

Obsah

Všeobecné zásady BP.....	3
Technické materiály.....	4
Volba materiálů.....	4
Železné kovy.....	4
Získávání surového železa.....	5
Výrobky vysoké pece.....	5
Výroba oceli.....	5
Číselné značení oceli.....	6
Rozdělení ocelí do tříd.....	6
Litina	7
Neželezné kovy.....	7
Těžké kovy.....	8
Ušlechtilé kovy.....	9
Ostatní neželezné kovy.....	10
Slinuté materiály – prášková metalurgie.....	11
Spojované materiály.....	11
Plastické hmoty.....	11
Nekovové materiály.....	11
Pomocné technické materiály.....	12
Tepelné zpracování.....	12
Základy ručního zpracování.....	13
Měření.....	13
Orýsování.....	14
Řezání.....	15
Pilování.....	17
Rozdělení sekaných pilníků podle rozteče seků.....	17
Stříhání.....	20
Vrtání.....	22
Ostření vrtáků v závislosti na obráběném materiálu.....	23
Zahlubování.....	25
Řezání závitů.....	26
Doporučené průměry děr pro metrické závity.....	27
Rovnání.....	28
Ohýbání.....	29
Nýty a nýtové spoje.....	30
Šrouby a šroubová spojení.....	32
Zajišťování šroubů a matic.....	34
Kolíky a kolíková spojení.....	35
Klíny a klínové spoje.....	36
Pera a pevné spoje.....	37
Kloubová svěrka č.v. 0482006/00 – pracovní postup.....	38
Výroba detailů dle výkresové dokumentace.....	38
Montáž podstavy svěrky – šroub.....	40
Sestavení svěrky.....	41
Valivá ložiska.....	57

Radiální valivá ložiska.....	57
Radiální kuličková ložiska.....	57
Válečková ložiska.....	57
Soudečková ložiska.....	58
Jehlová ložiska.....	58
Kuželíková ložiska.....	58
Axiální valivá ložiska.....	58
Demontáž valivých ložisek.....	58
Prohlídka demontovaných ložisek.....	59
Zjištění deformací a přeměření ložiska.....	59
Montáž a údržba ložisek.....	59
Oprava valivých ložisek.....	60
Vady opravených ložisek.....	61
Hydraulické mechanismy.....	61
Výhody použití hydraulických mechanismů.....	61
Provoz a údržba hydraulických zařízení u obráběcích strojů.....	62
Tlaková kapalina.....	63
Působení vzduchu na olej po stránce chemické.....	64
Působení vzduchu na funkci hydraulického zařízení.....	64
Vliv nedostatečné rychlosti na funkci hydraulického okruhu.....	64
Pokyny pro postup údržbářských prací.....	65
Opravy.....	66
Hlavní příčiny provozních poruch hydraulických zařízení:.....	67
Vliv oleje na chod hydraulického zařízení.....	67
Bezpečnost práce při obsluze obráběcích strojů a zařízení.....	69
Soustružení.....	89
Soustružnické nože.....	89
Řezná rychlost a otáčky.....	90
Řezné materiály.....	91
Tvary soustružnických nožů.....	92
Soustruhy.....	93
Upínání obrobků.....	94
Soustružení kuželových ploch.....	95
Soustružení závitů.....	95
Frézování.....	97
Frézky.....	99
Upínání fréz.....	99
Upínání obrobků.....	100
Číslicově řízené obráběcí stroje.....	101
Poznámky.....	106

Všeobecné zásady BP

- Cestou na pracoviště a z něho buďte pozorní a používejte jen vyhrazených cest, chodníků, vchodů a východů. Chůze v kolejišti je zakázána.
- Před započatím každé nové práce požádejte svého učitele nebo jiného přímého vedoucího o pokyny jak bezpečně pracovat. Při jakýchkoliv nejasnostech žádejte o vysvětlení a pomoc.
- Věnujte se soustředěně práci, která vám byla přidělena. Při práci se nerozptylujte a nerušte ostatní.
- Neuvádějte do chodu stroj nebo zařízení, které vám bylo svěřeno, pokud jste se bezpečně nepřesvědčili, že tím neohrozíte sebe nebo jiného. Nepoškozujte a neodstraňujte ochranné zařízení a konstrukce.
- Každou zjištěnou závadu, která by mohla při práci ohrozit zdraví vaše nebo spolupracovníků okamžitě hlase svému vedoucímu. Zjištěné závady neodstraňujte sami, pokud nejste k tomu oprávněni.
- Udržujte svěřené, stroje, nástroje, nářadí, ochranné pomůcky v řádném stavu a v čistotě. Opatrujte je s péčí řádného hospodáře a udržujte pořádek a čistotu na svém pracovišti. Vadné nástroje, přístroje, nářadí a ochranné pomůcky okamžitě vyměňte.
- Dbejte na správnou úpravu pracovního oděvu a správné obutí. Při práci používejte předepsané osobní ochranné pomůcky.
- Nepožívejte v zaměstnání alkoholických nápojů a omamných prostředků, ani je nepřinášejte na pracoviště. Dbejte, abyste do zaměstnání přicházeli vždy duševně i fyzicky zcela připraveni, abyste mohli zdárně plnit uložené úkoly.
- Dodržujte protipožární zásady a předpisy, včetně zákazu kouření.
- Oznamte svému vedoucímu neprodleně každý úraz při práci, který se přihodí vám nebo vašim spolužákům, nejsou-li schopni úraz sami ohlásit. Každé zranění si dejte okamžitě ošetřit.
- Počínejte si při práci tak, abyste neohrožovali život a zdraví své nebo spolupracovníků a dbejte pravidel a předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Pracujte s maximální opatrností a vědomím možného nebezpečí při vykonávané práci.
- Zúčastňujte se pravidelných instruktáží a výcviků prováděných v zájmu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.
- Nezdržujte se v prostorách vyhrazených jen povolaným osobám.

Technické materiály

Materiály získáváme chemickými ději a fyzikálními pracovními postupy z přírodních surovin. Materiály mohou být také přírodní látky, např. dřevo, kůže. Materiály můžeme rozdělit na kovy, spojovací materiály, nekovy a pomocné materiály.

Volba materiálů

Z mnoha existujících druhů materiálů musíme zvolit ten, který se nejlépe hodí pro určitou oblast použití. Pro výběr je určující:

- a) **jakost materiálu** (požadavky na tlak, tah, ohyb, opotřebení, korozi, tepelné zatížení).
- b) **forma dodávky** (profily, tyče, plechy, svazky, trubky, dráty).
- c) **velikost dodávky** (délka, šířka, tloušťka, průměr)..
- d) **stav dodávky** (válcovaná, leštěná, žíhaná na měkko, antikorozní povrch).

Suroviny, které jsou potřebné k výrobě, se v přírodě nachází v omezeném množství. Rostoucí spotřeba nás nutí k úspornějšímu výběru a zpětnému získávání surovin z použitých látek (recyklace). Při výběru materiálů se musí brát ohled na to, jaký vliv mají na životní prostředí, především ale na ekologickou výrobu.

Normy jakosti materiálu, formy dodávky a velikosti jsou určeny normami (např. ČSN, DIN), evropskými normami (EURONORM) a mezinárodní normou (ISO), které zpravidla vzájemně souhlasí.

Železné kovy

Kovy se získávají z rud. Rudy jsou minerály (horniny). Kovy se nacházejí v rudě chemicky vázané, smíchané s hlušinou. Rudy jsou zpracovávány tehdy, když obsahují z hospodářského hlediska dostatečné množství použitelného kovu.

Čisté železo

Železo je čtvrtý nejčastěji se vyskytující prvek v zemské kůře. Železo se v přírodě nevyskytuje v čisté formě. Chemicky čisté železo (latinsky Ferrum – Fe) není vhodné jako materiál, protože je příliš měkké. Technicky se železo používá ve spojení s uhlíkem a ostatními prvky, jako jsou chrom, nikl, molybden aj. Sloučením vznikají slitiny.

- a) jenom s uhlíkem – nelegované železné materiály.
- b) s uhlíkem a ostatními prvky – legované železné materiály, legované oceli a legovaná litina.

Legovací přísady, jako jsou chrom, nikl, molybden aj. dodávají železnému materiálu požadované vlastnosti, jakými jsou vysoká pevnost, houževnatost, odolnost proti korozi, kyselinám, opotřebení a teple.

Uhlík má rozhodující vliv na tvrdost, pevnost, houževnatost a dobrou tavitelnost, odlévatelnost a kujnost železného materiálu.

Proto rozlišujeme: **kujné sloučeniny** s obsahem uhlíku 0,05 – 2,14 %

nekujné sloučeniny s obsahem uhlíku 2,14 – 6,67 % **litina**

Získávání surového železa

V oblasti techniky se používá železo a litina. Oba tyto materiály mají jako základní kov **surové železo**, které se získává z železných rud. Výroba surového železa probíhá ve vysoké peci.

Vysoká pec se podobá dvěma komolým kuželům postaveným na sebe základnami. Horní část pece, zvaná šachta, je kuželovitá. Pec je vysoká 28 – 32 metrů, průměr konstrukce má 10 – 12 metrů. Žárovzdorná vyzdívka (šamotové cihly) umožňuje nepřetržitý provoz 10 i více let. Ve vysoké peci se odejme pomocí redukčních materiálů (koks a kysličník uhelnatý) kyslík, s jejich pomocí vzniká **surové železo**.

Pomocí šikmého výtahu se do pece naváží shora násypkou ruda a koks (redukční činidlo). Železná ruda se zaváží do pece se struskotvornými přísadami a palivem, aby vznikla lehce se tavící struska. Struska chrání surové železo, aby mělo žádané chemické složení a nebylo nadměrně nasycováno uhlíkem. Struska obsahuje kapky, které stékají do nístěje, tam se struska oddělí a plave na povrchu roztavené hmoty.

V šachtě vysoké pece klesají pod vlivem tíhy pevné látky dolů (železná ruda, koks, vápno), zatímco vháněný teplý vzduch proudí nahoru. Zjednodušeně se dají postupy ve vysoké peci znázornit následovně:

- V pedsušícím pásmu se zbavuje ruda síry a vody.
- V redukčním pásmu se železo redukuje za pomoci vstupujícího kysličníku uhelnatého na kysličník železitý (nepřímá reakce).
- V nauhličovacím pásmu se provádí další redukce, současně přijímá železo uhlík, křemík, mangan, síru a fosfor.
- V tavícím pásmu se ruda roztaví úplně. Nečistoty jsou vázány pomocí vápna ve strusce. Tekuté surové železo a lehčí struska se shromažďují ve spodní části pece (v nístěji) V této fázi se železo vypouští (v moderních pecích společným otvorem) odpichem.

Výrobky vysoké pece

- a) **Surové železo** je sloučenina železa a uhlíku. V surovém železe jsou vedle uhlíku ještě dodatečné zbytky doprovodných prvků jako jsou mangan, křemík, síra a fosfor. Surové železo není kujné, je pouze dobře slévateľné a nehodí se pro výrobky pro svou křehkost.
- b) **Vysokopeční struska** se používá jako stavební materiál při stavbě silnic a k výrobě lehkých stavebních prvků, cementu i umělých hnojiv.
- c) **Vysokopeční plyn** se používá k topení k přehřívání vzduchu ve vysoké peci, dále jako topný plyn pro koksárny. Výhřevnost je nízká a pohybuje se kolem $3,6 \text{ J/m}^3$.

Výroba oceli

Ocel se získává z ocelářenského surového železa. Obsahuje málo uhlíku, má vyšší bod tavení, je čistější a houževnatější než surové železo. Přetavování ocelářenského surového železa na ocel se uskutečňuje při teplotách nad 1600°C v ocelárně.

Úlohy ocelárny:

- Částečné snižování obsahu prvků obsažených v surovém železe a snižujících jeho kvalitu (např. fosfor a síra) a plynu (např. vodík, dusík).
- Snižováním obsahu uhlíku na vhodné množství.
- Přimícháním legovacích prvků ke zlepšení vlastností oceli.

Při výrobě oceli se dmýcháním do tekutého surového železa vhání atmosférický vzduch, vzduch obohacený kyslíkem, nebo směs čistého kyslíku s vodní párou či oxidem uhličitým, aby se spalováním ze surového železa částečně odstranily nežádoucí prvky (např. síra, fosfor) a aby se snížil příliš vysoký obsah uhlíku.

Úprava poměru prvků (fosforu, síry, křemíku, manganu) a snižování obsahu uhlíku se nazývá **zkujňování**.

Ocel je materiál s mnohostranným použitím. Ocel se dá kovat, válcovat, slévat a zpracovávat třískovým obráběním i beztřískovým obráběním.

Podle chemického složení se oceli dělí: a) uhlíkové
b) slitinové (legované)

Podle použití se oceli dělí: a) konstrukční - obvyklých jakostí
- ušlechtilé (uhlíkové a slitinové)
b) nástrojové

Tekutá ocel se dále zpracovává, největší část se odlévá do ingotů a předlitků, menší část se používá přímo pro odlitky (turbíny, převodové skříně).

Číselné značení oceli

Podle norem platných v ČR je základní číslo oceli pětímístné (např. 11 353), přičemž první dvojčíslí je od zbývajících číslic odděleno mezerou. Tato základní značka se doplňuje tzv. doplňkovým číslem (dvojčíslí), které se od základní značky odděluje tečkou (např. 11 353.11).

Význam jednotlivých čísel:

- První číslice – 1 znamená, že jde o ocel tvářenou.
- Druhá číslice – ve spojení s první označuje třídu oceli (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19).
- Třetí číslice – udává informace podle třídy oceli.
- Čtvrtá číslice – udává informace podle třídy oceli.
- Pátá číslice – s výjimkou oceli pro výztuž betonu má význam pořadový.

Doplňkové číslice:

- První číslice – stav oceli v závislosti na tepelném zpracování.
- Druhá číslice – stav přetváření.

Rozdělení ocelí do tříd

Třída oceli 10 – oceli konstrukční nelegované s předepsanými mechanickými vlastnostmi, zpravidla nezaručené chemické složení.

Třída oceli 11 – oceli konstrukční nelegované, předepsané mechanické vlastnosti a předepsaný obsah uhlíku, fosforu a síry.

Třída oceli 12 – oceli ušlechtilé uhlíkové, předepsaný obsah uhlíku, manganu, křemíku, fosforu, síry aj.

Třída oceli 13 – oceli ušlechtilé slitinové, nízkolegované prvky: mangan, křemík, mangan + křemík, mangan + vanad.

Třída oceli 14 oceli ušlechtilé slitinové, nízkolegované prvky: chrom, chrom + hliník, chrom + mangan, chrom + křemík, chrom + mangan + křemík.

Třída oceli 15 oceli ušlechtilé slitinové, nízkolegované prvky: molybden, chrom + molybden, chrom + vanad, chrom + wolfram, mangan + molybden, chrom + vanad + wolfram, chrom + křemík + molybden + vanad a další kombinace těchto prvků.

Třída oceli 16 oceli ušlechtilé slitinové nízká a středně legované prvky: nikl, chrom + nikl, nikl + vanad, chrom + nikl + vanad, chrom + nikl + wolfram, chrom + nikl + mangan, nikl + vanad + wolfram, chrom + nikl + vanad + wolfram.

Třída oceli 17 oceli ušlechtilé slitinové středně a vysoce legované prvky: chrom, nikl, chrom + mangan, chrom + mangan, chrom + křemík, chrom + nikl + titan + hliník, chrom + nikl + vanad + wolfram + mangan a další kombinace uvedených prvků (jsou to oceli korozivzdorné, žáruvzdorné, žárupevné, speciální).

Třída oceli 19 oceli nástrojové uhlíkové a slitinové.

Litina

Litinové materiály (mimo ocelolitinu) jsou sloučeniny železa a uhlíku obsahující přibližně 2,14 – 6,67% uhlíku, které jsou svými vlastnostmi vhodné k výrobě odlitků. Taví se ve slévárenské šachtové peci – kuplovně.

Druhy:

ocelolitina – je formou odlévané oceli (**nelegovaná** ocelolitina se používá pro výrobu převodových skříní, čerpadel, velkých ozubených kol, **zušlechtěná** ocelolitina se používá na výrobu konstrukčních prvků kolejových vozidel, klikových skříní motorů apod., **nerezavějící** ocelolitina se používá pro části turbín a čerpadel, pro armatury, oběžná kola, při výrobě barev, všude tam, kde jsou součástky vystavovány působení vody, louhů, kyselin a musí být chráněny proti korozi).

Šedá litina – dobře se slévá, dobře se obrábí, má odolnost proti korozi, má dobré kluzné vlastnosti, má malou pevnost v tahu, je vysoce křehká. Používá se na tělesa převodových skříní, rámy strojů, stojany strojů apod.

Tvárná litina – je tažný litinový materiál, má zvýšenou pevnost a houževnatost, používá se na součásti silničních vozidel, převodové a ložiskové skříně, tělesa armatur apod.

Temperovaná litina – je to houževnatý, dobře obrobitelný materiál, používá se na fitinky, klíče, odlitky pro kompresory, brzdové bubny, náboje kol, klikové skříně.

Tvrzená litina – používá se na kola vagonů, kola a drtící válce, zdvihátka ventilů.

Neželezné kovy

a) lehké

b) těžké

Lehké kovy – pro technické účely mají význam především **hliník, hořčík a titan**.

Hliník – v čisté formě jako kov se nevyskytuje. Minerál s největším obsahem hliníku je bauxit. Hliník je velmi dobrý tepelný a elektrický vodič, není magnetický, je dobrým nosičem tepla, světla a elektromagnetických vln. Hliník není jedovatý, na vzduchu se pokrývá ochrannou vrstvou oxidu, která nesmí být porušena (**k orýsování nepoužívat rýsovací jehly**). Vrstva oxidu je odolná proti korozi. Obrobitelnost hliníku není příliš dobrá, neboť se tzv. maže, tvoří dlouhé a měkké třísky, nehodí se k obrábění na automatech. **Při obrábění hliníku se jako chladicí a mazací kapalina používá lín nebo petrolej**. Hliník je dobře svařitelný, ale jsou k tomu nutná vhodná speciální tavidla, pájky a svařovací přístroje (svařování pod ochrannou atmosférou).

Používá se na výrobu přístrojů, zásobníků, výrobu kuchyňského nádobí, skladovacích a přepravovacích nádrží pro chemický, lékařský a potravinářský průmysl, používá se též jako střešní krytina, fólie, krabice, obložení. V elektrotechnice nachází hliník uplatnění jako vodič, (zvláštního určení) pro kondenzátory, kabely a opláštění kabelů.

Tvářené hliníkové slitiny se skládají z hliníku a malého množství manganu, mědi, hořčíku, křemíku, niklu, chrómu aj., čímž se všeobecně zlepšuje jejich pevnost, zhoršuje se elektrická vodivost a v mnoha případech také odolnost proti korozi. Dají se dobře tvářet za tepla i za studena.

Hořčík – získává se z rud (magnezit, dolomit, carnallit) popř. z mořské vody nebo solí ze solných usazenin. Čistý hořčík se získává jako při výrobě hliníku elektrolýzou. Čistý hořčík je stříbrně bílý, je dobrým tepelným a elektrickým vodičem, lehce hoří, je málo odolný proti korozi, dobře třískově obrobitelný, dobře se tváří za tepla a odlévá. Používá se v pyrotechnice jako desoxidační prostředek, bleskovice. **Hořčík je třeba hasit pískem**, protože voda podporuje jeho hoření.

Tvářené slitiny hořčíku se skládají z hořčíku a legujících prvků jako jsou mangan, hliník zinek aj. Nejznámější slitina je elektron.

Hořčík a jeho slitiny se používají na výrobu plechů, trubek, tyčí, a různých profilů protlačovaných za tepla nebo kovaných v zápuskách (bloky motorů, disky kol, přístrojové desky, kamery, těleso stavebních pil a podobné díly, které musí být lehké).

Titan – je čtvrtý nejčastěji se vyskytující prvek v zemské kůře. Čistý titan má pevnost podobnou oceli, je odolný proti korozi, dobře svařitelný a dobře se tváří, je žáruvzdorný a má značně vysokou mez únavy při střídavém namáhání, má malou hustotu. Titan se používá jako velmi hodnotný legující prvek při výrobě nástrojových ocelí a jako karbid titanu k výrobě slinutého karbidu.

Slitiny titanu se pevností vyrovnají oceli, jejich hmotnost je podstatně nižší. Odolnost titanu proti korozi někdy předčí korozivzdorné oceli. Legující prvky ve slitinách titanu jsou zejména hliník, molybden, vanad, chrom, železo, mangan. Používají se zejména pro výrobu lehkých konstrukcí, vzduchotechniky, kosmické techniky, ve strojírenství, výrobě vozidel a měřících přístrojů.

Těžké kovy

Měď – v přírodě se nachází téměř výhradně chemicky vázána v měděných rudách. Má červenou barvu, hedvábně lesklou plochu lomu, je dobrým tepelným a elektrickým vodičem. Obrobitelnost mědi je špatná, protože se „maže“. Slévatelnost mědi je též špatná, protože při tuhnutí se měď stává porézní. Měď se dá dobře pájet na měkko i na tvrdo. Ke svařování se hodí jen ty druhy, které neobsahují kyslík. Měď je na vzduchu odolná proti korozi. Při delším skladování se na povrchu vytváří matná, tmavá oxidační vrstva oxidu měďnatého. Na vlhkém vzduchu se měď potáhne zelenou vrstvou karbonátu mědi (patinou neboli ušlechtilou rzí).

Čistá měď se asi ze 40 % používá v elektrotechnice a asi ze 40 % jako slitiny (bronz, mosaz, alpaka, červený bronz). Ostatní se spotřebuje při výrobě polotovarů (trubky, plechy střešní krytina, okapy).

Slitiny mědi – jsou buď slitiny dvou nebo více legujících kovů. Součástí Cu slitin jsou zinek, cín, nikl, hliník, železo a olovo.

Mosaz – slitina mědi a zinku, používá se pro výrobu nástrojů, náradí, nábojnic, pouzder všeho druhu, trubek, šroubů, zdrhovadel, kuličkových per, patic žárovek, součástek pro elektroprůmysl.

Bronz – slitina mědi a cínu, používá se pro výrobu pružin všech druhů, zvláště pro elektrotechniku, kluzných částí, pružných těles, spirálových trubek, částí pro chemický průmysl. Slévárenské cínové bronzы jsou slitiny mědi a cínu, červené bronzы jsou slitiny mědi, cínu a zinku, do některých se přidává ještě olovo. Používají se pro výrobu kluzných ložisek, kluzných desek a lišt, těles čerpadel, lopatkových kol pro čerpadla, šroubových kol, šneků, spojek.

Hliníkový bronz – skládá se z mědi a hliníku, někdy obsahuje ještě železo, nikl a mangan. Hliníkové bronzы jsou odolné proti korozi, mají velkou pevnost, jsou dobře svařitelné, ale špatně se pájí. Používají se v chemickém a papírenském průmyslu, pro výrobu hřídelí, ozubených kol, součástí podléhajícím opotřebení.

Zinek – má namodrale bílou barvu a třpytí se na obnažených plochách. Na vzduchu se potáhne matně šedou, později bělavou vrstvou oxidu, která chrání kov před další oxidací. Kyseliny a louhy zinek rozpouštějí. Zinek má velkou tepelnou roztažnost, je dobrým elektrickým vodičem a velmi dobře se odlévá. Používá se na výrobu plechů, pásů a drátů, pozinkování povrchů, galvanické povlaky a legující materiál.

Slitiny zinku jsou lépe zpracovatelné a mají vyšší pevnost než čistý zinek. Zinek se leguje především hliníkem a mědí. Používají se zejména pro tlakové lití všeho druhu, pro odlitky tvarově složitě z hlediska odlévání.

Cín – je bílý kov s krystalickou strukturou na lomové ploše. To způsobuje při ohýbání šelest. Cín je velmi řídký a velmi dobře tavitelný. Je dobře odolný proti atmosférickým vlivům, ale ne proti kyselinám a louchům. Používá se zejména jako legující kov (ložiskové kovy, pájky), jako antikorozi ochrana plechů, trubek, obalový materiál (staniol), v potravinářském průmyslu pro tuby, konzervy.

Olovo – má modrošedou barvu a třpytí se stříbrně na obnažených plochách. Je měkké, dobře tavitelné, pájitelné a svařitelné, dobře se tváří za tepla i za studena. Na vzduchu se olovo povláká oxidační vrstvou, která chrání kov před další oxidací. Olovo je velmi odolné proti korozi, stále proti většině kyselin, proti lučavce královské (směs kyseliny solné a dusičné) je nestálé. Olovo nepropouští rentgenové paprsky. Čisté olovo se používá pro střešní krytinu, zásobníky kyselin, obaly kabelů, těsnící pásy, jako olověné střely, ochrana proti záření, a jako legující kov. Při zacházení s olovem a jeho slitinami je třeba dodržovat zvláštní předpisy, protože sloučeniny olova jsou velmi jedovaté.

Slitiny olova se používají jako ložiskový kov (měď a cín), akumulátorové desky aj. Kompozice jsou slitiny s cínem a antimonem používají se k vylévání pánví ložisek. Pájky používají se k pájení na měkko.

Ušlechtilé kovy

Zlato – je měkké s mimořádně velkou roztažností, může se válcovat na plátek o síle 0,0001 mm (lístčkové zlato). Čisté zlato na vzduchu neoxiduje a zachovává si svůj kovový lesk. Zlato je velmi měkké a zpevňuje se legováním (např. stříbrem, mědí). Zlato je v první řadě jako státní poklad, dále se používá k výrobě šperků, v zubním lékařství a pro výrobu některých částí přístrojů, které nesmějí podléhat vnějším vlivům.

Stříbro – má velkou roztažnost, dá se dobře kovat a vytahovat do drátů. Je jako spotřební kov příliš měkké, a proto se převážně leguje mědí. Stříbro je ze všech kovů nejlepší tepelný

a elektrický vodič. Stříbro a jeho slitiny se používá jako legující kov, na výrobu šperků, pro spotřební a ozdobné předměty, kontaktní materiál v elektrotechnice, ke galvanickému zušlechťování prvků, jako katalyzátor při chemických procesech, ve filmařském průmyslu, mincovní kov aj.

Platina – má vysokou žáruvzdornost, je chemicky stálá. Může se zpracovávat na fólie o tloušťce 0,0025 mm a na dráty o průměru 0,015 mm. Používá se jako katalyzátor při chemických procesech k výrobě chemických přístrojů, k výrobě neoxidujících kontaktů, jako tavící drát do skel, pro výrobu termočlánků apod.

Ostatní neželezné kovy

Nikl – stříbřitě lesklý, kovatelný, dobře lešitelný, odolný vůči korozi, magnetický. Je to důležitý kov pro zušlechťování oceli a legování, používá se pro galvanické ochranné povlaky.

Chrom – ocelově šedý, velmi tvrdý a křehký, odolný vůči korozi. Je důležitý pro zušlechťování ocelí, používá se pro galvanické povlaky. Vdechnutí prachu, který obsahuje chrom vede k poškození sliznice.

Wolfram – šedý nemagnetický prášek. Důležitý kov pro zušlechťování ocelí (stálost, tvrdost při vysokých teplotách). Používá se pro výrobu rychlořezných ocelí, žhavicích vláken žárovek, je součástí slinutých karbidů.

Mangan – šedý, tvrdý a křehký, na vzduchu oxiduje. Je to důležitý legující kov (ocel, litina, měď, slitiny mědi a slitiny hliníku).

Molybden – šedý prášek, důležitý kov pro zušlechťování oceli, používá se pro výrobu elektrod u rentgenových lamp a žhavicích vláken žárovek.

Vanad – ocelově šedý, velmi tvrdý. Důležitý kov pro zušlechťování oceli.

Bismut – červenavě bílý, lesklý, křehký, při tuhnutí se roztahuje. Snižuje bod tavení slitin. Použití jako pájecí kov, elektrické pojistky, odrazová plocha reflektorů, lamp zářičů.

Kobalt – červenavě šedý, velmi houževnatý, magnetický. Důležitý kov pro zušlechťování oceli (zvyšuje tvrdost oceli). Používá se pro výrobu rychlořezné oceli, pro výrobu slinutých karbidů, je součástí stálých magnetů.

Tantal – šedavě lesklý, měkký, velmi odolný proti korozi. Je součástí tvrzených kovů, používá se pro výrobu kalibračního závaží, zubařských nástrojů.

Antimon – stříbřitě lesklý, velmi křehký. Je to legující kov, zvyšuje tvrdost.

Kadmium – matně lesklý, odolný proti korozi. Používá se jako legující kov, pro galvanické ochranné povlaky, je součástí ložiskových kovů, akumulátorových desek.

Rtuť – stříbřitě lesklý, jediný kov, který je při pokojové teplotě tekutý, má velkou tepelnou roztažnost, rozpouští téměř všechny kovy (kromě železa, niklu, wolframu a molybdenu). Používá

se do teploměrů, v elektrotechnice na kontaktní spínače, rtuťové lampy. Vdechování par je životu nebezpečné, téměř všechny sloučeniny rtuti jsou jedovaté.

Slinuté materiály – prášková metalurgie

Prášková metalurgie se zabývá výrobou kovových prášků, lisováním prášků do tvarů a slinováním (spékáním). Slinuté materiály se používají pro spékané tvarové výrobky, slinuté tvrdo kovy a keramické materiály (destičky pro třískové obrábění).

Spojované materiály

U sdruženého materiálu se zpravidla pokoušíme látku s vyšší tvrdostí a pevností spojit s látkou s vyšší houževnatostí.

Plastické hmoty zpevněné skleněným vláknem a umělé hmoty zesílené uhlíkovým vláknem spojují dobré mechanické vlastnosti s nízkou váhou. Výrobky z plastických hmot zesílených vlákny mohou být obráběny řeznými nástroji ze slinutých karbidů a všemi obráběcími postupy, mohou být spojovány lepením, šroubovými a nýtovanými spoji.

Ostatní sdružené materiály jsou: slinuté karbidy, lisované plastické hmoty, tvrzený papír, tvrzené tkanivo, brusiva, plátované plechy.

Plastické hmoty

Plastické hmoty jsou organické látky, které se získávají z přírodních látek, buď synteticky, nebo chemickou přeměnou.

Termoplasty – jsou plastické hmoty, které se zahříváním stávají houževnaté, těstovité a tím tvářitelné. Termoplastické látky mohou vždy podle teploty zaujímat pevný elastický, termoelastický a termoplastický stav. Používají se pro výrobu trubek, krytů vrtaček, telefonů, různých kufříků apod.

Reaktoplasty – jsou plastické hmoty, které po prvním zpracování nejsou dále zpracovatelné. Jsou tvrdé, křehké, nedají se už přetavit, svařit a rozpustit. Označují se jako vytvrzovatelné. Používají se pro malé součástky v elektroprůmyslu, při výrobě automobilů, ve strojírenství, pro tělesa cívek, spínače, skříňové rozvaděče, autopříslušenství apod.

Elastomery – přírodní kaučuk, syntetický kaučuk. Používají se pro výrobu pneumatik, těsnících kroužků, sáčků, ochranných přileb apod.

Pěnové hmoty – vznikají zpěněním tekuté plastické hmoty.

Nekovové materiály

Azbest – je ohnivzdorný minerální vláknenný materiál, odolný proti kyselinám, má špatnou tepelnou a elektrickou vodivost. Používá se pro výrobu těsnění, ohnivzdorných pracovní oděvů, rukavic, ohnivzdorných ucpávek. Výrobky z azbestu se nahrazují jinými materiály, protože azbest je karcinogenní, velmi škodí zdraví.

Sklo – je tvrdé, průsvitné nebo matné, nereaguje s kyselinami ani louhy, je citlivé na náraz, je špatným tepelným a elektrickým vodičem.

Porcelán – je keramický výrobek se špatnou tepelnou a elektrickou vodivostí, odolný proti kyselinám, citlivý na náraz, velmi tvrdý, nepoškrábe se.

Textilie a vlákna – jsou výrobky z tkanin, přízí a šňůr, které se vyrábí z přírodních vláken nebo syntetických vláken.

Kůže – pro technické účely se používá převážně tzv. chromitá useň. Je to hovězí kůže vyčiněná přírodními činidly a kamencem chromitým.

Dřevo – je organický materiál rostlinného původu. Dřevo je špatný vodič tepla, za sucha je stálé, ve vlhkém prostředí přijímá vodu.

Pomocné technické materiály

Pomocné látky jsou látky, které se používají při výrobě součástí a při provozu různých technických zařízení.

Druhy: **mazadla, řezné kapaliny, pohonné hmoty, brusné prostředky, čistící prostředky.**

Tepelné zpracování

Kalení – je zahřívání oceli na teplotu kalení a následné rychlé ochlazení. Nejvyšší hodnota tvrdosti dosažená kalením je závislá na obsahu uhlíku v oceli.

Povrchové kalení – je tepelné zpracování povrchové vrstvy k získání tvrdosti, při zachované houževnatosti jádra obrobku.

Popouštění – je zahřívání zakaleného obrobku na určitou teplotu (popouštěcí teplota), prodlouhu na této teplotě a následné ochlazení. Popouštěním se ocel částečným snížením tvrdosti stane houževnatější.

Žihání – je zahřívání obrobku na žihací teplotu, udržování na této teplotě a následné, zpravidla pomalé ochlazování. Žiháním se může měnit nežádoucí napětí a změnou struktury materiálů tak, že dosáhneme lepších hodnot pro zpracování a žádanou strukturu oceli.

Cementování – nasycování povrchu uhlíkem. Předností je stejnoměrná hloubka zakalené vrstvy nezávislá na tvaru obrobku.

Nitridování – je zvýšení tvrdosti povrchu oceli nasycování atomárního dusíku. Nitridování je velmi pomalé, vrstva je poměrně tenká (max. 0,5 mm), ale vyznačuje se vysokou tvrdostí a nejlepšími otěruvzdornými vlastnostmi.

Základy ručního zpracování

Měření

Měření je kontrolní pracovní činnost. Provádí se vhodnými měřidly. Na těchto měřidlech (ocelové měřítko, posuvka, úhloměr) se odečítá přímo naměřená hodnota v příslušných technických jednotkách.

Základní jednotkou délky je metr. Metr je délka dráhy, kterou světlo urazí ve vzduchoprázdnu za 299 792 458 – tinu sekundy. Rychlost světla ve vakuu činí 299 792 458 m/s. Pro technickou praxi používáme normál (etanol) délky uložený v Praze. Od metru jsou odvozeny další rozměrové veličiny.

1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm

Velmi malé rozměry se udávají ve zlomcích milimetrů.

1 desetina milimetru = 1/10 mm = 0,1 mm

1 setina milimetru = 1/100 mm = 0,01 mm

1 tisícina milimetru = 1/1000 mm = 0,001 mm = 1 mikrometr μm

Ve všech výkresech ve strojírenství se rozměry musí udávat v milimetrech.

Palcový rozměrový systém – jako rozměrová jednotka slouží palec ("), 1 palec = 1" = 25,4 mm.

Ocelové měřítko – je nejjednodušší měřidlo, přesnost měření je asi 0,5 mm, používají se měřítka o délkách 300 mm, 500 mm, 1000 mm.

Hmatadla – jsou pomůcky k přenášení rozměrů z obrobku na měřítka (obkročné, dutinové).

Posuvná měřítka – umožňují měření s přesností 0,1 mm, 0,05 mm, a 0,02 mm (vždy podle provedení nonia). Posuvná měřítka umožňují měření vnitřních a vnějších rozměrů a hloubek.

Přesnost měření 0,1 mm – 9 mm je rozděleno na 10 dílků.

Přesnost měření 0,05 mm – 19 mm je rozděleno na 20 dílků.

Přesnost měření 0,02 mm – 49 mm je rozděleno na 50 dílků.

Posuvné měřítko s číselníkovým úchylkoměrem.

Digitální posuvné měřítko - rozsah měření 150 mm – přesnost 20 μ .

- rozsah měření 200 mm – přesnost 30 μ .

- rozsah měření 300 mm – přesnost 40 μ .

Charakteristika – přesnost dle DIN 862, ruční kolečko, aretace, hloubkoměrná tyč, velký LCD display, zapínání/vypínání, ON/OFF, nulování v libovolném bodě, volba jednotek (mm, palce), výstup dat na PC nebo tiskárnu, rychlost posuvu 1,5 m/s, životnost baterie 12 měsíců, plastová kazeta.

