



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS
MT**
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

STUDIJNÍ TEXTY

profesní kvalifikace

SOUSTRUŽNÍK KOVŮ

23 - 022 - H

ANOTACE

Studijní texty byly vytvořeny v rámci projektu „Odborné, kariérové a polytechnické vzdělávání v MSK II, reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_078/0019613“, klíčové aktivity o5b Centra profesní přípravy.

Cílem této aktivity je větší propojení vyučovacích postupů ve školách s praktickými potřebami zaměstnavatelů, resp. moderními technologickými postupy, které jsou ve firmách aktuálně využívány a úprava ŠVP tak, aby výuka vedla k získání profese, nikoliv pouhému absolvování oboru. Navazující součástí je také skloubení vzdělávání (ŠVP) s profesními standardy Národní soustavy kvalifikací (NSK).

Dosažení profesní kvalifikace Soustružník kovů 23-022-H je podmínkou pro získání úplné profesní kvalifikace oboru 23-99-H/15 Obráběč kovů dle NSK, což je předpoklad pro vykonání závěrečné zkoušky v oboru Obráběč kovů 23-56-H/01.

Tento projekt je spolufinancován z Operačního programu – Výzkum, věda a vzdělávání.

OBSAH

1	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI (BOZP)	8
1.1	BOZP při soustružení	8
1.1.1	Obsluha, seřízení a údržba – společná ustanovení	8
1.2	Bezpečnostní hygienické zásady při používání řezných kapalin u obráběcích strojů	13
1.3	Požární poplachová směrnice	14
1.3.1	Postup osob při vyhlášení požárního poplachu:	15
1.3.2	Telefonní čísla tísňových volání:	15
1.3.3	Telefonní čísla Pohotovostních a havarijních služeb:	15
1.4	Traumatologický plán	15
1.5	Záznam o provedeném školení uchazeče	17
1.6	Vzorový test BOZP	18
2	TECHNICKÁ NORMALIZACE.....	20
2.1	Technické normy	20
2.2	Metody technické normalizace	21
2.3	Systém technické normalizace	22
2.3.1	Mezinárodní normalizace.....	22
2.3.2	Evropská normalizace	22
2.3.3	Národní normalizace.....	22
2.4	České technické normy.....	22
2.4.1	Označení normy.....	23
2.4.2	Třídící znak normy.....	23
2.4.3	Mezinárodní identifikační číslo ICS	23
2.5	Národní normativní dokumenty.....	24
2.6	Užitečné odkazy na webové stránky	25
3	MĚŘENÍ A KONTROLA DÉLKOVÝCH ROZMĚRŮ, GEOMETRICKÝCH TVARŮ, VZÁJEMNÉ POLOHY PRVKŮ A JAKOSTI POVRCHU.	26
3.1	Základy měření ve strojírenské výrobě.....	26
3.1.1	Základní rozdělení měřidel podle kategorizace měřidel	26
3.2	Etapy měření	27
3.2.1	Příprava měření	27
3.2.2	Vlastní měření.....	27
3.2.3	Vyhodnocení měření.....	27
3.3	Všeobecné zásady správného měření	28
3.4	Volba měřidla a měřicí metody	29

3.4.1	Měřicí metody	29
3.4.2	Měřidla	30
3.5	Měřidla přímá	30
3.5.1	Posuvná měřidla analogová	30
3.5.2	Posuvná měřidla digitální	31
3.5.3	Mikrometrická měřidla	31
3.5.4	Koncové měrky	32
3.6	Měřidla nepřímá (porovnávací)	33
3.6.1	Kalibry	33
3.6.2	Číselníkové úchylkoměry, pasametry	33
3.7	Délkové (souřadnicové měřicí stroje)	34
3.8	Kontrolní operace ve výrobním procesu	35
3.9	Měření a kontrola geometrických tvarů	36
3.9.1	Tolerance tvaru	36
3.9.2	Tolerance směru	38
3.9.3	Tolerance polohy	39
3.9.4	Tolerance házení	40
3.10	Chyby měření a jejich příčiny	42
3.10.1	Systematické chyby	42
3.10.2	Chyby náhodné	43
3.10.3	Chyby hrubé	43
3.10.4	Skutečné chyby	43
3.11	Dodržování jakosti opracovaných ploch	43
3.12	Měřidla drsnosti	44
3.12.1	Vzorkovnice drsnosti	44
3.12.2	Elektronické dotykové měřicí přístroje	44
3.12.3	Metody kontroly struktury povrchu	44
3.12.4	Metodika měření	46
4	SOUSTRUŽENÍ	47
4.1	Základní pojmy	47
4.1.1	Význam soustružení	47
4.1.2	Definice soustružení	47
4.1.3	Řezné pohyby	48
4.2	Technologické parametry soustružení (řezné podmínky)	48
4.2.1	Řezná rychlost	49
4.2.2	Posuv	49

4.2.3	Hloubka řezu.....	49
4.3	Soustruhy	49
4.3.1	Rozdělení soustruhů	49
4.3.2	Hrotové soustruhy	49
4.3.3	Čelní soustruhy	52
4.3.4	Revolverové soustruhy.....	52
4.3.5	Svislé soustruhy	53
4.3.6	CNC soustruhy	54
4.4	Nástroje pro soustružení	56
4.4.1	Rozdělení soustružnických nožů	56
4.4.2	Základní tvar a geometrie soustružnického nože	57
4.4.3	Moderní řezné materiály.....	58
4.5	Upínání soustružnických nožů.....	59
4.5.1	Nožová hlava	59
4.5.2	Revolverová hlava.....	60
4.6	Upínání obrobků.....	61
4.6.1	Způsoby upínání obrobků na soustruhu	61
4.7	Základní soustružnické práce	65
4.7.1	Soustružení čelních ploch.....	66
4.7.2	Soustružení válcových ploch	66
4.7.3	Zapichování a upichování.....	68
4.7.4	Soustružení tvarových ploch	69
4.7.5	Soustružení kuželových ploch.....	70
5	OSTŘENÍ NÁSTROJŮ	72
5.1	Ostření soustružnických nožů	72
5.2	Optimální řezné úhly soustružnických nožů	74
5.3	Základní rozdělení brusných kotoučů k ostření nástrojů	76
5.3.1	Brusné nástroje.....	76
5.3.2	Značení brusných kotoučů	77
5.3.3	Brusivo.....	77
5.3.4	Zrnitost.....	78
5.3.5	Tvrdost brusných nástrojů.....	79
5.3.6	Struktura brusných nástrojů.....	79
5.3.7	Pojiva brusných nástrojů.....	80
5.4	Tvary brusných kotoučů.....	80
5.5	Hlavní zásady volby brusných keramických kotoučů.....	81

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název školy	Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo nábřeží 51, příspěvková organizace
Adresa školy	Kolofíkovo nábřeží 1062/51, 747 05 Opava 5
Zřizovatel školy	Moravskoslezský kraj, ul. 28. října 117, 702 18 Ostrava
Název profesní kvalifikace	23-022-H Soustružník kovů
Vstupní požadavky na uchazeče	Pracovníci v oblasti třískového obrábění a neúspěšní studenti u maturitní zkoušky strojírenských oborů
Podmínky zdravotní způsobilosti uchazeče	Lékařské potvrzení o způsobilosti pro obráběcí práce
Forma studia	Dálková
Délka studia	104 hodin
Způsob ukončení	Zkouška dle Zákona č. 179/2006 Sb., o ověřování a uznávání výsledků dalšího vzdělávání
Získaná kvalifikace	Soustružník kovů (23-022-H)
Certifikát	Osvědčení o získání profesní kvalifikace

UČEBNÍ PLÁN PROFESNÍ KVALIFIKACE

Odborné způsobilosti		Hodinové dotace			Způsob ověřování
		Teorie	Praxe	Samo- studium	
1.	Dodržování bezpečnosti práce, správné používání pracovních pomůcek.	2	1	0	Ústní ověření, praktické předvedení
2.	Orientace v normách a v technických podkladech pro provádění obráběcích operací.	6	2	0	Praktické předvedení a ústní ověření
3.	Volba postupu práce a technologických podmínek soustružení, potřebných nástrojů, pomůcek a materiálů.	0	16	0	Praktické předvedení
4.	Měření a kontrola délkových rozměrů, geometrických tvarů, vzájemné polohy prvků a jakosti povrchu.	0	8	0	Praktické předvedení
5.	Upínání nástrojů, polotovarů obrobků a ustavování jejich polohy na různých druzích soustruhů a vyvrtávaček.	0	8	0	Praktické předvedení
6.	Obsluha soustruhu a vyvrtávaček	0	40	0	Praktické předvedení
7.	Ošetřování údržba soustruhu a vyvrtávaček	0	8	0	Praktické předvedení
8.	Určování výchozích technologických základů polotovarů před jejich obráběním.	0	3	0	Praktické předvedení
9.	Ruční ostření jednobřítých nástrojů z RO a SK.	2	8	0	Ústní ověření, praktické předvedení
CELKEM		10	94	0	Σ 104

STUDIJNÍ TEXTY

1 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI (BOZP)

Požadavky na zajištění BOZP jsou definovány v celé řadě právních a ostatních předpisů k zajištění BOZP (které to jsou definuje ustanovení § 349 odst. 1 zákoníku práce). Jedná se o více než 80 právních předpisů, stovky technických norem a dalších ostatních předpisů k zajištění BOZP (návody k použití atd.). Nejpodstatnějšími právními předpisy jsou:

- zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek BOZP, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů
- nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí
- vyhláška č. 79/2013 Sb., o pracovně lékařských službách a některých druzích posudkové péče

1.1 BOZP při soustružení¹

1.1.1 Obsluha, seřízení a údržba – společná ustanovení

Použití strojů

- Obráběcí stroj musí být používán výhradně pro práce pro které je určen a které odpovídají jeho typu, velikosti a výkonu.

Ustrojení obsluhujícího pracovníka

- Obsluhující musí nosit nepoškozený pracovní oblek bez volně vlajících částí s přiléhajícími rukávy a nohavicemi. Pokud není pracovní blůza přiléhající v pase, musí být zasunuta do pracovních kalhot. Plášť se nesmí při obsluze stroje používat. Zástěry lze používat pouze ve výjimečných případech, kde to vyžaduje povaha práce, popř. je předepsána jinými předpisy.
- Při práci na obráběcích strojích musí si obsluhující podle potřeby zajistit vlasy vhodnou pokrývkou hlavy (čepicí, šátkem apod.). Pokrývky hlavy nesmějí mít volně vlající cípy. Šátek se musí zavazovat za hlavou (nikoli pod bradou) a tak, aby vlasy nevyčnívaly.
- Pracovník musí nosit vhodnou pracovní obuv. Není dovoleno pracovat v lehké plátěné obuvi nebo otevřených sandálech.
- Při obsluze stroje není dovoleno nosit prstýnky, řetízky, náramkové hodinky, náhrdelníky, vázanky, šály apod.

¹ ČSN EN ISO 23125 (200701) Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy

- Pracovníci, kteří mají na ruce nebo prstech nevhodný obvaz (např. gázový obvaz, kožený prsteník) nesmí pracovat na strojích, u nichž jsou v dosahu obsluhy volně přístupné rotující součásti, které by mohly při neopatrném jednání pracovníka obvaz zachytit (např. vrtačky, hrotový soustruh). Na strojích, u nichž rotující součásti nejsou v dosahu obsluhy, smí se s takovými obvazy pracovat.
- Při drobných poraněních rukou nebo prstů se proto doporučuje používat takových způsobů ošetření, u nichž je možnost zachycení buď vyloučena nebo alespoň podstatně snížena (např. nástríků, gumových prsteníků).
- Ochranných rukavic se smí používat pouze při upínání nebo výměně obrobků a nástrojů, hrozí-li nebezpečí pořezání nebo popálení rukou: stroj nebo příslušná část (např. vřeteno) při tom nesmí být v chodu. Při vlastní obsluze stroje však musí být rukavice sejmuty.
- Při vkládání nebo upínání obrobků u strojů s nepřetržitým chodem nebo na poloautomatech, u nichž v blízkosti stojícího vřetena rotuje jiné vřeteno, nesmí obsluhující používat rukavice vůbec.
- Ve výjimečných případech, podle povahy práce, je možno povolit rozhodnutím provozovatele použití rukavic. S povolením však musí souhlasit příslušný inspektorát bezpečnosti práce.

Povinnosti obsluhy před zahájením práce na stroji

- Před zahájením práce musí obsluhující:
 - prohlédnout stroj, očistit nekryté vodící plochy, zkontrolovat jeho části, zejména jeho ochranná, spouštěcí a vypínací zařízení
 - každé poškození nebo závadu musí ihned hlásit svému nadřízenému, který rozhodne, zda se na stroji smí nebo nesmí dále pracovat
 - zkontrolovat a doplnit stav oleje i mazadel, namazat všechna mazací místa a přesvědčit se o správné funkci mazacích zařízení
 - překontrolovat funkci upínacích zařízení
 - provést správnou volbu nástrojů a zkontrolovat jejich opotřebení a upnutí
 - zkontrolovat, zda ovládací páky jsou ve správných polohách
 - nastavit ochranná zařízení do činné polohy, pokud charakter práce vyžaduje jejich použití

Povinnosti obsluhy za provozu stroje

- Na stroji se musí pracovat takovým způsobem, který byl označen nebo předepsán jako bezpečný a správný a tak, aby rovněž pracovníci v okolí nebyli ohrožováni a obtěžováni nadměrnou hlučností. Je třeba přesně dodržovat pokyny a poučení obsažené v návodu pro bezpečnou obsluhu stroje, nebo v jiném bezpečnostně provozním předpisu. Jiný pracovní způsob, nezajišťující stejný stupeň bezpečnosti, není dovolen. Není dovoleno vyřazovat ochranná zařízení z provozu.
- Při ručním mazání, čištění nebo opuštění pracoviště se musí stroj zastavit hlavním vypínačem. Při opravách stroje se postupuje v souladu s odstavcem „Seřizování a údržba stroje“.

- Při výměně nástrojů, kontrole jakosti povrchu, při upínání a snímání obrobků a měření (není-li tato činnost prováděna automaticky), musí se zastavit vřeteno (smýkadlo) a nástroj se musí odsunout do bezpečné vzdálenosti.
- Ustanovení článku se nevztahuje na upínací zařízení nástrojů a obrobků konstruované pro bezpečné upínání za pohybu.
- Při přerušení elektrického proudu musí obsluhující vypnout hlavní vypínač stroje a všechna ostatní zařízení a ovládací součásti uvést do takové polohy, aby po obnovení dodávky elektrického proudu nedošlo k samovolnému spuštění stroje nebo k pohybu některých jeho částí.
- Při zapnutí rychloposuvu musí obsluhující se zvýšenou pozorností sledovat přibližující se část stroje a rychloposuv v bezpečné vzdálenosti od obrobku vypnout.
- U obrobků přečnivajících obvod upínacího zařízení musí být překontrolováno, zda jejich dráhy nepřesahují největší oběžný průměr. Rovněž u obrobků, které svými rozměry přesahují upínací plochu stolu, musí být překontrolováno, zda mají dostatek prostoru pro průchod mezi stojanem, příčnickem, vřeteníkem apod.
- Do upínacího zařízení je dovoleno upínat pouze takové předměty, pro které je konstruováno a jejichž tvar a velikost zaručuje dokonalé upnutí.
- Obrobky, které mají nepravidelný tvar a těžiště mimo osu otáčení, jestliže by zvyšovaly chvění stroje, anebo jejich nevyváženost byla na závadu bezpečné práce, mají být před obráběním vyváženy.
- Při upínání těžkých obrobků pomocí zdvihacího zařízení musí obrobek zůstat zavěšen na zdvihacím zařízení do té doby, dokud není spolehlivě uložen. K podkládání obrobku se musí používat správných a nepoškozených upínek, podložek atd.
- Dosedací plochy pro upínání nástrojů musí být čisté a nepoškozené. Nástroj musí být bezpečně upnut a jeho vyložení má být voleno tak, aby při obrábění nebyl škodlivě namáhán a tříska mohla snadno odcházet.
- K upínání se musí používat pouze vhodné a neškozené nářadí. Není dovoleno nechávat nedávat upínací klíče zasunuty v upínacím zařízení, i když je v klidu, nebo k vyvození větší síly používat klíče s prodlouženou pákou.
- Není-li stroj vybaven ochranným zařízením proti odlétajícím třískám, anebo není možno použít tohoto zařízení, musí obsluhující při ohrožení odlétajícími třískami používat osobní ochranné pomůcky, brýle, obličejové štíty apod.
- Vyžaduje-li to povaha práce, musí se zástěnami apod. chránit pracovníci na okolních pracovištích, popř. komunikacích před odlétajícími třískami a řeznou kapalinou.
- Nástroje, měřidla, upínací klíče apod. se musí odkládat pouze na vyhrazená místa.
- Eventuální závady na stroji musí pracovník oznámit svému nadřízenému povinen zařídit opravu, popř. upozornit na ně pracovníka, který nastupuje na další směnu.

Povinností obsluhy po skončení směny

- Po skončení práce musí obsluhující uvést pracoviště do pořádku, zejména odstranit ze stroje třísky a zbytky řezné kapaliny, očistit nekryté vodící plochy, uklidit na určená místa měřidla, nástroje, obrobky apod.
- Použité čisticí prostředky (čisticí vlna, hadry, koudel) se musí ukládat do kovových nádob s víky, které se musí po každé směně vyprazdňovat (nebezpečí samovznícení).

Odstraňování třísek

- Při odstraňování třísek ze stroje za provozu a při úklidu se musí používat podle potřeby háčků s rukojeťmi a chrániči ruky, smetáků, škrabek apod. Hadry a čisticí vlny se smějí používat pouze k čištění stroje za klidu, a to až po odstranění třísek škrabkou, smetákem apod.
- Čištění strojů stlačeným vzduchem je zakázáno. Pokud není technologickým postupem zakázáno používat stlačeného vzduchu k očištění obrobků a upínacích přípravků, má být vzduchová pistole opatřena ochranným štítkem a přetlak vzduchu snížen na 0,2 MPa. Kromě toho musí obsluhující použít průhledného obličejového štítu nebo brýlí a zabránit odlétávání částecek do okolí.
- Ustanovení o maximálním přetlaku vzduchu a ochranném štítu se nevztahuje na vyfukovací pistole s ochrannou vzduchovou clonou.
- Odstraňování třísek za chodu je dovoleno pouze u strojů, které jsou tomu uzpůsobeny v opačném případě musí obsluhující zastavit chod stroje.

Seřizování a údržba stroje

- Seřizování a údržba stroje se musí provádět podle návodu k obsluze stroje.
- Při uvolňování strojních součástí, které je nutno ručně naklápět a jsou tak těžké, že by mohly způsobit úraz, je třeba dbát pokynů uvedených v návodu pro obsluhu stroje.
- Při seřizování se musí:
 - upravit při každé změně nástroje, při změně řezné rychlosti, pracovního postupu apod., pracovní úkon tak, aby obsluhující i okolní pracovníci byli spolehlivě chráněni před úrazy a škodlivinami (hlukem, prachem, řeznou kapalinou apod.); při seřizování se musí dbát všech bezpečnostních opatření
 - před předáním seřízeného stroje překontrolovat za přítomnosti obsluhujícího správné funkce všech bezpečnostních zařízení a předvést po náležitém poučení správný způsob práce
- Celková nebo částečná kontrola stroje se musí vykonat vždy, když dojde k selhání nebo porušení některé strojní části důležité pro bezpečnost provozu. Zjištěné závady nebo závady hlášené obsluhujícím musí být bezodkladně odstraněny. Na závadném stroji se nesmí pracovat.
- Před opravou stroje musí být provedeno takové zajištění, které znemožní spuštění stroje nebo jeho částí nepovolanou osobou. Lze to provést např. uzamčením hlavního vypínače v nulové poloze, uzamknutím spouštěcího tlačítka, vypojením elektromotoru ze sítě, sejmutím hnacích řemenů apod. Na spouštěcím zařízení musí být viditelně upevněna tabulka s nápisem NEZAPÍNAT — OPRAVA STROJE. Opětné uvedení stroje do provozu smí být provedeno až po dokončení opravy a kontrole všech ochranných zařízení.
- Ustanovení článku se nevztahuje na zkoušení a seřizování stroje v průběhu opravy, nebo při uvádění stroje do chodu (oživování stroje).

Udržování pořádku na pracovišti

- Pracoviště se musí udržovat v čistotě a pořádku. Úklid odpadového materiálu (třísek apod.) má být co nejvíce zmechanizován. Od strojů, které nemají mechanické zařízení

pro odstraňování třísek, musí být odpadový materiál z pracoviště včas a pravidelně odklizen.

- Odpadový materiál se musí skladovat v nádobách, které zaručují bezpečnou přepravu. Tyto nádoby musí být trvanlivě označeny jejich největším dovoleným zatížením.
- Při skladování hořlavín a lehkou vznětlivých materiálů (např. pohonných hmot, rozpouštědel, maziv, barev) na pracovištích se musí postupovat podle příslušné normy.
- Použité čisticí prostředky (čistící vlna, hadry, koudel) se musí ukládat do kovových nádob s víky, které se musí po každé směně vyprazdňovat (nebezpečí samovznícení).
- Ukládání nástrojů a měřidel do stojanů strojů, na stoly a lože je dovoleno pouze v tom případě, je-li na stroji zvlášť pro to určeno místo.
- Při ukládání materiálů nebo obrobků do hranic v pracovním prostoru se určuje výška hranic podle její stability a pohodlného snímání obrobků z hranice, Doporučuje se, aby hranice nebyla vyšší než 1000 mm, přičemž šířka průchodu mezi hranicemi anebo mezi hranicí a strojem nemá být menší než 800 mm. Aby se zabránilo sesunutí hranice, padání a klouzání materiálu, musí se použít vhodných podpěr, vložek apod.
- U rozměrných obrobků (skříní a loží apod.) je možná hranice vyšší než 1000 mm, jsou-li obrobky dostatečně stabilní. Obrobky musí být prokládány dřevěnými hranoly. Ukládání výrobků do palet, přípravek a ukládacích beden je z hlediska bezpečnosti práce výhodnější.

Přemísťování předmětů

- K upínání a sejímání těžších přípravků, přístrojů, nástrojů a obrobků má být k dispozici zdvihací zařízení a závěsné nebo podpěrné pomůcky přizpůsobené tvaru obrobku, anebo musí být zajištěna pomoc další osoby. Zvedací zařízení musí umožnit spolehlivé uchopení předmětu a jeho pohodlné a bezpečné zvednutí a ustavení na stroji.
- Pracovníci, kteří vážou a zavěšují břemena při upínání obrobků na stroji, musí být na tuto práci školeni a prakticky zaučeni v souladu s platnou normou.

