



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



STUDIJNÍ TEXTY

profesní kvalifikace
FRÉZAŘ KOVŮ

23 - 023 - 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 Frézař kovů 23-023-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)	9
1.1	BOZP při frézování	9
1.1.1	Obsluha, seřízení a údržba – společná ustanovení	9
1.2	Bezpečnostní hygienické zásady při používání řezných kapalin u obráběcích strojů	14
1.3	Požární poplachová směrnice	15
1.3.1	Postup osob při vyhlášení požárního poplachu:	15
1.3.2	Telefonní čísla tísňových volání:	16
1.3.3	Telefonní čísla Pohotovostních a havarijních služeb:	16
1.4	Traumatologický plán	16
1.5	Záznam o provedeném školení uchazeče	18
1.6	Vzorový test BOZP	19
2	TECHNICKÁ NORMALIZACE	21
2.1	Technické normy	21
2.2	Metody technické normalizace	22
2.3	Systém technické normalizace	23
2.3.1	Mezinárodní normalizace	23
2.3.2	Evropská normalizace	23
2.3.3	Národní normalizace	23
2.4	České technické normy	23
2.4.1	Označení normy	24
2.4.2	Třídící znak normy	24
2.4.3	Mezinárodní identifikační číslo ICS	24
2.5	Národní normativní dokumenty	25
2.6	Užitečné odkazy na webové stránky	26
3	MĚŘENÍ A KONTROLA DÉLKOVÝCH ROZMĚRŮ, GEOMETRICKÝCH TVARŮ, VZÁJEMNÉ POLOHY PRVKŮ A JAKOSTI POVRCHU.	27
3.1	Základy měření ve strojírenské výrobě	27
3.1.1	Základní rozdělení měřidel podle kategorizace měřidel	27
3.2	Etapy měření	28
3.2.1	Příprava měření	28
3.2.2	Vlastní měření	28
3.2.3	Vyhodnocení měření	28
3.3	Všeobecné zásady správného měření	29
3.4	Volba měřidla a měřicí metody	30

3.4.1	Měřicí metody	30
3.4.2	Měřidla	31
3.5	Měřidla přímá.....	31
3.5.1	Posuvná měřidla analogová	31
3.5.2	Posuvná měřidla digitální.....	32
3.5.3	Mikrometrická měřidla	32
3.5.4	Koncové měrky	33
3.6	Měřidla nepřímá (porovnávací).....	34
3.6.1	Kalibry	34
3.6.2	Číselníkové úchylkoměry, pasametry	34
3.7	Délkové (souřadnicové měřicí stroje).....	35
3.8	Kontrolní operace ve výrobním procesu.....	36
3.9	Měření a kontrola geometrických tvarů	37
3.9.1	Tolerance tvaru.....	37
3.9.2	Tolerance směru	39
3.9.3	Tolerance polohy	40
3.9.4	Tolerance házení.....	41
3.10	Chyby měření a jejich příčiny	43
3.10.1	Systematické chyby.....	43
3.10.2	Chyby náhodné	44
3.10.3	Chyby hrubé	44
3.10.4	Skutečné chyby	44
3.11	Dodržování jakosti opracovaných ploch	44
3.12	Měřidla drsnosti	45
3.12.1	Vzorkovnice drsnosti.....	45
3.12.2	Elektronické dotykové měřicí přístroje	45
3.12.3	Metody kontroly struktury povrchu	45
3.12.4	Metodika měření	47
4	FRÉZOVÁNÍ	48
4.1	Frézky.....	48
4.1.1	Konzolové frézky.....	48
4.1.2	Rovinné frézky	49
4.1.3	Stolové frézky	50
4.1.4	Speciální frézky	50
4.1.5	CNC frézky	51
4.2	Nástroje pro frézování	51

4.2.1	Rozdělení fréz	51
4.3	Upínání nástrojů	53
4.3.1	Pravidla pro správné upínání fréz	53
4.3.2	Upínání nástrčných fréz	53
4.3.3	Upínání stopkových fréz.....	57
4.3.4	Upínání fréz s válcovou stopkou.....	57
4.4	Trendy v upínání nástrojů na CNC strojích.....	58
4.4.1	Hydraulický upínač.....	58
4.4.2	Tepelný upínač.....	59
4.5	Upínání obrobků na frézkách	59
4.5.1	Způsoby upínání obrobků na frézkách	59
4.6	Dělicí přístroje	65
4.6.1	Jednoduchý dělicí přístroj	65
4.6.2	Univerzální dělicí přístroj.....	65
4.7	Druhy dělení pomocí dělicího přístroje	66
4.7.1	Dělení přímé	66
4.7.2	Dělení nepřímé	66
4.7.3	Dělení nepřímé diferenciální	66
4.8	ZÁKLADNÍ FRÉZAŘSKÉ PRÁCE.....	67
4.8.1	Frézování rovinných ploch.....	68
4.8.2	Frézování pravouhlých ploch.....	70
4.8.3	Frézování šikmých ploch	72
4.8.4	Frézování tvarových ploch.....	74
4.8.5	Frézování drážek	75
5	HOBLOVÁNÍ	80
5.1	Řezné pohyby	80
5.2	Stroje pro hoblování	80
5.3	Nástroje pro hoblování	82
5.3.1	Základní typy hoblovacích nožů.....	82
5.3.2	Upínání nástrojů a obrobků na hoblovkách	83
5.4	Řezné podmínky při hoblování.....	83
6	OBRÁŽENÍ	85
6.1	Řezné pohyby	85
6.2	Stroje pro obrážení	85
6.3	Nástroje pro obrážení	86
6.3.1	Upínání nástrojů a obrobků na obrážkách.....	87

6.4	Řezné podmínky při obrážení.....	88
-----	----------------------------------	----

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	23-023-H Frézař 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	120 hodin
Způsob ukončení	Zkouška dle Zákona č. 179/2006 Sb., o ověřování a uznávání výsledků dalšího vzdělávání
Získaná kvalifikace	Frézař kovů (23-023-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	0,5	Ústní ověření, praktické předvedení
2.	Orientace v normách a v technických podkladech pro provádění obráběcích operací.	2	5	0,5	Praktické předvedení a ústní ověření
3.	Volba postupu práce a technologických podmínek frézování, hoblování, protahování a obrážení potřebných nástrojů, pomůcek a materiálů.	2	16	0	Praktické předvedení a ústní ověření
4.	Měření a kontrola délkových rozměrů, geometrických tvarů, vzájemné polohy prvků a jakosti povrchu.	2	6	0	Praktické předvedení a ústní ověření
5.	Upínání nástrojů, polotovarů obrobků a ustavování jejich polohy na různých druzích frézek, hoblovek, obrážeček a protahovaček.	1	8	0	Praktické předvedení
6.	Obsluha frézek, hoblovek, obrážeček a protahovaček.	1	60	0	Praktické předvedení
7.	Ošetřování údržba frézek, hoblovek, obrážeček a protahovaček.	1	7	0	Praktické předvedení
8.	Určování výchozích technologických základů polotovarů před jejich obráběním.	2	3	0	Praktické předvedení a ústní ověření
CELKEM		13	106	1	Σ 120

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 frézování¹

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. Pláště 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 si musí 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.

¹ ČSN EN ISO 16090-1 (200710) Bezpečnost obráběcích strojů - Obráběcí centra, frézky, postupové stroje - Část 1: Bezpečnostní požadavky

- 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.
- 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 nástroje, které by mohly při neopatrném jednání pracovníka obvaz zachytit (např. frézy). Na strojích, u nichž rotující nástroje 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. nástříků, 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 upnutí a opotřebení,
 - 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 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 částiček 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 nepovolnou 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 (čisticí 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 frézky

- Veškeré manipulace s nástroji (seřizování, výměna apod.) i upínání a vyjímání obrobků z upínačů jsou dovoleny pouze za klidu frézovacího vřetena a upínacího stolu.
- Za pohybu vřetena nebo upínacího stolu se smějí obrobky upínat nebo vyjímat jen tehdy, je-li upínací zařízení pro tento účel zvlášť konstruováno a je-li při výměně obrobků frézovací nástroj zakryt. Ve všech ostatních případech je obsluhující při výměně obrobků povinen odsunout stůl s obrobkem do bezpečné vzdálenosti od nástroje.
- Před zahájením vlastního cyklu se musí z upínacího stolu odstranit všechny volné předměty (přebytečné upínky, klíče, měřidla, nástroje apod.).
- Není-li možné v některých případech chránit pracovníka před odlétajícími třískami a odstříkující řeznou kapalinou ochranným zařízením, musí obsluhující pracovník používat osobní ochranné pomůcky (brýle, obličejový štít apod.).

Protipožární opatření

Při práci se strojem a při činnostech v jeho okolí musí být dodržovány zásady platného zákona o protipožární ochraně (v Č.R. Zákon číslo 133/1985 sb.). Nutno zajistit tato opatření:

- Obsluha musí být proškolená v protipožární ochraně.
- Pracovníci musí být seznámeni s umístěním a obsluhou věcných prostředků požární ochrany.
- V okolí stroje nesmí být ukládány hořlavé látky.
- Stroj i jeho okolí musí být udržován v čistotě.
- Únikové cesty musí být stále volné.
- V okolí stroje nesmějí být provozovány zdroje tepla a zařízení s otevřeným ohněm.
- Je nutno dodržovat bezpečné technologické postupy.
- Pro případné hašení používat pouze hasicí přístroje práškové nebo CO₂ (sněhové).
- Aby třísky neodlétaly na obsluhujícího pracovníka, musí zvolit vhodný způsob frézování nebo alespoň vhodně zvolit stanoviště.

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).
- 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.

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.

- 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 přídavkem 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 pomoci 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 zasažených požárem a osoby v přilehlých prostorách. Ve vícepodlažních budovách nejdříve osoby nacházející se na podlaží, které je zasaženo 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 100
 - vrátnice domova mládeže tel. klapka 108
 - v noci – domov mládeže v kanceláři nočního vychovatele
4. Při hlášení sdělit: kde hoří - co hoří - kdo volá – odkud volá (telefonní číslo).

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

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

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 výzvu 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.

Hlavní zásady první pomoci

1. Dopravit 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.

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

5. Protišoková opatření.
6. Přivolání odborné lékařské pomoci.

Důležitá telefonní čísla

- Záchranná služba (ZS) ČR 155
- Evropské číslo tísňového volání 112
- Policie ČR 158
- Městská policie 156
- Ohlašovna požáru 150
- Smluvní praktický lékař 553 816 977 – MUDr. Jakubcová
553 620 920 – MUDr. Barová

1.5 Záznam o provedeném školení uchazeče

ZÁZNAM O PROVEDENÉM ŠKOLENÍ UCHAZEČE

Pracoviště: Frézovna 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 frézky,
- 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 – frézování

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. 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.

2. Upínací zařízení.

- a) Do upínacího zařízení je dovoleno upínat jakýkoliv druh a velikost materiálu.
- b) Do upínacího zařízení je dovoleno upínat jen tak velký materiál, jaký se tam vejde.
- c) Do upínacího zařízení je dovoleno upínat jen takové předměty, pro které je konstruováno a jejichž tvary a velikost zaručují dokonalé upnutí.

3. 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.

4. Prokazatelně prostudovat všechny návody dodané se strojem (návod k používání, seřizování atd.) a porozumět každé funkci a postupu musí:

- a) Osoby, které budou stroj dopravovat, instalovat, vyřazovat z provozu a likvidovat.
- b) Osoby, které budou stroj obsluhovat a seřizovat.
- c) Osoby, které budou stroj dopravovat, instalovat, obsluhovat, seřizovat, udržovat a opravovat nebo ho budou vyřazovat z provozu a likvidovat.

5. 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.

6. Upínání materiálu.

- a) K upínání se musí používat vhodné a nepoškozené nářadí. Není dovoleno nechávat upínací klíče zasunuty v upínacím zařízení, i když je v klidu nebo k vyvození větší síly používat klíče s prodlouženou pákou.
- b) K upínání se musí používat nepoškozené nářadí. Pro vyvinutí větší síly, můžeme použít prodloužené páky.

- c) Materiál musí být dostatečně utažen, proto vždy použijeme klíče s prodlouženou pákou.

7. 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.

8. Zaměstnanec je povinný ohlásit pracovní úraz:

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

9. Při opravách elektrického zařízení stroje musí být:

- a) Vypnut hlavní vypínač stroje a uzamčen ve vypnuté poloze.
b) Odpojen kabel hlavního přívodu od svorkovnice.
c) Odpojen pouze opravovaný obvod ve stroji.

10. Použití ochranných rukavic:

- a) Je povoleno, při upínání nebo výměně obrobků a nástrojů, hrozí-li nebezpečí pořezání nebo popálení rukou, stroj nesmí být v chodu.
b) Je povoleno v případě, kdy při obrábění odletují žhavé třísky, které pálí do rukou.
c) Je povoleno pouze v případě, kdy by při obrábění mohlo dojít k ušpinění rukou obsluhy.

11. Při práci se strojem a při činnostech v jeho okolí musí být dodržovány zásady platného zákona o protipožární ochraně s kterými musí být:

- a) Seznámeni všichni zaměstnanci dotčeného provozu.
b) Seznámeny pouze obsluhy strojů.
c) Seznámeni pouze požární preventisté a vedoucí provozů.

12. Při krvácení z nosu musíme postiženého:

- a) Položit a dát studený obklad na čelo a týl.
b) Posadit, předklonit mu hlavu, stisknout nosní křídla a event. přiložit studený obklad na týl.
c) Posadit a vložit tampon do nosu tak, aby částečně vyčníval a dal se později vytáhnout.

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 zapracování 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 zatřídí 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 zatřídí 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, doteky 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 úchytky)
- 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 měřící 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. Pootočíme-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 stojánu. 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: Pasometr

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 úchytku 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

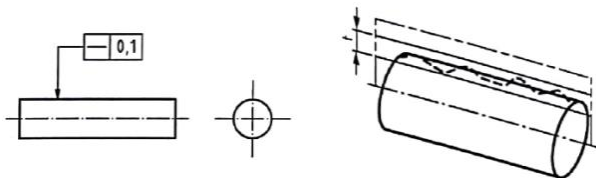
Tab. 1: Rozdělení geometrických tolerancí

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.

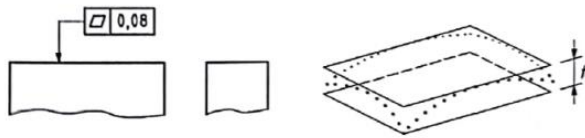


Obr. 11: Tolerance přímosti

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.

