

Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania



Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Pracovný zošit

pre odbornú prax a odborný výcvik

Názov : pracovný zošit pre odborný výcvik

učebný odbor : 2430 H ročník : tretí

Rok 2014



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

ABSTRAKT

Meno autorov: Pachinger Robert, Ing. Žabenský, Peter

Pracovný zošit, Slovenský jazyk pre učebný odbor a odbornú prax:

Názov odboru: 2430 H Operátor strojárskej výroby - 3. ročník.

RSOV /Rozvoj stredného odborného vzdelávania/, rok 2014.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Identifikačné údaje projektu

Operačný program:	OP vzdelávanie
Programové obdobie:	2007-2013
Prijímateľ:	Štátny inštitút odborného vzdelávania
Názov projektu:	Rozvoj stredného odborného vzdelávania cieľ Konvergencia
Kód ITMS projektu:	26110130548



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Obsah

Identifikačné údaje projektu	3
1 Úvod.	6
2 Sústruženie	8
2.1 Sústruženie súčiastok so zložitými vonkajšími plochami pri rôznych spôsoboch upnutia	8
2.1.1 Sústruženie dlhých súčiastok podporených hrotom	8
2.1.2 Nastavovanie a sústruženie súčiastok v opierkach	9
2.1.3 Upínanie obrobkov na upínacej platni a na uholníku	11
2.1.4 Upínanie obrobkov na upínacích tŕňoch	13
2.1.5 Obrábanie dlhých súčiastok upnutých medzi hrotmi	15
2.2 Sústruženie závitov	17
2.2.1 Sústruženie spojovacích závitov na sústruhu nožom	17
2.2.2 Sústruženie ostrohranných závitov špeciálnymi závitovými nožmi	20
2.2.3 Sústruženie pohybových závitov na sústruhu	22
2.3 Technologické postupy	27
2.4 Tvarové plochy	31
2.4.1 Výroba tvarových plôch na sústruhu	31
2.4.2 Podsústružovanie	34
2.4.3 Dokončovacie práce na sústruhu	36
2.5 Súborné práce na precvičenie a zdokonalenie zručností	38
2.5.1 Súborná práca č. 1 /Závitová podpera/	38
2.5.2 Súborná práca č. 2 /Tŕň so zápichom/	39
2.5.3 Súborná práca č. 3 /Príruba/	40
3 Frézovanie	41
3.1 Frézovanie súčiastok so zložitými vonkajšími plochami pri rôznych spôsoboch upnutia	41
3.2 Frézovanie s použitím univerzálneho deliaceho prístroja	46
3.2.1 Konštrukcie UDP, jednoduché nepriame delenie	46



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.2.2	Zložené nepriame delenie	49
3.2.3	Uhlové nepriame delenie.....	51
3.2.4	Diferenciálne delenie	53
3.2.5	Frézovanie na kužeľových plochách.....	57
3.2.6	Frézovanie ozubených kolies deliacou metódou.....	59
3.3	Prípravky	62
3.3.1	Funkcia, rozdelenie a význam prípravkov	62
3.3.2	Výroba jednoduchého prípravku.....	64
4	Brúsenie	65
4.1	Úvod do brúsenia - teoretické východiská brúsenia stroje pre brúsenie.....	65
4.2	Brúsenie rovinných plôch	69
4.3	Brúsenie valcových plôch	70
4.4	Brúsenie nástrojov	71
4.4.1	Brúsenie sústružníckych nožov.....	71
4.4.2	Brúsenie vrtákov	77
4.4.3	Brúsenie fréz	80
5	Vŕtanie	84
5.1	Úvod do technológie výroby otvorov - teoretické východiská, stroje pre vŕtanie a vyvrtávanie	84
5.2	Vŕtanie presných dier	86
5.3	Vŕtanie dier s presnými osovými vzdialenosťami.	89
5.4	Vyvrtávanie dier	93
5.5	Vŕtacie prípravky	98
6	Záverečné súborné práce /č. 1, č. 2, č. 3/	106
7	Záver	108
8	Informácie o projekte:	109
9	Použitá literatúra	110
10	Vysvetlenie pojmov - zoznam skratiek a symbolov.	111
11	Zoznam príloh:	113



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

1 Úvod.

Pracovný zošit pre žiakov III. ročníka v učebnom odbore operátor strojárkej výroby /2430 H/ je nadväzujúcim pokračovaním pracovných zošitov 1. a 2. ročníka. Obsahuje najmä úlohy z oblasti trieskových technológií preto, aby žiak získal čo najviac praktických skúseností a nadviazal na teoretické poznatky získané v odborných predmetoch. Predpokladá sa, že prostredníctvom praktických cvičení v jednotlivých pracovných dňoch sa ďalej zdokonalia jeho pracovné kompetencie a jeho flexibilita. Úlohy zaradené do PZ sú s ohľadom na časové dotácie jednotlivých technológií v učebnom pláne, ich náročnosti a potrebu získania potrebných zručností absolventov, žiadaných od zamestnávateľských firiem v pracovnom zošite zastúpené nasledovne:

1	Technológia obrábania materiálov sústružením	154 hod.	22 prac. dní
2	Technológia obrábania materiálov frézovaním	140 hod.	20 prac. dní
3	Technológia obrábania materiálov brúsením	105 hod.	15 prac. dní
4	Technológia obrábania materiálov vŕtaním	105 hod.	15 prac. dní
5	Záverečné /ročníkové/ súborné práce	126 hod.	18 prac. dní
Spolu:		630 hod.	90 prac. dní

Tabuľka uvádza učivo pre žiakov 3. ročníka rozvrhnuté do 30. týždňov školského roka. Pracovný zošit je pomocným študijným materiálom pre žiakov, ale aj MOV, ktorí ním môžu byť vedení pri realizácii jednotlivých tém vyplývajúcich z platného učebného plánu OVY daného odboru. Uvádzané úlohy je možné upraviť s ohľadom na technologickú vybavenosť pracovísk, alebo nahradiť podobnými v súlade s tematickým plánom. MOV má na základe svojich skúseností právo ich doplniť, rozšíriť, alebo zmeniť s potrebným komentárom v rámci inštrukcie a v praktických ukážkach. Štruktúra zadání úloh je pre žiakov tretieho ročníka jednoduchšia. Predpokladá sa vyššia miera samostatnosti žiakov a úlohy prakticky overujú nimi nadobudnuté zručnosti a ďalej ich prehľbujú a zdokonaľujú. Samotnému riešeniu navrhnutých úloh by mal predchádzať rozhovor žiaka s MOV /inštruktorom, tútorom/, v ktorom žiak po zoznámení sa s technickými podkladmi /výkresovou dokumentáciou, technologickým postupom, obrázkovou prílohou a pod./ navrhne riešenie úlohy - TP a potrebné výrobné pomôcky. Pri chybných rozhodnutiach MOV /inštruktor, tútor/ žiaka usmerní.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Pred samotnou realizáciou úlohy, v bloku „Teoretické východiská“ preverí MOV získané vedomosti žiaka predloženými otázkami ešte dôslednejšie. Žiak by následne mal pracovať samostatne a dosiahnuť požadovaný výsledok. V časti „sebahodnotenie žiaka“, žiak sám posúdi akými vedomosťami a zručnosťami disponuje a akú samostatnosť pri riešení danej úlohy preukázal. Hodnotenie MOV doplní, spresní a skonkretizuje zistené nedostatky, odstraňovanie ktorých môže byť predmetom ďalších úloh v nasledujúcich pracovných dňoch.

Poznámky:

1. Výroba zložitejších súčiastok je v niektorých prípadoch rozdelená na najčastejšie používané výrobné technológie, ktoré je potrebné použiť pri ich výrobe /sústruženie, frézovanie, vŕtanie, brúsenie/. Preto je potrebné čiastočne opracované /rozpracované/ súčiastky označiť a uchovať pre nácvik nasledujúcich operácií a dokončenie rozpracovaných súčiastok. Žiak týmto spôsobom nadobúda osobnú skúsenosť ktorá je totožná s reálnou praxou.
2. Odborný výcvik napriek paralelnému vyučovaniu jednotlivých technológií v škole, nie je možné realizovať v rovnakom čase a presnej súčinnosti s teoretickými predmetmi. Úlohy v pracovnom zošite obsiahnuté sú zamerané na jednotlivé technológie /vid. vyššie uvedená tabuľka/, ale s ohľadom na ich vyššiu obťažnosť je pri ich riešení potrebné používať aj ďalšie operácie. Čiže činnosti v jednotlivých úlohách nie sú striktne oddelené, ale sa vzájomne prelínajú. Až záverečné operácie rozhodnú o funkčnosti zhotovovanej súčiastky a zdôraznia význam a dôležitosť každej vykonávanej operácie v rámci celého technologického postupu výroby súčiastky.
3. Napriek tomu, že v tomto pracovnom zošite sú prípravkom venované špeciálne len posledné pracovné dni, je potrebné žiakom už od začiatku priebežne zdôrazňovať ich úlohy a význam. Vo väčšine pracovných dní, v priebehu celého 3. roč. zohrávajú prípravky /univerzálne, špeciálne/ dôležitú úlohu. Univerzálnymi možno v niektorých prípadoch nazvať aj niektoré špeciálne príslušenstvá strojov, napr. skľučovadlá, zveráky, deliace prístroje a pod.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

2 Sústruženie

22 dní /154 hod./

Názov témy

2.1 Sústruženie súčiastok so zložitými vonkajšími plochami pri rôznych spôsoboch upnutia

1. - 6. Deň

2.1.1 Sústruženie dlhých súčiastok podporených hrotom

1. deň

Cieľ: Naučiť žiakov sústružiť dlhé súčiastky s použitím podperného hrotu.

