových pecích se nedoporučuje pro jejich špatné rozložení teplot. Před popouštěním je nutno nástroje velmi pečlivě pomalu přehřát na teplotu asi 400 °C.



Obr. 10. Vliv teploty popouštění na tvrdost oceli 19 855 (Poldi Maximum Special 55) kalené při 1300 °C [8]  
( $H_{RC}$  tvrdost po popouštění)

#### 2.4.4. Hodnocení tepelného zpracování

Dobry výsledek tepelného zpracování je dán souhrnem provedených operací, tj. přehříváním, výší teploty kalení, dobou prodlevy na teplotě kalení, ochlazením a popouštěním. O správném postupu se přesvědčíme tím, že zjistíme tvrdost oceli a metalograficky ji vyhodnotíme. Nástroje stejného průřezu, vyráběné hromadně, jako jsou polotovary soustružnických nožů, lze úspěšně kontrolovat elektromagnetickými metodami (strukturoměry).

Pro metalografické hodnocení tepelného zpracování byl v Poldině hutí vypracován vhodný postup, podle něhož se může hodnotit provedené kalení např. u oceli ČSN 19 824 (Poldi Maximum Special) v rozmezí teplot vhodných pro kalení nástrojů (asi 1260 až 1325 °C) s přesností 10 °C. Struktura RO se projevuje stejně, ať již jde o správně zakalenou ocel s 9% nebo 18% wolframu, nebo o ocel s kobaltem nebo bez kobaltu, nebo o ocel molybdenovou. Hodnotí se porovnáním mikrostruktury zakaleného nástroje s mikrostrukturou vzorku (standardu), který lze

Označení podle ČSN	Značka Poldi	Doporučené	
		Soustružnické nože apod.	
		Kalení, °C	Popouštění, °C
19 855	Maximum Special 55	1300–1320	570–590
19 854	Maximum Special 30	1300–1320	570–590
19 824	Maximum Special	1300–1320	570–590
19 826	Maximum Special H	1300–1320	570–590
19 810	Radeco	1250–1270	560–570
19 802	Maximum Special G Extra	1260–1280	560–570
19 800	Maximum Special G	1240–1270	560–570

zhotovit např. z oceli značky ČSN 19 824 (Poldi Maximum Special). Vhodně velké vzorky zakalíme při teplotách 1260 až 1340 °C, a to odstupňovaně po 10 °C s největší možnou přesností. Teploty 1260 a 1340 °C jsou pro mikrostrukturu RO charakteristické. Při teplotě 1260 °C se projeví první náznaky souvislého zrna, které se stále zvětšuje se stoupající teplotou kalení a přitom se stále zmenšuje podíl karbidů (podíl rozpuštěných karbidů se zvětšuje). Při teplotě 1340 °C jsou již všechny karbidy rozpuštěny a na hranicích zrn se začne objevovat opět ledeburit jako v litém stavu (obr. 11 až 15). S touto vzorovou strukturou se pak porovnávají struktury všech druhů RO libovolné značky. RO s menším obsahem legur mají správnou teplotu kalení, ovšem nižší než oceli s 18 % wolframu, např. správně zakalený nůž z oceli ČSN 19 800 (Poldi Maximum Special G) má při teplotě 1260 °C stejnou mikrostrukturu jako kalení nůž z oceli ČSN 19 824 (Poldi Maximum Special), tj. nůž z oceli s 18 % wolframu po zakalení z 1320 °C.

Zkušební ukazují, že pro hrubovací nástroje se nejlépe hodí teplota kalení, odpovídající mikrostruktuře oceli ČSN 19 824 (Poldi Maximum Special) kalené z teploty 1320 °C, pro nástroje polohrubovací asi 1300 °C a pro nástroje hladicí a nástroje na jemnou třísku asi 1280 až 1290 °C. Při použití vzorku (standardu) z oceli ČSN 19 824 lze pak

teploty kalení a popouštění					
Jednoduché nástroje pro hrubou třísku		Jemné nástroje		Zvlášť jemné zrna	
Kalení, °C	Popouštění, °C	Kalení, °C	Popouštění, °C	Kalení, °C	Popouštění, °C
1280–1300	570–590	1260–1290	570–590	—	—
1280–1300	570–590	1260–1290	570–590	—	—
1280–1300	570–590	1250–1290	570–590	1200–1250	180–200
1280–1300	570–590	1250–1290	570–590	1200–1250	180–200
1230–1250	560–570	1200–1230	550–560	1150–1180	130–180
1240–1260	560–570	1200–1240	550–560	1150–1200	130–180
1220–1240	550–560	1190–1220	540–550	1150–1180	130–180

přesně určit zakalení, v němž je zahrnuto přehřátí, výše teploty kalení, doba ohřevu a doba prodlení na této teplotě, a tím zhodnotit celý proces tepelného zpracování.

Při metalografickém vyhodnocování tepelného zpracování se leptají zkoušené plochy výbrusu vždy stejně dlouho a podle hloubky naleptání se usuzuje na jakost popouštění. Slabě popouštěný nástroj se vyleptá méně než nástroj popouštěný silně, což se projeví tím, že se na mikrostruktuře objeví tmavě zbarvená základní hmota a jasně vystupující martenzitické jehlice.

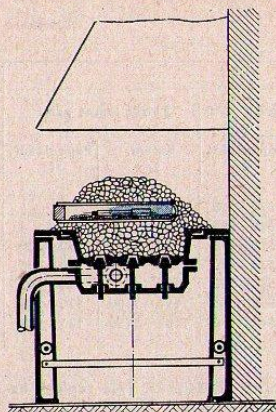
Směrnice pro tepelné zpracování oceli jednotlivých značek podle ČSN jsou v tab. 5.

#### 2.4.5. Zařízení pro tepelné zpracování rychlořezných ocelí

Pro úspěšné tepelné zpracování RO je třeba:

- peční park s přístroji na měření teploty,
- pomocné ochlazovací zařízení,
- pomocné hmoty.

Pro střední kalírnu nožů z RO, kdy veškerá manipulace při tepelném zpracování je ruční, je nejlépe použít tohoto druhu peci:

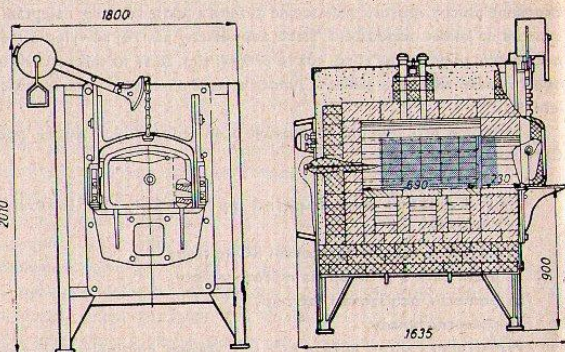


Obr. 16. Kovářská výheň

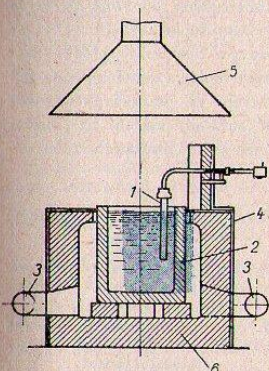
Kovářské výheň, v nichž však smí kalit jen zkušební kalíš, neboť teplota kalení se určuje podle barvy kaleného předmětu. Z výheň lze provádět kalení libovolného druhu nožů. Pro sériovou a rovnoměrnou výrobu se však výheň nedoporučují (obr. 16).

Peci komorové, a to polomuflové nebo muflové, které se hodí pro žíhání, přehřívání a kalení (obr. 17).

Peci kelímkové pro přehřívání a popouštění. Jako náplně kelímků lze použít roztavených kovů nebo různých speciálních solí. Teplotní spád mezi předmětem a lázní je velmi značný (obr. 18).

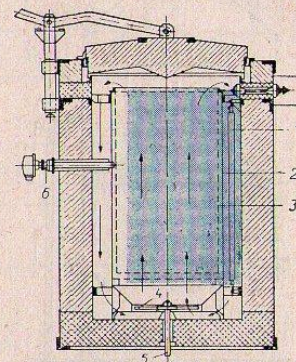


Obr. 17. Komorová pec



Obr. 18. Kelímková pec:

- termočlánek;
- kelímek;
- plynový hořák;
- plášť pece;
- kryt odsávání;
- vyzdívka pece



Obr. 19. Šachtová pec:

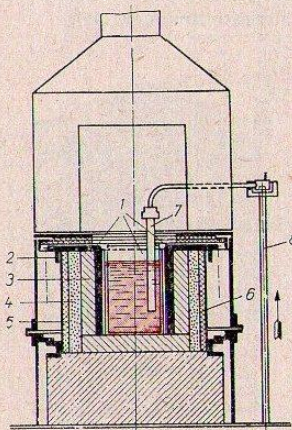
- elektrické topné těleso;
- ochranná kovová mufle;
- kovový koš na zboží;
- ventilátor;
- pohon ventilátoru;
- termočlánek

Peci šachtové slouží k přehřívání a popouštění za teplot pod 600 °C, nejméně však 250 °C. Těchto pecí má být v pecním parku v zásadě tolik, aby stačily k přehřívání pro kelímkové popouštěcí lázně a pro první stupeň přehřívání ke kalení v solných lázních (obr. 19).

Elektrodové solné lázně, jichž se nejčastěji používá k tepelnému zpracování RO za obvyklých teplot do 1350 °C. Nástroje se zahřívají na teplotu kalení velmi rychle a rovnoměrně přestupem tepla z roztavené lázně a odporově procházejícím proudem (obr. 20).

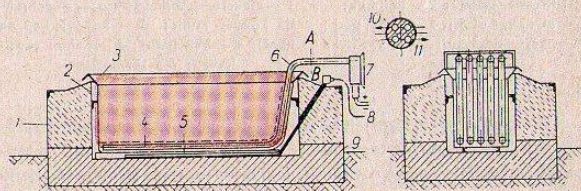
Odvařovací lázně, které slouží k odvaření nástrojů po kalení k odstranění základního pnutí nebo k odstranění solí po kalení a popouštění. Osvědčily se pro snadnou obsluhu elektricky vytápěné lázně pomocí ponořovacích topných těles (obr. 21).

Zařízení pro měření a regulaci teploty, z nichž se nejčastěji používá termoelektrických přístrojů, které ve spojení s měřičem elektromotorické síly (milivoltmetrem) slouží jako přístroje ukazovací.



Obr. 20. Dvoufázová elektrodová solná lázeň:

1 — elektrody (4 kusy); 2 — přívod proudu; 3 — šamotová vyzdívká z tvárnice; 4 — šamotová drt; 5 — azbestový papír; 6 — vnitřní plášť; 7 — termočlánek 8 — kompenzační vedení



Obr. 21. Odvažovací lázeň:

1 — izolační hmota; 2 — ochranná vana; 3 — vana s olejem nebo s vodou; 4 — ochranný rošt; 5 — bezpečnostní kontakty; 6 — topné těleso; 7 — přípojka; 8 — vedení bezpečnostních kontaktů; 9 — izolační kameny; 10 — izolační hmota; 11 — topné spirály

Olovo, které slouží jako náplň lázní pro popouštění RO. Poněvadž páry olova a jeho sloučeniny jsou jedovaté, je nutno povrch lázně stále zasypávat rozemletým dřevěným uhlím a páry olova odsávat.

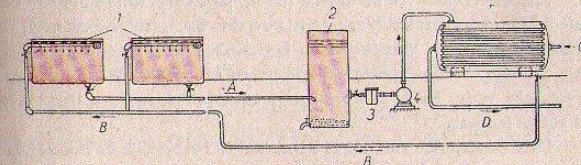
Kalici sole. Chloridu barnatého ( $BaCl_2$ ) jako kalici soli se používá ke kalení RO tehdy, nezáleží-li na jakosti povrchu.  $BaCl_2$  (chlorid barnatý) je průhledná bílá sůl v destičkovitých krystalech a je rozpustná ve vodě. Taje při  $960^\circ C$ . Před upotřebením je třeba sůl vysušit, a tím ji zbavit krystalické vody.  $BaCl_2$  se doporučuje uskladnit v suchu a uzavřený, jelikož je jedovatý.

Další používanou solí, která při kalení RO zabraňuje oduhlíčení, je sůl značky Carboneutral. Se solí je nutno zacházet přesně podle návodů dodavatele.

Popouštěcí sole. Popouštěcích solí GS 430 a GS 560 + C2 se používá k popouštění RO. Popouštěcích solí AS 140, AS 220 a AS 300 se k popouštění RO nesmí používat, neboť značně naleptávají povrch nástrojů.

Před zavedením tepelného zpracování v teplých lázních je zapotřebí seznámit se blíže se všemi druhy vyráběných solí, zejména s jejich vlastnostmi, neboť téměř vždy jsou to látky jedovaté, a proto je třeba podle toho s nimi zacházet. Pro uskladnění pomocných látek ke kalení se používá vždy suchého a uzavřeného místa.

vých, k měření s ukazatelem nebo regulátorem teplot pyrometrů radiálních. Pyrometry lze měřit jen na čistém povrchu kovu nebo na čistém povrchu lázně bez přílišných výparů.

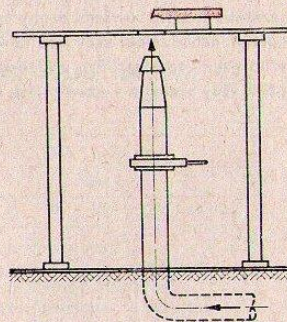


Obr. 22. Olejové ochlazovací zařízení:

1 — olejové nádrže; 2 — vyrovnávací a usazovací nádrž; 3 — jemný filtr; 4 — olejové čerpadlo; 5 — chladič oleje; A — odpad oleje z ochlazovacích nádrží; B — vrácení ochlazeného oleje do nádrží; C — přívod chladicí kapaliny; D — odpad chladicí kapaliny

#### 2.4.6. Pomocná ochlazovací zařízení

Při kalení nožů z RO se používá ochlazovacích zařízení podle obr. 22 a 23. Jsou to ochlazovací olejové lázně s olejem, jehož teplota  $40$  až  $80^\circ C$  se udržuje buď pomocí ochlazovacího zařízení, nebo cirkulací. Při kalení na vzduchu se vzduch dmýchá nízkotlakým ventilátorem pod tlakem asi  $300$  až  $1000$  mm v. s. (vodního sloupce). Vysokotlakého vzduchu lze použít jen tehdy, je-li dobře odvodněn.



Obr. 23. Stojan na kalení ve dmychaném vzduchu

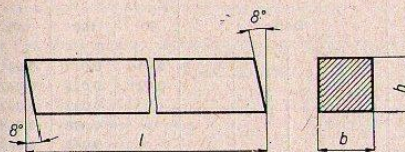
#### 2.4.7. Pomocné hmoty

Při kalení nožů z RO se používá různých pomocných hmot. Jsou to tyto hmoty:

### 3.0. Nože z rychlořezné oceli

#### 3.1. Polotovary soustružnických nožů

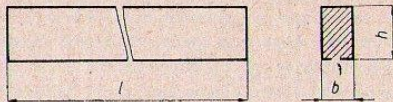
Vyrábějí se obvykle z RO (rychlořezné oceli) ČSN 19 800 (Poldi Maximum Special G) nebo ČSN 19 810 (Poldi Radeco). Polotovary



Obr. 24. Polotovary soustružnických nožů (průřez čtvercový), ČSN 22 3690:

Průřez $b \times h$ mm $h \ 14$	Doporučené rozměry polotovarů, mm délka $l$	Váha 1 nože, kg						
		délka $l$						
		40	63	80	100	125	160	200
4 × 4		0,007	0,011	0,014	0,018	—	—	—
5 × 5		0,008	0,012	0,016	0,195	0,024	—	—
6 × 6	40 63 80 100 125	0,0113	0,017	0,025	0,0283	0,035	—	—
8 × 8		0,02	0,031	0,042	0,05	0,063	0,083	—
10 × 10		0,031	0,05	0,065	0,079	0,098	0,131	—
12 × 12		—	0,07	0,09	0,113	0,14	0,19	0,226
16 × 16	160 200	—	—	—	0,201	0,25	0,336	0,4
20 × 20		—	—	—	—	—	0,525	0,625
25 × 25		—	—	—	—	—	—	0,827

Mezní úchytky délky  $\pm 3\%$ .

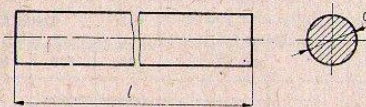


Obr. 25. Polotovary soustružnických nožů (průřez obdélníkový)  
ČSN 22 3691:

Průřez $b \times h$ , mm, h 14	Doporučené rozměry polotovaru, mm		Váha jednoho nože, kg			
			Délka $l$			
	Délka $l$		80	100	160	200
4 × 6	80	160	0,016	0,019	0,031	—
4 × 8			0,021	0,025	0,042	—
4 × 10			—	0,032	0,052	—
4 × 12			—	0,038	0,064	—
4 × 14	80	160	—	0,042	0,069	—
4 × 16			—	0,045	0,075	—
5 × 8			0,026	0,031	0,052	0,063
5 × 10			—	0,039	0,066	0,079
5 × 20	100	160	—	0,079	0,131	0,157
6 × 10			—	0,047	0,086	0,095
6 × 12			—	0,057	0,095	0,113
6 × 25			—	0,118	0,197	0,236
8 × 12	200	160	—	0,75	0,125	0,151
8 × 16			—	0,10	0,168	0,2
8 × 32			—	0,201	0,334	0,4
10 × 16			—	0,126	0,21	0,256
10 × 20	100	160	—	0,157	0,262	0,314
10 × 40			—	0,118	0,196	0,235
12 × 20			—	—	0,314	0,377
12 × 25			—	—	0,392	0,47
12 × 40	200	160	—	—	0,63	0,755
12 × 50			—	—	0,785	0,943
16 × 25			—	—	0,524	0,627
16 × 32			—	—	0,672	0,805

Mezní úchytky délky  $\pm 3\%$ .

se však mohou vyrábět i z ostatních druhů RO. Kalí se celé na tvrdost 61 až 64  $H_{RC}$ , obrábějí se, nejčastěji brousí na všech stranách s tolerancí průřezových rozměrů  $h$  14. Používá se jich k obrábění nejrůznějších materiálů na různých strojích, a to nejčastěji jako vkládaných

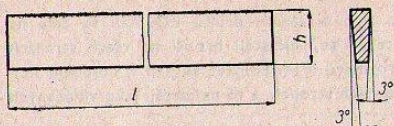


Obr. 26. Polotovary soustružnických nožů (průřez kruhový)  
ČSN 22 3692:

Průměr $d$ , mm h 14	Doporučené rozměry polotovaru, mm		Váha jednoho nože, kg						
			Délka $l$						
	Délka $l$		40	63	80	100	125	160	200
4	40	63	0,004	0,006	0,008	0,010	—	—	—
6			0,009	0,014	0,019	0,022	0,028	—	—
8			—	0,016	0,025	0,033	0,040	0,049	0,066
10			—	—	0,039	0,052	0,062	0,078	0,103
12	80	100	—	—	0,074	0,088	0,111	0,148	0,177
16			—	—	0,131	0,158	0,198	0,261	0,317
20			—	—	0,206	0,246	0,309	0,413	0,494
25			—	—	—	—	—	0,64	0,77

Mezní úchytky délky  $\pm 3\%$ .

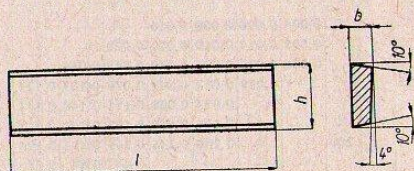
v držácích. Držáky se vyrábějí z měkčí oceli a spolu s nožem se upínají na stroji. Na polotovarech se vybrušují činné plochy nástroje (geometrie břítu) až u spotřebitele. Materiál se označuje na každém polotovaru. Polotovary se vyrábějí podle ČSN 22 3690 až 22 3694 (viz obr. 24 až 28).



Obr. 27. Polotovary soustružnických nožů (průřez lichoběžníkový), ČSN 22 3693:

Doporučené rozměry polotovaru, mm		Váha jednoho nože, kg							
Rozměr $b \times h - h$ 14	Délka $l$	Délka $l$							
		80	100	160	200				
1,6 × 6	5 × 25	80	100	160	200	0,006	0,008	—	—
2 × 8						0,01	0,013	—	—
2,5 × 10						0,016	0,020	—	—
3 × 12						0,024	0,028	0,047	—
4 × 16						0,042	0,05	0,084	0,057
5 × 20						0,052 <sup>1)</sup>	0,063	0,105	0,126
6 × 25						—	—	—	—
8 × 32						—	—	0,25	0,3

<sup>1)</sup> Váhy platí pro průřez rozměru 5 × 20 mm.