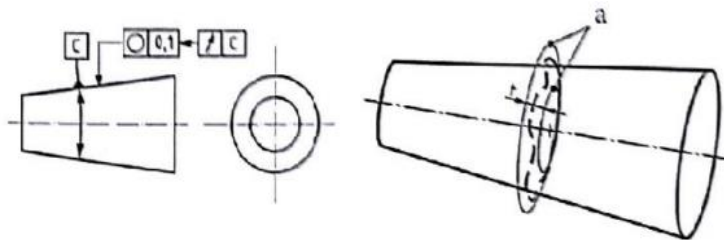


Obr. 12: Tolerance rovinnosti

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.

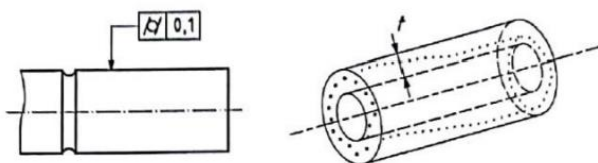


Obr. 13: Tolerance kruhovitosti

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.



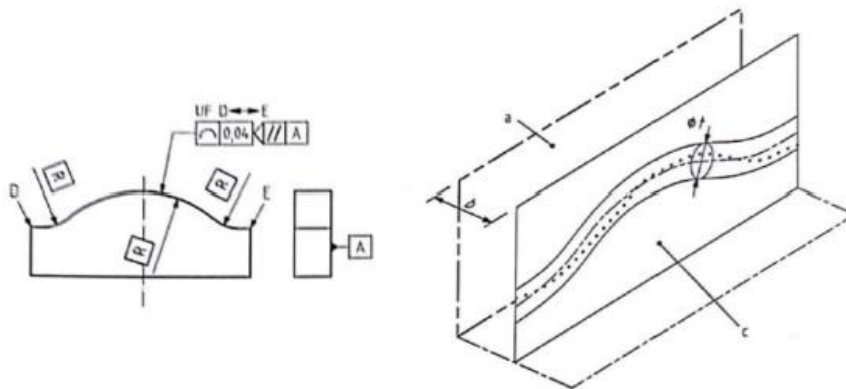
Obr. 14: Tolerance válcovitosti

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 měřicího stroje, nebo lze využít i číselníkový úchylkoměr a pasometr, měření je celkem složité.

Tolerance tvaru profilu

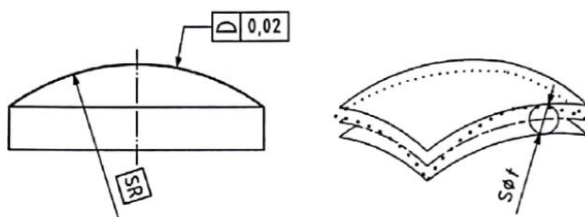
- odvozená čára profilu musí ležet mezi dvěma ekvidistantami, ležícími v rovině řezu kolmé k tolerovanému povrchu a vzdálenými od jmenovitého profilu o polovinu hodnoty tolerančního pole. V závislosti na účelu a posouzení dané tolerance lze předepsat základnu, ale její použití není nutné.



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.

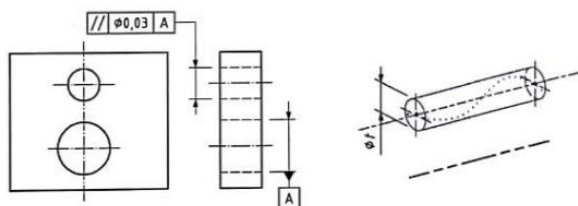


Obr. 16: Tolerance tvaru plochy

3.9.2 Tolerance směru

Tolerance rovnoběžnosti

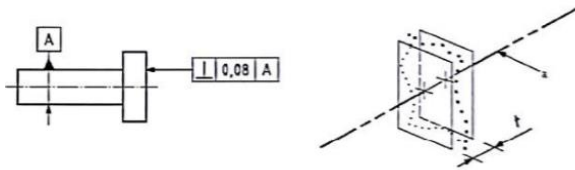
- odvozený tolerovaný prvek musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou rovnoběžné s předepsanou základnou. Pokud hodnotě tolerančního pole předchází symbol \varnothing , pak se toleranční zóna nachází uvnitř válce o průměru rovném hodnotě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



Obr. 17: Tolerance rovnoběžnosti

Tolerance kolmosti

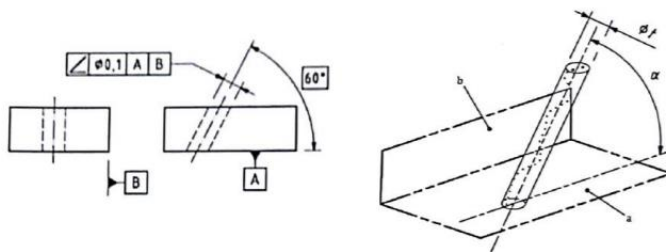
- odvozený tolerovaný prvek ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou kolmé na předepsanou základnou.



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.

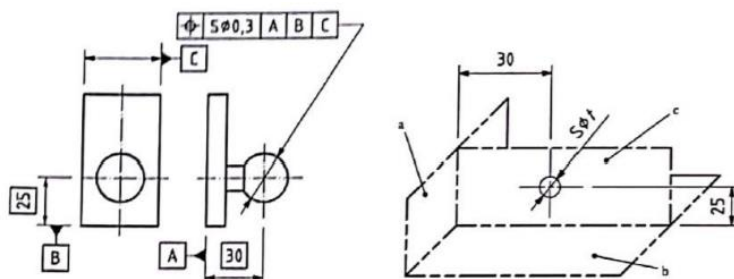


Obr. 19: Tolerance sklonu

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.

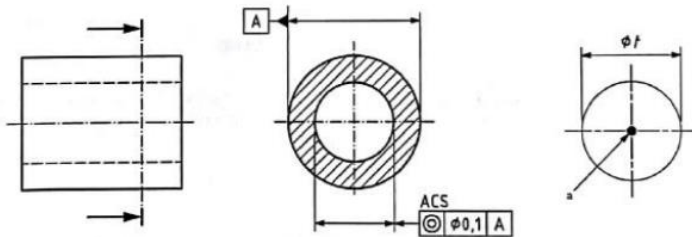


Obr. 20: Tolerance umístění

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

Tolerance soustřednosti a sousosti

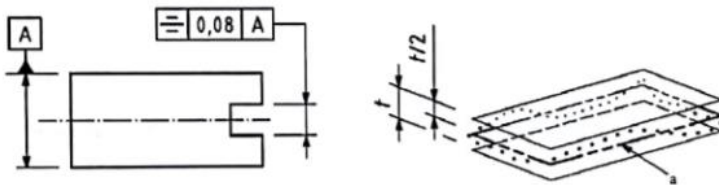
- odvozená tolerovaná osa musí ležet uvnitř tolerančního pole tvaru válce o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. Osa toleranční zóny tvaru válce je shodná s osou předepsané základny. V případě, že jsou předepsané dvě základny, pak osa tolerančního válce je totožná s osou nejmenšího možného opsaného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

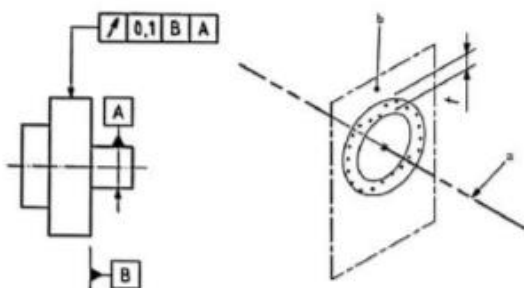


Obr. 22: Tolerance souměrnosti

3.9.4 Tolerance házení

Tolerance kruhového házení

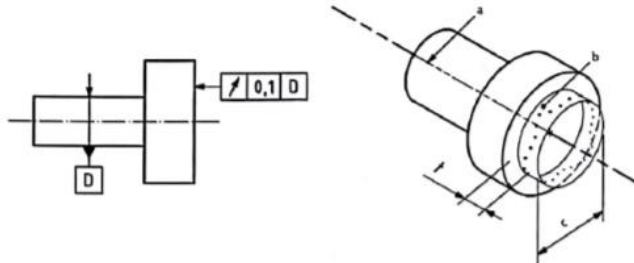
- obvodové (radiální) házení, všechny body tolerované plochy musí v libovolné rovině řezu, kolmé na osu předepsané základny, ležet mezi dvěma koplanárními a soustřednými kružnicemi s rozdílem poloměru rovným hodnotě tolerančního pole.



Obr. 23: Tolerance kruhového házení

Čelní (axiální) házení

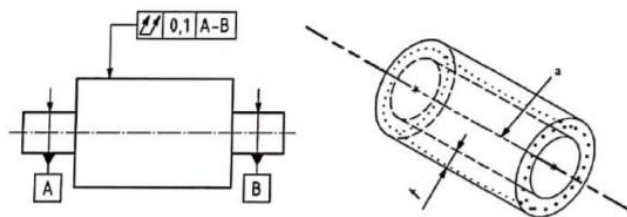
- všechny body tolerované plochy musí v libovolném řezu válcovou plochou, jejíž osa je totožná s osou předepsané základny, ležet mezi dvěma kružnicemi, které jsou axiálně posunuté o hodnotu tolerančního pole a které jsou součástí válcové plochy s osou totožnou k ose základny.



Obr. 24: Tolerance axiálního házení

Tolerance celkového házení (celkové obvodové házení)

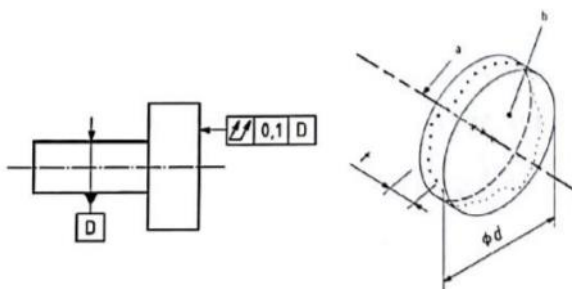
- všechny body tolerované plochy musí ležet mezi dvěma soustřednými válci, jejichž poloměry se liší o hodnotu tolerančního pole. Osa válců ohraničující toleranční pole je totožná s osou předepsané základny.



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 kvalitou 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.

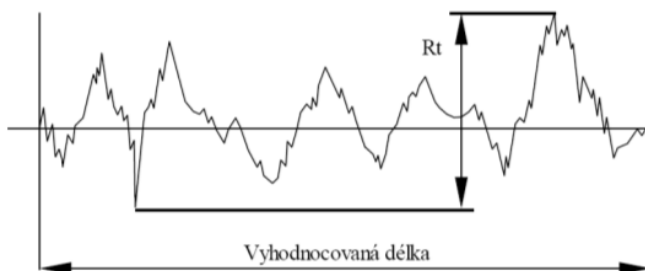
Běžně se používají na výkresové dokumentaci tyto parametry drsnosti povrchu:

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 nejnižší 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 nejnižší prohlubně profilu v rozsahu základní délky.



Obr. 31: Celková výška profilu

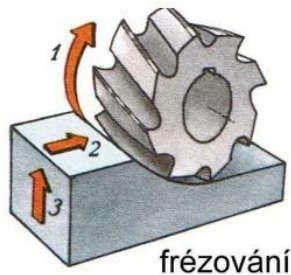
3.12.4 Metodika měření

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 R_a [μm] pomocí zraku a hmatu na základě svých praktických zkušeností
- vyhodnoťte drsnost povrchu vzorku vyjádřenou hodnotou R_a [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 R_a [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 FRÉZOVÁNÍ

Frézování je třískové obrábění rovinných ploch, šikmých ploch, tvarových ploch, zubů ozubených kol, závitů apod.



Obr. 32: Řezné pohyby při frézování

Hlavní pohyb je rotační a koná ho nástroj, který se nazývá fréza. Fréza je mnohobřitý nástroj různé velikosti a konstrukce. Vedlejší posuv je přímočarý vratný a koná jej obrobek. Stroj, na kterém frézujeme, se nazývá frézka.

4.1 Frézky

Frézky jsou obráběcí stroje, na nichž obrábíme jednu nebo více ploch obrobku, jedním nástrojem nebo soupravou několika fréz. Používá se jich v kusové, sériové i hromadné výrobě. Patří k nejuniverzálnějším obráběcím strojům, protože se na nich mohou obrábět nejen rovinné plochy, ale i plochy tvarové a nepravidelné, závitové drážky, různé druhy ozubení i rotační plochy.

Rozdělení frézek

- konzolové
 - vodorovné (horizontální)
 - svislé (vertikální)
 - univerzální
- stolové
- rovinné
- speciální
- CNC

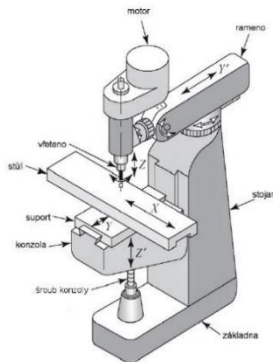
4.1.1 Konzolové frézky

Jedná se o nejrozšířenější druh frézek a jsou určeny k frézování rovinných a tvarových ploch na malých a středně velkých obrobkách v kusové a malosériové výrobě. Umožňují výškové přestavování stolu stoje pomocí konzoly. Obrobek upnutý na stolu frézky se tedy může posouvat podélně (osa x), příčně (osa y) a svisle (osa z). Hlavním znakem je konzola upevněná na vedení stojanu, přestavitelná šroubem a maticí ve svislém směru. Příčné saně se přestavují po vedení konzoly kolmo na vodící plochu stojanu. Pracovní stůl se pohybuje ve vedení příčných saní v podélném směru. Pohon posuvu, zajišťovaný obvykle samostatným motorem s převodovkou, je nezávislý na otáčkách vřetene.

Dle konstrukce a uložení vřetena je rozdělujeme na:

- svislé

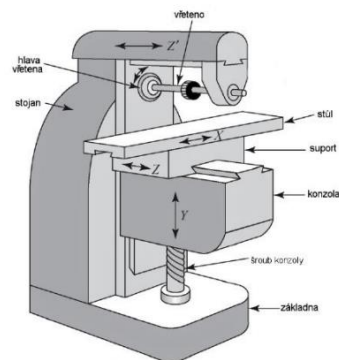
Svislé konzolové frézky mají pracovní vřeteno ve svislém vřeteníku připevněném na stojanu frézky. Vřeteníkem lze otáčet o $\pm 45^\circ$. Obrábí se na nich zejména rovinné plochy a drážky čelními frézami, frézovacími hlavami a stopkovými frézami.