Teoretické východiská:

1. Previesť rozbor výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3001** /príloha A3/.....
2. Napísať jednoduchý TP výroby uvedenej súčiastky.....
3. Zdôvodniť, prečo sa polotovary s väčšou než 3 až 5 násobnou dĺžkou priemeru musia pri sústružení podopierať otočným hrotom koníka.....
4. Napísať zoznam meradiel, ktoré budú pri výrobe súčiastky potrebné na kontrolu jednotlivých rozmerov

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktickej úlohy.

Úloha: Vyhotovte súčiastku podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3001**

/príloha A3/. Po vyrobení prevedte celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Rozumiem všetkým zapísaným kótam a značkám na výrobnom výkrese
2. Dokážem popísať, akým/i/ nástrojom/mi/ a spôsobom vysústružím uhlovú /90°/ drážku na obode vyrábanej súčiastky
3. Viem vypočítať hmotnosť použitého polotovaru
4. Viem akým spôsobom je možné zmeniť drsnosť opracovaného povrchu.....

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

2.1.2 Nastavovanie a sústruženie súčiastok v opierkach

2. deň

Názov témy:

Cieľ: Naučiť žiakov sústružiť dlhé súčiastky s použitím opierok.

Dlhé a tenké hriadele, ktoré sa upínajú medzi hrotmi sa pri sústružení vplyvom vlastnej hmotnosti a reznej sily prehýbajú a chvejú. Prehýbanie možno zmenšiť podoprením opierkami. Tie sa používajú aj pri sústružení ťažkých obrobkov, aby sa celá hmotnosť neprenášala na hrot koníka. Opierky používame: a/ pevné, b/ pohyblivé

V súčasnosti sa používa viac druhov opierok, ktoré oproti ich klasickým konštrukciám znižujú časy potrebné na nastavenie /vystredenie/ súčiastky. Najmä na obrábanie hriadeľov s nízkou tuhosťou sa používajú:

- opierky s odpruženými guľôčkami
- opierky so samonastaviteľnou objímkou
- samostrediace opierky
- opierky s čeľuťami s guľkovými, alebo valčekovými ložiskami

Pohyblivé opierky sa používajú pri obrábaní na čisto a pri rezaní závitov, na obrobkoch s nízkou tuhosťou a s konštantným prierezom.

Teoretické východiská:

1. Zdôvodniť používanie opierok pri sústružení dlhých a štíhlych /málo tuhých/ súčiastok
2. Vysvetliť ako sa líšia konštrukcie a použitie pevných a pohyblivých opierok
3. Vysvetliť čo je dôvodom pre používanie opierok s čeľuťami vybavenými guľkovými, alebo valčekovými ložiskami.....

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Majster odbornej výchovy navrhne a žiakom zadá praktické cvičenie sústruženia dlhej súčiastky s využitím podopierky. Cvičenie riešiť s ohľadom na vybavenosť školských dielní strojovým zariadením a ostatných materiálových možností. Napr.:

Cvičenie: Na cvičenie použiť polotovar: $\varnothing 30 - 405$ STN 425510.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Navrhnutý tvar súčiastky podľa slovného zadania pred sústružením nakresliť a okótovať ako výrobný výkres!

Vysústružiť jednoduchú valcovú tyč s celkovou dĺžkou $L = 400$ mm na priemer $\varnothing D = 20$ mm. Zarovnať čelá na predpísanú dĺžku a zraziť hrany. Do čela navítať strediacu jamku ISO 6411 - A3,15/8,5. Na opačnom konci súčiastky vysústružiť osadenie v dĺžke $L_1 = 35$ mm na $\varnothing D = 16$ mm. Súčiastku upnúť do skľučovadla za priemer 16 mm a koniec s vyvrtanou strediacou jamkou podprieť otočným hrotom. Tuhosť súčiastky zvýšiť použitím podopierky.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Dokážem popísať význam a použite samostrediacich opierok
2. Rozumiem pojmu „tuhosť súčiastky“
3. Viem samostatne nastaviť a použiť opierku
4. Viem samostatne kontrolovať /merať/ obvodové hádzanie vyrobenej rotačnej súčiastky.....

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.1.3 Upínanie obrobkov na upínacej platni a na uholníku vyvažovanie upnutých súčiastok 3. deň

Cieľ: Naučiť žiakov upínať súčiastky na upínacej platni a na uholníku, vyvažovať takto upnuté súčiastky.

Na upínacích platniach /doskách/ sa upínajú hranaté súčiastky, telesá ložísk, rozličné páky a iné súčiastky nepravidelného geometrického tvaru. Pri upínaní obrobku najčastejšie používame: a/ štvorčelust'ové upínacie platne

b/ upínacie platne s upínacími drážkami

c/ elektromagnetické a magnetické platne

Na štvorčelust'ovej upínacej platni sa obrobok nastaví najprv len približne a následne sa jeho poloha spresní buď meracím stojančekom s ihlou, alebo číselníkovým odchyľkomerom /podľa veľkosti a požadovanej presnosti súčiastky/.

Upínanie na uholník.

Uholníky sa používajú na upínanie súčiastky s rovinnými plochami. Uholník sa skrutkami pripevní na upínaciu dosku tak, aby príruha na ktorú sa obrobok upne bola od osi sústruženia vzdialená rovnako ako os diery súčiastky /napr. telesa ložísk/ od jeho základnej plochy. Po takomto ustavení súčiastky na uholníku sa súčiastka vystredí /vycentruje/ s osou sústruženia /rotácie/ buď valčekom kalibrom, alebo číselníkovým odchyľkomerom.

Vyvažovanie súčiastok.

Obrobky nepravidelného geometrického tvaru nie sú vyvážené a pri otáčaní /sústružení/ vznikajúca odstredivá sila spôsobuje chvenie prípadne deformácie obrobku. Škodlivým účinkom odstredivej sily sa predchádza vyvážením obrobku protizávažím. Vyvažovanie môže byť statické, alebo dynamické.

Cieľom vyvažovania je, aby os otáčania /rotácie/ prechádzala ťažiskom otáčajúceho sa telesa. V jednoduchých prípadoch sa výrobky na sústruhu vyvažujú staticky.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Pre vyváženú sústavu platí rovnica: $G \times l_1 = Q \times l_2$

G - hmotnosť protizávažia

l_1 - vzdialenosť ťažiska protizávažia od osi otáčania /sústruženia/

Q - hmotnosť obrobku

l_2 - vzdialenosť ťažiska obrobku od osi otáčania /sústruženia/

Teoretické východiská:

1. Zdôvodniť používanie upínacích dosiek pri upínaní súčiastok na sústruhu.....
2. Vysvetliť spôsob nastavenia /vystredenia/ súčiastky na upínacej doske, resp. na uholníku.....
3. Vysvetliť dôvody vyvažovania pri upínaní sústruženej súčiastky na upínicu doske, alebo na uholníku

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Majster odbornej výchovy navrhne a žiakom zadá praktickú úlohu sústruženia súčiastky nepravidelného tvaru s použitím upínacej dosky, resp. uholníka. Úlohu riešiť s ohľadom na vybavenosť školských dielní strojovým zariadením a ostatných materiálových možností.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem aké druhy upínacích platní /dosiek/ sa používajú v praxi
2. Viem povedať /vymenovať/ príklady súčiastok, ktoré sa sústružia použitím upínacej dosky a uholníka
3. Viem vysvetliť matematický zápis pre vyjadrenie statickej rovnováhy
 $G \times l_1 = Q \times l_2$
4. Pri statickom vyvažovaní viem vypočítať veľkosť a určiť správnu polohu protizávažia

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....
.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.1.4 Upínanie obrobkov na upínacích trňoch

4. a 5. deň

Cieľ: Naučiť žiakov sústružiť súčiastky s použitím upínacích trňov.