Hloubkoměr – měřidlo pro měření hloubek a osazení, přesnost měření 0,1 mm.

Mikrometry – umožňují měření s přesností 0,01 mm. Třmenové mikrometry jsou konstruované pro různé měřicí rozsahy (0 – 25, 25 – 50, 50 – 75, 75 – 100 atd.). V pevném třmenu jsou uloženy pevný dotyk a otáčivý mikrometrický šroub. Dotyk a mikrometrický šroub tvoří dvě měřicí plochy mikrometru. Mikrometrický šroub má broušený jemný závit, jehož stoupání je

0,5 mm a pevně spojeno s bubínkem se stupnicí. Kuželová plocha bubínku se stupnicí je na obvodu rozdělena na 50 dílků. Když se bubínkem pootočí o jednu rysku dílku, tedy o $1/50$ obvodu, posune se mikrometrický šroub o $1/50$ stoupání, to je $0,5:50 = 0,01$ mm.

Šablony na měření úhlů – pevné – slouží ke kontrole často se vyskytujících úhlů (45, 90, 120°).

Ploché úhelníky

Příložný úhelník

Nastavitelné úhlooměry – měří se velikosti úhlů – obloukový úhloměr, univerzální úhloměr.

Orýsování

Pod pojmem orýsování rozumíme označení tvaru a roztečí potřebných pro výrobu součástí. Jako předloha pro orýsování polotovaru slouží dílenský výkres.

Rozeznáváme orýsování rovinné a prostorové.

Nářadí pro orýsování – rýsovací deska, úhelníky, opěrné hranoly, prizmatické podložky, rýsovací jehla (úhel špičky 10 až 15°), důlčík (úhel špičky zpravidla 60°), kružítko, rejsek, středící úhelník, stojánkový nádrh, výškoměr.

Pro lepší viditelnost rysek se opatřují polotovary přilnavým nátěrem z plavené křídly (plavená křída rozmíchaná s vodou a kličem) nebo se natírají lihovou barvou.

Při rovinném orýsování se vychází od hran a osových čar.

Při prostorovém orýsování se vychází z určené roviny. Podle tvaru součástky si zvolíme nejprve rozměrovací základnu nebo středovou rovinu, od níž se při rozměřování vychází. Tato plocha musí být obrobena a polotovar se jí pokládá na rýsovací desku.

Orýsování podle šablon se provádí přiložením šablony na materiál a orýsuje se tvar šablony.

Postup při rovinném orýsování

1. Hrubé rozměření materiálu.
2. Očištění materiálu od nečistot a okují.
3. Zabarvení součásti.
4. Prostudování technické dokumentace.
5. Příprava potřebných měřidel a nástrojů.
6. Zvolení výchozí roviny jako základny.
7. Orýsování součásti podle výkresu.
8. Odúlkování rysek.

Bezpečnost práce

Před orýsováním součástek nebo plechů srážíme ostří. Nářadí s ostřím pokládáme hroty od sebe. Těžké podložky, přístroje apod. ukládáme vždy tak, aby nemohly spadnout. Kladiva musí být dobře nasazena, zajištěna klínkem a nesmí mít otřep. Důlčík nesmí mít otřep a musí být dobře naostřen. Po skončení práce s nádrhem vždy sklopíme jehlu.

Řezání

Řezání patří mezi základní druhy třískového obrábění, při kterém materiál oddělujeme mnohozubým nástrojem – pilou. Pohyb při řezání může být přímý (rámové pily) nebo kruhový (kotoučové pily).

Pilové listy pro ruční pilky – pilový list má mnoho malých za sebou uspořádaných pilových zubů s úhlem břitu 50° , úhlem řezu 90° a úhlem čela 0° .

Rozteč zubů – určujeme jejich počtem na délku 25 mm. Podle této rozteče hovoříme o hrubých nebo jemných pilových listech. Pro správnou volbu rozteče zubů jsou určující: tloušťka a druh řezu (plný nebo dutý průřez), řezná délka a tvrdost materiálu.

Hrubá rozteč (14 – 16 zubů) se používá pro měkké materiály např. hliník, slitiny lehkých kovů, plastické hmoty, lisované materiály a také pro větší řezné délky a průřezy konstrukčních ocelí.

Střední rozteč (18 – 22 zubů) se používá pro středně tvrdé materiály např. konstrukční ocel, měď, mosaz, a pro profily s tenčími tloušťkami stěn a kratšími řeznými délkami.

Jemná rozteč (28 – 32 zubů) se používá pro velmi tvrdé materiály např. nástrojové oceli, tenké dráty, plechy tenkostěnné trubky a profily.

Jako všeobecné pravidlo platí: Měkké materiály a velké plné průřezy – hrubá rozteč. Měkké materiály, malé plné a duté průřezy – jemná rozteč.

Hlavní části ruční pilky – rám pilky, rukojeť, svorníky s napínacím šroubem, list pilky.

Upínání pilového listu do rámu ruční pilky – pilový list se upíná do rámu tak, aby špičky zubů ukazovaly ve směru řezání. Svými konci, v nichž jsou otvory, se list zasune do výřezů v upínacích hlavicích třmenu, z nichž jedna je pevná a druhá pohyblivá. List pilky se v nich upne čepy a křídlovou maticí se pohyblivou hlavicí napne. K řezání delších úseků se pilový list musí upnout napříč, k čemuž jsou v upínacích hlavicích vhodně umístěny příčné řezy.

Upínání materiálu do svěráku – materiál k řezání se musí upnout vždy tak, aby místo řezu bylo co nejbližší čelistem svěráku a kolmo na svěrák. Je-li vzdálenost velká, obrobek při řezání pruží a chvěje se, mohou se snadno vylomit zuby pilového listu. Materiál se ve svěráku upíná buď přímo nebo pomocí čelistových vložek. Tenkostěnné obrobky se upínají pomocí vložek, aby se neohýbaly. Kromě toho je třeba tenké obrobky vyztužit vhodnými vložkami, aby se při řezání nepokřivily.

Držení pilky – pilku uchopíme pravou rukou (u praváků) za rukojeť tak, že dlaní se opíráme o konec a palcem ji přidržujeme, levou rukou držíme rám pilky na předním konci.

Postoj při řezání – při řezání se k upnutému materiálu stavíme šikmo pod úhlem asi 45° , mírně rozkročení, levá noha je vpředu a pravá vzadu (u praváků). Váha těla je na pravé noze, která se posouváním pilky do řezu přenáší na nohu levou.

Práce s ruční pilkou – místo řezu si před značíme tříhranným pilníkem. Zpočátku řežeme s pilkou poněkud skloněnou asi $5 - 10^\circ$, aby se snadněji zařízla a co nejrychleji získala vedení. Teprve pak pilku vyrovnáme do vodorovné polohy a řežeme dlouhými zdvihy rychlostí asi 30 – 60 zdvihů za minutu.

Materiál řežeme na plochu na širší straně, čímž dosáhneme rovnější řez a zuby pilky se příliš nezakusují a nevylamují. Při pohybu pilkou vpřed přiměřeně a stejnoměrně tlačíme, při zpětném zdvihu pilku volně táhneme.

Při řezání podle orýsování se řeže těsně vedle rysky jen tehdy, jestliže se oříznutá plocha dále neobrábí. Jinak se ponechá přídavek na obrábění asi 0,5 mm od rysky. Při dořezávání tlak na pilku pozvolna zmenšujeme. Při řezání do větších hloubek si musíme pilový list upnout příčně do rámu pilky.

Při řezání do větších hloubek nebo při řezání tvrdšího materiálu mažeme list pilky tuhým mazivem a grafitem, aby se zmenšilo tření boků o stěny, zuby se nepřimazávají.

Trubky se neřezou najednou, protože by se zuby ve stěnách zakusovaly. Řežeme jen těsně k dutině, potom postupně přepínáním pootáčíme trubkou ve směru pracovního zdvihu a přitom pokračujeme v téže drážce řezu.

Strojní řezání

- **Rámové pily** – pilový list je upnutý v rámu, který koná vratný pohyb ve vedení výkyvného ramene, poháněného klikovým ústrojím. Délka zdvihu a řezná síla se nastavují podle délky řezu a druhu materiálu. Při zpětném pohybu se pilový list s rámem nadzvedne pomocí vačky nebo hydraulicky.



- **Kotoučové pily** – u těchto strojů je obrobek pevně upnut ve svěráku na stroji, zatímco pilový kotouč provádí posuv do řezu. Směr posuvu je podle konstrukce stroje vodorovný nebo kolmo dolů. Kotouč pily má na obvodu frézované nebo vložené zuby, jejichž úhly jsou přizpůsobeny řezanému materiálu.
- **Pásové pily** – nekonečný pilový pás probíhá přes dva velké kotouče, kterými je poháněn. Tyto pily nemají žádný zdvih. Pásové pily pracují s kolmým nebo vodorovným pilovým listem.



Bezpečnost práce

Ruční pilka nesmí mít poškozenou rukojeť. Pilový list musí být řádně upnut. Při upínání pilového listu do rámu nesmí upínací kolíky přesahovat upínací segmenty. Při dořezávání netlačíme na pilku. Vzniklé piliny odstraňujeme štětcem nebo smetáčkem, nikdy do nich nefoukáme. Při práci na strojních pilách musíme důsledně dodržovat všechny bezpečnostní předpisy, které jsou obsaženy zejména v ČSN 200732, bezpečnostní předpisy na strojní pily na kovy a bezpečnostní předpisy pro obráběcí stroje na kovy ČSN 200700.

Pilování

Pilování – je ubírání drobných třísek velkým počtem zubů umístěných na činné části pilníku.

Pilník – nejdůležitější ruční nástroj k třískovému obrábění, popř. opracování povrchů obrobků. Základní tvary jsou dány – délkou činné části, stopkou, tloušťkou, šířkou, čelem a osou.

Hustota zubů se udává počtem seků na délku 10 mm měřenou rovnoběžně s osou, (kolísá mezi 4 až 120).

Zuby pilníku se vyrábí sekáním, vytlačováním nebo frézováním. Sekané zuby mají větší úhel břitu než frézované. Ubírají proto méně třísek, ale jsou odolnější vůči tvrdému materiálu.

Křížový sek – (dvojitý sek) používá se pro opracování oceli a litiny. Pilníky mají dva křížově uspořádané seky, které jsou k ose pilníku pod různými úhly. Tím vznikají za sebou šikmo uspořádané zuby. Při pilování odebírá následující zub materiál, který předešlý neodebral. Tím se zabráňuje většímu tvoření rýh na povrchu obrobku.

Jednoduchý sek – používá se při obrábění měkkých materiálů. Pilníky mají velmi hrubý sek.

Rašplový sek – (struhadlový) používá se pro opracování dřeva, tvrzených tkanin, kůže, rohoviny, plastických hmot. Odebírání třísek pomocí rašple se děje více odtrháváním částíček materiálu než řezáním.

Rozdělení sekaných pilníků podle rozteče seků

druh pilníku	rozteč seků	počet seků na 10 mm délky pilníku	použití
uběrací pilník	velmi hrubá	4 – 5	pilování nahrubo, hrubování
hrubovací pilník	hrubá	5 – 10	pilování nahrubo, hrubování
polohrubý pilník	hrubá	12 – 18	pilování nahrubo, hrubování
polojemný pilník	polojemná	20 – 40	dokončovací pilování
velmi jemný pilník	velmi jemná	42 – 60	dokončovací pilování, hlazení
velmi jemný pilník	velmi jemná	80	dokončovací pilování, jemné hlazení
velejemný pilník	nejjemnější sek	120	práce s největší přesností

Druhy pilníků – podle velikosti pilníku – uběrací, dvou ruční, jehlový

Podle tvaru průřezu

- uběrací – pro zpracování větších kusů při hrubování
- plochý – jedna hrana je bez seků, použití pro rovinné plochy, nejpoužívanější pilník
- úsečové zúžené – plochá strana pro rovné plochy, kruhová strana pro pilování vnitřního zaoblení velkého poloměru
- čtyřhranné – pro čtyřhranné otvory, pravoúhlé průřezy
- trojhranné – pro trojhranné otvory, ostré úhly nad 60°, rovinné plochy
- kruhové – pro kruhové otvory, vnitřní zaoblení, malé poloměry
- nožové - pro klínové a rybinové drážky, úhel menší než 60°

Zvláštní druhy pilníků

- jehlové
- pilníky na ostření pil
- speciální (zápustkové)
- pilovací stroje
- otáčivé pilníky
- rotační pilníky
- brusné pilníky

Volba pilníků – při volbě pilníků se řídíme

- velikostí obráběné plochy
- tvarem obráběné plochy
- vlastnostmi materiálu
- množstvím materiálu, které se má ubírat
- podle přesnosti obrábění a předepsané drsnosti povrchu na výkrese

Nasazování rukojeti

Rukojeť musí mít přiměřenou velikost k velikosti pilníku. Rukojeti z umělé hmoty mají otvor přizpůsoben stopce pilníku. Do dřevěných rukojetí nejdříve vyvrtáme stupňovité díry několika vrtáky vhodných průměrů. Rukojeť narážíme dřevěnou paličkou nebo kladívkem (čelo pilníku je opřeno o stůl).

Udržování pilníků

Pilníky se ukládají, popř. odkládají jak do skříněk na náradí, tak i na pracovním stole na zvláštní místo a to vedle sebe. Na pracovním stole leží po pravé straně svěráku, oddělené od ostatních nástrojů. Musíme dbát na to, aby nedošlo ke spadnutí pilníku na zem a jeho přeražení. Zanesené zuby pilníku třiskami čistíme ocelovým kartáčem (ve směru horního seku) nebo mosazným plechem. Mastnotu na pilníku odstraníme petrolejem.

Upínání pilované součásti

Pilovanou součástku upínáme většinou do svěráku. Čelisti svěráku mají být v takové úrovni, aby dosahovaly po loket ohnuté ruky pracovníka. Postupuje se tak, že se pracovník postaví ke svěráku, ruku ohne v lokti, přitáhne k tělu, prsty sevře v pěst, kterou opře o bradu. Obrobky k pilování upínáme (pokud to jejich velikost a tvar dovolí) ve středu čelistí svěráku ve vodorovné poloze. Místo upnutí (upínací plocha) pilované součásti má být vždy co nejbližší u pracovní

plochy, aby se pilovaná součást neporušila. Aby se kalenými (tvrdými) vykovanými vložkami čelistí svěráku nepoškodil hladký již opracovaný povrch obrobku, vkládáme mezi čelisti vložky z ocelového, hliníkového nebo měděného plechu.

Držení pilníku, práce s pilníkem

Při základním držení pilníku bereme rukojeť do dlaně pravé ruky, přičemž palec leží nahoře. Levá ruka se přikládá napříč pilníku na jeho konec, prsty jsou přiloženy k čelu pilníku. Při práci s malými a tvarovými pilníky se mění držení levé ruky, pilník se drží mezi palcem a ukazováčkem. Pouze výjimečně držíme malé pilníky jednou rukou. Vždy se snažíme, aby frekvence zdvihů byla pokud možno co nejrovnoměrnější a pohybovala se mezi 40 až 60 dvojdvihy za minutu. Kratšími pilníky pohybujeme rychleji, delšími pomaleji. Při zpětném pohybu musíme pilník odlehčovat popř. i nadzvedávat, protože jinak se rychle otupuje. Síly, kterými na pilník budeme působit, budou záviset nejen na druhu pilování (hrubování, hlazení), ale také na tom, pod kterou částí pilníku se bude pilovaná plocha nacházet. Rozhodující sílu vyvozuje pravá ruka a levá ruka pilník pouze vyvažuje tak, aby síla, kterou tlačí pilník na pilovanou plochu, byla stále stejná. Na správném držení pilníku závisí jakost a přesnost pilovaných ploch. Nejčastější závada vznikající nesprávným držením pilníku je kolébání pilníkem. Místo rovinné plochy tím opisujeme vypouklý a nepřesný povrch.

Postoj při pilování

Ke svěráku se postavíme bokem těla, rozkročení, s levou nohou posunutou v před. Při pilování je levá noha uvolněna, pravá natažena. Při práci pohybujeme celým tělem.

Pilování rovinných ploch

Při pilování zejména větších rovinných ploch měníme postupně směr pilování (pilujeme šikmo, potom kolmo k délce a nakonec opačným směrem), abychom neustále viděli, kde pilník zabírá. Při hlazení rovinných ploch obvykle pilujeme rovnoběžně s delší hranou obrobku. Při hrubování (odpilování vrstvy větší než 0,5 mm) pilujeme dlouhými zdvihy a na pilník silně tlačíme. Úměrně se vzrůstajícím požadavkem na přesnost volíme jemnější pilníky, na pilníky méně tlačíme a zkracujeme také délku zdvihu. Pilujeme takovou stranou pilníku, která je buď rovná nebo vypouklá. Po dokončení roviny hrany odjehlíme, popř. srazíme. Piliny, které zůstanou na ploše, neodstraňujeme rukou, ale štětcem nebo smetáčkem.

Rovinnost pilovaných ploch se kontroluje obyčejným nebo nožovým pravítkem, které se ke kontrolované ploše přikládá v několika různých směrech (podél, napříč i úhlopříčně). Velikost průsvitu udává odchylku od ideální roviny.

Obtahování – jestliže chceme dosáhnout zvláště hladkého povrchu, potom obráběnou plochu obtahujeme jemným pilníkem. Při obtahování držíme pilník napříč oběma rukama a pohybujeme jím rovnoběžně s delší stranou materiálu. Takto pilujeme součásti, které byly předtím již obrobena strojně, a snažíme se nepoškodit jejich geometrický tvar. Pro nejjemnější opracování je vhodné zanést zuby pilníku křídou.

Pilování spojených ploch

Nejprve zhotovíme základní (výchozí) plochu podle stanovených parametrů s přídatkem + 0,1 – 0,3 mm na povrchovou úpravu. Dále v závislosti na tvaru si stanovíme odklon navazující plochy v místě napojení na základnu. Přebytek materiálu podle okolností odřízneme pilkou nebo přímo opilujeme hrubým a jemným pilníkem za pravidelného měření tak dlouho, až se

přiblížíme stanovenému profilu a rozměru. Každá další následující plocha, navazující na předtím vyrobené, vyžaduje náročnější provádění kontroly. Po dokončení provedeme sražení hran a odjehlení pilníkem, šikmým, dlouhým tahem po hraně. Při pilování rovnoběžných ploch je postup stejný jako u pilování rovinné plochy, ale kromě dodržování rovnoběžnosti je současně nutné dodržovat rozměr.

Měření spojených ploch provádíme pomocí úhloměru, úhelníku, šablon, posuvných měřitek a rádiusových měrek, podle tvaru součástí. Vycházíme přitom od základní plochy. Povrch součástí kontrolujeme porovnáním s měrkou drsnosti povrchu. Rovnoběžnost plochy se měří posuvkou.

Pilování válcových a zaoblených ploch

Pilování válcových ploch je v porovnání s pilováním ploch rovinných mnohem náročnější a vyžaduje již určité zkušenosti. Při pilování vnějších válcových ploch postupujeme v závislosti na tvaru pilované plochy. Úzké vypouklé plochy a zaoblení pilujeme nejdříve na hrubo příčnými zdvihy a na konečný tvar dokončujeme hlazením rovnoběžně s delší stranou plochy. Před pilováním většinou uřízneme nebo opilujeme rohy. Při hlazení pracujeme podélnými kývavými zdvihy pilníku tak, že na začátku zdvihu je rukojeť pilníku nahoře a v průběhu zdvihu (kývnutí) přejde do polohy nejnižší. Pravidelnost pilovaného tvaru je značně závislá na rovnoměrnosti pohybů pilníku. Široké tvarové plochy vypouklé pilujeme nejprve jako mnoho hran. Podélně kývavými pohyby hrany spojíme a plochu zaoblíme. Válcové plochy pilujeme na čtyř hranu na takový více hran, až se zaoblením hran utvoří válcová plocha. Při dokončovací práci se opět pracuje kývavými pohyby. K pilování vnitřních válcových ploch a zaoblení se používají pilníky s kruhovým nebo půlkruhovým profilem a obráběný tvar pilujeme nejčastěji podle orýsování. Pilujeme postupně příčnými zdvihy pilníku, kterým zároveň pootáčíme za pozvolného posouvání do stran. Pilovaný tvar průběžně kontrolujeme pomocí šablony.

Měření tvarových ploch vypouklých a válcových provádíme pomocí šablon a rádiusových měrek. Při měření šablonami přikládáme šablony kolmo k obrobku, aby světelný průsvit dával správný obraz měřeného tvaru.

Bezpečnost práce

Používáme pouze nepoškozené pilníky, bez ulomených konců. Pilníky musí mít nepoškozenou rukojeť, která nesmí být rozštípnuta ani jinak poškozena. Rukojeť musí být na stopce pilníku pevně naražena. Pilníkem bez rukojetí nesmíme pracovat. Obráběný materiál musí být vždy pevně upnut ve svěráku. Při používání měkkých vložek musíme dávat pozor, abychom se o jejich hrany neporanili. Měkké vložky nesmí přecházet přes úroveň čelistí svěráku. Vzniklé piliny odstraňujeme štětcem, smetáčkem, hadrem apod. Nikdy piliny nesfoukáváme (poranění oka), neodstraňujeme rukou (pořezání). Odložený pilník nesmí přecházet přes okraj pracovního stolu. Při spadnutí na zem je nebezpečí poranění nohou.

Stříhání

Stříhání je beztržkové dělení materiálu dvěma noži, které se proti sobě pohybují jako klíny. Tímto rychlým, hospodárným způsobem se stříhají plechy, tyče i profilový materiál a to ručními, nebo strojními nůžkami.

Ručními nůžkami můžeme stříhat ocelový plech asi do tloušťky 0,7 mm, mosazný plech do tloušťky 0,8 mm, tvrdý hliník a měď asi do 1 mm, měkký hliník do 2,5 mm. Silnější plechy musíme stříhat buď na pákových nebo strojních nůžkách.

Nože nůžek musí mít přiměřenou pevnost a vhodný tvar, aby správně stříhaly. Břit nožů je tvořen čelem a hřbetem. Úhel, který svírá čelo a hřbet se nazývá úhel břitu. Pro měkké kovy se volí 65° , pro střední tvrdosti 70 až 75° a pro tvrdé kovy 80 až 85° . Důležitou podmínkou pro správnou funkci nožů je těsný dotyk obou nožů v místě stříhu. Ke zmenšení tření je hřbet vykloněn od řezné roviny o úhel hřbetu 2 až 3° . Tlak nožů nepůsobí v jedné rovině, protože břity nožů se musí míjet v určité vzdálenosti, která se nazývá vůle mezi břity. Tato vůle závisí na tloušťce a pevnosti stříhaného materiálu. U ručních nůžek nemá být větší než 0,01 mm.

Ruční nůžky – pracují na principu dvouramenné páky. Mají nože prodloužené v držadla, která jsou vzájemně spojena čepem. Aby se nůžky do materiálu zařezávaly, musí být úhel jejich sevření vždy menší než 15° . V opačném případě by nože po materiálu sklouzly.

Rovné ruční nůžky – se používají pro rovné a málo zakřivené, krátké stříhy.

Nůžky s držadly vyhnutými nahoru – slouží ke stříhání dlouhých rovných kusů (tabulí plechu).

Nůžky na otvory – (vystřihovací) mají nože zahnuté do oblouku k vystřihávání vnitřních tvarů.

Tvarové (vystřihovací) nůžky – mají štíhlé řezné břity, aby mohly vystřihovat libovolné tvary.

Všechny ruční nůžky jsou levé a pravé. Označení se řídí podle polohy spodní čelisti ve směru stříhu.

Pákové nůžky – spodní nůž je nehybný a horní ovladatelný pákou. Dá se na nich stříhat plech, pásy, profilový a tyčový materiál. Tloušťka stříhaného materiálu může být až do 6 mm.

Tabulové nůžky – stříháme jimi plechové tabule. Plech klademe na stůl, na němž je veden představitelnými vodítky. Na okraji je plech přidržován pravítkem. Tloušťka stříhaného plechu může být max. do 2 mm.



Okružní a křivkové nůžky – používáme je ke stříhání tvarů a kotoučů z plechových tabulí. Tyto nůžky mají dva kotoučové nože, jejichž malá styková plocha dovoluje snadné stříhání křivek.

Elektrické ruční nůžky – používáme je při vystřihování větších plechových součástí. Materiál se vede tak, aby vstupoval mezi spodní nehybný a horní kmitající nůž. Horním nožem pohybuje vestavěný elektromotor přes klikové ústrojí.

Strojní nůžky – pákové, tabulové, okružní, křivkové dovolují stříhat již materiály o větších tloušťkách, jsou přesnější a produktivnější. Při práci na všech druzích strojních nůžek musíme dodržovat bezpečnostní pravidla.



Bezpečnost práce

Na pákových nůžkách nepracujeme nikdy bez přidržovače nastaveného přesně na sílu stříhaného materiálu, na tabulových nůžkách bez lišt k ochraně prstů. Udržujeme správnou vůli mezi břitzy nožů. U pákových nůžek zajišťujeme páku tak, aby nespadla. Při manipulaci s tabulemi plechů používáme rukavice.

Vrtání

Vrtání je třískové obrábění válcových děr nástrojem – vrtákem, který koná všechny řezné pohyby současně.

Vrtáky – jsou dvoubřité nástroje z nástrojové oceli pro výrobu děr kruhového průřezu.

Druhy vrtáků

- Kopinatý – vrcholový úhel 80 – 130° (dnes se prakticky nepoužívá).
- Šroubovitý – (nejvíce používaný).
- Středící – (navrtávaček).
- Dělový – pro vrtání dlouhých, přesných a přímých děr na soustruhu.

Nejrozšířenější a nejpoužívanější jsou vrtáky šroubovité, jejichž šroubovitě drážkované tělo umožňuje účinné odvádění třísek a zároveň zajišťuje dobré chlazení. Úhel sklonu šroubovice k ose vrtáku se pohybuje od 10 do 45 ° v závislosti na vrtaném materiálu. Úhel hrotu, který spolu svírají obě hlavní ostří, se pohybuje v poměrně značném rozmezí a má podstatný vliv na kvalitu díry, výkon a trvanlivost vrtáku.

Vrtáky se vyrábějí buď se stopkou válcovou (většinou do průměru 20 mm), nebo kuželovou.

Ostření vrtáků v závislosti na obráběném materiálu

Vrtaný materiál	ocel litina	hliník	měď	mosaz	elektron	tvrdá pryž	mramor lisované hmoty	plechy šedá litina
Úhel hrotu	116 -120 °	130 – 140°	125°	130°	100 – 116°	30°	80°	180°
Úhel stoupání šroubovice	25°	35 – 45°	10°	45°	10°	10°	10°	10°

Šroubovitě vrtáky ostříme na speciálně konstruovaných strojích. Způsoby ostření vrtáků jsou různé a závisí na konstrukci stroje. Menší vrtáky se v kusové výrobě ostří většinou ručně. Při ručním ostření nemůžeme zaručit přesné dodržení geometrie, což při práci způsobuje rychlé opotřebení břitu, vybočování díry z osy, zadírání, zvětšování úchylek válcovitosti a kruhovitosti.

Ulomené nebo spálené vrtáky nejdříve zkrátíme a teprve znovu naostříme. Na kuželových plochách hřbetu se musí podbrušovat úhel hřbetu, jehož hodnoty závisí na druhu obráběného materiálu (velmi tvrdý 6 až 9°, středně tvrdý 9 až 12°, měkký 12 až 18°). Příčné ostří, které svírá s hlavním ostřím obvykle úhel 55°, se většinou vybrušováním zužuje, čímž se snižuje odpor vrtáku proti posuvu a vrták je lépe veden. Při ostření je třeba kontrolovat ostří vrtáku, zejména jejich souměrnost a dodržení úhlů. Kontrolu provádíme nejčastěji pomocí šablon, různých speciálních měřidel, výjimečně i pouhým okem. Měřidly kontrolujeme sklon břitu, stejnou délku ostří a úhel hrotu. Střed příčného břitu kontrolujeme optickým měřidlem.

Upínání vrtáků – vrtáky s válcovou upínací stopkou se upínají do dvoučelistových nebo tříčelistových sklíčidel. Každé ze sklíčidel má své výhody i nevýhody. Častěji se používají tříčelistová sklíčidla, která lze lépe vyvážit. Sklíčidla se do vřetene vrtačky upevňují buď pomocí kuželového upínacího trnu, nebo na závit. Válcová stopka vrtáku má být do sklíčidla zasunuta do tří čtvrtin.

Přesnější uložení ve vřetenu vrtačky zaručují kuželové stopky s tzv. Morseovým kuzelem ve velikostech od nejmenšího (označeného 0) až do největšího (označeného 6). Vrtáky s kuželovou stopkou se do dutiny vřetena nasazují buď přímo, nebo prostřednictvím redukční vložky, která vyrovnává rozdíl velikostí. Vrták je při práci unášen především třením, které vzniká mezi stopkou a dutinou vřetena. Nástroje s kuželovou stopkou uvolňujeme s vřetena pomocí vyřazecího klínu.

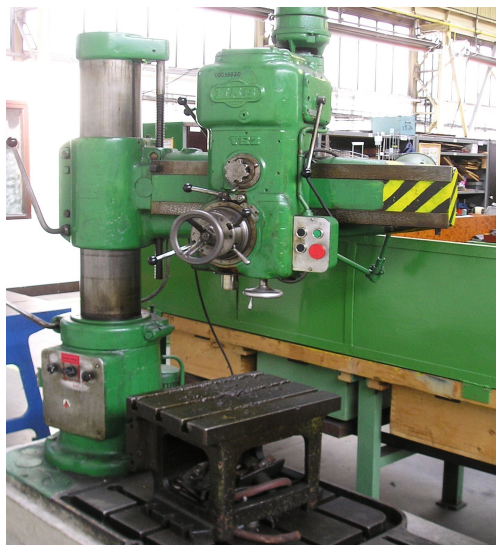
Vrtačky

Ruční přenosné

- svidřík
- kolovrátek
- s ozubeným převodem do průměru 10 mm
- elektrické
- pneumatické

Stabilní

- stolní
- sloupové
- stojanové
- radiální



Upínání obrobků

Obráběné součásti se musí při vrtání upínat takovými pomůckami, které zachycují síly přenášené vrtákem a zajišťují součásti v takové poloze, aby střed díry ležel přesně pod středem špičky vrtáku.

Při vrtání malých otvorů do rozměrných a hmotných obrobků není upínání nutné, na stole je většinou přidržujeme. Malé obrobky a plechy upínáme vždy. Při vrtání průchozích otvorů obrobky podkládáme podložkami z tvrdého dřeva. Menší obrobky a plechy se upínají v ruční svěrci, kterou přidržujeme rukou. Součásti s rovnoběžnými stěnami upínáme do různých svěráků. Svěrák můžeme proti otočení zajistit opřením o narážky upnuté na stole vrtačky, nebo jej přímo upnout na stůl vrtačky. Válcové obrobky lze upnout ve svěráku do čelistí s prizmatickým vytvarováním a to v poloze vodorovné nebo svislé. Obráběnou součást můžeme též přímo upnout na pracovní stůl vrtačky pomocí upínek, které jsou šroubem s hlavou ve tvaru T přitaženy ke stolu vrtačky.

Při vrtání děr v kusové výrobě se poloha díry určuje nejčastěji orýsováním a důlčikováním. Otisk důlčíku vede vrták v začátku řezu a umožňuje, aby se vrták zařiznul. Důlčík musí být dosti hluboký a jeho vrcholový úhel má odpovídat vrcholovému úhlu špičky vrtáku. V sériové výrobě se poloha vrtané díry určuje pomocí vrtacího pouzdra, vrtací šablony nebo vrtacího přípravku.

Technologie vrtání

Vrták zvolíme podle požadovaného průměru a hloubky díry, přičemž musíme počítat s tím, že průměr vrtané díry bude vždy o nějakou desetinu milimetru větší než průměr vrtáku. U průměru vrtáku 5 až 30 mm bývá díra v oceli větší o 0,1 až 0,2 mm a u měkčích materiálů, např. hliníku, o 0,4 až 1 mm. Přesné díry proto musíme dokončovat vyhrubováním a vystružováním.

Velké díry většinou předvrtáme menším průměrem vrtáku, jehož velikost má být o málo větší než tloušťka jádra velkého vrtáku. Délku vrtáku volíme tak, aby vrták mohl i při dovrtávání bezpečně odvádět vznikající třísky. Zbytečně dlouhé vrtáky se při práci chvějí, snadno se otupují a lámou.

Teplo vznikající při vrtání odvádíme chlazením. Nadměrný ohřev hrotu vrtáku by mohl způsobit ztrátu jeho tvrdosti a rychlé otupení. Chladíme nejčastěji vodním roztokem (emulzí) s přísadou mýdla a emulsního oleje. Větší mazací účinek má vrtací olej, který ale méně chladí. Jako chladicí kapalinu při vrtání hliníku a jeho slitin používáme líh nebo petrolej.

Řezná rychlost a posuv a počet otáček určují výkon vrtáku. Výběr řezné rychlosti a posuvu se uskutečňuje podle vrtaného materiálu a ze zkušenosti. Hodnoty jsou shrnuty v tabulkách.

Řezná rychlost v – udává se v m/min, je obvodová rychlost (dráha v metrech), kterou urazí bod na obvodu nástroje (vrtáku) za minutu.

Posuv s – je rozměr, o který se posune vrták do záběru v průběhu jedné otáčky (mm/ot).

Počet otáček n – v 1/min se může vypočítat nebo se může odečíst z diagramu otáček.

Při stejných jakostech materiálu platí : čím menší je průměr vrtáku, tím větší má být počet otáček a naopak. Řezná rychlost, popř. počet otáček vrtáku se musí s přibývajícím pevností a tvrdostí obrobku snižovat. Měkké oceli, hliníkové slitiny aj. požadují většinou vysoké řezné rychlosti.

Zahlubování

Zahlubováním se obrábějí díry pro zapuštěné hlavy šroubů, zarovnávají se jím osazené díry a nálitky. Záhlubníky jsou konstrukčně podobné vrtákům. Mají dvě nebo více ostří vytvořených na čelních plochách. Vyrábějí se buď s vodícím čepem, nebo bez něj. Kalený vodící čep má přesný průměr podle velikosti vrtáků. Vodící čepy mohou být buď pevné, nebo s výměnným vodícím pouzdem, čímž se zvětšuje univerzálnost jejich použití. Vodící čep zajišťuje souosost zahloubení s osou předvrtané díry.

Podle tvaru rozlišujeme záhlubníky **válcové (VZM, VZN) a kuželové (VZZ, VZO)** s kuželovou nebo válcovou stopkou, popř. nástrčné.

Různá kuželová zahloubení děr se obrábějí normalizovanými kuželovými záhlubníky s vrcholovým úhlem 60°, 90° a 120°. Na zahluštění kuželových ploch (asi do průměru 16 mm) se používají kuželové záhlubníky s válcovou stopkou. Větší průměry mají stopku kuželovou. Velké díry se zahlubují nástrčnými záhlubníky. Na zarovnání čelních ploch náلتků, nebo na velká zahloubení se používá dvoubřitých noží vsazovaných do upínacích trnů s kuželovou stopkou a s vodícím čepem. Zahlušťovací nože se vyrábějí až do průměru 200 mm a podbrušují se i na bočních plochách. Zahluštění se provádí jako následná operace po vrtání při jednom upnutí na vrtače.