Obr. 33: Konstrukce svislé konzolové frézky

- vodorovné

Vodorovné konzolové frézky mají vřeteno uloženo horizontálně, rovnoběžně s rovinou pracovního stolu. Obrábí se na nich zejména drážky kotoučovými nebo tvarovými frézami, nebo složité tvary skládanými frézami.



Obr. 34: Konstrukce vodorovné konzolové frézky

- univerzální

Univerzální konzolové frézky jsou podobné konstrukce jako vodorovné, mají však pracovní stůl otočný o 45° . Tato úprava umožňuje frézování šroubových drážek, šneků, zubů pomocí univerzálního dělicího přístroje. Příslušenstvím je i svislá nebo univerzální frézovací hlava, kterou lze nasadit na svislé vedení frézky.

4.1.2 Rovinné frézky

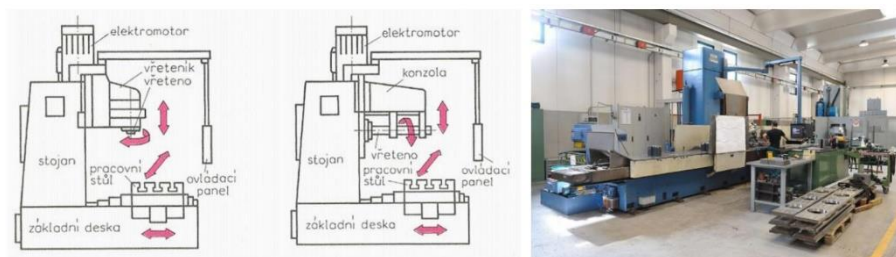
Od konzolových fréz se liší tím, že se pracovní stůl pohybuje pouze v podélném směru. Po svislém stojanu frézky se pohybuje vřeteník. Rovinné frézky mohou být vybaveny jedním nebo dvěma stojany s vřeteníkem. Na těchto strojích se obrábí zejména rovinné plochy větších součástí. Pro hodně velké a těžké obrobky lze užít tzv. rovinnou portálovou frézku, která má dva stojany spojené příčnicí. Na něm jsou pak další dva vřeteníky.



Obr. 35: Konstrukce rovinné frézky

4.1.3 Stolové frézky

Od rovinných frézek se liší tím, že se jejich stůl pohybuje jak v podélném, tak i v příčném směru. Výškové nastavení vřeteníku je pak zajištěno posuvem po vedení stojanu. Vyrábí se ve vodorovném i svislém provedení.



Obr. 36: Konstrukce stolové frézky

4.1.4 Speciální frézky

Tento typ strojů tvoří rozsáhlou řadu typů, určených pro různé frézovací operace, konstrukce je přizpůsobena druhu práce, která na něm má být vykonávána.

Patří sem např. frézky na:

- závity
- ozubení
- drážky
- vačky
- pantografické frézky



Obr. 37: Odvalovací frézka

4.1.5 CNC frézky

Frézovací obráběcí centra se dělí na centra s horizontální a vertikální osou vřetena. Tyto se pak dále dělí na tří až 5tiosá centra. Základem u všech těchto center jsou osy x, y, z, v kterých se pohybuje vřeteno. Pokud obráběcí centrum má pouze tyto osy, jedná se o tříosé obráběcí centrum. 5tiosé obráběcí centrum je dále rozšířeno o další dvě rotační osy, kolem kterých se může otáčet stůl s upnutým obrobkem. Hlavními přednostmi CNC obráběcích center je, že dokáže dělat více operací na jedno upnutí obrobku. CNC obráběcí centrum je vybaveno zásobníky na nástroje a dokáže samostatně vybrat a vyměnit nástroj, se kterým se má obrábět. CNC obráběcí centra dovedou plynule regulovat řezné a posuvové rychlosti pomocí změny otáček, posuvu.



Obr. 38: 5-osé vertikální CNC obráběcí centrum

4.2 Nástroje pro frézování

Vzhledem k mnohostrannému uplatnění frézování ve strojírenské výrobě a k velkému rozsahu technologie frézování se v současné době používá mnoho typů fréz. Frézy jsou vícebřité, někdy i tvarově složité nástroje, které lze v závislosti na jejich technologickém uplatnění třídit do jednotlivých skupin podle různých hledisek.

4.2.1 Rozdělení fréz

Podle umístění zubů na tělese nástroje:

- frézy válcové (mají zuby na válcové ploše)
- čelní (mají zuby na čelní ploše)
- válcové čelní (mají zuby na čelní i válcové ploše)

Podle geometrického tvaru funkční části:

- frézy válcové
- frézy čelní válcové
- frézy kotoučové
- frézy úhlové
- frézy drážkovací
- frézy kopírovací
- frézy rádiusové
- frézy na výrobu ozubení
- frézy závitů



Obr. 39: Válcová fréza, čelní válcová fréza, kotoučová fréza



Obr. 40: Úhlová fréza, drážkovací fréza, kopírovací fréza



Obr. 41: Rádusová fréza, fréza na ozubená kola, fréza na závity

Podle nástrojového materiálu zubů:

- frézy z rychlořezných ocelí
- frézy s destičkami ze slinutých karbidů
- frézy s destičkami z cermetů
- frézy s destičkami z řezné keramiky



Obr. 42: Fréza z rychlořezné oceli, s VBD ze slinutých karbidů

Podle provedení zubů:

- frézy se zuby frézovanými
- frézy se zuby podsoustruženými

Podle počtu zubů:

- hrubozubé (malý počet zubů)
- polohrubozubé
- jemnozubé (velký počet zubů)

Podle způsobu upnutí:

- nástrčné
- stopkové (s válcovou a kuželovou stopkou)

Podle smyslu otáčení:

- pravořezné
- levořezné

4.3 Upínání nástrojů

Frézy musí být upnuty vždy pevně a spolehlivě. Při špatném upnutí frézy házejí, jsou jednostranně namáhány, špatně řezou a obrobené plochy nejsou kvalitní.

Na upínací systém nástrojů jsou kladeny tyto požadavky:

- souosost frézy a vřetena stroje
- musí být zaručena opakovaná přesnost upnutí při výměně nástrojů
- pevnost proti axiálním silám i proti pootočení
- vhodnost pro vysoké otáčky

4.3.1 Pravidla pro správné upínání fréz

- upínací části fréz, redukčních pouzder, jakož i kuželová dutina vřetena se musí před upínáním řádně očistit
- upínací plochy, kuželové a válcové plochy stopek a trnů musí pevně dosedat po celé délce stykové plochy
- nástroje, pouzdra i trny se musí v kuželové dutině vřetene zajistit šroubem
- na dlouhých frézovacích trnech se mají frézy upínat co nejbližší vřetena nebo opěrného ložiska, aby se zmenšilo prohýbání trnu při frézování
- při vkládání fréz do vřetena nebo na trny musíme použít tkaninu nebo kůži, abychom chránili ruce před pořezáním břity zubů
- všechny pracovní úkony při upínání fréz musíme vykonávat pečlivě a s citem, aby se nástroj nebo upínací prostředek nepoškodily

4.3.2 Upínání nástrčných fréz

Nástrčné frézy (válcové, kotoučové, tvarové apod.) se upínají na frézovací trny.

Upínání fréz na letmý upínací trn

Malé frézovací hlavy a čelní válcové frézy nástrčné se upínají na letmé upínací trny.

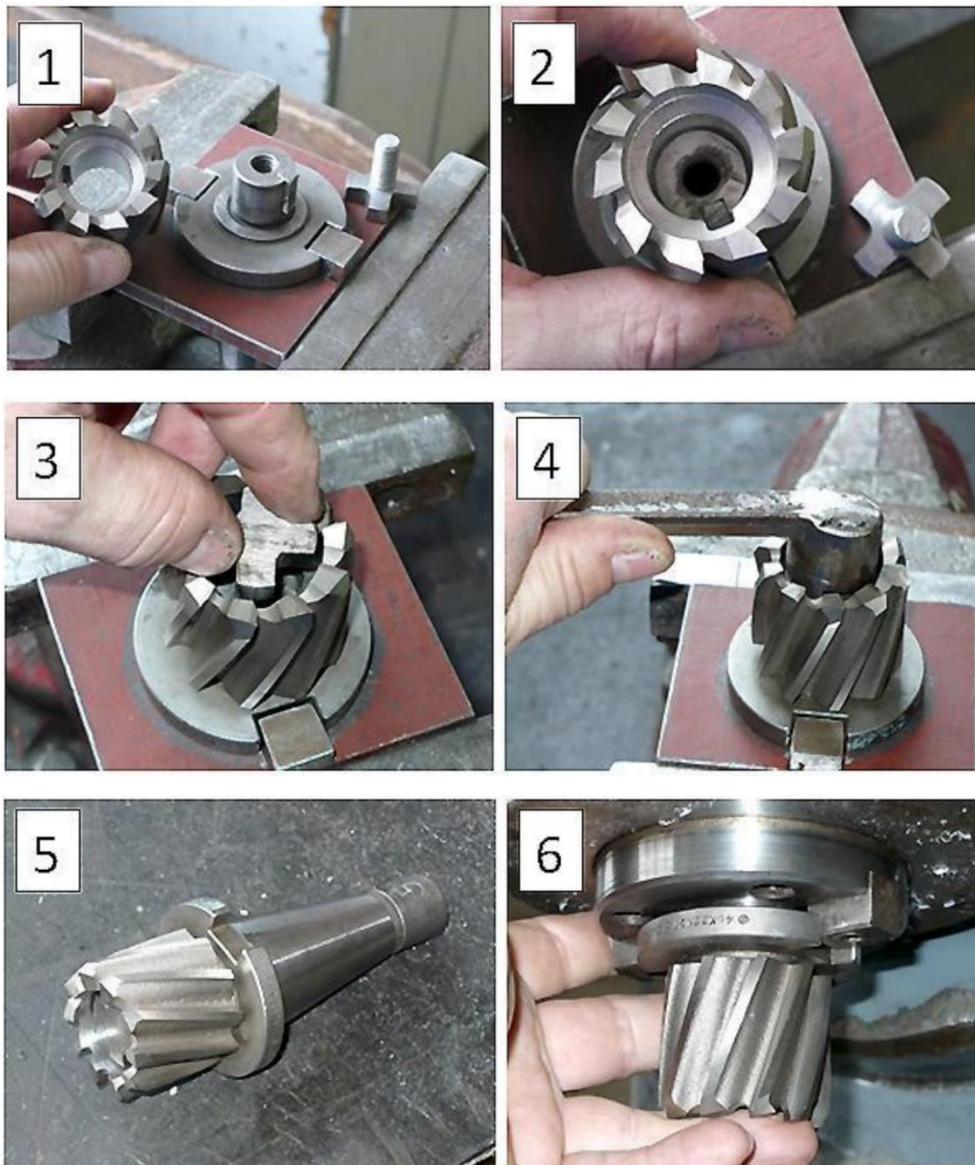
Přenášení krouticího momentu z trnu na nástroj zabezpečuje nejčastěji pero, proti axiálnímu posuvu je zajišťováno křížovým šroubem.



Obr. 43: Krátký (letmý) upínací trn

Postup upnutí:

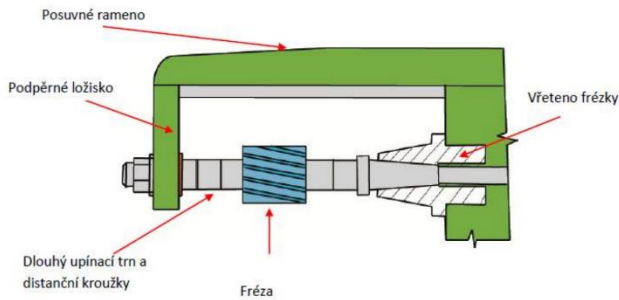
- podle nástroje zvolíme upínací trn – průměr, délku (1)
- nasadíme frézu na trn, překontrolujeme správné usazení, čelo upínacího trnu nesmí přesahovat vnitřní okraj frézy (2), v opačném případě použijeme distanční kroužky
- zašroubujeme křížový šroub do upínacího trnu a dotáhneme speciálním klíčem (3, 4)
- takto připravený upínací trn s frézou upneme do dutiny vřetene frézky (5, 6)



Obr. 44: Postup upínání nástrčných fréz na krátký upínací trn

Upínání fréz na dlouhý upínací trn

Dlouhé frézovací trny se používají převážně u vodorovných a univerzálních konzolových frézek. Jeden konec trnu je upevněn v redukčním pouzdře vřetena a druhý je v posuvném podpěrném ložisku, které je umístěno na výsuvném rameni vodorovné frézky. Správné polohy frézy docílíme použitím rozpěracích kroužků, které se volně umístí na trn. Aby se zabránilo prohýbání trnu při frézování, musí se fréza umístit co nejblíže k vřetenu nebo podpěrnému ramenu. Frézy se šikmými nebo šroubovitými zuby jsou upínány v takové poloze, aby řezná síla směřovala k vřetenu frézky.