Na upínacie trne sa upínajú obrobky ktorých rotačný /valcový, kužeľový.../ povrch má byť súosový s ich už vopred opracovanou dierou. Obrobky s obrobenou dierou možno upnúť na pevný, alebo rozpínací trň. Pevné trne sa vyhotovujú ako:

- kužeľové
- valcové
- závitové

Pri sústružení v kusovej výrobe sa používajú najmä normalizované **kužeľové upínacie trne**. Ich kužeľovitosť je veľmi malá $K = 1: /2000 \div 2500/$. Narazením /nalisovaním/ obrobku na trň sa vytvorí potrebné trenie medzi stykovými plochami súčiastky a povrchom trňa. Súčiastky sa pri narazení na trň automaticky vystredia /vycentrujú/.

V sériovej výrobe sa najčastejšie používajú **valcové upínacie trne**. Obrobky sa na valcovú plochu trňa upínajú s malou vôľou, čo môže spôsobiť isté nepresnosti vyrábaných súčiastok. Požiadavkou je, aby čelá obrobku boli kolmé na os obrobku, aby sa po jeho dotiahnutí maticou na opornú plochu trňa obrobok neskřížil. Valcové trne sú zakončené Morse kužeľom ktorý sa nasadí do kužeľovej dutiny vretena.

Závitové trne sú letmé trne a umožňujú upínanie a obrábanie súčiastok s vnútorným závitom. Upínajú sa svojou Morse kužeľovou stopkou tiež do kužeľovej dutiny vretena.

Rozpínacie trne sa používajú na upínanie obrobkov s väčšími odchýlkami upínacích dier. Upínajú sa letmo, alebo medzi hroty.

Teoretické východiská:

1. Preštudovať výrobné výkresy súčiastok čísla: **SSOŠT- OSV- 3010** /príloha J3/ a č. **SSOŠT - OSV- 3011** /príloha K3/ a popísať funkcie nakreslených súčiastok
2. Vedieť aké súčiastky sa upínajú na upínacie trne
3. Vedieť aké druhy upínacích trňov sa používajú pri sústružení súčiastok s dierami, ktoré majú väčšie výrobné tolerancie



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4. Vedieť popísať konštrukčné vyhotovenie a funkciu rozpínacieho upínacieho trňa

.....
Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktických úloh zameraných na možnosti upínania vyrábaných súčiastok na upínací trň.

Úloha č. 1: Vyhotovte súčiastku podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3012** /príloha L3/. Po vyrobení prevedte celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky. /upínanie na valcový, alebo kužeľový trň/.

Úloha č. 2: Vyhotovte súčiastku podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3014** /príloha N3/. Po vyrobení prevedte celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky. /upínanie na valcový, kužeľový, alebo rozpínací trň/.

Úloha č. 3: Vyhotovte súčiastku podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3015** /príloha O3/. Po vyrobení prevedte celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky. /upínanie na valcový, alebo kužeľový trň/.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Rozumiem všetkým zapísaným kótam a značkám na výrobných výkresoch č. **SSOŠT - OSV - 3010** /príloha J3/ a č. **SSOŠT - OSV - 3011** /príloha K3/.....
2. Viem akú kužeľovitost' majú normalizované kužeľové upínacie trne
3. Viem aké súčiastky upíname na závitové upínacie trne a akým spôsobom sa trne upínajú na sústruhu

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.1.5 Obrábanie dlhých súčiastok upnutých medzi hrotmi

6. deň

Cieľ: Naučiť žiakov sústružiť dlhé súčiastky s použitím upínania medzi hrotmi so strojovým posuvom.

Pri tomto spôsobe upínania je potrebné pripraviť sústruh. Univerzálne skľučovadlo sa musí nahradiť unášacou doskou /platňou/ a unášacím srdcom, prostredníctvom ktorých sa prenesie otáčavý pohyb z vretena stroja na obrábanú súčiastku.

Do kužeľovej dutiny vretena sa zasunie pevný hrot, do pinoly koníka otočný hrot.

Je vhodné skontrolovať súosovosť hrotov, t.j. vretena sústruhu a pinoly koníka /pomocou presného kontrolného trňa a číselníkového odchyľkomeru/. Potom upneme súčiastku medzi hroty a upevníme unášacie srdce. Na sústruženie sa obvykle používa vonkajší ohnutý uberací nôž /pravý/. Po nastavení nástroja stanoviť prídavky na hrubovanie a dokončovacie obrábanie. Pri voľbe rezných podmienok brať do úvahy relatívne menej tuhé upnutie v porovnaní s upínaním súčiastok do skľučovadla.

Poznámky:

1/ Konečné odskúšanie súosovosti je možné vykonať priamo na sústruženej súčiastke takým spôsobom, že na krátkych plochách /10mm/ odoberieme triesky s minimálnym prierezom v blízkosti koníka a v blízkosti vretena. Pri rovnakej polohe /nastavení/ deliacich krúžkov! Po ich odobratí odmeriame priemery obrobku. Hroty sú súosové, ak sú zmerané priemery rovnaké.

2/ Pri sústružení súčiastky s rovnakým priemerom po celej dĺžke sa postupuje tak, že sa súčiastka osústruží na požadovaný priemer do $\frac{3}{4}$ dĺžky na hotovo, potom sa súčiastka v upnutí otočí /unášacie srdce sa namontuje na opačný koniec/ a sústruženie sa dokončí.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Teoretické východiská:

1. Vedieť akými spôsobmi je možné skontrolovať súosovosť upínacích hrotov sústruhu
2. Vysvetliť ako sa prevádza presné, súosové vzájomné nastavenie hrotov vo vreteno sústruhu a pinole koníka pri upínaní súčiastok medzi hrotmi
3. Vedieť vysvetliť akú úlohu plní pri upínaní medzi hrotmi unášacia doska a srdce
4. Vedieť zdôvodniť, prečo je potrebné voliť pri upínaní súčiastok medzi hrotmi miernejšie rezné podmienky než pri upínaní v skl'učovadle

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Majster odbornej výchovy zadá žiakom praktickú úlohu sústruženia súčiastky s rovnakým priemerom po celej dĺžke, t.j. valca, s využitím upínania medzi hrotmi sústruhu. Úlohu riešiť s ohľadom na vybavenosť školských dielní strojovým zariadením a ostatných materiálových možností.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem kedy /za akých podmienok/, upíname súčiastky pri sústružení medzi hroty
2. Viem akým spôsobom sú upnuté na sústruhu upínacie hroty
3. Viem ako sa na vreteno pripevní unášacia doska a ako sa použije /pripevní na súčiastku/ srdce
4. Viem aké nástroje sú vhodné na sústruženie vonkajších rotačných plôch medzi hrotmi

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.2 Sústruženie závitov.

7. - 13. deň

2.2.1 Sústruženie spojovacích závitov na sústruhu nožom 7., 8. a 9. deň

Cieľ: Naučiť žiakov sústružiť závit s trojuholníkovým profilom /ostrohranných/ sústružníckym nožom.

Závity sa podľa použitia delia na:

- spojovacie závit: M, W, ostrohranné - s trojuholníkovým profilom
- pohybové závit: Tr, S, Rd, /plochý závit - nie je normalizovaný/

Pri rezaní spojovacieho závit so stúpaním do $Ph = 2 \text{ mm}$ možno závit nožom vyrobiť na jeden záber pri nastavení hĺbky priečnym posuvom. Pri závitoch s väčším stúpaním je „prísuv“ nástroja vhodné realizovať nielen priečnym posúvaním noža, ale aj doplnkovým posunutím pozdĺžnych, alebo nožových saní suportu. Posúvanie nástroja /v šikmom smere/ by bolo možné vykonávať aj pootáčaním rukoväte nožových saní ktoré by boli pootočené o 60° . Pri rezaní používať chladiacu emulziu. /pri bronzových a mosadzných polotovaroach nie je chladenie potrebné, liatinu možno chladit' petrolejom, alebo rezať bez chladenia/. Na konci rezania zraziť výstupky /ostré hrany/. Ostrohranné /spojovacie/ závit so stúpaním väčším než $Ph > 6 \text{ mm}$ sa vyrábajú na sústruhu závitovým sústružníckym nožom. Výhodou sú lacnejšie nástroje, lepšia drsnosť povrchu, súosovosť závit s ostatnými rotačnými plochami, možnosť vyrábať viacchodové závit a väčšia presnosť rozmerov. Dôvodom pre výrobu závit nožom môže byť aj potreba vyrobiť taký závit na ktorý nie je dostupný normalizovaný nástroj. Závitová drážka vzniká kombináciou otáčavého pohybu /vretena/ a posuvného pohybu /posuvu/ noža. Posuv noža za otáčku vretena musí byť zhodný so stúpaním „Ph“ vyrábaného závit. Posuvný pohyb noža je odvodený od vretena sústruhu cez vymeniteľné ozubené kolesá sa dostáva na pohybovú skrutku pozdĺžneho suportu. Prevod sa nastavuje v posuvovej prevodovke. Prevodový pomer obecné:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Ph_2}{Ph_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Príklad: Vodiaca skrutka pozdĺžneho suportu má stúpanie $Ph_2 = 6$ mm. Vyrábaný závit má mať stúpanie $Ph_1 = 3$ mm. Koľko zubov musia mať výmenné kolesá Z_1 a Z_2 .

$$i = \frac{Ph_2}{Ph_1} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{6}{3} = 2, \text{ z toho vyplýva že, } Z_2 = i \times Z_1,$$

t.j., že ozubené koleso Z_2 bude mať dvojnásobný počet zubov ako koleso Z_1 , napr.:

$Z_2 = 60$ zubov, $Z_1 = 30$ zubov

/konkrétny počet zubov ozubených kolies môže byť rôzny, závisí od typu stroja/.