Práce s řeznou kapalinou

- Pro práci s řeznou kapalinou platí ustanovení— Řezné kapaliny.

Doplňující požadavky pro hrotové soustruhy

- Upínat sklíčidla jen čelistmi upínací desky je zakázáno.
- Pro lepší nasazování sklíčidla na vřeteno se doporučuje použít vhodné pomůcky, např. kožený pás o šířce sklíčidla, opatřený na konci okem k zavěšení nebo dřevěný přípravek, na kterém položené sklíčidlo má osu asi 2mm pod osou vřetene.
- Pro uvolnění sklíčidla a upínací desky z vřetena se závitem se má použít dřevěný špalík, který se vloží mezi čelist sklíčidla nebo upínací desky a lože a potom se zapne zpětný chod vřetena o malých otáčkách.
- Pevné upínací hroty se musí mazat, aby se zmenšilo tření ve styčných plochách. Špičky upínacích hrotů musí být čisté a nepoškozené. Vlastní hrot musí být mírně

otupený a otupení se musí obnovit i po renovaci hrotu. Pevné upínací hroty s vložkou ze slinutého karbidu se nesmí používat, jsou-li obroušené až po hranici největšího dovoleného obroušení na nich vyznačenou (hrozí nebezpečí vylomení vložky).

- Při obrábění dlouhých a tenkých součástí se musí použít opěrky.
- Tyčový materiál pro obrábění musí být předem náležitě vyrovnaný.
- V případě, že se pracuje s tyčovým materiálem, jehož průměr je značně menší než vrtání vřetena, musí se redukčním zařízením dosáhnout správného vedení materiálu a tím i snížení hluku.
- Vyčnívající materiál z konce vřetena musí být zakrytý nejlépe ochrannou trubkou po celém obvodu a jeho délce tak, aby nemohlo dojít ke zranění obsluhujícího nebo okolních pracovníků. Za účelem snížení hluku musí být trubka uvnitř vyložena gumou.
- Před spuštěním stroje je třeba zkontrolovat:
 - zda je obrobek řádně upnut v použitém upínacím zařízení
 - zda je obrobek řádně podepřen hrotem
 - zda je koník pevně utažen na loži
 - zda je nůž dostatečně upnut alespoň dvěma šrouby a vyložení jeho řezné hrany pro běžné obrábění není větší než 1,5 až 2 násobná výška nože
- Pokud je třeba ve výjimečných případech upravovat povrch obrobku ručně (neupnutým) nástrojem, mají se dodržovat tyto zásady:
 - při pilování na soustruhu se má vždy držet levou rukou rukojeť a pravou rukou konec pilníku
 - při srážení hran škrabákem má být škrabák nasazen ze spadu na straně ustupující od pracovníka (na ostré hrany škrabáku doporučuje se nastrčit izolační trubku, aby nedošlo k poranění ruky)
 - při leštění:
 - smirkové plátno se má přitlačovat na straně ustupující od pracovníka,
 - smirkové plátno se má napnout na držák, nebo se mají použít lešticí kleště,
 - v dírách se nesmí smirkové plátno přidržovat prsty, ale je třeba použít držáku.
 - ruční pilování a leštění obrobků, které mají vystupující části, výřezy nebo držáky, je zakázáno
- Při všech ručních úkonech se musí nástroj upnutý na stroji odstranit, zakrýt nebo oddálit do bezpečné vzdálenosti.
- Není dovoleno vrtat vlečeným koníkem (spřaženým se suportem).

1.2 Bezpečnostní hygienické zásady při používání řezných kapalin u obráběcích strojů²

- Používat jen těch řezných (chladících) kapalin a konzervačních přísad, které byly pro daný účel schváleny orgány hygienického dozoru.
- Při přípravě řezných kapalin postupovat přesně podle přiložených návodů výrobce.
- U vodných roztoků a emulzních kapalin pravidelně kontrolovat zásaditost kapaliny (hodnota pH nesmí být vyšší než 9).

² Provozní dokumentace. Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo náměstí 51, příspěvková organizace. Příloha č. 6) Směrnice č. 1/2004 o PO. V Opavě 25. 05. 2011.

- V maximální míře omezit styk pokožky s kapalinou. Při přípravě kapalin a při čištění strojů používat ochranných rukavic, popř. i gumových zástěr.
- Zabránit rozstříku kapaliny u stroje např. vhodně seřízenými ochrannými kryty.
- Po práci (při přestávkách k jídlu) si řádně umýt ruce teplou vodou a mýdlem. Na čistě umytou pokožku lze použít ochrannou mast (např. INDULONA).
- Pravidelně vyměňovat řezné kapaliny u strojů. Lhůta pro výměnu vodných roztoků a emulzí je stanovena výrobcem.
- V rámci výměny kapaliny dokonale vyčistit zejména usazovací nádrže od kalu a jiných nečistot a propláchnout celou chladicí soustavu, včetně potrubí, horkou vodou s přísadkou sody.
- Znehodnocené kapaliny není dovoleno vypouštět bez úpravy do kanalizace, veřejných toků a na místa, kde by mohli ovlivnit kvalitu spodních vod.
- Řezné kapaliny se nesmějí v žádném případě používat k mytí rukou.

Chraň sebe i ostatní před poškozením zdraví!

1.3 Požární poplachová směrnice³

Postup při zpozorování požáru:

1. Provést nutná opatření pro záchranu ohrožených osob – vyproštění, uvolnění únikových cest apod.
2. Neprodleně se snažit požár uhasit pomocí hasicích přístrojů a požárních hydrantů. Pozor – před použitím vody, vodních a pěnových hasicích přístrojů k hašení zařízení pod napětím je nutné předem odpojit elektrický proud. Není-li možné požár uhasit, vyhlásit požární poplach a ohlásit vznik požáru nebo zabezpečit jeho ohlášení na vrátnici školy nebo domova mládeže. Na nebezpečí upozornit osoby nacházející se v prostorách napadených požárem a osoby v přilehlých prostorách. Ve vícepodlažních budovách nejdříve osoby nacházející se na podlaží, které je napadeno požárem a osoby v patrech nad tímto podlažím.

Způsob vyhlášení požárního poplachu:

1. Ve všech objektech a na pracovištích hlasitým voláním HOŘÍ!
2. Ve škole, domově mládeže a některých dílnách požárními sirénami, které se zapínají na vrátnicích., v bytovací části požárními hlásiči umístěnými na chodbě chráněné únikové cesty.
3. Osobně nebo telefonicky na vrátnici školy nebo domova mládeže, které slouží jako ohlašovací požárů:
 - vrátnice školy tel. klapka 102
 - vrátnice domova mládeže tel. klapka 100
 - v noci – domov mládeže v kanceláři nočního vychovatele
4. Při hlášení sdělit: kde hoří - co hoří - kdo volá – odkud volá (telefonní číslo).

³ Provozní dokumentace. Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo náměstí 51, příspěvková organizace. Příloha č. 6) Směrnice č. 1/2004 o PO. V Opavě 25. 05. 2011.

1.3.1 Postup osob při vyhlášení požárního poplachu:

1. Řídit se pokyny mistrů, učitelů, vychovatelů, vrátných nebo vedoucích pracovníků SŠT. Zajišťovat evakuaci osob, zejména žáků – viz evakuační plány. V rámci svých možností provádět opatření k zamezení rozšíření požáru – hašením ohně hasicími prostředky, odstraněním hořlavých látek a tlakových nádob, uzavřením dveří a požárních uzávěrů, uzavřením uzávěrů plynu apod. Provádět evakuaci materiálů, cenných přístrojů a dokladů.
2. V případě ohrožení zdraví a životů opustit budovu a vyčkat na příjezd jednotky požární ochrany.
3. Shromažďovací prostor: hřiště na kopanou.
4. Po příjezdu jednotky požární ochrany informovat jejího velitele o skutečnostech souvisejících s požárem – především o osobách a nebezpečném materiálu, který se v prostoru požáru nachází a o stavu přívodu elektrické energie a plynu. Dále se řídit pokyny hasičů a poskytnout osobní pomoc na vyzvu jejich velitele.

1.3.2 Telefonní čísla tísňových volání:

▪ Integrovaný záchranný systém	112
▪ Policie ČR	158
▪ Městská policie	156
▪ Rychlá lékařská pomoc	155
▪ Hasiči	150

1.3.3 Telefonní čísla Pohotovostních a havarijních služeb:

▪ Poruchy elektrické energie	840 850 860
▪ Dodavatel vody	840 111 125
▪ Dodavatel plynu	1239

1.4 Traumatologický plán⁴

Obecná ustanovení

Poskytnutí včasné a správné první pomoci při úrazech je jednou ze základních podmínek záchrany života a zdraví. Povinností každého občana je poskytnout zraněnému první pomoc. V naléhavých případech při ohrožení života a zdraví je nutné přivolat odbornou lékařskou pomoc.

Umístění a vybavení lékárničky

Lékárnička musí být umístěna na volně přístupném, suchém a čistém místě. Nejméně 1x za půl roku je nutné provést kontrolu vybavení lékárničky a v případě potřeby ji doplnit chybějícími prostředky. Uživatelé mohou po upotřebení některých prostředků požádat o doplnění.

⁴ Provozní dokumentace. Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo náměstí 51, příspěvková organizace.

Hlavní zásady první pomoci

1. Dopřít postiženého do nezávadného prostředí (vyproštění z dosahu el. proudu, vynesení ze zamořeného prostředí).
2. Zastavení silného krvácení.
3. Uvolnění dýchacích cest, umělé dýchání a nepřímá masáž srdce.
4. Ošetření zlomenin, otevřených ran, překrytí spálenin.
5. Protišoková opatření.
6. Přivolání odborné lékařské pomoci.

Důležitá telefonní čísla

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| ▪ Záchraná služba (ZS) ČR | 155 |
| ▪ Evropské číslo tísňového volání | 112 |
| ▪ Policie ČR | 158 |
| ▪ Městská policie | 156 |
| ▪ Ohlašovna požáru | 150 |
| ▪ Smluvní praktický lékař | 553 816 973 – MUDr. Jakubcová |
| | 553 620 920 – MUDr. Barová |

1.5 Záznam o provedeném školení uchazeče

ZÁZNAM O PROVEDENÉM ŠKOLENÍ UCHAZEČE

Pracoviště: Soustružnická dílna Školící pracovník
 Oblast školení: BOZP, hygiena práce, PO Příjmení: _____
 Jméno a příjmení: _____ Podpis: _____
 Datum narození: _____

Obsah školení:

BOZP

- použití strojů,
- ustrojení obsluhujícího pracovníka,
- povinnosti obsluhy před zahájením práce na stroji,
- povinnosti obsluhy za provozu stroje,
- povinností obsluhy po skončení směny,
- odstraňování třísek,
- seřizování a údržba stroje,
- udržování pořádku na pracovišti,
- přemísťování předmětů,
- práce s řeznou kapalinou,
- doplňující požadavky pro soustruhy,
- protipožární opatření.

Hygiena práce

- bezpečnostní hygienické zásady při používání řezných kapalin u obráběcích strojů,

Požární ochrana

- požární poplachová směrnice,
- postup při zpozorování požáru,
- způsob vyhlášení požárního poplachu,
- postup osob při vyhlášení požárního poplachu,
- telefonní čísla tísňových volání,
- telefonní čísla pohotovostních a havarijních služeb.

Traumatologický plán

Potvrzuji svým podpisem, že jsem byl(a) v uvedený den seznámen(a) s předpisy o požární ochraně, bezpečnosti a hygieně práce.

Všem ustanovením uvedených předpisů a zásad rozumím a budu je při práci dodržovat.

V Opavě

Datum školení: _____

Podpis uchazeče: _____

1.6 Vzorový test BOZP

Test BOZP – soustružení

Jméno a příjmení:

Prospěl: Neprospěl:

Datum:

Hodnotil:

Podpis:

Správné odpovědi zakroužkujte. U každé otázky je správná pouze jedna odpověď, která je hodnocena jedním bodem. Pro hodnocení prospěl je minimální počet získaných bodů 10.

1. Seřizování a údržba stroje se musí provádět:

- a) V pravidelných ročních intervalech.
- b) V intervalech uvedených v návodu k obsluze stroje.
- c) Vždy na začátku směny.

2. S bezpečností práce a všeobecnými zásadami ochrany zdraví při práci na stroji musí být prokazatelně seznámeni:

- a) Pracovníci obsluhující stroj.
- b) Pracovníci zabývající se instalací, obsluhou nebo opravou stroje.
- c) Vedoucí dílny nebo provozu, na které je zařízení umístěno.

3. Bezvědomého se zachovanými životními funkcemi ukládáme do polohy:

- a) Ponecháme v poloze, v níž se nachází, trvale udržujeme volné dýchací cesty a sledujeme jeho dýchání.
- b) Na zádech s podloženou hlavou.
- c) Stabilizované polohy na boku.

4. Na vodorovné kryty stroje:

- a) Je zakázáno odkládat jakékoliv předměty.
- b) Je zakázáno odkládat materiál a polotovary.
- c) Je povoleno odkládat pouze měřidla potřebná pro kontrolu obrobků.

5. Kleštinové upínací zařízení:

- a) Můžeme používat pro tažený a broušený materiál.
- b) Můžeme používat pro válcovaný materiál.
- c) Nesmíme používat k upínání materiálu.

6. U obrobků přesahujících obvod upínacího zařízení:

- a) Kontrolujeme, zda jejich dráhy nepřesahují největší oběžný průměr stroje.
- b) Kontrolujeme dovolenou hmotnost obrobku.
- c) Kontrolujeme povolenou házivost obrobku.

7. Ruční pilování a leštění obrobků, které mají vystupující části, výřezy nebo drážky:

- a) Provádíme se zvýšenou opatrností.
- b) Provádíme pouze při malých řezných podmínkách.
- c) Je zakázané

8. Používání stlačeného vzduchu pro čištění pracovního prostoru stroje:

- a) Je povoleno, pokud obsluha použije vhodné ochranné pomůcky.
- b) Je povoleno, pokud je tlak vzduchu upraven na předepsaný tlak.
- c) Je zakázáno.

9. Při přerušení dodávky elektrického proudu:

- a) Musí obsluha vypnout hlavní vypínač stroje.
- b) Musí obsluha hlásit problém přímému nadřízenému.
- c) Musí obsluha ponechat stroj v pozici, ve které se zastavil.

10. Udržovat v čistotě stroj a jeho okolí musí obsluha:

- a) Pouze na začátku směny.
- b) Vždy při předávání pracoviště, tedy na konci směny.
- c) V průběhu směny.

11. Zaměstnanec je povinný ohlásit pracovní úraz:

- a) Do 48 hodin.
- b) Ihned.
- c) Bezodkladně.

12. Při manipulaci s obrobky v nebezpečném pracovním prostoru stroje:

- a) Musí pracovník odjet suporty do bezpečné vzdálenosti, aby se neporanil o nástroje.
- b) Musí pracovník vypnout stroj hlavním vypínačem.
- c) Nesmí pracovník používat pracovní rukavice.

Podpis zkoušeného:

Počet bodů:

2 TECHNICKÁ NORMALIZACE

Pojem technická normalizace se vyskytuje poprvé v průmyslově vyspělých kapitalistických státech na přelomu 19. a 20. století.

Průmyslové podniky začaly v rámci své působnosti vyhlášovat různé podnikové technické normy, které jim sjednocovaly opakující se technické činnosti.

Majitelé si uvědomili, že popis činností a definování konečných parametrů výrobku v určitém technickém předpisu (technická norma) představuje úsporu nákladů do budoucnosti, které by bylo nutno vynaložit na vývoj obdobného technického nebo technologického postupu, obdobného výrobku.

2.1 Technické normy

Technické normy jsou dokumentované dohody, které pro všeobecné a opakované použití poskytují pravidla, směrnice, pokyny nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků, které zajišťují, aby materiály, výrobky, postupy a služby vyhovovaly danému účelu.

V dnešní společnosti jsou technické normy kvalifikovaná doporučení, nikoli povinná nařízení. Jejich používání je dobrovolné, avšak všestranně výhodné.

Význam technických norem:

- jsou nezbytnou podmínkou pro volný oběh zboží a služeb zejména v EU
- slouží jako referenční úroveň pro poměření/zhodnocení kvality výrobku nebo služby
- stanovují kritéria bezpečnosti
- podporují vyrovnaný vztah (soulad) mezi kvalitou a náklady
- jsou často závazné v obchodních smlouvách mezi dodavatelem a odběratelem
- mohou být povinně vyžadovány u veřejných zakázek
- stávají se efektivním nástrojem konkurenčního boje v hospodářské soutěži
- chrání životní prostředí a dbají na ochranu zdraví
- umožňují vzájemnou podporu/vzájemný soulad životního prostředí a konkurenceschopnosti
- chrání jak spotřebitele, tak i výrobce
- zajišťují efektivní výrobu
- zajišťují provázanost mezi výrobky a službami
- jsou efektivním nástrojem hospodářské soutěže
- umožňují přijímat vyspělá technická řešení bez ohledu na rozdílnou technickou úroveň účastníků trhu
- reflektují výsledky vývoje a výzkumu
- jednotné evropské a mezinárodní technické normy jsou jednou z nezbytných podmínek pro volný oběh zboží a služeb zejména v EU, jsou společnou řečí obchodu

2.2 Metody technické normalizace

Unifikace

je normalizační metoda, kterou se zavádí jednotný výrobek (součást, výrobní celek, materiál) nebo způsob práce tak, aby pro danou společenskou potřebu a z hlediska rozměrů, funkčních vlastností apod. byly jednotlivé výrobky navzájem zaměnitelné.

Unifikace zajišťuje odstranění mnohotvárnosti výroby vyloučením zbytečných odchylek a variant, zvyšuje organizovanost výroby zvýšením opakovatelnosti.

Příklady: spojovací součásti, objímky žárovek ...

Typizace

je normalizační metoda, která formou výběru vytváří hospodárný počet typů některého výrobku nebo činnosti, který je postačující ke krytí převážné části potřeby národního hospodářství. Typizace může vycházet z existujících výrobků, tvořit jejich účelné řady nebo v existujících řadách zmenšovat počet jejich členů. Typizace je nejprogresivnější v tom případě, kdy se výhledové řady parametrů stanoví bez ohledu na stávající výrobu a jsou pak podkladem pro vlastní vývoj a konstrukci.

Příklady: rozměrové řady spojovacích součástí, wattáž žárovek ...

Specifikace

je normalizační metoda, která stanovuje zejména vlastnosti, provedení nebo uspořádání předmětů (surovin, materiálů, výrobků, zařízení) nebo způsoby práce (pracovní postupy, zkušební metody nebo jiné činnosti), popřípadě stanoví i opatření potřebná ke zjištění, zda jsou stanovené požadavky plněny.

Příklady: technické podmínky pro dodávku určitého výrobku – těsnění, motor, lokomotiva ...

V současnosti se setkáváme s novými, moderními metodami normalizace. Definice jejich obsahu zatím není upřesněna, ale v odborné veřejnosti se o těchto metodách často mluví. Patří mezi ně následující metody:

Harmonizace norem

metoda, která může být na národní, evropské nebo mezinárodní úrovni. Princip harmonizace norem spočívá v tom, že požadavky určité normy jsou zavedeny jednotně v několika státech, které mezi sebou obchodují. Na výrobky jsou pak stejné požadavky a tím jsou vyloučeny technické překážky obchodu.

Normalizace doprovázející vývoj

je moderní metoda, kdy zároveň s prací na vývoji výrobku probíhá tvorba technické normy, která výrobek nebo technologii popisuje. V okamžiku, kdy se dostane výrobek na trh, je k dispozici norma s parametry výrobku. Tím je usnadněna certifikace výrobku. Tento postup má mnoho výhod a v podstatě staví konkurenci do nezáviděníhodné role, protože konkurenční firma se nemůže zúčastnit připomínkování normy.

2.3 Systém technické normalizace

Technickou normalizaci je možno rozdělit do tří stupňů.

2.3.1 Mezinárodní normalizace

Mezinárodní organizace pro normalizaci – ISO (International Organization for Standardization)

ISO sdružuje v současné době přes 160 členů – národních normalizačních organizací. Dokumenty vydávané Mezinárodní organizací pro normalizaci jsou označeny ISO. Sídlo ISO je v Ženevě (Švýcarsko).

2.3.2 Evropská normalizace

Evropský výbor pro normalizaci – CEN (European Committee for Standardization)

CEN sdružuje národní normalizační organizace všech 27 členských států EU. Normy vydávané Evropským výborem pro normalizaci jsou označeny EN. Při jejich tvorbě CEN úzce spolupracuje s ISO na základě tzv. Vídeňské dohody. Sídlo CEN je v Bruselu (Belgie).

2.3.3 Národní normalizace

V současné době je představitelem národní normalizace Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Pro proces tvorby technických norem je nezastupitelná činnost dvou odborů ÚNMZ:

Odbor technické normalizace (OTN)

Odbor zajišťuje tvorbu technických norem od návrhu nového projektu (na evropské, mezinárodní nebo národní úrovni), připomínkování norem na evropské (mezinárodní) úrovni a jejich schválení a v konečné fázi vzniku normy její zpracování do národní normalizační soustavy. U platných norem zajišťuje OTN případné změny a opravy normy, revize normy a případné prověrky normy, zda její technická úroveň je dostačující. Není-li již norma přínosem, pak OTN zajišťuje zrušení normy. Zároveň OTN spravuje databázi platných technických norem, podává informace o technických normách a spravuje systém ČSN online, kde jsou k dispozici veškeré české technické normy v elektronické formě přístupné předplatitelům tohoto systému.

Kancelář Úřadu (KÚ)

Kancelář zajišťuje výkonnou činnost, schvalování úkolů do plánu technické normalizace.

2.4 České technické normy

Písmenná značka pro české technické normy je ČSN.

Normy dnes nejsou závazné. To ale v žádném případě neznamená, že normy není třeba dodržovat. Dodržování norem je jedním ze základních předpokladů pro to, aby výrobek byl bezpečný. V případě konfliktu, kdy výrobek někoho poraní nebo způsobí jeho úmrtí, vyšetřující orgány v první řadě zajímá, jak byly splněny normy ČSN, protože ty představují dosažený stav techniky. V případě, že normy nejsou dodrženy, musí výrobce doložit, že jeho řešení bylo minimálně tak kvalitní, jak to stanovuje norma. Mnohdy to bývá nákladné a často se nepodaří takovou skutečnost prokázat.