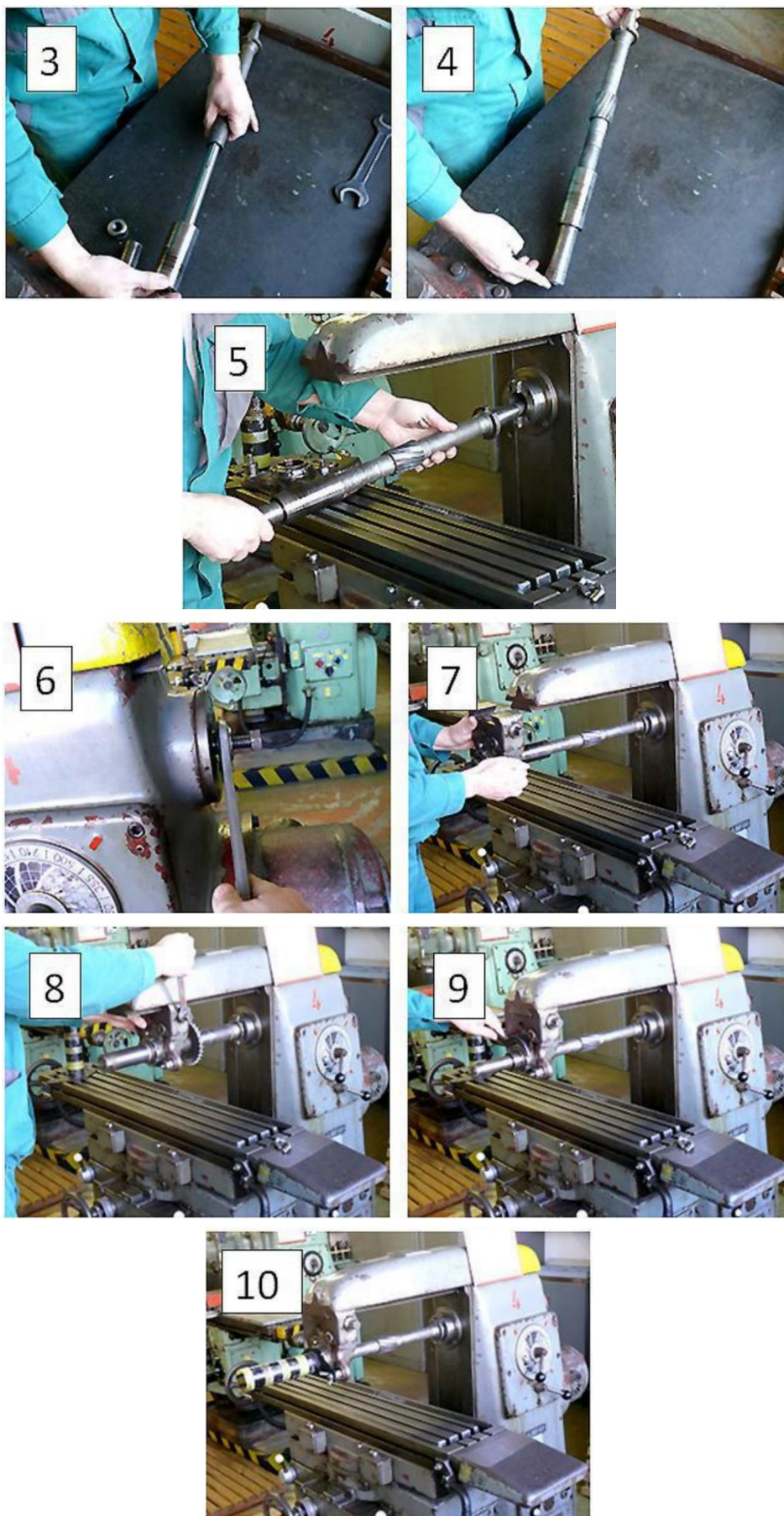


Obr. 45: Dlouhý upínací trn

Postup upnutí:

- podle vybraného nástroje zvolíme upínací trn – průměr, délku (1)
- nasadíme frézu na trn, překontrolujeme správné usazení nástroje na pero v drážce upínacího trnu (2)
- pomocí distančních kroužků vymezíme prostor mezi nástrojem (frézou), ložiskovým pouzdrem (3) a maticí na konci upínacího trnu (4)
- po dotažení matice na konci upínacího trnu můžeme tento upnout do vřetene vodorovné frézky (5)
- vložený upínací trn uchytíme ve vřetenu frézky šroubem, který prochází skrz vřetenovou dutinu (6)
- na upevněný upínací trn nasuneme zepředu podpěrné ložisko do rybinových drážek podpěrného ramena (7)
- těleso podpěrného ložiska upevníme v rybinovém vedení šroubem (8) a vymezíme vůli na ložiskovém pouzdře (9)
- po upevnění ochranných krytů a kontrole správnosti upnutí frézovacího trnu je nástroj i stroj připraven k obrábění (10)





Obr. 46: Postup upínání nástrčných fréz na dlouhý upínací trn

4.3.3 Upínání stopkových fréz

Stopkové frézy se upínají do kleštinových upínačů (stopková fréza s válcovou stopkou) nebo přímo do dutiny vřetena za pomoci redukčních pouzder (stopková fréza s kuželovou stopkou).

Upínání fréz s kuželovou stopkou

Frézy s kuželovou upínací stopkou se upínají přímo do kuželové dutiny vřetena frézky v případě, je-li kužel upínací stopky frézky a dutiny vřetena shodný. Je-li kužel upínací stopky menší než kužel dutiny vřetena, je nutno k upínání použít redukční pouzdra.



Obr. 47: Upínání fréz s kuželovou stopkou

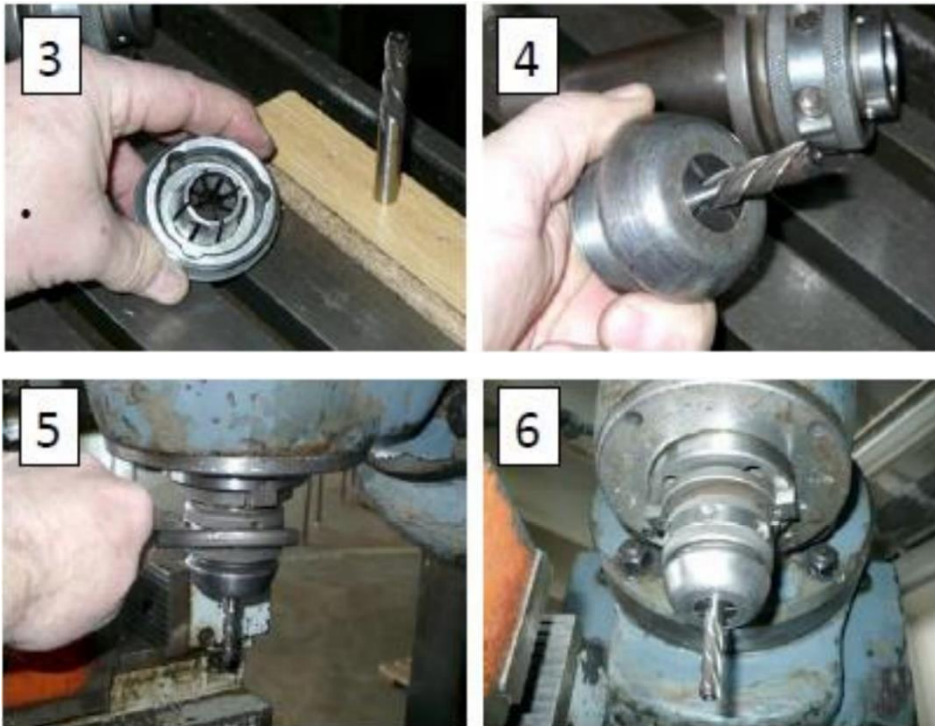
4.3.4 Upínání fréz s válcovou stopkou

Válcové stopky fréz mohou mít tyto normalizované průměry: 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20. Nástroje s válcovou stopkou se upínají pomocí upínacích pouzder a kleštin. Tato upínací pouzdra umožňují rychlé a spolehlivé upínání fréz s válcovou stopkou.

Postup upnutí:

- nejprve vybereme kleštinu podle velikosti stopky frézky (1)
- vložíme klec do matice kleštinového upínače, dokud klec nezaskočí za drátěný kroužek v matici (3)
- zasuneme stopku frézky zespod do kleštinové klece (4) a matici zašroubujeme do upínače
- před dotažením matice klíčem (5) upneme kleštinový upínač do dutiny vřetene frézky
- zkontrolujeme vyložení frézky z upínače, zda se kleštinová klec nezasunula dovnitř upínače, kleštinová klec musí být zároveň s hranou otvoru v matici upínače (6)





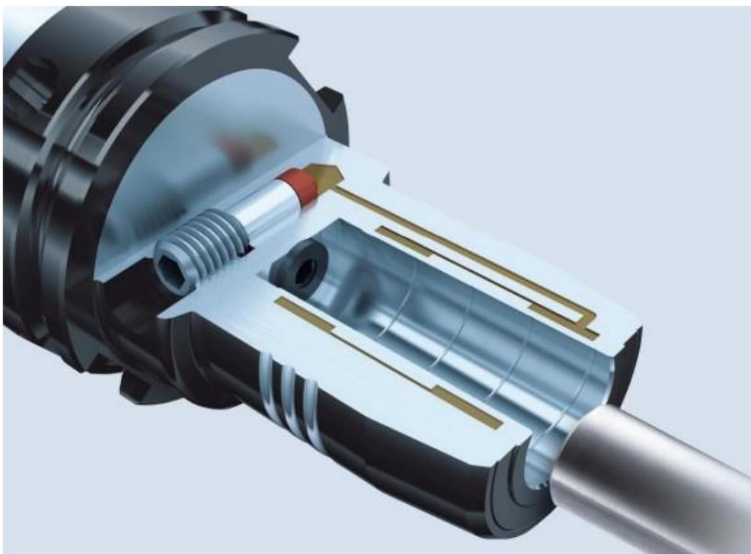
Obr. 48: Postup upínání fréz s válcovou stopkou

4.4 Trendy v upínání nástrojů na CNC strojích

Frézy s válcovou stopkou se v dnešní době upínají výjimečně do upínací hlavice s kleštinou. Jsou nahrazovány tepelnými a hydraulickými upínacími prostředky.

4.4.1 Hydraulický upínač

Hydraulický upínač funguje na principu zvyšování tlaku oleje v dutině upínače. Na píst s těsněním působí šroub, který jej posouvá. Při zašroubování tak píst stlačuje olej v dutině upínače, čímž dochází ke zvyšování tlaku a zároveň rozpínání oleje. Pouzdro je stlačováno a mírně deformováno a tím dojde k obepnutí válcové stopky nástroje a jejímu upnutí do upínače.



Obr. 49: Hydraulický upínač

4.4.2 Tepelný upínač

U tepelného upínače dochází k upnutí frézy v důsledku smrštění materiálu, ke kterému dochází vlivem rychlého ohřevu nástroje (nedochází tak k tepelnému ovlivnění nástroje) umístěného v tělese upínače a následného ochlazení proudem vzduchu. Při dalším ohřevu ve speciálním zařízení se fréza z upínacího prostředku opět uvolní.



Obr. 50: Tepelný upínač

4.5 Upínání obrobků na frézách

Při frézování vznikají vlivem současného záběru několika zubů frézy velké řezné síly, proto se musí obrobek pevně a spolehlivě upnout ve správné poloze. Musí se volit takové upínací zařízení, u kterého řezné síly od nástroje působí proti pevným částem upínacího prostředku. Při upínání nesmí být obrobek vlivem upínacích sil upínače deformován.

Požadavky na upínání obrobků:

- jednoduchost upnutí
- správná poloha obrobku vůči nástroji
- dostatečná tuhost a pevnost upnutí
- bezpečnost upnutí
- rychlost upínání
- přesnost upínání
- odolnost vůči vibracím
- nesmí bránit odchodu třísek a odtoku řezné kapaliny
- nesmí bránit měření součástí

4.5.1 Způsoby upínání obrobků na frézách

Strojní svěráky

Pro upnutí menších a tvarově jednoduchých obrobků se volí strojní svěráky. Obrobek se ve svěráku ustavuje pomocí kovových podložek.

Typy svěráků:

- pevné
- otočné
- prizmatické středící
- sklopné

Pevný svěrák

Pevný svěrák má pohyblivou čelist posuvnou po tělese svěráku jen ve směru k čelisti a od čelisti.



Obr. 51: Pevný svěrák

Otočný svěrák

Otočný svěrák má spodní kruhovou desku se stupňovým dělením a ta umožňuje svěrák otáčet kolem svislé osy.



Obr. 52: Otočný svěrák

Samostředicí svěrák

Samostředicí svěráky se používají k upínání krátkých válcových součástí. Součást se střeďí pomocí prizmatického vybrání, ke kterému se přitlačí čelisti svěráku.



Obr. 53: Samostředicí svěrák

Sklopný svěrák

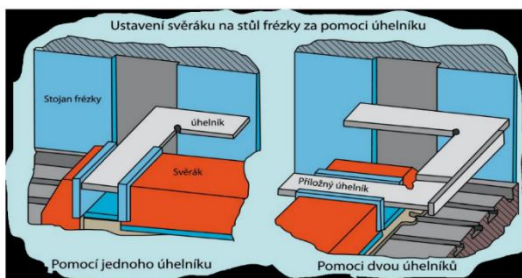
Otočný a sklopný svěrák pro frézování šikmých ploch.



Obr. 54: Sklopný a otočný svěrák

Upínání svěráků

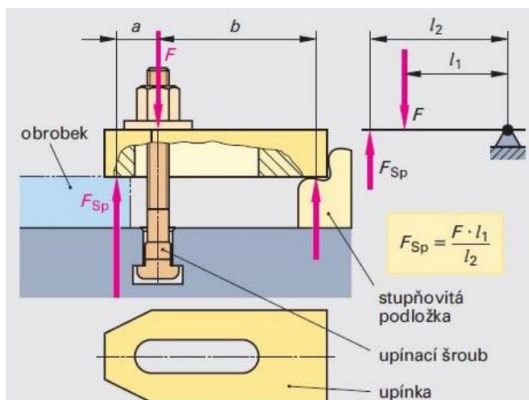
Strojní svěrák se připevňuje na pracovní stůl frézky. Jeho poloha se zajistí upínacími šrouby se čtyřhrannými hlavami, které se zasouvají do T drážek stolu. Svěrák je umístěn tak, aby upínací čelisti byly rovnoběžné nebo kolmé k drážkám stolu. K tomu nám slouží vodící pera v drážce na spodní části svěráku, která zapadají do drážky stolu. Pro kontrolu rovnoběžnosti a kolmosti čelistí svěráku s pracovním stolem je možné použít úhelníky nebo číselníkový úchylkoměr.



Obr. 55: Ustavení svěráku pomocí úhelníků

Upínání obrobků pomocí upínek a šroubů

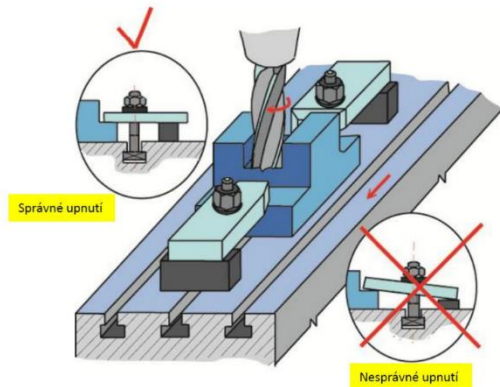
Rozměrnější obrobky se často upínají pomocí upínek, podpěr a upínacích T-šroubů, jejichž hlavy zapadají do T-drážek stolu frézky. Upínka působí jako jednoramenná páka. Čím blíže je upínací šroub k obrobku, tím větší je upínací síla. Mezi upínací maticí a upínku se vkládá kalená ocelová podložka.