Teoretické východiská:

1. Vysvetliť funkcie a použitie spojovacích /ostrohranných/ závitov a pohybových závitov
2. Zdôvodniť výrobu závitov sústružníckym nožom
3. Vysvetliť akým spôsobom sa prevádza posúvanie nástroja do záberu, pri rezaní závitov nožom so stúpaním väčším než $Ph = 2$ mm
4. Vedieť akým spôsobom sa pri rezaní závitov prevádza jeho priebežná, resp. konečná kontrola

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktických úloh.

Úloha č. 1: Vyhotovte súčiastku so stúpaním závitov menším než $Ph = 2$ mm podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3005** /príloha E3/. Po vyrobení preved'te celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky. /súčiastku je pri sústružení závitov vhodné upnúť na upínací tŕň.

Úloha č. 2: Vyhotovte súčiastku so stúpaním závitov väčším než $Ph = 2$ mm podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3007** /príloha G3/. Po vyrobení preved'te celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky.

Úloha č. 3: Vyhotovte súčiastku so stúpaním závitov väčším než $Ph = 2$ mm podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3008** /príloha H3/. Po vyrobení preved'te celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem aké je potrebné vybavenie pracoviska /nástroje, pomôcky, meradlá/ pre rezanie závitu sústružníckym nožom
2. Dokážem správne nastaviť /upnúť/ obrobok aj nástroj
3. Viem si na stroji nastaviť potrebnú hodnotu stúpania „Ph“ vyrábaného závitu.....
4. Viem určiť optimálnu reznú rýchlosť /otáčky vretena/ pre rezanie závitu nožom
5. Viem aké veľké hodnoty prídavkov sa nastavujú pri hrubovaní a aké sa používajú pri dokončovaní rezania závitu
6. Viem aký význam má pri rezaní závitu chladenie a aké chladiace prostriedky sa používajú pri rôznych druhoch materiálov

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....
.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.2.2 Sústruženie ostrohranných závitov špeciálnymi závitovými nožmi 10. deň

Cieľ: Naučiť žiakov sústružiť súčiastky s použitím špeciálnych nástrojov.

Rezanie závitov na sústruhu je možné okrem klasických sústružníckych nožov realizovať aj špeciálnymi nástrojmi, ktoré sa od nich tvarovo odlišujú. Jedná sa najmä o kotúčové, tengenciálne /prizmatické/ a hrebeňové nože. Ich konštrukcia zabezpečuje podstatne dlhšiu životnosť nástroja. Sú to nástroje uložené na držiaku prostredníctvom ktorého sa upínajú do nožovej hlavy. Nastavujú sa pomocou šablóny tak, aby boli kolmé na os rotácie obrobku a ich hroty podobne ako v predchádzajúcich prípadoch tiež vo výške osi sústruženia. Postup rezania a výber rezných kvapalín je rovnaký ako pri rezaní klasickým sústružníckym závitovým nožom. Stúpanie na stroji sa nastaví podľa stúpania vyrábaného závitu. Otáčky zvolíme podľa doporučených hodnôt z tabuliek. Rezanie závitu hrebeňovým kotúčovým nástrojom sa začína obdobne, t.j. dotykom na pripravený polotovár a odsunutím nástroja doprava. V polohe mimo obrobku posunieme nástroj o hodnotu celkovej požadovanej hodnoty hĺbky záberu a v tejto polohe deliaci krúžok priečných saní vynulujeme. Následne, po zovretí delenej matice - pohybom páky výstredníka postupne nástrojom odoberáme triesky na požadovanej dĺžke a do potrebnej hĺbky /po vyznačení nulovej hodnoty na deliacom krúžku/. Niekedy je vhodné vykonať „prečistenie“ závitovej drážky prechodom nástroja bez prídavku /naprázdno/. Po dosiahnutí požadovanej polohy noža závit kontrolujeme.

Pre rezanie vnútorných závitov platia analogické pravidlá ako pri rezaní vonkajších závitov. Smer stúpania skrutkovice závitu nástroja pre rezanie vnútorných závitov musí byť rovnaký aký bude mať obrobok.

Teoretické východiská:

1. Vedieť akými špeciálnymi nástrojmi je možné sústružiť spojovacie závitky
2. Vysvetliť ako sa nástroje nastavujú do pracovnej polohy
3. Popísať pracovný postup rezania závitu kotúčovým nožom



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4. Vysvetliť aký význam má na konci sústruženia prechod nástroja závitovou drážkou naprázdno

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktických úloh.

- 1/ Majster odbornej výchovy zadá žiakom praktickú úlohu sústruženia závitú s trojuholníkovým profilom špeciálnym nástrojom.
- 2/ Obdobne je možné po názorných ukážkach a príprave polotovaru /predvyrobenie diery a vnútorného zápichu/ zadať aj výrobu - rezanie vnútorného závitú nožom. Úlohy riešiť s ohľadom na vybavenosť školských dielní strojovým zariadením a ostatných materiálových možností.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem akým spôsobom môžeme upínať súčiastky pri sústružení závitov sústružníckym nožom
2. Viem akým spôsobom sa pri rezaní závitú zabezpečuje opakované presúvanie nástroja /noža/ do záberu /materiálu/ a jeho vysúvanie zo záberu
3. Viem podľa čoho sa môžem orientovať pri nastavení hĺbky triesky pri rezaní závitú nožom
4. Viem podľa akých pravidiel by som rezal nožom vnútorný závit

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známku/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.2.3 Sústruženie pohybových závitov na sústruhu kontrola a meranie závitov

11., 12. a 13.deň

Cieľ: Naučiť žiakov sústružiť súčiastky s pohybovým závitom.

2.2.3.1 Výroba závitov

11. a 12. deň

Pohybové závit sa obvykle vyrábajú na súčiastkach ktoré sú súčasťou tzv. skrutkového mechanizmu a majú za úlohu meniť otáčavý pohyb na priamočiary posuvný pohyb. Najčastejšie sa jedná o rovnoramenný lichobežníkový závit /Tr - trapézový s vrcholovým uhlom profilu 30°. Rezanie závit s ohľadom na jeho masívnejší profil, väčšie hodnoty stúpania /viacchodové závit/ a potrebu odoberania väčšieho množstva materiálu môže byť riešená viacerými spôsobmi. Výrobe samotného závit predchádza príprava nástrojov, meradiel, kontrolných šablón, nastavenie nástroja, zoradenie stroja /reznej rýchlosti - otáčok, upnutie polotovaru s predpísaným priemerom a zápichom na výbeh závitového noža.

Pri výrobe lichobežníkového závit so stúpaním $Ph \leq 5 \text{ mm}$ sa na výrobu používa nástroj zhodný s požadovaným profilom a pracovný postup je rovnaký ako pri rezaní spojovacích závitov s trojuholníkovým profilom. Hrúbka odoberaných triesok /prísuv nástroja/ sa pri rezaní postupne znižuje od 0,4 mm na začiatku až na hranicu 0,1 - 0,02 mm pri dokončovaní. Nástroj sa posúva na požadovanú hĺbku rezu len v priečnom /radiálnom/ smere. Pri posúvaní využívame deliaci krúžok. Po vyrobení sa vykoná kontrola závit kalibrom, alebo šablónou.