Bezpečnost práce

Obsluha stroje musí nosit nepoškozený těsně přiléhající oděv, blůzu v kalhotách, upnuté manžety, pokrývku hlavy tak, aby žádné vlasy nevyčnívaly. Pracovník musí nosit vhodnou pracovní obuv. Není dovoleno pracovat v lehké plátěné obuvi nebo otevřených sandálech. Pracovníci, kteří mají na ruce nebo prstech nevhodný obvaz (např. gázový obvaz, kožený prsteník) nesmějí pracovat na strojích, u nichž jsou v dosahu obsluhy volně přístupné rotující součásti, které by mohly při neopatrném jednání obvaz zachytit. Na strojích, u nichž rotující

součásti nejsou v dosahu obsluhy, se smí s takovými obvazy pracovat. Ochranných rukavic se má používat pouze při upínání nebo výměně obrobků a nástrojů, hrozí-li nebezpečí pořezání nebo popálení rukou, stroj nebo příslušná část (např. vřeteno) přitom nesmí být v chodu. Při vlastní obsluze stroje však musí být rukavice sejmuty. Pracovník si chrání oči brýlemi. Nesmí pracovat v plášti, kravatě, v rukavicích. Nesmí mít různé přívěsky, náramky, prsteny ani hodinky. Tvořící se třísky odstraňuje pouze štětcem, smetákem, háčkem na odstraňování třísek s rukojetí a chráničem ruky nebo škrabkami, nikdy ne rukou. Hadry a čistící vlny se smějí používat pouze na čištění stroje za klidu a to až po odstranění třísek škrabkou, háčkem apod. Čištění stroje stlačeným vzduchem je zakázáno. Odstraňování třísek za chodu je dovoleno pouze u strojů, které jsou k tomu uzpůsobeny, v opačném případě musí obsluhující zastavit chod stroje. Vrtaný předmět musí být řádně upnut ve svěráku, či jinak spolehlivě zajištěn proti otočení. Kontrola otvoru či jiné podobné úkony se provádějí vždy za klidu stroje. Na pracovišti a na stroji udržujte pořádek. Mějte nářadí a materiál řádně urovnané. Každou zjištěnou závadu na stroji oznamte svému nejbližšímu nadřízenému. Nepovolaným osobám je práce na vrtačce zakázána.

Řezání závitů

Rozdělení závitů

- **Ostré – Metrický**, úhel 60°, vrchol profilu mírně sražený rozměry se udávají v milimetrech, značka **M**.
Whitworthův, úhel 55°, vrchol profilu zaoblený, rozměry se udávají v palcích ("), značka **W**.
Trubkový, úhel 55°, vrchol profilu zaoblený, rozměry se udávají v palcích ("), značka **G, KG**.
- **Lichoběžníkový** – rovnoramenný (vodící šrouby obráběcích strojů).
nerovnoramenný (lisy)
- **Oblý** – (pro těžké podmínky- vagónové spojky).

Nástroje na výrobu závitů

Tvar a konstrukce nástrojů na ruční výrobu závitů jsou závislé na druhu a velikosti závitu, na požadované přesnosti vyrobeného závitu, na druhu obráběného materiálu apod.

Ruční závitorezné nástroje se dělí na nástroje určené ke zhotovování vnitřních nebo vnějších závitů.

Závitníky – jsou mnohabřité nástroje podobné kaleným šroubům a jejich tvar je přizpůsoben postupnému odebrání třísek při vytváření závitu. Vyrábějí se jako závitníky ruční se stopkou zakončenou čtyřhranem a závitníky strojní s unášecem. Podle směru stoupání závitu rozeznáváme závitníky pravořezné (mají pravý závit) a levořezné (mají levý závit a otáčejí se při práci proti směru hodinových ručiček).

Pracovní část závitníku se skládá z řezného kužele a vodící části, která má za řezným kuželem několik kalibrovaných závitů. Závitníky mají zpravidla drážky přímé, tj. rovnoběžné s osou závitníku a jejich počet je od 3 u malých závitníků až do 5 (výjimečně i 7) u větších. Třísky se odvádějí drážkami buď před závitník nebo směrem ke stopce.

- **Sadové** – většinou 3 kusy (předřezávací ubírá asi 60 % materiálu, řezací ubírá asi 30 %, dořezávací ubírá asi 10 %) u jemných závitů 2 kusy.
- **Maticové** – pro řezání závitů v průchozích dírách (síla materiálu má odpovídat přibližně velikosti závitu).

- **Bezdrážkové** – větší série, strojní řezání.

Na čtyřhranný konec stopky závitníku se nasazuje vratidlo přiměřené velikosti, jehož délka L má odpovídat přibližně vztahu $L = 20 \times D + 100 \text{ (mm)}$ D je průměr závit

Závitové čelisti – na ruční řezání vnějších závitů jsou buď **kruhové**, nebo **radiální**.

Závitové čelisti kruhové připomínají svým tvarem kalenou matici, ve které je vytvořeno 3 až 5 drážek kruhového tvaru. Řezná část závitových čelistí má opět vybroušen řezný kužel, jehož úhel bude záviset opět na materiálu obrobku a na velikosti čelisti (řezný kužel má obvykle úhel 60°). Menší závity (asi do průměru 16 mm) se zpravidla řezou jednou čelistí, větší se obvykle předřezávají. Kruhové závitové čelisti se upínají do vratidla prostřednictvím tří nebo čtyř upínacích šroubů, které dosedají do kuželových důlků na čelisti.

Opotřeбенou kruhovou závitovou čelist je možno v naznačené drážce na vnějším obvodu rozříznout a ve vratidle podle potřeby (v rozmezí 0,1 až 0,25 mm) zmenšit nebo zvětšit. Rozříznutá čelist je ale méně tuhá, a nehodí se proto pro řezání přesných závitů.

Kruhové závitové čelisti se vyrábějí opět buď pravořezné nebo levořezné.

Závitové čelisti dělené (dvoudílné) umožňují jemné nastavení čelisti a dovolují řezání závitu rozdělit na několik menších třísek. Uplatňují se zejména při řezání závitů větších rozměrů, které se potom dokončují kruhovými závitovými čelistmi. Dělené závitové čelisti neumožňují řezání přesných závitů. Obě části dělené čelisti s prizmatickým vedením se upínají do vratidla, ve kterém lze vzdálenost obou čelistí jemně šroubem nastavovat na požadovaný rozměr.

Radiálních závitových čelistí, které se vkládají do speciálních hlavice (závitořezná hlavice JOPO) se používá na výrobu vnějších trubkových závitů.

Ostření nástrojů na závity – závitníky se ostří na čele nebo hřbetu řezného kužele nejčastěji strojně. Kruhové závitové čelisti ostříme v zubových drážkách zevnitř. K ostření se používá malých brusných kotoučů s válcovou stopkou. Brusné kotouče se upínají do speciální ostříčky s velkým počtem otáček vřetena (kolem 30 000 až 40 000 otáček za minutu).

Příprava materiálu k řezání

- Před řezáním vnějšího závitu na svorníku musíme srazit hranu pro snadnější záběr kruhové závitové čelisti. Materiál i nástroje musí být řádně upnuty. Svorník musí být po celé délce řezaného závitu čistý, můžeme si na něm označit konec závitu.
- Před řezáním vnitřního závitu si vyvrtáme díru (velikost zjistíme nejlépe z tabulek) a též srazíme hranu pro snadnější zařiznutí závitníku.

Doporučené průměry děr pro metrické závity

závit	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10
Stoupání závitu	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5
Materiál obrobku	Průměr díry v milimetrech						
Ocel, hliník, měď	1,6	2,5	3,3	4,2	5,0	6,7	8,4
Litina, bronz, mosaz	1,5	2,4	3,2	4,1	4,9	6,6	8,3

Při ručním řezání vnitřních závitů se čtyřhran maticového nebo sadového závitníku nasadí na vratidlo a závitník se zavede kolmo do díry. Při zařezávání vratidlem pomalu otáčíme a zároveň vyvozujeme přiměřený tlak ve směru osy závitníku. Po zaříznutí se závitník již vtahuje do díry sám. Souosost závitníku a díry kontrolujeme úhelníkem.

Abychom při práci usnadnili ulamování a odvádění třísek, pootáčí se při řezání závitníkem také nazpět, zejména pocítíme-li příliš velký odpor proti řezání.

Při použití sadových závitníků pracujeme postupně se závitníkem předřezávacím, označeným jednou rýhou pod čtyřhranem stopky, řezacím se dvěma rýhami a dořezávacím. Řezací a dořezávací závitník se vždy nejprve s citem zašroubují do předříznutého závitu a teprve, když jsou bezpečně vedeny, nasadí se vratidlo. S citem musíme řezat zejména se závitníky malých průměrů, které se snadno při neopatrné práci mohou zlomit. Ulomený závitník vytahujeme z díry kleštěmi, pomocí sekáče, vyjiskřením. V každém případě se jedná o zdlouhavou a nepříjemnou práci, při které může dojít i k poškození obrobku.

Při ručním řezání vnějších závitů postupujeme podobně jako při řezání závitů vnitřních. Při zařezávání opět pomalu otáčíme závitovou čelistí a zároveň na ni vyvozujeme přiměřený osový tlak až do okamžiku, kdy se čelist bezpečně zařízne. Kolmost zaříznutí čelisti můžeme kontrolovat pomocí úhelníku. Při řezání opět pootáčíme čelisti zpět, aby se ulomily tvořící se třísky.

Při řezání většinou závitníky nebo závitovou čelist mažeme, čímž šetříme nástroje a získáváme zároveň kvalitnější povrch závitu. Podle druhu obráběného materiálu mažeme buď vrtací emulzí, nebo častěji olejem. V litině a neželezných kovech řezeme závit zpravidla za sucha. Pro lehké kovy se používá také mýdlové vody, petrolej a líh. Závity do elektronu se řezou za sucha.

Kontrola přesnosti – vnitřní i vnější závity kontrolujeme běžně závitovými kroužky nebo závitovými měrkami, přesnější pak závitovými kalibry nebo profilovými projektory. Kolmost závitu kontrolujeme úhelníkem. Při kontrole dbáme, aby byl závit očištěn a zbaven veškerých nečistot.

Bezpečnost práce

Při ručním řezání závitů dbáme na to, aby byl materiál správně upnut do svěráku. Vzniklé třísky odstraňujeme štětcem nebo smetáčkem. Při odstraňování zlomeného závitníku používáme ochranných brýlí. Při vrtání děr pro vnitřní závity dodržujeme BP pro vrtání, viz předešlé téma. Při práci s mazadly dbáme na hygienu, při práci s lihem či petrolejem dodržujeme protipožární předpisy.

Rovnění

Rovnění je pracovní postup, při němž materiál získává opět původní rovný tvar. Rovnat je možné jen takové materiály, které mají schopnost měnit tvar působením vnějších sil. Jsou to většinou materiály, které získaly konečný tvar válcováním. Materiál, který chceme rovnat, musí být tvárný, ale zároveň i houževnatý.

Rovnat můžeme ručně nebo strojně. Je možno rovnat i ohřátím materiálu na různých místech s tím, že k narovnání dojde při chlazení ohřátých míst.

K rovnání se používají různá kladiva, palice (dřevěné, pryžové, olověné, měděné), kovadliny, rovnací desky, rovnací zápustky, rovnací lisy a různé podložky pro rovnání.

Postup rovnání

- Drát – rovnáme nejčastěji protahováním těsným průvlakem.
- Plechy a pásy – tenké kovové fólie můžeme vyrovnat na rovné desce protažením pod dřevěným špalíkem.
Napříč zakřivené plechové pásy lze vyrovnat na rovnací desce tak, že úderý kladiva vedeme na zkrácenou stranu pásu.
- Náročné je vyrovnávání vypoukliny na tabuli plechu. Tabuli nerovného plechu položíme na rovnací desku vypouklinou nahoru. Obrys vypoukliny označíme křídou. Kladivem začneme vyklepávat tak, že úderý kladiva směřují od vypoukliny do rovné plochy plechu. Vyklepáváme směrem od vypoukliny k okrajům plechu. Síla úderů se ve směru od vypoukliny zmenšuje. Nikdy se nesmí tlouci na vypoukliny, které by se tím jen zvětšily.
- Tyčový materiál – ohnutou kovovou tyč položíme na kovadlinu nebo jinou rovnou plochu ohnutou částí směrem nahoru. Na nejvyšší bod ohybu vedeme první úderý kladiva. Poté tlučeme kladivem střídavě dopředu i dozadu od místa prvního úderu. Prohnuté hřídele rovnáme tlakem lisu na ohnutou část hřídele.

Ohýbání

Ohýbáním měníme tvar materiálu. Při ohýbání je materiál v místě ohybu namáhán střídavě tahem a tlakem. Ohýbat můžeme jen takové materiály, které se při ohýbání nepoškodí.

Ohýbat můžeme za studena nebo za tepla. Za tepla ohýbáme zpravidla tyčové materiály většího průřezu. Při ohýbání za tepla materiál ohříváme až na kovací teplotu. Ohýbání za tepla používáme také tehdy, jestliže vyžadujeme, aby se místo ohybu nedeformovalo, nebo jinak nepoškodilo.

V místě ohybu se na vnější straně ohybu materiál natahuje a na vnitřní straně stlačuje. To znamená, že na vnitřní straně ohybu se ohýbaný materiál zkracuje a na vnější straně ohybu se prodlužuje. Délka ohýbaného materiálu zůstává nezměněná jen v jednom místě ohybu a to buď v poloviční vzdálenosti mezi vnějším a vnitřním ohybem, nebo blíže u vnitřního ohybu. Této délce, která se při ohýbání nemění, se říká neutrální délka. Při měření délky materiálu před jeho ohnutím se počítá vždy s touto neutrální délkou. Je-li poloměr ohybu větší než pětinašobek tloušťky ohýbaného materiálu, je neutrální délka změřitelná přesně v polovině mezi vnitřním a vnějším okrajem oblouku. Je-li poloměr ohybu menší než pětinašobek tloušťky ohýbaného materiálu, je neutrální délka změřitelná asi v jedné třetině tloušťky od vnitřního oblouku.

Nářadí, které se používá při ohýbání, je většinou shodné s náradím používaným při rovnání. Pro zrychlení práce se v kusové výrobě používá nejrůznějších jednoduchých přípravků, které se vkládají přímo do čelistí svěráku.

Technologie ohýbání

Plech, drát a pásový materiál ohýbáme nejčastěji ve svěráku, do jehož čelistí vložíme podle požadovaného ohybu nejrůznější vložky s ostrými nebo zaoblenými hranami. Ohýbání provádíme úderý kladiva nebo pryžové paličky na ohýbanou část.

Dráty malých průřezů můžeme tvarovat i v ruce pomocí špičatých kleští.

Pásový materiál, U a L profily můžeme ohýbat (zakružovat) rovněž tepáním. Úderý nosu kladiva vedeme na vnější stranu ohýbaného profilu, kde dochází k prodlužování materiálu.

Malé průměry potrubí asi do 12 mm ohýbáme za studena, trubky s větším průměrem ohýbáme za tepla. Jestliže požadujeme dokonalý ohyb bez viditelných deformací trubky, naplníme ohýbanou trubku před ohýbáním suchým pískem. Mosazné a hliníkové trubky se před ohýbáním plní roztavenou kalafunou, nebo smůlou, která se po ohnutí trubky opět vytaví. Měděné trubky se před ohýbáním žihají (zahřejí se a hned zchladí).

Trubky a ocelové profily lze ohýbat také pomocí jednoduché kladky, nebo pomocí hydraulických ohýbaček různých konstrukcí. Větší průměry potrubí ohýbáme za tepla.

Přesné a dlouhé ohyby na tabulích plechu provádíme na univerzálních strojních ohýbačkách.

Při ohýbání většího počtu stejných součástí nebo při potřebě velkých sil pro ohýbání používáme ohýbací stroje (ohraňovací lisy).

Kontrola – při ohýbání a rovnání se kontrola provádí různými šablonami, úhloměrem, úhelníkem a posuvným měřítkem.

Zmetky – při ohýbání mohou vzniknout zmetky

- Špatným výpočtem délky polotovaru.
- Praskáním plechu v místě ohybu, které bývá zaviněno ohýbáním plechu ve směru vláken.
- Ohýbání tvrdého plechu kladivem – vznikají trhliny.
- Zmenšením průřezu tyče v místě ohybu.
- Nepozorností a nedodržováním zásad pro ohýbání.

Bezpečnost práce

Kladiva, paličky a palice používané pro rovnání či ohýbání musí být správně nasazeny, opatřeny zajišťovacím klínkem. Násady nesmí být poškozeny. Při manipulaci s plechy používáme ochranných rukavic. Při ohýbání na strojních ohýbačkách je nutno dodržovat bezpečnostní předpisy pro tyto stroje.

Nýty a nýtové spoje

Nýty spojují nerozebíratelně dvě nebo více součástí. Pěchováním dřívku nýtu a tvarováním závěrné hlavy se vyrábí nerozebíratelný pevný spoj.

V současné době je toto spojení nahrazováno svařováním, pájením nebo lepením. Přesto se ale nýtování v některých případech dále používá (výroba lehkých konstrukcí, výroba letadel). Nýty se používají tam, kde v důsledku zahřátí (při svařování) může dojít ke změnám struktury. Speciální nýty pro speciální spoje jsou používány velmi často.

Normalizované nýty se vyrábějí z měkké oceli, mosazi, hliníku aj. kovů. Měkké materiály a tenké plechy spojujeme dutými nýty. Plné nýty, které se používají při spojování silnějších plechů, se většinou vyrábějí s půlkulovou hlavou. Potřebujeme-li lící plochu rovnou, použijeme nýtů se zápusťnou hlavou. Pevnost takto vytvořeného spoje je ale podstatně nižší než při použití nýtů s hlavou.

Konstrukce nýtového spoje může být různá. Nejpoužívanější nýtový spoj získáme přeplátováním. Pevnější spoje bývají provedeny pomocí jedné nebo dvou stykových desek.

Rozteč jednotlivých nýtů se má rovnat trojnásobku průměru nýtu. Průměr nýtu se zpravidla volí 1,5 krát až 2 krát větší než tloušťka spojovaných plechů.

Nýty do průměru 10 mm nýtujeme za studena. Ocelové nýty větších průměrů nýtujeme zpravidla za tepla.

Délku nýtu volíme zpravidla tak, aby pro vytvoření půlkruhové, kuželové a válcové hlavy vyčnívalo nad spojované součásti ještě 1,5 až 1,6 průměru nýtu. Pro zapuštěné hlavy to bývá délka rovná 0,8 až 1 průměru nýtu.

Nýtování může být:

- Pevné (konstrukce mostů, stožárů).
- Nepropustné (nýtování nádob).
- Pevné a nepropustné (tlakové nádoby, kotle).
- Spojovací (nýtování kloubových závěsů).

Postup nýtování

Součásti, které budeme nýtováním spojovat, musíme upravit tak, aby průchozí díry spojovaných součástí, do kterých budeme vkládat nýt, byly stejně velké a přesně nad sebou. Do díry vložíme nýt. Díry velkých průměrů se před vložením nýtu ohřívají, aby se ohřátím zvětšily a po zchladnutí nýt pevně do díry přilnul. Spojované součásti k sobě přitlačíme a přechováním vytvoříme závěrnou hlavu nýtu. Závěrná hlava vzniká rozpěchováním vyčnívající části dřívku nýtu.

Nýtování nýtů s půlkulatou hlavou – do vyvrtané díry (většinou asi o 0,1 mm větší, než je průměr nýtu) vložíme nýt a hlavu nýtu položíme na tzv. hlavičkář, zabráňující deformaci hlavy nýtu. Hlavičkář většinou upínáme mezi čelisti svěráku. Nýt přitlačíme až k ploše spojovaného materiálu a materiál k sobě přitlačíme přitlačákem (zatahovákem). Dřík který vyčnívá, rozpěchujeme kladivem (roznýtujeme) a závěrným hlavičkářem vytvoříme závěrnou hlavu nýtu. Potřebujeme-li spojení nepropustné, nýtový spoj ještě utěsníme přituzením tužlíkem.

Nýtování nýtů se zapuštěnou hlavou – postup je obdobný. Vytváří-li se u nýtů s půlkulovou hlavou zapuštěná závěrná hlava, napěchujeme ji do zahloubení kladivem. Máme-li vytvořit oboustranně zapuštěný nýtový spoj, použijeme buď nýtů se zápusťnou hlavou, nebo nýtový čep přiměřeného průřezu a délky. Hloubka zapuštění má být tak velká, aby průměrná hlava zápusťných nýtů zcela do zahloubení zapadla.

Duté nýty – jsou duté trubičky (dutinky) s jedním plochým okrajem. Po zavedení do díry pro nýt se druhý konec rozšíří pomocí vhodného nástroje.

Použití u plechů, v elektrotechnickém průmyslu, u jemné mechaniky, v přenosné technice, ke spojování nekovových materiálů s kovovými součástkami (zanýtování spojkového a brzdového obložení, bruslí na boty aj.).

Výbušné nýty – v dřívku nýtu je malá nálož výbušniny. Zahřátím (120 °C až 130°C) se nálož výbušniny odpálí a dutý nepřístupný konec nýtu se otevře.

Nýty s trnem – jsou duté nýty se zavedeným trnem, jehož konec je vytvarován kuželovitě nebo kulovitě. Je-li konec trnu protažen dírou v nýtu, roztáhne se dřík na uzavřené straně a při dalším tlaku se hlava trnu utrhne.

Rozpěrné nýty – jsou na konci proříznuty. Zaražením rýhovaného kolíku se konec dříku nýtu roztáhne.

Nýtovací matice – se nasazují se zašroubovaným šroubem do předvrtané díry. Dotažením šroubu se matice deformuje na nepřístupné straně, slouží k upevňování šroubů.

Materiály nýtů – jsou nízko uhlíkaté nelegované oceli s pevností ve stříhu 250 MPa až 360 MPa. Dále se používá měď, slitiny mědi a zinku, hliník a plastické hmoty. Aby nevznikla elektrotechnická koroze, má být nýt a obrobek ze stejného základního materiálu.

Zmetky při nýtování

- Vadný nýtový spoj vznikne tehdy, když volíme nýt s menším průměrem dříku, než je díra
- když je díra malá nebo není zahlobbená, nedá se nýt celkem zatáhnout a dosedací hlava nedosedne.
- Nesprávné zatáhnutí nýtu (při nedostatečném stáhnutí plechu se nedosáhne správný nýtový spoj).
- Nesprávná poloha hlavičkáře nebo jeho šikmé držení může tenký plech vytáhnout tak, že plochy na sebe nedosednou.
- Nesprávná délka dříku nýtu.

Demontáž a opravy nýtových spojů

Nýtový spoj je možno rozebrat jen odstraněním hlavy nýtu a vytržením nýtu z díry, která se při vyrážení nesmí poškodit. Tento způsob se používá u pevných konstrukcích, kde nehrozí deformace konstrukcí.

Hlavu nýtu je možno i odvrtat. Na půlkulaté hlavě se upraví plocha pro důlek, který musí být ve středu hlavy. Vrtákem s průměrem o 1 mm menším než je průměr nýtu, se vyvrtá díra do hloubky rovnající se výšce hlavy. Hlava se odsekne a zbytek nýtu vyrazíme průbojníkem. Zapuštěné nýty se vyvrtávají podobně.

Menší nýty na přístupných místech můžeme odstranit odstříhnutím hlavy nýtu speciálními nůžkami.

Malé nýty spojující tenké plechy odstraníme též obroušením hlavy nýtu. Při vyrážení nýtu podkládáme spoj ocelovou podložkou, na které je díra pro vyrážený nýt.

Bezpečnost práce

Používané nářadí musí být v bezvadném stavu, kladiva musí mít pevně nasazenou neporušenou a zaklínovanou násadu, hlavičkáře nesmějí mít otřepy. Při vrtání děr pro nýtování je nutno dodržovat bezpečnostní předpisy pro vrtání.

Šrouby a šroubová spojení

Šroubové spoje patří k rozebíratelným spojení. Šrouby a matice jsou většinou vyráběny beztržiskově tvářením a válcováním za tepla. U šroubů se závit obvykle válcuje, u matic se zpravidla řeže závitníkem nebo vytlačuje.

Šrouby – většina tvarů šroubů je dána normou. Při pojmenování šroubů rozlišujeme:

- **Podle tvaru hlavy**
 - a) šrouby se šestihrannou
 - b) čtyřhrannou
 - c) s válcovou hlavou
 - d) zápustné
 - e) se zápustnou čočkovou hlavou
 - f) křídlové
 - g) otočné s okem
 - h) s rýhovanou hlavou
- **Podle použití**
 - a) šrouby závrtné
 - b) do plechu
 - c) samo řezné
 - d) šrouby do zdiva
 - e) s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem

Šrouby se šestihrannou hlavou bez matice – se používají ke spojování součástí, kde jedna součást má závit (průchozí nebo neprůchozí závit) a druhá součást má průchozí díru. Spojení nemá být často rozebíráno.

Šrouby se šestihrannou hlavou s maticí – ke spojování dílů bez závitu. Součásti mají průchozí díry a jsou spojeny pomocí šroubu a matice. Při volbě velikosti šroubu je třeba respektovat různá normovaná provedení, jakosti a pevnostní třídy šroubů a matic.

Šrouby s vnitřním šestihranem v hlavě – jsou používány převážně tam, kde má být zabráněno vystupování šestihranné hlavy s povrchu plochy nebo u šroubových spojů, které nemohou být utaženy stranovým klíčem. Oproti šroubům se zářezem je možno šrouby s vnitřním šestihranem dotáhnout větší silou.

Závrtné šrouby – se používají místo šroubů se šestihrannou hlavou tehdy, pokud je šroubové spojení nutné často rozpojovat. Závrtný konec (s kuželovým výběhem závitu) je do součásti pevně zašroubován. Tím se šetří závit v součásti.

Šrouby s podélným zářezem – šroubovák má přesně odpovídat šířce a délce zářezu.

Stavěcí šrouby – slouží především k přidržování a zajišťování strojních součástí. Nemají ze strojních součástí vyčnívat.

Šrouby do plechu (samo řezné) – jsou používány pro spojení plechů a plechové matice (speednus).

Šrouby se čtyřhrannou hlavou – mají malou hlavu a je možné je velmi silně utáhnout, aniž by klíč sklouzl po hranách (použití držák nástrojů, nožová hlava).

Šrouby do zdiva – slouží k upevňování strojů a konstrukčních prvků na základy (kotevní).

Křídlové šrouby – umožňují rychlé rozebrání a utažení součástí, které mají být spojeny bez nástrojů.

Šrouby s rýhovanou hlavou – slouží jako připojovací a uzavírací šrouby u elektrických přístrojů, jako zajišťovací a stavěcí šrouby pro zkoušecí a měřicí přístroje aj. Rýhovaná hlava umožňuje šroubování rukou.

Matice

– musí se dobře utahovat, povolovat a zajišťovat.

Provedení dle příslušného účelu použití: a) šestihranné

b) čtyřhranné

c) korunové

d) uzavřené

e) křídlové

f) rýhované kruhové

Zajišťování šroubů a matic

Jsou-li šroubová spojení vystavena otřesům, mohou se sama uvolnit. Zajištění je nutné a bezpečnostními předpisy vyžadováno tam, kde na bezpečnosti takových spojení závisí lidské životy (motorová vozidla, výtahy, lanovky).

Druhy zajištění

Před montáží je nutné uvážit, které součásti mají být spojeny a jaké zajištění bude použito.

U šroubových spojení se vyskytují čtyři druhy zajištění.

1. Je-li závit ve strojní součásti, je možné zajistit pouze hlavu šroubu proti otočení.
2. Jistíme-li u závrtného šroubu matici proti svorníku, mohou se šroub a matice ještě uvolnit. Jestliže však jistíme matici proti součásti, je zajištění účinné. Má-li závrtný šroub na závrtném a na maticovém konci různá stoupání a zajistíme-li matici k součásti, je zajištění dokonalé.
3. U šroubů s maticí se jistí šroub proti matici. Šroub se sice může společně s maticí otáčet, ale nemůže se povolit. Jestliže jistíme matici pouze proti strojní součásti, může se šroub uvolnit.
4. Oproti případu 3 mohou být proti strojním částem jištěny i hlava šroubu a matice. Zajištění pouze hlavy je nejisté jako u případu 3, matice se může uvolnit.

Boky závitů šroubů a matic působí v důsledku předpětí jednostranně. Při klidném zatížení stačí tření mezi boky závitů k zamezení uvolnění matice. Pokud je ovšem šroubové spojení vystaveno proměnlivému zatížení, otřesům apod., je předpětí a tím i tření značně sníženo, takže se matice šroubu může uvolňovat. Proti uvolnění se používá pojištění šroubů.

Silové pojištění šroubů – pružné, ozubené a vějířové podložky, pojistné matice.

Utažením závitů šroubu a matice se tření závitů podstatně zvětší.

Tvarové pojistky šroubů – pojistné podložky z plechu, závlačky, zajištění drátem, lepené spojení.

Zajištění pomocí prostředků citlivých na tlak – lepidla nebo vložky z plastické hmoty. Lepidlo se nanese na závit a spojí části po sešroubování. K uvolnění dojde většinou až při použití tepelného zdroje.

Nářadí k utahování šroubů a matic – šroubováky, oboustranné stranové klíče, uzavřené klíče, nástrčné klíče, vložky do nástrčných klíčů s prodloužením, rohatka se západkou, klíče na šrouby s vnitřním šestihranem, hákové klíče, momentové klíče.

Chyby při utahování

- Přílišné utahování šroubů různými nástavci může zapříčinit přetržení šroubu
- zadření závitu při znečištění.
- Poškození hlavy šroubů a nebezpečí úrazu proklouznutím klíče, jestliže je otvor klíče příliš velký.
- Poškození drážky šroubu při volbě špatného šroubováku.

Bezpečnost práce

Maticové klíče nesmí být opotřebované (velká vůle – max. 0,3 mm) a nesmí se při montáži na ně tlouci kladivem. Šroubováky nesmí mít poškozenou rukojeť, pracovní konec šroubováku nesmí být klínový. Univerzální klíče musí mít neopotřebované čelisti. Univerzální klíče na kruhové matice musí být v bezvadném stavu, poškozené čepy nebo kolíky mohou zapříčinit sklouznutí klíče a poranění pracovníka. K montáži a demontáži používat nářadí jenom v takovém stavu, jak bylo vyrobeno, nastavování pák může způsobit úraz.

Kolíky a kolíková spojení

Kolíkové spoje plní dva úkoly

1. **Spojení konstrukčních součástí** s hřídelí, jako jsou ruční kola, páky, malá ozubená kola, kliky aj.
2. **Zajištění plochy, vystředění konstrukčních součástí** jako ložiskových krytů, lišt, zářezek, částí řezných nástrojů aj., aby byly tyto součásti zajištěny proti posunutí a dostaly se po každém vyjmutí opět do původní polohy. Kolíky jsou namáhány na stříh.

Válcové kolíky – liší se tvarem zakončení kolíků (kužel, zaoblení, sražení hrany), tolerováním rozměrů (m6, h8, h11) kvalitou povrchu a materiálem (nástrojová nebo konstrukční ocel).

- **Tvrzené tepelně zpracované montážní (lícované) kolíky** – jsou např. z nástrojové oceli a mohou proto snášet velké střížné síly. Mají kuželové sražení konce 30 °. Použití v nástrojařské praxi na přípravky, ocelové formy, střížné nástroje.
- **Normální montážní (lícované) kolíky** – z oceli 11 500, 11 600 používají se ve strojírenství rovněž jako střížné kolíky.
- **Spojovací kolíky** – jsou z oceli 11 500, slouží vedlejším účelům, např. jako čepy u pohyblivých spojek.

Spojení válcovým kolíkem – díry pro kolíky je nutné vyvrtat o 0,1 až 0,3 mm menší a vystružit je na H7 (uložení s přesahem) nebo H9 (hybné uložení s vůlí).

Uspořádání kolíků – kolíky k zajištění konstrukčních součástí mají být od sebe umístěny v co největší vzdálenosti, aby střížné síly na kolících zůstaly malé.

Kuželové kolíky – mají kuželovitost 1:50. Malý průměr kolíku je zároveň jmenovitým průměrem, neboť podle něj je nutné vyvrtat díru. Mohou být často uvolňovány, aniž by se změnila pevnost spojení, jsou samosvorné. Závity na koncích slouží buď k zajištění při silných otřesech nebo k demontáži z neprůchozích děr.

Rýhované kolíky – do jejich válcových ploch jsou vyválnčovány vždy tři zářezy, které vytvoří zesílení kolíku. Tvary a délky zářezů určují druhy kolíků. Díry pro rýhované kolíky nemusí být vystruženy.

Pružné kolíky (pružná pouzdra) – jsou válcované z pružinové oceli. Při zaražení kolíku do nevystružené díry přilne kolík díky pružnosti ke stěně díry. Toto spojení lze často rozebírat.

Klíny a klínové spoje

Klíny mají šikmou činnou plochu (nakloněnou rovinu 1:100). Zarážáním klínů silou F jsou hřídele, kola a čepy spojeny a jsou schopny přenášet axiální i radiální síly.

Druhy klínů

- **Drážkový klín** – je zasazený v drážce náboje a hřídele a může, pokud je i bočně namáhán, přenášet velké kroutící momenty.
- **Ploský klín** – může přenášet sílu bokem pouze podmíněně a tím také přenášet pouze menší kroutící momenty. Hřídel je pouze zploštěná, drážka je v náboji.
- **Třecí klín** – slouží k upevňování malých kol, která se dočasně nasazují na smontovanou hřídel. Jelikož nepůsobí bokem, může přenášet rovněž jen malé kroutící momenty. Drážka je v náboji, hřídel je válcovitá.
- **Tangenciální klínový spoj** – se používá tehdy, když je nutné přenášet velké kroutící momenty při proměnlivém směru otáčení. Zde je kroutící moment přenášen výhradně boky klínu.
- **Válcový kolík** – používá se pro malé kroutící momenty na koncích hřídelí k zajištění ručních klik a kol.

Způsoby montáže klínů

- **Spojovací klíny** – bez nosu jsou používány pouze tehdy, když je na obou stranách sestavy dostatek místa k zarážení a vyrážení klínu. Drážka v hřídeli musí mít více než dvojnásobnou délku než klín. Axiální poloha náboje může být přesně zajištěna.
- **Klíny s nosem** – musí být vždy používány všude tam, kdy klín nelze vyrazit ze zadní strany sestavy. Vytahovákem klínů lze klín lehce uvolnit. Polohu náboje lze přesně zajistit.
- **Drážkový klín (vsazený)** – má zaoblená čela a vsazuje se do přesné drážky hřídele. Polohu náboje nelze přesně určit, proto je tento druh klínu málo používán.

- **Příčné klíny** – pomocí příčných klínů jsou zajišťovány pevné spoje mezi osazenými konci tyčí (hřídeli). Díry pro klín se vyvrtají a dokončí obrážením a pilováním.

Klíny se vyrábějí z oceli s pevností 500 nebo 600 MPa a z oceli k zušlechťování. Výška klínu se měří u klínu bez nosu a drážkových (vsazených) klínů na silnějším konci, u klínů s nosem u nosu klínu. Klíny musí být při montáži přesně zalícovány a je nutné je při montáži namazat.

Pera a pevné spoje

Spoje s pery mezi hřídelí a nábojem přenášejí kroutící momenty pouze bokem. Nevznikají žádná silová napětí mezi nábojem a hřídelí, proto jsou nevhodné pro přenášení proměnlivých kroutících momentů.

Druhy spojů s podélnými pery

- **Pevné neposuvné spoje s těsnými pery** – náboj je pevný (doražen k osazení). Těsná pera jsou ze všech stran rovnoměrná, se zaobleným čelem nebo s rovným čelem a jsou zalícována do drážky hřídele. Mezi základnou drážky náboje a zalícovaným perem může být vůle až 0,2 mm. Pero je do drážky náboje nalisováno. Pera se vyrábějí z klínové oceli 11 600 s pevností 500 nebo 600 MPa a oceli ke zušlechtění 12 040, 12 050, 14 240.
- **Podélně posuvná spojení s výměnnými pery** – náboj je posuvný. Jsou to pera s většími délkami, aby bylo možné podélně posouvat nábojem po hřídeli jako u posuvných ozubených kol, částí spojek aj. Šrouby slouží k upevnění pera (odstředivá síla při velkých otáčkách), mají vyjímací úkosy k demontáži pera. Mezi drážkou náboje a výměnným perem volíme hybné uložení, aby nábojem šlo snadno posouvat.
- **Pevná spojení pomocí úsečových per (Woodruffova pera)** – tento druh per se sám nastavuje na šikmé drážce náboje a lze jej snadno vyrobit.

Kloubová svěrka č.v. 0482006/00 – pracovní postup

- Prostudování výkresové dokumentace, rozpisky materiálu.
- Příprava materiálu na jednotlivé detaily.
- Výroba jednotlivých součástek – ruční pracoviště, soustruh.
- Montáž podsestavy svěrky – šroub.
- Sestavení svěrky.