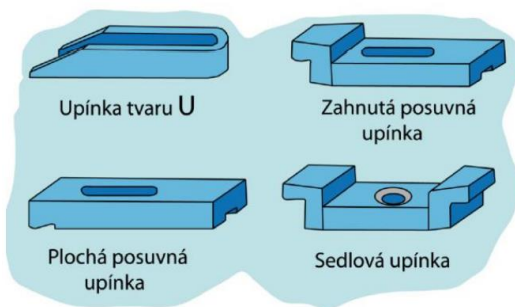
Obr. 56: Schéma upnutí obrobků upínkami

Zásady pro upínání upínkami:

- upínací šroub umístíme co nejbližší k obrobku
- upínku podkládáme podložkami tak, aby byla ve vodorovné poloze



Obr. 57: Zásady pro upnutí obrobků upínkami



Obr. 58: Typy upínek

Upínací přípravky

Upínací přípravky jsou výrobní pomůcky, které slouží k upínání daného obrobku většinou složitějšího tvaru a rozměru. Obrobky se do nich upínají rychle s velkou přesností, čímž nám usnadňují práci při ustavení obrobku do správné polohy. Zkracují tak i celkový strojní čas. Upínací přípravky mohou být buď jednoúčelové (používané spíše v sériové výrobě pro upínání součástí stejného tvaru a rozměru), nebo víceúčelové (sloužící k upínání součástí různých tvarů, převážně používaných v kusové výrobě). Podle zdroje upínací síly se dělí na mechanické, pneumatické a hydraulické.

Univerzální (víceúčelové) přípravky

- dělicí přístroj

Dělicí přístroj slouží k upnutí válcovitých součástí, k dělení obvodu obrobku na určitý počet roztečí, např. pro frézování zubových mezer ozubených kol, výrobu zubů fréz, frézování mnohohranů na válcových plochách a k frézování drážek na kuželových plochách. Univerzální dělicí přístroj umožňuje přímé, nepřímé a diferenciální dělení.



Obr. 59: Univerzální dělicí přístroj

- otočný stůl

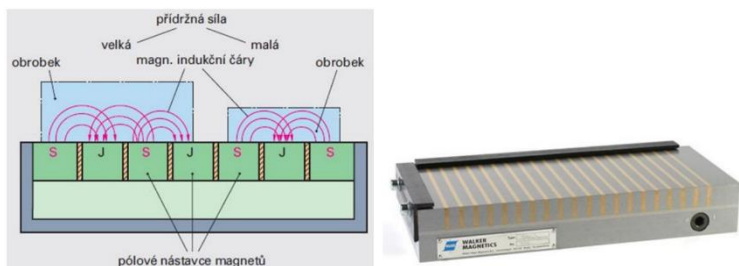
Otočný stůl se připevňuje na pracovní stůl frézky. Obrobek se na stůl upne pomocí upínek a T-šroubů. Otáčí se buď ručně, nebo je otáčení odvozeno od podélného pohybu pracovního stolu šroubovým teleskopickým hřídelem. Otočné stoly umožňují frézovat různé rotační tvary, vačky, segmenty, drážky apod. stopkovými frézami.



Obr. 60: Otočný stůl

- magnetické upínače

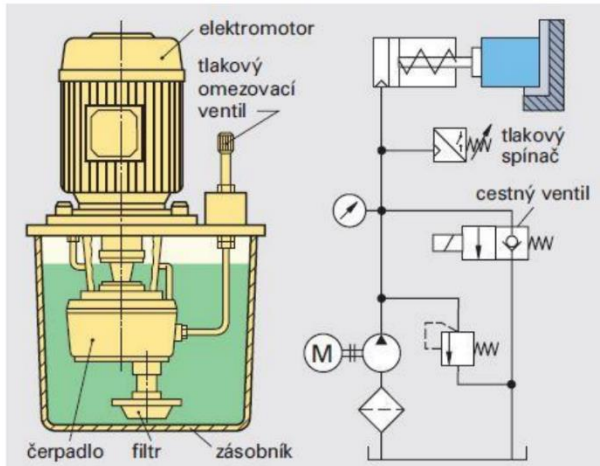
Magnetické upínání je rychlé, bezpečné a umožňuje při jednom upnutí opracovat výrobek z pěti stran, aniž by tomu bránily čelisti upínače. Na magnetické upínací desce je možné upínat feromagnetické díly s rovinnou plochou. Magnetické indukční čáry se uzavírají přes upnutý obrobek a přidržují jej pevně na upínací desce.



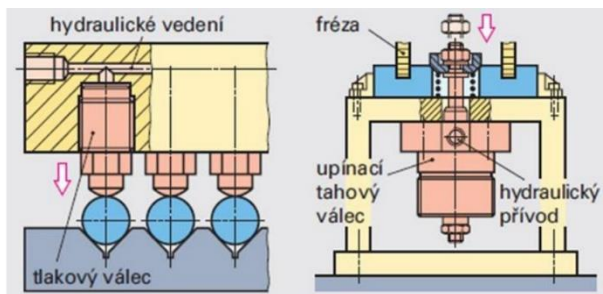
Obr. 61: Magnetická upínací deska

– hydraulické upínače

Hydraulický upínací systém se skládá ze zdroje tlakové kapaliny, řídicích ventilů a upínacích hydraulických válců. Hydraulické upínací válce se dají používat jako jednotky, které lze našroubovat do upínacích přípravků nebo také jako tažné jednotky, přitahující obrobek přes průchozí otvory, upevněné na přípravcích.



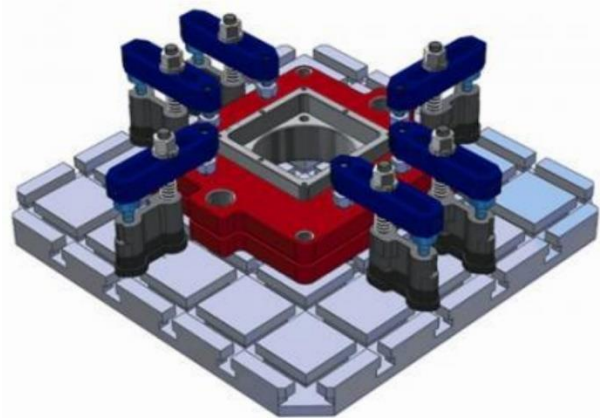
Obr. 62: Hydraulický obvod



Obr. 63: Hydraulické upínání

Speciální (jednoučelové) přípravky

Jednoučelové přípravky se využívají v sériové výrobě jedné součásti.



Obr. 64: Stavebnicový frézovací přípravek

4.6 Dělicí přístroje

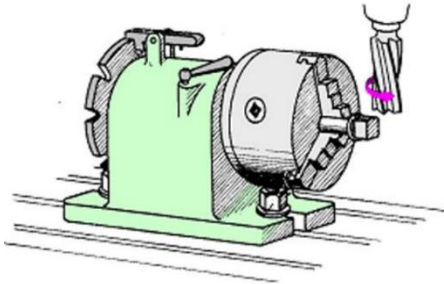
Dělicí přístroj patří k nejpoužívanějším přídatným zařízením používaných na frézkách. Používají se k rozdělení obvodu obrobku na požadovaný počet dílů, nebo při frézování drážek v pravidelných i nepravidelných roztečích při frézování zubů výstružníků, ozubených kol, drážek na hřídelích apod.

Rozdělení dělicích přístrojů:

- jednoduché
- univerzální

4.6.1 Jednoduchý dělicí přístroj

Používají se u jednoduchého obrábění, např. při frézování čtyřhranných nebo šestihranných hlav šroubů a matic. Konstrukce umožňuje rozdělit obvod na omezený počet dílů, ten je omezen počtem drážek nebo otvorů na dělicím kotouči. Dělicí kotouč má zpravidla 24 zářezů nebo dírek, takže obrobek můžeme rozdělit jen na 2, 3, 4, 6, 8, 12 a 24 stejných dílů.

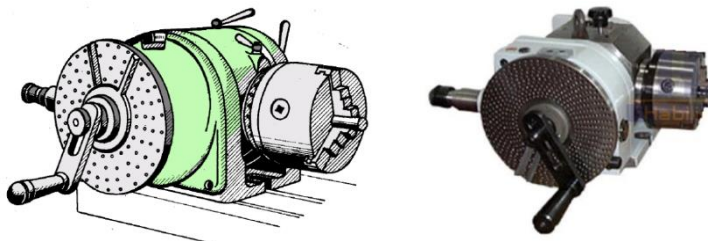


Obr. 65: Jednoduchý dělicí přístroj

4.6.2 Univerzální dělicí přístroj

Univerzální dělicí přístroj se používá:

- pro dělení obrobku na požadovaný počet dílů
- pro nastavení obrobku do šikmé polohy při frézování drážek na kuželové ploše, případně vrtání na kuželové ploše
- pro pootáčení obrobku zároveň současným podélným posuvem při frézování šroubových drážek
- pro frézování kruhových i nekruhových ploch Tyto dělicí přístroje se dodávají jako zvláštní příslušenství frézek se soupravou výměnných kol a s několika dělicími kotouči. Základem dělicího přístroje je vnitřní převod, který bývá 1:40 (1:60,1:80).



Obr. 66: Univerzální dělicí přístroj

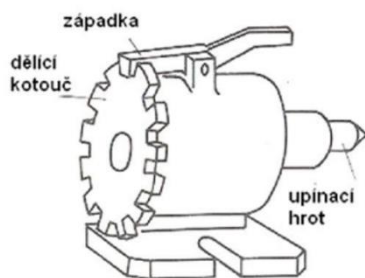
4.7 Druhy dělení pomocí dělicího přístroje

Rozdělení:

- dělení přímé
- dělení nepřímé
- diferenciální

4.7.1 Dělení přímé

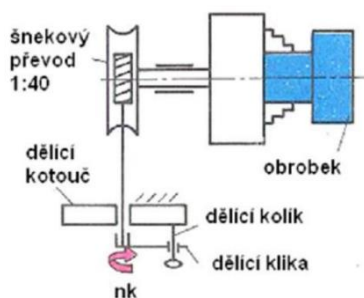
Pro malý počet roztečí stačí jednoduchý dělicí přístroj. Obrobek je upnut mezi hroty dělicí hlavy a koníku. Na dělicím vřetenu je nasazen dělicí kotouč obvykle s 24 dírami, které umožňují dělení na 24, 12, 8, 6, 4, 3 a 2 díly, počet vyráběných roztečí je tedy omezen. Provádí se po odpojení šnekového převodu, ručně pootáčíme sklíčidlem při vysunutém aretačním kolíku. Otažení sklíčidla je zajištěno bez dalších převodů.



Obr. 67: Přímé dělení

4.7.2 Dělení nepřímé

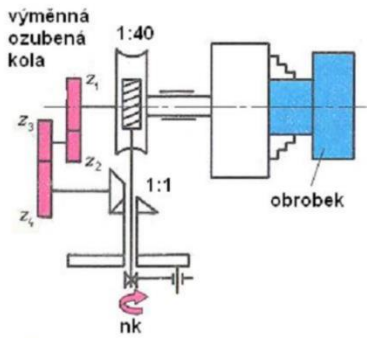
Pro velký počet různých roztečí se používá nepřímé jednoduché dělení. Provádí se pomocí kliky a šnekového převodu s poměry 1:40, 1:60 nebo 1:80. Dělicí klika, kterou se pootáčí šnek, je posuvná. Je na ní dělicí kolík, kterým se nastavuje rozteč na dělicím kotouči. K dělicí hlavě patří dělicí kotouče s různým počtem děr na roztečných kružnicích. Dělení usnadňují ramena a tím odpadá počítání děr.



Obr. 68: Schéma nepřímého dělení

4.7.3 Dělení nepřímé diferenciální

Používá se tam, kde nelze použít dělení přímé a nepřímé – převážně tehdy, je-li počet roztečí prvočíslo a dělicí kotouč nemá tolik otvorů. Dělicí klikou dělíme na větší nebo menší počet dílů, než je třeba a takto vzniklý rozdíl (diference) se vyrovná otáčením dělicího kotouče. Pootočením dělicího kotouče v kladném nebo opačném smyslu je umožněno vloženými výměnnými ozubenými koly.



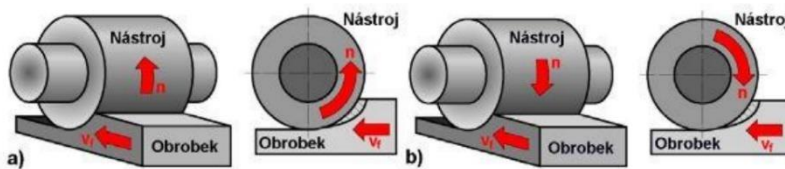
Obr. 69: Schéma diferenciálního dělení

4.8 ZÁKLADNÍ FRÉZAŘSKÉ PRÁCE

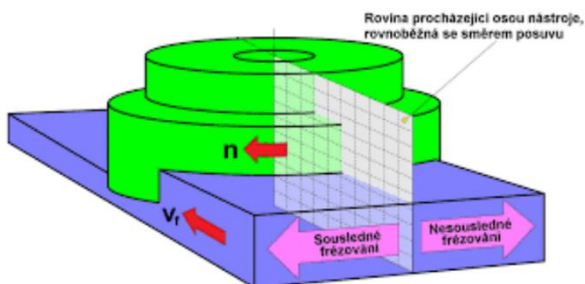
Frézováním obrábíme rovinné plochy, šikmé plochy, tvarové plochy, zuby ozubených kol, závity apod.

Z hlediska pohybů nástroje a obrobku vůči sobě rozlišujeme frézování:

- sousledné
- nesousledné



Obr. 70: Nesousledné a sousledné frézování



Obr. 71: Čelní frézování

Sousledné frézování

Při sousledném frézování je smysl rotace nástroje ve směru posuvu obrobku. Maximální tloušťka třísky vzniká při vnikání zubu frézy do obrobku. Tloušťka třísky během záběru klesá, klesá i řezná síla a kvalita obrobeného povrchu je ve srovnání s nesousledným frézováním lepší.

Další výhody spočívají v delší trvanlivosti nástroje, ve větších hloubkách řezu a výkonech. Odlitky a válcované polotovary nesmějí být obráběny sousledným frézováním. Posuvový mechanismus nesmí mít vůli.

Nesousledné frézování

Při nesousledném frézování je smysl rotace nástroje proti směru posuvu obrobku. Obrobená plocha vzniká při vnikání nástroje do obrobku. Tloušťka třísky se postupně mění z nulové hodnoty na hodnotu maximální. K oddělování třísky nedochází v okamžiku její nulové tloušťky, ale po určitém skluzu břitu po ploše vytvořené předcházejícím zubem. Přitom vznikají silové účinky a deformace způsobující zvýšené opotřebení břitu.