Pri výrobe lichobežníkového závit so stúpaním $Ph > 5 \text{ mm}$ sa výroba delí na hrubovanie a dokončovanie /hľadenie/. Hrubovanie sa prevádza zapichovacím nožom ktorého šírka ostria /hlavnej reznej hrany/ je rovnaká, alebo menšia - 0,1 ÷ 0,2 mm/ ako šírka dna lichobežníkovej drážky. Na dokončovanie sa použije nástroj s lichobežníkovým profilom zhodným s profilom vyrábaného závit. Hrúbka odoberaných triesok /prísuv nástroja/ sa pri dokončovaní postupne znižuje od 0,2 mm na začiatku až na 0,02 mm na konci sústruženia. Nástroj sa pri rezaní na požadovanú hĺbku profilu posúva len v priečnom /radiálnom/ smere. Pri posúvaní využívame deliaci



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

krúžok. Posledný prechod nástroja závitovou drážkou býva obvykle naprázdno. Po vyrobení sa vykoná kontrola závitú kalibrom, alebo šablónou.

Pri rezaní závitov s veľkým stúpaním $P_h > 12 \text{ mm}$ sa lichobežníkový závit reže tromi nástrojmi /2 hrubovacie nože - široký a úzky, dokončovací nôž/.

Teoretické východiská:

1. Vedieť súčasťou akých mechanizmov sú pohybové skrutky /závity/
2. Vedieť ako sa označujú rovnoramenné lichobežníkové závit na výrobných výkresoch
3. Vysvetliť ako sa nástroje na sústruženie závitú nastavujú do správnej pracovnej polohy
4. Popísať pracovný postup rezania pravotočivého rovnoramenného jednochodového lichobežníkového závitú
5. Vysvetliť aký význam má na konci sústruženia prechod nástroja závitovou drážkou naprázdno

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktických úloh.

Úloha č.1 a č.2: Vyhotovte dve identické súčiastky s pohybovým rovnoramenným lichobežníkovým závitom **Tr 34 x 6** podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3009** /príloha I3/ **1. - s pravým stúpaním závitú, 2. - s ľavým stúpaním závitú**

Rozmery vyrábanej súčiastky kontrolujte priebežne a po dohotovení prevedte celkovú konečnú kontrolu rozmerov súčiastky.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem aký je viacchodový závit
2. Viem pre sústruženie závitú nožom nastaviť optimálnu hodnotu reznej rýchlosti /otáčok/



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3. Viem popísať pohyby nástroja /pohybový cyklus/ pri postupnom prehĺbovaní závitovej drážky a podľa čoho sa môžem orientovať pri nastavení hĺbky triesky pri rezaní závitu nožom
4. Viem akým spôsobom by sa rezal ľavotočivý rovnoramenný lichobežníkový závit

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....
.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.2.3.2 Meranie /kontrola/ závitov

13. deň

Cieľ: Naučiť žiakov merať základné rozmery pohybových závitov, resp. kontrolovať funkčnosť spojovacích závitov medznými kalibrami.

Vo všeobecnosti je dôležité, aby závitý skrutky a matice ktoré vytvárajú závitové spojenie, resp. ovplyvňujú presnosť a funkciu pohybových /skrutkových/ mechanizmov mali zhodné tri parametre: - stredný priemer závitu - ϕD_s

- stúpanie - P_h

- profil /vrcholový uhol/ - α

Kontrola bežných spojovacích závitov je pomerne jednoduchá a prevádza sa závitovými kalibrami. Vonkajšie závit sa kontrolujú krúžkovými, alebo strmeňovými závitovými kalibrami.

Na kontrolu vnútorných závitov sa používajú valčekové závitové kalibre. Kontrola spočíva v naskrutkovaní, resp. v nasunutí dobrej strany kalibra na kontrolovaný závit. Po úspešnej kontrole dobrou stranou kalibra sa prevedie kontrola tzv. nepodarkovou stranou, ktorá sa na závit nesmie dať naskrutkovať, resp. nasunúť.

Pri presných, obvykle pohybových závitoch sú predmetom kontroly závitu vyššie uvedené hodnoty:

ϕD_s - sa v praxi meria dvoma metódami:

a/ - meraním cez drôtky

b/ - meraním pomocou strmeňového mikrometrického meradla so závitovými dotykmi

P_h - sa meria posuvnými, alebo mikrometrickými meradlami, alebo dĺžkomerom, /v jednoduchších prípadoch sa kontroluje šablónou/

α - sa meria /kontroluje/ pomocou profilprojektora pri niekoľkonásobnom zväčšení profilu



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

V druhej časti témy prevedie MOV žiakom inštrukciú o kontrole závitov medznými závitovými kalibrami. V rámci cvičenia sa naučia správne prakticky zaobchádzať so všetkými dostupnými a bežne používanými kalibrami na kontrolu závitov.

Teoretické východiská:

1. Vedieť ktoré rozmery závitú sú dôležité pre montáž a bezchybnú funkciu
2. Vedieť čím je zvláštny stredný priemer závitú a aký má význam
3. Zdôvodniť zaužívané spôsoby kontroly spojovacích a pohybových závitov
4. Popísať obidva vyššie uvedené spôsoby merania stredného priemeru závitú
5. Vedieť zistiť, či nameraná hodnota stredného priemeru závitú $\varnothing D_s$ je správna, alebo nesprávna
6. Poznať pravidlá pre použitie medzných kalibrov na kontrolu závitov

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Majster odbornej výchovy prevedie praktické meranie resp. kontrolu niektorých doteraz vyrobených súčiastok s pohybovými závitmi. Merat' hodnoty stredného priemeru $\varnothing D_s$, stúpania P_h a vrcholového uhla α /resp. profilu závitú/. Cvičenie riešiť s ohľadom na vybavenosť školských dielni meradlami a kontrolnými pomôckami.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem vysvetliť rozdiel medzi pravotočivým a ľavotočivým závitom
2. Viem akým spôsobom sa prevádza kontrola vonkajších aj vnútorných závitov kalibrami
3. Viem ako sú rozlíšené dobrá a nepodarková strana kalibru
4. Viem ako sa meria stredný priemer závitú cez drôtky, aj pomocou strmeňového mikrometrického meradla so závitovými dotykmi
5. Viem akú funkciu pri meraní profilu závitú plní profilprojektor
6. Viem správne použiť akýkoľvek kaliber používaný na kontrolu závitov

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.3 Technologické postupy

14. a 15. deň

Cieľ: Naučiť žiakov základné pravidlá napísania jednoduchého technologického postupu súčiastky v sériovej výrobe.

Technologické postupy /TP/ sa realizujú vo všetkých výrobných oblastiach priemyselnej výroby. Ich vypracovaním /zostavením/ sa zaoberajú technologické oddelenia výrobných firiem. Pri vypracovaní TP je potrebné vždy prihliadať na mnoho faktorov, ktoré ovplyvňujú realizáciu výroby, napr. požadovaná presnosť výrobku, kvalitu strojového vybavenia výroby, množstvo vyrábaných výrobkov /kusová, sériová, alebo hromadná výroba/, kvalifikáciu pracovníkov a pod. Obecne môžeme **TP** definovať ako „**plán, podľa ktorého sa má z polotovaru vyrobiť hotový výrobok**“.

Členenie technologických postupov:

TP sa člení na operácie a tie sa ďalej rozčleňujú na operačné úseky, úkony a pohyby. Pri vypracovaní jednoduchých TP v kusovej výrobe sa uvádzajú obvykle len operácie, tzv. súpis operácií. Pracovné činnosti sa ďalej nerozpisujú z toho dôvodu, že sa predpokladá vyššia kvalifikovanosť pracovníkov, lepšie odborné vedomosti, samostatnejšie technické myslenie a zručnosť pri práci na univerzálnych strojoch.

Operácia, je časť TP ktorá sa vykonáva na jednom stroji alebo pracovisku /napr. frézovanie, vŕtanie, brúsenia ...a pod. Operácie sa zapisujú do TP oznamovacím spôsobom /Frézovanie, Sústruženie, Brúsenie a pod./ Číslovanie operácií 05, 10, 15, ... ! V sériovej výrobe sa operácie rozčleňujú aj na operačné úseky. V každom sa popíše požadovaná činnosť, stanovia sa nástroje, rezné podmienky, potrebné pomôcky a meradlá. **Operačný úsek**, je časť operácie ktorá sa prevádza obvykle jedným nástrojom na jednom stroji, alebo pracovisku pri jednom upnutí a nezmenených rezných podmienkach. Operačné úseky jednotlivých operácií sa musia vykonať v predpísanom poradí, zoradené logicky tak, aby sme si prácu uľahčili a vykonali ju kvalitne a bezpečne. Operačné úseky sa zapisujú do TP rozkazovacím spôsobom, napr.:

Frézovať drážku 8P9, Sústružiť $\varnothing 25$ na dĺžke $l = 48$ mm, Brúsiť $\varnothing 40H7$. Číslovanie operačných úsekov sa prevádza normálnymi poradovými číslami 1, 2, 3, 4, ... !