Důležitým prvkem normy je titulní strana, popřípadě informace na dalších stranách normy. Na těchto stranách jsou umístěny závažné informace. Mezi ně patří:

- označení normy (písmenná značka a číslo)
- třídící znak normy (šestimístné číslo, které normu zařídí podle jejího obsahu do třídy a skupiny norem)
- název normy
- rok a měsíc vydání normy
- identita s evropskými nebo mezinárodními normami
- název normy v angličtině, němčině a francouzštině
- mezinárodní identifikační číslo ICS a katalogové číslo
- přehled souvisejících norem
- přehled citovaných norem
- zrušovací ustanovení
- autor normy
- odpovídající TNK
- pracovník ÚNMZ

Důležitými identifikačními údaji normy jsou označení normy, třídící znak normy a mezinárodní identifikační číslo.

2.4.1 Označení normy

Označení normy sestává z písmenné značky ČSN (česká technická norma), popřípadě doplněné dalšími písmeny (EN – evropská norma, ISO, IEC – mezinárodní norma) nebo jejich kombinací, což určuje původ dané normy. Například označení ČSN EN ISO 9001 – česká technická norma, která zavádí identickým způsobem text mezinárodní normy ISO 9001, která je současně evropskou normou EN ISO 9001. Označení všech norem naznačuje, že se jedná o českou verzi mezinárodní i evropské normy.

2.4.2 Třídící znak normy

Šestimístné číslo ve tvaru XX XXXX, které zařídí zavedenou evropskou nebo mezinárodní normu do našeho původního systému třídění norem, kdy každá norma byla zařazena do třídy, skupiny a podskupiny.

Příklad:

02 XXXX *Strojní součásti: šrouby, matice, podložky ...*

22 XXXX *Nářadí: vrtáky, výhrubníky, frézy ...*

25 XXXX *Měřidla*

2.4.3 Mezinárodní identifikační číslo ICS

Několikamístné číslo ve tvaru XX.XXX.XX, které na mezinárodní úrovni identifikuje normy na základě jejich obsahu. Identifikační znak je stavebnicový – to znamená, že je možno hledat již na základě prvních dvou čísel. Další čísla už upřesňují podrobnější hledání. (ICS je zkratka pro International Classification for Standards). Využití systému je zejména při hledání v databázích norem, kdy se snažíme najít zahraniční normy na určitý výrobek.

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 21.100.20

Duben 1998



Valivá ložiska -
Kuličková ložiska jednořadá

ČSN 02 4630

Rolling bearings - Single row ball bearings

Roulements - Roulements à billes à une rangée

Wälzlager - Rillenkugellager einreihig

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN 02 4630 z 1984-12-20.

© Český normalizační institut,
1998

52246

Strana 2

Předmluva**Změny proti předchozí normě**

Norma má novou stavbu, členění a úpravu. Neobsahuje Informační přílohu a informace o označení ložisek používané v jiných zemích.

Vypracování normy

Zpracovatel: ZKL VUVL a.s. se sídlem v Brně, IČO 46346627, Lubomír Velčovský, David Kříbek

Technická normalizační komise č. 57 - Valivá ložiska

Pracovník Českého normalizačního institutu: Luboš Ptáček

Strana 3

1 Předmět normy

Tato norma udává výběr hlavních rozměrů a hmotností kuličkových ložisek jednořadých rozměrových skupin 18, 19, 00, 10, 02, 03, 04, podle ČSN 02 4629.

Obr. 1: Titulní strana České technické normy (ČSN)

2.5 Národní normativní dokumenty

Česká technická norma (ČSN)

- dokument schválený a vydaný jako národní norma národním normalizačním orgánem, dostupný veřejnosti.

Technická normalizační informace (TNI)

- dokument, který obsahuje:
 - technické údaje, které ještě nemají předpoklad zpracování na úrovni normy (kde však z různých důvodů existuje perspektivní, nikoliv okamžitá možnost vydání normy) nebo jsou do nich převzaty některé osvědčené údaje ze zrušených ČSN, jejichž zachování a využití (po případné aktualizaci) je účelné, dokument se označuje TNI

Česká předběžná technická norma (ČSN P)

- norma dočasně přijatá národním normalizačním orgánem za účelem získání potřebných zkušeností při jejím používání, s možností budoucí dohody o vydání normy

Další druhy normativních dokumentů

Technická specifikace (TS)

- je dokument přijatý CEN, CENELEC, ISO nebo IEC s možností budoucí dohody o evropské nebo mezinárodní normě

Technická zpráva (TR)

- dokument přijatý CEN, CENELEC, ETSI, ISO nebo IEC, obsahující soubor údajů jiného druhu než údaje obvykle vydávané jako evropské nebo mezinárodní normy nebo technické specifikace

2.6 Užitečné odkazy na webové stránky

Weby v ČR:

- Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví www.unmz.cz
- Česká společnost pro technickou normalizaci www.cstn.cz

Weby evropských organizací:

- CEN www.cen.eu

Weby mezinárodních organizací:

- ISO www.iso.org

3 MĚŘENÍ A KONTROLA DÉLKOVÝCH ROZMĚRŮ, GEOMETRICKÝCH TVARŮ, VZÁJEMNÉ POLOHY PRVKŮ A JAKOSTI POVRCHU.

3.1 Základy měření ve strojírenské výrobě

Nejčastějším způsobem kontroly součástí ve strojírenství je měření. Touto oblastí se zabývá vědní obor metrologie, konkrétně technická průmyslová metrologie.

Měření

- je kontrolní pracovní činnost, kterou je třeba změřit – měřená veličina např. délka, úhel, jakost povrchu atd. Měřený rozměr zjistíme přímo měřidlem, nebo nepřímo porovnáním-kalibrem.

Kontrola

- znamená zjištění, zda materiál nebo obrobek splňují předepsané podmínky – rozměrovou a tvarovou přesnost, kvalitu povrchu, pevnost, tvrdost atd.

Účelem technických měření je ověřit, zda výrobek má předepsané vlastnosti a cílem je stanovit hodnotu veličiny. Touto známou hodnotou měřené veličiny je její jednotka. Při kvantifikaci metrologických veličin se používá mezinárodní soustava jednotek SI.

3.1.1 Základní rozdělení měřidel podle kategorizace měřidel

- etalony
- pracovní měřidla stanovená
- pracovní měřidla nestanovená
 - pracovní měřidla podléhající periodické kalibraci
 - pracovní měřidla nepodléhající periodické kalibraci
- certifikované referenční materiály

Etalony

- primární, sekundární, mezinárodní, národní, referenční, pracovní, porovnávací

Etalony slouží k realizaci a uchování jednotky určité veličiny nebo stupnice a přenosu na měřidla nižší přesnosti. Etalony se nesmí používat k pracovním (provozním) měřením.

Pracovní měřidla stanovená

Jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam.

Pracovní měřidla nestanovená

- pracovní měřidla podléhající periodické kalibraci

Jsou měřidla, jejichž používání má vliv na množství a jakost výroby, ochranu zdraví, bezpečnosti i životního prostředí. V oblasti strojírenství bývají tyto měřidla početně nezastupitelnější – podle oboru měření.

- pracovní měřidla nepodléhající periodické kalibraci

Jsou ostatní pracovní měřidla, která neslouží k prokazování shody, tj. nepoužívají se kontrole kvality výroby. Tyto měřidla se označují jako orientační nebo informativní a podléhají prvotní kalibraci.

Certifikované referenční materiály

Jsou materiály nebo látky přesně stanoveného složení nebo vlastností. Používají se pro kalibraci přístrojů a vyhodnocení měřících metod.

3.2 Etapy měření

Každé měření vyžaduje dokonalou přípravu před měřením, pečlivé provedení vlastního měření a správné vyhodnocení naměřených hodnot, včetně protokolu o výsledku měření.

- příprava měření
- vlastní měření
- vyhodnocení měření

3.2.1 Příprava měření

Do přípravy měření spadají tyto činnosti:

- zpracování vlastního plánu měření, ve kterém se uvede schéma měřícího zařízení, přehled všech veličin, které je třeba pro měření zjišťovat, vyznačení míst pro realizaci měření, výčet měřidel a měřících zařízení, schéma postupu měření a požadavky na trvání jeho jednotlivých fází
- příprava měřících přístrojů a zařízení
- příprava měřených vzorků a manipulace s nimi
- je nutné uvážit, jaké vnější faktory mohou ovlivnit měření, tomu je nutné podřídit umístění přístrojů, je potřeba znát i laboratorní podmínky – teplotu, tlak, vlhkost, případně rušivé magnetické pole, tepelné, světelné nebo radioaktivní pozadí

Při výběru měřících přístrojů je třeba zvážit podmínky, za nichž se bude měření provádět, jeho trvání, charakter, rozsah, charakter měřených hodnot a vlivy na ně působící, požadovanou přesnost výsledků a předpokládaný způsob vyhodnocování. Měřicí přístroje je třeba volit tak, aby nejčastěji měřené hodnoty byly mezi 50 % až 75 % měřícího rozsahu. Je vhodné volit přístroje s jasným a jednoduchým vyznačením hodnot.

3.2.2 Vlastní měření

Vlastní měření spočívá v těchto aktivitách:

- ověření funkčnosti měřících přístrojů a zařízení
- provedení předpokládaných měření

3.2.3 Vyhodnocení měření

Zpracování výsledků měření je nejobtížnější a nejdůležitější částí měření, obvykle zahrnuje tyto práce:

- statistické zpracování dat zejména v případě opakovaného měření jedné veličiny

- grafické zobrazení experimentálních charakteristik a jejich aproximace statistickými, případně dalšími metodami
- posouzení přesnosti měření a spolehlivosti výsledků
- publikace výsledků měření ve formě zprávy


Protokol o měření

Měrový protokol je důležitým dokladem, do kterého se zanášejí naměřené údaje. Může být významným průkazním dokumentem v případě poškození měřeného zařízení, proto je nutné, aby obsahoval všechny závažné údaje charakterizující průběh měření.

Měrový protokol musí obsahovat tyto údaje:

- stručné údaje o předmětu měření
- schéma zapojení měřících přístrojů s jejich seznamem, s uvedením výrobce, inventárním číslem a charakteristickými údaji nutnými pro zpracování výsledků
- datum, počátek a konec měření, údaje o teplotě, vlhkosti a barometrickém tlaku
- jména osob, která měření prováděla
- naměřené údaje

Protokoly se zpracovávají na samostatných, číslovaných a řádně evidovaných formulářích.

PROTOKOL O MĚŘENÍ			
	Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo nábřeží 51, příspěvková organizace		Číslo protokolu:
	Datum přijetí:	Datum měření:	
Název součásti:			
Číslo výkresové dokumentace:			
Jmenovitý rozměr:			
Použitá měřidla (název, evidenční číslo):			
Podmínky měření:	Teplota	Vlhkost	Atmosférický tlak
Výsledek měření:			
Měření provedl:	Datum:	Podpis:	

TABULKA NAMĚŘENÝCH HODNOT			
Číslo kódy:	Hodnoty délkových rozměrů uvedeny v [mm], hodnoty úhlových rozměrů ve [°]		Vyhovuje výkresové dokumentaci číslo:
	Jmenovitý rozměr: (rozměr dle výkresu)	Naměřený rozměr:	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
Poznámky:			

Obr. 2: Protokol o měření

3.3 Všeobecné zásady správného měření

- volíme vhodné měřidlo podle požadované přesnosti měření
- používáme měřidla pouze označená s platnou kalibrací měřidla
- měřená součást i měřidlo musí mít stejnou teplotu, měřidla i kontrolované předměty necháme ustálit na teplotu 20 °C

- měřená součást i měřicí doteky musí být čisté
- měříme a pracujeme s měřidly s citem
- měřidla mají být konstruována tak, aby osa měření byla přímým pokračováním osy měřidla – Abbého princip
- při měření, dotyky měřidla musí správně přiléhat k měřenému objektu, vyhledání správné měřicí polohy
- měřené hodnoty odečítáme při dobrém osvětlení, při odečítání se díváme kolmo na stupnici měřidla
- měřidla pokládáme na měkké podložky
- měřidla po použití očistíme, nakonzervujeme a uložíme do pouzder

Při měření jakékoliv veličiny musíme vždy správně analyzovat zadání měření a následně pak zvolit vhodnou měřicí metodu a příslušné přístroje a pomůcky.

3.4 Volba měřidla a měřicí metody

Při volbě měřidla a měřicí metody se musí zohlednit:

- druh měřené veličiny (hmotnost, délka, elektrické napětí apod.)
- typ výroby (kusová, sériová, hromadná)
- hledisko výkresu součásti se zápisem tolerancí (toleranční značky, mezní úchylky)
- rozsah měření
- přesnost měření

3.4.1 Měřicí metody

Měřicími metodami rozumíme způsoby, které používáme ke kvantifikaci měřených veličin. Většinu měřících metod lze realizovat různými postupy, které představují zpravidla sled úkonů, potřebných k realizaci měření na základě určité měřicí metody, které vycházejí z určitého měřicího principu.

Měření délek dělíme podle použité měřicí metody:

- měření absolutní
 - velikost měřeného rozměru je zjištěna určitým počtem délkových jednotek odečtených na stupnici měřicího přístroje, např. měření délky posuvným měřítkem
- měření nepřímé
 - používá se, pokud měřený rozměr nelze změřit přímo. Měří se jiný rozměr a pomocí matematických funkcí se požadovaný rozměr vypočítá
- měření komparační
 - porovnávací, velikost měřeného rozměru se zjišťuje porovnáním rozměru, nebo tvaru kontrolovaného předmětu s nastaveným rozměrem na měřidle nebo tvarem kalibru nebo šablony. Zjišťujeme, zda odchylka nepřesahuje dovolenou toleranci. Číselnou hodnotu rozměru na měřidle nelze stanovit.

3.4.2 Měřidla

Měřidla používaná k měření délek můžeme rozdělit:

- měřidla přímá

U těchto měřidel se přímo odečte měřený rozměr na stupnici měřidla. např. posuvné měřítko, mikrometrická měřidla.

- měřidla nepřímá

Měřidla se musí seřadit na jmenovitý rozměr a na stupnici měřidla odečteme pouze odchylku od jmenovitého rozměru. Tyto měřidla mají malý rozsah měření, ale velkou přesnost - např. číselníkový úchylkoměr.

- měřidla pevná

Tyto měřidla jsou vyrobena pro měření jednoho rozměru v dané toleranci, měření je rychlé a jednoduché - např. kalibry.

Podle rozlišení měřidla dělíme:

- rozlišení 0,5 mm a horší – například svinovací metr, ocelové pravítko
- rozlišení 0,1 mm – posuvná měřidla
- rozlišení 0,01 mm – mikrometrická měřidla
- rozlišení 0,001 mm – porovnávací měřidla

Podle technického provedení dělíme na:

- posuvná měřidla
- mikrometrická měřidla
- koncové měrky
- kalibry
- porovnávací měřidla
- souřadnicové měřicí stroje

3.5 Měřidla přímá

3.5.1 Posuvná měřidla analogová

Posuvným měřidlem měříme vnější rozměry součásti, vnitřní rozměry a hloubky. Měří s přesností 0,1 až 0,02 mm.

Posuvné měřidlo obsahuje pevnou část se základní stupnicí a posuvnou část s posuvnou stupnicí – noniem.

Při desetinném noniu je 10 dílků nonia rovno 9 mm, to znamená, že jeden dílek nonia je o 0,1 mm kratší než jeden dílek hlavní stupnice a přesnost měřidla je 0,1 mm.

Při dvacetinném noniu je 20 dílků nonia rovno 19 mm a přesnost je 0,05 mm.

Při padesátinném noniu je 50 dílků nonia rovno 49 mm, přesnost je 0,02 mm.



Obr. 3: Posuvné měřítko analogové

3.5.2 Posuvná měřidla digitální

Posuvná měřidla s digitálním ukazatelem zobrazují měřený údaj v číslicovém tvaru, umožňují snadnější a rychlejší odečítání, měří s přesností 0,01 mm. Lze u nich nastavit 0 v libovolné poloze. Mohou být připojena na mikroprocesor. Naměřené hodnoty se dají statisticky vyhodnocovat.

Na stejném principu jako posuvná měřítka pracují posuvné hloubkoměry a posuvné výškoměry.



Obr. 4: Posuvné měřítko digitální

3.5.3 Mikrometrická měřidla

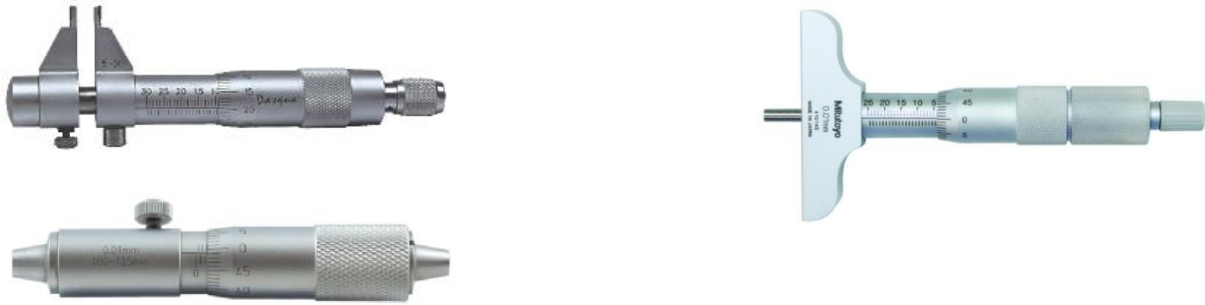
Používají se pro měření vnějších a vnitřních rozměrů a na měření hloubek. Měří s přesností 0,01 mm. Základem mikrometru je šroub a matice o stoupání 0,5 mm.

Podélná stupnice mikrometru je dělená po 0,5 mm. Obvod bubínku je rozdělen na 50 dílků. Pootočme-li bubínkem o jednu padesátinu jeho obvodu, posune se měřicí dotyk o 0,01 mm. Mikrometry mohou mít různé konstrukční úpravy podle použití.

Rozdělení mikrometrických měřidel

- třmenové mikrometry (analogové nebo digitální), pro měření vnějších rozměrů
- dutinové mikrometry pro, měření malých otvorů
- mikrometrické hloubkoměry, pro měření hloubek
- mikrometrické odpichy, pro měření velkých otvorů





Obr. 5: Mikrometrická měřidla

3.5.4 Koncové měrky

Koncové měrky mají tvar destičky nebo hranolku s přesnou hodnotou vzdálenosti jejich rovnoběžných ploch. Povrch je lapovaný. Jejich složením sestavujeme požadovaný rozměr, který se snažíme poskládat z co nejmenšího počtu měrek (maximálně pět měrek), aby vznikly minimální úchylky. Požadovaný rozměr skládáme vždy od nejmenší měrky, na kterou se postupně nasouvají další měrky.

Materiál měrek:

- Ocel, uměle stárnutá, rozměrová stálost, při pravidelném čistění a konzervaci je zaručena dlouhodobá uspokojivá použitelnost, lepší přilnavost, vyšší pevnost v ohybu, houževnatost
- Keramika, vyšší tvrdost, odolnost proti otěru, korozi a chemikáliím, téměř stejná tepelná roztažnost, lehčí, křehčí.



Obr. 6: Koncové měrky

3.6 Měřidla nepřímá (porovnávací)

3.6.1 Kalibry

Druhy kalibrů:

- kalibry na vnitřní rozměry (díry)
- kalibry na vnější rozměry (hřídele)
- ostatní kalibry (speciální kalibry)

Dále kalibry můžeme dělit na:

- kalibry na hladké součásti
- kalibry na tvarové součásti (závity, drážkování)

Kalibry jsou pevná měřidla s nejrychlejším a nejsnazším použitím. Kalibr se nasune na měřenou součást a tím zjistíme, zda měřený rozměr vyhovuje dané toleranci. Toto měření je málo náchylné k chybám. Jejich nevýhodou je, že každý kalibr je vyrobená pro měření jednoho rozměru v jedné toleranci. Měření s použitím kalibrů se používá v hromadné výrobě.



Obr. 7: Kalibry

3.6.2 Číselníkové úchylkoměry, pasametry

Tyto měřidla se liší svým provedením, převodem a rozlišením.

Platí, čím větší rozlišení měřidla, tím menší měřící rozsah měřidla. Převod slouží k zvětšení malé výchylky měřícího doteku na velkou, okem viditelnou výchylku ručičky na stupnici. Většinou měřidla mají tvar měřící hlavice, která se upíná do stojánku. Měřidlo nejprve nastavíme pomocí koncových měrek na požadovaný rozměr. Na stupnici měřidla potom odečítáme odchylku od tohoto nastaveného rozměru.

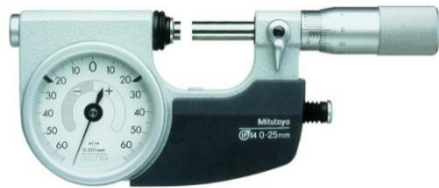
Rozdělení podle převodu:

- převod mechanický
 - pákový
 - pružinový
 - ozubenými koly
 - kombinovaný
- Převod mechanicko – optický
- Převod pneumatický
 - bezdotykový
 - dotykový

- Převod elektrický
 - porovnávací (elektro kontaktní)
 - fotoelektrický
 - kapacitní
 - indukční



Obr. 8: Číselníkový úchylkoměr



Obr. 9: Pasametr

3.7 Délkové (souřadnicové měřicí stroje)

Pro přesné měření tvarově složitých součástí se používají tříose souřadnicové měřicí stroje. Vyrábí se s vodorovnou nebo svislou osou měření. Měřená hodnota je odečítána pomocí mikroskopu, nebo digitálního ukazatele.

Součást se položí na stůl přístroje a měřící dotek, který se posouvá ve třech osách – X, Y, Z a svým dotykem proměřuje povrch měřené součásti. Na displeji se zobrazují naměřené hodnoty v těchto osách. Měřidlo je propojeno s počítačem, který umí ze změřených údajů vypočítat například průměry a polohy díry, odchylky kruhovitosti, nebo porovnat změřený tvar s počítačovým modelem.



Obr. 10: Souřadnicový měřicí stroj

3.8 Kontrolní operace ve výrobním procesu

Kontrola kvality se dostává do popředí zájmů o kvalitní výrobky, služby, výrobní proces. Na kontrole kvality se podílejí jednak pracovníci výrobních úseků, tak rovněž technické kontroly.