Řezná síla při nesousledném frézování má složku, která působí směrem nahoru a odtahuje obrobek od stolu stroje.

4.8.1 Frézování rovinných ploch

Rovinné plochy frézujeme za účelem dosažení předepsané rozměrové a tvarové přesnosti a jakosti povrchu frézami válcovými nebo čelními válcovými frézami, větší plochy frézujeme frézovacími hlavami.



Obr. 72: Frézování rovinných ploch

Frézování rovinných ploch válcovými frézami

Osa frézy je rovnoběžná s obráběnou plochou, šířka frézy musí být větší než šířka frézované plochy. Používáme dva způsoby frézování: sousledné a nesousledné.

Frézování rovinných ploch čelními válcovými frézami

Při čelním frézování je osa rotace frézy kolmá k obráběné ploše. Jednotlivé zuby odřezávají třísky téměř stejného průřezu, takže tloušťka třísky se mění jen málo. Zatížení nástroje i stroje je během řezání prakticky stálé, chod stroje je plynulý a rovnoměrný, chvění je velmi malé. Zuby materiál odřezávají na obvodě frézy, na čele frézy obrobenou plochu jen hladí. Kvalita obrobené plochy je lepší než při válcovém frézování. Průměr frézy se podle možností volí asi 2x větší než šířka frézované plochy.

Výhody čelního frézování:

- produktivnější než obvodové frézování, umožňuje odfrézovat větší množství třísek
- používají se frézy větších průměrů, zejména frézovací hlavy (větší tuhost nástroje)
- upnutí frézy je tužší, upínají se za krátký trn nebo za stopku
- frézování je klidnější, neboť v záběru je několik zubů současně a tloušťka třísky se mění jen nepatrně



Obr. 73: Čelní frézování

Postup frézování rovinných ploch:

- na stůl frézky upneme strojní svěrák a vyrovnáme pomocí číselníkového úchylkoměru



Obr. 74: Vyrovnání svěráku

- měkké obrobky chráníme měkkými vložkami
- obrobky podkládáme podložkami
- upnutý obrobek musí na podložku pevně dosednout



Obr. 75: Ustavení a vyrovnání obrobku

- nastavíme odpovídající řezné podmínky
- frézujeme největší plochu, kterou nazýváme technologickou základnou

Vady při frézování rovinných ploch:

- rozměry součásti neodpovídají rozměrům na výkrese Příčina: nesprávné upnutí obrobku, nepozorné měření, nebo špatně nastavená hloubka řezu.
- horší kvalita povrchu, než je předepsána Příčina: házení frézy, tupá fréza, malý nebo velký posuv na zub s_z (mm/zub).
- povrch obrobku se stopami po nástroji Příčina: protočení frézy na jednom místě, přemístění obrobku do výchozí polohy pod otáčející se frézou, opačný pohyb než při frézování.
- vlnitý a nerovný povrch obrobeneé plochy Příčina: házení frézy nebo frézovacího trnu.
- poškozený otláčený povrch součásti Příčina: použití tvrdého kladiva při doklepávání obrobku nebo upnutí bez ochranných vložek z plechu

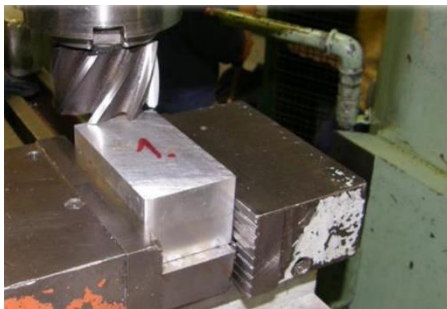
4.8.2 Frézování pravoúhlých ploch

Spojené plochy pravoúhlé jsou ty, které spolu svírají pravý úhel. Jejich frézování je jednou ze základních, ale velmi důležitých prací prováděných na frézkách.

Postup frézování pravoúhlých ploch:

- 1. operace

Frézujeme největší plochu (technologickou základnu, č. 1). Obrobek ustavíme na podložky, nedoklepáváme. Plocha obrobku je nerovná a při doklepnutí na podložku by došlo k poškození plochy podložky.



Obr. 76: Frézování technologické základny

- 2. operace

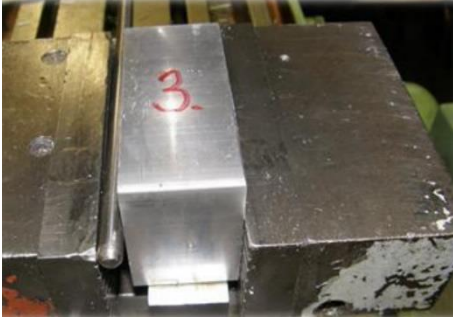
Přepneme obrobek a frézujeme plochu č. 2, kolmou na technologickou základnu. Plochu č. 1 otáčíme k pevné čelisti, mezi plochou č. 4 a pohyblivou čelist vkládáme váleček, který nám slouží k vyrovnání nerovností a dotlačení obrobku plochou č. 1 na pevnou čelist. Tím dosáhneme kolmost stran 1 a 2, nedoklepáváme.



Obr. 77: Frézování plochy kolmé k základně

– 3. operace

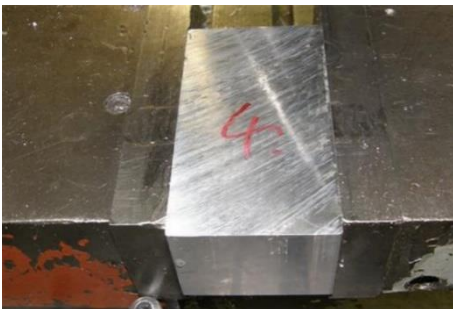
Přepneme obrobek a frézujeme plochu č. 3, rovnoběžnou s poslední frézovanou plochou. Plochu č. 3 frézujeme stejným způsobem jako plochu č. 2, musíme však obrobek doklepnout na podložku, protože dosedací plocha je již opracovaná.



Obr. 78: Frézování plochy rovnoběžné s předchozí frézovanou plochou

– 4. operace

Přepneme obrobek a frézujeme plochu č. 4, rovnoběžnou s technologickou základnou. Mezi pohyblivou čelist svěráků nekladáme váleček, protože plochy č. 2 a č. 3 jsou rovnoběžné, pravoúhlé a váleček by se nám do opracování plochy vtlačil a tím by došlo k poškození obrobku. Obrobek musíme doklepnout na podložku, protože frézujeme přesně na rozměr.



Obr. 79: Frézování plochy rovnoběžné s technologickou základnou

– 5. operace

Plochy č. 5 a č. 6 lze frézovat dvěma způsoby. Při první možnosti frézujeme stejně jako v předchozích operacích čelem frézy, je však nutno obrobek pečlivě vyrovnat na úhelník (vhodné pro obrobky menších rozměrů). Obrobek menší výšky můžeme také ustavit ve svěráku do svislé polohy podle úhelníku, který stojí na podložce, o kterou se také opírá obrobek jednou z neofrézovaných ploch.



Obr. 80: Vyrovnání obrobku na úhelník

Druhou možností je frézování stejným nástrojem s využitím válcové řezné části nástroje. Je třeba mít na paměti vhodnost využití sousledného nebo nesousledného frézování.



Obr. 81: Frézování válcovou částí frézy

- 6. operace

Po každé frézovací operaci je třeba mít na paměti odjehlení otřepů (srazit hranu cca 0,4 x 45°, pokud není uvedeno jinak ve výkresové dokumentaci).

4.8.3 Frézování šikmých ploch

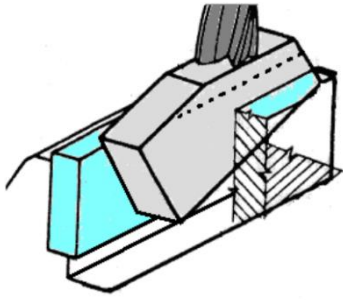
Šikmé plochy jsou všechny plochy, které svírají úhel jiný než 90°.

Způsoby frézování šikmých ploch:

- podle orýsování
- pomocí úhlových podložek
- pomocí úhlových fréz
- vykloněním svěráku
- vykloněním vřeteníku

Frézování šikmých ploch podle orýsování

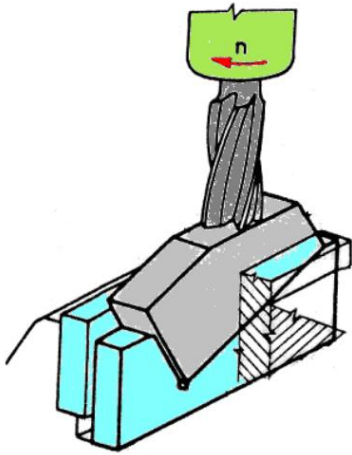
Hrana šikmé plochy musí být přesně orýsována. Ustavení součásti ve svěráku provedeme podle horní plochy upínací čelisti, kontrolu ustavení můžeme provést nádrhem. Po kontrole ustavení podložku z čelisti odejmeme a několika záběry ofrézujeme žádanou šikmou plochu. Frézujeme šikmé plochy obrobků, kde není požadována velká přesnost frézování.



Obr. 82: Frézování šikmé plochy podle orýsování

Frézování šikmých ploch pomocí úhlových podložek

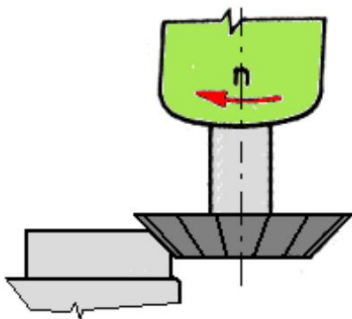
Natočením obrobku vzhledem k fríze se provede pomocí úhlových podložek. Tento způsob se používá zejména při frézování většího počtu frézovaných součástí, kdy je výhodné použít speciální podložky se šikmou opěrnou plochou.



Obr. 83: Frézování šikmé plochy pomocí úhlových podložek

Frézování šikmých ploch úhlovými frézami

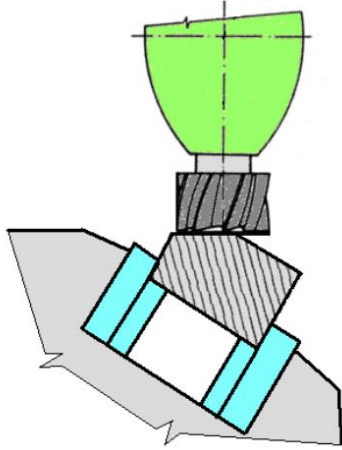
Úhlové frézy máme jednostranné a oboustranné. Mají jen krátké břity, používáme je při frézování úzkých šikmých ploch o určitém úhlu sklonu, který musí být shodný s úhlem sklonu břitů frézy.



Obr. 84: Frézování šikmých ploch úhlovou frézou

Frézování šikmých ploch při upnutí obrobku ve sklopném svěráku

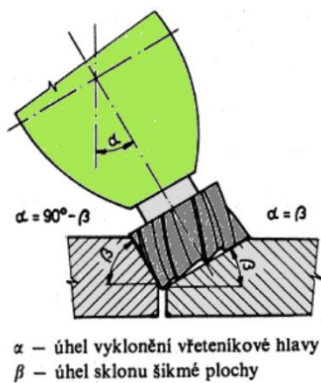
Tento způsob frézování provádíme zásadně na frézkách svislých, neboť sklopná upínací jednotka svěráku by na frézce vodorovné neprošla pod upínacím trnem válcové frézy. Budeme frézovat jen plochy menších rozměrů, neboť sklopný svěrák je poměrně vysoký a jeho konstrukce nevykazuje dostatečnou tuhost upnutí.



Obr. 85: Frézování šikmých ploch na obrobku upnutém ve sklopném svěráku

Vyklonění vřeteníku

Natočením frézovací hlavy – vřeteník frézy je uložen otočně a umožňuje tedy vytočit frézu do šikmé polohy v rozsahu 0 – 45°.



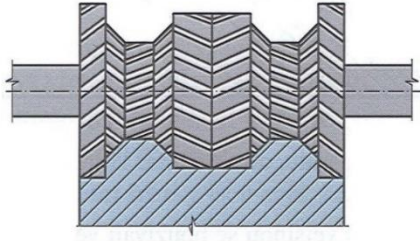
Obr. 86: Frézování šikmé plochy natočením vřeteníku

4.8.4 Frézování tvarových ploch

Tvarové plochy frézujeme:

- složenými frézami

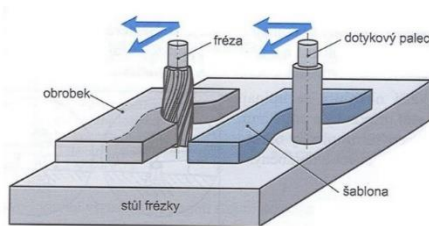
Sestavené jednoduché frézy vytvoří profil frézované tvarové plochy.



Obr. 87: Složené frézy

- kopírováním

Frézovaný tvar plochy je určen šablonou, po které se posouvá palec mechanicky spřažený s frézou.



Obr. 88: Frézování kopírováním

4.8.5 Frézování drážek

Rozdělení drážek:

- pravoúhlé drážky
 - průběžné (po celé délce obrobku)
 - uzavřené (zapuštěné, pro pero)
 - průchozí (upínka)
 - drážky tvaru T (upínací)
- úhlové drážky o souměrné o nesouměrné o rybinovité (kluzné vedení, upínání zápustek)
- tvarové drážky o radiusové o modulové

Pravoúhlé drážky

Frézování pravoúhlých drážek:

Hloubku drážky frézujeme dvojím způsobem:

- v celé hloubce najednou

Použijeme stopkovou čelní válcovou frézu. V drážce předvrtáme díru, abychom mohli nastavit celou hloubku drážky na jeden záběr. Fréza odebrává velké množství třísek, proto musíme zmenšit posuv na zub.

- postupným prohlubováním po vrstvách

Použijeme dvoubřitou drážkovací frézu, která odřezává malou hloubku řezu do 0,3 mm.

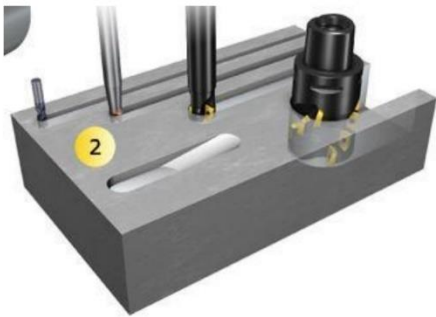
Fréza vniká do materiálu čelními břity ve směru osy otáčení v krajních polohách – úvratích.