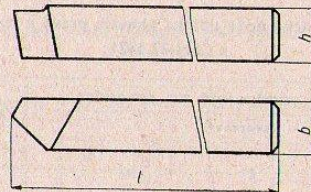


Obr. 28. Polotovary soustružnických nožů (průřez nepravidelný lichoběžník), ČSN 22 3694:

Doporučené rozměry polotovaru, mm		
$b$ (k 13) × $h$ (h 11)	Délka $l$	Váha jednoho nože, kg
3 × 12	63	0,0165
	100	0,0263
4 × 18	63	0,0325
	140	0,0725
5 × 25	160	0,1267

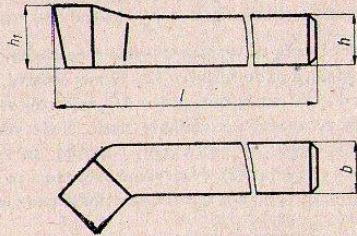
### 3.2. Soustružnické nože z rychlořezné oceli

Soustružnické nože se vyrábějí obvykle z oceli ČSN 19 800 (Poldi Maximum Special G), a to do rozměru 12 × 12 mm celistvě, tj. celé z RO. Do průřezu až 40 × 40 mm se část nože z RO nejčastěji svařuje na tupo s větší částí těla vyrobeného z uhlíkové oceli. Nože větších průřezů se vyrábějí s navařovanými destičkami. Nástroje se vyrábějí podle ČSN 22 3500 (viz obr. 29 až 42). Předepsané provedení se základní geometrií břítu se může upravit u spotřebitele podle podmínek obrábění.



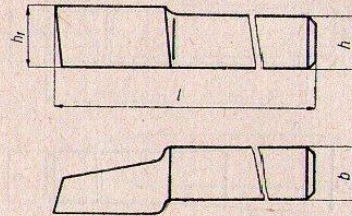
Obr. 29. Soustružnické nože ubírací přímé, pravé a levé, ČSN 22 3514, ČSN 22 3515, ČSN 22 3516, ČSN 22 3517:

Doporučené rozměry nožů, mm pro průřez				Váha jednoho nože, kg, průřezu	
čtvercový		obdélníkový		čtvercového	obdélníkového
$b \times h$	$l$	$b \times h$	$l$	Váha	Váha
10 × 10	100	—	—	0,09	—
12 × 12	125	12 × 20	140	0,15	0,26
16 × 16	140	16 × 25	180	0,28	0,50
20 × 20	160	20 × 32	220	0,50	1,10
25 × 25	200	25 × 40	280	0,95	2,10
32 × 32	250	32 × 50	355	1,95	4,40
40 × 40	315	—	—	3,90	—
50 × 50	400	—	—	7,80	—
63 × 63	500	—	—	15,00	—



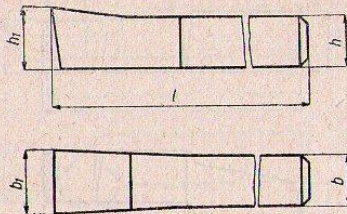
Obr. 30. Soustružnické nože ubírací ohnuté, pravé a levé, ČSN 22 3520 a ČSN 22 3521:

Doporučované rozměry nožů, mm, pro průřez			Váha jednoho nože, kg
čtvercový			
$b \times h$	$l$	$h_1$	
10 × 10	100	12	0,09
12 × 12	125	14	0,15
16 × 16	140	18	0,29
20 × 20	160	22	0,52
25 × 25	200	28	1,0
32 × 32	250	36	2,05
40 × 40	315	46	4,0
50 × 50	400	56	7,90
63 × 63	500	70	15,30



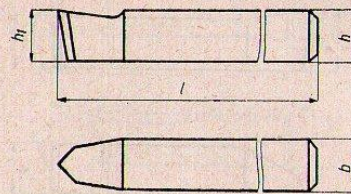
Obr. 31. Soustružnické nože ubírací stranové, pravé a levé, ČSN 22 3524 a ČSN 22 3525:

Doporučené rozměry nožů, mm, pro čtvercový průřez			Váha jednoho nože, kg
$b \times h$	$l$	$h_1$	
10 × 10	100	11	0,09
12 × 12	125	13	0,15
16 × 16	140	17	0,28
20 × 20	160	21	0,51
25 × 25	200	27	1,00
32 × 32	250	34	2,00
40 × 40	315	42	3,90



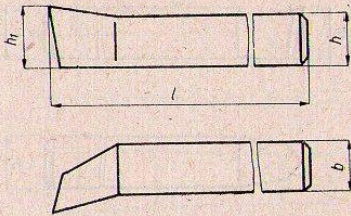
Obr. 32. Soustružnické nože nabírací, ČSN 22 3530:

Doporučené rozměry nožů, mm				Váha jednoho nože, kg
Obdélníkový průřez				
$b \times h$	$l$	$b_1$	$h_1$	
12 × 20	140	16	22	0,27
16 × 25	180	20	26	0,52
20 × 32	220	25	36	1,15
25 × 40	280	32	46	2,15
32 × 50	355	40	56	4,50
40 × 63	450	50	70	9,00



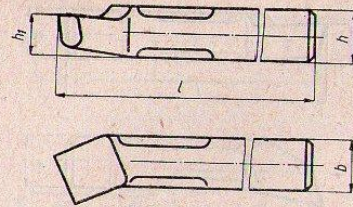
Obr. 33. Soustružnické nože hladicí, ČSN 22 3532:

Doporučené rozměry nožů, mm, pro průřez					Váha jednoho nože, kg			
čtvercový $h_1 = h$ obdélníkový								
$b \times h$	$l$	$b \times h$	$l$	$h_1$	$b \times h$	Váha	$b \times h$	Váha
10 × 10	100	—	—	—	10 × 10	0,09	—	—
12 × 12	125	12 × 20	140	22	12 × 12	0,15	12 × 20	0,26
16 × 16	140	16 × 25	180	28	16 × 16	0,28	16 × 25	0,50
20 × 20	160	20 × 32	220	36	20 × 20	0,50	20 × 32	1,10
25 × 25	200	25 × 40	280	46	25 × 25	0,95	25 × 40	2,10
32 × 32	250	32 × 50	355	56	32 × 32	1,95	32 × 50	4,40
40 × 40	315	—	—	—	40 × 40	3,90	—	—
50 × 50	400	—	—	—	50 × 50	7,80	—	—
63 × 63	500	—	—	—	63 × 63	15,00	—	—



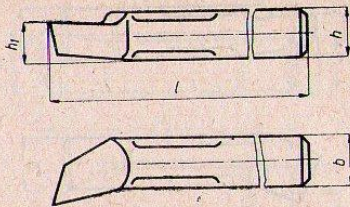
Obr. 34. Soustružnické nože rohové, pravé a levé, ČSN 22 3534 a ČSN 22 3535:

Doporučené rozměry nožů, mm						Váha jednoho nože, kg					
Čtvercový průřez			Obdélníkový průřez			b × h		Váha		b × h	Váha
b × h	l	h <sub>1</sub>	b × h	l	h <sub>1</sub>	b × h	Váha				
10 × 10	100	12	—	—	—	10 × 10	0,09	—	—	—	
12 × 12	125	14	12 × 20	140	22	12 × 12	0,15	12 × 20	0,26	—	
16 × 16	140	18	16 × 25	180	28	16 × 16	0,28	16 × 25	0,50	—	
20 × 20	160	22	20 × 32	220	36	20 × 20	0,50	20 × 32	1,10	—	
25 × 25	200	28	25 × 40	280	46	25 × 25	0,95	25 × 40	2,10	—	
32 × 32	250	36	32 × 50	355	56	32 × 32	1,95	32 × 50	4,40	—	
40 × 40	315	46	—	—	—	40 × 40	3,90	—	—	—	
50 × 50	400	56	—	—	—	50 × 50	7,80	—	—	—	
63 × 63	500	70	—	—	—	63 × 63	15,00	—	—	—	



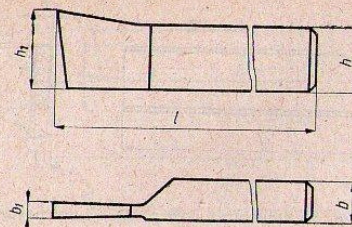
Obr. 35. Soustružnické nože vnitřní ubírací, ČSN 22 3540:

Doporučené rozměry nožů, mm			Váha 1 nože, kg
Čtvercový průřez			
b × h	l	h <sub>1</sub>	
10 × 10	100	8	0,09
12 × 12	125	10	0,15
16 × 16	140	13	0,27
20 × 20	160	17	0,45
25 × 25	200	21	0,90
32 × 32	250	28	1,80
40 × 40	315	35	3,80



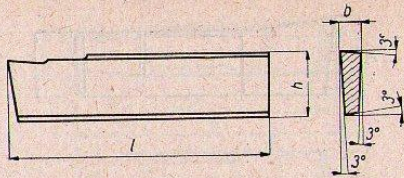
Obr. 36. Soustružnické nože vnitřní rohové, ČSN 22 3544:

Doporučené rozměry nožů, mm			Váha 1 nože, kg
Čtvercový průřez			
b × h	l	h <sub>1</sub>	
10 × 10	100	8	0,09
12 × 12	125	10	0,15
16 × 16	140	13	0,27
20 × 20	160	16	0,45
25 × 25	200	21	0,90
32 × 32	250	28	1,80
40 × 40	315	34	3,80



Obr. 37. Soustružnické nože zapichovací, pravé a levé, ČSN 22 3550 a ČSN 22 3551:

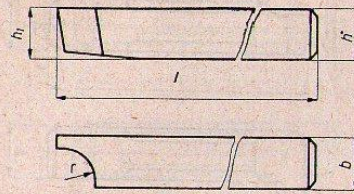
Doporučené rozměry nožů, mm								Váha 1 nože, kg	
Čtvercový průřez				Obdélníkový průřez					
b × h	l	h <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	b × h	l	h <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>		
10 × 10	100	12	3	—	—	—	—	10 × 10	0,08
12 × 12	125	14	4	12 × 20	140	22	4	12 × 20	0,25
				16 × 25	180	28	6	16 × 25	0,50
				20 × 32	220	36	7	20 × 32	0,90
				25 × 40	280	44	8	25 × 40	1,90
				32 × 50	355	54	10	32 × 50	4



Obr. 38. Soustružnické nože držákové upichovací,  
ČSN 22 3558:

Doporučené rozměry nožů, mm		Váha 1 nože, kg
$b \times h$	$l$	
1,6 × 6	100	0,0068
2,5 × 10	100	0,018
4 × 16	160	0,0734
6 × 40	160	0,275
10 × 40	200	0,570

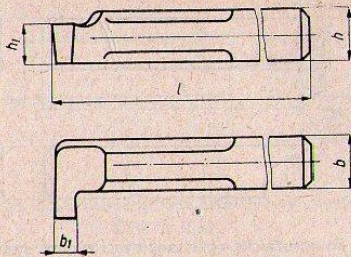
44



Obr. 39. Soustružnické nože zaoblovací vyduté, pravé a levé,  
ČSN 22 3562 a ČSN 22 3563:

Doporučené rozměry nožů, mm				Váha 1 nože, kg
$r$	$b \times h$	$l$	$h_1$	
6	10 × 10	100	10	0,09
8	12 × 12	125	12	0,15
10	16 × 16	140	16	0,28
12	20 × 20	160	20	0,50
16	25 × 25	200	25	0,98
18	32 × 32	250	32	1,95

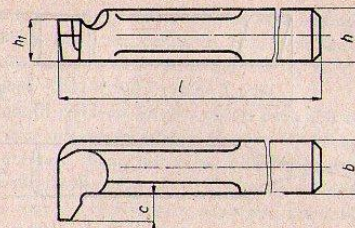
45



Obr. 40. Soustružnické nože zapichovací vnitřní, ČSN 22 3552:

Doporučené rozměry nožů, mm				Nejmenší průměr vrtané díry, mm	Váha 1 nože, kg
Čtvercový průřez					
$b \times h$	$l$	$h_1$	$b_1$		
10 × 10	100	8	4	18	0,09
12 × 12	125	10	5	24	0,15
16 × 16	140	13	6	32	0,27
20 × 20	160	16	8	40	0,45
25 × 25	200	20	10	50	0,90
32 × 32	250	27	12	70	1,80

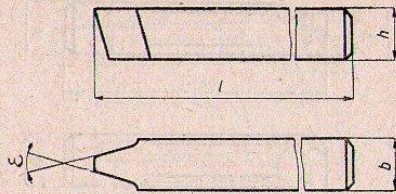
46



Obr. 41. Soustružnické nože zapichovací na zápíchy vnitřních závitů,  
ČSN 22 3586:

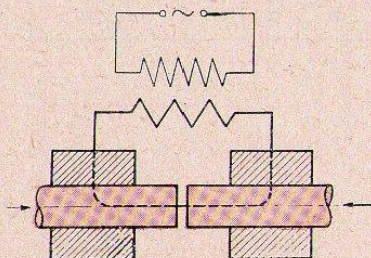
Doporučené rozměry nožů, mm				Nejmenší průměr vrtané díry, mm	Váha 1 nože, kg
$b \times h$	$l$	$h_1$	$c$		
10 × 10	100	8	6	18	0,09
12 × 12	125	10	7	22	0,15

47



Obr. 42. Soustružnické nože drážkovací, ČSN 22 3590:

Doporučené rozměry nožů, mm			Váha 1 nože, kg
b × h	l	e	
16 × 16	140		0,28
20 × 20	160		0,52
25 × 25	200	32°	0,98
32 × 32	250	34°	1,95
40 × 40	315	36°	3,90
50 × 50	400		7,80
63 × 63	500		15,00



Obr. 43. Princip odporového svařování

### 3.2.1. Výroba soustružnických nožů navařovaných na tupo

Soustružnické nože středních rozměrů se vyrábějí ze dvou druhů ocelí, tj. z RO délky rovné asi  $\frac{2}{3}$  a z uhlíkové oceli délky rovné asi  $\frac{1}{3}$  celkové délky nože, a to elektrickým odporovým

uvnitř svaru. V místě svaru se vytvoří ostrý otřep, který se opět musí odstranit. Tento způsob je rychlejší a výkonnější než svařování na tupo klidným stlačením. Styčné plochy nemusí být přesně rovné a rovnoběžné, takže lze svařovat i části s průřezy nepříznivých tvarů.

c) *Na tupo odtavením za tepla*, zejména oceli velkých a plných průřezů. Díly se přehřejí asi na 650 °C v peci nebo průchodem slabšího proudu za klidného stlačení po upnutí ve stroji před vlastním svařováním. Při svařování RO je nutno materiál pomalu přehřívát i ochlazovat, aby nevznikaly trhlinky působením tepelného pnutí. Odtavovací svářečky čs. výroby typu TP 30 a TP 60 jsou zavedeny ve výrobě soustružnických nožů s průřezy 750 a 2000 mm<sup>2</sup> a automaty typu TAU 40 a TAU 80 pro maximální průřezy 1200 a 2500 mm<sup>2</sup> z nízkouhlíkové oceli.

Při svařování RO se volí průřezy asi o 25% menší (viz tab. 6).

Tabulka 6

Podmínky pro svařování nožů

Příkon, kVA	Upínací tlak, kg	Přehovací tlak, kg	Svařovaný průřez, mm <sup>2</sup>	
			uhlíková ocel	RO
35	3 000	2 000	1100	750
60	6 000	4 000	2000	1500
80	10 000	7 000	3500	2300
150	18 000	12 000	6000	4000
250	18 000	12 000	6000	4000
350	27 000	18 000	9000	6000

Při výrobě soustružnických nožů se před svařováním rozřezaný, popř. rozstříhaný materiál, pokud nemá stejný průřez, upraví tak, aby oba konce měly v délce 8 až 16 mm stejný průřez. Upínací plochy se nejčastěji očistí nebo opískují. Styčné plochy není nutno přesně zarovnávat. RO má větší elektrický odpor a menší tepelnou vodivost než uhlíková ocel, a proto se pro RO volí kratší upínací délka. Přesný poměr upínacích délek pro RO a uhlíkovou ocel závisí též na způsobu práce a intenzitě proudu, která se volí podle druhu, tvaru a velikosti materiálu. RO se obvykle upíná s volnou délkou asi 0,6d a uhlíková asi 1,2d (d = průměr

svařováním na tupo. RO, již se na tyto nástroje nejčastěji používá, je ČSN 19 800 (Poldi Maximum Special G). Jako materiálu na těleso nože se používá uhlíkové konstrukční oceli ČSN 11 700 nebo ČSN 12 060 T (Poldi T 5), popř. ČSN 12 050 T (Poldi T 6 H).

Princip tohoto svařování záleží v ohřátí dvou dílů oceli na teplotu svařování a v jejich vzájemném stlačení (viz obr. 43). Při ohřevu jsou oba díly oceli upnuty mezi dvěma měděnými čelistmi, jimiž prochází transformovaný proud nízkého napětí (3 až 7 V) a vysoké intenzity (3000 až 8000 A). Teplota vzniká přechodovým odporem, který klade průchodu elektrického proudu materiál obou svařovaných částí ve styčné ploše, kde má nastat svaření. Svar se získá tlakem bez přídavného kovu a bez tavidla.

### Svařuje se:

a) *Na tupo klidným tlakem*, což je výhodné pro malé průřezy (až 400 mm<sup>2</sup>). Při výrobě soustružnických nožů se tohoto způsobu obvykle nepoužívá. Proudem, který se přivádí ze sekundárního vinutí transformátoru měděnými čelistmi, se ohřívají obě části materiálu. Se vzrůstající teplotou roste odpor svařovaného materiálu, takže se materiál prohřívá nejen ve styčné ploše, ale i zevnitř u místa styku. Při dosažení teploty svařování se stlačí obě části klidným tlakem k sobě, svaří se a spěchují a zároveň se vypne proud. Svařovací tlak pro ocel je asi 1,5 až 2,5 kg/mm<sup>2</sup>. Při tomto svařování je nutno, aby plochy byly rovné a čisté, aby na sebe správně přiléhaly a nebyly oksidované (musí být bez rezu, kyslíčků a jiných nečistot). V místě svaru se napěchováním zvětší průřez, který se obvykle dalším obráběním, např. broušením nebo ostříhovááním odstraňuje.

b) *Na tupo odtavením*, tzv. *za studena*. Tohoto způsobu se používá nejčastěji u ocelí větších průřezů, např. až do 1600 mm<sup>2</sup> ve výrobě soustružnických nožů. Oba svařované díly oceli se stlačí nejprve malou silou, takže proud prochází jen některými styčnými body, které se rychle a značně zahřejí. Pak se oba díly oddálí a rychle za sebou se k sobě opakovaně přitlačí. Při každém oddálení se mezi styčnými plochami vytvoří oblouk, který nakonec obě plochy odtaví do rovnoběžnosti. Po vypnutí proudu se oba díly srazí a tím se svaří. Přitom se ze spáry mezi oběma díly oceli vymrštuje tekutý kov i s nečistotami, takže struska nezůstane

svařovaného místa). Je tedy poměr délek rychlořezné a uhlíkové oceli 1 : 2. Přehovací délka, tj. úbytek, není u obou materiálů příliš rozdílná. Například u  $\varnothing$  20 mm je úbytek po svaření asi 6 mm celkové délky. Přesnější hodnoty jsou uvedeny v tab. 7.

Úbytky délek svařovaných kusů

Tabulka 7

Svařovaný průřez			Úbytek, mm	
mm <sup>2</sup>	$\varnothing$ mm	$\Phi$ mm	uhlíková ocel	RO
250	18	16	3,0	2,5
500	25	22	4,1	3,4
1000	36	32	4,7	3,8
2500	56	50	6,0	5,0
5000	79	70	8,0	6,5

Doba svařování závisí především na průřezu, např. u 20  $\varnothing$  mm je 10 až 15 vteřin. Podmínky svařování jsou v tab. 6. Svařené nože se po zkoušce poklepem o ocelový blok, popř. po ostřížení svarového otřepu, ihned vkládají do pece vytopené na 650 °C. Po naplnění pece se zvýší její teplota na teplotu žíhací (800 až 840 °C) a potom se nože vyzíhají s prodloužením na teplotě asi 2 hodiny. Potom se teplota pece snižuje až na 650 °C rychlostí asi 15 °C/hod a nato se pec vypne. Celé žíhání a vychlazování trvá asi 20 hodin. Pro vychlazování lze s výhodou použít izotermálního žíhání. Lze též někdy použít i popela nebo jemnozrnné křemelinu, což však pro svar RO není tak výhodné jako vychlazování v peci. Při rychlém ochlazování vznikají těsně u svaru trhlinky, které často způsobují praskání nástroje ještě před dohotovením.