Výroba detailů dle výkresové dokumentace

Rameno č.v. 0482006/01, pozice č. 1 – 2 kusy

1. Na připravený plech o síle 3 mm, rozměrech 100x188 orýsujeme dle připravené šablony tvar ramene svěrky a označíme důlčíkem středy děr. Pokud nemáme šablonu, musíme tvar narýsovat na plech dle výkresu, což je složitější.
2. Tvar ramene ořízneme ruční pilkou s přídavkem na opracování.
3. Před značené otvory vyvrtáme vrtákem průměr 3,2 mm a srazíme ostří po vrtání.
4. Přiložíme k sobě obě nahrubo opracovaná ramena a sešroubujeme je. Použijeme čtyři šrouby M3 x 12 mm a matice M3.
5. Takto spojená ramena opracováváme společně hrubými a jemnými pilníky, neustále sledujeme orýsaný tvar a snažíme se o co nejlepší napojení pilovaných ploch. Nakonec tvar opracujeme načisto (obtáhneme jemným pilníkem).
6. Po rozebrání ramen srazíme ostří a dle výkresu zvětšíme předvrtané otvory (4 x na průměr 4 mm, 1 x na průměr 6 mm a 1 x na průměr 8 mm. Srazíme ostří po vrtání.
7. Provedeme kontrolu rozměrů, tvaru a odjehlení.

Rameno č.v. 0482006/02, pozice č. 2 – 2 kusy

1. Na připravený plech o síle 3 mm, rozměrech 100x125 orýsujeme dle připravené šablony tvar ramene svěrky a označíme důlčíkem středy děr. Pokud nemáme šablonu, musíme tvar narýsovat na plech dle výkresu, což je složitější.
2. Tvar ramene ořízneme ruční pilkou s přídavkem na opracování.
3. Před značené otvory vyvrtáme vrtákem průměr 3,2 mm a srazíme ostří po vrtání.
4. Přiložíme k sobě obě nahrubo opracovaná ramena a sešroubujeme je. Použijeme tři šrouby M3x12 mm a matice M3.
5. Takto spojená ramena opracováváme společně hrubými a jemnými pilníky, neustále sledujeme orýsaný tvar a snažíme se o co nejlepší napojení pilovaných ploch. Nakonec tvar opracujeme načisto (obtáhneme jemným pilníkem).
6. Po rozebrání ramen srazíme ostří a dle výkresu zvětšíme předvrtané otvory 3 x na průměr 4 mm, 1 x na průměr 6 mm a 1 x na průměr 8 mm. Srazíme ostří po vrtání.
7. Provedeme kontrolu rozměrů, tvaru a odjehlení.
8. Orýsujeme pro vyhnutí (58 mm, 20 mm) a provedeme vyhnutí horní části ramene dle výkresu (3 mm).

Čelist č.v. 0482006/03, pozice č. 8 – 2 kusy

1. Čtyřhran 25 x 23 oboustranně zarovnáme na rozměr 20,5 mm.
2. Středícím vrtákem navrtáme střed otvoru průměru 8H8, vrtákem 7,8 mm vyvrtáme průchozí otvor a vystružíme strojním výstružníkem 8H8, srazíme ostří.
3. Narýsujeme drážky v osách čtyřhranu dle výkresu a drážky o šířce 5 mm a úhlu 90° zhotovíme trojhranným pilníkem.
4. Narýsujeme sražení hran 3x45° a dle výkresu sražení zpilujeme.
5. Provedeme kontrolu rozměrů a úhlů.

Čtyř hran č.v. 0482006/04, pozice č. 4

1. Čtyřhran 16 x 22 upneme do čtyřčelistového sklíčidla, oboustranně zarovnáme na délku 20,5 mm.
2. Nejprve z jedné a pak z druhé strany zhotovíme průměr 8 mm (s dolní tolerancí -0,1 mm) do délky 3 mm (s horní tolerancí +0,1 mm).
3. Srazíme ostří.
4. Dle výkresu narýsujeme střed otvoru průměr 7 mm, označíme střed důlčikem, vyvrtáme průchozí otvor průměr 7 mm, srazíme oboustranně hrany 0,5 x 45°.
5. Provedeme kontrolu rozměrů.

Šroub č.v. 0482006/05, pozice č. 5

1. Materiál průměr 16 mm, délky 150 mm upneme nakrátko do sklíčidla, zarovnáme čelo a navrtáme střed středícím vrtákem průměr 3 mm.
2. Materiál přepneme ve sklíčidlu, druhou stranu (navrtanou) opřeme do otočného hrotu, zhotovíme průměr 12 mm do délky 127,3 mm.
3. Zhotovíme průměr 7 mm (s dolní tolerancí -0,1 mm) do délky 22,3 mm.
4. Materiál přepneme nakrátko, zhotovíme průměr 6 mm do délky 6 mm.
5. Vyvrtáme průměr 4 mm do hloubky 5 mm.
6. Na průměru 12 mm srazíme hranu 1 x 45°.
7. Vyřízneme závit M 12 do délky cca 25 mm.
8. Přepneme materiál a zarovnáme hlavu šroubu (celková délka 145 mm).
9. Srazíme hranu 1 x 45° na hlavě šroubu a ostří.
10. Dle výkresu narýsujeme v hlavě šroubu střed otvoru průměr 8,1 mm, označíme střed důlčikem a vyvrtáme, srazíme ostří po vrtání.
11. Dořízneme závit M 12 do délky 105 mm.
12. Provedeme kontrolu rozměrů.

Matice č.v. 0482006/06, pozice č. 3

1. Materiál průměr 20 délky 30 upneme do sklíčidla a oboustranně zarovnáme na délku 26,5 mm.
2. Nejprve z jedné a pak z druhé strany zhotovíme průměr 8 mm o délce 3 mm (horní tolerance +0,2 mm), srazíme hranu 0,3 x 45°.
3. Dle výkresu orýsujeme střed závitů M12, odůlkujeme, vyvrtáme průchozí otvor průměr 10,25 mm pro M12, srazíme hranu 1,5 x 45° pro závit.
4. Sadovými závitníky vyřízneme průchozí závit M12.
5. Provedeme kontrolu rozměrů.

Páka č.v. 0482006/07, pozice č. 6

1. Materiál průměr 8 x 105 upneme do sklíčidla, oboustranně zarovnáme na délku 100 mm.
2. Nejprve na jedné a pak na druhé straně zhotovíme průměr 4 mm do délky 6 mm, srazíme ostří.
3. Provedeme kontrolu rozměrů.

Kroužek č.v. 0482006/08, pozice č. 12

1. Materiál průměr 10 x 7 mm upneme do sklíčidla, zarovnáme čelo.
2. Navrtáme čelo středovým vrtákem a následně vyvrtáme průchozí otvor průměr 6 mm a zhotovíme sražení 1,5 x 45°.
3. Upíchneme a zarovnáme na sílu 5 mm, srazíme ostří.
4. Provedeme kontrolu rozměrů.

Kroužek č.v. 0482006/09, pozice č. 7

1. Materiál průměr 10 x 7 mm upneme do sklíčidla, zarovnáme čelo.
2. Navrtáme čelo středovým vrtákem a následně vyvrtáme průchozí otvor průměr 4,1 mm a zhotovíme sražení 1,5 x 45°.
3. Upíchneme a zarovnáme na sílu 5 mm, srazíme ostří.
4. Provedeme kontrolu rozměrů.

Čep č.v. 0482006/10, pozice č. 10 – 5 kusů

1. Materiál 8 x 34 mm upneme do sklíčidla a oboustranně zarovnáme na délku 29 mm.
2. Nejprve z jedné a pak z druhé strany zhotovíme průměr 4 mm do délky 4 mm, srazíme ostří.
3. Provedeme kontrolu rozměrů.

Čep č.v. 0482006/11, pozice č. 9 – 2 kusy

1. Materiál 8 x 26 mm upneme do sklíčidla a oboustranně zarovnáme na délku 23 mm.
2. Nejprve z jedné a pak z druhé strany zhotovíme průměr 4 mm do délky 4 mm, srazíme ostří.
3. Provedeme kontrolu rozměrů.

Čep č.v. 0482006/12, pozice č. 11

1. Materiál 8 x 30 mm upneme do sklíčidla a oboustranně zarovnáme na délku 27 mm.
2. Nejprve z jedné a pak z druhé strany zhotovíme průměr 6 mm do délky 6 mm, srazíme ostří.
3. Provedeme kontrolu rozměrů.

Montáž podsestavy svěrky – šroub

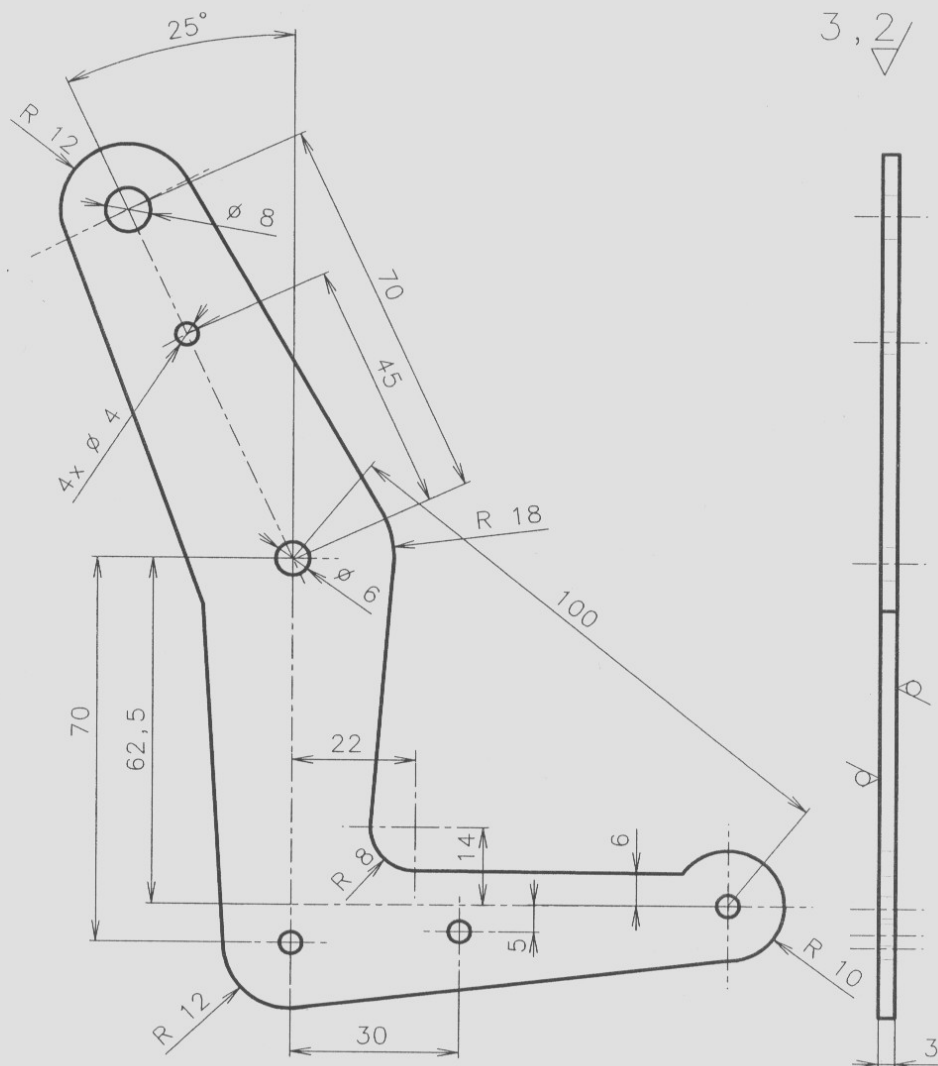
1. Dle rozpisky připravíme a zkontrolujeme vyrobené detailní součástky
 - Šroub pozice 5
 - Páka pozice 6
 - Kroužek pozice 7 – 2 kusy
 - Matice pozice 3
 - Čtyř hran pozice 4
 - Kroužek pozice 12

2. Do otvoru v hlavě šroubu pozice 5 vsuneme páku pozice 6.
3. Na konec páky nasuneme postupně jeden a pak druhý kroužek pozice 7 a konce páky roznýtujeme, aby kroužky na koncích o páky dobře držely.
4. Na šroub pozice 5 našroubujeme matici pozice 3.
5. Na konec šroubu nasuneme čtyř hran pozice 4 a kroužek pozice 12, který zajistíme roztažením otvoru v konci šroubu. Pozn. šroub se musí volně otáčet ve čtyřhranu.

Sestavení svěrky

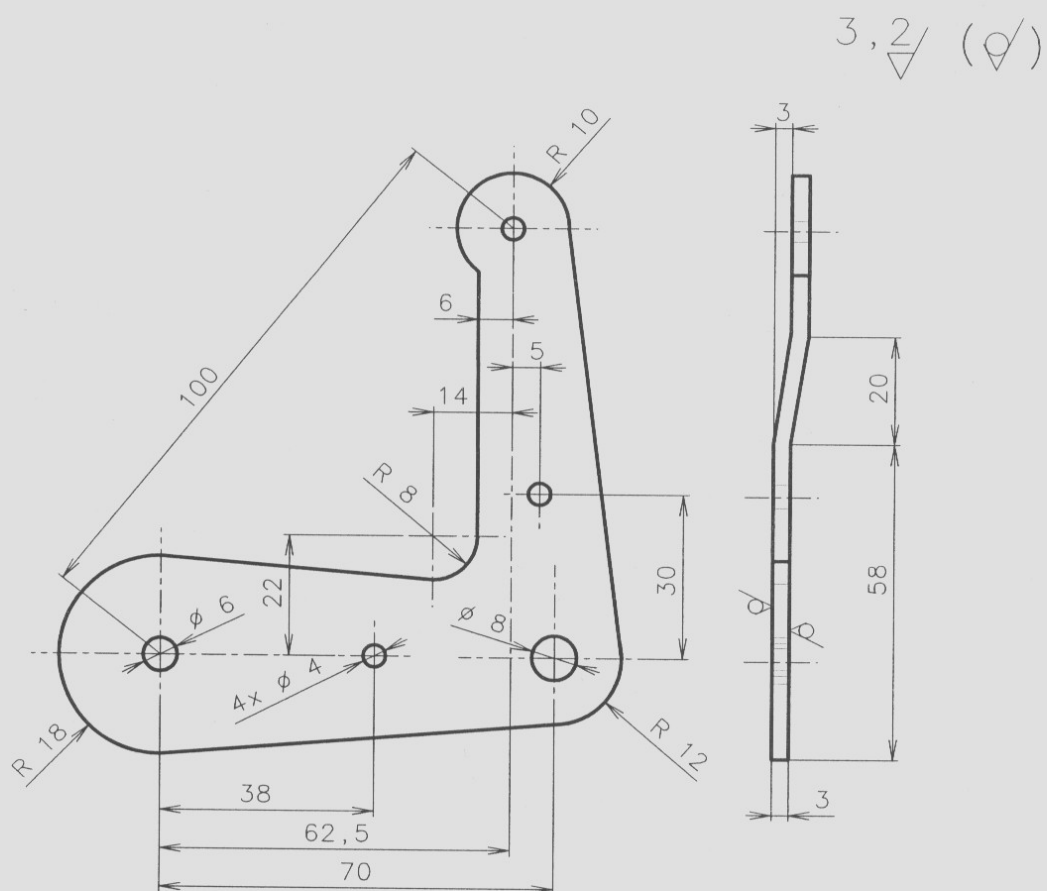
1. Na rovnou desku složíme ramena svěrky pozice 1 a pozice 2.
2. Do otvorů v ramenech nasuneme dle výkresu sestavy čepy pozice 10 (5 kusů), čepy pozice 9 (2 kusy) a čep pozice 11.
3. Na čepy nasuneme čelisti pozice 8 (2 kusy) a vložíme do ramen podsestavu šroubu.
4. Nyní nasuneme zbývající ramena svěrky do osazení čepů a opatrně oboustranně roznýtujeme čepy pozice 10 a pozice 9. Pozn. čep pozice 11 se nenýtuje, zde se ramena musí pohybovat.
5. Provedeme zkoušku funkčnosti, popřípadě potřebné úpravy, vše zkontrolujeme.





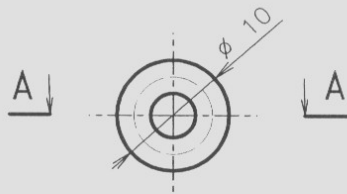
3,2/ (✓)

2	PL 3x100x188		11 500						1
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TŘÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:				CEL. VÁHA:		SES.:			
MĚRITKO	KRESLIL	TOMA	Č.SN.	ZMĚNA		DATUM		POOPIS	INDEX
1:1	PŘEZKOUSEL								
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.						
		DNE 25.04.2006							
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:					
NÁZEV				ČÍSLO					
RAMENO - 2				0482006/01					
				Lístů		Líst			

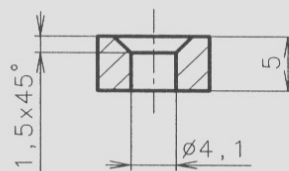


2	PL. 3x100x125		11 500						2
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TRÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:				CEL. VÁHA:		SES.:			
MĚŘÍTKO	KRESLIL	TOMA	Č.SN.	ZMĚNA		DATUM		PODPIS	INDEX
1:1	PŘEZKOŠEL								
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TR.						
		DNE	25.04.2006						
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:					
NÁZEV				ČÍSLO					
RAMENO 1				0482006/02					
				List					

3,2/

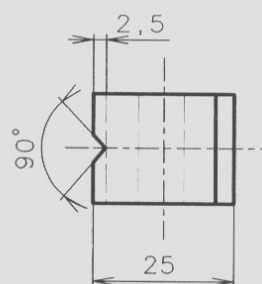
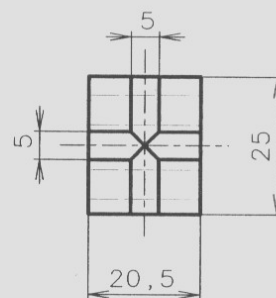
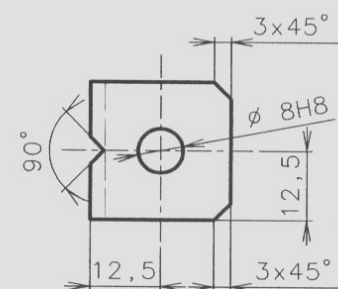


ŘEZ A - A



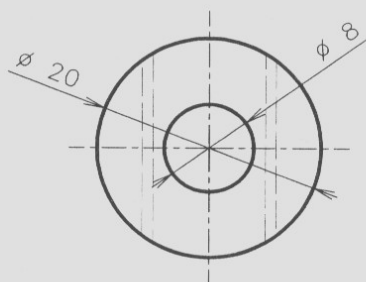
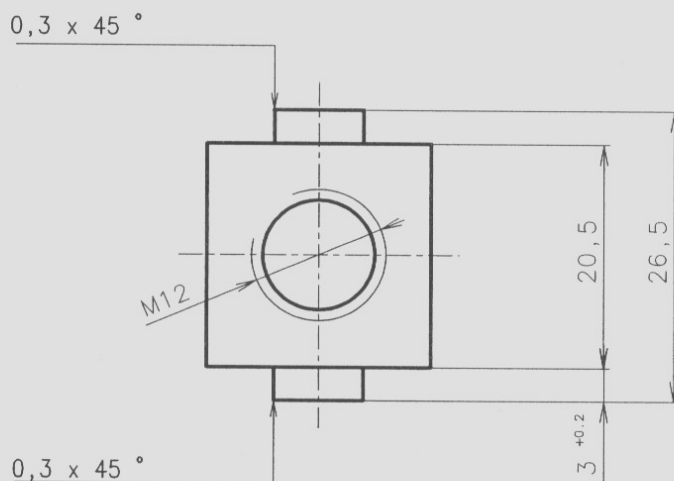
2	KR 10 - 7		11 523						7
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TŘÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:				CEL. VÁHA:	SES.:				
MĚŘITKO	KRESLIL	TOMA	Č.SN.	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	INDEX
2:1	PŘEZKOUŠEL								
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.						
		DNE 25.04.2006							
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:					
NÁZEV				ČÍSLO					
KROUŽEK				0482006/09					
				Lisť					

3,2/
▽



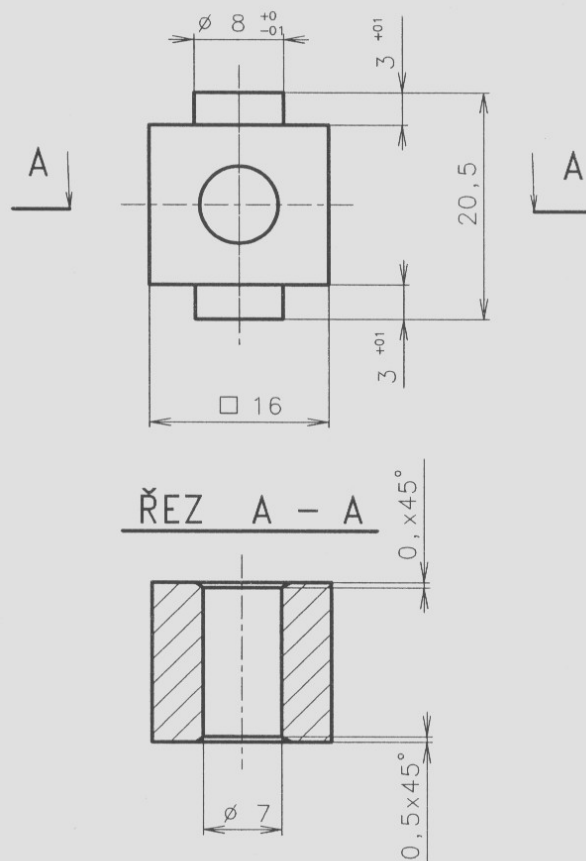
2	4HR 25x23		11 600						8
POČET KUSŮ	NÁZEV – ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TRÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:				CEL. VÁHA:		SES.:			
MĚŘÍTKO	KRESLIL TUMA		Č.SN.	ZMĚNA		DATUM	POPOPIS	INDEX	
1:1	PŘEZKOUŠEL								
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.						
		DNE 25.04.2006							
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:					
NÁZEV				ČÍSLO					
ČELIST				0482006/03					
				Listů		List			

3,2/



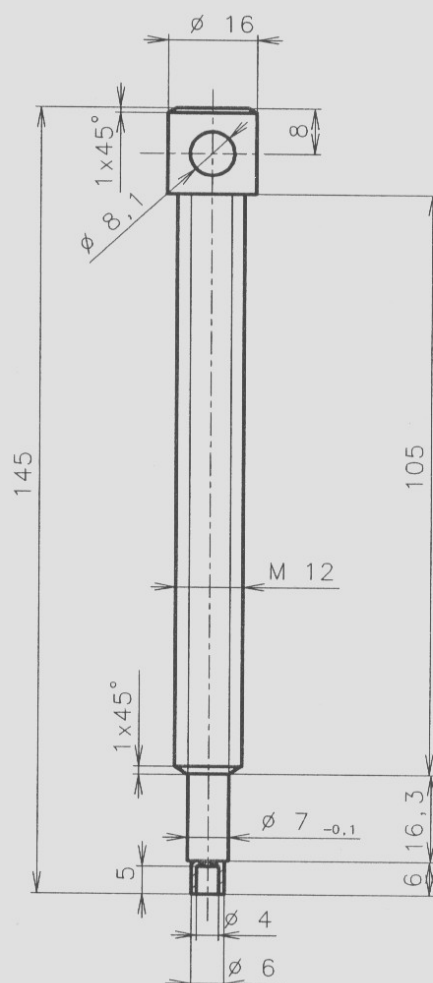
1	KR 20 -30		11 523						3
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TRÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:									
MĚRITKO	KRESLIL	TUMA	Č.SN.	CEL. VÁHA:	SES.:				
2:1	PŘEZKOUSEL			ZMĚNA		DATUM	PODPIS	INDEX	
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.						
		DNE	25.04.2006						
	TYP	SKUPINA	SOUBOR DET.:						
	NÁZEV	MATICE			ČÍSLO				
				0482006/06					
				Líst	Líst				

3,2/



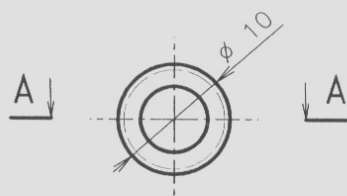
1	4HR 16 - 22		11 373						4
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TŘÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:				CEL. VÁHA:	SES.:				
MĚŘÍTKO	KRESLIL	TOMA	Č.SN.	ZMĚNA	DATUM		PODPIS	INDEX	
2:1	PŘEZKOUŠEL								
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.						
		ONE	25.04.2006						
	TYP	SKUPINA		SOUBOR DET.:					
	NÁZEV			ČÍSLO					
	ČTYŘHRAN			0482006/04					
				List	List				

3,2/

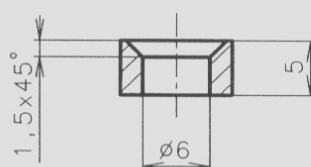


1	KR 16 - 150		11 523						5
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TRÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:									
MĚŘITKO	KRESLIL TUMA		Č.SN.	CEL. VÁHA:	SES.:				
1:1	PŘEZKOUŠEL			ZMĚNA		DATUM	PODPIS	INDEX	
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.						
		DNE 25.04.2006							
	TYP	SKUPINA		SOUBOR DET.:					
	NÁZEV			ČÍSLO					
	ŠROUB			0482006/05					
				Líst					

3,2/

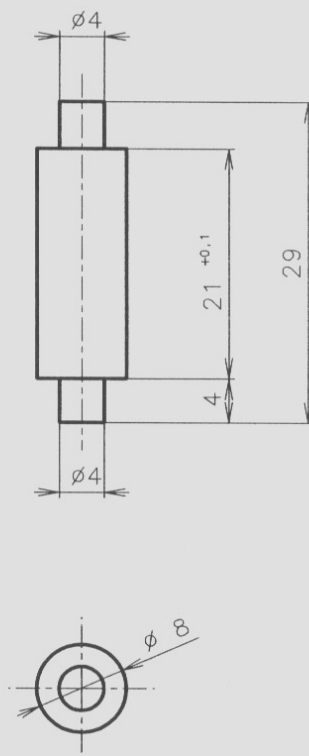


ŘEZ A - A



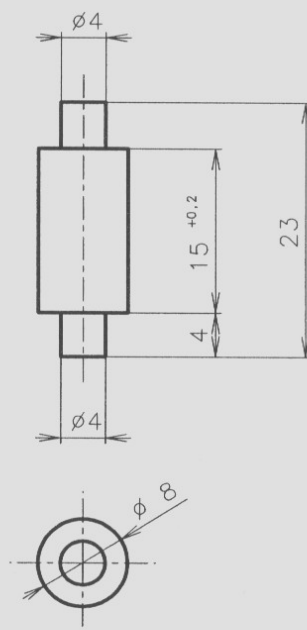
KR 10 - 7		11 523								12
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TŘÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE	
POZN:				CEL. VÁHA:		SES.:				
MÉRITKO 2:1	KRESLIL	TOMA		Č.SN.	ZMĚNA		DATUM	PODPIS	INDEX	
	PŘEZKOUSEL									
	NORM.REF.									
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.							
		DNE	25.04.2006							
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:						
NÁZEV				ČÍSLO						
KROUŽEK				0482006/08						
				Líst						

3,2/



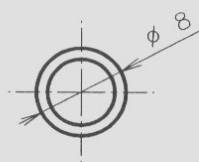
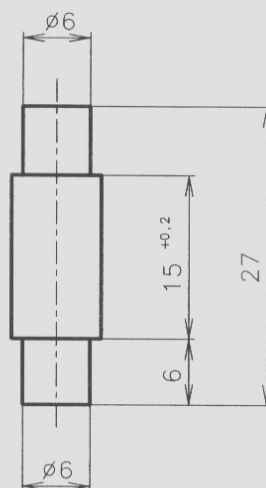
5	KR 8 - 34		11 523						10
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TŘÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:				CEL. VÁHA: SES.:					
MĚŘITKO	KRESLIL	TOMA	Č.SN.	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	INDEX
2:1	PŘEZKOUŠEL								
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TR.						
		DNE	25.04.2006						
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:					
NÁZEV				ČÍSLO					
ČEP				0482006/10					
				List					

3,2/
▽

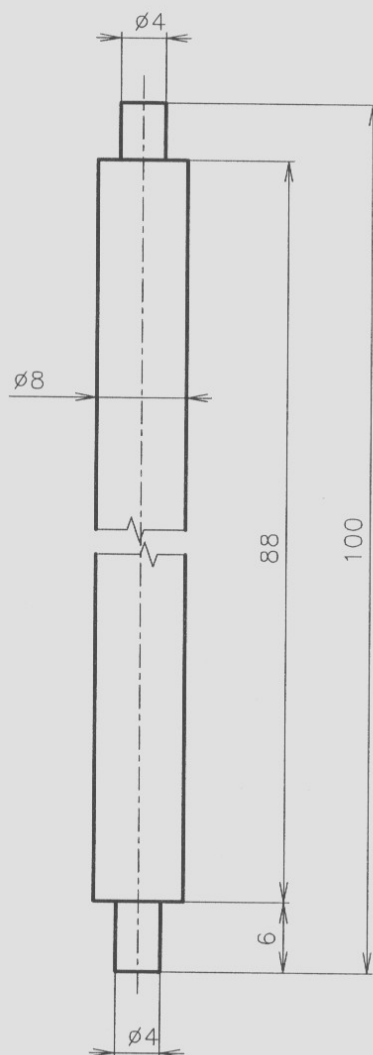


2	KR 8 - 26		11 523						9
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TŘÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE
POZN.:				CEL. VÁHA:	SES.:				
MĚŘÍTKO	KRESLIL	TOMA	Č.SN.	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	INDEX
2:1	PŘEZKOUSEL								
	NORM.REF.								
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.						
		DNE	25.04.2006						
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:					
NÁZEV				ČÍSLO					
ČEP				0482006/11					
				List 0					

3,2/

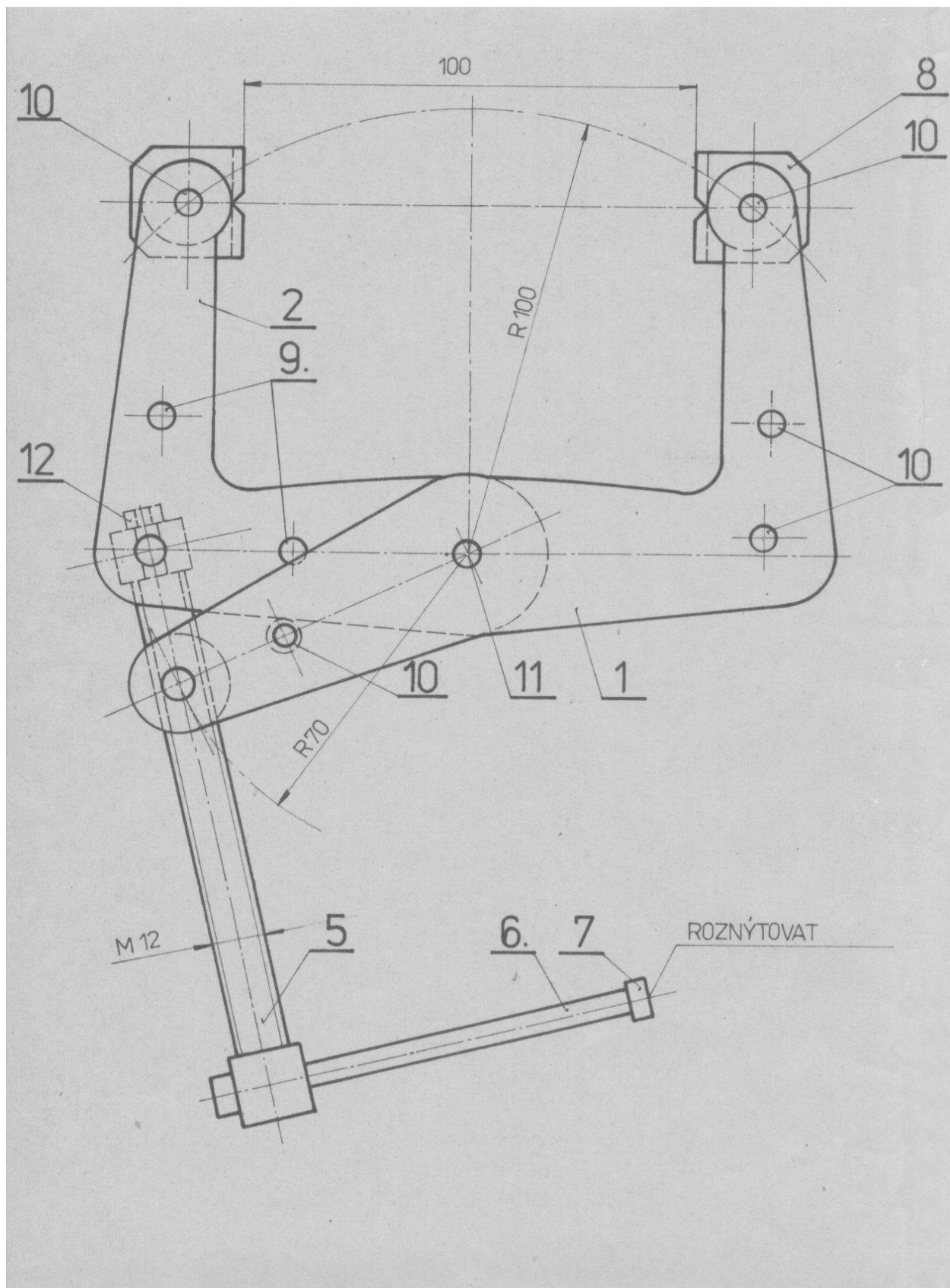


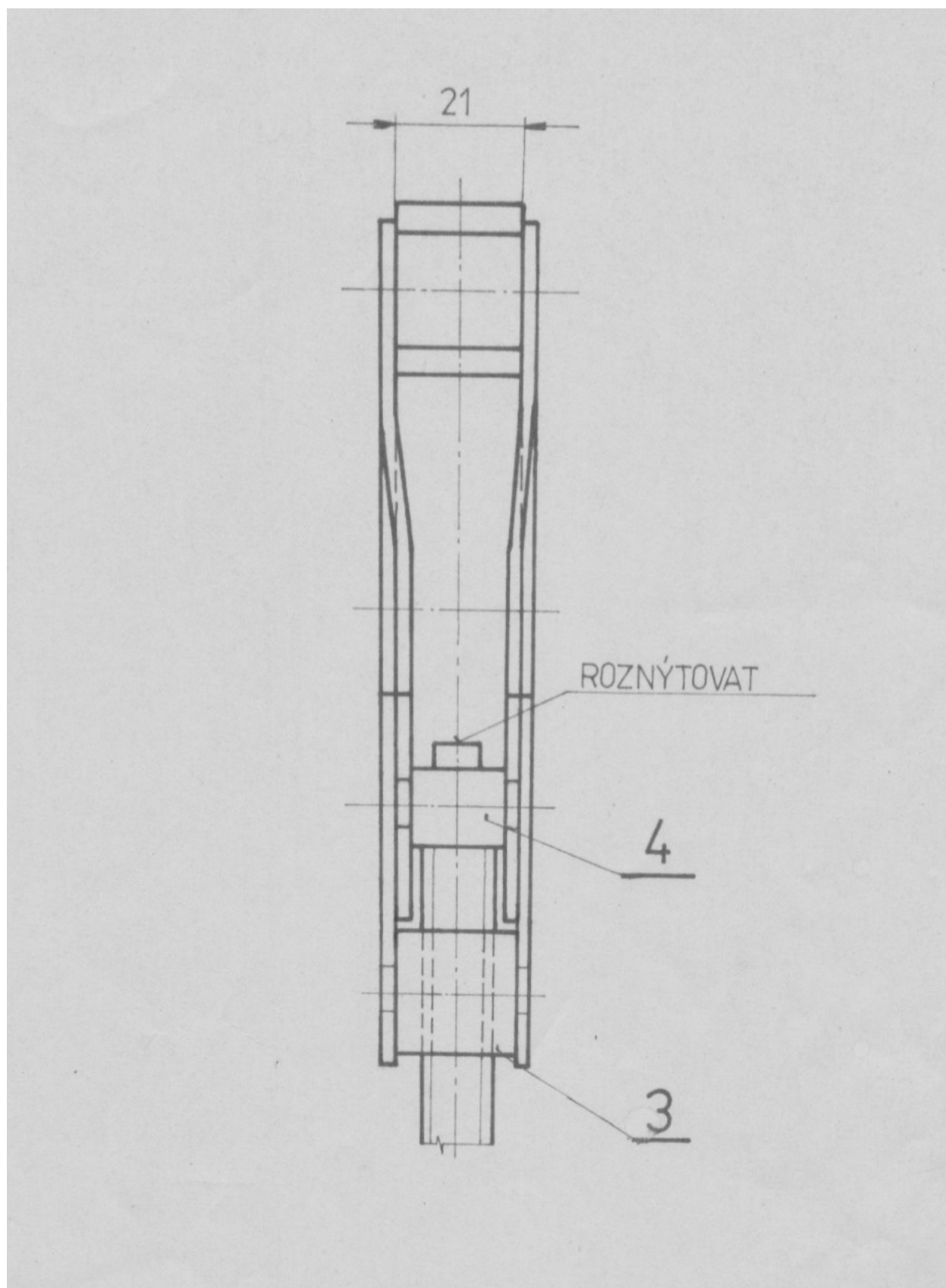
1	KR 8 - 30		11 523						11	
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TRÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE	
POZN.:				CEL. VÁHA:		SES.:				
MĚŘITKO 2:1	KRESLIL	TOMA		Č.SN.			ZMĚNA	DATUM	PODPIS	INDEX
	PŘEZKOUSEL									
	NORM.REF.									
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.							
		DNE	25.04.2006							
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:						
NÁZEV				ČÍSLO						
ČEP				0482006/12						
				List						



3,2

KR 8 - 105		11 523								6
POČET KUSŮ	NÁZEV - ROZMĚR	POLOTOVAR	MAT.KONEČNÝ	MAT.VÝCHOZÍ	TŘÍDA ODP.	Č.VÁHA	POVRCH	ČÍSLO SESTAVY	POZICE	
POZN.:				CEL. VÁHA:		SES.:				
MĚŘÍTKO	KRESLIL	TOMA	Č.SN.	ZMĚNA		DATUM		PODPIS	INDEX	
2:1	PŘEZKOUŠEL									
	NORM.REF.									
	VÝR.ROZJEDNAL	SCHVÁLIL	Č.TŘ.							
		DNE 25.04.2006								
TYP		SKUPINA		SOUBOR DET.:						
NÁZEV				ČÍSLO						
PÁKA				0482006/07						
				Listů		List				





Valivá ložiska

U kluzných ložisek klouže čep v ložisku – je tam tření kluzné. U ložisek valivých dochází k odvalování valivých tělísek. Je zde proto tření valivé, jeho velikost je podstatně menší než u tření kluzného. Je-li součinitel tření u kluzných ložisek 0,01 až 0,1, je u ložisek valivých 0,001 až 0,003.