Přesnou šířku drážky docílíme rozjížděním frézou o menším průměru než je šířka drážky. Po

vyhrubování drážky se ofrézuje postupně pravá a levá boční plocha. K frézování drážek přesné šířky nezávisle na průměru frézy lze použít tzv. házející frézu. Stopková fréza je upnuta výstředně ve zvláštním sklíčidle, takže hází (osciluje). Velikost výstředného uložení lze nastavit pootočením pouzdra ve sklíčidle, což umožňuje regulovat šířku drážky.

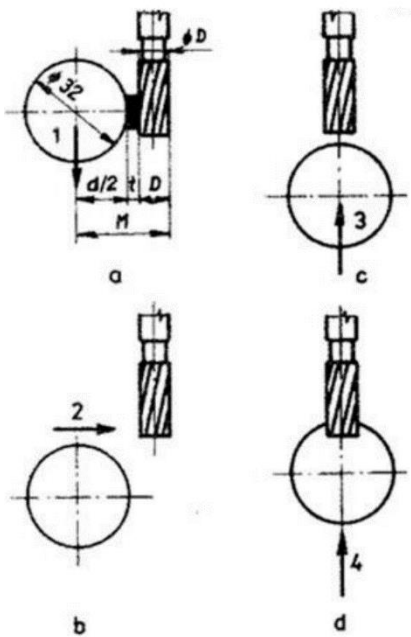


Obr. 89: Frézování drážek kotoučovými frézami



Obr. 90: Frézování drážek stopkovými frézami

Postup frézování pravouhlých drážek:



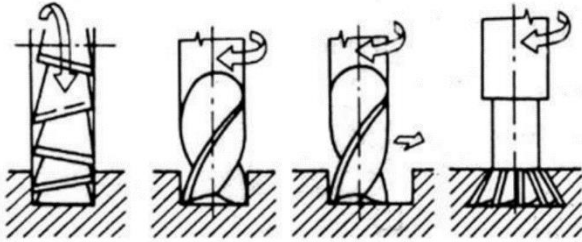
- upneme obrobek – způsob upnutí závisí na tvaru a velikosti obrobku
- nastavíme vzájemnou polohu frézy a obrobku
 - dotkneme se boku hřídele (přes měрку nebo papírek), vynulujeme dělicí kroužek, sjedeme obrobkem pod frézu, nastavíme na dělicím kroužku hodnotu M
 - dotkneme se čelem frézy hřídele, vynulujeme dělicí kroužek, najedeme do výchozí polohy pro začátek frézování, nastavíme hloubku řezu

Rybinovité drážky

Rybinovité drážky jsou drážky úhlové, jejich plochy svírají jiný úhel než 90° .

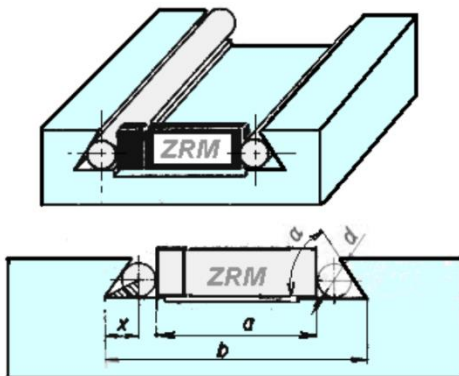
Postup frézování rybinovitých drážek:

- drážkovací frézou vytvoříme pravoúhlou drážku čelní vřetovou frézou
- úhlovou frézou (ČSN 222254) rozjždíme boky drážky pod úhlem 55°
- čelní vřetovou frézou frézujeme se zaoblenými špičkami zubů odlehčení na dně drážky, které snižuje smykové tření posouvajících se součástí



Obr. 91: Frézování rybinovité drážky

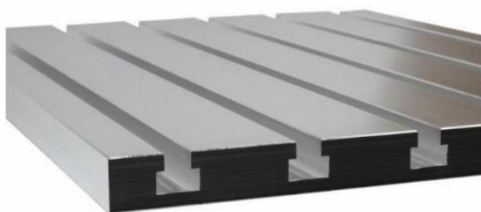
Rybinovité drážky musíme pravidelně kontrolovat a měřit, zvláště rovnoběžnost boků v určitých délkách pomocí koncových měrek. Polohu drážky, hloubku a rozměry odlehčení měříme posuvným měřítkem. Sklon šikmých ploch měříme úhloměrem nebo šablonou.



Obr. 92: Kontrola rybinovité drážky

T- drážky

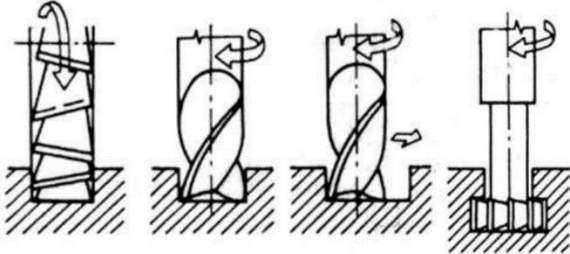
Drážky ve tvaru T se používají na stolech obráběcích strojů (např. podélný stůl frézky), na upínacích deskách různých přípravků (např. kruhová upínací deska otočného stolu), v základových deskách apod. Vkládají se do nich šrouby s hlavou ve tvaru T, kterými se upínají svěráky, dělicí přístroje, upínací přípravky, opěrky nebo přímo obráběné součásti.



Obr. 93: T drážky

Postup frézování T drážky:

- kotoučovou nebo stopkovou frézou vyfrézujeme pravoúhlou drážku
- speciální frézou na upínací drážky tvaru T (ČSN 22 2118 – 22 2182) frézujeme rozšířenou část drážky

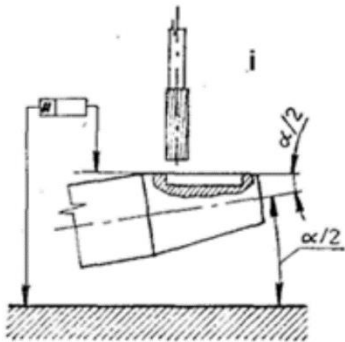


Obr. 94: Frézování T drážky

Kontrolu provádíme koncovými měrkami a posuvným měřítkem.

Frézování drážek na kuželu

Při frézování drážek na kuželových plochách upínáme obrobek do univerzálního dělicího přístroje, jehož mechanismus zajišťuje potřebné vyklonění obrobku.



Obr. 95: Frézování drážky na kuželu

Frézování ozubených kol

Výroba ozubených kol frézováním se provádí těmito způsoby:

- odvalovacím frézováním
- frézováním kotoučovými frézami



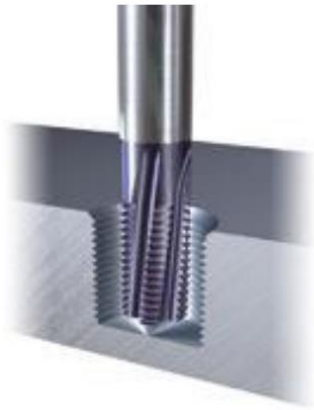
Obr. 96: Frézování ozubení odvalovací frézou



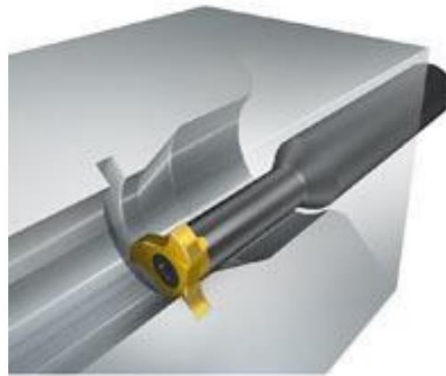
Obr. 97: Frézování ozubení kotoučovou frézou

Frézování závitů na CNC strojích

Frézování závitů se provádí pomocí rotačního nástroje pohybujícího se po kruhové sestupné dráze. Vykáním vedlejšího řezného pohybu nástroje na dráze jedné otáčky je pak vytvořen závit o daném stoupání.



Obr. 98: Vícebřítý nástroj pro frézování závitů



Obr. 99: Jednobřítý nástroj pro frézování závitů

5 HOBLOVÁNÍ

Hoblování se používá pro obrábění dlouhých rovinných ploch jednobřítým nástrojem, přičemž tyto plochy mohou být vodorovné, svislé, nebo skloněné pod určitým úhlem vůči vodorovné rovině (např. při srážení hran tlustých plechů před svařováním). Vzhledem k nízkým hodnotám úběru obráběného materiálu (hmotnost stolu s upnutým obrobkem je vysoká, proto nelze použít vysoké řezné rychlosti) význam hoblování v současné době klesá a ve většině případů je nahrazováno frézováním.

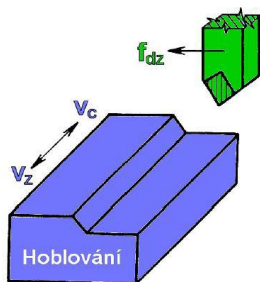
Dosahovaná přesnost při hoblování:

- hrubování IT 11 – 12 $R_a = 6,3 - 12,5$
- na čisto IT 9 – 11 $R_a = 3,2 - 6,3$
- širokým nožem IT 8 – 10 $R_a = 1,6 - 3,2$

Hoblováním se dosahuje poměrně velké geometrické přesnosti obrobené plochy. Rovinnost 0,1 - 0,2 mm na 1 m, u přesných hoblovek až 0,02 mm na 1 m.

5.1 Řezné pohyby

Hlavní řezný pohyb je přímočarý vratný, při hoblování jej vykonává obrobek. Posuvový pohyb probíhá vždy na konci pracovního dvojzdvihu a je vždy kolmý na směr hlavního pohybu.



Obr. 100: Řezné pohyby při hoblování

5.2 Stroje pro hoblování

Charakteristickým rozměrem, který určuje velikost hoblovek, je šířka (800 – 4000 mm) a délka pracovního stolu stroje (až 20 m).

Pohon stolu je buď ozubeným hřebenem, nebo hydraulický. Pro obrábění šikmých ploch se využívají nožové saně suportů, které je možné naklápět na obě strany až o 60°. Nožové držáky se při zpětném pochybu stolu mechanicky nebo hydraulicky odklápějí od základní desky suportu, čímž je zaručeno, že nedojde ke styku hřbetu nástroje s obrobenou plochou.

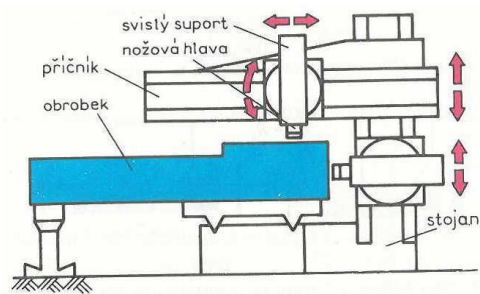
Základní části hoblovky:

- lože
- pracovní stůl
- stojany
- příčník
- suporty

Rozdělení hoblovek (podle konstrukce):

Jednostojanové hoblovky

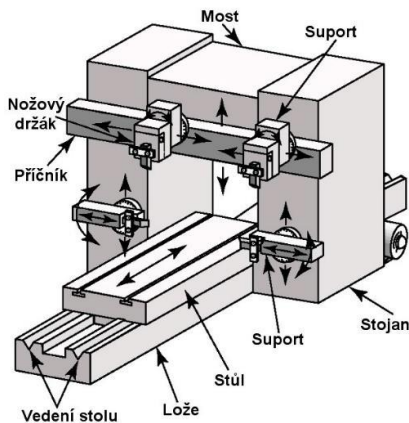
Jednostojanové hoblovky mají jeden stojan, na kterém je vedení, po kterém se posouvá příčník s jedním nebo dvěma suporty. Na těchto hoblovkách lze obrábět i rozměrnější obrobky, které přesahují na jedné straně stůl. Jejich nevýhodou je menší tuhost příčníku.



Obr. 101: Jednostojanová hoblovka

Dvoustojanové hoblovky

Dvoustojanové hoblovky mají příčník posuvatelný po vedení dvou stojanů spojených nahoře mostem. Jsou vybaveny obvykle jedním až dvěma suporty. Mají mnohem tužší konstrukci než jednostojanové hoblovky.



Obr. 102: Dvoustojanová hoblovka Hoblování, obrázení

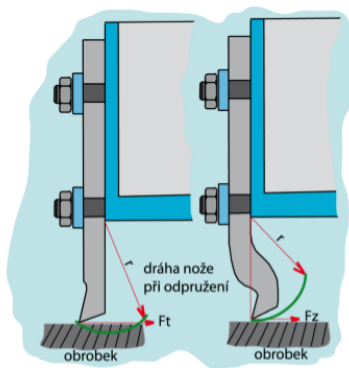
Deskové hoblovky

Deskové hoblovky mají pevnou desku, na kterou se upíná obrobek. Upínací deska může být o polovinu kratší než je délka stolu. Podélný posuvový pohyb vykonávají stojany s příčníkem. Suporty mají tu nevýhodu, že stroj dosahuje nižší tuhosti.

5.3 Nástroje pro hoblování

Hoblovací nože jsou podobné soustružnickým nožům s tím, že mají větší průřez, protože jsou navíc namáhány mechanickými rázy. Hoblovací nože se obvykle vyrábějí z rychlořezné oceli a jsou celistvé nebo mají těleso z konstrukční oceli s připájenými nebo mechanicky připevněnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů.

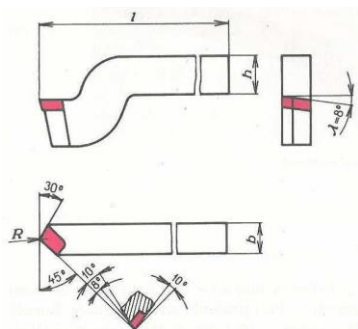
Vzhledem k tomu, že nástroj je dynamicky zatěžován na počátku řezu, pruží, proto se dělají především hrubovací nože ohnuté. Nůž s prohnutým držákem zabraňuje „zaseknutí“ břitu do obrobenej plochy při najetí na tvrdé místo. Cílem je snížit vibrace a zlepšit kvalitu obrobenej plochy.