Po svaření, ostřížení a vyzíhání svařených soustružnických nožů se ještě svary, je-li třeba, ze všech stran obrousí, aby ve svarech nevznikly ostré přechody. Elektromagnetickou kontrolou se zjišťuje, zda jsou svary bez trhlinek. Potom se nože ohřívají, nejčastěji v plynových pecích, na kovací teplotu, jejíž výše je dána druhem RO (viz tab. 2 strana 14).

Počáteční teplota kování se volí taková, aby teplota dokování byla

v mezích uvedené nejnižší teploty kování. Dokovat se nesmí za příliš vysoké teploty, aby nezhrublo zrno. Rovněž nebezpečná je nízká teplota dokování, při níž mohou vznikat trhliny v materiálu. Ohřívá se jen ta část, která se bude tvářet v zápustkách. Přitom je hlavní snahou kovat tvary na čisto, aby se jejich broušení omezilo jen na ostření a úpravu nástroje.

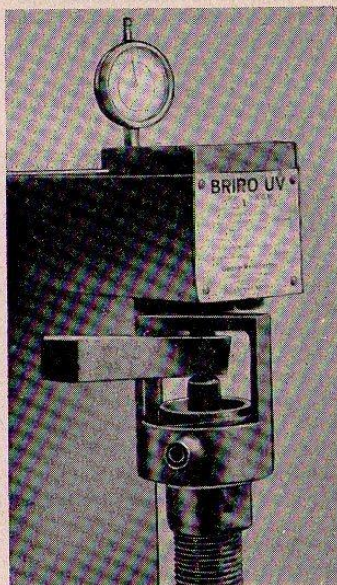
Po vykování se nástroje opět zvolna vychlazují ve vychlazovacích pecích nebo v popelu, aby se zabránilo vzniku trhlinek. Po broušení na hrubo a úpravách jsou nože připraveny pro tepelné zpracování, které se skládá z předehřevu asi na 800 °C (ve dvou stupních asi 400 a 800 °C) a z ohřevu na teplotu kalení. Používané teploty kalení a doby ponoru

Tabulka 8

Teploty a doby ponoru v solné lázni pro ohřev ke kalení nožů z rychlořezné oceli

Rozměr mm, $\varnothing$	Značka ČSN a Poldi						
	19 855	19 854	19 802	19 810	19 824	19 800	
	Maximum Special 55	Maximum Special 30	Maximum Special G Extra	Radeco	Maximum Special	Maximum Special G	
	Teplota, °C						
	1300	1290	1250	1240	1300	1240	
10		1'10"		0'50"		1'00"	0'50"
12		1'30"		1'00"		1'15"	1'00"
16		2'00"		1'35"		1'45"	1'35"
	1330	1320	1320	1270	1260	1320	1260
20		2'30"		2'00"		2'15"	2'00"
25		3'00"		2'25"		2'45"	2'25"
32		3'35"		3'00"		3'20"	3'00"
40		4'15"		3'40"		4'00"	3'40"
50		5'00"		4'20"		4'45"	4'20"
63		7'00"		6'10"		6'40"	6'10"

Při ohřevu obdélníkového profilu určuje dobu ponoru šířka (slabší část) nože.



Obr. 44. Přípravek používaný k měření tvrdosti čela nože na přístroji Rockwell

Pro hrncové brusné kotouče platí dolní hodnoty obvodové rychlosti a pro ploché brusné kotouče horní hodnoty uvedeného rozsahu. Typ ostříčky (brusky) je dán způsobem broušení, tvarem nástroje i kotouče. Pro strojní broušení břitu se nejčastěji používá brusky typu BPH, popř. i jiných typů. Elektrokorundové brusivo se volí podle požadavků kladených na jakost břitu. Na hrubší práce se doporučují brusné kotouče 36L8V, na jemnější 60L až 80K. K broušení širších ploch nože se volí tvrdost brusného kotouče o stupeň nižší. Po celkové úpravě a ostření se provádí opět kontrola tvrdosti řezné části nástroje, a to ve zvláštním přípravku na přístroji na měření tvrdosti (viz obr. 44).

Po zkoušce tvrdosti se nástroje namátkově kontrolují na řezivost až do úplného otupení; přitom se porovnávají se standardními řeznými nástroji.

Před expedicí (odesláním) se řezná část nástrojů nakonzervuje olejem, nebo se opatří ochrannou vrstvou plastické hmoty smáčením.

v solné lázni jsou v tab. 8. Po kalení v oleji nebo na vzduchu následuje popouštění při teplotách podle tab. 9. Po kalení, při němž ohřev RO nemá překročit svařované místo, a po obvyklém dvojím popouštění, kde již

Tabulka 9

Popouštěcí teploty nožů z rychlořezné oceli

Značka Poldi	1. popouštění	Doba	2. popouštění	Doba
Maximum Special 55	580 °C	30'	570 °C	30'
Maximum Special 30	580 °C	30'	570 °C	30'
Maximum Special G Extra	560 °C	30'	550 °C	30'
Radeco	560 °C	30'	550 °C	30'
Maximum Special	570 °C	30'	560 °C	30'
Maximum Special G	560 °C	30'	550 °C	30'

svařované místo nevádí, upravuje (pískuje) se povrch nástroje v tryskacím stroji (s kruhovým otočným stolem) ocelovými kuličkami zrnitosti č. 16. Otryskaný (pískovaný) povrch nože u žíhané RO má zvětšený průměr (nebo délku strany) o 0,03 až 0,09 mm a u kalené RO o 0,02 až 0,05 mm. Povrchová jakost měkkého materiálu je po otryskání  $H_{sk} = 6,3$  až  $12,5 \mu$  (mikronů), u kaleného materiálu je jakost v rozsahu 1,6 až  $3,2 \mu$ .

Po povrchové úpravě tepelně zpracovaných nástrojů a po jejich nakonzervování se nástroje zkoušejí na jakost svaření hrubou zkouškou poklepem (jako po svaření).

Z vyříděných nástrojů se některé namátkově vyberou pro zkoušky tvrdosti. Řezná část nástroje musí mít normami předepsanou tvrdost, a to 61 až  $64 H_{RC}$ . Další zpracování nožů záleží v rovinném broušení jejich ložných ploch (např. na bruskách typu BPV) na jakost povrchu  $H_{sk} = 1,6 \mu$ ; brousí se brusnými segmenty z elektrokorundu 24J8V, popř. 24I8V. Nástroje se ostří na hřbetě i na čele, aby se odstranily oduhlíčené vrstvy. Ostří se za sucha nebo lépe s chlazením (za mokra) ručně nebo strojně.

Obvodové rychlosti pro ruční ostření jsou nejčastěji 25 až 30 m/s.

### 3.2.2. Výroba celistvých nožů

Celistvými noži rozumíme nože vyrobené celé z RO. Takto se vyrábějí nože do průřezů  $12 \times 12$  mm. Jejich výroba je jednodušší než výroba nožů svařovaných na tupo. Mají kratší výrobní cyklus, tj. po narežání materiálu se ihned tváří za tepla (kovají), žíhají, vychlazují, brousí, zhruba upravují, tepelně zpracují, otryskávají, ostří, kontroluje se jejich tvrdost a řezivost, konzervují se a expedují. Takto se ovšem vyrábějí nože nejmenších rozměrů, u nichž jsou ztráty deficitních prvků celkem nepatrné.

### 3.2.3. Výroba nožů s navařovanými břitovými destičkami

Tato výroba zahrnuje několik způsobů a lze ji zásadně rozdělit na výrobu nožů:

- za použití svařovacího prášku,
- bez použití svařovacího prášku.

Za použití svařovacího prášku se navařují břitové destičky v lůžkách kovaných nebo frézovaných těles nožů (tzv. tlakové svařování svařovacím práškem).

Bez prášku se břitové destičky navařují nejčastěji na svislých odporových svařecích, na tzv. svařovacích lisech.

Předpokladem bezvadného svaru při obou způsobech je dobrý kovový styk svařovaných ploch, které se těsně před svařováním frézují nebo brousí.

Svařovací prášky pro tlakové svařování jsou potřebné nejen jako tavidlo, které chrání svařované plochy za vysokých teplot před okujením, nýbrž i jako prostředek pro tavné svařování. Osvědčená svařovací směs (prášek) obsahuje:

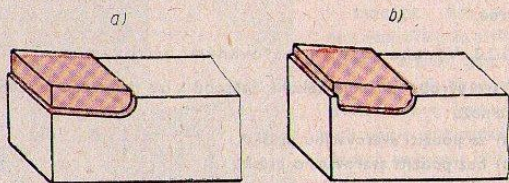
- 1 kg boraxu,
- 0,2 kg kyselého uhličitanu sodného,
- 0,2 kg sody,
- 0,2 kg salmiaku.

Tato směs se roztaví, po vychladnutí se jemně rozdrtí a smíchá s 0,5 kg čistých a jemných ocelových pilin (nejlépe z měkké oceli) zrnitosti asi 0,06 mm a s 0,5 kg práškovitého ferrosilicia (asi 45 až 50% ního těžce

zrnitostí). Svařovací prášek se uskladní na suchém místě v plechové krabici se závěrem.

Postup při svařování:

a) Svařování za použití svařovacího prášku se provádí v elektrické nebo častěji v plynové peci tak, že upravená a očištěná tělesa a destičky z RO (viz obr. 45) se v místě budoucího svaru pomalu předhřívají na teplotu asi 1000 °C.



Obr. 45. Úprava destičky a tělesa nože pro svařování práškem: a, b. — různá úprava tělesa nože

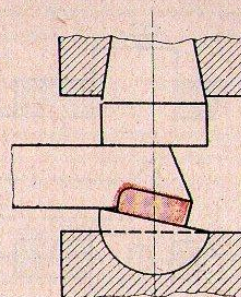
Po dosažení této teploty se lůžko destičky v tělese nože pečlivě očistí drátěným kartáčem a nanese se na ně asi 2 mm tlustá vrstva svařovacího prášku, na niž se položí a lehce k ní přitlačí destička, která byla předtím ponořena do svařovacího prášku. Na vzniklou spáru se popř. ještě nasype trochu svařovacího prášku. Následující další ohřátí v peci s vyšší teplotou nebo ve zvláštní peci, např. pouzdrové plynové, je rychlejší. Při teplotě asi 1150 °C se začíná tavit svařovací prášek a destička se přitlačuje do lůžka. Je-li svařování spojeno i s kalením, ohřeje se těleso nože na teplotu 1260 až 1320 °C (tato teplota je dána druhem RO), nebo na teplotu 1200 °C (která stačí k tomu, aby se prášek roztavil a dobře zatekl), neprovádí-li se kalení z prvního ohřevu. Tento druhý způsob se volí zejména pro nástroje choulostivých tvarů nebo pro nástroje větších průřezů, chceme-li zabránit možným trhlinám. Po vyjmutí nože z pírky se destička pevně přitlačí do tělesa nože (nejlépe ručním nebo pneumatickým lisem se zkosenou podložkou) a nechá se zchladnout

na teplotu asi 900 °C. Při kalení se nůž nechá zcela vychladnout na vzduchu, při svařování pod teplotu kalení se nůž vloží do žíhací pece, v níž se vychlazuje i žíhá stejně jako nože navařované na tupo. Vyžíhané nástroje se kalí a popouštějí již normálním způsobem. Nože kalené z prvního ohřevu se musí po zakalení včas popouštět (nejpozději za 2 hodiny), aby nerovnovázný stav, tj. vnitřní prnutí kalené RO, nepřekročil pevnost materiálu.

Technologický postup svařování práškem se zjednodušuje tak, že těleso nože i destička se předhřívají již s nasypáním svařovacího prášku pod destičkou. Při tomto způsobu odpadá práce s úpravou nože při vyšší teplotě a nůž lze po předhřátí ihned vložit do pece s vysokou teplotou. Další výrobní postup u těchto nožů jest stejný jako u nožů svařovaných na tupo.

b) Svařování bez svařovacího prášku je téměř stejné jako elektrické odporové svařování na tupo. Rozdíl je v tom, že se tu navařuje destička do lůžka v tělese nože odporovým teplem elektrického proudu procházejícího mezi dvěma měděnými čelistmi (viz obr. 46) vydatně chlazenými vodou. Sřtačování je ruční ve svislé poloze, přičemž horní čelist je pohyblivá.

Ostatní podmínky jsou stejné jako při svařování na tupo. Svařené nástroje se opět žíhají a zvláště kalí a popouštějí. Další postup je stejný jako u nožů svařovaných pomocí svařovacího prášku.



Obr. 46. Odporové svařování nože pod svařovacím lisem

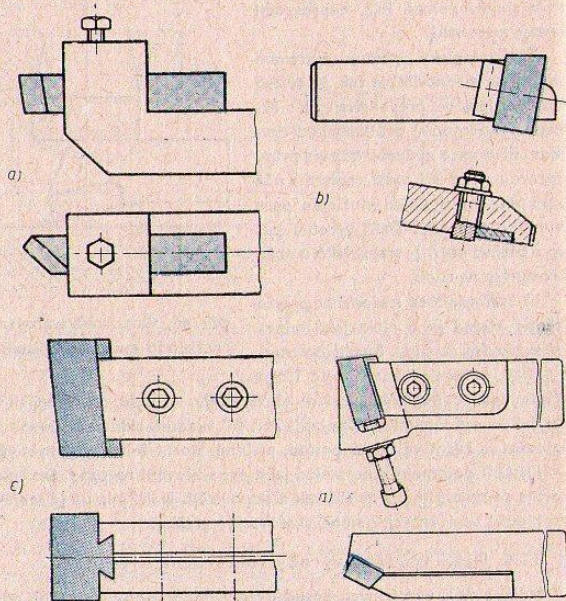
### 3.2.4. Další způsoby výroby soustružnických nožů

Nožů z RO, vyrobených dosud uvedenými způsoby, se běžně používá k obrábění. Další způsoby výroby nožů lze rozdělit na tři skupiny. Jsou to:

1. soustružnické nože s mechanicky upínanou břitovou destičkou z RO;

2. soustružnické nože s navařeným břitem;
3. soustružnické nože s připájenou břitovou destičkou.

Ad 1. Soustružnické nože s mechanicky upínanými břitovými destičkami se konstruují podle druhu nástroje a podle způsobu jeho



Obr. 47. Držák nože:

a — čtvercového průřezu; b — s obdélníkovou destičkou; c — s tangenciální destičkou upnutou na rybinu; d — s tangenciální destičkou lichoběžníkového průřezu

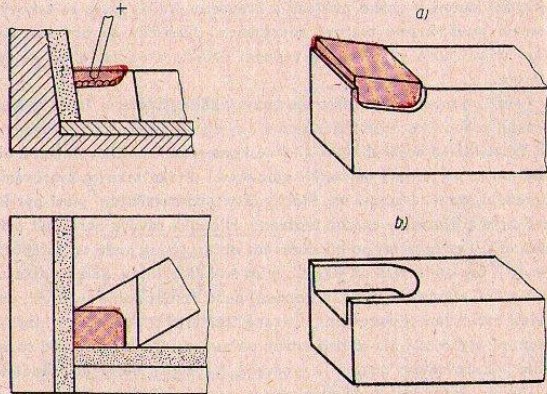
použití. Destičky se v držáku upevňují různě, např. na rybinu, přitlačným šroubem nebo přitlačnou destičkou (nejčastěji podélně nebo tangenciálně), viz příklady na obr. 47. Držáky těchto nožů se vyrábějí obvykle z konstrukční uhlíkové oceli ČSN 12 060 T (Poldi T5), často zúšlechťené na pevnost 90 až 100 kg/mm<sup>2</sup>. Břitové destičky se vyrábějí z RO, nejčastěji kalené v celém průřezu a broušené. Velmi často se takových nástrojů používá pro tvarové soustružení. Destičky se obvykle ostří mimo těleso nože ve zvlášť upraveném držáku, a to často jen na čele nástroje.

Ad 2. Soustružnické nástroje s navařenou částí břitu. Takto se nejen upravují poškozené nože z RO, nýbrž i vyrábějí soustružnické nože, a to tak, že se těleso nože zhotoví z levné konstrukční uhlíkové oceli a břit z RO se na ně navaří nejčastěji obloukem, zřídka tavným svařováním plamenem, popř. arcatomem. Plochy částí pro navařování musí být kovově čisté a přechody značně zaoblené. Hloubka návaru nemá být příliš velká. Břity se navařují po předběžném ohřátí tělesa nože asi na 600 °C. Klesne-li teplota tělesa na 400 °C, musí se nůž přihřát. Břit se navařuje v ochranné atmosféře (např. argonové) nebo častěji úplně suchými, obalenými bázickými elektrodami, a to stejnosměrným proudem s kladným pólem na elektrodě a s co nejkratším obloukem. Druhy elektrod se volí podle požadovaného materiálu v návaru. Například elektroda Poldi 462 dává návar, který odpovídá rychlořezné oceli Poldi Maximum Special G, elektroda Poldi 464 odpovídá rychlořezné oceli Poldi Radeco. Elektrody vyrábějí a dodávají Železárný A. Zápotockého, n. p., Vamberk. Rozměry elektrod se volí podle průřezu nože, a to  $\varnothing$  3,25 nebo  $\varnothing$  4 mm pro větší průřez a  $\varnothing$  2,5 pro menší průřezy nožů. Svařovací proud se řídí podle rozměru elektrod a je poměrně malý (60 až 140 A). Menší proud je pro elektrody malého průměru. Postup a úpravu nožů pro svařování ukazuje obr. 48. Při navařování se s úspěchem používá upravených šamotových nebo grafitových cihel, aby se dosáhlo výhodného návaru a nemuselo se odebrat mnoho materiálu při broušení hřbetu nástroje.

Po svaření se nože ihned vkládají do pece k žíhání; žíhají se stejně jako soustružnické nože svařované na tupo. Po vyžíhání se nože brousí na hrubo a upravují. Následující tepelné zpracování se opět skládá z kalení a popouštění. Na konečný tvar i jakost se nože ostří ručně

nebo v sériové výrobě strojně. U nožů s navařeným břitem nelze ovšem zaručit bezpřívodnost, a tím ani jakost břitu.

Ad 3. Soustružnických nožů s připájenou břítovou destičkou se používá málo. Při pájení se nože zároveň kalí, a proto se musí ohřát



Obr. 48. Navařování hlavy nože elektrodou z rychlořezné oceli

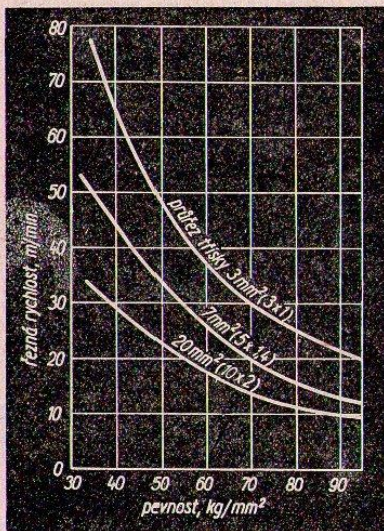
Obr. 49. Úprava destičky a tělesa nože pro spájení:  
a, b — různá úprava tělesa nože

na teplotu kalení (např. 1250 °C). K pájení nelze použít mědi, poněvadž měď se taví při teplotě 1083 °C a ochrana proti vytečení nebo shoření je obtížná. Volí se tedy nejčastěji pájka ze slitiny mědi a niklu, jejíž bod tavení leží těsně pod teplotou kalení RO.

Úprava destičky a tělesa je na obr. 49.

Destička je poněkud vyšší, než je hloubka vybrání a užší, než je šířka tělesa, aby pájka nemohla snadno vytéci. Sklon destičky se řídí podle požadovaného úhlu čela. Plochy pro spájení musí být čisté. Při spájení se těleso i s destičkami, mezi něž se vloží pájková fólie (0,3 až

břit nože. Má-li se za takových těžkých řezných podmínek zachovat dlouhá trvanlivost břitu mezi jednotlivými ostřeními, doporučují se kobaltové RO ČSN 19855 (Poldi Maximum Special 55) a ČSN 19854 (Poldi Maximum Special 30). Obě oceli se hodí na všechny druhy sou-



Obr. 50. Průměrná řezná rychlost pro 1 hod. obrábění uhlíkové konstrukční oceli různé pevnosti při různých průřezích třísky nožem z oceli Poldi Maximum Special 55

stružnických, hoblovacích, obráběcích, frézovacích apod. nožů jednoduchých i tvarových pro plynulý i přerušovaný řez. Obou značek oceli lze zatím používat jen na zvláštní povolení.