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Pracovník má za povinnosť dodržiavať tzv. technologickú disciplínu, t. j., nemôže svojvoľne prevádzať zmeny poradia zapísaných operačných úsekov v TP. Pri navrhovaní pracovných postupov je potrebné zabezpečovať v čo najväčšej miere tzv. technologickosť výroby, ktorej význam vzrastá s množstvom vyrábaných kusov. **Technologickosťou** rozumieme vlastne čo najjednoduchší a najlacnejší spôsob vyhotovenia súčiastky pri jej nezmenenej kvalite.

Poradie operácií.

Na začiatku TP sa uvádzajú deliace operácie /rezanie, strihanie ... atď., nasledujú tzv. mäkké operácie, pri ktorých sa prevedú najväčšie tvarové a rozmerové zmeny /úbery/ materiálu /sústruženie, vrtanie, frézovanie ... a pod./. Nasledujú operácie tepelného spracovania /cementovanie, kalenie, popúšťanie a pod./ a po operáciách tepelného spracovania sa zaraďujú tzv. tvrdé operácie /dokončovacie/ napr. brúsenie, leštenie, lapovanie ... a pod., prípadne povrchové úpravy vyrábanej súčiastky.

Forma vypracovania TP nie je jednoznačne určená. Spôsob zapísania technologických údajov závisí od typu a charakteru výroby, priemyselného odvetvia, typu výrobných technológií a ďalších špecifických skutočností. V školských podmienkach, ako aj školských resp. firemných dielní používame nasledujúcu tabuľkovú podobu tlačiva.

V tabuľke je uvedený príklad zapisovania jednoduchého TP pre sériovú výrobu, napr.:

Číslo oper.	Názov operácie	Číslo oper. úseku	Popis práce č. v. XXX - OSV - XXXX	Pracovné pomôcky /meradlá/
05	Rezanie	1	Rezať na L - 60	Kotúčová píla
10	Kontrola	1	Kontrola rozmeru dĺžky	Posuvné meradlo
15	Sústruž.	1	Upnúť do skľučovadla - vystrediť /centrovať/	Uťahovací kľúč
		2	Zarovnať základnú čelnú plochu	Sústružnícky nôž
		3	Navŕtať strediaci otvor ISO 6411 - B 6,3/18	Strediaci vrták ø 6,3
		4	Prepnúť - vystrediť /centrovať/	
		5	Sústružiť ø 65 - 20	Sústruž. nôž, Posuvné m.
		6	Zraziť hranu 1,5 x 45°	Sústružnícky nôž
20	OTK	1	Konečná kontrola výrobku	Posuvné meradlo



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Teoretické východiská:

1. Vedieť akú funkciu plnia vo výrobe TP
2. Vedieť ako sa TP členia
3. Poznať spôsob číslovania operácií a operačných úsekov v TP
4. Vedieť definovať operáciu a operačný úsek
5. Vedieť pravidlá pre stanovenie poradia operácií v TP

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Praktickým riešením úloh.

Úloha č. 1: Vypracovanie TP .

Vypracujte technologický postup pre sériovú výrobu súčiastky „Remenica“ nakreslenej na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3003** /príloha C3/.

Úloha č. 2: Vyhotovte súčiastku podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3003**

/príloha C3/. Pri jej výrobe využite vypracovaný technologický postup. Po vyrobení prevedte celkovú konečnú kontrolu geometrickej a rozmerovej presnosti vyrobenej súčiastky.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Rozumiem všetkým údajom na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3003** /príloha C3/
2. Viem akými nástrojmi a akým postupom vyrobíme drážky remenice
3. Viem nastaviť optimálne rezné podmienky pre výrobu klinových drážok
4. Viem čo sú mäkké a čo tvrdé operácie
5. Viem čo sa rozumie technologickosťou výroby

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.4 Tvarové plochy

16. - 19. deň

2.4.1 Výroba tvarových plôch na sústruhu

16. a 17. deň

Cieľ: Naučiť žiakov vyrábať tvarové plochy sústružením.

Vyrobiť tvarovú plochu je vždy pomerne zložitá úloha. V technickej praxi existuje mnoho výrobných metód sústruženia tvarových plôch, vždy je však potrebné zvoliť takú, ktorá je pre daný prípad najefektívnejšia. O voľbe optimálnej metódy rozhoduje napr. požadovaná presnosť výrobku, veľkosť tvarovej plochy, kvalifikovanosť pracovníkov, opakovanosť /sériovosť/ ako aj technická úroveň strojového parku. Najčastejšie sa tvarové plochy vyrábajú nasledujúcimi metódami:

Združenými posuvmi /súčasny pozdĺžny a priečny posuv/: Používa sa v jednoduchých prípadoch /najmä v kusovej výrobe/, keď nie sú kladené vysoké nároky na výrobnú presnosť vyrábanej súčiastky. Metóda nie je podmienená žiadnymi nárokmi na použitie. Vyžaduje však vysokú mieru zručnosti pracovníka.

Tvarovými nástrojmi /nožmi/: Spôsob je vhodný na sústruženie relatívne malých /krátkych/, tvarových plôch /závislé od veľkosti stroja, resp. nástroja/, s pomerne vysokou presnosťou. Spôsob je vhodný aj pre sériovú prípadne hromadnú výrobu. Pri sústružení sa pracuje obvykle zapichovaním /priečny pohyb nástroja/. Pri uvedenom spôsobe výroby tvarových plôch je potrebný špeciálny nástroj ktorého rezná hrana má negatívnym tvarom sústruženej plochy.

Kopírovaním /pomocou kopírovacieho zariadenia/: Použitý stroj je opatrený tzv. kopírovacou sústavou, t. j. zariadením ktorého úlohou je „preniesť“ tvar šablóny, resp. modelu na nástroj /nož/. Kopírovacie sústavy sú rôznej konštrukcie /závisí najmä od veku a technickej úrovne stroja/. Môžu byť: mechanické, hydraulické, elektrické. V bežných výrobných podmienkach sa v kombinácii s univerzálnymi sústruhmi najčastejšie používa hydraulické kopírovacie zariadenie IKS. Výhodou väčšiny kopírovacích systémov je možnosť vyrábať súčiastky v určitom pomere zmenšenia, alebo zväčšenia vzhľadom na rozmery použitej šablóny /častejšie sa rozmery súčiastky zmenšujú, z dôvodu zmenšenia prípadných nepresností/.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Na CNC strojoch /naprogramovaním pohybového cyklu/: Pri súčasných, vysokých nárokoch na presnosť výrobkov v sériovej aj hromadnej výrobe, sa považuje uvedená metóda za štandard. Použitím CNC strojov sa po vytvorení riadiaceho programu dosiahne veľmi vysoká presnosť tvarovej plochy a kvalita opracovaného povrchu.

Teoretické východiská:

1. Vedieť akú plochu považujeme za tvarovú
2. Vedieť akými spôsobmi je možné tvarové plochy vyrábať
3. Vedieť zdôvodniť výrobu tvarových plôch tvarovými nožmi
4. Vedieť popísať princíp kopírovania tvarových plôch na univerzálnom sústruhu ..
.....
5. Vedieť čo znamená, ak je kopírovacia sústava hydraulická

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Praktickým riešením cvičenia a úlohy.

Cvičenie: Majster odbornej výchovy po inštrukčii žiakom zadá praktické cvičenie sústruženia pologuľových plôch na obidvoch koncoch valcového polotovaru $\varnothing 30 - 80$ STN 425510 pomocou ručných združených pohybov. Vytváranú guľovú plochu priebežne kontrolovať rádiusovou mierkou. Hodnotiť lepšiu plochu! Zadanie úlohy je možné prispôbiť materiálovým podmienkam a vybaveniu dielne nástrojmi a strojmi.

Úloha č. 1: Na univerzálnom sústruhu vyhotovte súčiastku „Rukoväť“ podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV- 3004** /príloha D3/, s využitím združených pohybov, prípadne v kombinácii s použitím tvarových nástrojov. Po vyrobení preveďte celkovú, konečnú kontrolu geometrickej a rozmerovej presnosti vyrobenej súčiastky.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Sebahodnotenie žiaka:

1. Rozumiem všetkým údajom na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3004** /príloha D3/
2. Viem stanoviť pracovný postup a nástroje potrebné na vyhotovenie „Rukoväte“, č. v. **SSOŠT - OSV - 3004** /príloha D3/
3. Viem zdôvodniť, prečo je dĺžka polotovaru /125 mm/, zapísaná v titulnom bloku výrobného výkresu „Rukoväť“ o 10 mm väčšia než je jej celková dĺžka
4. Viem vysvetliť, čo je riadiaci program CNC stroja

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.4.2 Podsústružovanie

18. deň

Cieľ: Naučiť žiakov podsústružovať rotačné plochy /chrbty rezných klinov/.