Valivá ložiska se obvykle skládají z vnitřního a vnějšího kroužku, valivých tělísek a klece. Klec udržuje vzájemnou vzdálenost valivých tělísek, aby se vzájemně netřela. Ložisko tvoří celek, který při montáži nerozebíráme.

Valivá ložiska dělíme na radiální a axiální. Radiální odvozují svůj název od schopnosti zachycovat síly radiální, tj. kolmé k ose hřídele, axiální zachycují síly podélné – rovnoběžné s osou hřídele. Jsou však ložiska radiální, která velmi dobře zachycují síly axiální a naopak

Radiální valivá ložiska

Valivá tělíska dělíme podle tvaru:

- na kuličková
- na válečková
- na soudečková
- na jehlová
- na kuželíková

Radiální kuličková ložiska

Drážky v obou kroužcích jsou poměrně hluboké, proto mají tato ložiska značnou schopnost zachycovat i větší síly axiální. Je-li nutno zachycovat axiální tlak v ještě větší míře, volíme radiální kuličkové ložisko s kosoúhlým stykem. Jednořadové radiální kuličkové ložisko s kosoúhlým stykem může zachytit síly pouze v jednom směru.

Kuličková ložiska radiální dvouřadová bývají především naklápací. Tohoto ložiska použijeme tehdy, jestliže se při průhybu hřídele vychyluje čep z původního směru osy hřídele. Vnitřní kroužek pak sleduje výkyv čepu hřídele. Vychýlení osy vnitřního kroužku z původního směru je umožněno kulovým provedením vnitřní oběžné dráhy vnějšího kroužku ložiska. Dvouřadové kuličkové ložisko může být též provedeno jako ložisko s kosoúhlým stykem, kterým zachycujeme zvýšené axiální zatížení v obou směrech.

Válečková ložiska

Válečky jsou vedeny buď vnějším, nebo vnitřním kroužkem. U vedení vnějším kroužkem může být též užita příruba vnitřního kroužku. U válečkového ložiska vedeného jedním kroužkem je možný axiální posuv hřídele vlivem dilatace.

Jelikož vodící drážky obou kroužků jsou rovnoběžné, užíváme tato ložiska jen při zaručené souososti hřídele a ložiskového tělesa. Únosnost válečkových ložisek je proti únosnosti ložisek kuličkových značně větší, jelikož styková plocha valivých tělísek je proti ploše ložisek kuličkových značně větší (úsečka proti bodu).

Soudečková ložiska

Provedena jsou jako dvouřadá naklápěcí ložiska. Valivá tělíska mají soudkovitý tvar, aby se mohla pohybovat po kulovité oběžné dráze vnějšího kroužku. Soudečky jsou zapuštěny v oběžné dráze vnějšího kroužku. Ložisko nalisované na čepu sleduje výkyv hřídele.

Jehlová ložiska

Používá se jich tam, kde jsme konstrukcí omezeni v radiálním směru. Proto můžeme vnitřní kroužek vyřadit a uložit jehly (válečky o malém průměru) přímo na čep.

Kuželíková ložiska

Vzhledem k provedení kroužků a valivých tělísek lze vnější kroužek ložiska sejmout. Tato ložiska mají schopnost zachycovat jak radiální, tak i axiální síly. Čím strmější bude osa kuželíku, tím větší bude únosnost ložisek v axiálním směru. Jelikož jedno ložisko zachycuje axiální tlak pouze v jednom směru, montují se vždy dvě ložiska proti sobě, nebo se použije dvouřadové kuželíkové ložisko.

Axiální valivá ložiska

Jsou buď kuličková, nebo válečková. Používají se podstatně méně než ložiska radiální.

U kuličkových axiálních ložisek je to provedení jednosměrné nebo obousměrné. Tato ložiska nemohou zachycovat síly radiální. Válečková axiální ložiska mají valivá tělíska ve tvaru mírně vypouklých válečků. Poloměry zakřivení válečků a oběžných drah v kroužcích jsou různé. Tím vzniká mezera, v níž se drží olej. Tato ložiska zachycují i síly radiální.

Demontáž valivých ložisek

Chceme-li demontované ložisko znovu použít, musí být jeho demontáž provedena tak, aby se nedeformovalo. Při nesprávné demontáži ložiska může nastat deformace klece, vylomení vodicích drah, prasknutí kroužků, poškození valivých tělísek apod. Proto dodržujeme při demontáži toto doporučení:

1. Demontážní síla má vždy směřovat proti nalisovanému kroužku. Působení síly proti volnému kroužku má za následek deformaci klece, pokroucení volného kroužku, poškození valivých tělísek, vodicích drah atd.
2. Demontážní síla nesmí působit na jeden bod kroužku (např. přímý úder kladivem!). Je třeba zajistit, aby demontážní síla byla rovnoměrně rozložena na celé čelní ploše kroužku. Splnění tohoto požadavku dosáhneme různými způsoby. Závisí to na uložení ložiska, přístupnosti, vybavení demontážního pracoviště, četnosti prováděných demontáží atd.

K demontáži použijeme:

- vysunutí ložiska uloženého na čepu tlakem lisu
 - stahováky
 - trubky z měkkých materiálů (barevné kovy), které nasadíme na kroužek, a úhozy na čelo trubky ve směru osy čepu ložisko stahujeme
 - u velkých ložisek používáme spárový kroužek s šikmou čelní hranou. Do klínovité štěrby vrážíme klínovou vidlici
 - lze se pokusit i o zmenšení přesahu vhodným zahřátím buď ložiska, nebo součástí.
3. Chráníme před poškozením montážní plochy ložiska, klec a oběžné dráhy kroužků.
 4. Dbáme, aby ani okolní součásti nebyly při demontáži ložiska poškozeny.

Prohlídka demontovaných ložisek

Po demontáži následuje prohlídka ložisek, při níž se rozhodne, zda se ložisko vyřadí, nebo znovu použije. Stav ložiska hodnotíme po přeměření jeho rozměrů, zjištění deformací, viditelných poškození a hlučnosti chodu.

Zjištění deformací a přeměření ložiska

Pokroucení kroužků ložiska snadno zjistíme položením ložiska na vodorovnou desku. Na ní pak dál proměřujeme ložisko. Jako další pomůcky k proměření ložiska stačí úhelník a úchylkoměr. Proměřujeme radiální a axiální vůli ložiska tvar oběžných drah a házivost. Kroužek nebo ložisko přitiskneme na pravítko, nebo na dva pevné body a pomalu otáčíme. Přiložíme úchylkoměr a sledujeme na něm výchylky. Dále provedeme kontrolu lehkosti a hlučnosti chodu ložiska. Další zkouška probíhá tak, že vnější kroužek zabrzdíme ocelovým pásem a vnitřní kroužek roztočíme rukou. Kroužek se musí lehce otáčet (nesmí drhnout) a setrvačností se musí po přerušení impulsu několikrát otočit. Samo zastavování musí být pomalé – jeví se jako zpomalování rotace. Není-li ložisko v pořádku, vydává při zastavování ostrý zvuk a ubrzdění doběhu je rychlé.

U některých přístrojů vyžadujeme bezhlučný chod ložiska. Tam měříme přípustnou hlučnost např. pomocí oscilografu v uzavřené komůrce.

Montáž a údržba ložisek

Hlavním předpokladem dobré údržby ložisek je jeho správná montáž.

Nesprávně montované ložisko bude mít velmi malou životnost. Uvádíme proto hlavní zásady správné montáže ložisek:

1. Před manipulací s ložiskem si omyjeme ruce, připravíme si nástroje a očistíme je.
2. Připravíme si odkládací místo pro ložiska a vyložíme je čistým papírem.
3. Ložiska se nedotýkáme rukama – pot na rukou způsobuje korozi ložiska. Ložisko máme proto zavěšeno na kovovém háčku.
4. Ložisko nerozbaluje dřív než je vše připraveno k montáži.
5. Před montáží ložisko promyjeme benzínem a namažeme předepsaným mazivem. U speciálních ložisek musíme přesně dodržet předepsaný druh oleje.
6. Ložisko ohřejeme ponořením do olejové lázně.
Montujeme tak, abychom zabránili deformaci ložiska a nepoškodili dosedací ani montážní plochy. Tlak vyvíjíme zásadně na celou plochu kroužku.
7. Používané nářadí je obdobné jako při demontáži.
8. Zásady uvedené v kapitole „Demontáž ložiska“ platí i při montáži.
9. Předepsaného nalisování ložiska se snažíme dosáhnout použitím co nejmenší síly. Proto je vhodné použít metody nalisování za tepla. Nalisováním válečkového ložiska zmenšuje se radiální vůle o 50 až 80 % přesahu. Proto se doporučuje při nalisování na čep zahřát ložisko v lázni minerálního oleje na 80 až 100^oC. Po nalisování vnějšího kroužku ložiska do díry se doporučuje zchlazení ložiska na -30^oC.

Mazivo chrání ložisko před účinky vlhkosti a snižuje koeficient tření. Již skladování ložisek je neobyčejně důležité. Ze skladu vydáváme ložiska nejdéle skladovaná. Ochranné konzervační olejové mazání vydrží necelý rok. Skladujeme-li ložiska déle, musíme je přemazávat. K mazání běžných ložisek užíváme kvalitní ložiskové oleje s viskozitou asi 2^oE při provozní teplotě. U ložisek speciálních musíme bezvýhradně dodržet požadavky výrobce na druh použitého oleje. Je ještě vhodné poznamenat, že nadbytek maziva zvyšuje zahřívání ložiska a že naopak při

nedostatečném mazání může dojít k zadření klece a valivých tělísek. Při použití olejové lázně má být nejnižše položené valivé tělísko zmáčeno až ke své ose.

Oprava valivých ložisek

Při opravě ložisek zachováváme s výhodou tento postup:

1. Montážní plochy upravit v rozměrech odpovídajících zamontování opraveného ložiska (je tedy nutno správně stanovit toleranci vnějšího i vnitřního kroužku).
2. Při vybrušování vodicích drah odstranit unavený materiál.
3. Volit stupeň obrobení a toleranci u obou kroužků stejně. Nemůžeme-li např. z výrobních důvodů dodržet toleranci oběžné dráhy u vnějšího kroužku, potom příslušné zúžíme toleranci kroužku vnitřního.
4. Velikost valivých tělísek je třeba volit se zřetelem na přebroušení kroužků.
5. Klec upravit – převrtat tak, aby byla dodržena vůle mezi klecí a valivými tělisky.
6. Dodržet pokud možno tolerance určené výrobcem.
7. Zajistit maximální sériovost oprav ložisek a získat statistickou cestou největší množství informací o životnosti opravených ložisek a o co největším počtu výbrusů.

Dále uvádíme krátký přehled technologií, které při opravách nejčastěji volíme.

- Dokonalé vyčištění ložiska je nejjednodušší oprava. Ložisko při tom povaříme v čisticí lázni jednu až dvě hodiny, nebo propláchneme v benzínu či trichloretylenu. V nádobě, ve které ložiska proplachujeme, je řídké síto, kterým propadá nečistota a usazuje se na dně.

Vykazuje-li ložisko menší korodované plochy (do hloubky 0,02 mm a průměru 2 mm), vyčistíme je ručně.

- Broušení, tj. přebroušování oběžných drah. Při sériových opravách volíme jednotný stupeň výbrusu. To umožní jednotnou výrobu nebo renovaci valivých tělísek a úpravu klecí.
- Tváření, přebroušování vodicí plochy vyžadující zvětšení průměru válečků. Toho dosáhneme oboustranným vytvořením kuželovité dutiny po obou čelech válečků pýchováním. Součást pýchujeme na stanovený rozměr v zápustkách. Je důležité stejnoměrně prohřát válečku na 1000 °C a zápustku ohřát asi na 250 °C, aby se válečky rychle neochlazovaly. Také tvar dutiny je velmi důležitý, neboť má vliv na vznik trhlin a vylamování okrajů válečků.

Tímto postupem získáme valivá tělíska větší délky a průměru. Následuje žihání na odstranění pnutí v materiálu. Žiháme čtyři hodiny při 700 °C v žihacích krabicích naplněných dřevěným uhlím.

V různém sledu následují další úpravy, jako je lapování, leštění, galvanizace a promývání.

Uvádíme podrobněji technologický sled opravy válečkového ložiska:

1. Ložisko rozebereme – hlavy nýtů klece buď usekneme, nebo odvrtáme, vyrazíme nýty, demontujeme ložisko, určíme způsob a druh oprav jednotlivých částí.
2. Ložisko vyčistíme.
3. Kontrolujeme rozměry jednotlivých částí ložiska.
4. Rozhodneme o dalším použití nebo opravě jednotlivých částí ložiska, vyřadíme části neschopné opravy. Tam, kde jsou oběžné nebo dosedací plochy kroužků poškozeny, předepíšeme opravu, u ložisek malých průměrů prepíšeme galvanické pokovování,

chromování, u valivých tělísek předepíšeme úpravu se zřetelem na průměry kroužků, klec necháme upravit vzhledem k rozměru valivých tělísek.

5. Galvanické pokovování kroužků – odmastíme, opláchneme, vložíme do lázně, zapojíme na anodu a vložíme válcovou katodu, opláchneme, omyjeme benzinem, vysušíme, kontrolujeme průměr.
6. Poškozené plochy kroužků opravíme broušením.
7. Po broušení leštíme plstěným kotoučem.
8. Kontrolujeme tvar a chod (házení) kroužků.
9. Je-li nutno zvětšit průměry válečků, předepíšeme přechování, válečky vložíme do ochranné vrstvy dřevěného uhlí a uložíme v žíhacích krabicích. Ohříváme je na 1000 až 1100 °C, lisujeme v zápustce jedním rázem, po napěchování ihned válečky přemístíme do pece k žíhání. Žíháme čtyři hodiny při teplotě 700 až 720 °C, namátkově kontrolujeme tvrdost.
10. Brousíme válečky na bezhroté brusce nahrubo.
11. Zarovnávat čela válečků.
12. Následuje kalení válečků na 62 až 64 HRC.
13. Brousíme válečky načisto s přídavkem 0,01 mm na lapování.
14. Popouštíme a čistíme válečky dvě hodiny v lázni 140 °C teplé, čistíme v trichloretylenu.
15. Čelo válečků zarovnávat načisto na rovinné brusce.
16. Válečky vyčistíme v trichloretylenu.
17. Válečky lapujeme.
18. Kontrolujeme povrch a rozměry válečků.
19. Válečky vypereme, vyčistíme a naolejujeme.
20. Vystružíme díry v kleci pro valivá tělíska.
21. Smontujeme ložisko.

Vady opravených ložisek

U renovovaných válečků mohou vzniknout trhlinky a to buď povrchové nebo vnitřní. Povrchové trhlinky mají za následek vyštípnutí nepatrné části materiálu a vydření oběžné dráhy. Vnitřní trhlinky mají za následek prasknutí valivého tělíska a demolici celého ložiska. Naopak trhlinky klecí a kroužků nemají následky tak škodlivé. Je proto vhodné provádět elektromagnetické zkoušky valivých tělísek po jejich konečné úpravě. Doporučuje se podrobit této zkoušce i oba kroužky po konečné úpravě oběžných drah.

U nepřesně provedených oprav, při nedodržení předepsaných tolerancí má ložisko hlučných chod. Nepřesná montáž způsobuje neklidný chod ložiska chvění a svištění.

Hydraulické mechanismy

Výhody použití hydraulických mechanismů

Pomocí hydraulických mechanismů můžeme přenášet jak přímočarý, tak i rotační pohyb i na vzdálenější místa. Přitom je velmi lehce můžeme ovládat z jednoho místa. Každá pracovní funkce může být ovládána zvlášť, nebo je můžeme ovládat jednou pákou všechny najednou. Jestliže hydraulické zařízení napojíme na elektrický řídicí systém, mohou se pracovní cykly řídit automaticky.

Proti mechanickým mechanismům mají hydraulické mechanismy mnoho podstatných výhod :

- Přispívají k automatizaci a mechanizaci strojů.

- Zrychlují zpětné pohyby.
- Dovolují rychlé zabrzdění pohybu.
- Rozsah velikostí použitelných sil je prakticky neomezený.
- Vratný pohyb nevyvolává rázy.
- Dovolují plynulé změny rychlostí.
- Vzhledem k danému rozměru pístu nelze vyvinout větší sílu, nemůže proto nastat přetížení.
- Mají univerzální použití.
- Podstatně zjednoduší provedení stroje.
- Snižuje se opotřebení.
- Mazání obstarává tlakový olej.

Tak jako zdůrazňujeme výhody hydraulických zařízení, tak také nesmíme opominout zmínit se i o nevýhodách hydraulických mechanismů.

1. Je to zahřívání tlakové kapaliny vlivem tlaku, tření o stěny, škrcení atd. Tím vzniká zahřívání strojních částí a jejich deformace, což snižuje přesnost funkce stroje.
2. Vestavěním potrubí a vzduchem vylučovaným z tlakové kapaliny vzniká pružnosti celého zařízení, což u velmi jemných mechanismů činí potíže.
3. Tlaková kapalina pohlcuje vzduch a opět ho vylučuje (to závisí na tlaku). Vzduch v hydraulickém okruhu je příčinou nepřesnosti chodu okruhu.

Provoz a údržba hydraulických zařízení u obráběcích strojů

Důsledným dodržováním návodu k obsluze zajistíme dlouhodobou bezporuchovou funkci hydraulického zařízení. Opotřebení je zde totiž minimální, protože jednotlivé části jsou vydatně mazány tlakovým olejem. Hydraulický systém však musí být udržován v naprosté čistotě a olej musí odpovídat předpisu výrobce hydraulického zařízení. Obsluha se dokonale seznámí s funkcí hydraulického zařízení. Avšak ani při podrobné znalosti jeho funkce se nedoporučuje měnit jeho uspořádání. Rekonstrukce je zde totiž velmi nesnadná, protože je nutno mít na paměti vzájemnou souvztažnost jednotlivých částí celého zařízení.

Hydraulické zařízení musí pracovat naprosto přesně, mají-li být dodrženy tolerance součástí na stroji vyráběných a jakost obrobení povrchu. Nedostatečnou funkci stroje může způsobit i olej, který nemá předepsané vlastnosti. Při opravách se vyměňují pružiny ventilů za jiné, jejichž vlastnosti neodpovídají vlastnostem pružin původních.

Stroj se po ustavení nejdříve očistí od konzervačních prostředků a důkladně vyčistí. Očištění stroje musí být zvláště důkladné v prostorách uvnitř hydraulického zařízení. Potom naplníme mazacím olejem všechna předepsaná místa. Hydraulický olej nalijeme až do výšky udané na olejoznaku. Použitý olej musí mít předepsanou viskozitu. Při nalévání dbáme úzkostlivě, aby se do oleje nedostaly nečistoty usazené kolem nalévacích otvorů a olej lijeme přes jemné síto. Jednotlivé části mechanismu musí správně fungovat. O tom se přesvědčíme ručním přejížděním. Přitom kontrolujeme správné krajní polohy a zjišťujeme, nejsou-li omezeny všechny předepsané pohyby. Při této kontrole se promažou kluzné plochy. Zároveň se z hydraulických válců a celého okruhu vypudí vzduch, který narušuje správnou funkci hydraulického zařízení. To je zvláště důležité u strojů, které nemají odvzdušňovací zařízení.

Po funkční kontrole hydraulického zařízení a jeho promazání kontrolujeme správné připojení na síť. I když je na stroji několik hnacích motorů, zapojujeme na krátký časový úsek pouze jeden

z nich. Celkové zapojení totiž kontroloval výrobce, takže stačí se přesvědčit o smyslu otáčení pouze u jednoho motoru. Zjistíme-li opačný smysl otáčení, vzájemně zaměníme přívodové fáze. Použité napětí musí odpovídat tomu, jež předepisuje výrobce. Tím je stroj připraven k uvedení do chodu. Zapínáme a vypínáme postupně jednotlivé motory dvakrát až třikrát a zjišťujeme správnou funkci mazacího zařízení. Také kontrolujeme funkci přepouštěcích ventilů a čerpadla. Potom postupně znovu zkoušíme jednotlivé okruhy, abychom mohli snadno odstraňovat závady. Jestliže při nastaveném minimálním tlaku je předepsaná funkce nepravidelná nebo vůbec nenastává, zvýšíme tlak redukčním ventilem tak, aby funkce byla odpovídající. Velikost tlaku je ohraničena hodnotou, kterou doporučuje výrobce jako provozní tlak. Používáme co nejmenšího provozního tlaku, při kterém zařízení bezvadně pracuje. Čím je tlak vyšší, tím je větší potřebný příkon, protože ztráty narůstají. Také se zvyšuje provozní teplota. Zjistíme hladinu oleje v hlavní nádrži. Olej se vlivem cirkulace totiž nevrací v celém množství zpět do nádrže. Proto je třeba doplnit olej na původní stav. Také netěsnost spojů a šroubení mohou způsobit ztráty oleje.

Tlaková kapalina

Nejvýhodnější tlakovou kapalinou by byla voda, kdyby neměla korozivní účinky. Aby jí bylo možno použít, zkouší se přidávání některých přísad, aby se tyto negativní účinky zmenšily. V současné době jsou však obecně používanými tlakovými kapalinami minerální oleje. Působí naopak jako maziva a chrání povrch součástí. U obráběcích strojů se doporučuje použít oleje.

Ovšem jako každá látka, i minerální oleje mají své specifické vlastnosti, které musíme při jejich volbě pro hydraulický mechanismus uvažovat.

Uvádíme základní pro hydraulická zařízení důležité **vlastnosti kapalin**.

Viskozita – soudržnost částic. Jeví se nám jako řídkost nebo tuhost kapalin. V technické praxi ji měříme obvykle na Englerovy stupně. Viskozitu vyjádřenou v Englerových stupních stanovíme pomocí Englerova viskozimetru. Je to kalibrovaná nádoba, do níž nalijeme 200 cm³ zkoušené kapaliny a necháme ji výtokem vytékat. Změříme výtokový čas a porovnáme ho s výtokovým časem vody. V tabulce připojené k viskozimetru odečteme přímo viskozitu oleje.

Existují další způsoby určování viskozity oleje, které neuvádíme. Viskozita se ovšem mění s teplotou. Proto je u údaje viskozity vždy i údaj, při které teplotě tato viskozita platí. Základní teplotou, při které se viskozita uvádí, je 50 °C. Značíme např. 8 °E/50 °C. Obecně platí, že viskozita zahříváním klesá, zvyšováním tlaku stoupá.

U hydraulických systémů obráběcích strojů, u nichž teplota nepřesahuje 60 °C, doporučuje se použít oleje s viskozitou 3,5 až 6 °E/50 °C.

Bod tuhnutí

Je to teplota, při níž látka přechází ze skupenství kapalného do skupenství tuhého. Tuto vlastnost musíme uvažovat tam, kde je stroj vystaven venkovním teplotám. Nebudeme ji tedy uvažovat u strojů instalovaných v provozu. Platí zde zásada, že bod tuhnutí musí být alespoň 15 °C pod nejnižší provozní teplotou.

Pevnost olejového filmu

Olejový film zaručuje kapalinné tření. Je to schopnost vytvořit souvislý olejový povlak povrchu součástí, který vzdoruje tlakovému zatížení a zamezuje přímý styk materiálů třoucích se součástí. Se zvyšováním teploty klesá schopnost tvorby olejového filmu.

Demulzibilita

Je to schopnost oleje vypudit všechny nečistoty a hlavně pak rychle a naprosto vyloučit vodu a vzduch.

U hydraulických zařízení je poměrně značná možnost smíšení oleje s vodou, a to při styku s chladicí kapalinou a kondenzací vodních par při tepelných rozdílech. Voda tvoří s olejem emulzi, olej žloutne, stává se šlemovitým a lepkovým a tuhne, nebo se zředí, ztrácí mazivost atd. Právě tak škodlivé je špatné vylučování vzduchu. Vzduch v tlakové kapalině má za následek nepřesný chod zařízení.

Působení vzduchu na olej po stránce chemické

Vzduch je olejem pohlcován v množství odpovídajícím tlaku. Podle funkce hydraulického systému je v jistých jeho částech větší nebo menší tlak a pak dochází k absorpci, nebo vylučování vzduchu. Čerpadlo stlačuje přítomný vzduch, tvoří se menší nebo větší vzduchové bublinky. Menší bublinky obvykle mizí (jsou pohlceny – rozpustí se), větší bublinky však v oleji zůstávají. To jde ovšem prakticky o stlačování vzduchu, které je spojeno s intenzivním zahříváním. Např. vzduch stlačený na 4 MPa se ohřívá asi na 600 °C. Těmto vysokým teplotám je olej obepínající vzduchové bublinky vystaven a následkem toho se připaluje i přes chladicí účinek okolní olejové vrstvy.

Další možnost vzniku vzduchu do okruhu jsou netěsnosti zvláště v sacím potrubí. Právě tak při zastavení stroje vytéká olej samospádem z okruhu, jestliže v něm jsou netěsnosti. Hromadění vzduchu zabráníme odvzdušňovacími otvory.

Působení vzduchu na funkci hydraulického zařízení

Je-li vzduch v hydraulickém okruhu, vzniká nepravidelná činnost celého systému. Nepravidelnost chodu se vysvětluje tak, že při uvádění pístu do pohybu je nutno překonávat setrvačné síly. Proto je ve válci větší tlak, a tím je stroj v chodu. Je-li ve válci tlak nižší, vzduch expanduje, tlak na píst je pak příliš malý. Píst se zbrzdí, tlak opět stoupá, dochází ke stlačení a k dostatečnému impulsu na píst. Výsledek je trhavý pohyb celého zařízení. Průvodním jevem mohou být i detonace.

Další nepravidelností pohybu je i to, že průtokové opory zúženými průřezy jsou u vzduchu menší, takže průtok vzduchu škrticím ventilem je rychlejší než průtok oleje. Nepravidelnosti podobného rázu se projevují i u řídicích orgánů. Veškeré tyto negativní jevy, jejichž příčinou je přítomnost vzduchu, musíme uvažovat, když hledáme příčinu chybné funkce hydraulického zařízení.

Vliv nedostatečné rychlosti na funkci hydraulického okruhu

Dalším nepříznivým úkazem při práci hydraulického okruhu je jeho malá rychlost. Vínou na tom může mít nedostatečný tlak, který vyvozuje čerpadlo. Vlivem odporu ve vestavěných řídicích orgánech, v potrubí atd. klesá průtoková rychlost. V takovémto případě je nutno zvýšit provozní tlak tím, že nastavíme na vyšší hodnotu přepouštěcí ventil.

Ovšem nepředvídané zvýšené odpory mohou mít příčinu také v zúženém průřezu potrubí vlivem usazenin. Dále to mohou být zanesené filtry, které kladou protékajícímu oleji zvýšený odpor.

Další příčinou malé rychlosti oleje může být netěsnost, např. trhlina, kterou uniká čerpaný olej mimo okruh.

Podmínkou správné rychlosti tlakového oleje je správná volba oleje. Záleží hlavně na jeho viskozitě. Má-li olej vyšší viskozitu, pohyby pístu se zpomalují. Toto zpomalení pohybu mechanismu se projeví až po nějaké době chodu, neboť ubrzdění pohybu vzniká pomalým protékáním zúženými průřezy. Zá vadu odstraníme použitím oleje s nižší viskozitou.

Ovšem obdobný účinek, tj. zpomalování chodu, může mít i užití oleje s příliš nízkou viskozitou. Průtok je zde sice rychlý, ale dochází i k okamžitému výtoku z pracovních prostorů ještě dříve, než práce byla konána.

K netěsnostem je třeba dodat, že u okruhů zavřených s konstantním množstvím dodávaného oleje neodpovídá rychlost množství nastavenému na čerpadle. Musíme je nově nastavit. Je-li nepřesnosti způsobena porušením těsnění, je nutno je vyměnit. U okruhů, u nichž přebytečný olej odtéká přepouštěcím ventilem, není malá netěsnosti na zá vadu.

Pokyny pro postup údržbářských prací

Výměna tlakového oleje

První náplň vyměňujeme jako u všech strojů po kratší době, obvykle to bývá po šesti týdnech provozu.

Při provozu se doporučuje přesvědčovat se občasným rozbořem tlakového oleje o jeho stavu a znečištění. Výměna oleje přichází v úvahu až při jeho chemické změně nebo neúnosném znečištění. Běžné vyměňujeme olej po šestiměsíčním provozu, pokud ovšem návod k obsluze nepředepisuje něco jiného.

Čištění stroje

Vzniknou-li v hydraulickém ústrojí usazeniny, musí být odstraněny:

1. Propláchnutím čistým olejem, výhodou je, že není nutná demontáž.
2. Rozpouštědlem, máme-li zaručeno, že po průplachu budeme moci odstranit rozpouštědlo beze zbytku. Musíme dbát, aby za chodu s rozpouštědlem nenastalo zadření, a proto musíme znát mazivost rozpouštědla. Používáme petroleje, nafty, tetrachloridu, acetonu apod.
3. Demontáží a vyčištěním jednotlivých součástí. (Nikdy nepoužívejte vlněných a bavlněných hadrů, vždy jen lněných!)

Návod, jak hledat příčinu poruchy.

Příčinu poruchy stroje se snažíme zjistit plánovitě. Porucha může vzniknout použitím nevhodného oleje, nedostatečným mazáním vodicích ploch, vniknutím mechanických nečistot do hydraulického oběhu, nesprávnou obsluhou nebo porušením nějaké součásti. Abychom mohli zá vadu najít a opravit, musíme bezvadně znát funkci hydraulického zařízení. Začneme tím, že zkontrolujeme mazání vodicích ploch a vně umístěné strojní součásti. Potom zjišťujeme vhodnost oleje. Následky požití nevhodného oleje jsou popsány v předu. Zde je důležité

zkontrolovat nejprve čerpadlo. Zjišťujeme velikost provozního tlaku a množství dodávaného oleje. K tomuto účelu musíme na výtlačné potrubí připojit manometr. Stejným způsobem zjišťujeme správnou funkci přepouštěcího ventilu. Potom zkoušíme jednotlivé hydraulické okruhy obdobným způsobem. U pracovního válce překontrolujeme polohu řídicího ventilu. Často se zde stává, že se uvolní šroub, který zabezpečuje správnou polohu součásti, nebo se součást po demontáži nesprávně zamontovala. Správnou polohu kontrolujeme tak, že součást uvolníme od všech zajišťovacích částí a přesvědčíme se, jak její poloha a ovládatelnost odpovídají žádané funkci. Zásadně zkoušíme správnou činnost jednoho okruhu po druhém. Často se setkáváme s takovou konstrukcí, že několikanásobné čerpadlo napájí pomocí přetlakového nebo přepouštěcího ventilu několik okruhů. U takové konstrukce je vzájemná souvztažnost zajištěna ventily s pružinami nebo diferenciálními ventily. Jestliže bychom pak nedodrželi předepsaný provozní tlak u všech okruhů, porušila by se funkce. Závada se hledá snáze, je-li každý pracovní okruh ovládán vlastním rozvodovým tělesem. Také teplota může mít nežádoucí vliv na seřízení okruhu. Může se porušit těsnění nebo posunout pouzdra. V takovémto případě zařízení demontujeme a vyzkoušíme jednotlivé polohy regulačních dílů ve vztahu k rozvodnému tělesu. Při zkoumání správné polohy můžeme pracovat buď s tlakovým olejem, nebo stlačeným vzduchem. Po utěsnění všech děr otevíráme postupně jeden východ po druhém. Přitom také zjistíme netěsnosti způsobené porézností materiálu a nežádoucí prolínání. Pracujeme-li se stlačeným vzduchem, zjistíme tyto závady pod vodou.

Tím, že postupujeme systematicky při hledání závad, ušetříme si mnoho času.

Opravy

Zmíníme se pouze o speciálních druzích oprav, které jsou specifické pro hydraulické zařízení, zejména o opravách ventilů, šoupátek, tlakových válců a těsnění.

Oprava pístů, tlakových válců, šoupátek a ventilů

V systémech do provozního tlaku 0,5 MPa stačí písty válců a regulačních šoupátek přebroušovat. Těmito systémy nedosáhneme velmi jemných a pravidelných posuvů. U zařízení, která pracují při vysokých tlacích do 10 MPa, nebo u zařízení, kde vytahujeme abnormální jemnost posuvů, nestačí zabrušování, ale je nutné honování, superfinišování nebo lapování. Tím dosáhneme tzv. svého pohybu pístu. Pracujeme zde v rozmezí několika mikrometrů (mikronů). Důležitá je volba materiálu a to se zřetel na koeficient tření, opotřebení a koeficient roztažnosti.

Pro výrobu pístů tlakových válců a šoupátek používáme cementačních ocelí. Jde-li o zvlášť dlouhé součásti, chromujeme je natvrdo, aby se při tepelném zpracování nedeformovaly. Pro výrobu válců a pouzder používáme jemnozrnné litiny. Tytéž materiály jsou vhodné pro ventily.

Žádané souososti polohy pístu a pouzdra šoupátka se dosáhne co nejpečlivějším obrobením těchto částí. Nejdříve pečlivě vyvrtáme díry v rozvodovém tělese. Díry musí být naprosto přesné pod předepsaným úhlem a musí být dokonale válcové. Zde i na povrchu pouzder musí být obrobení přesné, a proto součást honujeme. Takovýmto provedením zamezíme deformaci pouzder. Pouzdra pro nalisování honujeme na přesný průměr. Píst šoupátka v konečné fázi lapujeme litinovým lapovacím kroužkem s použitím velmi jemné lapovací pasty. Není správné lapovat píst šoupátka přímo v pouzdru, protože při tom nezabráníme vzniku kuželovitosti pouzdra, a tím rychlému opotřebování při provozu. Po správné lapování pístu šoupátka musí být

jeho uložení v pouzdře tak těsné, že vzniká sací účinek. Před namontováním a uvedením do chodu musí být součásti velmi pečlivě očištěny.