Pro nástroje, které jsou namáhány více na otěr než na zahřívání břitu, tj. pro nástroje k obrábění oceli normální i větší pevnosti (asi 110 kg/mm²) na čisto a k obrábění tvrdých nekovových hmot, je k dispo-

0,5 mm tlustá), nejprve přehřejte asi na 900 °C. Aby nastala oxidace, obsypte se destička před připájením na těleso vypáleným boraxem, který se přidává, je-li to nutno, i během ohřevu. Po dosažení teploty přehřejtí se nástroj rychle ohřeje na teplotu kalení, která závisí na druhu RO. Přehřev i ohřev nože se provádí ve výhňích, nejčastěji však v pecích, a to plynových nebo elektrických odporových nebo indukčních. Po dosažení teploty kalení se nástroj vyjme z pece a destička se přitlačuje k tělesu nože tak dlouho (nejčastěji ručním nebo pneumatickým lisem), až pájka ztuhne. Potom se nástroj ochladí v proudu vzduchu nebo v oleji. Tyto nástroje se popouštějí stejným způsobem jako ostatní nože z RO.

### 3.3. Použití nožů z rychlořezných ocelí

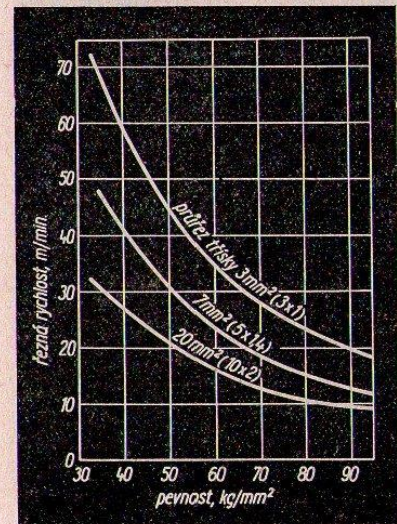
#### 3.3.1. Volba oceli na nože

Při volbě RO pro určité nože je nutno přihlížet v podstatě ke dvěma hlediskům: k technickému a ekonomickému (hospodářskému). Hledisko technické, tj. především namáhání nástroje, je dáno druhem nože a řeznými podmínkami. Z hlediska ekonomického se přihlíží k ceně RO; tato cena má být ve výhodném poměru k výkonnosti oceli. Dále je nutno uvážit, zda jsou dány všechny podmínky pro správné tepelné zpracování zvolené značky RO, neboť jak jsme již řekli v kapitole o tepelném zpracování RO, znamená nedodržení podmínek správného kalení a popouštění sníženou výkonnost nástroje a drahé legující prvky zůstávají nevyužity. Stejně tak je nutno při volbě oceli přihlížet ke stavu obráběcího stroje. Na zastaralých strojích, na nichž nelze pracovat za těžkých řezných podmínek, by výkonnost nástrojů z nejvýkonnějších ocelí, např. kobaltových, zůstala nevyužita.

Při volbě oceli z hlediska namáhání nástroje se přihlíží především k tomu, zda břit nože je namáhán více na zahřátí nebo naopak více na otěr, zda jde o nože pro plynulý nebo přerušovaný řez a jaké se kladou požadavky na jakost obráběného povrchu.

Při obrábění oceli a slitin s velkou pevností na hrubo i na čisto vysokými řeznými rychlostmi, zejména bez chlazení, zahřívá se značně

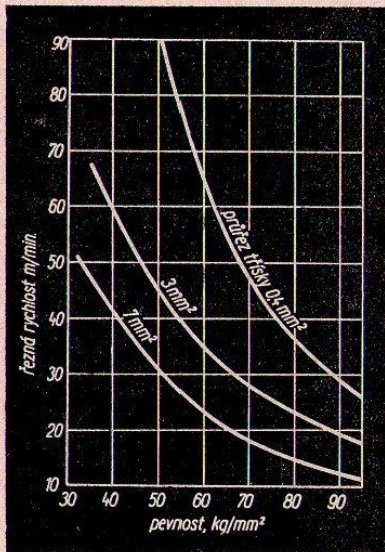
zici ocel ČSN 19810 (Poldi Radeco), která vyhovuje největším požadavkům kladeným na trvanlivost břitu. Nejčastěji se této oceli používá na všechny druhy automatových a revolverových nožů a pro všechny obráběcí práce, kde záleží na dobré jakosti obrobeného povrchu.



Obr. 51. Průměrná řezná rychlost pro 1 hod. obrábění uhlíkové konstrukční oceli různé pevnosti při různých průřezích třísky nožem z oceli Poldi Maximum Special G Extra

Pro menší požadavky kladené na řezivost a namáhání břitu zahřívání i otěrem není hospodárné používat drahých a vysoce legovaných kobaltových ocelí. Tu vyhovují plně wolframvanadové oceli ČSN 19802 (Poldi Maximum Special G Extra) a ČSN 19800 (Poldi Maximum Special G). První ocel je určena především k obrábění oceli vyšší pevnosti (asi 110 kg/mm²) na hrubo a k výrobě zvláštních druhů nožů, jako jsou

hříbkové nože, loupací nože, nože do pil na kovy apod., nože pro přerušovaný řez. Ocel ČSN 19 800 plně vyhovuje pro obrábění oceli normální pevnosti (asi do 90 kg/mm<sup>2</sup>) na hrubo i na čisto, a to pro všechny druhy

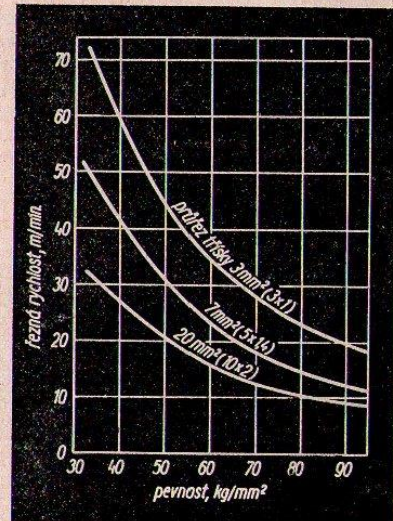


Obr. 52. Průměrná řezná rychlost pro 1 hod. obrábění uhlíkové konstrukční oceli různé pevnosti při různých průřezech třísky nožem z oceli Poldi Radeco

nožů pro plynulý i přerušovaný řez. Hodí se pro hromadnou výrobu normalizovaných nožů všech druhů.

Uvedeným oběma ocelím zhruba odpovídají výkonnosti i dvě wolframnanodové oceli s vysokým obsahem wolframu, a to ČSN 19 824 (Poldi Maximum Special) a ČSN 19 826 (Poldi Maximum Special H). Jsou podstatně dražší než méně legované oceli ČSN 19 802 a ČSN 19 800

a jejich použití na nože je většinou nevhodné. Použití těchto ocelí je oprávněné jen tehdy, jde-li o nože mechanicky značně namáhané, požaduje-li se zvláště dobrá jakost obrobeného povrchu a nelze-li počítat

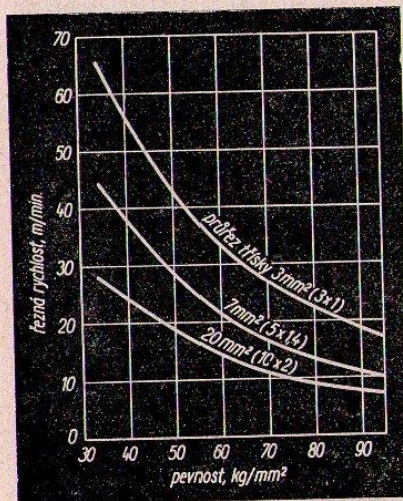


Obr. 53. Průměrná řezná rychlost pro 1 hod. obrábění uhlíkové konstrukční oceli různé pevnosti při různých průřezech třísky nožem z oceli Poldi Maximum Special

s bezvadným tepelným zpracováním méně legovaných ocelí ČSN 19 800, ČSN 19 802 a ČSN 19 810. Používat oceli ČSN 19 824 a ČSN 19 826 pro hromadnou výrobu normalizovaných nožů není hospodárné.

Aby se usnadnil výběr oceli na nože pro různé řezné podmínky, zjišťují se pro jednotlivé značky ocelí hodnoty řezných rychlostí, které za určitých podmínek odpovídají trvanlivosti bítu na jedno ostření, např. 1 hodině. Je to tzv. hodnota  $v_{60}$ . Průměrné řezné rychlosti (hodnoty

$v_{60}$ ) pro jednotlivé značky našich RO, pro dva nebo tři různé průřezy třísky a pro různé pevnosti obráběné oceli při obrábění bez chlazení jsou uvedeny v diagramech na obr. 50 až 54. Těchto diagramů lze použít i jako



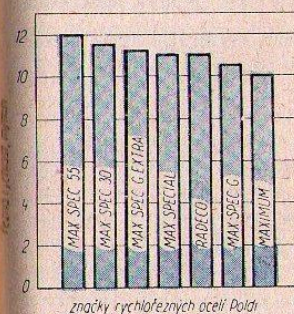
Obr. 54. Průměrná řezná rychlost pro 1 hod. obrábění uhlíkové konstrukční oceli různé pevnosti při různých průřezech třísky nožem z oceli Poldi Maximum Special G

hrubého vodítka pro volbu řezných podmínek tím způsobem, že se sníží udané hodnoty asi o 30 %, má-li nuž řezat bez přeostrování, např. 8 hodin. Při soustružení s dostatečným chlazením lze hodnoty řezné rychlosti zvýšit až o 25 %.

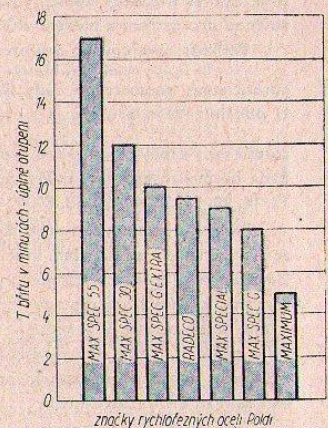
Porovnání výkonnosti RO některých značek Poldi při soustružení nelegované oceli o pevnosti asi 95 kg/mm<sup>2</sup>, při hloubce třísky 5 mm a posuvu 1,4 mm/ot je uvedeno v diagramech na obr. 55 a 56. Při porovnávání hodnot  $v_{60}$  jsou relativní rozdíly celkem malé (viz obr. 55), kdežto

při porovnávání podle trvanlivosti bítu při určité řezné rychlosti jsou relativní rozdíly podstatně větší (viz obr. 56).

Výběru vhodné RO je nutno věnovat značnou pozornost, poněvadž jde o oceli drahé a legované surovinami, které se musí dovážet. Není např. vhodné vyrábět normalizované nože jednotlivě případ od případu, protože jen při hromadné výrobě lze zejména tepelné zpracování provést co nejdokonaleji a nejvýhodněji pro výkonnost nožů. Proto se v takových případech má používat jen nožů vyráběných hromadně v dílnách zvláště k tomu účelu zařízených. SONP Kladno je nyní jediným výrobcem nožů z RO u nás.



Obr. 55. Porovnání průměrných řezných rychlostí ocelí Poldi pro 1 hod. obrábění ( $v_{60}$ ) uhlíkové konstrukční oceli pevnosti asi 95 kg/mm<sup>2</sup> bez chlazení. Průřez třísky 5x1,4 mm



Obr. 56. Porovnání průměrné doby řezu rychlořezných ocelí Poldi při soustružení uhlíkové konstrukční oceli pevnosti asi 95 kg/mm<sup>2</sup> bez chlazení. Průřez třísky je 5x1,4 mm, řezná rychlost 14 m/min

### 3.3.2. Volba tvaru, průřezu a délky soustružnických nožů

Pro soustružení se volí

- nástroje normalizované (viz stať „Soustružnické nože“, str. 35),
- nástroje speciální.

Při volbě tvaru normalizovaných i speciálních nástrojů se musí také vhodně volit tvar tělesa nože, a to jak průřez, tak i jeho délka. Normalizovány jsou nože s průřezem čtvercovým nebo obdélníkovým, polotovary též s průřezem kruhovým. Nože se čtvercovým a obdélníkovým průřezem se nejčastěji upínají v suportu. Ložná plocha nožů je základní rovinou pro ostření a měření úhlů.

Velikosti čtvercového průřezu tělesa nože jsou odstupňovány podle desetičlenné geometrické řady (RA 10) se stupněm  $n = \sqrt[10]{10} \approx 1,26$ . U obdélníkového průřezu je mezi délkami stran průřezu rozdíl dvou stupňů řady a tedy  $h = b \cdot \sqrt[10]{10}^2$ , při čemž  $h$  je výška a  $b$  je šířka průřezu. Řada normalizovaných rozměrů průřezu po zaokrouhlení čísel je: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80.

Při volbě čtvercového nebo obdélníkového průřezu a jeho velikosti se přihlíží ke všem činitelům, které mají vliv na hospodárné obrábění, tj. k možnostem upínání nožů pod průřez, k pevnosti nástroje, k ceně nástroje, k délce břitu nástroje, popř. k hloubce řezu, k vyložení nože, k úhlu nastavení atd. V praxi se velmi často používá nástrojů obdélníkového průřezu. Volba délky nástroje se řídí nejčastěji druhem stroje, způsobem obrábění, obsazením nožů v nožové hlavě aj. Délky dané normami se proto často mění.

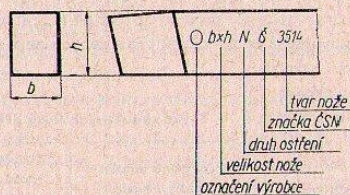
Tyto úvahy se vztahovaly hlavně na normalizované nože, jichž se často používá ve strojírenské výrobě. Pro některé operace a některé stroje jsou nutné nástroje speciální, které se liší nejen tvarem a velikostí, nýbrž někdy i průřezem tělesa. Těchto speciálních nástrojů se používá ve výrobě, a to nejen pro snadnou úpravu nejrůznějších tvarů ostří v žíhaném stavu oceli [na rozdíl od nástrojů s SK (se slinutými karbidy), kde se tvary ostří velmi pracně zhotovují], nýbrž i pro velmi dobré vlastnosti RO, jako je odolnost proti otěru a dobrá řezivost za nejrůznějších podmínek a vyšší houževnatost proti slinutým karbidům.

68

např. 3514 — ubírací nůž přímý s úhlem nastavení  $\alpha = 45^\circ$  podle ČSN 22 3514.

U nožů ostřených podle normy ČSN 22 3501 se vyznačí druh ostření písmenem uvedeným v normě ČSN 22 3501 (M, N, T).

Značení se umístí na pravé straně nože co nejbliže k řezné části nože.



Obr. 57. Značení soustružnických nožů

### 3.3.5. Balení a uskladnění nožů

Každý nůž se před zabalením pečlivě očistí a vhodně nakonzervuje proti korozi. Při volbě ochranného povlaku hlavy nože, který se provádí z umělé pryskyřice, musí se hlava před nakonzervováním pečlivě odmastit. Konzervace musí zaručit ochranu proti korozi na dobu nejméně 6 měsíců ode dne konzervace při správném uskladnění.

Nože se balí podle velikosti buď do balíčku, nebo větší nože do beden, a to ve vrstvách. Jednotlivé vrstvy se proloží na straně břitu vlnitou lepenkou a pečlivě utěsní dřevitou vlnou, aby se břit během dopravy nepoškodil. Nože balené do balíčků nebo krabiček se ukládají do suchých beden nebo beden rozkládacích. Na každém balíčku (krabičce) jsou vyznačeny tytéž údaje jako na nožích a je uveden počet nožů v balíčku.

Hrubá váha bedny je obvykle až 70 kg, velké, popř. rozkládací bedny váží nejvýše 150 kg.

Soustružnické nože se uskladňují v suchých místnostech skladů

70

### 3.3.3. Kontrola jakosti a provedení soustružnických nožů

Jakost povrchu u soustružnických nožů se zjišťuje porovnáním se vzorky, jejichž drsnosti povrchu odpovídají uvedeným hodnotám drsnosti povrchu v  $H_{\text{sk}}$  (podle ČSN 01 4450, tab. 1).

Tvar a rozměry soustružnických nožů s jejich dovolenými úchytkami musí souhlasit s údaji uvedenými v rozměrových normách. Úhly a tvary se kontrolují vhodnými měřidly.

Tvrdość řezné části nožů musí být 61 až 64  $H_{\text{RC}}$ , a stanoví se jako střední hodnota nejméně ze tří vtisků provedených nejméně 2 až 5 mm od břitu. Jakost svaru

nože z RO s uhlíkovou ocelí se obvykle projev až při obrábění. Zjistí-li se během obrábění špatný svar, má spotřebitel právo reklamace. Přejímací zkoušky se provádějí podle tab. 10.

Sjednané přejímací zkoušky, které se obvykle konají u výrobce,

provádějí se na vzorcích buď z prvního výběru, nebo nevyhovují-li nože přejímacím podmínkám, provádějí se zkoušky na dvojnásobném množství vzorků druhého výběru. Nevyhoví-li třeba jen jeden vzorek druhého výběru, vrací se celá dodávka zpět dodavateli. Dodavatel má právo zamítnout dodávku vytyčidit a předložit k novému přejímání. Roztřídění, které jde na účet dodavatele, musí být provedeno ve stanovené lhůtě.

### 3.3.4. Značení na nožích

Na každém noži z RO se vyznačí údaje podle obr. 57.

Velikost nože se označí rozměry průřezu tělesa nože (šířkou i výškou u nožů obdélníkového a čtvercového průřezu). Délka nože se nevyznačuje.

Tvar nože se vyznačí posledními čtyřmi číslicemi příslušné normy,

Tabulka 10

Počet zkoušených kusů při přejímání

Přejímané množství nožů v kusech	Zkoušené množství nožů namátkově vybraných v kusech
do 500	5 %
501 až 1000	nejméně 10 kusů
přes 1000	3 %
	2 %

nebo výdejen, v ovzduší prostém výparů kyselin, žiravin nebo jiných chemických látek, které by je mohly znehodnotit.

### 3.3.6. Objednávání nožů

Při objednávce normalizovaných soustružnických nožů stačí uvést velikost nože, druh ostření a číslo normy, např. „Nůž 12 x 20 N ČSN 22 3514“, a počet kusů. Požaduje-li se jiná značka RO než obvyklá (tj. ČSN 19 800 — Poldi Maximum Special G), musí se to v objednávce uvést. Pro kobaltovou RO, např. ČSN 19 855 (Poldi Maximum Special 55) je nutné zvláštní povolení podle platných směrnic.

## 3.4. Ostření nožů z rychlořezné oceli<sup>1)</sup>

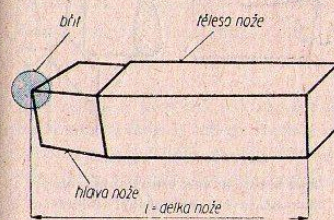
### 3.4.1. Základní pojmy při ostření

Nůž z RO na obrábění kovů je obvykle jednobřitý nástroj, který se skládá z tělesa a hlavy (viz obr. 58).

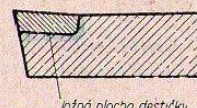
Těleso nože má obvykle průřez čtvercový, obdélníkový nebo i kruhový. Hlava nože má tvar podle účelu nože.

Břit je činná část hlavy nože.

Hlavní břit je část břitu, která koná hlavní řeznou práci ve směru posuvu, tj. oddělování třísky z obrobku.



Obr. 58. Soustružnický nůž



Obr. 59. Ložná plocha destičky nože

<sup>1)</sup> Viz též Štych, Kasal, Jungmann: Ostření a opravy nástrojů, SNTL, Praha 1959.

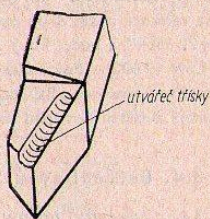
71

Vedlejší břit je část břitu, navazující na hlavní břit.  
Ložná plocha nože je plocha, na níž je nůž uložen. Je obrobená a tvoří technologickou základnu pro ostření nože.

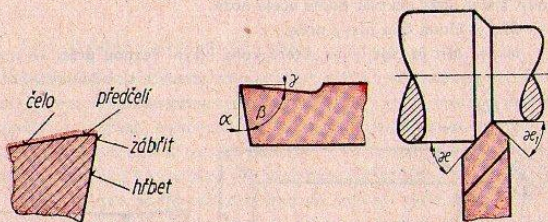
Ložná plocha břitové destičky je znázorněna na obr. 59.



Obr. 60. Čelo hlavy nože



Obr. 61. Utvářeč třísky na čele nože



Obr. 62. Plochy na břitu nože

Obr. 63. Úhly na noži:

úhel hřbetu  $\alpha$ ; úhel břitu  $\beta$ ; úhel čela  $\gamma$ ;  
úhel nastavení  $\kappa$ ; vedlejší úhel nastavení  $\kappa_1$

Upínací plochou se nůž zajišťuje a upíná. Nejčastěji je to horní plocha nože.