Dvě úrovně kontroly kvality:

- samokontrola (prvotní kontrola)
 - provádí pracovník výroby, jako součást výrobní operace
 - pracovník výroby kontroluje sám bezprostředně po provedení výrobní operace
 - výsledky kontroly vyhodnocuje, výrobky třídí na shodné a neshodné
 - podíl kontrolního času k celkovému času výrobní operace činí u jednotlivých operací 5 až 10 %
- kontrola prováděná kontrolorem nebo pracovníkem útvaru řízení kvality
 - kontrolor prověřuje kvalitu výroby, analyzuje zjištěné nedostatky a navrhuje opravná opatření
 - úkolem výrobní kontroly není tříditi součásti z hlediska kvality provedení, ale předcházet vzniku neshodných výrobků
 - této skutečnosti musí odpovídat vybavení jak po stránce technické, personální a organizační

Kontrolní postup pro kusovou a malosériovou výrobu

- kusová a malosériová výroba je charakterizována rychlými změnami výrobního programu
- ke kontrole kvality se používají univerzální měřicí prostředky od jednoduchých dílenských měřidel (mezní kalibry, posuvná a mikrometrická měřidla, číselníkové úchylkoměry) až po souřadnicové měřicí stroje
- kontrolní operace se nerozpracovávají detailně, ale sami navrhnou vhodnou měřicí techniku
- toto je podmíněno vysokou kvalifikací pracovníků výroby a technické kontroly

Kontrola pro sériovou výrobu

- kvalifikace výrobních a kontrolních pracovníků je na nižší úrovni
- používají se univerzální dílenské měřicí prostředky, vhodné pro kontrolu větších výrobních dávek – číslicově měřicí přístroje. Představitelem měřících prostředků jsou NC měřicí centra
- kontrolní postupy jsou rozpracovány do účelné hloubky

3.9 Měření a kontrola geometrických tvarů.

Strojírenské výrobky musí splňovat parametry nejen délkových rozměrů, ale taky jiné, např. materiálové nároky, geometrické tvary, drsnost povrchu, vzhled.

Úchytky tvaru a polohy udávají maximální povolenou úchylku prvku součásti (v milimetrech) od ideálního geometrického prvku – u úchylek tvaru, nebo od jiného prvku – u úchylek polohy.

Geometrické tolerance se dělí:

- tolerance tvaru
- tolerance směru
- tolerance polohy
- tolerance házení

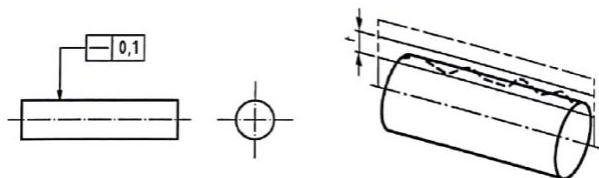
Tab. 1: Rozdělení geometrických tolerancí

Geometrické tolerance		Značka
Tvaru	Přímosti	—
	Rovinnosti	
	Kruhovitosti	
	Válcovitosti	
	Tvaru profilu	
	Tvaru plochy	
Směru	Rovnoběžnosti	//
	Kolmosti	
	Sklonu	
Polohy	Umístění	
	Soustřednosti a souososti	
	Souměrnosti	
Házení	Kruhového	
	Celkového	

3.9.1 Tolerance tvaru

Tolerance přímosti

- vyhovuje tehdy, pokud tolerovaná čára (osa, hrana, jakákoliv odvozená přímka z povrchu tolerované součásti) leží mezi dvěma rovnoběžnými přímkami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.

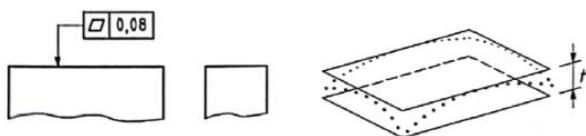


Obr. 11: Tolerance přímosti

Měření přímosti se většinou provádí různými kombinacemi jednoduchých přístrojů, například úchylkoměry s příměrnými pravítky. Stranou však nejdou ani klasické souřadnicové měřicí stroje či laserové interferometry.

Tolerance rovinnosti

- je vyhovující, pokud odvozená rovina leží mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.

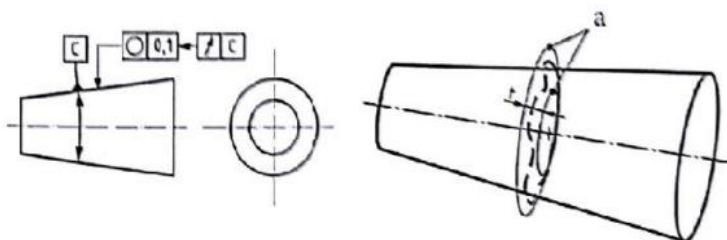


Obr. 12: Tolerance rovinnosti

Pro měření tolerance rovinnosti je využíváno úchylkoměrů, nožových pravítek, koncových měrek, interferenčně pomocí planparalelních sklíček, optiky a souřadnicových měřících přístrojů.

Tolerance kruhovitosti

- odvozená obvodová čára z kuželového nebo válcového povrchu v jakémkoliv průřezu musí ležet mezi dvěma koplanárními (ležícími ve stejné rovině) a soustřednými kruhy vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.

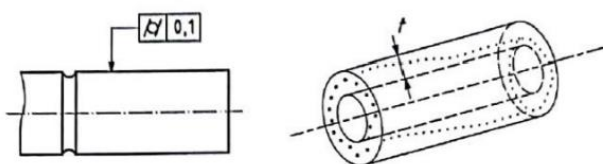


Obr. 13: Tolerance kruhovitosti

Měření číselníkovým úchylkoměrem při pootáčení součásti v prizmatické podložce. Také existují tříosé souřadnicové přístroje, nebo speciální měřidla – kruhoměry s otočným vřetenem.

Tolerance válcovitosti

- dovozený cylindrický povrch musí ležet mezi dvěma sousými válci vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.



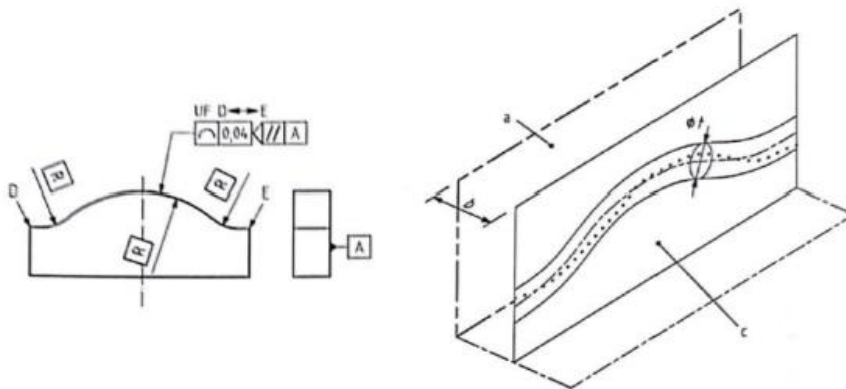
Obr. 14: Tolerance válcovitosti

Je to největší naměřená kolmá vzdálenost povrchu součásti od obalového válce. Měříme například jako kruhovitost několika příčných řezů a přímosti povrchových přímek pláště k ose válce.

Měření se provádí pomocí speciálního měřícího stroje, nebo lze využít i číselníkový úchylkoměr a pasometr, měření je celkem složité.

Tolerance tvaru profilu

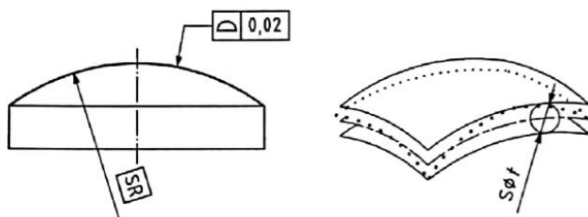
- odvozená čára profilu musí ležet mezi dvěma ekvidistantami, ležícími v rovině řezu kolmé k tolerovanému povrchu a vzdálenými od jmenovitého profilu o polovinu hodnoty tolerančního pole. V závislosti na účelu a posouzení dané tolerance lze předepsat základnu, ale její použití není nutné.



Obr. 15: Tolerance tvaru profilu

Tolerance tvaru plochy

- odvozený povrch musí ležet mezi dvěma ekvidistantními povrchy ohraničující koule o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. V závislosti na účelu a posouzení dané tolerance lze předepsat základnu, ale její použití není nutné.

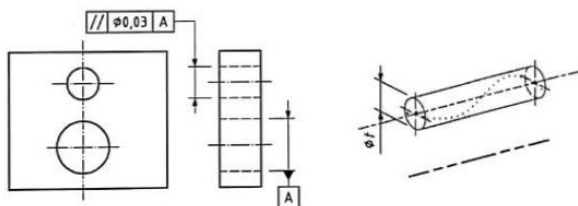


Obr. 16: Tolerance tvaru plochy

3.9.2 Tolerance směru

Tolerance rovnoběžnosti

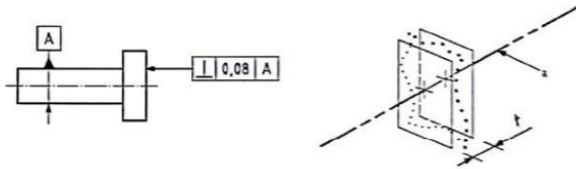
- odvozený tolerovaný prvek musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou rovnoběžné s předepsanou základnou. Pokud hodnotě tolerančního pole předchází symbol \emptyset , pak se toleranční zóna nachází uvnitř válce o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. Válec je rovnoběžný s předepsanou základnou. Toto lze použít pouze za předpokladu tolerování lineárního prvku.



Obr. 17: Tolerance rovnoběžnosti

Tolerance kolmosti

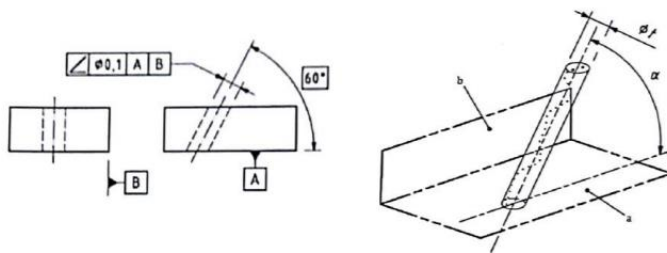
- odvozený tolerovaný prvek ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou kolmé na předepsanou základnou.



Obr. 18: Tolerance kolmosti

Tolerance sklonu

- odvozený tolerovaný prvek musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou natočeny oproti předepsané základně o specificky zadanou, teoreticky přesnou hodnotu úhlu.

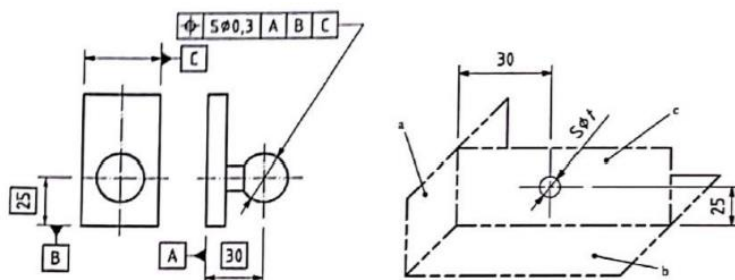


Obr. 19: Tolerance sklonu

3.9.3 Tolerance polohy

Tolerance umístění

- odvozený tolerovaný prvek musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole. Poloha toleranční zóny je dána teoreticky přesnou vzdáleností od předepsaných základen. Pokud hodnotě tolerančního pole předchází symbol \varnothing , pak se toleranční zóna nachází uvnitř válce o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. Toto lze použít pouze za předpokladu tolerování lineárních prvků. Pro případ tolerování bodových prvků, lze použít symbol $S\varnothing$. Toleranční zóna se pak nachází uvnitř kulové plochy o průměru rovném hodnotě tolerančního pole.

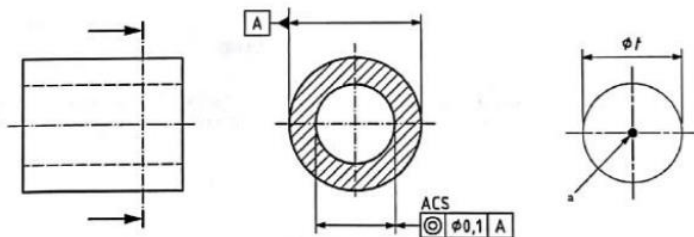


Obr. 20: Tolerance umístění

Tyto úchytky se měří běžnými měřidly za použití přípravků, trnů nebo kalibrů. Házení měříme číselníkovým úchylkoměrem při otáčení součásti upnuté mezi hroty.

Tolerance soustřednosti a sousosti

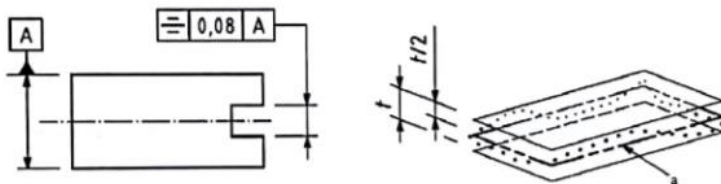
- odvozená tolerovaná osa musí ležet uvnitř tolerančního pole tvaru válce o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. Osa toleranční zóny tvaru válce je shodná s osou předepsané základny. V případě, že jsou předepsané dvě základny, pak osa tolerančního válce je totožná s osou nejmenšího možného opsaného válce, vytvořeného osami předepsaných základen.



Obr. 21: Tolerance umístění

Tolerance souměrnosti

- odvozená tolerovaná rovina souměrnosti musí ležet mezi dvěma rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole. Tyto roviny jsou rovnoběžné s rovinou souměrnosti ploch předepsaných základnou.

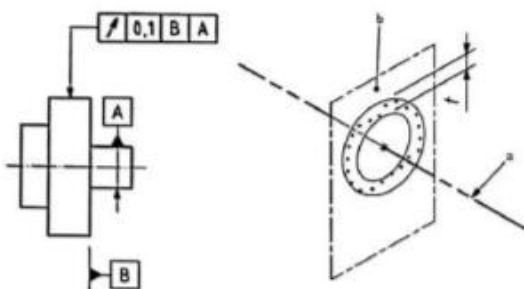


Obr. 22: Tolerance souměrnosti

3.9.4 Tolerance házení

Tolerance kruhového házení

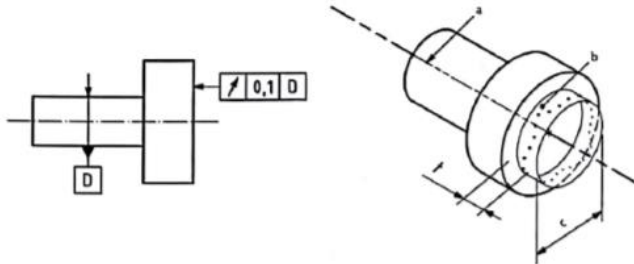
- obvodové (radiální) házení, všechny body tolerované plochy musí v libovolné rovině řezu, kolmé na osu předepsané základny, ležet mezi dvěma koplanárními a soustřednými kružnicemi s rozdílem poloměru rovným hodnotě tolerančního pole.



Obr. 23: Tolerance kruhového házení

Čelní (axiální) házení

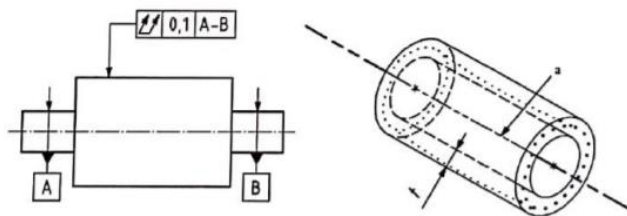
- všechny body tolerované plochy musí v libovolném řezu válcovou plochou, jejíž osa je totožná s osou předepsané základny, ležet mezi dvěma kružnicemi, které jsou axiálně posunuté o hodnotu tolerančního pole a které jsou součástí válcové plochy s osou totožnou k ose základny.



Obr. 24: Tolerance axiálního házení

Tolerance celkového házení (celkové obvodové házení)

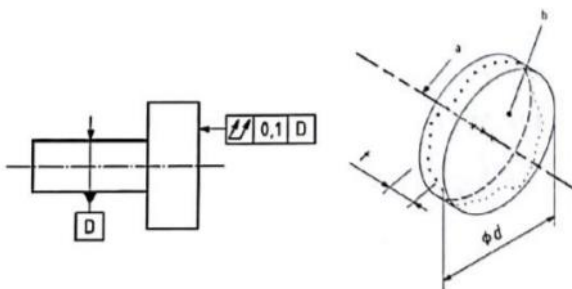
- všechny body tolerované plochy musí ležet mezi dvěma soustřednými válci, jejichž poloměry se liší o hodnotu tolerančního pole. Osa válců ohraničující toleranční pole je totožná s osou předepsané základny.



Obr. 25: Tolerance celkového házení

Celkové čelní (axiální) házení

- všechny body tolerované plochy musí ležet mezi dvěma rovinami kolnými k ose předepsané základny a vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.



Obr. 26: Tolerance čelního (axiálního) házení

3.10 Chyby měření a jejich příčiny

Každé měření je zatíženo chybou. Opakujeme-li měření za stejných podmínek, budou se výsledky měření lišit. To je způsobeno řadou vlivů.

Hlavní příčiny vzniku chyb:

- měřidlo, měřicí systém (jsou dány nedokonalostí a nespolehlivostí měřících přístrojů, např.: tření, chyby způsobené posunutím nuly, chyby umístění atd.)
- měřicí metoda (nerespektování dynamických vlastností měřidel, zanedbání některých funkčních závislostí – nepřímé měření)
- podmínky, při kterých se měření provádí (hlavně chyba teplotní)
- osoba, která měření provádí a vyhodnocuje (závisí na subjektivních vlastnostech osoby pozorovatele – zručnost, zkušenost, kvalifikace, psychický stav, chyba paralaxy, omezená rozlišovací schopnost)

Členění chyb:

- dle časové závislosti: statické, dynamické
- dle možnosti vyloučení: odstranitelné, neodstranitelné
- dle způsobu výskytu: chyby systematické (soustavné), chyby náhodné, chyby hrubé

3.10.1 Systematické chyby

Systematické chyby mají za stejných podmínek stejnou velikost a stejné znaménko.

Dělí se na:

- chyby měřicí metody
- chyby měřících přístrojů
- chyby osobní
- chyby způsobené vlivy prostředí

Chyby měřicí metody

- nesprávná volba měřicí metody, nesprávný měřicí postup, nesprávné umístění měřené součásti na směr měření, vliv přítlačné síly apod.

Chyby měřících přístrojů

- vznikají při výrobě (nepřesnost výroby, nepřesnost montáže) a při používání měřidel – zjišťují se kalibrací měřidel.

Chyby měřicí metody

- nesprávná volba měřicí metody, nesprávný měřicí postup, nesprávné umístění měřené součásti na směr měření, vliv přítlačné síly apod.

Chyby osobní

- neznalost, nepozornost, citlivost lidských smyslů apod.

Chyby způsobené vlivy prostředí

- teplota, tlak, osvětlení apod.

Velikost systematické chyby zjistíme výpočtem, popřípadě odhadem.

3.10.2 Chyby náhodné

Náhodné chyby mají za stejných podmínek různou velikost a různé znaménko. Vznikají nepravidelně, při opakovaném měření za stejných podmínek nedostaneme stejný výsledek. Jsou způsobené příčinami náhodného charakteru co do velikosti a směru působení (třením a vůlí v ložiskách měřicího přístroje, kolísáním teploty, kolísáním měřicí síly, otřesy apod.)

Obecné vlastnosti náhodných chyb můžeme vyjádřit dvěma zákony statistiky:

- malé chyby jsou častější než velké chyby
- počet kladných chyb je stejný jako záporných

Vliv náhodných chyb na přesnost měření můžeme zmenšit vícenásobným opakováním měření a výpočtem pravděpodobné hodnoty měřené veličiny – aritmetického průměru.

3.10.3 Chyby hrubé

Jsou na první pohled nápadné svou velikostí.

Jsou způsobené nepozorností obsluhy, poruchou přístroje, nesprávným použitím přístroje, omylem apod. Takto naměřené hodnoty nebereme při zpracování výsledků v úvahu.

3.10.4 Skutečné chyby

Vznikají souhrou všech uvedených vlivů. Pro jejich omezení je nezbytné eliminovat výskyt chyb hrubých a systematických. Zbývající odchylky lze považovat za chyby náhodné.

3.11 Dodržování jakosti opracovaných ploch

Každý technologický krok ve výrobě má svůj vliv na povrch a způsobuje tak i jeho drsnost povrchu. Aby byla zaručena stabilní kvalita vyráběných dílů, definuje se jakost povrchu pomocí takzvané hodnoty drsnosti.

Drsnost, to jsou nerovnoměrnosti, které jsou jinak definované jako povrchové výškové rozdíly. Tyto takzvané odchylky tvaru jsou způsobené řeznou hranou nástroje při povrchovém zpracování.

Podle převládajícího směru nerovností se drsnost posuzuje v příčném nebo podélném směru. Mezi kvalitu povrchu se zahrnuje i rovinnost povrchu. Drsnost povrchu se udává číslem μm .

Faktory, které ovlivňují kvalitu povrchu:

- obrábění
 - řezné podmínky (hloubka řezu nebo rychlost řezu)
 - nástroje (úhel čela, úhel sklonu, úhel záběru)
 - způsob obrábění (otáčky, broušení, frézování, soustružení)
- obráběný materiál (složení)
 - stabilita obráběného dílu
 - hladicí a mazací kapalina
 - vlastnost materiálu při obrábění

Kontrolu parametrů profilu drsnosti povrchu plochy se provádí pomocí:

- odhadem, pomocí zraku a hmatu
- porovnáním s vzorkovnicí drsnosti
- pomocí elektronických dotykových měřicích přístrojů

3.12 Měřidla drsnosti

3.12.1 Vzorkovnice drsnosti

Vzorkovnice drsnosti povrchu jsou obrobeny různými druhy opracování v různých stupních drsnosti podle praktické řady.



Obr. 27: Vzorkovnice drsnosti

3.12.2 Elektronické dotykové měřicí přístroje

Princip měření nerovnosti povrchu – snímací prvek (dotykový hrot), připojený k jednotce detektoru sleduje nepravidelnosti povrchu obrobku. Vertikální posuvy během sledování jsou zpracovány a digitálně zobrazeny na displeji.