Ak rezné nástroje majú dobre obrábať, ich rezné časti musia mať správnu geometriu. Pri tzv. tvarových nástrojoch, napr. frézach, závitníkoch, sústružníckych nožoch, odvaľovacích frézach a pod., sa nástrojom obnovuje rezná hrana /brúsia sa/ vždy len na čele, pričom musia pracovať s uhlom čela $\gamma = 0^\circ$. S ohľadom na potrebu zachovania konštantného tvaru vyrábaného profilu nie je možné brúsiť nástroje na chrbte. Z uvedeného dôvodu sa ich rezné klíny /jednotlivé zuby/ podsústružujú. Takto tvarovaný /podsústružený/ rezný klin má stálu geometriu a aj po opakovanom brúsení na čele sa jeho tvar nemení. Podsústružiť znamená vytvarovať chrbat rezného klinu /zuba/ do tvaru Archimedovej, alebo logaritmickéj špirály. Veľkosť uhla chrbta α /potom závisí od hĺbky podsústruženia. Hĺbka podsústruženia závisí od priemeru nástroja, napr. frézy, a od počtu jej zubov. Platí výpočtový vzťah:

$$h = \frac{\varnothing D}{2.z} \text{ [mm]}$$

h - hĺbka podsústruženia [mm]

$\varnothing D$ - priemer frézy /nástroja/ [mm]

z - počet zubov frézy /nástroja/

Podsústružovanie je špeciálna operácia ktorá sa prevádza buď na špeciálnych jednoúčelových podsústružovacích sústruhoch /Reineker/, alebo na univerzálnych hrotových sústruhoch s prídavným podsústružovacím zariadením /suportom/. Pri podsústružovaní sa fréza upnutá na otočnom čape otáča nízkymi otáčkami oproti sústružníckemu nožu, ktorý sa opakovane približuje a vzdďľuje v priečnom smere, pričom postupne obrába chrby jednotlivých zubov. Po osústružení jedného zuba sa rýchlo vracia /odskočí/, aby rovnako mohol podsústružovať ďalší zub nástroja. Kmitavý /priamočiary vratný/ pohyb je riadený vačkou. Na podsústružovanie sa používajú špeciálne nože s veľkým uhlom chrbta. Ich tvar je závislý od tvaru podsústružovaného nástroja. Pracujú s malým prierezom triesky.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Teoretické východiská:

1. Vedieť čo rozumieme geometriou rezného klina nástroja
2. Vedieť aký uhol čela γ je používaný na tvarových nástrojoch.....
3. Vedieť čo je dôvodom podsústružovania chrbtov rezných klinov
4. Vedieť vysvetliť matematický vzťah pre výpočet hĺbky podsústruženia zubov „h“ /mm/ frézy, alebo iného viaczubového nástroja

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/:

S ohľadom na špecifickú a zriedkavo používanú technológiu, je vhodné riešiť oboznámenie žiakov s uvedenou problematikou ukážkami nástrojov s podsústruženými chrbtami, odborným výkladom, alebo formou exkurzie s ukážkami práce strojov na podsústružovanie .

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem prečo sa rezné klíny tvarového nástroja /zuby/ podsústružujú
2. Viem do tvaru akej technickej krivky sa zuby nástrojov posústružujú
3. Viem na akých výrobných zariadeniach je možné podsústružovanie realizovať
4. Viem aké relatívne /vzájomné/ pohyby vykonávajú nástroj a obrobok pri podsústružovaní
5. Viem pri akých rezných podmienkach sa podsústružovanie prevádza

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.4.3 Dokončovacie práce na sústruhu

19. deň

Cieľ: Naučiť žiakov využívať dokončovacie práce na sústruhu.

Dokončovacími prácami na sústruhu rozumieme menej rozsiahle práce ktorými sa zväčša upravuje už opracovaný povrch, prípadne sa obrobený povrch čiastočne koriguje. Najčastejšie sa jedná o nasledovné úpravy:

- pilovanie
- leštenie /šmirgľovanie/
- škrabanie /zaškrabávanie/
- ryhovanie a vrúbkovanie

Pilovanie – sa prevádza za účelom zlepšenia drsnosti povrchu obrábanej časti pokiaľ nie sú na ňu kladené vysoké nároky geometrickej presnosti. Piluje sa strednou časťou pilníka s obdĺžnikovým, alebo polkruhovým prierezom. Pri pilovaní je potrebné dodržiavať prísne bezpečnostné pravidlá. Pilník musí byť vždy opatrený rukoväťou.

Leštenie /šmirgľovanie/ - má rovnaký účel ako pilovanie a jeho cieľom je dosiahnutie ešte jemnejšieho opracovaného povrchu. Prevádza sa bežne šmirgľovým plátom ktoré je vložené v drevenej zvierke. Leští sa za sucha. Inou alternatívou je leštenie voľným brusivom, alebo brúsnou pastou nanesenou na plátno. Tento spôsob úpravy je v podstate lapovaním. Z hľadiska bezpečnosti nie je leštenie tak rizikové ako pilovanie.

Škrabanie /zaškrabávanie/ - je spôsob upravovania povrchu, najmä dokončovania dier alebo jemnom zrážaní hrán. Nástrojom je plochý škrabák, škrabák s trojuholníkovým profilom alebo so zaobleným ostrím. Pri zaškrabávaní vonkajších plôch musí byť škrabák podporený. Pracuje sa s malými reznými rýchlosťami /otáčkami/.

Ryhovanie a vrúbkovanie - slúži na vytváranie povrchových drážok vo smere jeho osi. Dlhšie plochy sa vrúbkujú, t.j., vytvárajú sa na nich prekrížené stopy /kolmé, alebo kosohlé/ vtláčaním vrúbkovacích kladiek nástroja. Akosť a hustota stôp je závislá od použitého nástroja. Typy vrúbkovania sú normalizované. Nástroj sa skladá z držiaka a jednej, alebo dvoch vrúbkovacích kalených kladiek. Postup práce závisí od dĺžky vrúbkovanej plochy.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Teoretické východiská:

1. Vedieť aké spôsoby dokončovania sa dajú na sústruhu prevádzať
2. Vedieť aké pilníky sa používajú na pilovanie vonkajších valcových a kužeľových plôch
3. Vedieť popísať postup pri leštení valcovej, alebo kužeľovej plochy voľným brúsiacim práškom, alebo pastou /lapovanie/.....
4. Vedieť akým nástrojom sa zaškrabávajú vnútorné valcové plochy a aký nástroj je vhodný na jemné zrážanie hrán
5. Na akom technologickom princípe sú založené úpravy povrchu súčiastok ryhovaním a vrúbkovaním

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktických úloh.

Úloha č. 1: Vyhotovte súčiastku s ryhovanou plochou podľa výrobného výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3002** /príloha B3/. Preved'te konečnú kontrolu rozmerov a kvality ryhovanej plochy.

Úloha č. 2: Vyhotovte ryhovanie na súčiastke vyrobenej v 2. ročníku „Presuvná matica“

podľa výrobného výkresu číslo **SSOŠT - OSV - 2007B** /príloha H1/. Preved'te konečnú kontrolu rozmerov a kvality ryhovanej plochy.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem ktorou časťou nástroja /pilníka/ sa má prevádzať pilovanie na sústruhu
2. Viem z akého dôvodu je dôležité, aby bol pilník opatrený rukoväťou
3. Viem popísať postup pri leštení povrchu súčiastky brúsnym plátnom
4. Viem aké rezné podmienky sú vhodné na zaškrabávanie na sústruhu
5. Viem kedy je obvyklé použiť pri zdrsňovaní povrchu súčiastky ryhovanie a kedy vrúbkovanie
6. Viem aký nástroj sa používa na ryhovanie a vrúbkovanie a pri akých rezných podmienkach sa úpravy povrchu prevádzajú

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

2.5 Súborné práce na precvičenie a zdokonalenie zručností. 20., 21. a 22. deň

2.5.1 Súborná práca č. 1 /Závitová podpera/ 20. deň

Cieľ: V súbornej práci č.1 sa od žiaka bude vyžadovať okrem klasických sústružníckych činností /zarovnanie čiel, sústruženie valcových plôch, zrážania hrán/, aj sústruženie kužeľa, zápichov, vrtanie diery, sústruženie zahĺbenia diery, rezanie vonkajšieho závitú nožom a ryhovanie valcovej plochy. Z uvedeného je zrejmé, že žiak môže pri výrobe súčiastky preukázať svoju zručnosť v plnej šírke.