Čelo nože (viz obr. 60) je plocha, po které odchází tříška. Může být rovinná, lomená nebo tvarová.

Utvářeč třísky (viz obr. 61) usměrňuje odchod třísky a je upraven (vybroušen) na čele. Má nejčastěji tvar žlábků.

Předčelí a zábřit tvoří zesílení břitu (viz obr. 62).

Ostří jako průsečnice čela a hřbetu může být buď přímé, zakřivené nebo lomené.

Úhly na noži — viz obr. 63.

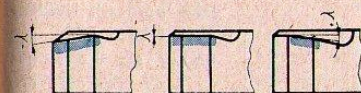
Úhel hřbetu  $\alpha$  (alfa) je úhel mezi hřbetem a rovinou kolmou na ložnou plochu vedenou ostřím.

Úhel čela  $\gamma$  (gama) je úhel mezi plochou čela a rovinou rovnoběžnou s ložnou rovinou tělesa.

Úhel břitu  $\beta$  (beta) je úhel mezi čelem a hřbetem.

Úhel nastavení  $\kappa$  (kapa) je úhel mezi průmětem hlavního ostří do ložné roviny a rovinou kolmou na podélnou osu nože.

Vedlejší úhel nastavení  $\kappa_1$  je úhel mezi průmětem vedlejšího ostří do ložné roviny a rovinou kolmou na podélnou osu nože.



Obr. 64. Úhly sklonu břitu nože



Obr. 65. Úhel špičky na noži

Úhel sklonu  $\lambda$  (lambda) (viz obr. 64) je úhel mezi hlavním ostřím a rovinou rovnoběžnou s ložnou rovinou nože.

Úhel sklonu je kladný, když špička nože je nejvyšším bodem ostří.

Úhel špičky  $\epsilon$  (epsilon) je úhel mezi průmětem hlavního a vedlejšího ostří do ložné roviny (viz obr. 65).

### 3.4.2. Druhy ostření nožů z rychlořezné oceli

Základní podmínkou při obrábění je správné ostření nástroje. Tvar činné řezné části nástroje musí být takový, aby vyhovoval podmínkám obrábění, vlastnostem obráběného materiálu, druhu a tuhosti

obráběcího stroje a maximálnímu využití nástrojových materiálů. Ostření nožů z RO je předepsáno v normě ČSN 22 3502.

Tato norma (viz tab. 11) zahrnuje tři druhy ostření, označené M, N, T. Liší se od sebe různými úhly čela, které se mění podle obráběného

### Druhy ostření nožů

Tabulka 11

Druh ostření (velikostí úhlů $\alpha$ , $\gamma$ )		Značení druhu ostření na noži písmenem	Použití	
$\alpha$	$\gamma$		Obráběný materiál	
			Ocel pevnosti, kg/mm <sup>2</sup>	Šedá litina tvrdosti, HB
8°	25°	M	50	—
8°	16°	N	50 až 80	150 až 200
8°	8°	T	80 až 100	200 až 250

### Úhly sklonu nože

Tabulka 12

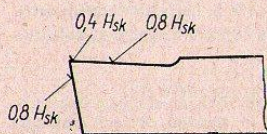
Druhy nožů	Úhel sklonu $\lambda$
Ubírací vnější a vnitřní	-3° až -5°
Hladicí	0° až +5°
Upichovací, zapichovací	0°
Ubírací želní	0°

materiálu v závislosti na jeho pevnosti. Uváděný úhel hřbetu platí pro posuvy  $s > 0,2$  mm/ot (> značí větší než). Pro menší posuvy se volí  $\alpha = 12^\circ$ .

Pro přerušovaný řez, tvrdou kůru apod. se volí pro dané materiály ostření úhlu čela o stupeň nižší, než udává tab. 11, např. druh ostření T místo N nebo N místo M.

Pro litinu tvrdosti nad 200 HB se doporučuje zmenšit úhel čela  $\gamma$  na 4°.

V tab. 12 jsou pro vnější ubírací nože uvedeny hodnoty úhlu sklonu



Obr. 66. Jakost břitů nože

$\lambda = -3^\circ$  až  $-5^\circ$ . Používají-li se těchto nožů pro těžké přerušované řezy, dělá se úhel  $\lambda$  (sklonu)  $-8^\circ$  až  $-10^\circ$ .

Drsnost povrchu čela a hřbetu nástroje musí být podle obr. 66. Tím se značně zmenší tření mezi odcházející třískou a čelem nástroje, jakož i tření mezi obrobkem a hřbetem nože.

Mezní úchytky úhlů  $\Delta$  na noži jsou udány v tab. 13.

### Mezní úchytky úhlů $\Delta$ na noži

Tabulka 13

Úhel	Úchytky $\Delta$ ve stupních
$\alpha$	$\Delta_\alpha = \pm 2^\circ$
$\kappa_1$	$\kappa_1 = \text{do } 2^\circ$
	$\kappa_1 = 2^\circ \text{ až } 5^\circ$
$\lambda$	$\lambda \leq (\text{do}) 10^\circ$
	$\lambda > (\text{nad}) 10^\circ$
$\gamma$	$\Delta_\gamma = \pm 1^\circ$
$\alpha$	$\Delta_\alpha = \pm 1^\circ$

Úhel hřbetu  $\alpha$  pro zapichovací a upichovací nože má úchytku  $\Delta\alpha = \pm 30'$ . Mezní úchytky délek u nožů kratších než 140 mm jsou  $\pm 3\%$  a u nožů delších než 140 mm jsou  $\pm 2\%$ .

### 3.4.3. Brusky na nože z rychlořezné oceli

Ruční nebo strojní ostření nožů vyžaduje nejen zkušené ostříče, nýbrž i dobrý a vhodný strojní park. Nahrazování ručního ostření strojním s řiditelným přísuvem nástroje je hlavní zásadou při konstrukci moderních brusek. Mechanizované ostření nástrojů je pomalejší než ruční, zato však dává stejnoměrnou a lepší jakost a trvanlivost břitu nástroje, zmenšuje námahu dělníka a umožňuje obsluhu několika strojů.

Z bruskek na nástroje z RO vyráběných podniky TOS jsou v našich dílnách nejčastěji tyto typy:

**Univerzální bruska na nástroje, typ N1.** Používá se jí též na ostření nožů malých průřezů. Brusné kotouče mají  $\varnothing$  40 až 200 mm. Výkon motoru je 1,1 kW, váha stroje je 480 kg. Výrobce: Blanické strojírny, n. p., závod Vlašim.

**Univerzální bruska na nástroje, typ BN 102.** Ostří se na ní též nože větších průřezů. Jejím účelem je však též jako u brusky typu N1, tj. ostření několikabřitých nástrojů. Obvyklý rozměr brusného kotouče je  $150 \times 15 \times 20$  (tj. průměr kotouče  $\times$  šířka  $\times$  průměr otvoru), výkon motoru je 0,7 až 1,2 kW, váha stroje je 1000 kg.

Výrobce: TOS Hostivař, n. p., Středokluky.

**Dvoukotoučová bruska na nože typu BBT 350.** Ostří se na ní nejen nože z RO, nýbrž i nože s SK. Stroj má naklápěcí stavitelný stůl, na němž spočívá nůž. Brousí se čelem prstencovitého kotouče s chlazením. Brusný kotouč má rozměry  $350 \times 100 \times 270$  (vnější průměr  $\times$  šířka  $\times$  vnitřní průměr). Elektromotor má výkon 1,5 kW, váha stroje i s příslušenstvím je 820 kg.

Výrobce: TOS Varnsdorf, n. p., závod Česká Kamenice.

**Dvoukotoučová bruska na nože typu BNT 50.** Stroj je určen k ostření velkých nožů, zejména k obrábění tvaru ostří břitu tedy, je-li nutno odbrousit větší množství materiálu. Ostří se čelem kotouče, přičemž je nůž opřen o stavitelnou podpěru. Brousí se s chlazením. Rozměry brusných kotoučů jsou  $500 \times 125 \times 400$ . Výkon elektromotoru je 4 kW, váha brusky je 1420 kg.

Výrobce: TOS Varnsdorf, n. p., závod Česká Kamenice.

**Dvoukotoučové brusky na nože typů BL 3 a BL 4.** Těchto typů se velmi často používá v dílnách k ostření nožů z RO přímo u soustruhů. Ploché kotouče u typu BL 3 mají rozměr  $225 \times 25 \times 25$  mm, u typu BL 4  $350 \times 60 \times 33$  mm; výkon motoru: 2,2 kW, popř. 3,5 kW; váha stroje: 360 kg, popř. 500 kg.

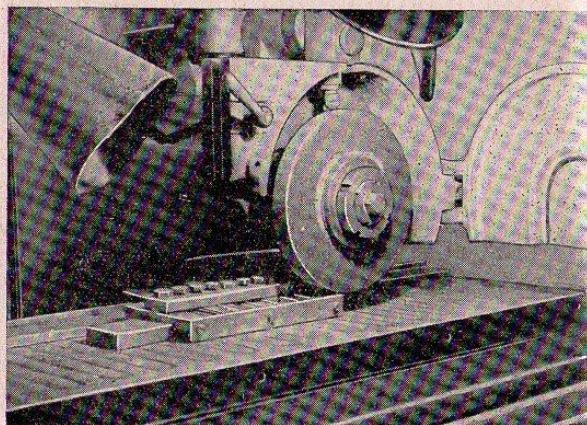
Výrobce: Strojárna, n. p., Prakovce.

**Vodorovná rovinná bruska typu BPH 300.** Tento stroj se hodí pro sériovou výrobu nožů z RO. Vybrušují se na něm nejčastěji čela a utvářeče, popř. i hřbety nástrojů, které se upínají ve velkém počtu v přípravcích

76

správné upnutí brusného kotouče, pohyb vřetena bez chvění, ostření s chlazením s vydatným přívodem řezné kapaliny, čímž se zvětšuje výkon a zlepšuje jakost broušení.

K správnému a přesnému broušení nožů z RO se též používá upínacích přípravků, jimiž se doplňují příslušné ostříčky. Jsou to např.:



b)

Obr. 67

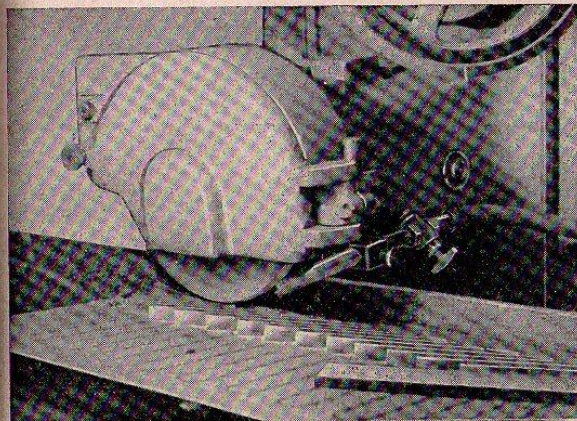
1. Přístroj na broušení nožů z RO, konstrukce TOS Hostivař, jehož se používá k broušení rovinných ploch nožů (např. hřbetu nebo čela) jako přidavného zařízení k brusce BN 102.

2. Přístroj na broušení nožů z RO a jejich utvářečů, konstrukce VÚOSO, Praha. Nůž upnutý v tomto přípravku se může natáčet ve třech navzájem kolmých rovinách, takže se mohou brousit nože i s velkým sklonem ostří břitu. Je určen k broušení všech úhlů na noži, především úhlů hřbetu.

78

na elektromagnetickém stole (viz obr. 67). Rozměry brusného kotouče jsou  $250 \times 25 \times 51$  mm. Výkon elektromotoru pro pohon vřetena je 2 kW. Váha stroje je 2900 kg.

Výrobce: TOS Hostivař, n. p., závod Praha-Hostivař.



a)

Obr. 67. Broušení čela a hřbetu soustružnických nožů na vodorovných bruskách BPH

Kromě těchto bruskek se v našich dílnách používá ještě jiných strojů nejrůznějších konstrukcí, domácích i zahraničních, na nichž se však nejčastěji brousí ručně.

Hlavní požadavky, které se kladou na brusky nožů z RO, jsou: dodržení přípustné vůle v ložiskách, správný počet otáček brusného kotouče (podle požadované obvodové rychlosti), možnost změny smyslu otáčení brusného kotouče, rychlá a spolehlivá výměna brusných kotoučů,

77

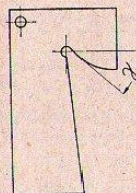
3. Sklápěcí stolek Škoda-Pbn podle ČSN 24 4350 je též určen k broušení nožů z RO.

#### 3.4.4. Zásady při ostření nožů

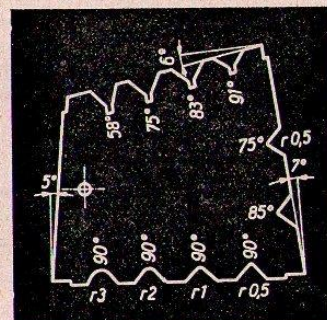
Pro ostření nožů z RO se jako brusný materiál doporučuje umělý korund A 99 (Elektrit).

Zrnění kotouče je nejčastěji 40 až 80 a tvrdost J až L. Zrnitost kotouče se volí podle požadované jakosti obrobeného povrchu a podle druhu a způsobu broušení. Tvrdost kotouče se volí podle pevnosti materiálu a způsobu broušení.

Pórovitých kotoučů se používá při velké styčné ploše nebo nesmí-li se nástroj při broušení ohřívát.



Obr. 68. Šablona na úhel čela



Obr. 69. Šablona na kontrolu úhlu a poloměru zaoblení špičky nože

Čím tvrdší je materiál, tím měkčí se volí kotouč a opačně. Čím větší je styčná plocha mezi nožem a brusným kotoučem, tím měkčí musí být kotouč.

Obvodová rychlost brusných kotoučů: plochých kotoučů — při ručním ostření 30 m/s;

79

hrncových kotoučů — při ručním ostření 25 m/s;  
plochých kotoučů — při strojním ostření 35 m/s;  
hrncových kotoučů — při strojním ostření 30 m/s.

Zmenšením obvodové rychlosti dosáhneme, že kotouč pracuje jako měkkí a naopak.

Brusné kotouče se pro daný tvar a průměr opatřují štítkem, na němž je udán dovolený počet otáček, neboť kotouč při příliš velkých rychlostech pálí a může se roztrhnout.

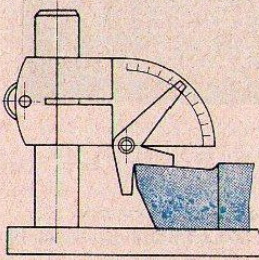
Při ostření nožů z RO se doporučuje vydatně chladit řeznou kapalinou, která se vede na místa s nejvyšší teplotou (na styčné plochy nebo k styčné přímce s brusným kotoučem), aby nevznikly brusné trhliny.

#### 3.4.5. Měřicí pomůcky

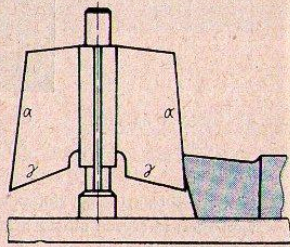
Úhly na nástroji i jakost povrchu nástroje se po naostření kontrolují dokonalými, avšak jednoduchými přístroji a měřidly, jichž lze snadno používat na pracovišti.

K měření tvarů řezných částí nožů se používá různých pomůcek, např.:

Šablony na kontrolu úhlů a poloměrů zaoblení špičky nože (viz obr. 68 a 69).



Obr. 70. Stojánkový úhloměr pro měření úhlů čela a hřbetu



Obr. 71. Sada křídélkových šablon pro měření úhlů čela a hřbetu

- Nástroj se vyžihá na měkko v obalu vypáleného koksu při teplotě 820 až 840 °C po dobu 4 hodin.
- Upraví se návarové plochy (zaoblené rohy i přechody).
- Předehřeje se na teplotu 600 °C.
- Poškozená místa se navaří. Po dobu navařování nesmí teplota nástroje klesnout pod 400 °C.
- Nástroj se ihned vyžihá na měkko bez vychladnutí.
- Obrobí se na žádaný tvar s přídatkem na broušení.
- Kalí se z teploty 1250 až 1280 °C v oleji anebo v proudu vzduchu. Ohřev, pokud není k dispozici solná lázeň, lze provádět v jiných pecích v záspy vypáleného koksu.
- Popouští se dvakrát až třikrát při teplotě 570 až 540 °C.
- Nástroj se naostří.

Navařovat se může plamenem, arcatomem nebo elektrickým obloukem, a to obalenými elektrodami podle tab. 14.

Tabulka 14

Používané elektrody a tyčinky

Rychlořezná ocel	Svar			Tvrdość svaru, HRC
	plamenem	arcatomem	elektrickým obloukem	
Maximum Special	Poldi 062 M	Poldi 062 T	Poldi 462	62
Maximum Special G	Poldi 062 M	Poldi 062 T	Poldi 462	62
Radeco	Poldi 064 M	Poldi 064 T	Poldi 464	64

Zbytků (úlomků) pilových kotoučů z RO se často v opravárenství využívá k výrobě upichovacích nožů. Očištěný úloмок pilového kotouče se spájí s tělesem z konstrukční oceli, obroušeným na dosedací boční ploše, stříbrnou nebo mosaznou pájkou. Po vychladnutí se vybrousí potřebný tvar nástroje.

Pro opravy nožů z RO byl též vyzkoušen způsob navařování řezné části drcenými třískami z RO naspanými na lůžko v tělese nože spolu s tavidlem. Vlastní svařování (tavení drti) po předchozím předehřátí

Stojánkového úhloměru (viz obr. 70) jako vhodné pomůcky při kontrole úhlu čela a úhlu hřbetu.

Sady křídélkových šablon (viz obr. 71), již lze použít též při měření úhlů na nožích z RO.

Pro kontrolu nožů na trhliny se doporučuje mikroskop (30× zvětšující) nebo i barevná kapalina s nízkým povrchovým napětím. Tato kapalina vnikne do mikroskopických trhlinek a po nastříknutí vrstvičky bílé hmoty (např. křídly) obarví na místech trhlinek tuto bílou povrchovou vrstvičku.

Předepsaná drsnost povrchu činných ploch nože i ostří se kontroluje nejčastěji pomocí etalonových vzorků (zrakem) nebo — pro dílenské použití — se doporučuje lehký přenosný přístroj značky Komparex. Zkušební brusíč velmi často kontroluje jakost ostří nehtem, který mu větším nebo menším zadrhováním ukazuje jakost ostření. Aby se zlepšila jakost ostří, obtahuje se s výhodou ručními jemnými karborundovými pilníky (brosky). Obtahování ostří se provádí kolmo k břitě a proti ostří v úhlu 30 až 45°.

### 3.5. Opravy nožů z rychlořezné oceli

Nože z RO mají jednoduchý geometrický tvar, proto se opravují obvykle způsobem, který se jen málo liší od výrobního postupu při výrobě nových nástrojů. Tento změněný pracovní postup při opravách nožů se vyznačuje zejména kovářskými operacemi, např. zasekáváním nožů a kování nového tvaru jejich funkčních ploch, popř. překováním tělesa nože na menší průřez (u krátkých nožů schopných opravy). Další postup se shoduje s výrobním postupem nožů svařovaných na tupo.

Při opravě nožů lze též využít známého způsobu navařování břítu. Takový postup se řídí použitým základním a přídatným materiálem. Technologie navařování se v podstatě volí podle druhu práce nástroje. Zásadně však při opravě těchto nástrojů z RO navařováním je třeba dodržovat tento postup:

- Poškozený nástroj se očistí a odmastí (v trichlóretylénu nebo v odmašťovacím prostředku P3S).

se provádí uhlíkovou elektrodou. Aby se získala větší vrstva návaru, opakuje se tento postup několikrát. Po navaření se však musí návar prokovat, aby se rozbila ledeburitická struktura návaru. Potom následuje obvyklé tepelné zpracování a další obvyklý postup výroby. Tohoto způsobu se nepoužívá často, i když je jistě dobrým přínosem k využití třískového odpadu RO vedle sklopného litého nástrojů.

## 4.0. Řezné podmínky nožů z rychlořezné oceli pro soustružení

### 4.1. Základní pojmy při soustružení

Řezná rychlost  $v$  je dráha v m, kterou vykoná otáčející se předmět za 1 minutu. Pro její výpočet platí vztah:

$$v = \pi d n \quad [\text{m/min}],$$

kde  $\pi = 3,14$  (Ludolfovo číslo),

$d$  = průměr soustružené součásti, m,

$n$  = počet otáček za minutu.