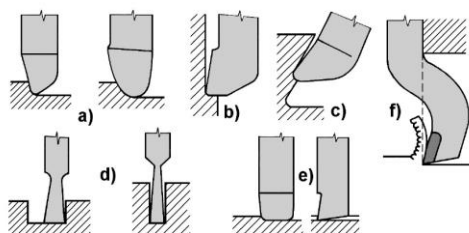
Obr. 103: Odpružení hoblovacího nože

5.3.1 Základní typy hoblovacích nožů

Základní typy hoblovacích nožů jsou uvedeny na obrázku, jejich geometrie je obdobná jako u soustružnických nožů.



Obr. 104: Geometrie hoblovacího nože Hoblování, obrážení



- a) uběrací nůž
- b) uběrací stranový nůž
- c) nůž na šikmé plochy
- d) drážkovací nůž
- e) hladicí nůž
- f) prohnutý nůž

Obr. 105: Základní typy hoblovacích nožů

5.3.2 Upínání nástrojů a obrobků na hoblovkách

Při hoblování se hoblovací nože upínají do odklopných nožových držáků, které jsou součástí hoblovky. Nožový držák je uchycen na suportu, který umožňuje držáky naklápět na obě strany (až o 60°).



Obr. 106: Nožový držák

Obrobek se upíná na stůl pomocí různých typů upínek, podložek a podpěr. Způsob upínání se volí podle tvaru obrobku a požadavku drsnosti povrchu. K využití celé plochy stolu se upíná několik obrobků za sebou.



Obr. 107: Upínání pomocí upínek Hoblování, obrázení

5.4 Řezné podmínky při hoblování

Řezné podmínky při hoblování se volí zejména podle možností obráběcího stroje. Řezná rychlost je odvozena od rychlosti smýkadla a určujeme ji obdobně jako u soustružení, oproti soustružení bývá ale nižší až o 20 %. Velikost řezné rychlosti se pohybuje od 30 m·min⁻¹ u starších typů hoblovek až do 120 m·min⁻¹ u nejmodernějších hoblovek.

Posuv a hloubka řezu se s ohledem na produktivitu obrábění volí co největší, je však omezena výkonem a tuhostí stroje. Drsnost povrchu po hrubování se při práci na čisto zlepšuje použitím hladících nožů a volbou nižších posuvů.

Tab. 2: Střední řezné rychlosti pro hoblování nástrojem z RO

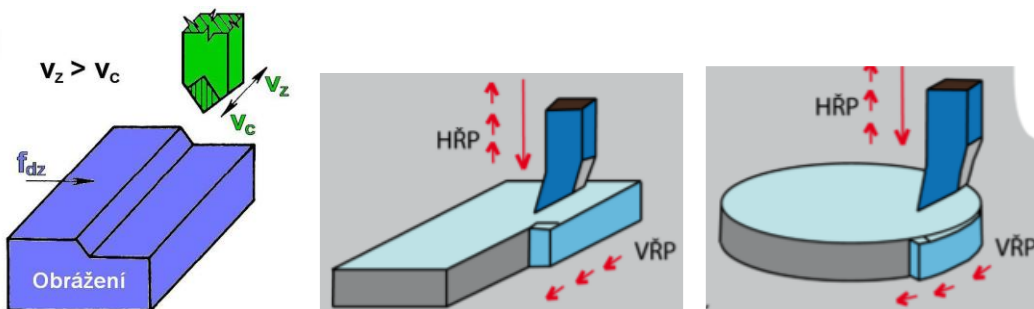
Obráběný materiál	Posuv za dvojdvih s (mm)	Hloubka řezu a (mm)										
		0,1	0,2	0,5	1	2	3	5	8	10	15	20
Šedá litina (HB = 200)	0,05	72	66	60	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,1	-	60	53	47	41	-	-	-	-	-	-
	0,2	-	-	45	41	35	31	-	-	-	-	-
	0,4	-	-	-	31	28	24	21	-	-	-	-
	0,6	-	-	-	-	23	20	17	16	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	17	14	13	12	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	11	10	9	8	7
	3	-	-	-	-	-	-	-	8	7	7	6
Ocel (500 MPa)	0,05	80	76	72	68	-	-	-	-	-	-	-
	0,1	72	68	64	60	52	-	-	-	-	-	-
	0,2	-	60	56	50	45	42	-	-	-	-	-
	0,4	-	-	48	41	37	36	32	30	-	-	-
	0,6	-	-	-	36	32	31	29	27	26	-	-
	1	-	-	-	-	31	28	26	24	22	21	-
	2	-	-	-	-	-	20	18	16	15	13	12
	3	-	-	-	-	-	-	14	12	11	10	8

6 OBRÁŽENÍ

Obrážením se obrábí rovinné, vodorovné, svislé, šikmé a tvarové plochy jednobřítým nástrojem. Oproti hoblování jsou obráběcí plochy mnohem menší. Lze jimi obrábět i vnitřní plochy (drážky, nerotační tvary), které se jinak vyrábí protahováním. Vzhledem k nízké produktivitě se obrázení používá jen v kusové a malosériové výrobě.

6.1 Řezné pohyby

Hlavní pohyb je přímočarý vratný a koná ho nástroj. Vedlejší pohyb je přerušovaný posuv a koná ho obrobek. Posuvový pohyb probíhá vždy na konci pracovního dvojzdvihu a je vždy kolmý na směr hlavního pohybu.



Obr. 108: Řezné pohyby při obrázení

6.2 Stroje pro obrázení

Obráběcí stroje slouží k obrábění menších obrobků nebo obrobků s neprůběžnými vnitřními tvary. Délka zdvihu je 500 - 1000 mm. Podle směru pohybu rozdělují na vodorovné a svislé.

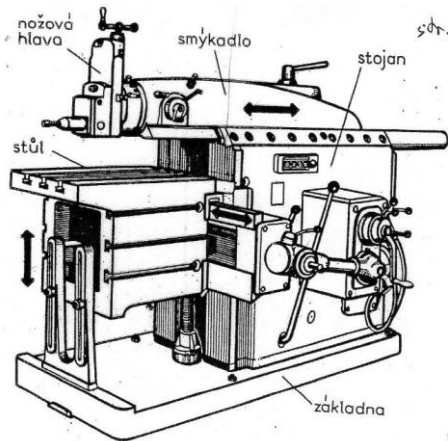
Základní části obráběčky:

- smýkadlo
- stojan
- pracovní stůl
- křížové sáně

Rozdělení obráběček (podle konstrukce):

Vodorovná obráběčka (šepink)

Vodorovné obráběčky mají stojan se smýkadlem, na kterém je upevněn nožový držák. Pohyb smýkadla zajišťuje kulisový mechanismus, který provádí nerovnoměrný pohyb nože a umožňuje rychlejší zpětný pohyb oproti dopřednému pohybu nože v záběru. Větší stroje mají hydraulický pohon, který lépe tlumí rázy při najetí nože do záběru. Používají se k obrábění kratších rovinných a tvarových ploch.



Obr. 109: Vodorovná obrážka

Svislá obrážka

Svislé obrážky mají smykadlo poháněno klikovým mechanismem, velikost zdvihu měníme změnou výstřednosti kliky. Stůl má svislý i příčný pohyb a pracovní část se může otáčet. Natočením smykadla kolem osy kliky můžeme obrážet šikmé plochy. Používají se k výrobě vnějších i vnitřních drážek, hranatých děr, šikmého ozubení apod.

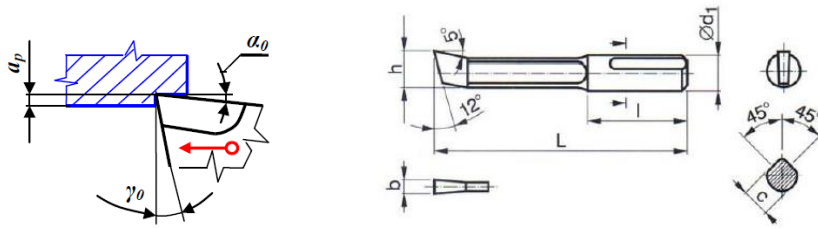


Obr. 110: Svislá obrážka

6.3 Nástroje pro obrážení

Obrážecí nože se liší svou konstrukcí podle smyslu pohybu nástroje. Pro vodorovné obrážení jsou obdobné jako nože hoblovací. Nože pro svislé obrážení jsou vzhledem k velkému vyložení pružně namáhány a může docházet ke chvění, proto je těleso nože zesíleno. Pro lepší odvod třísek mají vybroušené vyduté čelo. Úhel čela musí být vždy kladný.

Nože mohou být vyrobeny z rychlořezné oceli nebo s břitovými destičkami ze slinutých karbidů, připájenými i mechanicky upnutými. Pro svislé obrážení tvarových ploch, např. ozubených kol, se používají nože hřebenové a kotoučové.



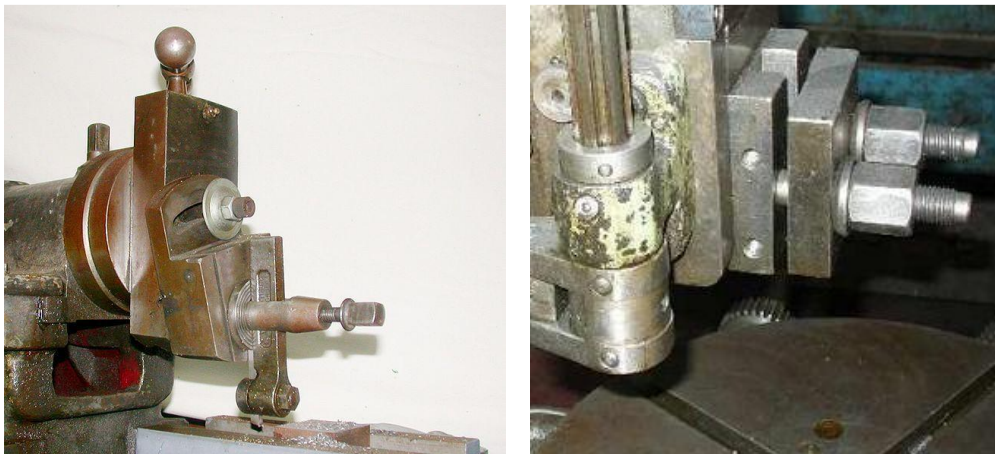
Obr. 111: Geometrie obrážecího nože



Obr. 112: Kotoučové obrážecí nože

6.3.1 Upínání nástrojů a obrobků na obrážkách

Základním požadavkem pro upnutí obrážecích nástrojů je pevné, spolehlivé a bezpečně upnutí. Obrážecí nože se upínají do odklopného nožového držáku – smýkadla.



Obr. 113: Upínání obrážecích nožů

Protože při obrábění vznikají velké rázy, je důležité zaobírat se otázkou upínání obrobků. Obrobky se upínají přímo na stůl stroje opěrnými a přitlačnými upínkami. Hlavní řezná složka síly obrábění musí směřovat do opěrných upínek nebo proti pevné čelisti při upínání pomocí strojových svěráků.



Obr. 114: Upínání obrobků při obrážení

6.4 Řezné podmínky při obrážení

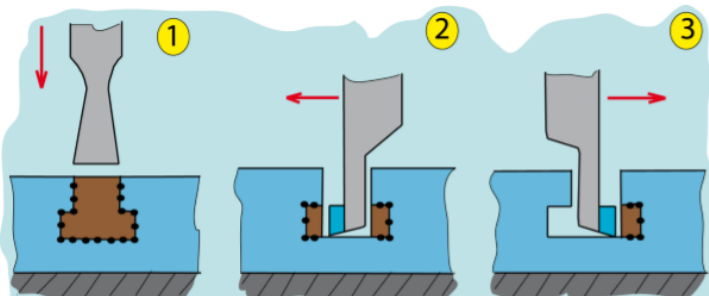
Hloubka řezu se volí s ohledem na tuhost soustavy a výkonu stroje. Celý přídavek se odebere převážně hrubováním. Přídavek na čisto bývá 0,1 mm až 1 mm. Posuv při hrubování se volí co největší. Řezná rychlost se volí nejen podle řezivosti nástroje, obrábitelnosti materiálu, velikosti třísky, ale také podle typu stroje (vodorovné nebo svislé obrážěčky).

Tab. 3: Řezná rychlost pro obrážení nástrojem z RO

Ocel 600 MPa	Hloubka řezu v mm						Šedá litina	Hloubka řezu v mm					
	1	2	3	5	8	10		1	2	3	5	8	10
Posuv V mm/zdvih	Řezná rychlost m/min						Posuv V mm/zdvih	Řezná rychlost m/min					
0,2	50	45	42	39	36	35	0,2	41	35	31	27	23	22
0,4	41	37	35	32	30	29	0,4	31	28	24	21	18	17
0,6	36	33	31	29	27	26	0,6	26	23	20	17	16	15
1	31	28	26	24	22	21	1	20	18	17	14	13	12
1,5	X	24	22	20	18	17	1,5	X	15	14	12	11	10

Pracovní postup zhotovení upínací drážky T na vodorovné obrážěčce:

- obrobíme pravoúhloú drážku
- provedeme rozšíření drážky na obě strany



Obr. 115: Postup výroby T drážky na vodorovné obrážěčce

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>
- [5] HUMÁR, A. *Technologie I, Technologie obrábění – 2. část. Studijní opora pro magisterskou formu studia*. Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004. 94 s. Dostupné na www: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-2cast.pdf>.
- [6] DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. 1. Vydání. Praha: Europa Sobotáles cz. s.r.o., 2007. 612 s. ISBN 987-80-86706-19-1.
- [7] JANOŠEK, M. *Frézovací nástroje pro CNC obráběcí stroje*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 32 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Anton Humár, CSc.
- [8] STAVINOHA, Zdeněk. *Frézky rovinné a speciální*. [online]. Digitální učební materiály - Technologie frézování. Internetový portál COPTTEL, 2009-2014 [cit. 2014-12-09]. Dostupné z: <http://coptel.coptkm.cz/?action=2&doc=39637&docGroup=-1&cmd=0&instance=2>
- [9] STAVINOHA, Zdeněk. *Základy frézování, rozdělení frézek*. [online]. Digitální učební materiály - Technologie frézování. Internetový portál COPTTEL, 2009-2014 [cit. 2014-12-09]. Dostupné z: <http://coptel.coptkm.cz/?action=2&doc=39627&docGroup=-1&cmd=0&instance=2>
- [10] *Za odbornými znalostmi evropsky a interaktivně: Technologie, frézování* [online]. Brno: Střední škola strojírenská a elektronická Brno, příspěvková organizace, 2012 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://zoei.sssebrno.cz/frezovani-rovinnychploch/#content118>