Údržba a oprava těsnění. Se zřetelem na mazání musí mít povrchy kluzných ploch předepsanou drsnost. I zde půjde obvykle o jemný způsob obrábění. Je-li obrobení povrchu horší, než je předepsáno, těsnění se rychle opotřebí. Naopak nežádoucí jemnost obrobení povrchu způsobí nedostatečné mazání v těsnění. Nejvhodnějším materiálem jak po stránce provozní, tak i ekonomické je syntetická pryž. Při správné konstrukci vratného zařízení se musí pamatovat, aby vůle byly co nejmenší, aby se těsnicí materiál nevlačoval do mezer. Zvláště důsledně je nutno dodržet správný postup při montáži těsnění. Dbáme, aby se těsnění nepoškodilo při navlékání přes ostré hrany. Doporučuje se při montáži používat montážních pomocných kuželových pouzder. Používáme-li po opravě těsnění jiného materiálu, než jaký byl původně použit, musíme dobře uvážit provozní podmínky, teplotu apod.

Hlavní příčiny provozních poruch hydraulických zařízení:

Vliv oleje na chod hydraulického zařízení

- Příliš řídký olej působí zpomalenou funkci stroje a úměrné zahřívání hydraulického zařízení. Závalu odstraníme použitím oleje s větší viskozitou. Tím snížíme ztráty netěsnostmi, tlak nabude konstantní výše a funkce zařízení je odpovídající.
- Olej s příliš velkou viskozitou bude mít rovněž vliv na zpomalenou funkci stroje. Závala se odstraní použitím oleje se správnou viskozitou. V obou těchto případech musíme uvážit, že viskozita oleje se podstatně mění s teplotou. Musíme proto brát za základ pracovní teplotu a použít oleje, jehož viskozita poměrně málo kolísá. Jinak je nutno pracovní rychlost udržovat stálým nastavováním škrticích orgánů v předepsaném rozmezí.
- Znečistí-li se olej nebo smísí-li se s jinou látkou, vzniká nepravidelná funkce hydraulického zařízení. Vypustíme znečištěný olej, důkladně vyčistíme vodicí plochy a prostory uvnitř hydraulického zařízení a naplníme je předepsaným olejem.

Hladinu olejové nádrže chráníme před znečištěním chladicí kapalinou (např. u brusky může být způsobeno mlhovinou chladicí kapaliny). Zdrojem znečištění oleje může být netěsný vodní chladič, z něhož vnikne do oleje voda.

Mazací oleje nebo tuhá maziva způsobují vznik usazenin. Nemůžeme-li proto oddělit mazací olej od oleje hydraulického systému, použijeme k mazání stejného oleje jako u hydraulického systému. Teplým olejem se často rozkládá pryž v ohebných hadicích. Vyleptané částičky potom způsobují poruchy mechanismu. Tentýž účinek může mít i nesprávně volený nátěr. Použijeme proto zásadně olejovzdorné hadice a kontrolujeme pravidelně hadice, i stálost nátěru.

Následek nesprávné funkce některého orgánu

Někdy vzniká pomalá a nepravidelná funkce stroje. Příčiny, které se vyskytují nejčastěji:

- Netěsnost v potrubí. Může být zaviněna buď lomem, nebo špatným dotažením šroubení. Lomy vznikají obvykle v místech prudkého ohybu, kde není dodržena zásada minimálního poloměru nebo tam, kde se potrubí dotýká některé části stroje.

- Čerpadlo je nastaveno na nesprávný provozní tlak, přepouštěcím ventilem tlak zkontrolujeme.
- Je porušena těsnost manžet nebo těsnění.
- Průtokové cesty mohou být zaneseny, nejsou-li náležitě čištěny sací koše a filtry.
- Skryté příčiny, např. přílišné opotřebení. V tomto případě plánovitě přezkoušíme funkci a rozměry jednotlivých prvků.

Je porušeno utěsnění pístu v tlakovém válci

- Propouští-li jedna strana dvoustranného těsnění pístu, nepohybuje se píst v jednu směr. Obvykle se to projevuje při malých rychlostech.
- Píst se vůbec nepohybuje. Porušení nebo uvolnění těsnění je na obou stranách. Tento jev však může být způsoben i prasklým potrubím, pružinou, přepouštěcím ventilem nebo příliš silnou pružnou v odpadovém potrubí.

V hydraulickém válci je vzduch

- Při správné konstrukci hydraulického zařízení se vždy pamatuje na absorpci oleje. Víme, že kapalina, tedy i olej, pojme tolikrát více vzduchu, kolikrát je vyšší tlak. Jestliže potom v hydraulickém zařízení klesne tlak, vylučují se vzduchové bublinky a způsobují pění oleje. Proto správně konstruované hydraulické zařízení má přívod tlakového oleje na nejnižším místě a odpady jsou naopak co nejvýše. Přitom se správným uspořádáním potrubí a navrtání v hydraulických tělesech zamezí tvoření vzduchových polštářů. Vzduch v hydraulickém válci způsobuje trhavý chod zařízení nebo vyřazení tlumicího zařízení, takže v úvratích nastávají tvrdé dorazy. Projeví-li se tyto úkazy, je nutno zařídit pravidelné odvzdušňování celého systému. Jistě hledáme příčinu. Jsou to obvykle netěsná místa nebo nízký stav oleje v nádrži, takže čerpadlo nasává vzduch. Seřídíme správně tlumicí zařízení. Také funkce řídicích orgánů může být přítomnosti vzduchu porušena a stroj se může stát i neovládatelným. Při kompresi oleje obsahujícího vzduchové bublinky větších rozměrů se olej připaluje.
- Vlivem komprese na několik Mpa stoupne teplota vzduchu o několik set stupňů a na styčné ploše se olej pálí. Olej se může i znehodnotit. Vlivem kavitace může docházet ke korozi součástí. Koroze však může mít původ také v přílišném obsahu kyseliny v oleji, nebo vzniká použitím organického oleje. Pění oleje může být také způsobeno příliš krátkým odpadním potrubím. Olej tryská na hladinu oleje v nádrži, pění a čerpadlo zpeněný olej okamžitě nasává.

Bezpečnost práce při obsluze obráběcích strojů a zařízení

Osnova

- 1. Všeobecné bezpečnostní požadavky na konstrukci a pracoviště obráběcích strojů**
- 2. Všeobecné požadavky pro obsluhu obráběcích strojů**
- 3. Bezpečnost práce při práci na soustruzích**
- 4. Bezpečnost práce při práci na vrtačkách**
- 5. Bezpečnost práce při práci na frézkách**
- 6. Bezpečnost práce při práci na bruskách**
- 7. Bezpečnost práce při práci na strojích na dělení materiálu**
- 8. Používání řezných kapalin**

1. Všeobecné bezpečnostní požadavky na konstrukci a pracoviště obráběcích strojů

Požadavky na konstrukci strojů

Základní společenské požadavky, týkající se všech druhů obráběcích strojů a jejich příslušenství, jsou přehledně zpracovány v ČSN 20 0700 sada (účinnost od 1.1.1989).

Přehled některých konstrukčních požadavků (dle ČSN 20 0700)

- Ochranná zařízení se mají volit taková, aby jejich činnost byla nezávislá, nebo co nejméně závislá na vůli, konání a pozornosti pracovníka.
- Není-li možno zcela vyloučit zdroje nebezpečí, je třeba udělat taková ochranná opatření (např. bezpečnostní), která sníží nebezpečí úrazu u stroje na minimum.
- Povrchy strojů, ochranných zařízení, ovládacích součástí, příslušenství a přídavných zařízení, nesmí mít ostré hrany a otřepy, které by mohly způsobit poranění.
- Strojní součásti, které vyžadují častého seřizování, přímého mazání, čištění apod., mají být snadno přístupné.
- Stanoviště obsluhy umístěná 500 mm a výše nad podlahou dílny musí být opatřena zábradlím vysokým nejméně 1100 mm a doplněné střední tyčí.
- K ochranným zařízením patří ochranné kryty (řeší je ČSN 83 2041), platí, že otevíratelné kryty musí být zajištěny proti samovolnému otevření.
- Kryty ohrazující prostor obrábění, musí ochránit obsluhu stroje i lidi v okolí stroje před odlétajícími třískami a řeznou kapalinou.
- Elektrická zařízení obráběcích strojů musí vyhovovat ČSN 33 2200, při konstrukci stroje nutno řešit i umístění osvětlení na stroji.
- Obráběcí stroje a jejich odsávací zařízení musí mj. vyhovovat i příslušným hygienickým předpisům, toto platí i o hlučnosti a chvění strojů.

Požadavky na pracoviště s obráběcími stroji

Dílny, v nichž jsou instalovány obráběcí stroje, musí být tak velké, aby na každého pracovníka, který se trvale zdržuje na pracovišti, připadl vzdušný nezastavěný prostor o obsahu minimálně 15 m³ a volná podlahová plocha minimálně 2 m². Světlá výška dílny má být alespoň 3 m.

Obráběcí stroje umístíme tak, aby byly od trvalých překážek, např. stěn, sloupů, jiných strojů, vzdáleny alespoň 600 mm. Tato hodnota se měří od max. vysunutých částí stroje. Před strojem musí být volná plocha pro obsluhu o šířce 1000 mm.

Kromě výše uvedených požadavků musí být rovněž zajištěn prostor potřebný pro uskladnění pomocných zařízení, zpracovaného materiálu i obrobků a prostor potřebný pro manipulaci s těmito předměty.

Části strojů, které převyšují průměrnou výšku okolních strojů a nad nimiž se projíždí jeřábem, musí být barevně označeny podle ČSN 01 8010, popř. opatřeny výstražným osvětlením.

Vyžaduje-li to povaha práce, musí se zástěnami apod. zabránit, aby odlétajícími třískami a řeznou kapalinou nebyli ohrožováni též pracovníci na okolních pracovištích, popř. komunikacích.

Podlaha základního stanoviště pracovníka musí být izolována proti vlhku a chladu a má umožňovat propadávání třísek a bezpečné pracovní pohyby obsluhy. Před obráběcími stroji je tedy vhodné instalovat dřevěné rohože, které částečně chrání nohy před pořezáním třískami a izolují proti chladu. Lze je využít i k vyrovnání tělesné výšky pracovníka pro snazší obsluhu stroje. Poškozené rohože musí být včas opraveny.

Důležitou povinností na pracovišti je udržování čistoty a pořádku. Od strojů, které mají mechanické zařízení pro odstraňování třísek, musí být odpadový materiál z pracoviště včas a pravidelně odklizen. Platí, že nádoby na odpadový materiál jsou trvanlivě označeny jejich největším dovoleným zatížením.

Použité čisticí materiály tj. čisticí vlna, hadry, koudel apod. se musí ukládat do kovových nádob s víky, které se po každé směně musí vyprazdňovat (nebezpečí samovznícení).

2. Všeobecné požadavky pro obsluhu obráběcích strojů

Při stanovení všeobecných bezpečnostních předpisů je nutno vycházet rovněž ze zkušeností a poznatků z provozu obráběcích strojů. Značná část pracovních úrazů u obráběcích strojů jde na vrub pracovníků, kteří stroje obsluhují, seřizují nebo opravují. Nedodržování stanovených pracovních postupů a návodů k obsluze stroje, nepoužívání předepsaných osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP) a nebezpečné jednání plynoucí často z neznalosti možných následků i nedodržování základních pravidel bezpečné práce, to jsou nejčastější příčiny úrazů.

Základní povinnosti a školení pracovníků, oprávnění k obsluze

Základní povinnosti pracovníků jsou určeny zákoníkem práce, zde je stanoveno, že pracovníci jsou povinni v zájmu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci:

- Dodržovat předpisy a pokyny k zajištění BOZP, s nimiž byli řádně seznámeni, jakož i zásady bezpečného chování na pracovišti a stanovené pracovní postupy.
- Používat při práci ochranných zařízení a OOPP.
- Účastnit se školení a výcviku prováděného v organizaci v zájmu zvýšení BOZP a podrobit se stanoveným zkouškám a lékařským prohlídkám.

- Oznamovat svému nadřízenému nebo orgánům dozoru nad BOZP nedostatky a závady, které by mohly ohrozit bezpečnost nebo zdraví a podle svých možností se účastnit jejich odstraňování.
- Nepožívat alkoholické nápoje a nezneužívat jiné omamné prostředky na pracovištích organizace a v pracovní době i mimo pracoviště, nenastupovat pod jejich vlivem do práce a dodržovat stanovený zákaz kouření na pracovištích.

Práce na obráběcích strojích a jejich seřizování smějí konat jen pracovníci k tomu určení, zdravotně způsobilí, starší 18 let, kteří složili kvalifikační zkoušky nebo jsou pro příslušný druh práce zacvičení a dostatečně poučení o tom, jak mají bezpečně pracovat.

Mladiství, kteří nedovršili 18 let, smějí k získání potřebné dovednosti a kvalifikace pracovat na stroji, pracují-li pod dozorem a vedením odpovědného pracovníka (instruktor, mistr) a je-li stroj vybaven všemi bezpečnostními zařízeními.

Všichni nově přijatí pracovníci musí před nástupem do práce absolvovat všeobecnou úvodní instruktáž o BOZP a vstupní lékařskou prohlídku.

Podrobnější seznámení obsluhy s platnými bezpečnostními předpisy, pravidly bezpečné práce, hygienickými předpisy, vztahujícími se na příslušná pracoviště, obráběcí stroj provede přímý nadřízený pracovník.

Dále musí být pracovník seznámen s nebezpečnými místy pracoviště, s používáním OOPP, s havarijním plánem a protipožárním zařízením a rovněž s poskytováním první pomoci na pracovišti.

Platí, že každý pracovník musí být průkazně seznámen (proškolen) a přezkoušen ze znalostí bezpečnostních předpisů platných pro provozované stroje. Technický předpis tj. (ČSN 20 0700) však nestanoví lhůty provádění školení a přezkoušení. Z praxe lze doporučit lhůtu provádění opakovacích školení a přezkoušení jeden krát ročně.

O provedených školeních a instruktážích má být vedena řádná dokumentace, která může např. obsahovat osnovu školení, prezenční listinu ze školení se jmény a podpisy školených pracovníků, jménem a podpisem školitele. Evidenci školení možno mít i v „Zápisníku bezpečnosti práce“.

Ochrana pracovníka, pracovní pomůcky a náčiní

Snahou výrobců obráběcích strojů je, pokud možno, zakrýt všechny pohybující se části, přesto však vždy zůstává určité nebezpečí ohrožení obsluhy.

Aby nedocházelo k tomu, že pracovní oděv obsluhy bude zachycen pohybujícími se částmi stroje, musí pracovník dbát na správné ustrojení při obsluze stroje. Je povinen používat nepoškozený pracovní oděv, nesmí mít volně vlající části, manžety rukávů a nohavic musí těsně přiléhat. Pracovní blůza musí být zasunuta do pracovních kalhot. Není dovoleno při práci používat pracovní plášť. Zástěry lze používat pouze ve výjimečných případech, kde to vyžaduje

povaha práce, popř. je předepsána jinými předpisy. Za správný pracovní oděv je považován buď dvoudílný pracovní oblek (kalhoty + blůza), anebo jednodílný (pracovní kombinéza).

Vzhledem k odletování žhavých třísek při obrábění jsou naprosto nevhodné košile ze syntetických materiálů nebo polyesterových (tesil).

Při práci na obráběcích strojích se vyskytují některé úkony, při nichž by mohlo dojít k zachycení vlasů obsluhy (platí především u žen), např. při obsluze vrtaček. K tomuto účelu slouží pokrývka hlavy (čepice, šátek aj.). Pokrývky hlavy nesmějí mít volně vlající cípy. Šátek se musí zavazovat za hlavou (nikoli pod bradou) a tak, aby vlasy nevyčnívaly.

Při obsluze strojů však existuje většina pracovních úkonů, při nichž zachycení vlasů nehrozí. Bylo by proto nelogické a ze zdravotních příčin nežádoucí požadovat, aby všichni pracovníci při obsluze obráběcích strojů museli ve všech případech a za každého ročního období (např. v letních dnech) nosit na hlavě pokrývku.

Dále nuto připomenout, že v žádném předpisu není stanovena tzv. „nebezpečná délka vlasů“. Pokud je pracovník řádně poučen a zaškolen, pak je též plně zodpovědný za to, že sám podle potřeby či povahy práce použije vhodné příkrývky hlavy. Vedoucí pracovníci musí průběžně kontrolovat, zda obsluhující respektují všechna bezpečnostní opatření.

Při obsluze stroje není dovoleno nosit prstýnky, řetízky, náramkové hodinky, náhrdelníky, vázanky, šály apod. Tyto musí být před prací sejmuty.

Dost vážných úrazů způsobily i nevhodné obvazy na ruku, které byly samy příčinou zachycení. Pracovníci, kteří mají na ruku nevhodný obvaz (např. gázový), nesmějí pracovat na strojích, u nichž jsou v dosahu obsluhy volně přístupné rotující části, které by mohly při neopatrném jednání pracovníka obvaz zachytit (např. vrtačky). Na strojích, u nichž rotující součásti nejsou v dosahu obsluhy, smí se s takovými obvazy pracovat.

Při drobných poraněních rukou nebo prstů se proto doporučuje používat takových způsobů ošetření, u nichž je možnost zachycení buď vyloučena nebo alespoň podstatně snížena (např. gumové prsteníky).

Důležitým doplňkem pracovního ustrojení je správná obuv. Bezpečnostní předpisy vysloveně zakazují pracovat v lehké obuvi nebo v otevřených sandálech, neboť hrozí nebezpečí především proříznutí podrážky ostrými třískami a pořezání chodidla a prstů. Mnohem závažnější jsou úrazy vznikající stykem s dlouhou plynulou třískou (pořezání kotníků, přerážnutí Achillovy šlachy apod.). Je proto nutné používat vhodnou koženou pracovní obuv (šněrovací, kotníčkovou).

Používání ochranných rukavic lze povolit jen při upínání nebo výměně obrobků a nástrojů, hrozí-li nebezpečí pořezání nebo popálení rukou. Platí však, že stroj nebo jeho příslušná část (např. vřeteno) při tom nesmí být v chodu. Při vlastní obsluze stroje musí být rukavice sejmuty.

ČSN 20 0700 (viz čl. 89P) povoluje ve výjimečných případech, podle povahy práce, se souhlasem příslušného inspektorátu bezpečnosti práce (IBP), provozovatelům strojů použití rukavic.

Při obrábění materiálu vznikají třísky, jež prudce odletují od nástroje. Jejich teplota dosahuje 300 až 600 °C i více. Mohou tedy způsobit popálení rukou, obličeje, očí. Obdobné nebezpečí hrozí i při broušení za sucha, když vzniká prach a částice z broušeného kovu i z brousícího nástroje.

Není-li na stroji instalován ochranný kryt proti odletujícím třískám nebo prachovým částicím, je obsluha povinna použít ochranné brýle nebo obličejový štítek.

Pracovníci, kteří jsou řádně zaučeni, musí sami o používání (užití) příslušných OOPP rozhodnout.

U osob zaučených nebo zaškolených rozhodne o používání OOPP jim nadřízený pracovník.

Přidělování OOPP pracovníkům se řídí příslušnou podnikovou směrnicí o poskytování OOPP.

Před zahájením práce je pracovník povinen zkontrolovat, zda není porušena konstrukce ochranných brýlí, včetně ochranných skel.

Osobní ochranné pracovní prostředky udržujte v čistotě a pořádku !

Při odstraňování třísek ze stroje za provozu a při provádění úklidu se musí používat podle potřeby háčků s rukojetí a chráničem ruky, smetáků, škrabek apod.

Hadry a čistící vlny se smějí používat pouze k čištění stroje za klidu a to až po odstranění třísek škrabkou, smetákem apod.

K odstranění třísek, čištění strojů je zakázáno používat stlačený vzduch. Stlačený vzduch se smí použít pouze k očišťování bezprostředního místa pracovní operace, k čištění obrobků a přípravků tvarově členitých (otvory, kouty, prohlubně), kdy vzduchová pistole je opatřena ochranným štítkem a přetlak vzduchu snížen na 0,2 Mpa. Kromě toho musí obsluha použít obličejový štít či brýle a zabránit odlétávání částecek do okolí.

Výše uvedené informace o maximálním přetlaku vzduchu a ochranném štítu se však nevztahují na vyfukovací pistole s ochrannou vzduchovou clonou, typ VPB 3.

Pokud jsou k odklizení třísek od stroje určeni pomocní pracovníci, je obsluha povinna chod stroje po dobu čištění zastavit, aby pomocník nebyl při práci ohrožen (např. otáčejícími se částmi, odletujícími třískami apod.).

Povinnosti obsluhy před zahájením práce na stroji

Na stroji se musí pracovat takovým způsobem, který byl označen nebo předepsán za bezpečný a správný, je třeba přesně dodržovat pokyny a poučení obsažená v návodu pro obsluhu příslušného stroje.

Před započetím práce je třeba:

- Prohlédnout stroj, očistit nekryté vodící plochy, zkontrolovat jeho části, zejména jeho ochranná, spouštěcí a vypínací zařízení, každé poškození nebo závadu musí obsluha 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 zjistit stav jejich opotřebení a upnutí.
- Nastavit ochranná zařízení do činné polohy, pokud charakter práce vyžaduje jejich použití.
- Zkontrolovat, zda ovládací páky jsou ve správných polohách.

Povinnosti obsluhy za provozu stroje

Na stroji se musí pracovat takovým způsobem, aby též pracovníci v okolí nebyli ohrožováni a obtěžováni nadměrnou hlučností. Obsluha musí respektovat všechny pokyny a poučení obsažené mj. i v provozním bezpečnostním předpisu. Není rovněž dovoleno vyřazovat ochranná zařízení z činnosti.

Při ručním mazání, čištění nebo opuštění pracoviště se musí stroj zastavit hlavním vypínačem. Při opravách stroje se postupuje v souladu s částí „Seřizování a údržba stroje“.

Při přerušení dodávky el. proudu musí obsluha vypnout ihned hlavní vypínač stroje a všechna ostatní zařízení a ovládací součásti uvést do takové polohy, aby po obnovení dodávky el. proudu nedošlo k samovolnému spuštění stroje nebo pohybu některých jeho částí.

Při zapnutí rychloposuvu musí obsluha se zvýšenou pozorností sledovat přibližující se část stroje a rychloposuv v bezpečné vzdálenosti od obrobku vypnout.

Do upínacího zařízení je dovoleno upínat pouze takové předměty, pro které je konstruováno a jejichž tvar a velikost zaručuje dokonalé upnutí.

Při upínání těžkých obrobků pomocí zdvihacího zařízení musí obrobek zůstat zavěšen na zdvihacím zařízení do té doby, dokud není spolehlivě uložen. K odkládání obrobku se musí používat správných a nepoškozených upínek, podložek apod.

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 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.

Ruční manipulace s hnacími řemeny za chodu stroje se zakazuje.

Závady na stroji musí pracovník oznámit svému nadřízenému, ten je povinen zařídit opravu, popř. upozornit na ně pracovníka, který nastupuje na další směnu.

Další povinnosti obsluhy stroje stanoví ČSN 20 0700 viz čl.69P až 83P.

Povinnosti 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.

Pracuje-li na témže stroji postupně několik pracovníků (vícesměnný provoz), je obsluha povinná předat novému pracovníkovi stroj s upozorněním na případné závady.

3. Bezpečnost práce při práci na soustruzích

Mimo základní ČSN 20 0700 jsou bezpečnostní požadavky na soustruhy obsaženy ještě v těchto předpisech:

- ČSN 20 071 Bezpečnostní požadavky pro hrotové soustruhy.
- ČSN 20 073 Bezpečnostní požadavky pro svislé soustruhy.
- ČSN 20 074 Bezpečnostní požadavky pro revolverové soustruhy.
- ČSN 20 075 Bezpečnostní požadavky pro poloautomatické a automatické soustruhy
- Vyhl. ČÚBP č. 48/82 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

Vybrané požadavky pro hrotové a revolverové soustruhy

Na soustruzích se obrobky upínají nejčastěji do universálních sklíčidel, upínacích desek, nebo mezi dva hroty, z nichž jeden je upevněn v pracovním vřetenu a druhý v koníku. Vlastnímu upínání je potřeba věnovat náležitou pozornost, neboť nedokonale upnutý výrobek, popř. upínací zařízení se může při otáčení uvolnit a způsobit tak pracovní úraz.

ČSN 20 071 stanoví, že upínat sklíčidla jen čelistmi upínací desky je zakázáno.

Při nasazování sklíčidla na vřeteno lze pro lepší manipulaci použít vhodné pomůcky (např. kožený pás o šířce sklíčidla, který je na konci opatřen okem pro zavěšení, nebo je možno použít dřevěný přípravek, kdy osa položeného sklíčidla je asi 2 mm pod osou vřetena.

Platí, že pevné upínací hroty se musí mazat, aby se zmenšilo tření ve styčných plochách. Špičky upínacích hrotů musí být čisté a nepoškozené. Vlastní hrot musí být mírně otupený a otupení se musí obnovit i po renovaci hrotu.

Při obrábění tenkých a dlouhých součástí se musí použít opěrky. Tyčový materiál pro obrábění musí být předem náležitě vyrovnán.

Při obrábění tohoto tyčového materiálu prochází materiál vřetenem soustruhu a vyčnívá ven z vřeteníku. Nutno upozornit, že vyčnívající nechráněný materiál byl již mnohokrát příčinou těžkých i smrtelných úrazů. Došlo např. k zachycení vlasů, pracovního oděvu a nebo k udeření kmitajícím koncem materiálu. Článek 104P normy stanoví, že vyčnívající materiál musí být zakrytý ochrannou trubicou po celém obvodu a jeho délce.

Při upínání předmětů do univerzálního sklíčidla musí pracovník sledovat, zda rozevření čelistí nepřesáhne max. polohu a upnutí je bezpečné (u sklíčidel čs. výroby je na čelistech vyznačena ryska, jež označuje max. rozevření). Rysky na čelistech lze snadno zrakem kontrolovat.

Při provádění utahování zpracovávaného materiálu ve sklíčidle jsou používány zástrčné klíče, jejichž ramena s návleky umožňují dokonalejší držení klíče a dále umožňují i vyvinutí větší utahovací síly. Při práci s těmito klíči po upnutí nebo uvolnění obrobku z upínacího zařízení, nesmí být klíč ponechán v upínacím zařízení. Zapomenutý klíč může být při spuštění stroje vymrštěn a může zranit obsluhu nebo spolupracovníky.

Před spuštěním stroje je třeba zkontrolovat:

- Zda je obrobek řádně upnut v použitém upínacím zařízení.
- Zda je obrobek řádně podepřen hrotem.
- Zda je koník pevně utažen na loži.
- Zda je nůž dostatečně upnut alespoň dvěma šrouby a vyložení jeho řezné hrany pro běžné obrábění není větší než 1,50 až 2 násobná výška nože.

Pokud je třeba ve výjimečných případech upravovat povrch obrobku ručně (neupnutým) nástrojem, mají se dodržovat tyto zásady:

- Při pilování na soustruhu musíme vždy levou rukou držet rukojeť a pravou rukou konec pilníku.
- Při srážení hran škrabákem musí být škrabák nasazen ze spodu na hraně ustupující od pracovníka (doporučení – na ostré hrany škrabáku možno nastrčit izolační trubku, aby nedošlo k poranění ruky).
- Při leštění – smirkové plátno přitlačujeme na straně ustupující od pracovníka, nebo jej napneme na držák popř. použijeme leštící kleště.
- V dírách se nesmí smirkové plátno přidržovat prsty, ale je třeba použít držáku.
- Ruční pilování a leštění obrobků, které mají vystupující části, výřezy nebo drážky, je zakázáno.

Platí, že při všech ručních úkonech musí být nástroj upnutý ve stroji odstraněn, zakryt nebo oddálen do bezpečné vzdálenosti, jinak hrozí poranění obsluhy.

Pokud je u strojů instalován ochranný kryt upínacího zařízení, je třeba ho podle potřeby používat.

Při manipulaci s obrobky v nebezpečném prostoru musí pracovník zastavit chod vřetena a odjet se supty, nebo revolverovou hlavou do jejich výchozích poloh, aby se neporanil o nástroje.

Dle ČSN 01 8010 musí být všechny části stroje, které přesahují jeho obrysy, natřeny žlutou barvou. Jsou-li některé přesahující části stroje ohraničeny ochrannými rámy, musí být tato rámy natřeny žlutočernými pruhy.

4. Bezpečnost práce při práci na vrtačkách

Mimo základní ČSN 20 0700 jsou bezpečnostní požadavky na vrtačky obsaženy ještě v těchto předpisech:

- ČSN 20 0708 Bezpečnostní požadavky pro vrtačky.
- ČSN 20 0710 Bezpečnostní předpisy pro vodorovné vyvrtávačky.
- Vyhl. ČÚBP č. 48/82 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a tech. zařízení.

Vybrané požadavky pro vrtačky

Vrtačky se používají pro vrtání, vyvrtávání, vyhrubování, vystružování a zahlubování. Hlavní pohyb a posuv koná vřeteno stroje s nástrojem.

Podle konstrukce jsou vrtačky členěny na stolní, sloupové, stojanové, otočné a speciální.

Při práci na vrtačkách se největší nebezpečí vyskytuje u nechráněných řemenových převodů, u rotujícího vřetena, sklíčidla a konečně i u nástroje. Řemenový převod musí být vždy dokonale zakryt po celé délce, což nebývá vždy splněno u starších typů vrtaček.

Nebezpečí ohrožení pracovníka hrozí i od rotující spodní části vřetena, sklíčidla a nástroje, které však nelze vhodně zajistit. Nebezpečí zachycení lze čelit především správným ustrojením obsluhy a dodržováním zásad bezpečné práce.

Při práci je třeba důsledně používat správně uvázaných šátků, čepic, sítěk, vlasy nesmějí vyčnívat zpod pokrývky hlavy.

Řada těžkých úrazů si vynutila zákaz používání rukavic. Není dovoleno pracovat s obvazem na zraněné ruce či prstu, s koženými chráničky prstu apod.

Dle ČSN 20 0708 musí být pracovní prostor u vrtaček otočných, přenosných, pojízdných a nástěnných zabezpečen tak, aby v něm nemohlo dojít k úrazu následkem otáčení ramena

vrtačky nebo jejím pojižděním. Mezi bezpečnostní opatření v tomto případě patří např. výstražný bezpečnostní nátěr konce ramene černožlutým pruhováním nebo ohrazení pracoviště.

Stojí-li pracovník při obrábění přímo na obrobku, musí se zabezpečit pracoviště tak, aby nedošlo k úrazu pracovníka pádem apod.

Obsluha stroje nesmí nástroj nebo pomocné upínací zařízení z vřetena uvolňovat jinak než vyrážecím klínem, který se nesmí v žádném případě ponechávat ve vřetenu. Při uvedení vřetena do pohybu by totiž mohlo dojít k vymrštění klínu a nebo zachycení oděvu obsluhy klínem.

Dále platí, že klín nesmí být k obráběcímu stroji připevněn řetízkem, lankem či jiným způsobem.

Při provádění výměny nástroje musí být vřeteno vrtačky v klidu. Obsluhující stroje nesmí dále brzdit dobíhající vřeteno rukou nebo provádět brzdění drženým předmětem.

Obrobek se musí při vrtání upnout do strojního svěráku nebo přípravku upínkami či upínacími šrouby na stůl nebo upínací desku stroje. Není totiž žádoucí, aby při obrábění docházelo k pootočení obrobku nebo k jeho našroubování na nástroj. Přidržování obrobku rukou je zakázáno.

Není-li vrtačka vybavena ochranným krytem a obsluha je ohrožována odletujícími třískami nebo odstříkující řeznou kapalinou, musí pracovník používat brýlí nebo obličejových štítků.

Mezi zakázané operace patří u vrtaček rovněž odstraňování třísek holou rukou nebo vyfukování ústy. Třísky lze z nebezpečného pracovního prostoru za chodu vřetena odstraňovat jen příslušnými pracovními pomůckami, např. háčkem.

Každá vrtačka musí mít zařízení zamezující samovolnému posuvu vřetena do dolní polohy. Vřeteno se zpravidla vyvažuje pružinou, nebo závažím. Po skončení vrtací operace se musí vřeteno také samočinně vrátit do horní polohy. Návrat vřetena musí být spolehlivý po celé délce chodu. Pokud dochází k samovolnému sjíždění vřetena, je nutno tuto závadu ohlásit vedoucímu pracoviště.

5. Bezpečnost práce při práci na frézkách

Mimo základní ČSN 20 0700 jsou bezpečnostní požadavky na frézky obsaženy ještě v těchto předpisech:

- ČSN 20 0711 Bezpečnostní požadavky na frézky.
- Vyhl. ČÚBP č. 48/82 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

Frézy jsou nástroje užívané při frézování. Frézováním se obrábějí rovinné i tvarové plochy otáčejícím se vícebřitým nástrojem, tj. frézou.

Podstata frézování spočívá v tom, že obrobek upnutý na pracovním stole frézky vykonává plynulý pohyb – posuv. Někdy se posouvá i vřeteno s nástrojem.

Rozbor příčin úrazů ukazuje, že k úrazům u frézek dochází v blízkosti nástroje v době jeho otáčení a odletujícími třískami vznikajícími při frézování.

Vybrané požadavky pro frézky

Nebezpečí pořezání nebo zachycení od rotujícího nástroje lze předcházet jednak dodržováním zásad bezpečné práce při obsluze, jednak také vhodným zajištěním vlastního nástroje.

Řešení vhodného krytu nástroje je obtížné, neboť povaha práce na frézkách vyžaduje často různé druhy nástrojů, takže nelze vytvořit zcela univerzální ochranný kryt pro všechny nástroje a jednotlivé užívané typy strojů.

V případě sériové výroby musí však příslušný kryt nástroje řešit sám provozovatel stroje s přihlédnutím k charakteru prováděné pracovní operace. Pokud však nelze z technologických důvodů zcela zamezit přístup k rotujícímu nástroji, musí být dodržována alespoň tato bezpečnostní pravidla:

- Veškeré manipulace s nástroji seřizování, výměna i upínání a vyjímání obrobků z upínačů jsou dovoleny pouze za klidu frézovacího vřetena a upínacího stolu.
- Při výměně obrobků odsuňte stůl do bezpečné vzdálenosti od frézovacího nástroje.
- Dodržujte správné pracovní ustrojení, pracovní oděv musí být řádně zapnut, hlavně rukávy.
- Před zahájením frézování odstraňte z upínacího stolu všechny volné předměty, jako přebytečné upínky, klíče, měřidla nástroje apod.
- Není-li obsluha chráněna před odletujícími třískami a odstříkující řeznou kapalinou ochranným zařízením, je povinná používat osobních ochranných pomůcek (brýle, ochranný štítek apod.).

Upínání obrobků je třeba věnovat zvýšenou pozornost, protože nedokonale upnutý obrobek může být řezným odporem při obrábění vyražen z upínacího zařízení, nástroj poškozen a obsluha případně zraněna.

Při výměně frézovacích nástrojů lze povolit užívání ochranných rukavic, neboť hrozí poranění rukou.

6. Bezpečnost práce při práci na bruskách

Mimo základní ČSN 20 0700 jsou bezpečnostní požadavky na brusky obsaženy v těchto předpisech:

- ČSN 20 0717 Bezpečnostní požadavky pro brusky.
- ČSN 20 0707 Ochranné kryty brousících a řezacích kotoučů, konstrukční požadavky.
- ČSN 20 1524 Příruby pro upínání brousících kotoučů.
- ČSN 22 4501 Brousící a řezací kotouče.

- ČSN 22 4805 Plstěné kotouče.
- Vyhl. ČÚBP č.48/82 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

Podstatou broušení je oddělování třísek materiálu brousícím kotoučem, který je tvořen zrny brusiva. Tato jsou nepravidelně rozmístěna po obvodu nástroje a mají nestejnou geometrii břitu.

Vybrané požadavky na brusky

Bruskám a brousícím kotoučům věnujeme zvýšenou pozornost, neboť se pracuje s vyššími řeznými rychlostmi než u jiných obráběcích strojů, přičemž nástroj (brousící kotouč) nemá stejné vlastnosti jako nástroj ocelový.