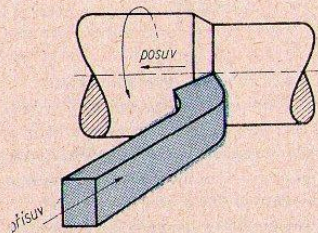
Pro výpočet počtu otáček z řezné rychlosti a průměru platí:

$$n = \frac{v}{\pi d}.$$

Pro výpočet průměru z dané řezné rychlosti a počtu otáček platí:

$$d = \frac{v}{\pi n}.$$

Často se řezná rychlost udává s indexem, např.  $v_{60}$ ; tento údaj určuje řeznou rychlost nástroje při 60minutové trvanlivosti ostří



Obr. 72. Přísuv a posuv nože

břítu a závisí na nástroji, obrobitelnosti materiálu, způsobu obrábění aj. Udává se v tabulkách pro danou obrobitelnost materiálu spolu s příslušným posuvem a hloubkou řezu.

Posuv (jednotkový)  $s$  (obr. 72) je dráha ve směru pohybu nástroje v mm/ot (v milimetrech za 1 otáčku), která umožňuje plynulé ode-

brání třísek. Velikost posuvu závisí na požadované drsnosti povrchu, na výkonu stroje, na geometrickém tvaru nástroje aj.

Přísuv (obr. 72) je pohyb nástroje kolmo na směr posuvu do hloubky řezu (zabrání třísky). Je vyjádřen hloubkou řezu (třísky)  $h$  v mm. Hloubka řezu závisí především na velikosti přídavku na obrábění, na druhu nástroje, na tuhosti obrobku, na výkonu stroje aj.

Úhel břitu  $\beta$  (obr. 63) je základním úhlem každého nástroje, tj. jeho klínové části. Odpor, který klade materiál proti vnikání tohoto klínu, vzrůstá se zvětšujícím se úhlem  $\beta$ . Velikost úhlu  $\beta$  je omezena pevností břitu. Úhel se volí až 90°, a to v přímé závislosti na pevnosti obráběného materiálu.

Úhel hřbetu  $\alpha$  (obr. 63) má značný vliv na tření nástroje a též na velikost řezného odporu. Trvanlivost nástroje se při zmenšení úhlu  $\alpha$  zkracuje. Drsnost obroběného povrchu se však při zmenšujícím se úhlu  $\alpha$  zlepšuje. Čím větší je posuv, tím menší je úhel hřbetu. Volí se 2° až 25°, obvykle však 8°. Často se dělá dvojitý úhel hřbetu se šířkou fasetky 2 až 3 mm.

Úhel čela  $\gamma$  (obr. 63) se volí především podle pevnosti obráběného materiálu, a to v nepřímé závislosti. Se zmenšením tohoto úhlu vzrůstá nejen velikost řezného odporu a intenzita pýchování třísky, ale i tloušťka zpevněné vrstvy materiálu (obrobku). Velikost úhlu čela má často přímý vliv též na trvanlivost břitu. Úhel čela se volí v rozsahu +30° až 0°, obvykle 25° (ostření M), 16° (ostření N) a 8° (ostření T). K obrábění materiálů pevnosti nad 110 kg/mm<sup>2</sup> se používá nožů se záporným úhlem čela.

Úhel sklonu břitu  $\lambda$  (obr. 64) určuje směr odchodu třísek od břitu nástroje, má vliv na pevnost břitu, na pýchování třísky, na jakost obroběné plochy i na trvanlivost břitu. Odcházející tříska směřuje při záporném úhlu  $\lambda$  (sklonu) proti posuvu a často poškozuje obroběný povrch nebo se navívá na obrobek. Z hlediska jakosti povrchu (hladký, nepotrhaný) dává třísece nejvhodnější směr břit s kladným úhlem  $\lambda$  (sklonu).

Pro pevnost břitu nástroje je nejvýhodnější záporný úhel sklonu, zejména při obrábění přerušovanými řezy a v tvrdé kůře.

Úhly nastavení  $\alpha$  a  $\alpha_1$  (obr. 63) mají vliv na tvar třísky. Jsou v nepřímé

závislosti na trvanlivosti břitu, avšak v přímé závislosti na velikosti řezného odporu a řezné teplotě. Úhly nastavení mají vliv též na průhyb obrobku, který vzrůstá se zmenšujícími se úhly  $\alpha$ . Na drsnost povrchu mají vliv hlavně vedlejší úhel nastavení  $\alpha_1$  a poloměr zaoblení špičky nože. Horší jakost obroběného povrchu způsobuje větší  $\alpha_1$  a menší poloměr zaoblení špičky nože. Optimální  $\alpha$  pro ocel je asi 60° a  $\alpha_1$  je 10 až 15°.

Trvanlivost břitu se nejčastěji vyjadřuje v minutách; je to doba, po kterou je nástroj stále v řezu do určitého otupění. Po této době se nástroj ostří. Otupění se udává jako střední hodnota naměřená na hřbetu nože, přičemž maximální otupění na špičce břitu a na konci hřbetního otupění nepřesáhne střední otupění o více než 50%. Trvanlivost nožů z RO se volí nejčastěji 60 minut při hlazení a 90 až 180 minut při hrubování. Velikost otupění se volí při hlazení 0,4 mm, při hrubování 1,6 mm.

V praxi se uplatňuje tzv. *hospodárná trvanlivost*, při níž jsou výrobní náklady nejnižší. Tato trvanlivost je tím delší, čím je nástroj dražší a čím jsou náklady spojené s jeho udržováním, seřizováním a upínáním větší.

Životnost nástroje se udává v minutách nebo v hodinách a znamená celkový pracovní čas nástroje až do úplného využití.

Pro výpočet životnosti platí vztah

$$\check{Z} = T \cdot i,$$

kde  $T$  je trvanlivost nástroje v minutách;

$\check{Z}$  — životnost nástroje v minutách;

$i$  — počet ostření.

Řezný odpor (obr. 73) je odpor, který klade obráběný materiál při oddělování třísky břitem nástroje. Při obrábění se projevuje výslednou silou  $P$ , působící na nůž, která se rozkládá na tři složky, a to:

a) na složku axiální  $P_x$ , která je rovnoběžná s osou obrobku;

b) na složku radiální  $P_y$ , která je kolmá k ose obrobku;

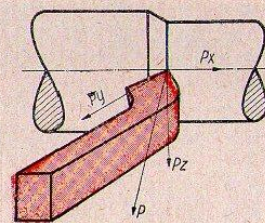
c) na složku tangenciální  $P_z$ , která je tečná k dráze otáčivého pohybu obrobku.

Složka  $P_x$  je síla, kterou překonává posuvové ústrojí stroje. Je obvykle:  $P_x = (0,2 \text{ až } 0,35) P_z$ . U materiálů velké pevnosti je  $P_x = 0,8 P_z$ .

Složka  $P_y$  má největší vliv na průhyb obrobku. Je obvykle:  $P_y = (0,35 \text{ až } 0,5) P_z$ . Při záporném úhlu čela může dosáhnout velikosti složky  $P_x$ . Složka  $P_z$  je nejčastěji kolmá na ložnou plochu nože a určuje velikost kroutícího momentu, potřebného k odebírání třísky. Hodnotí se obvykle tzv. měrným (specifickým) odporem  $p$ , tj. tlakem připadajícím na odebrání 1 mm<sup>2</sup> průřezu třísky. Je určen vztahem:

$$p = \frac{P_z}{F},$$

kde  $F$  je průřez třísky ( $s \times h$ ) v mm<sup>2</sup>.



Obr. 73. Řezné odpory na noži

### 4.2. Obrobitelnost materiálu při obrábění noži z rychlořezné oceli

V pojmu obrobitelnosti materiálu, zejména u oceli, jsou zahrnuty všechny účinky závisící na způsobu výroby, na chemickém složení, na struktuře, na mechanických a fyzikálních vlastnostech materiálu, které se při obrábění projevují různým způsobem. Obrobitelnost lze posuzovat z různých hledisek, např. podle teploty na břitu, podle utváření třísky, podle měrného řezného odporu, podle jakosti povrchu; pro hospodárné a produktivní obrábění je však nejdůležitější obrobitelnost podle řezné rychlosti, odpovídající určité trvanlivosti nástroje při ostatních nezměněných podmínkách.

Obrobitelnost obráběných materiálů se vyjadřuje poměrnými čísly ( $k_v$ ), která udávají, oč je nutno u těchto materiálů zvýšit nebo snížit řeznou rychlost proti řezné rychlosti u základního (etalonového) materiálu ( $v_0$ ), aby trvanlivost břitu (např. 60 minut) a otupění zůstaly stejné. Platí zde tedy  $k_v = \frac{v_{60}}{v_{60_0}}$ .

Pro praxi byly veškeré materiály rozděleny do 20 skupin obro-

bitelnosti. Nejčastěji obrobitelné materiály jsou zařazeny ve skupině 1, nejlépe obrobitelné materiály ve skupině 20. Ocel má ještě označení b, litina a, neželezné kovy c a lehké slitiny d. Rozdíl střední obrobitelnosti mezi sousedními skupinami je dán násobkem (dělitelem)  $\sqrt[10]{10} \approx 1,26$ , tak, jak jsou odstupňovány otáčky a posuvy u moderních strojů. Převod mezi skupinami obrobitelnosti a poměrnými čísly obrobitelnosti u oceli je vyjádřen v tab. 15.

Skupina obrobitelnosti oceli

Tabulka 15

	7b	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b	15b
Střední poměr čísla obrobitelnosti ( $k_0$ )	0,25	0,32	0,40	0,50	0,63	0,80	1	1,26	1,59
Pevnost uhlíkové oceli v kg/mm <sup>2</sup>	145	130	115	105	95	80	70	60	50

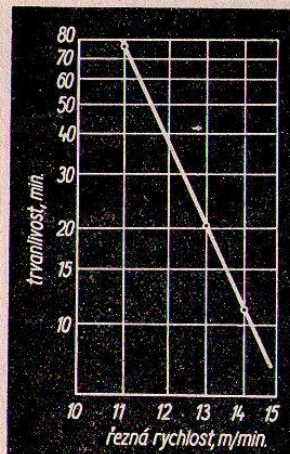
V praxi se může obrobitelnost jednotlivých ocelí stanovit:

a) Použitím běžných tabulek obrobitelnosti (viz tab. 16), kde jsou materiály roztrženy do jednotlivých tříd obrobitelnosti, přičemž se však musí pokud možno přihlížet ke všem okolnostem souvisejícím s obráběním (např. mechanické vlastnosti oceli, tepelné zpracování oceli aj.). Podle třídy obrobitelnosti materiálu, podle dané hloubky řezu (tříska) a velikosti posuvu se stanoví řezná rychlost, která se ještě opravnými součiniteli zpřesňuje.

b) Dlouhodobou zkouškou obrobitelnosti, kde řezná rychlost příslušící určité trvanlivosti nástroje (nejčastěji 60 minut) se zjišťuje tak, že se provede několik zkoušek s rozdílnými řeznými rychlostmi, a tím i trvanlivostmi bříty za ostatních stálých podmínek (otupení, hloubka řezu, velikost posuvu atd.). Podle výsledků zkoušek se sestaví závislost trvanlivosti bříty na řezné rychlosti promítnutím bodů do dvojité logaritmické sítě a spojením výšších bodů, čímž je dána závislost  $T - v$  a tedy také  $v_{60}$  (viz obr. 74). Výsledky se využijí tak, že  $v_{60}$  zkoušeného materiálu se přirovná (dělí) k  $v_{60}$  základního materiálu, pro nějž jsou

známy podrobné řezné podmínky, a vyjde poměrná obrobitelnost  $k_0$ ; z tabulky se pak stanoví skupiny obrobitelnosti hledaného materiálu nebo z poměrné obrobitelnosti se mohou řezné rychlosti vypočítat z tabulek platných pro základní materiál.

c) Krátkodobou zkouškou obrobitelnosti, která trvá asi 5 minut; tato zkouška je zkrácena tím, že se řezné podmínky ztíží tak, aby trvanlivost byla krátká (zkoušky při vysokých řezných rychlostech) nebo se za provozních podmínek volí menší otupení na hřbetu nože (asi 0,2 až 0,3 mm). Pro praxi mají tyto zkoušky velký význam.



Obr. 74. Určení hodinové řezné rychlosti ( $v_{60}$ )

### 4.3. Volba řezných podmínek při soustružení

Při volbě řezných podmínek se uplatňuje snaha o dosažení nejvyšší hospodárnosti, což předpokládá volbu tzv. optimálních (nejvhodnějších) řezných podmínek. Správně volenými podmínkami dosáhneme na daném stroji daným nástrojem nejvyšší produktivity, tj. obrobíme součást v nejkratším čase a s nejmenšími náklady v požadované přesnosti a jakosti (drsnosti) povrchu.

Při určování řezných podmínek pro danou součást se vychází ze dvou základních činitelů. Jsou to:

a) stroj, na němž se bude daná operace provádět, a to hlavně jeho výkon, popř. i jeho řada posuvů a otáček,

Obrobitelnost některých ocelí třídy 12 až 19

Tabulka 16

Označení oceli podle		Stav <sup>1)</sup>	Průměrná pevnost, kg/mm <sup>2</sup>	Obrobitelnost při soustružení
ČSN	Poldi			
12 030	W7, T7	0	52	15 b
12 050	W6H, T6H	3	55	13 b
12 060	W5, T5	3	65	13 b
13 250	SCM	3	70	11 b
13 270	ESH1	3	70	12 b
14 109	KLZ	3	75	12 b
14 120	CE	3	45	14 b
14 220	CE2	3	55	12 b
14 260	SCH	3	75	11 b
14 331	L-ROL	2	70	11 b
15 224	N8A	3	60	12 b
15 230	NIT4	3	70	11 b
15 232	HDV10	3	65	12 b
15 310	NSA	3	55	14 b
15 331	HDT	3	60	12 b
15 412	N5	3	60	13 b
15 420	N10	3	70	12 b
15 520	N8	3	70	12 b
16 250	TBOS	3	70	13 b
16 341	BOZ	3	70	12 b
16 420	TEM	3	65	13 b
16 520	TEI	3	75	12 b
16 521	Victrix Special	3	80	12 b
16 640	CNL	3	90	11 b
16 720	HOR	3	90	11 b
17 021	AK1	3	55	13 b
17 041	AK1B	3	55	13 b
17 029	AK5	3	70	13 b
17 345	AKV Extra	—	65	10 b
17 347	AKV Extra S	—	70	10 b
17 242	AKV	—	65	11 b

<sup>1)</sup> Stav značí:

0 — nežiháný (přirodní); 1 — normalizačně žháný; 2 — žháný; 3 — žháný v měkko; 6 — zušlechťený na dolní hranici pevnosti

Pokračování tab. 16

Označení oceli podle		Stav <sup>1)</sup>	Průměrná pevnost, kg/mm <sup>2</sup>	Obrobitelnost při soustružení
ČSN	Poldi			
17 246	AKVS	—	65	11 b
17 153	AKX	—	60	13 b
17 253	Antoxyd	—	70	9 b
—	AKNC (Nimonic)	—	80	6 b
19 192	4	3	70	12 b
19 312	Stabil	3	80	11 b
19 436	2002	3	85	11 b
19 800	Maximum Special G	3	85	11 b
19 810	Radeco	3	85	10 b

b) nástroj, jímž se bude součást obrábět.

Má-li se dosáhnout nejvyšší produktivity práce, je nutno, aby se užitečného výkonu motoru, a tím i výkonu stroje plně využilo a aby nástroj pracoval za takových řezných podmínek, při nichž je trvanlivost bříty optimální. Zásada optimálního využití nástroje platí pro všechny případy obrábění. Využití plného výkonu stroje platí jen pro hrubovací operace.

Určení řezných podmínek záleží v určení činitelů, kteří svou velikostí nebo druhem určují průběh obrábění. Prakticky se z řezných podmínek určují:

1. řezná rychlost, 2. velikost posuvu a 3. hloubka řezu.

Pro ostatní činitele obrábění (řezné úhly, chlazení, trvanlivost bříty aj.) se předpokládají stálé (konstantní) hodnoty. Pokud se ovšem liší, násobí se základní hodnoty řezných podmínek, nejčastěji řezná rychlost, opravnými součiniteli (koeficienty).

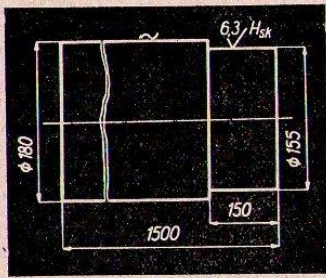
Řezné podmínky se určují třemi základními způsoby, a to

a) pomocí tabulek; b) pomocí nomogramů nebo počtářských pravtek; c) výpočtem.

V dílenské praxi je nejdůležitější určování optimálních řezných podmínek pomocí tabulek. Tabulkové hodnoty jsou určeny na podkladě zkušeností a prakticky ověřených příkladů nebo pokusných prací. Tabulky řezných podmínek jsou vypracovány pro určitou trvanlivost

břítu (např. pro 60 nebo 90 minut) a určují řeznou rychlost, velikost posuvu, hloubku řezu (třísky), výkon a řezný odpor. Výkon a řezný odpor umožňují plně využití optimálních řezných podmínek.

Obrábí-li se materiál jiné pevnosti a používá-li se jiných hodnot řezných podmínek než jsou hodnoty podle základní tabulky, musí se řezné rychlosti opravovat (korigovat) násobením opravnými součiniteli.



Obr. 75. Příklad stanovení řezných podmínek při soustružení hřídele

V tabulkách 17, 18 a 19 jsou příklady řezných podmínek pro hrubování a hlazení nástroji z RO (Poldi Maximum Special G) základního materiálu (oceli) s obrobiteľností 13b.

Tyto tabulky řezných podmínek pro soustružení jsou pro jednotlivé třídy obrobiteľnosti oceli a jednotlivé druhy nástrojů detailně vypracovány v souhrnné práci skupiny technologů národních podniků z MTS, MHRD, MPS, MAP „Řezné podmínky pro soustružení na malých a těžkých soustruzích“ — MTS — N — ŘP — 7 — 8.

Příklad stanovení řezné rychlosti podle obr. 75.

Na vykované tyči  $\varnothing 180$  mm z oceli ČSN 12 060.1 (Poldi W5) pevnosti  $\sigma_B = 75$  kg/mm<sup>2</sup> se má soustružit čep  $\varnothing 155$  mm s drsností povrchu  $H_{sk} = 6,3\mu$ . Trvanlivost ostří nože  $T = 60$  minut. Soustruží se bez chlazení.

Hrubování. Použije se pravého stranového ubíracího nože ( $\alpha = 90^\circ$ ) RO ČSN 19 800 (Poldi Maximum Special G).

Hloubka řezu (třísky)  $h = 10$  mm  
 posuv  $s = 1$  mm/ot  
 Obráběný materiál patří do skupiny obrobiteľnosti 13b.

Řezná rychlost z tab. 18 pro  $s = 1$  mm/ot je pro hloubku  $h = 10$  mm  
 $v_{180} = 12,9$  m/min.

Opravní součinitelé z téže tabulky:

- Pro trvanlivost ostří nože  $T = 60$  min  $k_{v1} = 1,21$ .
- Pro úhel nastavení  $\alpha = 90^\circ$   $k_{v2} = 0,75$ .
- Pro povrch s kúrou  $k_{v3} = 0,75$ .
- Pro plný řez  $k_{v4} = 1$ .

Výsledná řezná rychlost

$$v_{60} = v_{180} \cdot k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot k_{v3} \cdot k_{v4} = 12,9 \cdot 1,21 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 1 = 8,78 \text{ m/min}$$

$$v_{60} = 8,8 \text{ m/min.}$$

Z toho počet otáček

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 8,8}{3,14 \cdot 180} = 15,6 \text{ ot/min.}$$

Na stroji lze nastavit  $n = 16$  ot/min.

Správná řezná rychlost

$$v = \frac{\pi D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 16}{1000} = 9 \text{ m/min.}$$

Řezný odpor  $P_z$  z tabulky 18 pro posuv  $s = 1$  mm/ot a pro hloubku řezu  $h = 10$  mm je  $P_z = 1130$  kg.

Tento výpočet platí pro ocel pevnosti 70 kg/mm<sup>2</sup>. Pro ocel pevnosti 75 kg/mm<sup>2</sup> se použije opravného součinitele  $k_p$ , který se určí dost přesně lineární interpolací z uvedené tabulky, kde pro pevnost

$$\sigma_B = 70 \text{ kg/mm}^2 \text{ je } k_p = 1$$

$$\text{a pro } \sigma_B = 85 \text{ kg/mm}^2 \text{ je } k_p = 1,13,$$

$$\text{takže pro } \sigma_B = 75 \text{ kg/mm}^2 \text{ je } k_p = 1,04.$$

Pro ocel uvedenou v příkladu je  $P_z = 1130 \times 1,04 = 1175$  kg.