Obr. 28: Elektronický drsnoměr

3.12.3 Metody kontroly struktury povrchu

Rozdělení metod:

- metody kvantitativní
- metody kvalitativní

Kvalitativní metody

- jsou založeny na porovnávání kontrolovaného povrchu s povrchem vzorovým, jehož drsnost známe. Porovnávat můžeme pouze povrchy opracované stejným způsobem obrábění. Výsledkem je zjištění, že porovnávaná plocha je hladší nebo hrubší než plocha vzorová. K porovnání slouží vzorkovnice povrchu.

Kvantitativní metody

- jsou metody, pomocí kterých vyjadřujeme drsnost číselnou hodnotou v parametrech R_a , R_t a R_z . Přístroje pro kvantitativní kontrolu dělíme na optické a elektronické.

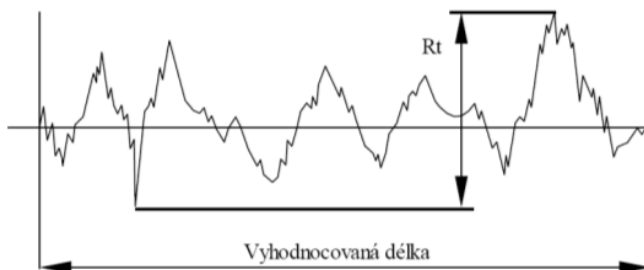
Běžně se používají na výkresové dokumentaci tyto parametry drsnosti povrchu:

R_a – průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu, aritmetický průměr absolutních hodnot souřadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky.



Obr. 29: Průměrná aritmetická úchylka

R_t – Celková výška profilu drsnosti: Součet výšky Z_p nejvyššího výstupku profilu a hloubky Z_v nejnížší prohlubně profilu v rozsahu vyhodnocované délky l_n .



Obr. 30: Celková výška profilu drsnosti

R_z – Největší výška profilu: Součet výšky Z_p nejvyššího výstupku profilu a hloubky Z_v nejnížší prohlubně profilu v rozsahu základní délky.



Obr. 31: Celková výška profilu

3.12.4 Metodika měření

Geometrický ideální povrch je stanoven výrobní dokumentací. Ve výrobních podmínkách skutečný povrch vytvářený nástrojem má podmíněné úchytky od geometricky ideálního povrchu. Skutečný povrch je povrch zjištěný měřicí technikou.

- proveďte odhad drsnosti povrchu vyjádřenou hodnotou Ra [μm] pomocí zraku a hmatu na základě svých praktických zkušeností
- vyhodnoťte drsnost povrchu vzorku vyjádřenou hodnotou Ra [μm] pomocí vzorkovnice drsnosti povrchu. Berte v úvahu technologii opracování, ze vzorkovnice etalonů vyberte vzorky opracované stejným způsobem jako měřený vzorek
- vyhodnoťte drsnost povrchu vzorku, vyjádřenou hodnotou Ra [μm] pomocí přístroje na měření drsnosti. Před vlastním měřením proveďte kontrolu přístroje pomocí pracovního etalonu. Proveďte nastavení přístroje, volte vhodnou délku měření. Měření drsnosti provádíme kolmo vzhledem k pohybu řezného nástroje v 5 bodech, a to 2x za sebou.

4 SOUSTRUŽENÍ

4.1 Základní pojmy

Soustružení je třískové obrábění rotujícího obrobku posouvajícím se nástrojem, většinou jednobřítým soustružnickým nožem. Je nejrozšířenějším způsobem obrábění a představuje až 30 % celkového objemu strojírenské výroby. Při tomto způsobu obrábění vzniká obrobek požadovaného tvaru, rozměrů a jakosti povrchu, s vnějšími i vnitřními rotačními plochami.

Znalost technologických pravidel soustružnické práce je základním předpokladem zvyšování produktivity práce na univerzálních, automatických i CNC soustruzích.

4.1.1 Význam soustružení

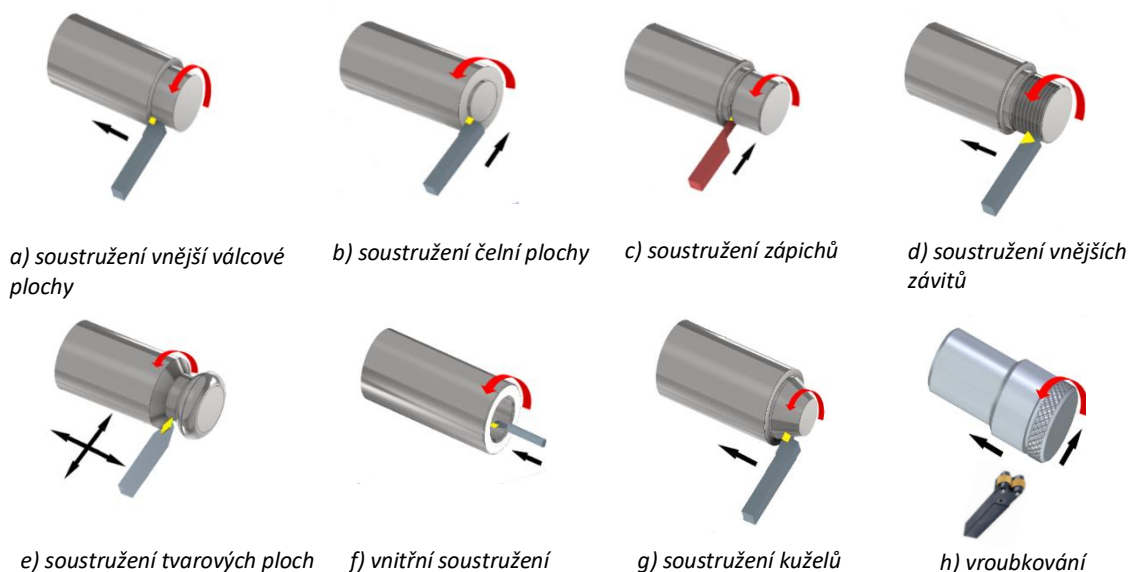
V současné době se hledají nové způsoby výroby mnoha součástí, které se dříve soustružily. Některé součásti lze vyrobit levněji, například tvářením. Použije se k tomu buď dosavadních materiálů (ocel, neželezné kovy atd.), nebo se i tyto materiály nahrazují levnějšími plastickými hmotami.

Ani vývoj soustruhů není ukončen. Nové typy jsou stále výkonnější a mění dosavadní způsob výroby součástí. Od kusové výroby se přechází k výrobě sériové a hromadné.

Přestože značná část celkového počtu soustružených součástí se bude v budoucnu vyrábět jinak, bude v kusové výrobě, v nářadovnách, v opravnách a v jiných dílnách, kde je již soustružení prováděno na CNC strojích, zapotřebí kvalifikovaných pracovníků, na něž se kladou vysoké požadavky. Soustružník musí znát stroj, všechny jeho funkce, vlastnosti i tvar (geometrii) nástrojů z různých materiálů, musí znát vlastnosti obráběných materiálů, podmínky, za nichž se má obrábět, technologické postupy apod.

4.1.2 Definice soustružení

Soustružením lze obrábět vnější i vnitřní válcové plochy, vnější i vnitřní kuželové plochy, tvarové plochy i plochy obecné (soudkovité, podsoustružené plochy fréz, vačky apod.).



Obr. 32: Způsoby soustružení

Na soustružích lze vrtat, vystružovat, řezat závity, soustružit rovinné i kulové plochy. Kromě toho na nich lze konat i zvláštní práce, jako vroubkování, dokončovací operace a pomocí přídavného zařízení lze brousit i frézovat.

4.1.3 Řezné pohyby

Soustružení je druh třískového obrábění, při kterém dochází k opracování vnějších i vnitřních rotačních ploch. Materiál obrobku je odebírán nejčastěji jednobřitým nástrojem. Hlavní řezný pohyb, který koná obrobek, je rotační a nástroj (soustružnický nůž) vykonává pohyb posuvný (příčný, podélný nebo obecný) směrem k obrobku.



Obr. 33: Řezné pohyby při soustružení

4.2 Technologické parametry soustružení (řezné podmínky)

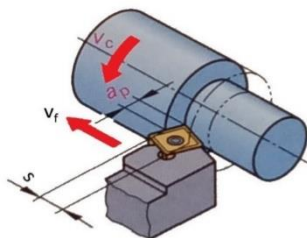
Při soustružení dochází k odběru třísky při rotačním pohybu materiálu a posuvném pohybu řezného nástroje.

Hlavními parametry soustružení jsou:

- řezná rychlost (v_c)
- posuv (s)
- hloubka řezu (a_p)

Správným stanovením těchto parametrů lze dosáhnout:

- optimální životnost nástrojů
- výhodného tvaru třísky
- požadované kvality povrchu obrobku
- velkého obráběcího výkonu



Obr. 34: Řezné podmínky při soustružení

4.2.1 Řezná rychlost

Volba řezné rychlosti závisí na materiálu obrobku, materiálu nástroje a technologii soustružení. Doporučené hodnoty řezné rychlosti lze získat z tabulek nebo z katalogu výrobců.

Výpočet řezné rychlosti:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad \text{m/min}$$

- π - konstanta (3,14)
- d - průměr obrobku (mm)
- n - otáčky (1 min^{-1})

4.2.2 Posuv

Posuv s (mm ot⁻¹) by měl být při soustružení nahrubo co největší. Posuv je omezen výkonem soustruhu, povoleným zatížením břitu soustružnického nože, stabilitou obrobku a stabilitou jeho upnutí.

$$s_{\text{max hrub}} = 0,5 \cdot \text{poloměr špičky}$$

Při dokončovacím soustružení je obecně používán menší posuv.

$$s_{\text{hlazení}} = 0,3 \cdot \text{poloměr špičky}$$

4.2.3 Hloubka řezu

Při hrubování by měla být hloubka řezu co největší. Hloubka řezu je omezena velikostí výměnné břitové destičky, výkonem pohonu soustruhu a pevností obrobku a jeho upnutí. Při dokončování hlazením odpovídá hloubka řezu přídavku, který se ponechává pro dokončovací operaci na konečný rozměr.

4.3 Soustruhy

4.3.1 Rozdělení soustruhů

Soustruhy se většinou dělí podle polohy roviny lože, polohy hlavního vřetena a podle počtu vřeten.

- univerzální hrotové soustruhy
- čelní soustruhy
- revolverové soustruhy
- svislé soustruhy (karusely)
- CNC soustruhy

K důležitým vlastnostem a parametrům patří průchodnost vřetena, maximální točný průměr a maximální točná délka, výkon pohonu, maximální otáčky a počet nosičů nástrojů s počty pozic pro nástroje.

4.3.2 Hrotové soustruhy

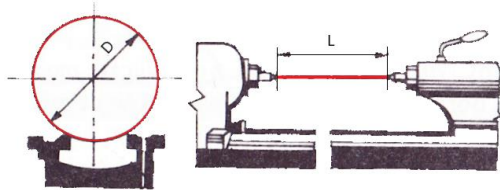
Hrotové soustruhy se používají především v kusové a malosériové výrobě, například pro soustružení hřídelových a přírubových součástí různých rozměrů a tvarů. Můžeme na nich

obrábět vnější a vnitřní rotační, kuželové a tvarové plochy, čelní rovinné plochy, zapichovat, jak při podélném, tak i čelním soustružení a řezat závity.

Velikost hrotového soustruhu je dána oběžným průměrem D nad ložem a největší vzdáleností hrotů L .

Podle velikosti oběžného jsou:

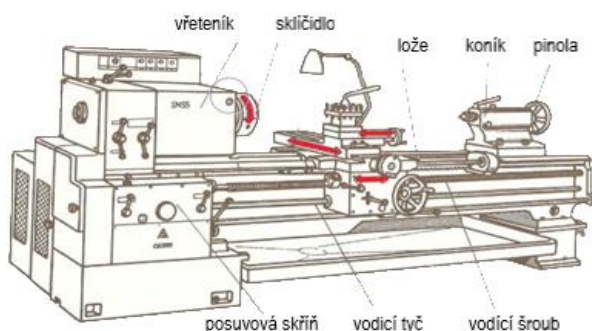
- malé (D do 250 mm)
- střední (D od 600 do 900 mm)
- velké (D nad 1000 mm)



Obr. 35: Parametry soustruhů

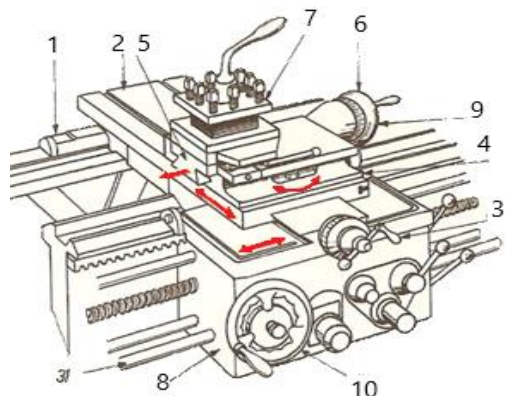
Hlavní části univerzálního soustruhu jsou:

- Lože soustruhu je v horní části rámu – vnější, pro pohyb suportu a vnitřní pro pohyb koníku.
- Vřeteník – v levé části stroje, je v něm uloženo vřeteno a převodovka pro volbu otáček a posuvů, elektromotor.
- Posuvové ústrojí – spojuje vřeteník se suportem (posuvová tyč a posuvový šroub)
- Support – suportová skříň - příčný, podélný (lze ovládat strojně i ručně) a nožový posuv (ovládá se jen ručně, lze otočit dle úhlové stupnice), v horní části je otočná nožová hlava.
- Součástí všech posuvů je dělicí kroužek pro určení velikosti třísky nebo vzdálenosti pohybu posuvů.
- Koník – těleso koníku, hrotová objímka (pinola) je součástí s pracovním vřetenem. Do vnitřního kužele se upíná soustružnický hrot, vrtáky, výhrubníky, výstružníky, závitníky apod.
- Pracovní vřeteno je dutý hřídel nesoucí sklíčidlo pro upnutí obrobku. Je uloženo ve vřeteníku ve valivých ložiskách a je poháněno buďto neřízeným trojfázovým elektromotorem přes převodovku nebo trojfázovým elektromotorem řízeným frekvenčním měničem.



Obr. 36: Konstrukce hrotového soustruhů

Suport se skládá z podélných saní, suportové skříňe, příčných saní a nástrojových saní s upínacím zařízením pro soustružnické nástroje.

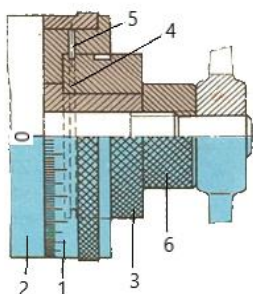


- 1 – podélné saně
- 2 – příčné saně
- 3 – posuv příčných saní
- 4 – otočná část
- 5 – nožové saně
- 6 – posuv nožových saní
- 7 – nožová hlava
- 8 – suportová skříň
- 9 – dělicí kroužek
- 10 – kolečko podélného posuvu

Obr. 37: Suport soustruhu

Dělicí kroužek příčného posuvu slouží k rychlému a přesnému nastavení nože na přesnou hloubku řezu a k dosažení požadovaného průměru obrobku. Na válcovém obvodu kroužku jsou vyryty rysky. Na nastavci je pevná ryska, od níž se čte počet dílků.

Dělicí kroužek



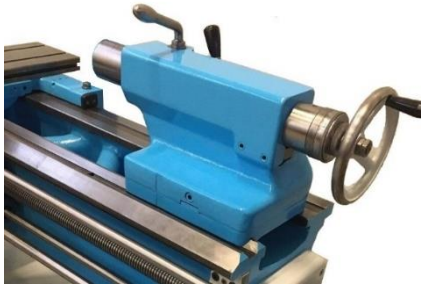
- 1 – kroužek se stupnicí
- 2 – nastavec
- 3 – zajišťovací kroužek
- 4 – výstředná drážka
- 5- kolíček
- 6 - matice

Obr. 38: Dělicí kroužek

Má-li například závit posuvového šroubu stoupání 5 mm a dělicí kroužek má na obvodě 100 dílků, bude 1 dílek příslušet posuvu nože $5 : 100 = 0,05$ mm. Přisune-li se nuž příčně k obrobku o 1 dílek, zmenší se soustružením průměr obrobku o $0,05 \times 2 = 0.1$ mm. Podle toho, v kterém smyslu se otočí šroubem s dělicím kroužkem o 1 dílek, průměr obrobku se zmenší nebo zvětší o 0,1 mm. Tomuto kroužku se říká kroužek s desetinným dělením.

Otočí-li se např. o 8 dílků doprava, znamená to, že se průměr obrobku zmenší o 0,8 mm ($0,1 \times 8$). Při otočení o 25 dílků doprava se průměr obrobku zmenší o 2,5 mm ($0,1 \times 25$).

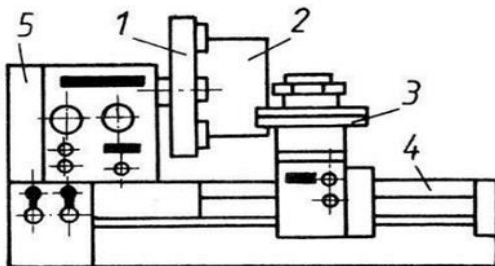
Koník je stojan posuvný po vodících plochách lože soustruhu s hrotem v ose soustružení. Hrot slouží jako opora dlouhých obrobků. Může být nahrazen např. vrtákem pro vrtání otvorů v ose soustružení nebo jiným nástrojem.



Obr. 39: Koník

4.3.3 Čelní soustruhy

Čelní soustruhy se obvykle používají v kusové výrobě pro soustružení rozměrných obrobků, které mají průměr větší než délku neboli na obrobení deskovitých či přírubových součástí velmi velkého průměru. Zpravidla nejsou vybaveny koníkem a mají jeden nebo dva podélné suporty. Lože soustruhu tvoří se suportem samostatnou jednotku. Nevýhodou čelních soustruhů je pracné a zdlouhavé upínání obrobku na lící desku.



- 1 – lící deska
- 2 – obrobek
- 3 – suport
- 4 – lože
- 5 – vřeteník

Obr. 40: Konstrukce čelního soustruhu

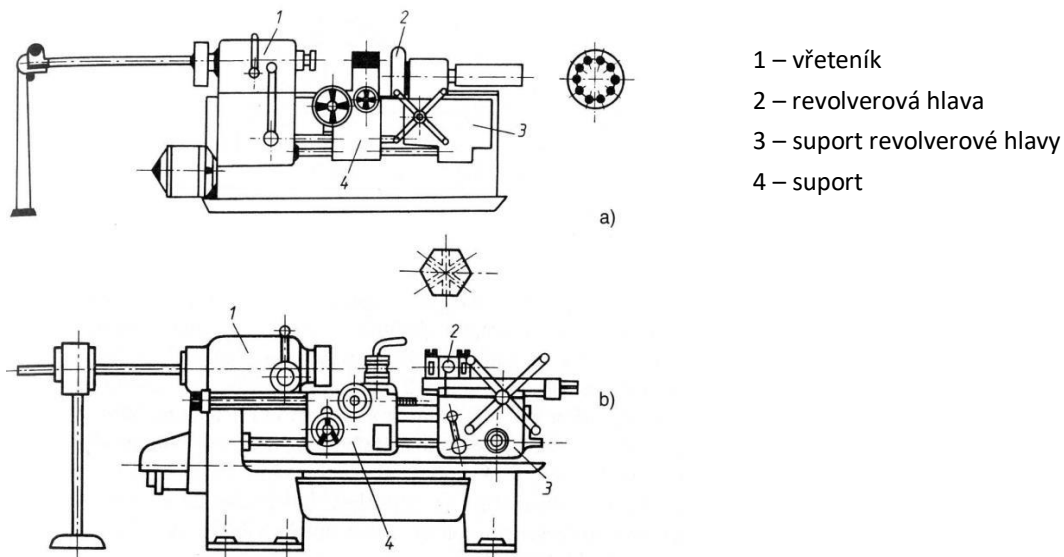


Obr. 41: Čelní soustruh

4.3.4 Revolverové soustruhy

Revolverové soustruhy jsou určeny převážně pro výrobu rotačních součástí v malých a středních sériích, vyžadujících k obrobení součásti soustružení větším počtem nástrojů na jedno upnutí. Obrobky se postupně obrábějí více nástroji v revolverové hlavě a nástroji, upnutými na suportu. Předností revolverových soustruhů proti hrotovým soustruhům je rychlé a přesné nastavení nástroje vzhledem k upnutému obrobku. Další výhodou je možnost obrábění několika nástroji současně i při současně práci revolverové hlavy a příčných suportů. Na revolverových soustruzích můžeme soustružit jak podélně, tak i příčně, v ose obrobku vrtat, vyvrtávat, vystružovat a řezat závity.

Pracovní cyklus nástrojů je řízen obsluhou stroje, nebo je automatizován. Dle polohy osy otáčení revolverové hlavy dělíme revolverové soustruhy na soustruhy s vodorovnou a svislou osou otáčení.



Obr. 42: Konstrukce revolverového soustruhu

- a) s hlavou otáčející se kolem vodorovné osy
b) s hlavou otáčející se kolem svislé osy

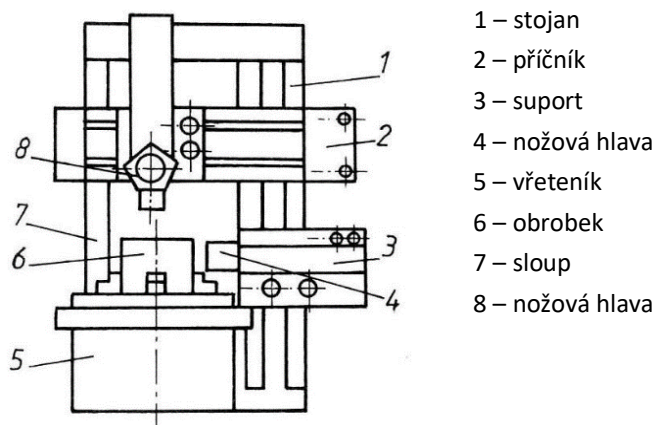


Obr. 43: Revolverový soustruh

4.3.5 Svislé soustruhy

Svislé soustruhy neboli karusely se používají v kusové, malosériové a některé typy i v sériové výrobě pro soustružení rozměrných a těžkých součástí, které mají průměr větší než délku. Obrobek je upnutý na lícni upínací desce se svislou osou otáčení. Na těchto strojích se dají obrábět vnější a vnitřní válcové, kuželové (natočené suporty) a tvarové plochy (pokud je vybaven kopírovacím zařízením) a řezat závity.