Největší nebezpečí úrazu se vyskytuje u brusek, kde je obrobek přisouván ke kotouči ručně. Též u brusek, které nejsou řádně vybaveny a upraveny podle bezpečnostních předpisů.

Z hlediska čl. 53P ČSN 20 0700 musí být brusky v dílně, provozu, umístěny tak, aby ve směru roviny rotace brousícího kotouče nebyla umístěna žádná stanoviště pracovníků. Při roztržení kotouče je ohrožován nejen brusič, ale i okolní spolupracovníci.

Požadavky platné pro brousící kotouče

Při značení brousících kotoučů je jedním z hledisek obvodová rychlost, podle níž dělíme kotouče do těchto skupin:

- Brousící kotouč pomaloběžný, nejvyšší obvodová rychlost 20 m/s.
- Brousící kotouč standardní (nejvíce používaný), nejvyšší obvodová rychlost 35 m/s.
- Brousící kotouč rychloběžný, obvodová rychlost vyšší než 35 m/s.

U rozbrušovaček jsou používány tenké brousící kotouče, tzv. řezací kotouče, které se otáčejí nejvyššími obvodovými rychlostmi a slouží k řezání (dělení) materiálu.

Značení kotoučů stanoví ČSN 22 4501, technický předpis uvádí, že na povrchu brousícího kotouče musí být zřetelně vyznačeny základní údaje (např. označení výrobce, rozměry, druh brusiva, stupeň tvrdosti, mezní pracovní obvodová rychlost, měsíc a rok výroby atd.).

Řezací a rychloběžné brousící kotouče se označují navíc šikmými barevnými pruhy, buď na čele kotouče nebo na jeho papírové přírubě či štítku. Barevné odstíny jsou rozděleny takto:

- do 45 m/s – modrý pruh.
- do 50 m/s – dva modré pruhy.
- do 60 m/s – žlutý pruh.
- do 80 m/s – červený pruh.
- do 100 m/s – zelený pruh.
- do 125 m/s – jeden zelený a jeden modrý pruh.

Z hlediska bezpečnosti práce je důležité, aby nástroj měl při broušení správnou obvodovou rychlost a hlavně, aby při práci nebyla překročena nejvyšší dovolená obvodová rychlost, kterou stanovil výrobce nástroje.

Pozor!

Překročením nejvyšší dovolené obvodové rychlosti kotouče hrozí nebezpečí, že se brousící kotouč roztrhne.

Zmenší-li se průměr brousícího kotouče opotřebením, může se zvýšit počet otáček kotouče, nesmí však být překročena nejvyšší obvodová rychlost stanovená výrobcem. Měnit otáčky (např. výměnou řemenic) smí jen pracovník, který je k tomu určený.

Upínání brousících kotoučů

Upínání brousících nástrojů na brusku a jejich výměnu smí provádět jen zkušený (školený) pracovník nebo seřizovač, zvláště k tomu pověřený, což stanoví čl. 160P ČSN 20 0700.

Brousící a řezací kotouče se upínají na vřeteno brusky přírubami, které nedosedají celou plochou, nýbrž jen plochou mezikruží.

Mezi příruby a brousící kotouč se vkládají pružné podložky z pryže, kůže nebo měkkého papíru tloušťky 0,5 mm až 2 mm. Platí, že podložky musí pokrýt celou upínací plochu obou přírub a musí přesahovat příruby po celém obvodu alespoň o 1 mm.

Je-li nutno upnout kotouč s větším průměrem otvoru než je průměr hřídele, zmenšíme otvor v kotouči vložením kovového pouzdra. Není dovoleno zmenšovat otvory kotoučů vyléváním olovem nebo jinou hmotou.

Před upínáním je nutno:

- Při dopravě kotouče k brusce, při upínání a výměně chránit tento před nárazy.
- Před upnutím každý kotouč pečlivě prohlédnout, nemá-li trhliny, lehkým poklepem dřevěnou paličkou vyzkoušet, zda vydává jasný zvuk a zda nebyl při dopravě či uskladnění poškozen.
- Kotouč vydávající při poklepu chraplavý zvuk ihned vyřadit, je prasklý.
- Před upnutím se musí pracovník přesvědčit, zda pracovní obvodová rychlost, vyznačená na kotouči, není menší než obvodová rychlost, na níž je stroj seřízen.

Při lehkém sevření kotouče mezi příruby se musí kotouč vystředit tak, aby radiální vůle mezi kotoučem a přírubou byla ve všech směrech rovnoměrně rozdělena.

Šrouby a matice musí být při upínání nástroje na přírubu utahovány rovnoměrně, bez násilí, jen náradím dodaným výrobcem brusky. Není dovoleno dotahovat matice a šrouby údery nebo použít při dotahování nástavců k zvětšení síly.

Po upnutí brousícího kotouče na vřeteno musí být před spuštěním stroje provedena kontrola ručním otáčením kotouče, zda není mechanicky poškozen, není-li na vřetenu volný a zda nenarazí při otočení na nějakou část stroje.

Namontovaný brousící kotouč uvedeme do chodu naprázdno při pracovních otáčkách na dobu nejméně 5 minut, ochranný kryt musí být namontován. Při spuštění brusky musí stát pracovník mimo rovinu kotouče. Práce na brusce se smí začít až po zjištění, že upevněný brousící kotouč je nepoškozený a upevnění je dobré.

Orovnávání a vyvažování brusných kotoučů

Po provedení upnutí musí být brousící kotouč před započetím broušení orovnáno, aby se odstranilo házení brousící plochy a dosáhlo částečného vyvážení. Orovnání je možno provést až po zkušebním chodu naprázdno.

K orovnáání lze použít pouze dovolené nástroje, tj. např. kladkový orovnávač, diamantový orovnávač apod. Při orovnáování musí být zrak pracovníka chráněn ochrannými brýlemi, nebo obličejovým štítkem. Dýchadla chráníme respirátorem.

Dle čl. 178P ČSN 20 0700, je zakázáno (kromě orovnáování) zvyšovat řezivost brousícího kotouče jiným způsobem, např. nasekáváním kotouče nebo jiným nedovoleným způsobem upravovat jeho brousící plochu.

Pouze výrobce brousícího kotouče smí opatřovat kotouč zářezy za účelem zvýšení řezivosti.

Požadavky na stolní a stojanové brusky

Tyto dvoukotoučové brusky jsou nejčastěji zastoupeny v prostorech dílen a různých údržbářských provozech. Stolní a stojanové brusky slouží k ručnímu broušení, kdy broušený předmět se pokládá na podpěrku a ručně přisouvá ke kotouči.

Vyjimku při ručním broušení tvoří některé operace, jako např. ostření malých vrtáků, závitníků, speciálních nožů apod., kdy není nutno užívat instalovanou podpěrku.

Výška podpěrky se má nastavit tak, aby bod dotyku obrobku s brousícím kotoučem byl přibližně ve vodorovné rovině procházející středem kotouče nebo poněkud výše.

Podpěrka musí být nastavena tak, aby vzdálenost okraje podpěry od pracovní plochy brousícího kotouče byla menší než polovina tloušťky broušeného předmětu, nejvýše však 3 mm, platí také, že okraj podpěrky na straně ke kotouči musí mít stále nepoškozenou hranu.

Nastavování podpěry je dovoleno jen tehdy, když není bruska v chodu. Podpěry musí být po každém novém seřízení spolehlivě zajištěny.

Brousit bočními plochami kotoučů při ručním broušení se smí tehdy, jestliže šířka brousícího kotouče se rovná alespoň 10 procentům jeho průměru.

Ochranné kryty brusek

Nevážnější ohrožení pracovníka vzniká v případě roztržení brousícího kotouče, což může nastat např. při použití porušeného kotouče, nesprávným upnutím, špatným skladováním apod.

Možnost ohrožení pracovníka odletujícími částmi roztrženého kotouče je u všech brusek snížena zejména správně navrženými a používanými ochrannými kryty. Ochranný kryt má zabránit vylétnutí úlomků, ochránit brusiče a okolní osoby před vážným zraněním. Kryt rovněž chrání obsluhu před prachem a drobnými částicemi vznikajícími při broušení a také před nebezpečným dotykem (náhodným stykem ruky s nástrojem).

Je přísně zakázáno brousit na stoji se sejmutým, nezavřeným nebo nedokonale upevněným ochranným krytem brousícího kotouče.

Ochranné kryty brousících kotoučů musí odpovídat ČSN 20 0707, tento předpis stanoví, že nejvhodnějším materiálem krytů je zpravidla ocelový plech, používání šedé litiny je zakázáno.

U stolních a stojanových brusek se ochranný kryt brousícího kotouče doplňuje ještě hradítkem, což je přestavitelný ocelový plech, který se radiálně zasouvá do ochranného krytu, čímž se zmenšuje mezera mezi vnitřní stěnou krytu a kotoučem po jeho opotřebení. Hradítko musí být vždy nastaveno co nejblíže ke kotouči, nejvýše však 6 mm.

K vymezení mezery mezi kotoučem a krytem se někdy místo hradítka posouvá celý kryt. Při použití stavitelných hradítek nebo stavitelných krytů, nesmíme zapomenout, že seřizováním se nesmí zvětšovat dovolený úhel otevřeného krytu a že tento úhel musí být dodržen i při různých průměrech ubývajícího kotouče.

Odsávání prachu

V provozech a dílnách, kde se používají jedno nebo dvoukotoučové stolní a stojanové brusky pouze pro občasné práce, není třeba instalovat odsávání. Je třeba zajistit celkovou úpravu větrání místnosti a vybavení brusky nádobkou naplněnou vodou pro zachycování hrubších částic prachu. Vodní lapače musí být pravidelně čištěny a dolévány čistou vodou.

Ostatní typy brusek, u nichž dochází při broušení ke vzniku škodlivin ohrožujících pracovníka, musí vyhovovat ČSN 12 7040 (odsávání škodlivin od strojů a tech. zařízení).

Další ochrana pracovníka

Pracovník musí být při obsluze brusek chráněn mj. i před odletujícími úlomky a prachem vznikajícím při broušení, průhlednými ochrannými štíty z bezpečnostního skla dle ČSN 70 9081. Týká se zejména brusek nejvíce užívaných a to brusek stolních a stojanových.

Pokud však na brusce není toto ochranné zařízení připevněno a nasazeno v účinné poloze, musí obsluha brusky vždy použít vhodných ochranných brýlí nebo obličejového štítu.

Doplňující požadavky pro brusky

Pracovní smysl otáčení vřetena brousícího kotouče musí být označen trvanlivou a dobře viditelnou šipkou umístěnou na krytu kotouče nebo na vřeteníku poblíž brousícího kotouče.

Výše uvedený požadavek stanoví ČSN 20 0717 v čl. 25 a vyhláška ČÚBP č. 48/82 Sb.

7. Bezpečnost práce při práci na strojích na dělení materiálu

Mimo základní ČSN 20 0700 jsou bezpečnostní požadavky pro stroje na dělení materiálu obsaženy v těchto předpisech:

- ČSN 20 0723 Bezpečnostní požadavky pro stroje na dělení materiálu.
- Vyhl. ČÚBP č. 48/82 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

Stroje používané na dělení materiálu patří také do oblasti obráběcích strojů na kovy, tvoří je zejména kotoučové, rámové a pásové pily, dále pak stroje na dělení materiálu pomocí nožů a řezacích kotoučů.

Vybrané požadavky pro pily

Při práci na pilách je třeba respektovat bezpečnostní zásady při obsluze i během řezání a při manipulaci s materiálem. Hlavní podmínkou je udržování pořádku kolem stroje.

Z pracoviště musí být odstraňován všechen odpadový materiál – odřezky. Kolem stroje nesmějí být také kaluže rozstříknuté chladicí kapaliny (nebezpečí uklouznutí).

Upnutý řezaný materiál nesmí zasahovat do průchozích uliček. Hrozí-li zakopnutí o materiál, je vhodné pracoviště ohradit zábradlím.

Není rovněž dovoleno odkládat nářadí či jiné pomůcky v okolí upínacího zařízení materiálu na stroji.

Opotřebují-li se upínací čelisti natolik, že by nezaručovaly bezpečné upnutí řezaného materiálu, musí se vyměnit. Do upínacího zařízení může obsluha upínat více než jednu tyč tehdy, je-li zajištěno zcela spolehlivé upnutí.

Při řezání na rámových pilách se musí obsluha pily při každé změně tvaru a velikosti upínaného materiálu přesvědčit, zda pilový rám ve svých krajních polohách nenarazí na řezaný materiál.

Řezání otupeným pilovým listem nebo kotoučem je nebezpečné, zejména u kotouče hrozí nebezpečí jeho roztržení. Otupení lze posoudit podle opotřebení zubů, sešikmeným řezem, přílišným otřepem při doříznutí.

Každá pila musí být vybavena snadno přestavitelnou podpěrou k podepření dlouhého materiálu. Materiál po odřezání nemá padat na podlahu dílny a tím eventuálně zranit obsluhu pily. Má být zachycován v loži stroje nebo vhodnými skluzy dopravován do přepravních beden.

U rámových pil nesmí přední část pilového rámu přebíhat přes okraj jeho vedení ani při největším nastavitelném zdvihu rámu. V krajní poloze rámu nesmí mezi ním a vodícím ramenem vznikat nebezpečná tlačná nebo střízná místa.

Jestliže přední část pohyblivého rámu rámových pil přesahuje vodící plochy, musí být střídavě natřena černými a žlutými pruhy. U starších rámových pil je možno prodloužit vedení plechovým nástavcem – krytem.

U pásových pil vodorovných a pil nakloněného provedení musí být pilový pás zakrytován po celé jeho délce vyjma úseku v prostotu řezání.

Kotoučové pily musí být opatřeny do strany posuvným nebo odklopným krytem, popř. krytem odnímatelným, který chrání pracovníka před odletujícími třískami. Dále platí, že nepracovní část pilového kotouče kotoučové pily musí být zakryta.

Směr pohybu nástroje u pásových a kotoučových pil a u rozřezávacích brusek je třeba znázornit dobře viditelnou šipkou na krytu nástroje.

8. Používání řezných kapalin

Řezné (chladicí) kapaliny plní v technologii obrábění několikerou funkci – odvádějí teplo z obráběného místa a nástroje, zmenšují třecí odpory a odplavují třísky.

Vhodná volba kapaliny, její správná příprava, kontrola, ošetřování apod. mají prvořadou důležitost nejen pro obrábění, ale i pro příznivé pracovní podmínky u strojů.

Základní údaje

Emulzní kapaliny mají střední až silnou biologickou dráždivost na pokožku a navíc u nich ještě působí alkalita a přítomnost bakterií. Při stálém a intenzivním styku s nechráněnou pokožkou mohou vzniknout záněty kůže, zvláště jedná-li se o zahnívající emulzi a je-li pokožka poškozena.

Většina řezných kapalin není požárně nebezpečná. Velmi nebezpečné je však použití petroleje jako řezné kapaliny, neboť k jeho samovznícení dochází již při 255 ° C. Z tohoto důvodu a z důvodů zdravotních nemá být petrolej vůbec používán. Lze jej nahradit např. emulgačním olejem ALEX či speciální kapalinou FINOL.

Rozdělení řezných kapalin

Kapaliny dělíme dle chemického složení na:

- vodné roztoky – připravují se rozpouštěním některých základních látek ve vodě, např. kalciovaná soda, borax, mýdlo, fluorid sodný. Mezi vodné roztoky patří i koncentrát DIOL.
- emulzní kapaliny – vhodné emulze emulgačních olejů a maziv, připravují se smícháním upravených minerálních olejů ve vodě. Emulgační oleje vytvářejí zpravidla bílou nebo žlutou emulzi, vyjma obráb. koncentrátu AKVOL. Do této skupiny patří např. EMULZÍN H, emulgační oleje OET, ALEX, ROBOL, a koncentrát AKVOL.
- minerální oleje – kapaliny, které ve srovnání s emulzními kapalinami mají vyšší mazací schopnost, velmi dobrý ochranný účinek proti korozi kovů, vysokou odolnost proti stárnutí, ale nižší chladicí účinek. Prakticky neobsahují bakterie a nepodléhají tedy rozkladu jako emulzní kapaliny. Použití : ložiskový olej B2 nebo J0.
- řezné oleje maštěné – minerální oleje s přísadou mastných látek rostlinného nebo živočišného původu (např. řepkový olej). Patří sem např. řezný olej MS.
- řezné oleje s chemickými přísadami – minerální oleje s přísadami látek vyrobených chemickou cestou, které zlepšují řezný proces a aktivně působí v daleko širším rozsahu řezných podmínek. Mezi tyto druhy patří řezný olej P2DS a olej KALOREX 100.
- koncentráty vysokotlakých přísad – jsou to koncentráty chemických přísad (aktivních látek). Obvykle se nepoužívají přímo, ale ve směsi s minerálními oleji v různém směšovací poměru, podle požadavků obráběcí operace. Patří sem např. KATOL PP.
- mastné látky živočišného nebo rostlinného původu – např. řepkový olej nebo olej lněný (fermež).

Prevence při práci s řeznými kapalinami

Je dobře známo, že téměř všechny řezné kapaliny vyráběné z ropy způsobují při dlouhodobém účinku větší nebo menší zdravotní obtíže, projevující se převážně poškozením kůže.

K dosažení účinné prevence je třeba:

- Používat jen těch řezných kapalin a konzervačních prostředků, 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 - hodnotu pH. Tato hodnota musí být udržována v rozsahu stanoveném jakostní normou použitého emulgačního výrobku. Z hlediska zdravotní závadnosti je nejvyšší přípustná hodnota pH 9,5. Doporučený rozsah kontrol kapalin stanoví ČSN 22 0131 Řezné kapaliny.
- V maximální míře omezit styk pokožky s kapalinou. Při přípravě kapalin a při čištění strojů je nutno používat ochranných rukavic. Popř. i gumových zástěr. Po práci (při přestávkách k jídlu) je nutné řádně si umýt ruce teplou vodou a mýdlem. Na čistě umytou pokožku nanese masť INDULONA nebo krém REPARON CH.
- Již při vstupních lékařských prohlídkách je třeba vyčlenit pracovníky, jejichž pokožka trpí přecitlivělostí na řezné kapaliny, nezaměstnávat na pracovišti osoby s infekčními i neinfekčními nemocemi kůže. Nezpůsobilost pro tuto práci určí příslušný lékař.
- Zabránit rozstříku kapaliny u stroje, např. vhodnými štíty, případně odsáváním vznikající mlhoviny u vysoko obráběcích strojů.
- Zajistit pravidelnou výměnu kapalin, zpravidla po 6 až 8 týdnech. Objeví-li se hnilobný zápach dřívě, tj. známka rozkladu, musí být emulze ihned odstraněna, celá chladicí soustava dokonale vyčištěna a propláchnuta horkou vodou s přídavkem sody.
- Doplnit obráběcí stroj zařízením, které by spolehlivě odstraňovalo z kapaliny všechny mechanické příměsky a hrubé nečistoty (např. usazovací nádrže s přepadem, magnetické čističe).
- Řádně poučit obsluhy strojů pracující s řeznými kapalinami o vlivu kapalin na lidský organismus a o zásadách bezpečnosti a hygieny práce.

Likvidace upotřebených řezných kapalin

Upotřebené kapaliny, pokud se nesbírají a nezpracovávají regenerací k dalšímu použití, musí být likvidovány hygienicky nezávadným způsobem. Znehodnocené kapaliny není přípustné vypouštět bez úprav do veřejných toků, kanalizace a na jiná místa, kde by mohly ovlivnit kvalitu spodních vod.

Soustružení

Soustružení je třískové obrábění nástrojem s jedním geometricky určeným ostřím při otáčivém hlavním řezném pohybu. Zpravidla provádí otáčivý pohyb obrobek. Při čelním soustružení a vnitřním soustružení vrtacími tyčemi (např. na otočných vrtačkách, vodorovných vyvrtávačkách) provádí otáčivý pohyb nástroj.

Rozlišujeme

- **Podle směru posuvu** – soustružení válcových ploch, čelní soustružení.
- **Podle místa, které má být obráběno na obrobku** – vnější a vnitřní soustružení.
- **Podle postupu soustružení** – soustružení válcových ploch, čelní soustružení, soustružení kuželových ploch, tvarové soustružení, profilové soustružení, soustružení šroubových ploch, dokončovací operace jako válečkování a rýhování.

Postupy soustružení

1. **Soustružením válcových ploch** se vytváří kruhové a válcové plochy. Při podélném soustružení válcových ploch se provádí posuv rovnoběžně s osou otáčení obrobku, při příčném soustružení válcových ploch se provádí posuv kolmo k ose otáčení.
2. **Čelním soustružením** se vytváří plocha ležící kolmo k ose otáčení obrobku. Při příčném čelním soustružení se provádí posuv kolmo k ose otáčení obrobku. Podélné čelní soustružení je čelní soustružení s posuvem rovnoběžně s osou otáčení obrobku. Příčné vypichování – zapichování na soustruhu je příčné čelní soustružení za účelem vypichování (vytvoření drážky) případně až po oddělení obrobku.
3. **Soustružení kuželových ploch** je soustružení kuželu nebo kolmého kuželu na obrobku.
4. **Soustružení šroubových ploch** je soustružení profilovým nástrojem, přičemž je posuv za otáčku stejný jako stoupání šroubovice. Soustružení závitů je soustružení posuvem rovnoběžným s osou otáčení obrobku. Nástrojem je tvarový soustružnický nůž na závity. Řezání závitů hřebíkovým nožem je soustružení posuvem rovnoběžným s osou otáčení obrobku, nástrojem je hřebíkový závitový nůž. Řezání závitů je šroubové soustružení posuvem rovnoběžně s osou otáčení obrobku, nástrojem je kruhová závitová čelist nebo závitová hlava.
5. **Tvarové soustružení** je soustružení, při kterém se vytvoří tvar obrobku řízením posuvného pohybu nástroje ručně nebo šablonou (vzorovým kusem) nebo programem CNC.
6. **Rýhování a vroubkování** je vtlačování vzoru na povrch obrobku rýhovacím kolečkem s různě utvořenými drážkami.

Soustružnické nože

Řezné úhly soustružnických nožů

- **Úhel bříty** – nože s malým úhlem bříty vnikají snadno do materiálu, avšak snadno se u tvrdého materiálu lámou.

- **Úhel čela** – ovlivňuje tvoření třísky a řeznou sílu. Jeho velikost se pohybuje od $+30^\circ$ do -5° a závisí na materiálu obrobku a materiálu nástroje.
- **Úhel hřbetu** – snižuje tření mezi obrobkem a břitem nástroje bývá 5° až 12° .
- **Úhel sklonu ostří** – kladný úhel zlepšuje odchod třísek, záporný zlepšuje trvanlivost břitů.
- **Úhel špičky** – při velkém úhlu se odvádí více tepla nástrojem, protože špička nástroje je masivnější a má větší průřez. To prodlužuje trvanlivost nástroje, protože menší působení tepla způsobuje, že břit se neotupí tak rychle.
- **Úhel nastavení** – ovlivňuje velikost složek řezné síly a jejich poměr, tvar třísky a trvanlivost. Velikost se volí mezi 30° a 90° . Optimální je 45° .

Hodnoty úhlů jsou jen směrné. Speciální úhly nástrojů pro co nejlepší utváření třísky jsou uvedeny v tabulkách nástrojů jednotlivých výrobců.

Posuv a průřez třísky

Posuv – je dráha v milimetrech, kterou urazí břit nástroje za jednu otáčku obrobku v podélném nebo příčném směru.

Velikost průřezu třísky v mm^2 vyplývá z hloubky řezu a posuvu. Její tvar je závislý na úhlu nastavení. Hloubka řezu závisí na tvaru a rozměrech obrobku.

Posuv malý – čistý povrch obrobku, doba obrábění delší.

Hloubka řezu velká – dobrý odvod tepla při tvoření třísek. Vhodnější průřez třísek dostaneme tehdy, pokud je hloubka řezu třikrát až osmkrát větší než velikost průřezu třísky.

Při hloubce řezu 3 až 8 mm nemá být posuv na otáčku větší než 1 mm. Potom získáme průřez třísky, tedy tenkou a širokou třísku.

Utváření třísky – na tvorbu třísky působí mnoho faktorů.

Tříska vzniká násilným oddělováním jednotlivých částí materiálu a jejich deformováním.

Rozlišujeme

- Drobivou třísku.
- Lámovou třísku.
- Plynulou třísku.

Tvoření třísky je ovlivněno pevností a plasticitou materiálu obrobku, velikostí úhlu čela a úhlu hřbetu, řeznou rychlostí, kvalitou povrchu plochy čela apod. Na styčné ploše mezi třískou a plochou čela vznikají přetvářením materiálu vysoké teploty až 700°C . Asi pětina tohoto tepla je přijímána nástrojem a to způsobuje jeho předčasné opotřebení. Chlazením emulzí vody a oleje se snižuje tvoření tepla a vzniklé teplo je z velké části emulzí odváděno.

Řezná rychlost a otáčky

Řezná rychlost je rychlost v m/min, kterou se pohybuje obvod obrobku podél břitů nástroje (rychlost odběru třísky).

Řezná rychlost velká

Výhoda: krátká doba výroby, malé náklady.

Nevýhoda: nástroj se rychle otupí a musí být často ostřen.

Řezná rychlost malá

Výhoda: dlouhá trvanlivost nástroje.

Nevýhoda: delší doba výroby obrobku.

Velikost řezné rychlosti se řídí podle

1. Materiálu obrobku.
2. Materiálu nástroje (rychlořezná ocel, slinutý karbid).
3. Velikost posuvu (kvalita povrchu, hrubování, hlazení).
4. Trvanlivost břitů nástroje.

K přesnému stanovení řezné rychlosti je třeba kromě toho vzít v úvahu úhel nastavení, druh mazání a chlazení, jakož i přesnost a tuhost obráběcího stroje.

Optimální střední hodnota mezi co nejkratší dobou výroby obrobku a dostatečně dlouhou trvanlivostí břitů nástroje byla zjištěna na mnoha pokusech a shrnuta v tabulkách.

Otáčky (frekvence otáčení) – jsou uváděny v 1/min. Otáčky závisejí na velikosti průměru obrobku a zvolené řezné rychlosti. Mohou být vypočteny z těchto dvou veličin nebo je možné je určit z tabulek.

Řezná rychlost při soustružení s chlazením řeznou kapalinou

Materiály	Pevnost v tahu (MPa)	Hloubka řezu h v mm	Posuv s v mm	Řezná rychlost v m/min	Druhy tvrdokovu
Běžné konstrukční oceli, automatové oceli	500	0,5....1	0,1....0,3	330....260	K10, P10
		1....4	0,2....0,4	330....260	P10
		4....8	0,3....0,6	240....120	P10
		větší než 8	0,5....1,5	140....60	P20
Běžné oceli legované, cementační, oceli k zušlechťování	500....700	0,5....1	0,1....0,3	300....220	P10
		1....4	0,2....0,4	240....150	P10, P20, M10
		4....8	0,3....0,6	160....100	P30, M20
		větší než 8	0,5....1,5	110....60	P30
Oceli k zušlechťování	700....900	0,5....1	0,1....0,3	260....150	P10
		1....4	0,2....0,4	210....100	P10

Řezné materiály

Řezné materiály jsou při užití vystaveny vysokým mechanickým a teplotním zatížením. Proto je důležité aby měly tyto vlastnosti:

- Tvrdost při vyšších teplotách.
- Pevnost v tlaku.
- Houževnatost, pevnost v ohybu.
- Odolnost vůči opotřebení, chemickou stálost (odolnost proti oxidaci, difúzi).
- Řezivost (schopnost udržet ostrý břit při obrábění řezáním).
- Odolnost vůči změnám teploty (schopnost vydržet určité teplotní změny).

Vysoce legovaná nástrojová ocel (rychlořezná ocel), tvrdost za teploty do 600°C

Tato ocel je legovaná wolframem, molybdenem, vanadem, chromem, kobaltem. Užívá se na vrtáky, frézy, výstružníky, soustružnické a hoblovací nože.

Tento materiál má (v porovnání s jinými řeznými materiály) vysokou pevnost, dostatečnou řezivost a dobrou pevnost hran. Rychlořezná ocel se proto volí především pro operace obrábění, při kterých jsou důležité ostré břity a případně velké úhly čela.

Slinuté karbidy (SK) tvrdost za vyšších teplot do 1000°C

Sestávají z velmi tvrdých karbidů kovů s vysokým bodem tání. Karbidy jsou nositeli tvrdosti a odolnosti vůči opotřebení. Jsou slinovány pojivy s nízkým bodem tání do pevného tělesa (břitové destičky).

Tyto řezné materiály jsou (na rozdíl od rychlořezné oceli) odolnější vůči opotřebení a mají vyšší tvrdost za tepla. Proto je možné volit podstatně vyšší řezné rychlosti (pětkrát až desetkrát).

Tvary soustružnických nožů

Rozlišení podle:

- Tvaru tělesa soustružnického nástroje – **přímé, ohnuté a stranové** soustružnické nože.
- Směru řezu – **pravé** soustružnické nože (řežou zprava do leva) a **levé** soustružnické nože (řežou zleva doprava), soustružnické **nože, které řežou do obou směrů**.
- Místa záběru – **vnější a vnitřní** soustružnické nože.

Podle provozních podmínek nasazení mohou být soustružnické nože:

- Celé z rychlořezné oceli.
- S připájenými břitovými destičkami ze slinutého karbidu.
- S mechanicky upevněnými vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutého karbidu, oxidové keramiky.

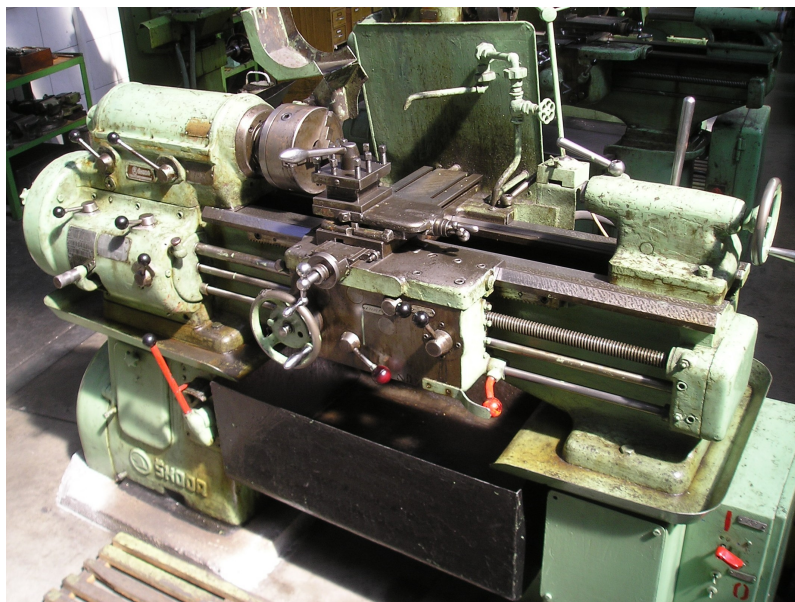


Soustruhy

Soustruhy jsou univerzální obráběcí stroje pro kusovou nebo sériovou výrobu.

Části soustruhu

- **Lože stoje (opěrná a nosná část)** – nosič všech pevných a pohyblivých celků jako vřeteník, saně a suport, koník, vodící plochy. Zachycuje všechny síly při obrábění.
- **Vřeteník** – uložení pracovního vřetena a hlavního převodu.
- **Hlavní převodovka** – přenos točivého pohybu na pracovní vřeteno. Řezný pohyb pracovního vřetena s 8, 9, 12, 16, 18 nebo 24 otáčkovými stupni. Rozsah otáček asi 20 až 2000 1/min. Pravý a levý smysl otáčení pracovního vřetena.
- **Vodící plochy lože** – uložení a vedení suportu a koníku. Tvary – ploché, prizmatické, nebo střešové vodící plochy.
- **Pracovní vřeteno** – přenos řezného pohybu na obrobek. Zachycování řezných sil (radiální a axiální síly). Uložení bez vůle.
- **Spojková tyč** – zapínání a vypínání, pravý a levý chod pracovního vřetena.
- **Posuvná převodovka** – přenos řezného pohybu na tažné elementy (vodící šroub a tažný hřídel) obvykle umožňuje zařazení asi po 60 až 80 podélných, příčných a závitových posuvů.
- **Tažné elementy** – převod otočného pohybu z posuvné převodovky k suportové skříni. Tažný hřídel (tyč) pro podélný a příčný posuv. Vodící šroub pro závitový posuv.
- **Koník** – slouží jako opěrné rameno pro obrobek, eventuálně pro upnutí středových nástrojů, jako jsou vrtáky, výstružníky, nástroje na řezání závitů.
- **Saně se suportem** – uložení a pohyb nástroje. Podélné saně se suportovou skříní nesou příčný suport pro příčný a rovinný pohyb nástroje a horní nožové saně pro podélný a šikmý pohyb. Na nožových saních je umístěn držák pro upínání nástrojů.
- **Suportová skříň** – uložení pohonu suportu. Převod rotačního pohybu tažných elementů na podélný pohyb saní a příčný pohyb suportu.



Upínání soustružnických nožů

Při tvorbě třísky působí na soustružnický nůž a obrobek síly, jejichž velikost a směr musí být bezpečně zachyceny upínacími přípravky.

Základní pravidla při upínání nástrojů:

1. **Soustružnický nůž je třeba upínat na krátko** – když nůž přechází příliš daleko přes upínací plochu (vysazení nože), vzniká dlouhé rameno páky, nůž může vibrovat, ohýbat se, zlomit se (drsný povrch, změna úhlů nástroje).
2. **Soustružnický nůž je třeba upínat pevně** – hrozí nebezpečí, že se nůž uvolní z upínacího držáku (nebezpečí úrazu) a že na obrobku vzniknou rýhy.
3. **Výškové nastavení soustružnického nože**

U všech prací tvarovými soustružnickými noži, při soustružení závitů, soustružení kuželových ploch a při zapichování a upichování, musí být nástroj vždy přesně v ose obrobku.

Upínání obrobků

Různé tvary a velikosti obrobků, které mají být upínány, vyžadují rozmanité upínací prostředky. Musí přenášet hlavní kruhový pohyb na obrobek a bezpečně zachycovat opačné síly vznikající při tvorbě třísky.

Tříčelist'ové sklíčidlo – používá se k upínání válcových, trojhranných a šestihranných obrobků. Tři čelisti zasahují svými plochami do drážky, která má tvar spirály. Zadní strana závitové podložky je vytvořena jako talířové kolo, do kterého zasahují kuželové pastorky přestavené o 120° s vnitřním čtyřhranem. Upínací pohyb čelistí vzniká otáčením pastorku pomocí sklíčidlového klíče.

Čtyřčelist'ové sklíčidlo – k upínání čtyřhranných a osmihranných obrobků.

Upínání mezi hroty – je-li obrobek příliš dlouhý nebo chceme-li u kratšího obrobku mít zajištěno minimální házení, upne se mezi upínací hroty pracovního vřetena a koníku.

Upínací hroty – (pevné nebo otočné) jsou svými kuželovými tělesy (kužel Morse nebo metrický kužel) nasazeny do kuželových otvorů pracovního vřetena a pinoly koníku. Přenášejí tíhu obrobku a řezné síly do vřetena a do koníku.

Pevná luneta – (opěrka) opírají se jí dlouhé tenké obrobky, čímž se zabrání průhybu při obrábění. Luneta se upevňuje na vodící plochy lože soustruhu. Při nasazování opěrných čelistí nesmí obrobek házet.

Pohyblivá luneta – (opěrka) podepírá obrobek vůči soustružnickému noži, který vytváří vlastně třetí čelist. Protože se pohybuje s nožem (upevňuje se na suportu), podpírá obrobek po celé délce obrábění. Používá se zejména při hrubování.

Upínací lícní deska – upíná obrobky s velkým průměrem nebo asymetrickým tvarem. Upínací deska má čtyři jednotlivě přestavitelné upínací čelisti. Ty se dají otáčet o 180° a mohou být proto užívány jako vnitřní a vnější čelisti.

Upínací trny – se užívají tehdy, pokud má být díra vůči ploše pláště obrobku přesně centrická.