Výkon elektromotoru, potřebný pro soustružení, se stanoví z tab. 18, kde pro posuv  $s = 1$  mm/ot a pro hloubku  $h = 10$  mm je  $N_{e1} = 3,4$  kW. Tento výkon je nutno opravit v témž poměru, jak se změnila řezná

Tabulka 17

**Řezné podmínky pro malé soustruhy**  
**Hrubování nožem z RO. Obrobiteľnost 13b**

Nástroj: Vnější ubírací nůž přímý, ČSN 22 3516, 22 3517  
 Úhel hřbetu  $\alpha = 8^\circ$   
 Úhel čela  $\gamma = 16^\circ$   
 Úhel sklonu  $\lambda = 4^\circ$   
 Úhel nastavení  $\kappa = 60^\circ$

Druh práce: Podélné soustružení vnější, bez povrchové kúry, nepřerušovaný řez, bez chlazení

Pro  $s \leq 0,15$  mm/ot: Trvanlivost ostří nože  $T = 60$  minut  
 Největší otupení na hřbetě  $\Delta = 0,4$  mm  
 Poměr délky obrobku k průměru  $\frac{l}{D}$  (max) = 10

Pro  $s > 0,15$  mm/ot: Trvanlivost ostří nože  $T = 90$  min  
 Největší otupení na hřbetě  $\Delta = 0,8$  mm

Hloubka řezu, mm	Posuv, mm/ot	Poloměr zaoblení špičky nože, mm							
		0,5				1			
		0,06	0,08	0,1	0,125	0,18	0,25	0,35	0,5
0,5	$v$	46	43	41	39	35	32	30	27
	$P_z$	17	18	19	19	20	22	26	31
	$N_{e1}$	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
1	$v$	43	40	38	36	33	30	28	25
	$P_z$	34	37	38	39	41	45	52	61
	$N_{e1}$	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40
2	$v$	38	36	34	32	29	27	25	23
	$P_z$	67	73	75	78	82	90	105	120
	$N_{e1}$	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,65	0,65
3	$v$	34	32	31	29	26	24	22	20
	$P_z$	100	110	115	115	120	135	160	185
	$N_{e1}$	0,85	0,85	0,85	0,80	0,80	0,80	0,85	0,90
5	$v$		28	27	25	23	21	19,5	18,0
	$P_z$		185	190	195	205	225	260	310
	$N_{e1}$		1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3

Pokračování tab. 17

Hloubka řezu, mm	Posuv, mm/ot	Poloměr zaoblení špičky nože, mm								
		0,5				1				
		0,06	0,08	0,1	0,125	0,18	0,25	0,35	0,5	
8	$v_{60}$				24	22	20	19	17,5	16,0
	$P_z$				300	310	330	360	420	490
	$N_{e1}$				1,7	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8
12	$v_{60}$				20	18,5	17,0	15,5	14,3	
	$P_z$				470	490	540	630	730	
	$N_{e1}$				2,2	2,1	2,2	2,3	2,5	

Opravní součinitelé (koeficienty) pro změněné podmínky práce

Trvanlivost břitu	60'	90'	120'	180'	240'	480'
Pro $s \leq 0,15$ mm/ot, $k_{v1}$	1	0,93	0,89	0,83	0,79	
Pro $s > 0,15$ mm/ot, $k_{v1}$	1,08	1	0,95	0,89	0,85	

Úhel $\kappa$	45°	60°	90°
$k_{v2}$	1,1	1	0,73

Bez kúry $k_{v3}$	1
S kúrou $k_{v3}$	0,65
Plný řez $k_{v4}$	1
Přerušovaný řez $k_{v4}$	0,7

Pevnost materiálu $\sigma_B$	50	70	85
$k_p = k_{v5}$	0,81	1	1,13

Výkon elektromotoru  $N_{e1}$  je počítán pro účinnost převodu stroje  $\eta = 0,7$

**Řezné podmínky pro velké soustruhy**  
**Hrubování nožem z RO. Obrobitelnost 13b**

Nástroj: Vnější uběrací nůž přímý, ČSN 22 3516 a 22 3517  
 Úhel hřbetu  $\alpha = 8^\circ$   
 Úhel čela  $\gamma = 16^\circ$   
 Úhel sklonu  $\lambda = 4^\circ$   
 Úhel nastavení  $\kappa = 60^\circ$   
 Trvanlivost ostří nože  $T = 180$  min  
 Největší otupení na hřbetě  $\Delta = 1,2$  mm

Druh práce: Podélné soustružení vnější, bez povrchové kúry, nepřerušovaný řez, bez chlazení. Platí pro největší poměr délky obrobku k průměru  $\frac{l}{D}$  (max) = 10

Hloubka řezu, mm	Posuv, mm/ot	Poloměr zaoblení špičky nože, mm								
		1			2			3		
		0,5	0,71	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	
5	$V_{180}$	21	19	16,5	15,5	12,9	11,4	9,9	8,6	
	$P_z$	310	420	570	680	840	1010	1210	1480	
	$N_{el}$	1,5	1,8	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3	
10	$V_{180}$	16	14,4	12,9	12	9,9	8,8	7,6	6,6	
	$P_z$	610	840	1130	1360	1680	2020	2430	2960	
	$N_{el}$	2,3	2,8	3,4	3,8	3,9	4,1	4,3	4,6	
15	$V_{180}$	13,9	12,4	11	10,2	8,5	7,5	6,5	5,6	
	$P_z$	920	1270	1700	2040	2520	3030	3640	4440	
	$N_{el}$	3	3,7	4,3	4,9	5	5,3	5,5	5,8	
20	$V_{180}$	12,5	11	9,9	9,2	7,6	6,7	5,9	5,1	
	$P_z$	1220	1690	2260	2730	3360	4040	4850	5920	
	$N_{el}$	3,6	4,3	5,2	5,8	5,9	6,3	6,7	7	
30	$V_{180}$	10,6	9,5	8,5	7,9	6,5	5,8	5	4,4	
	$P_z$	1830	2530	3390	4090	5040	6060	7280	8880	
	$N_{el}$	4,5	5,6	6,7	7,5	7,6	8,2	8,5	9,1	
40	$V_{180}$	9,5	8,5	7,6	7,1	5,9	5,2	4,5	3,9	
	$P_z$	2440	3390	4520	5450	6720	8080	9700	11840	
	$N_{el}$	5,4	6,7	8	9	9,2	9,8	10,2	10,8	
50	$V_{180}$	8,8	7,8	7	6,5	5,4	4,8	4,1		
	$P_z$	3050	4220	5650	6810	8400	10100	12000		
	$N_{el}$	6,3	7,7	9,2	10,3	10,6	11,3	11,6		

Opravní součinitelé pro změněné podmínky práce

Trvanlivost břitu	60'	90'	120'	180'	240'	480'
$k_{v1}$	1,21	1,13	1,07	1	0,95	0,85

Úhel $\kappa$	45°	60°	90°
$k_{v2}$	1,1	1	0,75

Povrch bez kúry $k_{v3}$	1	Plný řez $k_{v4}$	1
s kúrou $k_{v3}$	0,75	Přerušovaný řez $k_{v4}$	0,8

Pevnost materiálu $\sigma_B$	50	70	85
$k_p = k_N$	0,81	1	1,13

Výkon elektromotoru je počítán pro účinnost převodu stroje  $\eta = 0,7$

rychlost a řezný odpor proti hodnotám odečteným z tabulky, tj. násobením

$$N_{el\,sk} = N_{el} \cdot k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot k_{v3} \cdot k_{v4} \cdot k_p = 3,4 \cdot 1,21 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,04 = 2,4 \text{ kW}$$

Hlazení. Pro nůž z RO s poloměrem zaoblení špičky nože  $r = 2$  mm vychází z tab. 19 pro hloubku řezu  $h = 2,5$  mm a pro požadovanou drsnost povrchu  $R_{ar} = 6,3 \mu$  posuv  $s = 0,25$  mm/ot a řezná rychlost  $v_{60} = 31$  m/min.

Otáčky vřetená

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 31}{3,14 \cdot 160} = 61,5 \approx 62 \text{ ot/min}$$

**Řezné podmínky pro soustružení**  
**Hlazení nožem z RO. Obrobitelnost 13b**

Nástroj: Vnější uběrací nůž přímý ČSN 22 3516 a 22 3517  
 Úhel hřbetu  $\alpha = 8^\circ$   
 Úhel čela  $\gamma = 16^\circ$   
 Úhel sklonu  $\lambda = 4^\circ$   
 Úhel nastavení  $\kappa = 60^\circ$   
 Trvanlivost  $T = 60$  min  
 Otupení na hřbetě  $\Delta = 0,4$  mm

Druh práce: Podélné soustružení vnější, bez povrchové kúry, nepřerušovaný řez.

Jakost povrchu	Hloubka řezu, mm	mm/ot m/min	Chlazení				Nechlazení			
			Poloměr zaoblení špičky nože, mm				Poloměr zaoblení špičky nože, mm			
			0,5	1	2	3	0,5	1	2	3
1,6	0,5	s	0,08	0,112	0,14	0,16	0,08	0,10	0,125	0,14
		v	59	52	49	44	42	40	38	37
	1	s	0,071	0,10	0,125	0,14	0,071	0,09	0,112	0,125
		v	57	51	47	44	40	37	36	35
	2	s	0,063	0,09	0,112	0,125	0,065	0,08	0,10	0,112
		v	53	47	44	42	37	35	33	32
3,2	1	s	0,125	0,16	0,20	0,224	0,112	0,14	0,18	0,20
		v	47	42	40	37	36	34	31	30
	2	s	0,112	0,14	0,18	0,20	0,10	0,125	0,16	0,18
		v	44	41	35	34	33	32	28	27,5
	3	s	0,10	0,125	0,16	0,18	0,09	0,112	0,14	0,16
		v	41	38	33	32	31	29	27,5	25,5
6,5	1	s	0,16	0,224	0,28	0,315	0,16	0,20	0,25	0,28
		v	41	37	34	33	32	30	28	27,5
	2	s	0,14	0,20	0,25	0,28	0,14	0,18	0,224	0,25
		v	41	34	32	31	31	27,5	26	25,5
	3	s	0,125	0,18	0,224	0,25	0,125	0,16	0,20	0,224
		v	38	32	30	29	28,5	25,5	24	23,5
12,5	1	s	0,224	0,315	0,40	0,45	0,224	0,28	0,355	0,40
		v	37	33	31	29	29	27,5	26	25
	2	s	0,20	0,28	0,355	0,40	0,20	0,25	0,315	0,355
		v	34	31	28	27	27	25,5	24	23
	3	s	0,18	0,25	0,315	0,355	0,18	0,224	0,28	0,315
		v	32	29	26	25,5	25	23,5	22	21,5

Opravní součinitelé pro změněnou trvanlivost ostří (chlazení; nechlazení)

Trvanlivost ostří	60'	90'	120'	240'
Pro $s \leq 0,15$ mm/ot, $k_{v1}$	1	0,93	0,89	0,79
Pro $s > 0,15$ mm/ot, $k_{v1}$	1	0,93	0,89	0,79

## 5.0 Praktické pokyny pro výrobu a použití nožů z rychlořezné oceli

Předchozí kapitoly byly již zaměřeny k využití praktických poznatků při výrobě, volbě i při použití nožů z RO. Všechny vlivy od vlivu surovin přes technologii výroby RO až po hotový nůž se nakonec projevují u spotřebitele na výkonu nástroje. I když se provádějí zkoušky v nejdůležitějších fázích výroby, přesto nejsou často výsledky těchto zkoušek při praktickém používání nožů 100%ním ukazatelem jejich řezivosti. Možné chyby ve zpracování se často objeví až při praktickém použití; tu se ovšem projevují nejen chyby materiálu a ve zpracování nožů, nýbrž i chyby při vlastním obrábění. Typické chyby, které se v praxi často vyskytují, jsou uvedeny dále. Dále uvádíme také příklady správné technologie výroby polotovarů a soustružnických nožů.

### Nejčastější chyby při výrobě a použití nožů z RO

Chyby	Následek	Náprava
Záměna materiálu	Nevyhovující tvrdost, malá řezivost	Určit značku oceli, opravné tepelné zpracování
Skryté vnitřní vady materiálu	Praskání při tepelném zpracování nebo při použití	Výjimečně lze odstranit místní vady
Povrchové vady materiálu: trhlínky, oduhlíčená vrstva je tlustší než přídavek na obrábění	Praskání při tepelném zpracování nebo při použití. Malá tvrdost a řezivost	Přepracovat na menší rozměr
Chybné tváření tyčové oceli a nožů	Malá tvrdost, vydrolené ostří a malá řezivost. Hrubozrný lom při normální mikrostruktuře	Překovat na menší rozměr
Materiál vyžihán na příliš malou tvrdost	Špatná kvalitnost, malá tvrdost	Opakovat tepelné zpracování
Malé a nerovnoměrné odebrání přídavku na obrábění a použití malého výchozího průřezu tyčové oceli	Praskání při tepelném zpracování, malá tvrdost a měkká místa	Dostatečně obrousit povrch před tepelným zpracováním a použít dostatečně velkého průřezu
Špatné vychlazení a vyžihání nožů po tváření a svařování	Praskání při předehřátí ke kalení	Správně žihat
Nesprávné svaření tělesa a přivaření destiček	Zlomení nože nebo vylovení destičky	Svařovat a navařovat správnou technologií
Rychlý ohřev na teplotu kalení	Praskání a deformace při kalení	Dodržovat správné předehřátí

100

101

Chyby	Následek	Náprava
Ohřev na nízkou teplotu kalení	Značná tvrdost pro kalení, nevyhovující lom a mikrostruktura. Po popouštění je tvrdost malá a řezivost špatná	Vyžihat, popř. s ochrannou proti oduhlíčení a opakovat správné kalení
Ohřev na vysokou teplotu kalení (přehřátí)	Malá tvrdost po kalení, nevyhovující lom a mikrostruktura. Menší tvrdost po popouštění, vydrolování ostří, někdy menší řezivost	Více popustit. Při vysokém přehřátí jen tvářet za tepla na menší rozměr
Krátká doba na teplotě kalení	Projev se stejně jako při kalení z nízké teploty	
Dlouhá doba na teplotě kalení	Projev se stejně jako při kalení z vysoké teploty a někdy je provázáno vnitřními trhlinami na hranicích zrn	
Rychlé ochlazení při kalení	Praskání po kalení	Kalit v oleji nejméně 40 °C teplém
Pomalé ochlazení při kalení (termálním) a neúplném vychlazení	Malá tvrdost po kalení i popouštění a malá řezivost	Opakovat popouštění dvakrát i vícekrát
Dlouhá doba mezi kalením a popouštěním	Trhliny po kalení	Včas popouštět nebo alespoň odstranit pnutí včasným dlouhodobým popouštěním při nižší teplotě
Rychlý ohřev na teplotu popouštění	Trhlinky a deformace při popouštění	Dodržovat správné předehřátí
Nízká teplota popouštění	Nedostatečná tvrdost, nevyhovující mikrostruktura a malá řezivost	Opakovat popouštění při správné teplotě

102

Chyby	Následek	Náprava
Vysoká teplota popouštění	Nedostatečná tvrdost, nevyhovující mikrostruktura a malá řezivost	Vyžihat a správně tepelně zpracovat
Nedodržení několika-násobného popouštění	Nedostatečná tvrdost, nevyhovující mikrostruktura a malá řezivost	Opakovat popouštění
Rychlé ochlazení po popouštění	Trhlinky a deformace po popouštění	Ochlazovat pomaleji
Příliš pomalé ochlazení po popouštění	Malá tvrdost a menší řezivost	Opakovat popouštění
Nesprávné broušení kalených nástrojů	Brusné trhliny a měkká místa	Použít správných podmínek broušení
Chybná kontrola tvrdosti	Zjištěná tvrdost je sice v toleranci, avšak struktura a řezivost nevyhovují	Zkontrolovat přístroj na měření tvrdosti kontrolní destičkou
Chybné konzervování a uskladnění nožů	Koroze povrchu nože a poškození břítu	Přeostřit břit
Nesprávná geometrie břítu	Zkrácená trvanlivost břítu, vyštrpávání a vylamování ostří	Volit správnou geometrii podle řezných podmínek
Nesprávné upnutí nástroje	Chvění nástroje, posunutí nástroje v řezu, ohnutí a zlomení tělesa nože	Správně upnout nůž s přiměřeným vyložení, popř. nůž podložit
Nevhodný průřez tělesa nože	Chvění nástroje, ohnutí, popř. zlomení tělesa nože	Zesílit těleso nože, použít obdélníkového průřezu

103

Chyby	Následek	Náprava
Nevhodné řezné podmínky	Krátká trvanlivost břítu, špatná jakost povrchu, chvění obrobku	Stanovit správné řezné podmínky a volit vhodnou značku RO pro nůž
Špatné chlazení nožů	Trhlinky a zkrácená trvanlivost břítu	Zlepšit chlazení dostatečným přívodem řezné kapaliny k břítu
Nesprávná jakost ostří	Zkrácená trvanlivost břítu, zhoršená jakost povrchu obrobku a větší řezný odpor	Volit správné brusné kotouče a obtažovat břit
Nesprávně obnovené ostří nože po úplném otupení	Malá tvrdost břítu, malá řezivost	Dostatečně odbrousit změkklou vrstvou
Zvolen nesprávný stroj, špatný stav stroje, nesprávné upnutí obrobku, chybné středící dílky, špatný úhel nastavení nože, špatný hrot, obrobek je příliš štíhlý, nestejná hloubka řezu, upínací část má malý průměr při obrábění části velkého průměru	Zvýšené namáhání nástroje, zkrácená trvanlivost břítu a životnost nástroje, špatná jakost povrchu a deformace obrobku	Volit správný stroj, jeho údržba, dodržení technologie, pečlivá a odborná práce soustružníka

104

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	řemeslné	měřidla	
35	Kontrola oper. čís. 30			Posuvné měřítko	
40	Kontrola polotovárů na trhlinky, elektromagnetická				
45	Předeřhřát ve svazku po 3 kusech v plynové peci na 600 a 850 °C				
50	Ohřát na teplotu kalení 1250 °C v solné lázni, doba ponoru 2 min. 25 vteřin, ochlazení na větru				
55	Namátková kontrola tvrdosti (60 až 62 H <sub>RC</sub> ) a vzhledu lomu				
60	Předeřhřát ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 1 hod.				
65	Popustit v olověné (solné) lázni při 560 °C po dobu 30 min., ochlazení na vzduchu				
70	Předeřhřát ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 1 hod.				
75	Popustit v olověné (solné) lázni při 550 °C po dobu 30 min., ochlazení na vzduchu				
80	Namátková kontrola tvrdosti 61 až 64 H <sub>RC</sub>				

106

## 5.1. Příklady technologie výroby nožů

Příklad technologie výroby polotovaru soustružnického nože

Materiál: 19 800.3 (Poldi Maximum Special G)  
19 810.3 (Poldi Radeco)Výrobek: Polotovar 20 × 20 × 200 mm  
ČSN 22 3690-19 800

Vsádka: 23 × 23 × 203 mm

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	řemeslné	měřidla	
5	Vstupní kontrola tyčí			Posuvné měřítko dlouhé 150 mm	Tabulka tolerancí
10	Řezat šikmo 8° na délku 200 ± 0,5 mm	Řezací kotouč Elcarbo E24Q Ø 300 × 2,2 mm		Posuvné měřítko, úhломěr	
15	Kontrola oper. čís. 10			Totéž	
20	Označit na žele		Ocelové razítko, kladivo		
25	Kontrola oper. čís. 20				
30	Brousit 4 hr. zhruba všestranně, ponechat přídavek 0,4–0,5 mm na plochu	Brusné segmenty 150 × 80 × 25 mm A9924J8V (A99 24K8V)			

105

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	řemeslné	měřidla	
85	Odvařit ve vodě				
90	Rovnat podle stupně zkřivení s předeřhřátím asi na 60 °C		Rovnáci kladivo		
95	Třídít podle značek a kontrolovat počet				
100	Brousit ze všech stran na čistotu toleranci h 14	Brusné segmenty A9924K8V			Chladit hydrolem
105	Odjehlovat podélné hrany	Smirkové plátno			
110	Kontrola tvrdosti každého kusu, nejméně 61 H <sub>RC</sub>				
115	Namátková kontrola řezivosti				
120	Značit na boční ploše				Pryžová razítka, leptání kyselinou, popř. nálepky
125	Kontrola: a) jakosti povrchu, b) značení, c) tolerance průřezu h 14 pravouhlosti (tol. 15') délek (± 3%) zešikmení 8° ± 1°			Lupa, kalibr, mikrometr, úhломěr, posuvné měřítko	
130	Konzervovat				Konzervační olej
135	Balit				Dřevitá vlna, mastný papír, vlnitý papír