Hlavními částmi svislých soustruhů je otočný stůl, stojany a příčnický suport. Svislé soustruhy se vyrábějí ve dvou variantách, a to jako jednostojanové a dvoustojanové.



Obr. 44: Konstrukce svislého soustruhu



Obr. 45: Svislý soustruh

4.3.6 CNC soustruhy

Číslicově řízené soustruhy se uplatňují hlavně v kusové, malosériové až středně sériové výrobě.

Řídicím systémem je zde počítač, který ovládá jednotlivé funkce stroje. Číslicově řízené stroje jsou programovány pomocí řady příkazů, které obsahují informace o požadované poloze, rychlosti, posuvu a dalším chování stroje dle požadavků technologie. Dnes se u těchto strojů využívá takzvané adaptivního řízení obráběcího procesu. To zabezpečuje automatickou volbu optimálních řezných podmínek v každém okamžiku obrábění.

Hlavními konstrukčními znaky těchto strojů je jejich vysoká tuhost a přesnost provedení s minimálním oteplováním jednotlivých uzlů stroje. Z důvodu hospodárného řezného režimu se jak pro pohon vřeten, tak i pro pohon posuvů využívají takzvané střídavé servopohony.

Dalším charakteristickým znakem je zásobník nástrojů, který se využívá pro automatickou výměnu nástrojů. Někdy bývají číslicově řízené stroje vybaveny i automatickou výměnou obrobků. V dnešní době se také hojně setkáváme se stroji, které obsahují více než tři osy umožňující obrobení obrobku na jedno upnutí, což je důležité pro přesnost výrobku. Jde obvykle o naklápěcí stoly či naklápěcí vřeteno.

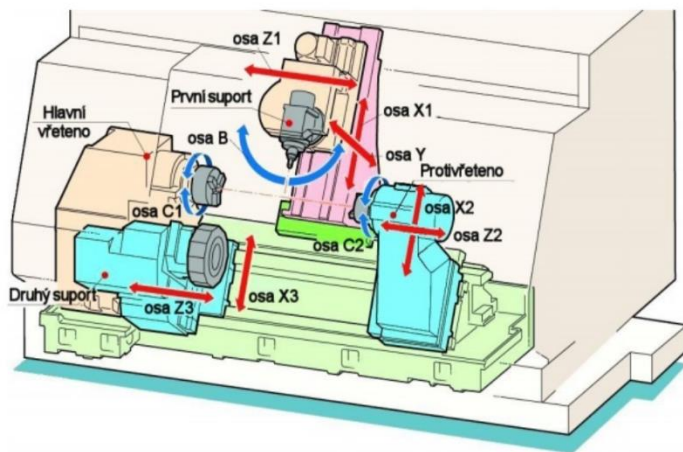


Obr. 46: CNC soustruh

Doplňkové jednotky CNC soustruhů:

- protivřeteno

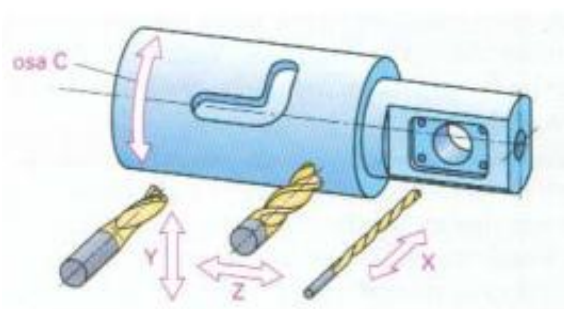
Protivřeteno, poháněné synchronně s pracovním vřetenem slouží k upnutí obrobku z druhé strany. Při upíchnutí pak nezůstane na žádné z oddělených částí stopka. Dva upnuté výrobky pak mohou být současně obráběny dvěma nástroji upnutými nezávisle ve dvou nástrojových hlavách



Obr. 47: Schéma CNC soustruhu s protivřetenem

- poháněné nástroje

Přesné natočení a zabrzdění pracovního vřetena umožňuje při řízení pohybu nástrojové hlavy ve třech osách (x, y, z) provádět na rotačně opracovaném polotovaru frézovací a vrtací operace. Přesnost natočení (řízení pohybu v ose C) musí být alespoň $0,001^\circ$. Pak je možné provádět frézovací operace jako při pevném upnutí obrobku na stole frézky.



Obr. 48: Poháněné nástroje

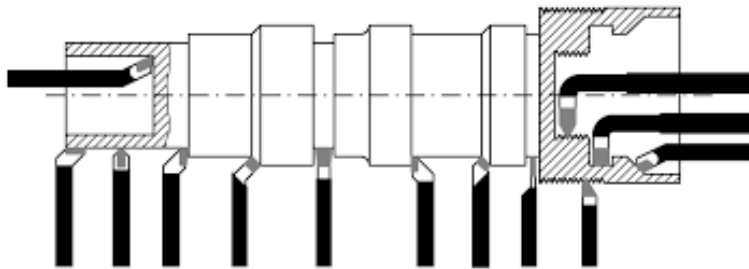
4.4 Nástroje pro soustružení

Soustružnické nože jsou nezbytnou součástí obráběcího procesu a velmi důležitým faktorem pro kvalitu řezu. V dnešní době je na trhu nepřeberné množství druhů lišící se tvarem a materiálem. Nejčastěji používanými materiály jsou nástrojové a rychlořezné oceli, slinuté karbidy ale také cermety a keramika.

4.4.1 Rozdělení soustružnických nožů

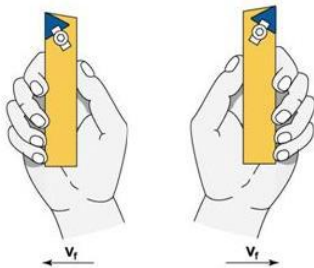
Soustružnické nože můžeme dělit dle:

- Podle druhu obráběné plochy
 - vnější
 - vnitřní
- Podle polohy hlavního ostří
 - pravé
 - levé
 - souměrné



Obr. 49: Obráběné plochy a polohy soustružnických nožů

Pravé – nástroj pracuje od koníku k vřetenu. Levé – nástroj pracuje od vřetene ke koníku.



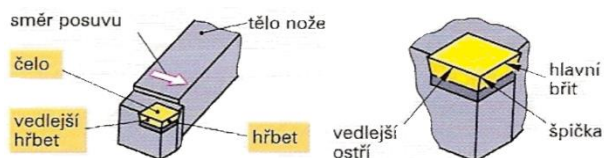
Obr. 50: Pravé a levé soustružnické nože

- Podle konstrukce
 - celistvé nože
 - s pájenou břitovou destičkou
 - s vyměnitelnou břitovou destičkou
- Podle materiálu
 - rychlořezná ocel
 - slinuté karbidy
 - slinuté korundy
 - kubický nitrid bóru
 - cermety
 - keramické materiály
 - diamant

- Podle charakteru obrábění
 - hrubovací
 - hladící
- Podle způsobu obrábění
 - ubírací
 - rohové
 - zapichovací
 - upichovací
 - vyvrtávací
 - závitové
 - kopírovací
 - tvarové
- Tvaru tělesa nože
 - přímé
 - ohnuté
 - prohnuté
 - osazené
- Podle druhu obráběcího stroje
 - soustružnické
 - revolverové
 - automatové
- Podle technologického hlediska
 - radiální
 - prizmatické
 - kotoučové
 - tangenciální

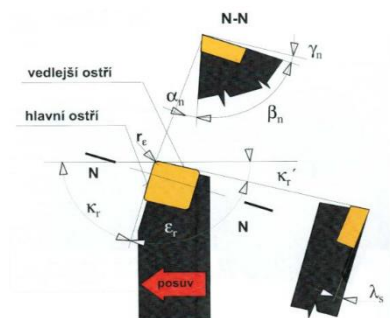
4.4.2 Základní tvar a geometrie soustružnického nože

Řezný klín soustružnického nože je tvořen plochou čela a plochou hřbetu. Společná hrana těchto ploch tvoří hlavní břit. Hlavní břit přechází přes zaoblenou špičku do vedlejšího břitu.



Obr. 51: Plochy a břity soustružnického nože

Geometrie soustružnického nože



Obr. 52: Geometrie soustružnického nože

- α_n – úhel hřbetu
- β_n – úhel břitu
- γ_n – úhel čela
- κ_r – hlavní úhel nastavení
- κ_r' – vedlejší úhel nastavení
- ϵ_r – úhel špičky
- r_ϵ – rádius ostří
- λ_s – úhel sklonu ostří

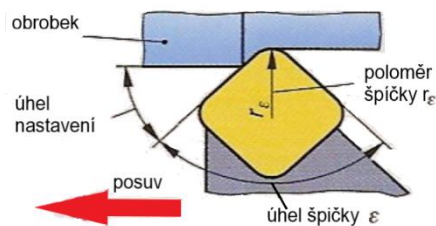
Úhel hřbetu α ovlivňuje velikost tření mezi plochou hlavního hřbetu a řeznou plochou. Čím větší je úhel hřbetu, tím méně se nůž zahřívá.

Úhel břitu β má vliv na odpor, který klade materiál obrobku noži při soustružení. Čím je úhel břitu menší, tím snadněji vniká do materiálu, ale břit je málo pevný.

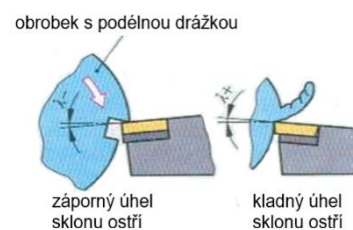
Úhel čela γ má vliv na hospodárnost řezání, ovlivňuje trvanlivost nástroje, velikost řezného odporu. Čím větší je úhel čela, tím snadněji odchází tříška po čele nože a nůž se méně zahřívá. Větší úhel čela zeslabuje břit nástroje a tím zároveň jeho pevnost.

Hlavní a vedlejší břit svírají **úhel špičky ϵ** , který by měl být co největší kvůli lepší pevnosti nože a lepšímu odvodu tepla. Špička je zaoblena, aby se nelámala. Poloměr zaoblení bývá od 0,4 mm do 2,5 mm.

Poloměr zaoblení špičky r_ϵ a posuv s jsou určující pro drsnost povrchu. Pro hrubování se volí nůž s větším úhlem špičky a větším poloměrem zaoblení špičky než při hlazení.



Obr. 53: Špička soustružnického nože



Obr. 54: Úhel sklonu ostří soustružnického nože

Úhel nastavení κ je úhel mezi hlavním břitem a povrchovou přímkou obráběné válcové plochy. Ovlivňuje tvorbu a lámání třísek a poměr složek řezné síly.

Úhel sklonu ostří λ_s je úhel mezi hlavním ostřím a rovinou kolmou ke směru řezu a ovlivňuje tvorbu třísky. Úhel sklonu je kladný, stoupá-li hrana ostří proti směru řezu směrem ke špičce. Kladný úhel zlepšuje odvod třísek, záporný úhel zlepšuje trvanlivost břitu.

4.4.3 Moderní řezné materiály

- Slinuté karbidy
 - široká nabídka slinutých karbidů a mikrozrnných slinutých karbidů pro různé materiály obrobku
 - nanozrnné slinuté karbidy pro monolitní nástroje (velikost zrna $<0,2 \mu\text{m}$)
 - CVD, PVD, DLC a diamantové POVLAKY pro vysokou produktivitu obrábění
- Cermety
 - materiál vhodný pro dokončování – vysoká životnost a vynikající jakost povrch
 - povlakované cermety a mikrozrnné cermety
 - VBD pro soustružení, frézování, vyvrtávání, monolitní nástroje
- Řezná keramika
 - obrábění litiny, kalených ocelí
 - armoaná keramika pro HRSA
 - různé typy VBD pro soustružení, zapichování, frézování
 - povlakované VBD
 - VBD s geometrií wiper
- Polykrystalický diamant, PKD (PCD) řezné nástroje
 - vysokorychlostní obrábění neželezných kovů
 - řezné rychlosti až 2000 m/min

- extrémně dlouhá životnost
- PKD (PCD) diamantových nástrojů včetně mikrozrných
- speciální VBD z PKD (PCD)
- CBN – Kubický nitrid bóru
 - produktivní obrábění kalených ocelí a litiny
 - vícebřité vyměnitelné břitové destičky – VBD, VBD s utvářečem třísek, monolitní VBD pro přerušované řezy, povlakované VBD, geometrie WIPER
 - speciální nástroje s CBN břity
- Speciální nástroje a povlaky na obrábění hliníku
 - leštění povrch VBD proti tvorbě nárůstku (nalepování)
 - DLC a diamantové povlaky
 - velká odolnost proti abrazivnímu opotřebení
 - kvalitní povrch obrobku

4.5 Upínání soustružnických nožů

Soustružnické nože upínáme do nožových, revolverových hlav nebo upínacích držáků.

Požadavky na upínání nástrojů:

- jednoduchost upnutí
- dostatečná tuhost upnutí
- bezpečnost upnutí
- rychlost výměny nástroje
- přesnost upínání
- životnost upínacího prostředku

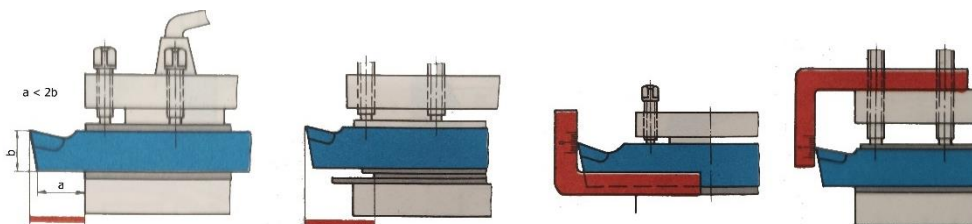
4.5.1 Nožová hlava

Soustružnické nože upínáme do nožové hlavy pomocí šroubů. Nožová hlava je otočná a konstruovaná na upnutí jednoho až čtyř nožů do jedné nožové hlavy.



Obr. 55: Nožová hlava

Vyložení nože z nožové hlavy musí být co nejmenší (max. 1/3 délky), aby se nůž nechvěl a nebyl zbytečně namáhán ohybem.



Obr. 56: Vyložení a ustavení soustružnického nože

Výškově nůž ustavíme špičkou do výše osy obrobku (pomyslná osa soustružení – vede středem vřeteníku, vřetena, koníku a pinoly). Při nedodržení této podmínky se při příčném posuvu mění úhel čela a úhel hřbetu. Při nastavení nad střed se zmenší úhel hřbetu a nůž tlačí hřbetem na obrobek. Při nastavení pod střed se zmenší úhel čela a při upichování zůstane stopka a nedojde k oddělení.

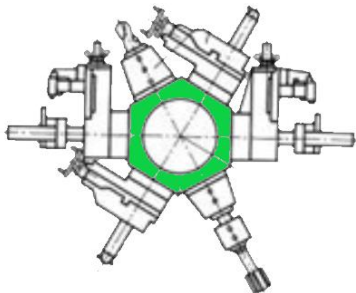
Výškové nastavení nože kontrolujeme buď podle špičky upínacího hrotu v koníku, nebo pomocí přípravku, který upínáme do sklíčidla. Ustavení nože se vymezuje rovnými ocelovými podložkami.



Obr. 57: Ustavení nože do osy obrábění

4.5.2 Revolverová hlava

Upínání soustružnických nožů do nástrojových otvorů v otočné revolverové hlavě se využívá u revolverových, automatických, ale i svislých soustruhů. Tento způsob umožňuje upínat sestavy po více nástrojích. Je možné tak upnout nejen soustružnické nože, ale také nástroje pro vrtání, řezání závitů apod.



Obr. 58: Ustavení nože do osy obrábění

4.6 Upínání obrobků

Požadavky na upínání obrobků:

- správná poloha obrobku vůči nástroji
- jednoduchost upnutí
- dostatečná tuhost a pevnost upnutí
- bezpečnost upnutí, obrobek musí být v upínacím prostředku dobře zajištěn, aby se
- vlivem působení odstředivé síly a síly řezného odporu neuvolnil
- rychlost upínání
- minimální náklady na provedení upnutí
- spolehlivý přenos krouticího momentu (např. u soustružení)
- přesnost upínání
- odolnost vůči vibracím
- životnost upínacího prostředku
- soustřednost a vyváženost rotujících částí
- nesmí bránit odchodu třísek a odtoku řezné kapaliny
- nesmí bránit proměření součástí.

4.6.1 Způsoby upínání obrobků na soustruhu

- Základní způsoby upínání:
 - univerzální tři nebo čtyř čelistová sklíčidla
 - kleštiny
 - upnutí mezi hroty
- Zvláštní způsoby upínání:
 - upínací desky (lícní desky)
 - pomocí úhelníků
 - na trny
 - pomocí opěrek
- Univerzální sklíčidlo

Univerzální sklíčidlo je nejčastěji užívaným upínacím prostředkem na soustruhu. Využívá se v kusové i sériové výrobě. Slouží jak k upnutí válcových součástí menších rozměrů, tak i obrobků větších rozměrů. Součásti lze upínat za vnější i vnitřní plochu.

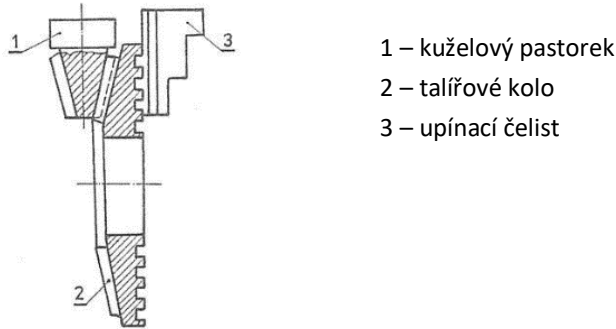
Podle počtu pohyblivých upínacích čelistí rozeznáváme:

- tříčelistová
- čtyřčelistová



Obr. 59: Tříčelistové sklíčidlo

Aby při působení upínacích a řezných sil při soustružení nedocházelo k deformaci obrobku, je nutné upínat do univerzálního sklíčidla pouze ty obrobky, které jsou dostatečně tuhé. Taktéž vyložení obrobku (tj. vyčnívající konec obrobku) by nemělo překročit pětinasobek jeho průměru. V opačném případě musíme volný konec obrobku podepřít otočným hrotem koníku. Univerzální sklíčidlo obrobek zároveň středí.

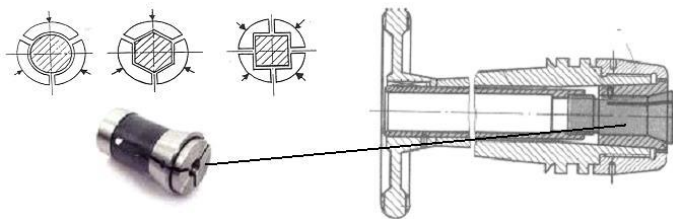


Obr. 60: Konstrukce univerzálního sklíčidla

Hlavní části univerzálního sklíčidla jsou znázorněny na obrázku. Jednou z jeho nejdůležitějších částí je talířové kolo (2) s kuželovým ozubením, na jehož čele je spirálová drážka, do které zapadají zuby upínacích čelistí (3). Na obvodu talířového kola jsou kuželové pastorky (1). V každém z nich je čtyřhranná díra pro utahovací klíč, pomocí kterého otáčíme kuželovým pastorkem. Ten zároveň pootáčí talířovým kolem, díky kterému se v radiálním směru v T drážkách pohybují upínací čelisti.

– Kleština

Kleštiny slouží pro upínání součástí z tyčového materiálu menších průměrů. Používá se v sériové a hromadné výrobě. Otvor v kleštině se tvarem přizpůsobí tvaru obrobku, který se do ní upíná za vnější válcovou plochu.



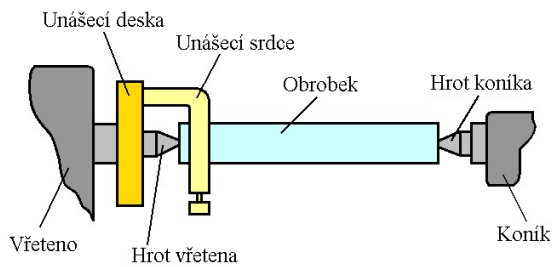
Obr. 61: Kleština

Kleština je ocelové kalené pouzdro kuželového tvaru. Čelisti se svírají a zároveň tím upínají materiál, pomocí tažného šroubu, který kleštinu vtáhne do kuželové dutiny tělesa hlavy. Výhodou kleštin je rychlé upnutí, nedeformuje součást, vysoká přesnost. Nevýhodou je malý rozsah upínání.

– Upínání mezi hroty

Obrobky s poměrem délky a průměru větším než 2:3 se upínají mezi hroty, jež zasahují do středících důlků navrtaných na čelech obrobku. Ve vřetenu se používá pevný hrot, v koníku hrot otočný. Krouticí moment vřetena se přenáší na obrobek unášecí deskou a srdcem, které je připevněno šroubem na začátku obrobku.

Upínání mezi hroty se také používá při vyšších požadavcích na přesnost obrábění.



Obr. 62: Upínání mezi hroty

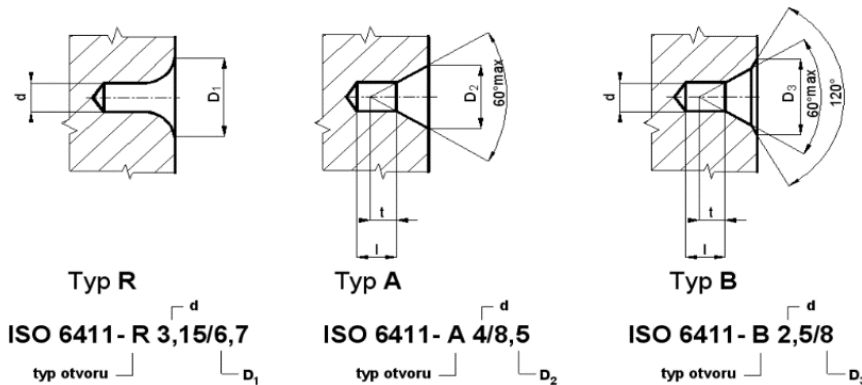


Obr. 63: Pevný a otočný hrot

Středící důlky mají normalizované tvary a velikosti. Jejich vrcholový úhel je, stejně jako u upínacích hrotů, obvykle 60°.