Pevný trn – jeho průměr souhlasí s průměrem díry. Trn je kalený a broušený mírně kuželovitě v poměru 1:400. Tím vznikají velké upínací síly. Jeden konec trnu má unášecí plochu. Čelní plochy mají přesně vystředěné upínací kužele k upnutí mezi hroty. Obrobky se nasazují na trny tlakem, nebo narážením na měkkou podložku.

Rozpínací trn – na kuželovitý upínací trn se nasazuje s kruhovou maticí (jemný závit) pouzdro z vnější strany válcovité, z vnitřní strany kuželovité a z obou stran rozříznuté třemi drážkami. Přitom se pouzdro rozvírá a upíná obrobek za otvor. Rozpínací trn se upíná mezi hroty.

Kleštiny – slouží k upínání krátkých válcovitých obrobků s malými průměry. Tyto se dají klestinami rychle, přesně a bezpečně upnout.

Soustružení kuželových ploch

Kuželové plochy můžeme na soustruhu obrábět třemi způsoby:

1. Natočením nožových saní – používáme pro krátké kuželové plochy s úhly kužele mezi 0 a 180°. Nožové saně natočíme podle uvedeného nebo vypočteného úhlu. Úhel nastavíme přesně číselníkovým úchylkoměrem podle vzorového kusu, šablony nebo kuželového kalibru.
Protože nožové saně nemají strojní posuv, je nutno posouvat nůž ručně, pomocí kličky. Ruční posuv je ovšem nerovnoměrný, takže povrch není kvalitní. Citlivější posouvání nože dosáhneme, uchopíme-li kličku oběma rukama. Největší délka kužele = délka přestavení nožových saní. Dlouhý kužel je možné sestavovat z několika kuželových částí, když jsou výstupky vznikající přitom na povrchu pro užívání obrobku nepodstatné, nebo když je možné je odstranit dalším obráběním (např. broušením).
2. Použitím zařízení na soustružení kuželů (kopírovacího pravítka) – hodí se pro dlouhé kužele do vrcholového úhlu kužele 20°.
Pravítko natočíme o poloviční úhel kužele. Podélné saně přestavíme pod obráběný kužel a pomocí upínky na vedení lože zpevníme saně pravítkem. Podélné saně se normálně pohybují strojním posuvem pomocí vodící tyče. Vodítko, které je pevně spojeno s příčným šroubem, sleduje pravítko a přes šroub a matici pohybuje příčným suportem tak, že se nůž pohybuje podél povrchové přímky kužele. Kličkou na šroubu realizujeme přísuv do řezu. Největší délka kužele = délka pravítka. Sestavování kuželových úseků je možné jako v prvním případě.
3. Vyosením koníku – pro dlouhé štíhlé kužele.
Těleso koníku se přestaví bočně o rozměr e (excentricita). Velikost přestavení změříme hloubkoměrem nebo číselníkovým úchylkoměrem nebo odečteme na stupnici s noniem na koníku. Podélný suport se pohybuje strojním posuvem pomocí vodící tyče.

Soustružení závitů

Při soustružení závitů musí být posuv soustružnického nože na jednu otáčku obrobku stejný jako stoupání závitu, který má být řezán.

Poměr mezi otáčkami hlavního vřetena (obrobku) a otáčkami vodícího šroubu, nutný pro určité stoupání závitu, se dosáhne kombinací ozubených převodů.

Posuvový převod – pro požadované stoupání závitu je možné použít potřebné polohy řadicí páky uvedené v tabulce.

Příprava obrobku – před řezáním vnějších závitů je třeba osoustružit čep na požadovaný vnější průměr závitu, u vnitřních závitů díru na malý průměr závitu.

Příprava a nastavení nože na soustružení závitů – jeho profil musí souhlasit s normovaným profilem závitu, který má být řezán (ostrý závit, lichoběžníkový závit). Soustružnický nůž se brousí podle šablony a potom se začistí obtahovacím brouskem, aby se profil při ostření neměnil, nesmí mít nůž úhel čela. Musí být nastaven přesně do osy soustružení a musí stát kolmo k ose obrobku.

Řezání závitu – na konečnou hloubku profilu závitu se najíždí v několika krocích do konečného rozměru. Prvním krokem se získává pouze malá hloubka (nastavení podle kroužku se stupnicí nonia). Po prvním kroku se zkontroluje stoupání. Pro každý další krok je třeba nůž na soustružení závitů opět uvést do výchozí polohy.

- a) Jestliže je stoupání závitů obsaženo ve stoupání vodícího šroubu, je možné matici vodícího šroubu uvolnit a saně klikou přestavit do libovolné počáteční polohy a matici znovu sevřít.
- b) Jestliže má stoupání závitu a stoupání vodícího šroubu stejný rozměrový systém (metrický, palcový) a jestliže není stoupání závitu beze zbytku obsaženo ve stoupání vodícího šroubu, je možné postupovat jako v bodě a), pouze se musí matice vodícího šroubu vždy nastavit do stejného místa, kde se opět sevře.
- c) Jestliže je stoupání závitu a vodícího šroubu různých rozměrových systémů, musí zůstat matice vodícího šroubu sevřena a saně musí zpětným chodem stroje opět najet na počátek závitu.

Nůž na soustružení závitů se přestaví do výchozí polohy před každým záběrem. Potom je nutné jej u pravého závitu přestavit poněkud doleva a u levého závitu mírně doprava, aby zabíral pouze jeden břit. Poslední dokončovací tříska je řezána oběma břity současně. Abychom získali čistý povrch závitu, musíme při jeho řezání dostatečně mazat.

Bezpečnost práce

Aby nedocházelo k tomu, že pracovní oděv obsluhy bude zachycen pohybujícími se částmi stroje, musí pracovník dbát na správné ustrojení při obsluze stroje. Je povinen používat nepoškozený pracovní oděv, nesmí mít volně vlající části, manžety rukávů a nohavic musí těsně přiléhat. Pracovní blůza musí být zasunuta do pracovních kalhot. Není dovoleno při práci používat pracovní plášť. Za správný pracovní oblek je považován buď dvoudílný pracovní oblek (kalhoty a blůza) nebo jednodílný (pracovní kombinéza).

Při práci na obráběcích strojích se vyskytují některé úkony, při nichž by mohlo dojít k zachycení vlasů obsluhy. K tomu účelu slouží pokrývka hlavy (čepice, šátek). Pokrývka hlavy nesmí mít volně vlající cípy. Šátek se musí zavazovat za hlavou (nikoli pod bradou) a tak, aby vlasy

nevyčnivaly. Pokud je pracovník řádně poučen a zaškolen, pak je též plně zodpovědný za to, že sám podle potřeby či povahy práce použije vhodné příkrývky hlavy.

Při obsluze stroje není dovoleno nosit prstýnky, řetízky, náramkové hodinky, náhrdelníky, vázanky, šály apod. Tyto předměty musí být před zahájením práce sejmuty.

Důležitým doplňkem pracovního ustrojení je správná obuv. Bezpečnostní předpisy výslovně zakazují pracovat v lehké obuvi nebo otevřených sandálech, neboť hrozí nebezpečí především proříznutí podrážky ostrými třískami a pořezání chodidla a prstů. Proto je nutné používat vhodnou (šněrovací, kotníčkovou) koženou pracovní obuv.

Používání ochranných rukavic lze povolit jen při upínání nebo výměně obrobků a nástrojů, hrozí-li nebezpečí pořezání nebo popálení rukou. Platí však, že stroj nebo jeho příslušná část (vřeteno) při tom nesmí být v chodu. Při vlastní obsluze stroje musí být rukavice sejmuty.

Není-li na stroji instalován ochranný kryt proti odletujícím třískám nebo prachovým částicím, je obsluha povinna použít ochranné brýle nebo obličejový štítek.

Při odstraňování třísek ze stroje za provozu a při provádění úklidu se musí používat podle potřeby háčků s rukojetí a chrániči ruky, smetáků, škrabek apod. Hadry a čistící vlny se smějí používat pouze k čištění stroje za klidu a to až po odstranění třísek škrabkou apod. Při odstraňování namotaných třísek se musí zásadně používat háčku.

K odstraňování třísek, čištění strojů je zakázáno používat stlačeného vzduchu.

Před započetím práce je třeba:

1. Prohlédnout stroj, očistit nekryté vodící plochy, zkontrolovat jeho části, zejména jeho ochranné, spouštěcí a vypínací zařízení. Každé poškození nebo závadu nahlásit svému nadřízenému, ten rozhodne, zda se na stroji smí nebo nesmí dále pracovat.
2. Zkontrolovat a doplnit stav oleje i mazadel, namazat všechna místa a přesvědčit se o správné funkci mazacích zařízení.
3. Překontrolovat funkci upínacích zařízení.
4. Provést správnou volbu nástrojů a zjistit stav jejich opotřebení a upnutí.
5. Nastavit ochranná zařízení do činné polohy, pokud charakter práce vyžaduje jejich použití.
6. Zkontrolovat, zda ovládací páky jsou ve správných polohách.

Při přerušení dodávky elektrického proudu musí obsluha vypnout ihned hlavní vypínač stroje a všechna ostatní zařízení a ovládací součásti uvést do takové polohy, aby po obnovení dodávky el. proudu nedošlo k samovolnému spuštění stroje nebo pohybu některých jeho částí.

Ruční manipulace s hnacími řemeny za chodu stroje je zakázána.

Po skončení práce musí obsluha stroje uvést pracoviště do pořádku, zejména odstranit ze stroje třísky a zbytky řezné kapaliny, očistit nekryté vodící plochy, uklidit na určená místa měřidla, nástroje a obrobky.

Frézování

Při frézování je hlavním pohybem otáčivý pohyb frézy. Vedlejší pohyby koná podle druhu stroje obrobek nebo nástroj.

Tvorba třísky a úhly na fréze

Fréza je vícebřitý nástroj se zuby, které odebírají třísku. Každý zub frézy má základní úhly řezného klínu α , β , γ . Velikost úhlů břitu se řídí především materiálem frézy a obrobku.

Obvodové rovinné frézování válcovými frézami

Osa frézy leží rovnoběžně s pracovní plochou, třísky mají kapkovitý tvar. Protože je tloušťka třísky nestejná a u malých hloubek řezu vždy zabírá jen jeden zub, jsou stroj i fréza namáhány přerušovaně. Frézovaná plocha je zvlněná. Frézy se šroubovými zuby zmenšují přerušované namáhání.

Čelní obvodové rovinné frézování čelními frézami

Osa frézy stojí kolmo k pracovní ploše. Třísky jsou stejně silné a stroj pracuje v důsledku rovnoměrného namáhání klidně.

Nesousledné frézování

Posuv se provádí proti řeznému pohybu zubu. Tento postup se dá použít u každé frézky. Nevýhoda spočívá v tom, že fréza při začátku řezu nejdříve prokluzuje na mírně stoupající řezné ploše a tak se rychle otupí. Řezný výkon je malý.

Sousledné frézování

Posuv a řezný pohyb mají stejný směr. Výhody spočívají v lepším začátku řezu a delší trvanlivosti nástroje, ve větších hloubkách řezu a výkonech. Odlitky a válcované polotovary nesmějí být obráběny sousledným frézováním. Sousledné frézování lze provádět pouze na frézkách se zařízením pro sousledné frézování. Posuvný šroub nesmí mít vůli.

Řezné podmínky

Řeznou rychlost, nastavení otáček, nastavení posuvu, hloubku řezu volíme podle druhu frézování, průměru frézy, obráběného materiálu, podle tabulek.

Frézovací nástroje

Frézy jsou vícebřité řezné nástroje z rychlořezné nástrojové oceli nebo se vsazenými zuby ze slinutého karbidu nebo oxidové keramiky.

Rozlišujeme:

- **Frézy s frézovanými zuby** – mají rovné břity a slouží k obrábění rovinných ploch. Otupené frézy se ostří na hřebtech. Přitom se jejich průměry stále zmenšují, což však neovlivňuje jejich použitelnost.
- **Podsoustružené frézy** – zde vzniká hřbet spirálovým podsoustružením na speciálním soustruhu. Zakřivené břity mají tvar obráběné plochy, např. bok zubu. Aby zůstal tvar břitu přesně zachován, smí se fréza ostřit jen na ploše čela.
- **Tvary fréz** – tvary a velikosti nejdůležitějších fréz jsou normalizované. Vedle normalizovaných tvarů je však možné objednávat i frézy libovolného tvaru podle požadavků výroby.

Existují tři typy fréz: **H** – pro tvrdé a houževnaté materiály

N – pro normální oceli, měkkou šedou litinu, neželezné kovy

W – pro měkké a houževnaté materiály

Frézky

Proměnlivé řezné síly při frézování vyžadují velmi tuhé stroje bez vibrací. K frézování různých tvarů a velikostí obrobků je zapotřebí velkého počtu nejrůznějších frézek. Jejich konstrukce se vyvinula v průběhu doby na určité standardní skupiny. Stroje každé skupiny mají společný charakteristický znak.

Konzolové frézky – mají pevně uložené frézovací vřeten a konzolu posuvnou na stojanu stroje. Na konzolu je umístěn křížový stůl pro upínání obrobků, který je většinou vodorovný. U této konstrukce rozlišujeme **vodorovné frézky** s vodorovně uloženým vřetenem, **svislé frézky**, se svisle uloženým vřetenem a **univerzální frézky** s vodorovným a svislým (nebo jen svislým) pracovním vřetenem a natačecím stolem. Na konzolových frézkách se frézují malé a středně těžké obrobky.

Moderní konzolové frézky mají souvislé řízení CNC pro 3 nebo 4 osy, obdélníkový universální stůl, který lze nahradit otočným stolem NC. Mohou být vybaveny dělicím zařízením. Stoly jsou výkyvné a otočné, eventuálně sklopné ke stroji nebo od stroje.



Stolové frézky – podélné, rovinné

Kopírovací frézky

Vodorovné vyvrtávačky

Obráběcí centra

Upínání fréz

K upínání slouží frézovací trny, nástrčné frézovací trny a upínací pouzdra. Nástrčné prvky mají normalizované kuželové stopky nástroje (MO nebo strmé kuželové stopky), které se upínají do příslušných kuželových otvorů vřeten frézky.

Strmé kuželové stopky – mají krátkou kuželovou část, proto malé upínací délky, krátké doby upínání, nejsou samosvorné. Tím jsou velmi vhodné pro automatickou výměnu nástrojů.

Frézovací trny – se užívají pro upínání válcových, válcových čelních, kotoučových a tvarových fréz. Frézy jsou unášeny přes zalícovaná péra frézovacím trnem. Žádoucí pracovní poloha k obrobku se dosáhne nasazením distančních kroužků. Tyto frézy musí být upínány co nejbližší ložisku vřetene frézky.

Nástrčné frézovací trny – s vnějším strmým kuzelem mají válcový otvor, ve kterém je fréza axiálně zajištěna šroubem.

Upínací pouzdra – kleštiny slouží k upínání fréz s válcovou stopkou.

Upínání obrobků

Odpor, který klade materiál vůči obrábění, vyvíjí na obrobku velké síly. Tyto velké síly se snaží uvolnit obrobek z upnutí, nebo jej vysunout. Tomu je nutné zabránit správně zvolenými a použitými upínacími prostředky. K upínání obrobků se užívají mechanické, pneumatické a hydraulické upínací prostředky.

Mechanické upínací prostředky

- **Strojní svěrák** – zde se dají dobře upínat malé obrobky, pokud se použijí rovnoběžné podložky a obrobek pomocí úderů kladiva při zavírání svěráku dobře dolehne. Řezná síla má působit pokud možno proti pevné čelisti svěráku.
- **Upínací opěrky** – (opěrné prvky) poskytují upínce správnou polohu upnutí.
- **Přestavitelné upínací prvky** – (upínací příložky) s kuličkovou podložkou a kuželovým sedlem mohou být nastavovány ve velkém přestavovacím rozsahu.
- **Nízké upínače** – upínají nízké obrobky na stůl stroje. Upevňují se v drážkách T stolu. Upínací šrouby a klínovým účinkem upínacích čelistí se tyto upnou současně dopředu a dolů.
- **Pevné upínací čelisti** – vyhovují k upínání vysokých obrobků. Upínací čelisti jsou natáčivé s hladkou stranou pro opracované obrobky a drážkovanou stranu pro hrubé upínací plochy.
- **Středící upínače** – slouží k upínání kulatého nebo čtyřhranného materiálu. Obrobky mohou být upínány horizontálně, vertikálně nebo také čelně.

Pneumatické a hydraulické upínací prostředky

Tyto upínací prostředky jsou nákladnější a zpravidla se užívají ve spojení s přípravky pro rychlé upínání (otevírání a zavírání) při sériové výrobě (např. obráběcí centra CNC, pružné výrobní systémy). Upínací prostředky jsou často řízené programem, zkracující dobu upínání a umožňují ve spojení s přípravky trvale přesnou výrobu.

Dělicí přístroje – slouží k výrobě čtyřhranů, šestihranů, ozubených kol, blokovacích rohatek, fréz apod.

Bezpečnost práce

Veškeré manipulace s nástroji (seřizování, výměna) i upínání a vyjímání obrobků z upínače jsou dovoleny pouze za klidu frézovacího vřetena a upínacího stolu.

Při výměně obrobků se musí odsunout stůl do bezpečné vzdálenosti od frézovacího nástroje. Musí se dodržovat správné pracovní ustrojení, pracovní oděv musí být řádně zapnut, hlavně rukávy.

Před zahájením frézování se musí z upínacího stolu odstranit všechny volné předměty, jako jsou přebytečné upínky, klíče, měřidla apod.

Není-li obsluha chráněna před odletujícími třískami a odstříkující řeznou kapalinou ochranným zařízením, je povinná používat osobních ochranných pomůcek (brýle, obličejový štítek).

Zvýšenou pozornost je třeba věnovat upínání obrobků.
Ochranné rukavice lze použít pouze při upínání nástroje.

Číslicově řízené obráběcí stroje

Stroje s klasickými řídicími systémy

Na začátku padesátých let byly v Americe vyvinuty první NC stroje. NC je zkratka výrazu **Numerical Control**, což znamená „číslíkové řízení“. NC stroj je tedy řízen „číslí“ (**numericky, číslicově**). Řízení stroje se tak neprovádí pomocí šablon, křivkových kotoučů nebo kontaktních kolíků, nýbrž všechny potřebné informace jsou řídicímu systému zadávány ve formě čísel a písmen.

Nejprve musí být předem zpracován celý postup obráběcí součásti a jeho jednotlivé kroky. Vlastní programování se neprovádí na stroji, nýbrž většinou v oddělení technické přípravy výroby na příslušném programovacím pracovišti. Hotový program se do řídicího systému zavádí čtením děrné pásky.

Charakteristickým vnějším znakem NC řídicího systému je snímač děrné pásky (čtečka). Pomocí této čtečky se do řídicího systému postupně načítají údaje pro řízení stroje v jednom pracovním kroku. Každý takový krok představuje jednu **větu** neboli **blok** programu. Přechtené údaje jsou systémem uloženy a zpracovány buď na řízení pohybů, nebo slouží jako signály pro vyvolání „technologických“ funkcí (start/stop větena, uvolnění/upnutí obrobku apod.). Po vykonání jednoho kroku se přečte další věta a původní údaje se zapomenou. To probíhá tak dlouho, dokud není přečtena informace o konci programu. Řídicí systém je řešen hardwarově – pevným propojením elektronických prvků. Tímto propojením jsou pevně dány i vlastnosti systému.

Dříve, než se bude obrábět další součást, musí být děrná páska ve snímači buď převinuta zpět, nebo u nekonečné děrné pásky nastavena na počátek programu. Jestliže je nutná změna programu, musí se u NC strojů vyděrovat nová děrná páska. To se nemůže provádět přímo na stroji, nýbrž na externím programovacím pracovišti.

Stroje s počítačovými řídicími systémy

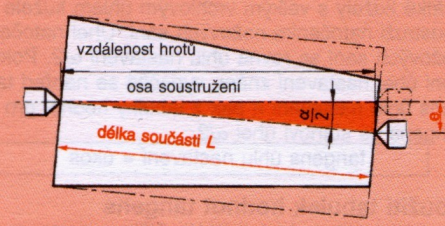
Další vývoj (počátek sedmdesátých let) NC strojů jsou CNC stroje. CNC je zkratka výrazu **Computerized Numerical Control** (**číslíkové řízení počítačem**). Řídicí systémy těchto strojů jsou na rozdíl od NC strojů vybaveny volně programovatelným mikropočítačem, který provádí se zadatelnými daty výpočty a řídí stroj. Vlastnosti počítačového řídicího systému jsou dány programem, kterým se řídí činnost mikropočítače v jednotlivých režimech – tedy softwarově. Obrábění na CNC stroji tak není jiným výrobním postupem, nýbrž pouze jiným druhem programového řízení, které je realizováno souhrou mikropočítače a provozního softwaru (řízení = hardware + software).

Vnější znaky CNC stroje jsou **obrazovka** pro indikaci programu a dalších údajů, **klávesnice** pro zadávání popř. změnu programu. Dalším typickým znakem oproti NC strojům je **programová paměť**, která poskytuje místo pro několik technologických programů. Proto není program jako

u NC strojů čten a zpracovávání po větách pomocí snímače děrné pásky, kdy děrná páska samotná je programovou pamětí, nyníž celý program je zadán dříve než se provede první obrábění.

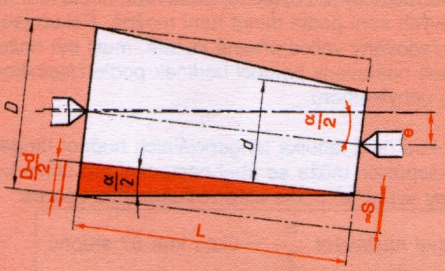
U mnoha CNC řízení se může provádět zadávání kroků programu v dialogu. Přitom vyzývá řízení programátora k zadávání dat nutných pro stávající krok programu. Často je dána možnost grafické simulace na obrazovce ke kontrole CNC programu před obráběním na CNC stroji.





$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\text{protilehlá odvěsna}}{\text{přepóna}} = \frac{\text{míra příčn. vysunutí } e}{\text{délka součásti } L}$

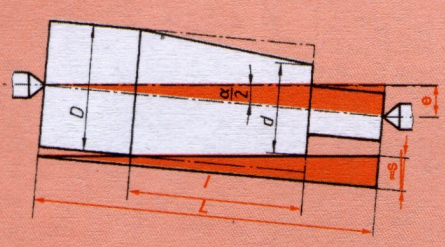
$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{e}{L}$ $e = L \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$



1. $L = l$

$e = l \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$ $e = l : y$

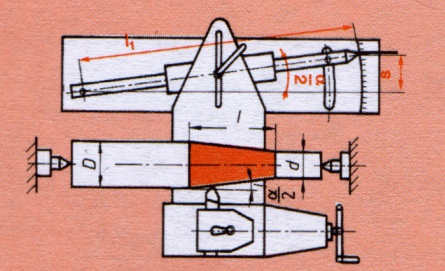
$e = \frac{l}{2} \cdot l$ $e = \frac{l}{2x}$ $e = \frac{D-d}{2}$



2. $L \neq l$

$e = \frac{k}{2} \cdot L$ $e = L \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$ $e = L : y$

$e = \frac{L}{2x}$ $e = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l}$



Soustružení kuželů příčným vysunutím koníku

Koník se přestaví tak, že povrchová přímka kužele leží rovnoběžně s osou soustružení. Kužel musí být tedy natočen ze své normální polohy o úhel nastavení $\alpha/2$. Přesná míra vysunutí se počítá pomocí funkce sinus:

$$e = L \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

Míra příčného vysunutí e musí být menší než 1/50 délky součásti ($e < L : 50$). Proto smí být soustruženy příčným vysunutím koníku pouze velice štíhlé kužely.

Vzhledem k tomu, že hodnoty sinus a tangens pro úhly menší než 5° jsou prakticky stejné (srovnejte tabulkové hodnoty), lze místo hodnot sinus použít také hodnoty tangens:

$$e = L \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

Vzhledem k tomu, že tangens úhlu nastavení se rovná sklonu, dostáváme velice jednoduchý dílenský vzorec:

míra příčného vysunutí $e = \text{sklon} \cdot \text{délka součásti}$
největší míry příčného vysunutí $e_{\max} = L : 50$

Pracovní příklad - vzorové řešení

Zad.: $D = 90 \text{ mm}$ $d = 81 \text{ mm}$
 $L = 660 \text{ mm}$ $l = 270 \text{ mm}$
 $L = \text{délka součásti}$ $l = \text{délka kužele}$

Hled.:

- a) kuželovitost $k = 1 : x$,
b) výstřednost e v mm,
c) zkouška, zda $e < L : 50$.

Řeš.:

a)

$$1: x = (D - d) : l$$

$$1: x = (90 \text{ mm} - 81 \text{ mm}) : 270 \text{ mm}$$

$$1: x = 9 \text{ mm} : 270 \text{ mm}$$

$$1: x = 1 : 30 \text{ (kuželovitost } k = 1 : 30)$$

b) $e = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l}$

$$e = \frac{90 \text{ mm} - 81 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{660 \text{ mm}}{270 \text{ mm}}$$

$$e = \frac{9 \text{ mm} \cdot 66}{2 \cdot 27} = 11 \text{ mm} = e$$

nebo $e = L : 2x$ $x = 30$ (viz nahoře)
 $e = 660 \text{ mm} : 60 = 11 \text{ mm} = e$

c) $e_{\max} = L : 50 = 660 \text{ mm} : 50$
 $e_{\max} = 13,2 \text{ mm}$, tzn. $e < e_{\max}$

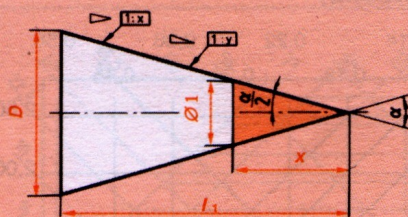
Soustružení kuželů pomocí vodícího pravitka

Vodící pravitko se nastaví buď na úhel nastavení $\alpha/2$ nebo (při milimetrovém dělení) na výstřednost e .

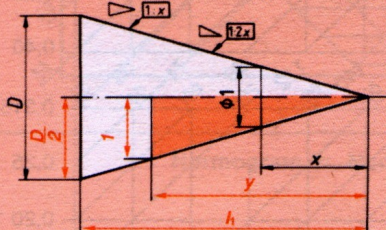
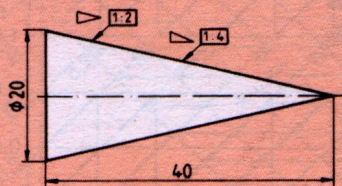
$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2x} = \frac{1}{y}$$

$$e = \frac{h}{2x} = \frac{h}{y}$$

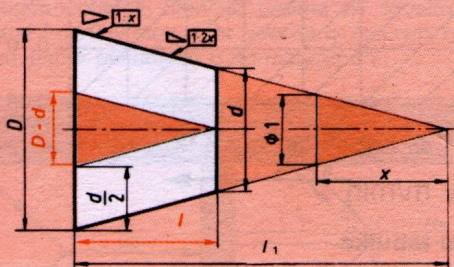
$h = \text{délka kuželové plochy (měřeno od otočného bodu)}$



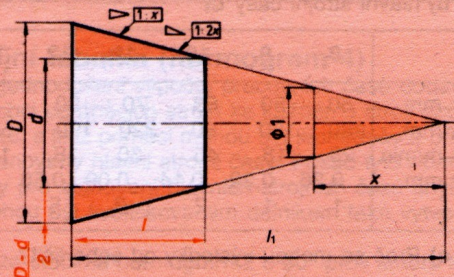
$$\text{kuželovitost } k = 1 : x = D : l_1$$



$$\text{sklon } \frac{k}{2} = 1 : y = 1 : 2x = \frac{D}{2} : l_1$$



$$\text{kuželovitost } k = 1 : x = (D - d) : l$$



$$\text{sklon } \frac{k}{2} = 1 : 2x = \frac{D}{d} : l$$

Kuželovitost k

Kužele jsou rotační díly se stejnou kuželovitou. Kuželovitost je poměr průměru a délky kužele:

$$\text{kuželovitost} = \frac{\text{průměr kužele}}{\text{délka kužele}}$$

$$k = \frac{D}{l_1}$$

Kuželovitost se přepočítává na průměr $d=1$, tzn. krátí se tak dlouho, až je první číslo (číslo) roven 1: $D:l_1=1:x$

Příklad:

Zad.: průměr kužele $D = 20 \text{ mm}$
délka kužele $l_1 = 40 \text{ mm}$

Úkol: kuželovitost $k=1:x$

$$\begin{array}{l} \text{Řeš.: } 1 : x = D : l_1 \\ 1 : x = 20 \text{ mm} : 40 \text{ mm} \\ 1 : x = 1 : 2 \text{ (kuželovitost } k=1:2) \end{array} \quad \begin{array}{l} 20 \text{ mm} \\ 40 \text{ mm} \end{array} = \frac{1}{2}$$

Kuželovitost $k=1:2$ znamená: na každých 2 mm délky kužele se mění průměr kužele o 1 mm

Kuželovitost tedy udává, při jaké délce kužele x se změní průměr kužele o 1 mm. Může být proto určena také výpočtem (postup o dvou větách):

1. věta: změna průměru 20 mm při $\frac{40 \text{ mm}}{20}$ délce
2. věta: změna průměru 1 mm při $\frac{40}{20}$ mm délce nebo 1 mm průměru při x mm délky, tzn. $1:x=1:2$.

Úkos $S = k/2$

Úkos $C/2 = 1:y$ udává, při jaké délce kužele y se povrchová přímka kužele o 1 mm přiblíží ke střední přímce (ose kužele). Sklon je tedy poloviční než kuželovitost:

$$1 \cdot y = 1 \cdot 2x$$

$$\text{sklon} = \frac{\text{poloviční průměr kužele}}{\text{délka kužele}}$$

$$\frac{k}{2} = \frac{1}{y} = \frac{1}{2x} = \frac{D}{2l_1}$$

Kužel a úkos u komolého kužele

V případě komolého kužele se počítá kuželovitost $k=1:x$ z poměru difference průměrů $D-d$ a délky komolého kužele l :

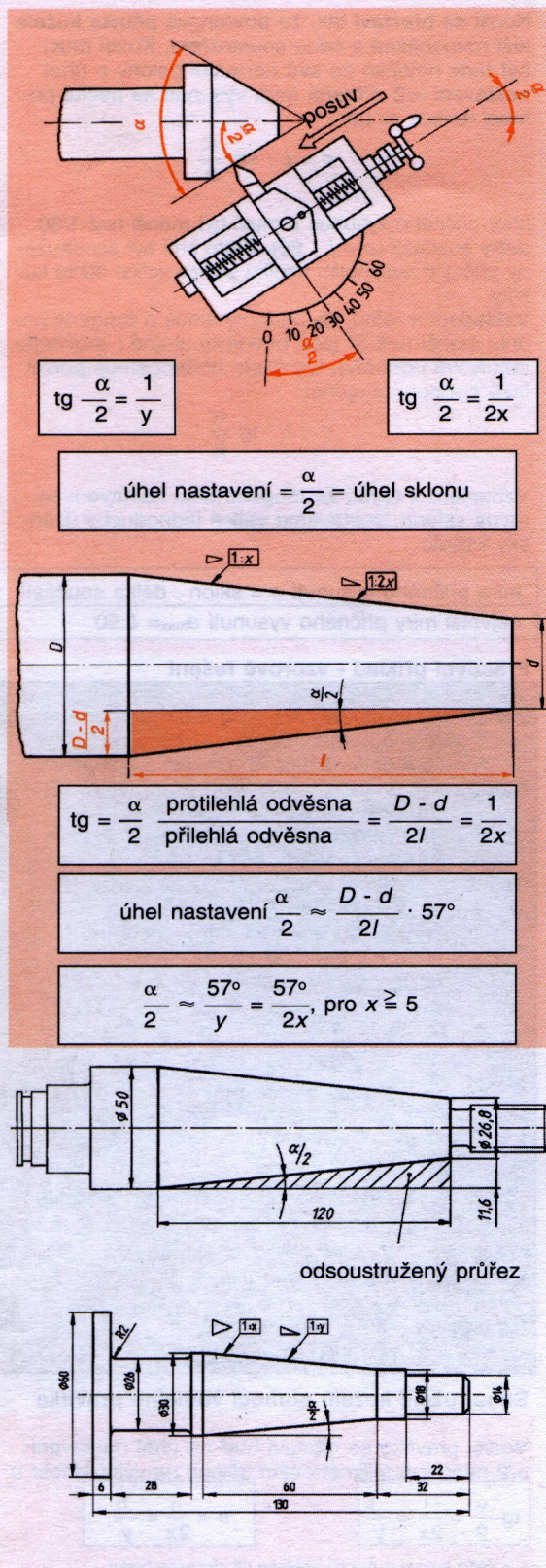
$$\text{kuželovitost} = \frac{\text{rozdíl průměrů}}{\text{délka komolého kužele}}$$

$$k = \frac{1}{x} = \frac{D-d}{l}$$

Sklon je poloviční než kuželovitost:

$$\text{sklon} = \frac{\text{polovina rozdílu průměrů}}{\text{délka komolého kužele}}$$

$$\frac{k}{2} = \frac{1}{2x} = \frac{D-d}{2l}$$

**Soustružení kuželů natočením nožových saní**

Krátké kužely s velkým vrcholovým úhlem kužele se soustruží natočením nožových saní. Úhel natočení nožových saní se rovná úhlu nastavení $\alpha/2$. Pokud není úhel nastavení znám, vypočítá se napřed tangens úhlu nastavení a pak z tabulky hodnot pro tangens se stanoví úhel $\alpha/2$.

$$\text{tangens úhlu nastavení} = \text{úkos}$$

Použití tabulek hodnot tangens

V tabulkách jsou funkce úhlů většinou sestaveny vzestupně po 10. V tabulce tangenciálních hodnot se vyhledá ta hodnota, která se nejvíce blíží vypočítané hodnotě tangens a této hodnotě odpovídající úhel ve stupních a minutách. Výpočet mezihodnot (interpolace) je zbytečná, poněvadž nastavení nožových saní podle minut není možné. Pokud jsou vyžadovány velice přesné kužele, musí být nožové saně nastaveny pomocí hodinek podle číselníkového úchylkoměru.

Pokud není tabulka tangenciálních hodnot tangens k dispozici, může se úhel nastavení pro štíhlé kužely vypočítat podle **zjednodušeného vzorce**:

$$\text{úhel nastavení } \frac{\alpha}{2} \approx \text{úkos krát } 57 \text{ stupňů}$$

Tento vzorec platí pouze pro úhly, jejichž hodnota tangens (úkos) je menší než 0,1, tzn. $\angle \alpha/2 < 5^\circ 42' 38''$.

Pracovní příklad - vzorové řešení

Má být soustružen kužel o průměrech $D = 30 \text{ mm}$, $d = 18 \text{ mm}$ a délky $l = 60 \text{ mm}$.

Vypočtete:

- kuželovitost a úhel nastavení $\alpha/2$ podle tabulky kuželů, str. 106,
 - úhel nastavení $\alpha/2$ pomocí tabulek hodnot tangenty,
 - úkos kužele,
 - úhel nastavení $\alpha/2$ podle zjednodušeného vzorce.
- Řeš.: a)**

$$k = \frac{D-d}{l} = \frac{30 \text{ mm} - 18 \text{ mm}}{60} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5} = 1:5$$

Pro $k = \frac{1}{x} = 1:5$ je $\frac{\alpha}{2} = 5^\circ 42' 38''$ ($5^\circ 42'$ příp. $5^\circ 40'$)

Řeš.: b)

$$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2l} = \frac{1}{2x} = \frac{1}{2 \cdot 5} = \frac{1}{10} = 0,1000$$

Tabulkové hodnoty: $\text{tg } 5^\circ 40' = 0,0992$

$\text{tg } 5^\circ 50' = 0,1022$

$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = 0,1000$ leží blíž u $5^\circ 40'$

Řeš.: c)

Jestliže $k = \frac{1}{x} = \frac{1}{5}$, pak je $\frac{k}{2} = \frac{1}{y} = \frac{1}{2x} = \frac{1}{10} = 1:10$

Řeš.: d)

$$\frac{\alpha}{2} \approx \frac{1}{y} \cdot 57^\circ = \frac{1}{10} \cdot 57^\circ = \frac{57^\circ}{10} = 5,7^\circ = 5^\circ 42'$$

Poznámky