107

Příklad technologie výroby nože z RO svařovaného na tupo

Materiál: 12 060T.0 (Poldi T5), popř. 12 050T.0 (Poldi T6H)  
19 800.3 (Poldi Maximum Special G)

Výrobek: ČSN 22 3540, vnitřní uběrací nůž  $\square$  25

Vsádka: Uhlíková ocel 25 × 25 × 145 mm, RO 25 × 25 × 80 mm

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	femeslné	měřidla	
5	Vstupní kontrola tyčí			Posuvné měřítko 150 mm dlouhé	Katalog tolerancí
10	Řezat na délky: uhlíkovou ocel, $l = 135 \pm 1$ mm RO, $l = 70 \pm 1$ mm	Pilový kotouč se vsazenými zuby, $\varnothing 610$ mm		Ocelové měřítko 300 mm dlouhé	Upínka, chladit hydrolem
15	Namátková kontrola operace č. 10			Ocelové měřítko 300 mm dlouhé	
20	Brousit dvě protilehlé plochy obou dílů pro upnutí na svářečce	Brusné segmenty A99 24J8V			Chladit hydrolem
25	Svařit na tupo				
30	Žítat po svaření, teplota 800–810 °C po dobu 4 hod. a pomalu ochlazovat 15 °C/hod		Kovářské kleště		

108

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	femeslné	měřidla	
35	Brousit otřep a srazit hrany na zadním čele 1/45°	Hrncový brusný kotouč, $\varnothing 250$ mm			
40	Kovat v rozsahu teplot 1060–900 °C				
45	Žítat (viz op. 30)		Kovářské kleště		
50	Brousit ložnou plochu na hrubo	Brusné segmenty A99 24J8V			
55	Značení nožů		Razítko, kladívko		
60	Brousit tvar na hrubo s přídávkem 0,4 mm a přechody na čisto – ručně	Brusný hrncový kotouč, $\varnothing 250$ mm 40K(L)9V		Šablony, měrky	
65	Kontrola operace 25 až 60			Lupa, šablony, měrky	
70	Předeřít ke kalení v plynové peci na 400 až 800 °C				

109

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	femeslné	měřidla	
75	Ohřát ke kalení v solné lázni na 1260 °C, nůž potopit do lázně tak, aby teplota ve svaru nebyla nad 800 °C, doba ponoru v lázni 2 min. 25 vteřin ochlazení na vzduchu				
80	Namátková kontrola tvrdosti 60 až 62 HRC				
85	Předeřít ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 1 hod.				
90	Popustit v olověné (solné) lázni při 560 °C po dobu 30 min., chladit na vzduchu				
95	Předeřít ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 1 hod.				
100	Popustit v olověné (solné) lázni při 550 °C po dobu 30 min., chladit na vzduchu				
105	Pískovat				Ocelové zrno č. 16
110	Značit nástroje		Ocelová razítka, značkový stroj		

110

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	femeslné	měřidla	
115	Brousit ložnou plochu na čisto	Brusné segmenty A99 24J8V			Chlazení hydrolem
120	Brousit strojně břit na čisto	Brusný kotouč, $\varnothing 250 \times 25 \times 51$ mm 60K(L)9V		Šablony	Přípravek
125	Odmagnetovat				
130	Kontrola tvrdosti				
135	Kontrola řezivosti a pevnosti svaru				
140	Konečná kontrola: a) jakostí povrchu a provedení, b) označení, c) tvaru ostří			Lupa, šablony, ocelové měřítko, měrky	
145	Konzervovat				Konzervační olej
150	Balit				Dřevitá vlna, vlnitý a mastný papír

PŘESNÉ STROJÍRENSTVÍ  
národní podnik  
UHERSKÝ BROD  
technická knihovna

111

Příklad technologie výroby tělesa nože s přivařením  
břitové destičky

Materiál tělesa:  
12 060T.0 (Poldi T5), popř. 12 050T.0 (Poldi T6H) Výrobek: ČSN  
Materiál destičky: 22 3514,  
RO — 19 800 (Poldi Maximum Special G) pravý  
Vsádka pro těleso: 50 × 50 × 410 mm přímý  
uběrací  
nůž  $\square$  50

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		Fezné	Femeslné	měřidla	
5	Vstupní kontrola tyči			Posuvné měřítko 150 mm dlouhé	Tabulky tolerancí
10	Řezat na délku $l = 402 \pm 2$ mm	Pilový kotouč se vsazenými zuby z RO, $\varnothing$ 610 mm		Ocelové měřítko 500 mm dlouhé	Upínka, chladit vodou
15	Namátková kontrola operace č. 10			Ocelové měřítko 500 mm dlouhé	
20	Vykovat hlavu nože v rozsahu teplot 1150 až 800 °C	Tvarový sekáč	Kovářské kleště	Měrka	Zápustka
25	Frézovat tvar nože	Tvarová fréza		Měrka	Přípravek, chladit hydrolem
30	Frézovat čelo pro destičky	Čelní fréza		Posuvné měřítko 150 mm dlouhé, úhломěr	Totéž

112

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		Fezné	Femeslné	měřidla	
35	Namátková kontrola operace č. 25 a 30				Totéž
40	Brousit ložnou plochu	Brusné segmenty A9924J8V			Chladit hydrolem
45	Upravit a odhrotovat lůžko destičky		Pilník		
50	Označit nástroj				Ocelová razítka, kladívko
55	Přivařit destičku svařovacími práškem		Kovářské kleště		
60	Žíhat při teplotě 800 až 840 °C 4 hod., chlazení 15 °C/hod				
65	Předehřát ke kalení v plynové peci na 400 a 800 °C				
70	Ohřát ke kalení v solné lázni na 1260 °C. Doba ponoru 4 min. 20 vteřin, chladit na vzduchu				
75	Namátková kontrola tvrdosti 60–62 HRC				
80	Předehřát ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 1 hod. 30 min.				

8 Nože z rychlořezných ocelí

113

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		Fezné	Femeslné	měřidla	
85	Popustit v olověné (solné) lázni při 560 °C po dobu 30 min., chladit na vzduchu				
90	Předehřát ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 1 hodiny 30 min.				
95	Popustit v olověné (solné) lázni při 550 °C po dobu 30 min., chladit na vzduchu				
100	Brousit tvar na hrubo, zadní čelo a zešíkmení hran 15/45 na čisto	Brusný, hrncový kotouč, $\varnothing$ 250 mm 40K9V		Měrky, šablony	
105	Kontrola oper. č. 55 a 100: a) na trhlínky b) na jakost svaru (popř. i úderem na konec stvolu), c) na tvar		Kladivo	Lupa, měrky, šablony	
110	Otryskat				Ocelové zrno č. 46
115	Značit nástroje		Ocelová razítka, razicí stroj		
120	Brousit ložnou plochu	Brusné segmenty A9924J8V			Chladit hydrolem

114

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		Fezné	Femeslné	měřidla	
125	Odjehlit hrany ložné plochy	Smirkové plátno			
130	Brousit strojně břit na čisto	Brusný kotouč $\varnothing$ 250 × 25 × 51 mm A99 60K(L) 9V		Měrky, šablony	Přípravek, chladit hydrolem
135	Odmagnetovat				
140	Kontrola tvrdosti				
145	Kontrola řezivosti				
150	Kontrola a) jakosti povrchu, b) značení, c) tvaru ostří, d) rozměrů			Lupa, měrky, ocelové měřítko 150 mm dlouhé	
155	Konzervovat				Konzervační olej
160	Balit				Dřevitá vlna, vlnitý a mastný papír

115

Příklad technologie výroby celistvého nože z RO

Materiál: 19 800.3 (Poldi Maximum Spécial G)

Vsádka: 10×10×105 mm

Výrobek: ČSN 22 3524, pravý uběrací nůž stranový  $\square$  10 mm

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	řemeslné	měřidla	
5	Vstupní kontrola tyčí			Posuvné měřítko 150 mm dl.	Tabulky tolerancí
10	Řezat na délky $l = 100 \pm 1$ mm	Kotouč Elcarbo E 24 Q, $\varnothing 300$ mm		Ocelové měřítko 300 mm dl.	
15	Namátková kontrola oper. č. 10			Ocelové měřítko 300 mm dl.	
20	Kovat v rozsahu teplot 1060 °C až 900 °C		Kovářské kleště, kovářské nůžky	Měrky	Přípravek
25	Žíhat při teplotě 800 až 840 °C 4 hod., pomalu ochlazovat 15 °C/hod				
30	Brousit ručně boční plochu pro značení	Brusný hrncový kotouč $\varnothing 250$ mm A 99 40K9V			

118

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	řemeslné	měřidla	
35	Značit nástroje			Ocelová razítka, značkovací stroj	
40	Brousit tvar na hrubo s přídavkem 0,4 mm na plochu, zadní želo, přechody a hrany zadního žela brousit na čisto	Totéž			Měrky, šablony
45	Kontrola operací 35 a 40 na trhlínky, tvar, značení				Lupy, měrky
50	Ohřát ke kalení ve svazku, nože od sebe oddělit vložkou z plechu, teplota kalení 1240 °C, předehřev protažením třikrát lázní, doba ponoru pro ohřev ke kalení 50 vteřin, chlazení na vzduchu				
55	Namátková kontrola tvrdosti 60 až 62 H <sub>RC</sub>				
60	Předehřát ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 45 min.				
65	Popustit v olověné (solné) lázni při 560 °C po dobu 30 min, chlazení na vzduchu				

117

Čís. oper.	Název operace	Nástroje, nářadí			Poznámka
		řezné	řemeslné	měřidla	
70	Předehřát ve vzduchové peci na 450 °C po dobu 45 min.				
75	Popustit v olověné (solné) lázni při 550 °C po dobu 30 min., chlazení na vzduchu				
80	Otryskat				Ocelové zrna č. 16
85	Brousit ložnou plochu na čisto	Brusné segmenty A 99 24J8V			
90	Odjehlit hrany ložné plochy	Smirkové plátno			
95	Brousit strojně břit na čisto	Brusný kotouč $\varnothing 250 \times 25 \times 51$ mm 60K(L)9V		Měrky, šablony	Přípravek, chlazení hydrolem
100	Odmagnetovat				
105	Namátková kontrola tvrdosti				
110	Namátková kontrola řezivosti				
115	Konečná kontrola: a) jakosti povrchu a provedení, b) značení, c) tvaru ostří			Lupa, šablony, ocelové měřítko, měrky	
120	Konzervovat				Konzervační olej
125	Balit				Dřevitá vlna a mastný papír

118

POUŽITÁ LITERATURA

1. A. N. Gladilin a kol.: Technologie kovů — Obrábění. SNTL, Praha 1955
2. E. Houdremont: Handbuch der Sonderstahlkunde. J. Springer, Berlin 1935
3. W. Haufe: Werkzeugstähle und ihre Wärmebehandlung. C. F. Wintersche Verlagshandlung, Füssen 1958
4. Inž. J. Koloc: Krátkodobá zkouška obrobiteľnosti (V 176 VÚOSO, Praha)
5. V. Kordík: Pomůcky pro ostření a měřidla pro kontrolu břitů nástrojů SK a nožů RO (V 639 — VÚOSO, Praha)
6. Inž. dr. J. Korecký: Tepelné zpracování kovů. Práce, Praha 1952
7. Inž. dr. J. Němec: Svařování. SNTL, Praha 1959
8. O. Patermann: Nástrojové oceli. Vlastní náklad, Kladno 1937
9. Prof. inž. dr. Z. Přikryl a kol.: Obrábění. SNTL, Praha 1957
10. Prof. inž. dr. Z. Přikryl: Teorie a metodika obrábění (učební text ČVUT)
11. Inž. J. Škriniar: Naváranie nástrojov. Slovenský ústav pro technické a ekonomické informace, Bratislava 1958
12. M. Schnirpel: Aufgeschweisste Werkzeugschneiden. Fachbuchverlag, Lipsko 1956
13. Inž. dr. R. Štefec: Chemické složení ocelí normovaných v ČR a cizíně. Průmyslové vydavatelství, Praha 1951
14. Štych—Kasal—Jungman: Ostření a opravy nástrojů. SNTL, Praha 1959
15. Inž. A. Vendra a kol.: Řezné podmínky pro soustružení (MTS-N-ŘP-7-8)
16. Inž. A. Vendra: Obrobiteľnost konstrukčních a nástrojových ocelí (V 528 — VÚOSO, Praha)
17. J. Vítek: Opravy a výroba nástrojů. Práce, Praha 1953
18. B. Vrána: Zváranie 1955, č. 8
19. Inž. V. Walla: Nástrojové oceli. Práce, Praha 1952

119

VÁCLAV EICHLER, AUGUSTIN ENGST, VÁCLAV POKORNÝ

## NOŽE Z RYCHLOŘEZNÝCH OCELÍ

DT 621.9.02

Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha 1, v říjnu 1962 jako svou 4235. publikaci v řadě Knižnice strojírenské výroby ● Redakce strojírenské literatury ● Odpovědný redaktor Bohuslav Johan ● Obálku navrhl Josef Kalousek ● Grafická úprava a technická redakce Antonín Mika ● Výtisk Tisk, knižní výroba, n. p., závod Brno, provozovna 11 ● 120 stran, 75 obrázků, 19 tabulek, 4 strany vkládaných příloh ● Typové číslo L 13f-B2-V-42/2582 ● Vydání první ● Náklad 6 200 výtisků. 5,30 AA, 5,83 VA — D-15\*20373

301 05-60

Cena brožovaného výtisku Kčs 3,90  
63/III-5-B2

Publikace je určena k praktickému školení dělníků a středně technických kádrů a jako pomůcka k odbornému studiu v závodních školách práce

04-278-62

Kčs 3,90

## PROGRAM KNIŽNICE STROJÍRENSKÉ VÝROBY

1. B. Dobrovolný, **Broušení kovů**
2. Inž. F. Drábek, **Frézy**
3. Inž. F. Drábek, **Frézování**
4. K. Schebesta, **Kopírování na soustruzích**
5. F. Wretzl, **Obaly a balení strojírenských výrobků**
6. Inž. dr. E. Schmidt, **Tvarové nože soustružnické**
- 7., 8. Inž. J. Koloc, inž. K. Pechatý, inž. Z. Turek, **Obrábění karbidovými nástroji**
  - I. díl: **Pracovní podmínky karbidových nástrojů**
  - II. díl: **Konstrukce a údržba karbidových nástrojů**
9. A. Koubek: **Revolverové soustruhy**
10. Inž. C. J. Záhoř, inž. V. Elšlégr, **Kopírování na obráběcích strojích**
11. R. Krňák, **Svařování litiny**
12. R. Krňák, **Řezání a drážkování kyslíkem**
13. A. Václavovič a kolektiv, **Soustružení závitů**
14. Inž. L. Plíva, **Odporové svařování v praxi**
15. Inž. K. Erazim, **Měření úchylek geometrického tvaru a polohy funkčních ploch výrobků**
16. J. Studnička, **Údržba lisovacích nástrojů**
17. Prof. dr. inž. F. Drastík, **Pokroková kovářská technologie**
18. Z. Kejval, **Tváření plechu I, Základy lisování plechu**
19. A. Václavovič, **Řezání vnitřních a vnějších závitů**
20. Inž. Ct. Náhlovský, O. Richter, **Mazání obráběcích strojů**
- 21., 22. A. Koubek, **Soustružnické poloautomaty pro práci v hrotech a ve skličidle**
23. B. Růžička: **100 zlepšovacích návrhů na úsporu materiálu ve strojírenství**
24. B. Janyš-K. Raftl, **Upínání obrobků na soustruhu**
25. Z. Kejval, **Tváření plechu II, Stroje, organizace a mechanizace lisování**
26. J. Žížala, B. Kutík, **Technologie dokončování děr**
27. J. Olejník, **Tváření plechu III, Nástroje pro zpracování plechu I. Strážné nástroje**
28. F. Pejchal, V. Krejny, F. Fährnich, **Elektrometalizace**
29. A. Koubek, **Několikavřetenové soustružnické automaty na práci z tyče a ve skličidle**
30. J. Borský, **Přesné a úsporné rýsování pro klempíře, mědikovce a kotláře**
31. Inž. J. Mandaus, inž. A. Svítíl, inž. J. Vobořil, **Svařování třením**
32. J. Outrata, **Broušení závitů**
33. **Nástroje pro novátory ve strojírenských**
34. K. Janecký, **Ponorové hliníkování**
35. Inž. J. Roneš, **Anodická oxidace hliníku**
36. J. Studnička, **Bezpečné lisovací nástroje pro práci za studena**
37. O. Morávek, inž. V. Baborovský, **Základy tepelného zpracování oceli**
38. J. Outrata, **Základní měřky**
39. Inž. F. Veselý, **Kokilové liti**
40. A. Václavovič, V. Miklík, **Vyrtávání na otočných vrtačkách**
41. Inž. E. Moskala, **Sušárny pro formy a jádra ve slévárnách**
42. Inž. K. Löbl C. Sc., **Navařování**
43. B. Bogumský, **Tváření plastických hmot**
44. V. Roček, **Rezné nástroje v automatizované výrobě**
45. J. Šebl, **Lití kovů pod tlakem**
46. Inž. F. Drábek, **Několikavřetenové vrtačky VM**

47. Inž. F. Báša, **Globoidní žnekové soukolí**
48. Inž. O. Melezínek, **Lepení kovů ve strojírenství**
49. Dr. inž. J. Doškář, inž. O. Kaštánek, **Přesné lití**
50. V. Klepal, P. Kalivoda, **Lapování a montáž ozubených kol**
51. V. Klepal, J. Bureš, **Kuželová ozubená kola s paloidními zuby Klingenberg**
52. K. Toman, A. Šejc, **Lisování ozubených kol za studena**
53. Inž. Z. Meisl, **Lisovací nástroje z plastických hmot**
54. Inž. M. Bednořík, **Vtaková technika a lití odlitků ze šedé litiny**
55. J. Odehnal, K. Marvan, **Protlačování neželezných kovů za studena**
56. K. Janecký, **Ponorové cínování oceli, litiny a neželezných kovů**
57. L. Vodárek, **Protlačování**
58. J. Poch, **Upínání na obráběcích strojích v kusové výrobě**
59. Inž. J. Nainar C. Sc., **Nové mazivo sirič molybdeničitý**
60. Inž. M. Pirner, **Svařování neželezných kovů a slitin**
61. V. Klepal, V. Kučera, **Kuželová kola se spirálními eloidními zuby**
62. V. Valášek, **Použití epoxydových pryskyřic v modelárnách**
63. J. Šebl, **Formy pro lití kovů pod tlakem**
64. Z. Kejval, **Tváření plechu IV. Nástroje na zpracování plechu II. Nástroje pro tažení, tváření a ražení**
65. Doc. inž. dr. Josef Němec, **Svařování oceli antikoročních a žáruvzdorných**
66. Inž. V. Kříž, **Svařování v kyslíčnicku uhlíčitým**
67. A. Novotný, **Broušení na bezhratých bruskách**
68. Inž. L. Plíva, **Automatizace odporového svařování**
69. M. Čuma, **Jemné vyvrtávačky vodorovné**
70. Prof. dr. inž. František Dostál, **Drsnost obrobených ploch**
71. Inž. V. Košek, inž. V. Malý, inž. K. Zahradka, **Broušení a leštění brusnými pásy**
72. Inž. M. Tatar, **Ultrazvuk ve strojírenství**
73. Inž. F. Vintner, **Obrábění keramickými destičkami**
74. V. Eichler, A. Engst, V. Pokorný, **Nože z rychlořezných ocelí**
75. J. Bureš, **Kuželová kola s obloukovým ozubením Gleason**
76. J. Novotný, **Ohýbání trubek v dílnách a na montážích**
77. J. Odehnal, B. Repa, **Novinky v technologii tváření plechu**
78. Inž. J. Staněk C. Sc., **Elektroerizivní obrábění**
79. F. Čurn, **Diamantové nástroje a jejich použití v průmyslu**
80. P. Kalivoda, **Broušení ozubených kol**
81. V. Klepal a kolektiv, **Frézování čelních ozubených kol**
82. Inž. dr. J. Šon, **Praktické pokyny pro zkoušení kovů**
83. Č. Betka, **Material a tepelné zpracování ozubených kol**
84. Inž. R. Filip, **Difúzní sírování oceli a litin**
85. Inž. O. Slezák, **Stříkání nástrůžů v elektrostatickém poli**
86. J. Outrata, **Honování**
87. Inž. M. Ptáček, **Lapování**
88. Inž. A. Rezáč, **Obrábění kovů**

04-278-62  
05/60 Kčs 3,90