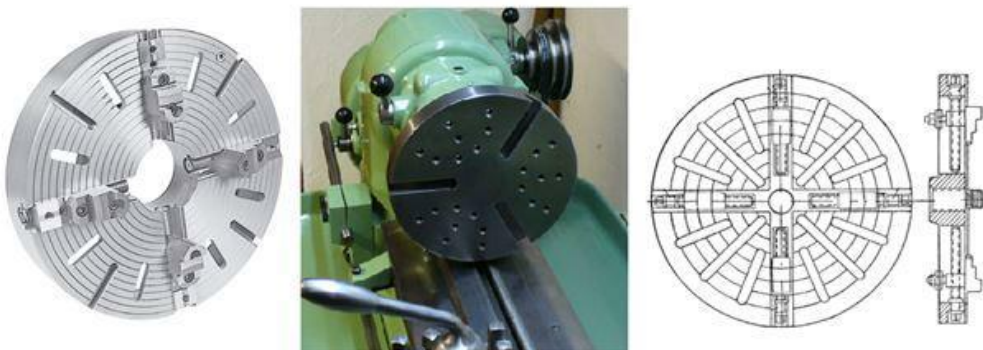
Typy středících důlků:

- typ R – s rádiusem
- typ A – středící důlky s vrcholovým úhlem 60°
- typ B – středící důlky s vrcholovým úhlem 120°



– Lícni deska

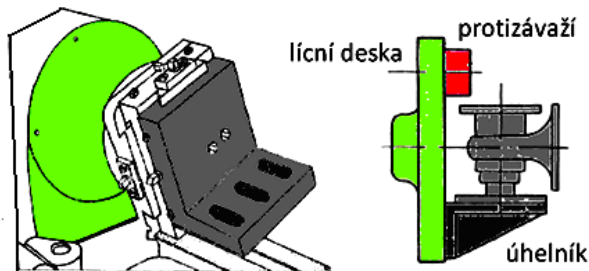
Od univerzálního sklíčidla se liší tvarem, velikostí, konstrukcí a rozsahem použití. Můžeme zde upínat součásti nerotačních tvarů, excentrické součásti aj. Každá čelist se pohybuje samostatně, drážky slouží pro upínky a pro protizávaží. Ke speciálním patří upínací desky elektromagnetické.



Obr. 64: Lícni deska

– Upínací úhelník

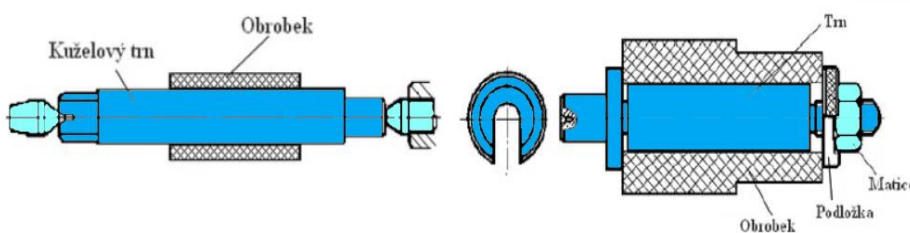
Upínáme zde předměty složitějších a nepravidelných tvarů s rovinnými plochami kolnými k obrábění čela. Mohou být používány společně s lící deskou.



Obr. 65: Upínací úhelník

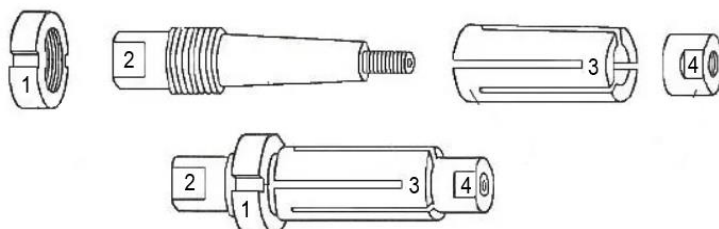
– Upínací trny

Soustružnické trny používáme k upínání součástí s dírou. Rozlišujeme upínací trny pevné nebo rozpínací. Pevné trny slouží pro upnutí obrobků s přesně obrobenou dírou. Tyto trny se dále dělí podle tvaru upínací části na kuželové, válcové, závitové nebo také speciální. U těch se tvar shoduje s tvarem obrobené díry v obrobku.



Obr. 66: Upínací trny, kuželový a válcový

Rozpínací trny se volí u takových obrobků, kde se nevyžaduje tak velká geometrická přesnost. Nejlépe se obrobky upínají na rozpínací trny s pouzdry. Rozpínací pouzdro s dutinou kuželovitého tvaru je po svém obvodu několikrát naříznuto, aby se lépe rozpínalo. Spolu s obrobkem se nasune na kuželovou část trnu. Samotného upnutí obrobku dosáhneme, tím, že utáhneme pravou matici, pouzdro se tak začne posunovat po kuželové části trnu a zvětšuje svůj průměr.



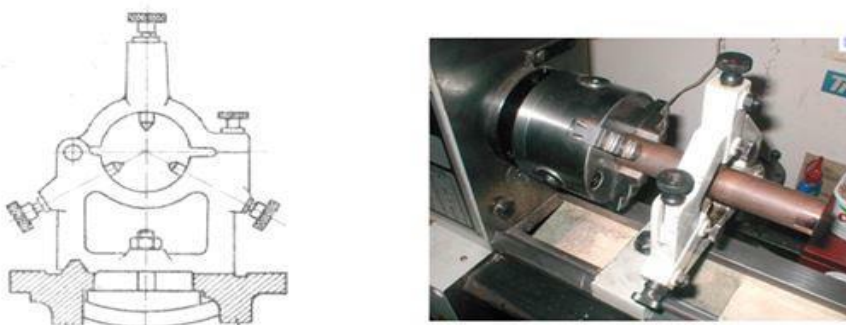
Obr. 67: Rozpínací trn

– Opěrky (lunety)

Dlouhé hřídelové součásti při soustružení podepíráme pohyblivými nebo pevnými opěrkami, čímž zamezíme jejich průhybu a chvění. Průhyb je způsoben radiální složkou řezné síly F_y nebo vlastní hmotností obrobku.



Obr. 68: Pohyblivá opěrka



Obr. 69: Pevná opěrka

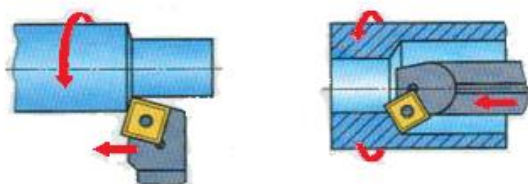
Pevná opěrka má stejné vedení jako základní deska koníku. V potřebné poloze se k vedení lože připevňuje třmenem a šroubem s maticí. Mívá tři nebo čtyři opěrné kladky, které se při soustružení otáčejí, a lze je přestavovat v radiálním směru. Kladky jsou ocelové, kalené a broušené. Jejich výhoda spočívá v tom, že způsobují malé tření, menší ztráty hnací energie a nezadírají stykové plochy. Činná část čelisti může být i nehybná (bronzové kameny). Potom jejich stykové plochy s obrobkem se musí dostatečně mazat.

Pohyblivá opěrka se používá při soustružení dlouhých hřídelů nebo při řezání dlouhých závitů. Je připevněna na suportu, pohybuje se současně s nástrojem.

4.7 Základní soustružnické práce

Podle umístění obráběné plochy rozlišujeme soustružení na:

- vnější
- vnitřní



Obr. 70: Vnější a vnitřní soustružení

Podle druhu obráběné plochy rozlišujeme:

- soustružení rovinných (čelních) ploch
- soustružení válcových ploch
- soustružení tvarových ploch
- zapichování a upichování
- soustružení závitů

4.7.1 Soustružení čelních ploch

Příčné rovinné plochy obrobku rotačního tvaru se nazývají čelní plochy. Volba nožů pro čelní soustružení závisí na způsobu upnutí obrobku, na tvaru a velikosti obráběné plochy, na velikosti přídavek na obrábění a na materiálu obrobku. Nejčastěji se používá ohnutý ubírací nůž. Menší čelní plochy a těžce přístupné čelní plochy se soustruží stranovými ubíracími noži.

Při čelním soustružení se nůž pohybuje ve směru kolmém na osu obrobku. Čelo soustružíme vždy jako první z důvodu navrtání středícího důlku a také z důvodu, že čelo obrobku je technologická základna, ze které vycházejí délkové kóty.



Obr. 71: Čelní soustružení

4.7.2 Soustružení válcových ploch

Mezi součásti s válcovými plochami patří např. hřídele, čepy, pouzdra atd.

Soustružení vnějších válcových ploch

Při soustružení těchto ploch se nůž posouvá rovnoběžně s osou otáčení obrobku.



Obr. 72: Soustružení vnějších válcových ploch

Soustružení válcových ploch můžeme rozdělit na:

- hrubování
- soustružení na čisto

Hrubování

Při hrubování se snažíme odebrat co nejvíce materiálu za co nejkratší čas. Nekladou se zvláštní požadavky na drsnost povrchu, protože po hrubování obvykle následují ještě další operace. Pro tyto operace se ponechává přídavek na dokončování, jehož velikost závisí na rádiu zaoblení špičky nástroje (přídavek volit větší než rádius špičky) a charakteru řezu. Charakteristickými nástroji pro hrubování jsou ubírací nože:

- ubírací nůž přímý – pro soustružení vnějších delších ploch



- ubírací nůž ohnutý – velmi výkonný nůž pro podélné i příčné soustružení



- ubírací nůž stranový – pro kratší několikastupňové (osazené) hřídele



Nože nesmí mít velké vyložení z důvodu ohýbání a musí být vystředěny do osy obrobku.

Soustružení na čisto

Odstraňují se nerovnosti po hrubování, obrobek dostává přesné rozměry. Při soustružení na čisto volíme co nejmenší hloubku řezu, nízkou rychlost posuvu a vysoké otáčky.

K soustružení na čisto se používají hladící nože.

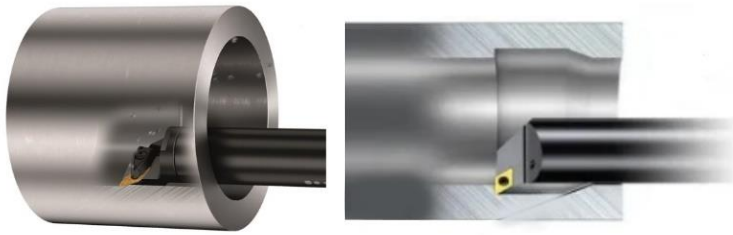


Soustružení vnitřních válcových ploch

Vnitřní válcové plochy soustružíme v těchto případech:

- vrtáním a vyhrubováním, resp. vystružováním nelze dosáhnout požadovaných rozměrů díry
- nemá-li vrták, výhrubník nebo výstružník požadovaný rozměr
- průměr obráběné díry je větší než průměr vrtáku
- délka díry je malá

Na obrocích, které nemají předlité nebo předvrtané díry, se díry nejprve vrtají šroubovým vrtákem. K vyvrtávání se používají nože, jejich tvar závisí na tvaru vyvrtávané díry. Nože mají menší průřez, aby se daly zasunout s určitou vůlí do obráběné díry.

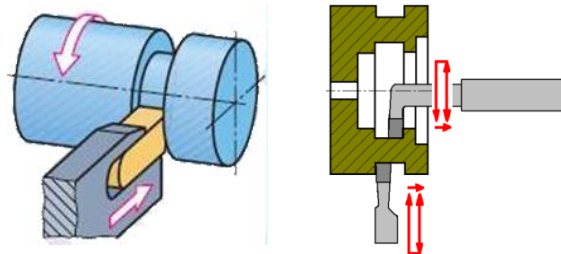


Obr. 73: Soustružení vnitřních válcových ploch

4.7.3 Zapichování a upichování

Zapichování

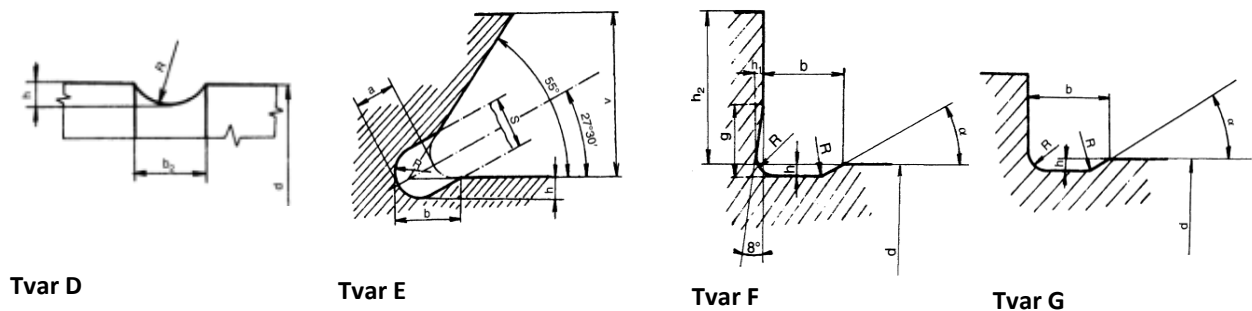
Zapichování je soustružení drážek různého profilu na vnějším obvodu obrobku nebo v dírách.



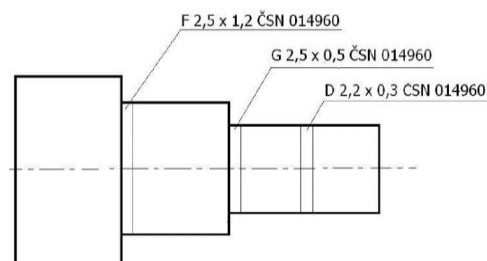
Obr. 74: Soustružení vnitřních válcových ploch

Zapichovací nože se posouvají jen kolmo k ose obrobku, při podélném posuvu by se zlomily.

Zápichy jsou normalizované nebo nenormalizované. Normalizované zápichy dle ČSN EN ISO 2162:



Obr. 75: Tvary zápichů



Obr. 76: Kótování zápichů

Zapichovací nože jsou normalizované, mohou být levé nebo pravé.



Zapichovací nože se nastavují do osy soustružení. V nožové hlavě je nutné upínat nože s co nejmenším vyložení.

Upichování

Upichováním se na soustruhu odděluje obrobek od polotovaru, nebo se rozděljuje materiál na několik kusů.



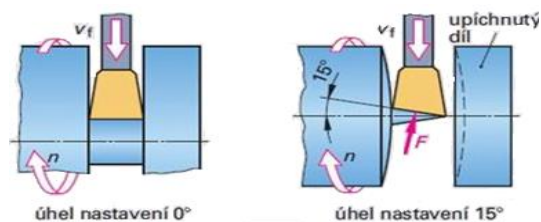
Obr. 77: Upichovací nože

Upichovací nože jsou podobné nožům zapichovacím, avšak mají delší řeznou část.

K poloměru materiálu se musí připočítat ještě několik milimetrů na vůli mezi obrobkem a osazením nože. Upichovací nože musí mít úzké ostří, aby se při upichování netvořilo příliš mnoho třísek.

4.7.4 Soustružení tvarových ploch

V praxi se často používají strojní součásti, jejichž obrys může být omezen přímkami, kružnicemi nebo obecnými křivkami. Takové plochy nazýváme tvarové.

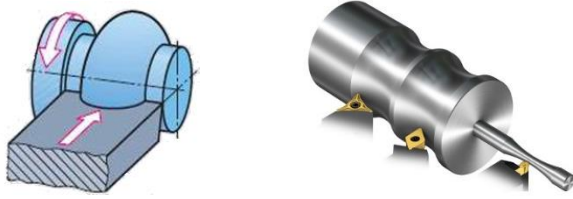


Obr. 78: Úhly nastavení upichovací nože

Tvarové plochy lze soustružit:

- běžnými soustružnickými noži pomocí sdružených posuvů podélných a příčných saní
- tvarovými noži
- kopírovacím zařízením

Způsob soustružení závisí zejména na délce a požadované přesnosti tvarové plochy a na počtu vyráběných kusů. Řezná rychlost se volí malá a posuv nože je obvykle ruční.



Obr. 79: Soustružení tvarových ploch

4.7.5 Soustružení kuželových ploch

Kuželové plochy se vyskytují u upínacích hrotů, kuželových stopek, uzavíracích kohoutů, kuželových kolíků apod.

Kuželové plochy lze soustružit:

- pootočením nožových saní
- pomocí vodícího pravítka
- vyosením koníků
- kuželovými výstružníky (vnitřní kuželové plochy)

Soustružení kuželových ploch natočením nožových saní

Tímto způsobem lze soustružit krátké kuželové plochy. Nožové saně se natočí podle úhlu sklonu tak, aby dráha nože byla rovnoběžná se stranou kužele.

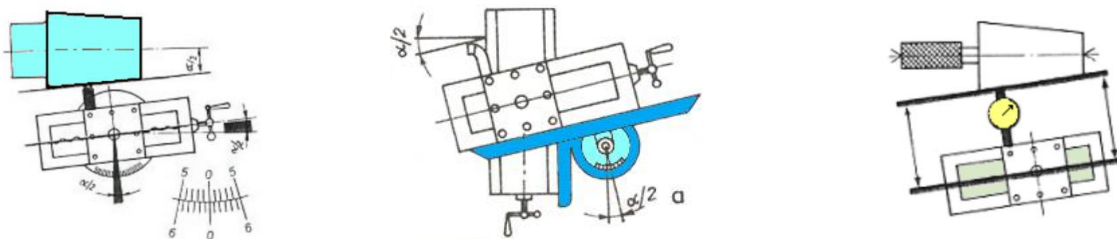
Nožové saně nemají strojní posuv, proto se musí posouvat nůž ručně, což vede k tvorbě nerovností a k nekvalitnímu povrchu.

Nevýhody:

- ruční posuv
- zdoluhavé nastavování
- délka kužele může být maximálně rovna délce přednastavení nožových saní

Natočení lze provést:

- **podle úhlové stupnice na nožovém suportu** – nožové saně se natočí z nulové polohy o příslušný počet stupňů.
- **pomocí úhlooměru** – univerzální úhloměr se nastaví na úhel sklonu kužele, přiloží k boční stěně příčných saní a k druhému ramenu se přistaví nožové saně.
- **pomocí kuželového kalibru nebo vzorku a číselníkového úchylkoměru** – kalibr se upne mezi hroty, úchylkoměr do nožové hlavy, jeho dotek se nastaví na nulu, přitiskne se ke kalibru, přejíždí se jím podél kalibru a nožovými saněmi se pootáčí tak dlouho, až ručička úchylkoměru přes tane vychylovat

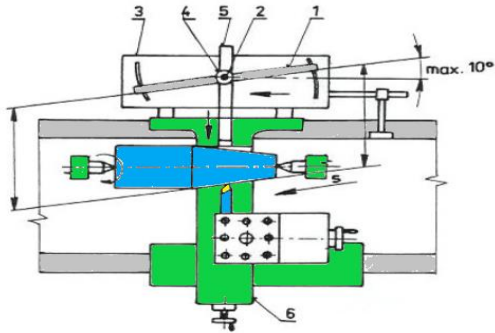


Obr. 80: Nastavení podle stupnice, úhloměrem, číselníkovým úchylkoměrem

Soustružení kuželů pomocí vodícího pravítka

Většina konvenčních soustruhů j vybavena vodícím (kopírovacím) pravítkem. Vodící pravítko se nastavuje pomocí úhlové stupnice. Rozsah nastavení pravítka bývá 10 až 15° na obě strany, tj. pro vrcholový úhel do max. 20 až 30°.

Vodící pravítko 1 je uloženo na konzolách na zadní straně stroje a je otočné kolem čepu 2 na základní desce 3 s úhlovou stupnicí pro nastavení úhlu sklonu. Po pravítku 1 se pohybují saně 4 spojené s vodítkem (táhlem) 5 a to je pevně spojeno s pohybovým šroubem příčných s ani, posuvový šroub je uvolněný, aby se příčné saně mohly radiálně posouvat.



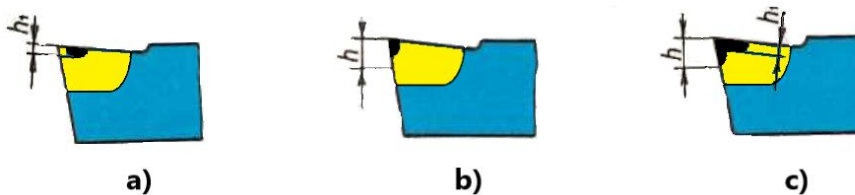
Obr. 81: Vodící pravítko

5 OSTŘENÍ NÁSTROJŮ

5.1 Ostření soustružnických nožů

Výkonnost řezných nástrojů má rozhodující vliv na pracovní podmínky, a zároveň na výkonnost obráběcích strojů, a tím i na jejich technologickou využitelnost. Dobrý stav nástrojů se musí udržovat průběžně a podle potřeby přizpůsobovat obráběnému materiálu. Při nedostatečné údržbě vzrůstají náklady nejen na nástroje, které se musí častěji vyměnit, ale zároveň tím dochází k prodloužení vedlejších výrobních časů. K ostření nástrojů se používá speciální strojní zařízení a brousící nástroje.

Po otupení je nutné soustružnické nože vyrobené z RO a SK znovu ostřit. Na obrázku jsou znázorněny některé druhy otupení břitu nože.



Obr. 82: Příklady otupení soustružnického nože

Nejllepších výsledků při ostření soustružnických nožů se dosahuje v ostřírnách vybavených speciálními bruskami. Tyto brusky jsou vybaveny sklopným opěrným stolem, kterým lze nastavit požadovaný úhel hřbetu, nebo jsou vybaveny kotouči pro vyhlazení obroušených ploch.



Obr. 83: Bruska s opěrným stolem



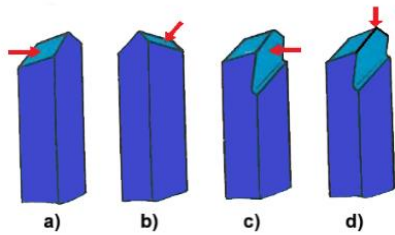
Obr. 84: Bruska s lapovacím kotoučem

Tam, kde tyto stroje nejsou, se ostření provádí na dvoukotoučových bruskách přímo ve výrobních dílnách. Proto je nutné, aby každý soustružník znal nejen geometrii nástroje, ale uměl rovněž nože správně ostřit.

Při ostření nožů z RO je třeba dodržovat tyto zásady:

- značně otupené nože se musí ostřit nadvakrát; nejprve se brousí nahrubo brusným kotoučem se zrnitostí 30 až 40 a potom načisto jemnozrnným brusným kotoučem se zrnitostí 60 až 80
- brusný kotouč se musí otáčet proti břitu, aby se břit nože nevyštípal

- při ostření je nutno podle otupení nože volit správný sled broušených ploch, doporučuje se brousit nejprve hlavní hřbet, pak vedlejší hřbet a následuje čelo nože; po kontrole řezných úhlů se zaoblí špička nože



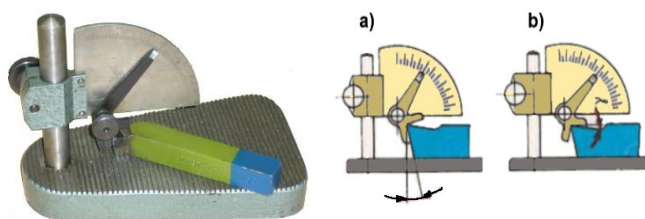
Obr. 85: Postup ostření soustružnického nože

- ostřeným nožem podepřeným opěrou se má posouvat po celé šířce pracovní plochy brusného kotouče, aby se kotouč stejnoměrně opotřebovával; opotřebované nebo zanesené kotouče se musí orovnat
- ostřený nůž se nesmí příliš přitlačovat k brusnému kotouči, aby se nůž velkým třením nepřehřál a nevznikly v něm trhlinky
- při ostření se nůž musí stále a vydatně chladit; není-li to možné, je lépe ostřit nůž za sucha; ponořuje-li se břit značně ohřátého nože nepravidelně do studené vody, vznikají na něm trhlinky
- nikdy se nesmí ostřit na bruskách bez ochranného krytu, při ostření nožů musí mít soustružník vždy ochranné brýle.
- po naostření se hřbetní plochy a čelo nože vyhlazují jemnými obtahovacími brousky (brusnými kameny), tím se odstraňují z břitu nože nerovnosti, drobné rýhy a otřepy zanechané po broušení; brusný kámen se navlhčí olejem a lehkými pohyby se postupně vyhlazuje hlavní hřbet, vedlejší hřbet a čelo nože
- při ostření nože je nutno kontrolovat velikost jeho řezných úhlů, k tomu se nejčastěji používá šablona



Obr. 86: Šablony pro kontrolu geometrie soustružnického nože

K měření úhlu čela a úhlu hřbetu se s výhodou používá speciálního úhloměru.



Obr. 87: Úhloměr pro kontrolu geometrie soustružnického nože

5.2 Optimální řezné úhly soustružnických nožů

Pro optimální geometrii nože je nejdůležitější správná volba úhlu čela γ a úhlu hřbetu α . Hodnoty optimálních úhlů čela jsou závislé zejména na mechanických vlastnostech obráběného materiálu, ohybové pevnosti nástrojového materiálu a na tloušťce odebírané třísky. Velikost úhlu hřbetu závisí hlavně na tloušťce třísky. Nástroje pro jemné a přesné obrábění musí mít úhel hřbetu menší než nástroje hrubovací.

Hodnoty úhlů čela a hřbetu jsou v následující tabulce, která udává přibližné velikosti úhlů čela a hřbetu nožů z rychlořezné oceli (RO) a s břitovými destičkami ze slinutých karbidů (SK).

Tab. 2: Doporučené hodnoty úhlů α , γ

RO (HSS)		Obráběný materiál	SK	
γ (°)	α (°)		γ (°)	α (°)
20	8	Uhlíková ocel pevnosti až 50 kp/mm ² , slitiny hliníku lité	15	8
15	8	Uhlíková ocel pevnosti až 70 kp/mm ² , bronz měkký, mosaz měkká	10	6
10	8	Slitinová ocel pevnosti až 85 kp/mm ² , slitiny hliníku kované	8	6
8	8	Slitinová ocel pevnosti až 100 kp/mm ² , bronz střední tvrdosti	5	5
-	-	Nástrojová a manganová ocel, bronz tvrdý, porcelán, sklo	0	5
-	-	Tvrzená a kokilová litina	-4	4
10	8	Temperovaná litina, silumin	6	6
5	6	Šedá litina, mosaz tvrdá	2	6
25	15	Měď, hliník	20	10
10	10	Slitiny zinku, tvrzený papír	10	8
15	12	Plastické hmoty, tvrdá pryž	12	12

Při obrábění materiálů velké tvrdosti a pevnosti karbidovými noži je destička upevněna v tělese nože pod kladným úhlem čela γ a na čele je naostřeno předčelí p s úhlem předčelí γ_v . Tím se zpevní břit a vznikne příznivější rozložení sil namáhajících destičku.



Obr. 88: Předčelí a utvářeč

Šířka předčelí p se volí v závislosti na velikosti posuvu, takže $p = (0,8 \text{ až } 1) s$. Při třískách většího průřezu není účelné volit větší šířku předčelí než 1 až 1,2 mm. Velikost úhlu předčelí se volí podle pevnosti nebo tvrdosti obráběného materiálu v rozsahu $+ 5^\circ$ až -15° .

Nože s předčelím jsou vhodné zejména pro obrábění ocelí pevnosti přes 100 kp/mm², pro obrábění odlitků a výkovků s kúrou a při přerušovaných řezech.

Pro obrábění houževnatých materiálů při vzniku plynulých třísek se používají nože s utvářeči třísek. V praxi se nejčastěji používají stupňové utvářeče podle vrchního obrázku, které se

vybrušují na čele destičky podél hlavního břitu. Hloubka utvářeče h se obvykle volí podle výšky nože: $h = 0,3$ mm při výšce nože 16 mm, $h = 0,5$ mm při výšce nože 20 mm atd.

Šířka stupňového utvářeče je ovlivněna mnoha činiteli a závisí hlavně na hloubce řezu a velikosti posuvu, i na pevnosti obráběného materiálu. Přibližné velikosti šířky stupňových utvářečů třísek jsou v následující tabulce.

Tab. 3: Doporučené šířky utvářečů

Hloubka řezu [mm]	Posuv [mm/ot]	Obráběný materiál pevnosti [kp/mm ²]			
		do 50	50 až 70	70 až 100	přes 100
		Šířka utvářeče b [mm]			
1,5	0,18	1,8	1,7	1,6	1,5
	0,25	1,9	1,8	1,7	1,6
	0,35	2,0	1,9	1,8	1,8
	0,50	2,1	2,0	2,0	1,9
3	0,12	1,8	1,6	1,6	1,5
	0,18	2,0	1,8	1,8	1,6
	0,25	2,2	2,0	1,9	1,9
	0,35	2,4	2,2	2,1	2,0
	0,50	2,6	2,4	2,3	2,3
	0,70	2,8	2,6	2,5	-
5	1,0	3,0	2,9	-	-
	0,18	2,2	2,0	2,0	1,9
	0,25	2,4	2,2	2,2	2,1
	0,35	2,6	2,4	2,4	2,3
	0,50	2,8	2,7	2,6	2,5
8	0,70	3,1	3,0	2,9	-
	0,35	2,8	2,7	2,6	2,5
10	0,50	3,1	3,0	2,9	2,8
	0,50	3,4	3,2	3,1	-

Pro jinou hloubku utvářeče se musí šířka b podle této tabulky násobit součinitelem K , jehož hodnota je:

$K = 0,75$ pro hloubku 0,3 mm

$K = 1,24$ pro hloubku 0,75 mm

$K = 1,4$ pro hloubku 1 mm.

Zpravidla je nutno správnost rozměrů utvářeče ověřit praktickými zkouškami.

Úhel nastavení hlavního břitu χ a vedlejšího břitu χ_v se musí volit zejména podle tuhosti soustavy stroj — nástroj — obrobek.

Se zmenšováním hlavního úhlu nastavení se zvětšují řezné síly a naopak. Větší řezné síly mohou pak způsobit chvění a deformace obrobku. Velikost hlavního úhlu nastavení se proto musí volit se zřetelem k tuhosti stroje.

Úhel nastavení vedlejšího břitu χ_v má být vždy co nejmenší, avšak takový, aby nevznikalo velké tření mezi nástrojem a obrobkem. Se zvětšováním úhlu nastavení vedlejšího břitu se zmenšuje úhel špičky nože, což způsobuje horší odvod tepla a snížení trvanlivosti. V další tabulce jsou hodnoty pro volbu optimální velikosti úhlů nastavení.

Tab. 4: Optimální úhly nastavení

Pracovní podmínky	χ (°)	χ_v (°)
Velmi tuhé upnutí, hladicí nože	10 až 15	5 až 10
Tuhé upnutí a $L : D < 6$, ubírací nože	30	10 až 15
Méně tuhé upnutí a $L : D = 6$; pro soustružení povrchů a kůrou; pro přerušovaný řez	45	15 až 30
Netuhé upnutí a $L : D > 6$; pro běžné hrubování a hlazení; pro revolverové a automatové nože	60	20 až 30
Obrábění dlouhých a málo tuhých hřídelů	80 až 90	10 až 15
Pro upichovací a zapichovací nože	91	1 až 2

Úhel sklonu břitu λ ovlivňuje zejména směr odchodu třísky a určuje postupnost dotyku různých bodů ostří s obráběným materiálem při počátečním vřezávání břitu. Velikost úhlu sklonu se doporučuje volit podle následující tabulky:

Tab. 5: Doporučené úhly sklonu břitu λ

Druhy nožů	λ (°)
Hladicí nože	0 až 5
Upichovací a zapichovací nože	0
Ubírací a vyvrtávací nože na hrubování	- 3 až - 5
Ubírací a vyvrtávací nože na dokončování	-4
Ubírací nože pro přerušovaný řez	-8 až -10
Hoblovací nože pro hrubování	-10 až -15
Nože pro kalené materiály	-15 až -40

5.3 Základní rozdělení brusných kotoučů k ostření nástrojů

5.3.1 Brusné nástroje

Brusnými nástroji (kotouči, segmenty, kameny aj.) se brusného účinku dosahuje ostrými hranami zrn velmi tvrdých brusných materiálů. Tyto materiály jsou drženy pojivem buď neorganickým (keramickým), nebo organickým (pryží, šelakem, bakelitem). Brusná zrna jsou krystalické úlomky korundu (kysličníku hlinitého, Al_2O_3), karbidu křemíku (SiC), diamantu aj., která mají nepravidelný tvar, charakteristický pro drcené krystaly.

Krystaly se štípou ve smykových plochách a mají pak různě zaostřené hrany, jež působí jako miniaturní nože s kladným nebo záporným úhlem čela. Tvrdost zrna a jeho brusná schopnost

(brusivost), tj. množství materiálu odebraného za jinak stejných podmínek v jednotce času, jsou největší u diamantového zrna. Korund má řezivost asi 6krát menší, karbid křemíku dosahuje asi čtvrtiny řezivosti diamantu. Při velkých rychlostech broušení, které jsou 50 až 100 krát větší, než je rychlost obrábění nástrojovými ocelmi, vzniká značné teplo, kterým se odtrhované částice žhaví a taví. Hrany vyčnívajících ostrých zrn jsou více vystaveny nárazům než hrany méně vyčnívající a zaoblené. Ostré hrany se otupují, přičemž se prostory mezi zrny ucpávají třískami. Otupená zrna spotřebují více síly při řezání, tlak na ně vzrůstá a zrna se konečně vylomí ze svého podkladu, čímž nová, neotupená zrna přicházejí samočinně v činnost. Tato samoostřicí schopnost brusných kotoučů je důležitá pro udržení řezivosti kotoučů. Tvrdostí kotoučů označujeme jejich schopnost udržet zrna ve vazbě, není to tedy pojem totožný s tvrdostí materiálu zrn.

Tvrdost kotouče závisí na složení a množství pojiva v poměru k množství zrn a na teplotě, při které se keramický kotouč vypaluje. Závady způsobené nevhodnou tvrdostí brusného nástroje se projeví tím, že kotouč má buď malou samoostřicí schopnost a že se nadměrně zahřívá, pálí a zanáší, čímž se jakost broušeného povrchu zhorší a spotřeba síly roste, nebo že se příliš měkký kotouč rychle opotřebuje. Jemná zrna mají relativně velký povrch a potřebují proto k dosažení stejné tvrdosti více pojiva.

Tlak na zrna závisí na velikosti styčné plochy mezi kotoučem a broušeným předmětem. Při větší styčné ploše je zrna poměrně delší dobu v záběru a otupuje se více. Je proto nutno volit měkkí kotouče, které mají větší schopnost samoostření. Tak např. při vybrušování profilů drážek, kde je větší styk na boku kotouče, se volí kotouče měkkí.

5.3.2 Značení brusných kotoučů

Příklad značení:

A99 46 M 8 V

A99 druh brusiva

46 zrnitost

M tvrdost

8 struktura

V pojivo

Za udáním jakosti (A99, 46 M, 8 V) následují údaje o rozměrech, popř. o tvaru kotouče.

5.3.3 Brusivo

Brusivo je rozděleno podle původu na přírodní a umělé. Jakost je určena tvrdostí a houževnatostí zrn jednotlivých druhů brusiva.

Tab. 6: Druhy brusiva

Druh brusiva		Původ	Označení dle ČSN	Tvrдость dle Mohse
Pazourek Granát Smírek		přírodní	P G S	7 6.5 až 7.5 7.5 až 8.5
Umělý korund Al ₂ O ₃	Bílý Růžový Hnědý Černý	umělé	A99 A98 A96 A95	9.0 až 9.2 9.1 až 9.2 9.1 až 9.3 8.5 až 9.0
Karbid křemíku SiC	Zelený Šedý Černý		C49 C48 C47	9.3 až 9.5
Karbid bóru B ₄ C			B	9.5 až 9.7
Diamant		Přírodní nebo umělý	D	10

Umělý korund se vyrábí tavením bauxitu v obloukové peci při 2 000 až 2 400 °C. Karbid křemíku (karborundum) se vyrábí z křemičitého písku smíšeného s uhlíkem v odporové peci při 1 800 až 2 200 °C.

5.3.4 Zrnitost

Brusivo se drtí na brusná zrna, jež se třídí na měrnou velikost. Měrným rozměrem je šířka zrna. Velikost zrna je očíslována a udává se v mikrometrech.

Tab. 7: Zrnitost brusiva

Druh	Číslo zrna	Měrný rozměr zrna (μm)		Použití (informativně)	
		od	do		
Brusná zrna hrubá	4	5000	4000	Ve zvláštních případech	
	6	4000	3150		
	8	3150	2500		
	10	2500	2000		
	12	2000	1600		
	14	1600	1250		
	Brusná zrna střední	16	1250	1000	Hrubování
		20	1000	800	
		24	800	630	
		30	630	500	
36		500	400		
Brusná zrna střední	46	400	315	Strojní části, ostření nástrojů	
	60	315	250		
	70	250	200		
	80	200	160		
	100	160	125		
	120	125	100		
Brusná zrna jemná	150	100	80	Předhlazení	
	200	80	63		
	240	63	50		
	280	50	40		
	320	40	32		

Mikrozrna	M32	32	32	Dohlazení, konečné lapování
	M22	22	22	
	M15	15	15	
	M10	10	10	
	M7	7	5	Ve zvláštních případech
	M5	5	3	
	M3	3	-	
<i>Zrna 4 až 320 jsou tříděna síty, zrna M32 až M3 plavením.</i>				

5.3.5 Tvrdost brusných nástrojů

Tvrdostí brusných nástrojů se rozumí odpor, který klade pojivo proti uvolnění jednotlivých brusných zrn z nástroje. Tvrdost brusných nástrojů se označuje velkými písmeny G až Z.

Tab. 8: Značení tvrdosti brusných nástrojů

Stupeň tvrdosti	Označení
Velmi měkký	G, H
Měkký	I, J, K
Střední	L, M, N, O
Tvrký	P, Q, R, S
Velmi tvrdý	T, U
Zvlášť tvrdý	V, Z

5.3.6 Struktura brusných nástrojů

Struktura brusných nástrojů je označována pořadovými čísly. Strukturou se rozumí hutnost brusných nástrojů, tj. objem pórů v % celkového objemu. Pórovité kotouče mají velké prostory mezi zrny, nezanášejí se a dobře se chladí, protože přijímají mezi zrna řeznou kapalinu.

Tab. 9: Struktura brusných kotoučů

Označení	Struktura	Objem pórů (%) ±4%
1	Velmi hutná	3
2		8
3	Hutná	13
4		18
5	Polohutná	23
6		28
7	Pórovitá	33
8		38
9	Velmi pórovitá	43
10		48
11	Zvlášť pórovitá	53
12		58
13		63

5.3.7 Pojiva brusných nástrojů

Účelem pojiva je držet zrna brusiva v brusném nástroji, pokud jsou ostrá. Při dobře voleném pojivu se zrna po otupení začnou samočinně vytrhávat z brusného kotouče, čímž se uvolní ostrá, hlouběji položená zrna k činnosti. Při výrobě a údržbě nástrojů se nejčastěji používá pojiva keramického, které má dostatečně velkou pevnost v tahu a připouští rychlost broušení do 45 m. s-1. Nevýhodou keramického pojiva je jeho křehkost. Z organických pojiv je výhodné pojivo bakelitové, které je pružné a zároveň odolné proti tahu, takže připouští rychlosti do 60 m/ s. Ještě větší rychlosti přes 60 m/ s, se může brousit kotouči s pryžovým pojivem, kterými se dosáhne velké hladkosti povrchu, popř. kotouči s bakelitovými pojivy s textilní vložkou.







Tab. 10: Pojivo brusných kotoučů



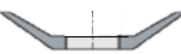
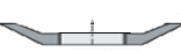




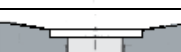

Druh pojiva	Označení podle ČSN 22 4010	Složení	Použití
Keramické	V	Směsi různých křemičitanů	Základní pojivo normálních kotoučů s výjimkou prořezávacích
Silikátové	S	Alkalické křemičitany	Omezené použití, např. pro měkké tvarové kotouče nebo drobné nástroje
Magnezitové	O	Cementové pojivo z magnezitu aj.	Omezené použití pro méně přesné broušení
Přírodní šelak	E	Organická látka	Menší pevnost než bakelit. Nástroje na ozubení apod.
Pryž	R	Vulkanizovaná s přídavkem síry	Pro velké rychlosti, hladký povrch obrábění
Umělá pryskyřice	B	Například bakelit	Po keramickém nejdůležitější pojivo. Vhodné pro broušení závitů a pro nárazové broušení
Kovové		Slitiny mědi, lehké kovy, litiny aj.	Pro diamantové kotouče

5.4 Tvary brusných kotoučů

Nejběžnější tvary brusných kotoučů jsou uvedeny v této tabulce:

Tab. 11: Tvary brusných kotoučů

Tvar č.	Náčrt	Název	ČSN
1.		Rovný	22 4515, 22 4513
2.		Prstencový	22 4530
3.		Oboustranně zkosený	
4.		Jednostranně zkosený	22 4560
5.		Jednostranně vybraný	22 4520, 22 4521
6.		Hrncový	22 4550, 22 4551

7.		Oboustranně vybraný	22 4524
8.		Miskovitý	22 4562
9.		Talířový	22 4580
10.		Talířový plochý	
11.		Rovný s vydutým středem	
12.		Rovný s jednostranným šikmým vybráním	
13.		Rovný s oboustranným šikmým vybráním	
14.		Na třmenové kalibry	22 4570
15.		Rovný s vybráním a úkosem na jedné nebo obou stranách	22 4522
16.		Brusná tělíska	22 4610 až 22 4619

5.5 Hlavní zásady volby brusných keramických kotoučů

Volba druhu brusiva podle obráběného materiálu

Tab. 12: volba druhu brusiva

Obráběný nástrojový materiál	Brusivo			
	Karbíd křemíku		Elektrokorund	
	Zelený	Černý	Bílý	Normální
Titanové slinuté karbidy	+	0	-	-
Wolframové slinuté karbidy	+	0	-	-
Slinuté korundy	+	0	-	-
Rychlořezná ocel (vysokolegovaná)	0	0	+	0
Rychlořezná ocel úsporná	-	-	+	+
Uhlíková ocel	-	-	0	+

Poznámka: + výhradně používat, 0 podmíněně používat, - nelze použít

Volba zrnitosti brusiva

Na ostření nástrojů se volí podle předepsané drsnosti broušeného povrchu obrobku

- 0,05 – 0,2 Ra se hodí zrnitost 46 až 200
- 0,2 – 1,6 Ra se hodí zrnitost 30 až 60
- 1,6 a více Ra se hodí zrnitost 10 až 36

Druhy brusných kotoučů k ostření nástrojů

Tab. 13: Volba brusného kotouče

Druh nástroje	Operace	Brusivo	Zrno	Tvrdost	Pojivo
Nože RO	Hrubování	A96	36	K-M	B
	Broušení	A96	46 až 60	K-M	V, B
	Lapování kotoučem	C49	180 až 240	L-M	B
	Lapování pastou	A96	220 až 228		
Nože SK	Hrubování	C49 zelený	36 až 46	J-K	V, B
	Broušení	C49 zelený	46 až 60	I-J	V, B
	Lapování pastou	C49 zelený nebo bórkarbidový prášek	180 až 240		40 až 30 % vazelína
Frézy RO	Broušení	A98	46 až 80	K-M	V, B
	Lapování kotoučem	A98	180 až 240	L-M	B
Frézy SK	Broušení	C49	46 až 80	I-K	V, B 40 až 30 % vazelína
	Lapování pastou	B, C	180 až 240		
Vrtáky \emptyset					
Pod 12 mm	Ruční ostření	A98	80	J	V
Nad 25 mm	Ruční ostření	A98	46	K	V
Pod 12 mm	Strojní ostření	A98	100	J	V
Nad 25 mm	Strojní ostření	A98	46	K	V
Výstružníky	Do kulata	A99	60	K	V
	Ostření	A96	80	J	V

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT. *Technické kreslení*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0498-2.
- [2] LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. 3., dopl. vyd., dot. Praha: Scientia, 1999. ISBN 80-7183-164-6.
- [3] Interní materiál Střední školy technické Opava. Studijní materiál: *Vzdělávací program Metrologie a počítačová podpora měření*. Vytvořeno v rámci projektu Vzdělávací program Metrologie a počítačová podpora měření, reg. č.: CZ.1.07/1.1.07/11.0054
- [4] Výukové programy: *Technická normalizace. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Technická normalizace* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-02-17]. Dostupné z: <http://www.old.unmz.cz/urad/technicka-normalizace-r881>