Teoretické východiská:

1. Vedieť napísať jednoduchý TP výroby súčiastky nakreslenej na výrobnom výkrese číslo **SSOŠT- OSV- 3010** /príloha J3/.....
2. Vedieť napísať zoznam všetkých nástrojov potrebných na výrobu súčiastky č. **SSOŠT - OSV - 3010** /príloha J3/.....
3. Vedieť vypočítať uhol vyklonenia nožových saní $\alpha/2$, alebo kopírovacieho pravítka, pre sústruženie kužeľovej plochy súčiastky
4. Vedieť akým spôsobom sa označujú normalizované zápichy
5. Vedieť akým nástrojom sa bude rezať závit M40 x 2

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktickej úlohy.

Úloha: Na univerzálnom hrotovom sústruhu vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3010** /príloha J3/. Po vysústružení súčiastky preveďte konečnú kontrolu jej rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem z akého polotovaru bude vyrobená súčiastka „Závitová podpera“ č. v. **SSOŠT - OSV - 3010** /príloha J3/
2. Viem akým spôsobom upneme súčiastku pri sústružení kužeľa
3. Viem popísať postup rezania závitú M40 x 2 nožom
4. Viem skontrolovať kužeľ aj závit vyrobenej súčiastky

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známku/.....
.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

2.5.2 Súborná práca č. 2 /Trieda so zápichom/

21. deň

Cieľ: V súbornej práci č. 2 bude žiak precvičovať podobné operačné úkony ako v predchádzajúcej úlohe /zarovnanie čiel, sústruženie valcových plôch, osadení, zrážanie hrán, sústruženie kužeľa, zápichov, vŕtanie diery, rezanie vnútorného závitú závitníkom, vypichovanie čelnej drážky a vrúbkovanie valcovej plochy/. Všetky operačné úkony na seba vzájomne nadväzujú a len ich vzájomné prepojenie, presnosť a správnosť ich realizácie budú zárukou funkčnosti danej súčiastky.

Teoretické východiská:

1. Vedieť napísať jednoduchý TP výroby súčiastky nakreslenej na výrobnom výkrese číslo **SSOŠT - OSV - 3006** /príloha F3/.....
2. Zo zadaných /okótovaných/ rozmerov kužeľovej časti súčiastky vypočítať uhol vyklonenia nožových saní $\alpha/2$, /alebo kopírovacieho pravítka/, pre sústruženie kužeľovej plochy súčiastky
3. Vedieť popísať, resp. nakresliť a okótovať geometriu rezného klina vypichovacieho noža pre sústruženie zápichu na čele súčiastky

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktickej úlohy.

Úloha: Na univerzálnom hrotovom sústruhu vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3006** /príloha F3/. Po vyrobení prevedte konečnú kontrolu rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem popísať pracovný postup výroby vrúbkovanej plochy na vyrábanej súčiastke č. v. **SSOŠT - OSV - 3006** /príloha F3/
2. Viem akým spôsobom nastavím nástroj pri sústružení čelného zápichu
3. Viem navrhnúť meradlá /kontrolné pomôcky/ a vhodný spôsob /spôsob/ merania, resp. kontroly vyrobenej kužeľovej plochy

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

2.5.3 Súborná práca č. 3 /Príruka/

22. deň

Cieľ: V súbornej práci č. 3 sú na žiaka kladené vyššie nároky na presnosť a kvalitu opracovania jednotlivých plôch. Jedná sa o súčiastku pri výrobe ktorej je potrebné spojiť operácie sústruženia s vŕtaním. Zadanie je tiež náročnejšie na odobranie väčšieho množstva materiálu /dosiahnutie vyššej produktivity sústruženia/.

Teoretické východiská:

1. Vedieť napísať jednoduchý TP výroby súčiastky nakreslenej na výrobnom výkrese číslo **SSOŠT - OSV - 3013** /príloha M3/
2. Vedieť zvoliť správny spôsob upnutia súčiastky pri opracovávaní vonkajších aj vnútorných plôch
3. Pre jednotlivé operačné úseky vedieť určiť a na stroji nastaviť optimálne rezné podmienky

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktickej úlohy.

Úloha: Na univerzálnom hrotovom sústruhu vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkrese č. **SSOŠT- OSV - 3013** /príloha M3/. Po vyrobení preved'ite konečnú kontrolu rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem napísať TP výroby súčiastky č. v. **SSOŠT - OSV - 3013** /príloha M3/...
.....
2. Viem pre jednotlivé operačné úseky stanoviť optimálne rezné podmienky
.....
3. Viem zvoliť vhodné meradlá potrebné na celkovú konečnú kontrolu súčiastky nakreslenej na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3013** /príloha M3/.....

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3 Frézovanie

21 dní /140 hod./

3.1 Frézovanie súčiastok so zložitými vonkajšími plochami pri rôznych spôsoboch upnutia

1. - 10. deň

1. a 2. deň

V nasledujúcich pracovných dňoch sa pracovný zošit zameriava na zopakovanie a prehĺbenie odborných vedomostí a zručností v oblasti frézovania. Je samozrejmosťou, že v niektorých cielených prípadoch bude potrebné rozšírenie vedomostí a následne aj rozšírenie a zdokonalenie praktických zručností. Pozornosť venovať vypracovaniu TP.

Cieľ: Naučiť žiakov frézovať súčiastky zložitejších tvarov.

Teoretické východiská:

1. Vedieť napísať jednoduchý TP výroby súčiastky „Vymedzovací doraz“, nakreslenej na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3016** /príloha P3/
2. Vedieť vypočítať pod akým uhlom sú sklonené šikmé plochy súčiastky
3. Vedieť akými meradlami budeme kontrolovať rozmery 20F7, $\phi 6$, R6 a drsnosť povrchu Ra 1,6
4. Vedieť vypočítať hmotnosť polotovaru na vyrobenie danej súčiastky

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Úloha: Na vertikálnej frézovačke vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3016** /príloha P3/. Po vyrobení preved'te vhodnými meradlami konečnú kontrolu rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem aké sú možnosti výroby šikmých plôch /úkosov/ na frézovačke
2. Viem vysvetliť akými spôsobmi sa bude súčiastka upínať pri opracovaní jej jednotlivých častí
3. Viem samostatne určiť a na stroji nastaviť optimálne rezné podmienky pre nástroje použité pri frézovaní súčiastky

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známku/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3. a 4. deň

Je samozrejmé, že pri výrobe súčiastok zložitejších tvarov nevystačíme vždy s prácou na jednom stroji, preto aj výrobu súčiastok v nasledujúcich úlohách bude potrebné realizovať na viacerých obrábacích strojoch. Pozornosť venovať vypracovaniu TP.

Cieľ: Naučiť žiakov vyrábať zložitejšie súčiastky na frézovačkách a v kombinácii s obrábaním na iných obrábacích strojoch.

Teoretické východiská:

1. Napísať jednoduchý TP výroby súčiastky „Úpinka“, nakreslenej na výrobnom výkrese č. SSOŠT - OSV - 3017 /príloha R3/
2. Vysvetliť akým spôsobom sa bude na súčiastke vyrábať drážka so šírkou 4 mm
3. Vysvetliť akým spôsobom bude súčiastka upnutá pri frézovaní oboch úkosov.....
4. Vysvetliť akým spôsobom by bolo možné merať /kontrolovať/ diery $\varnothing 20H8$, R8 a uhlové zrezania 16° a $26^\circ 30'$

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Úloha: Na vertikálnej frézovačke vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkrese č. SSOŠT - OSV - 3017 /príloha R3/. Po vyrobení preveďte vhodnými meradlami konečnú kontrolu rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem popísať postup pri nastavení nástroja oproti súčiastke pri frézovaní drážky so šírkou 10 mm
2. Viem určiť vhodné rezné podmienky pre vyrobenie drážky so šírkou 4 mm
3. Viem akými nástrojmi vyrobíme na súčiastke diery $\varnothing 8$ a $\varnothing 20H8$
4. Viem za pomoci tabuliek vypočítať medzné rozmery diery $\varnothing 20H8$

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5. a 6. deň

Cieľ: Naučiť žiakov vyrábať zložitejšie súčiastky s využitím obrábania na sústruhu a frézovačke. Pozornosť venovať vypracovaniu TP.

Teoretické východiská:

1. Napísať jednoduchý TP výroby súčiastky „Záves“, nakreslenej na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3018** /príloha S3/
2. Nakresliť a okótovať rezný klin sústružníckeho noža, ktorým sa bude rezať závit M40 x 1,5
3. Vysvetliť akým spôsobom bude súčiastka upnutá pri sústružení obidvoch závitov /M16, M40 x1,5
4. Vysvetliť akým spôsobom sa zabezpečí, že zvislá os priechodných drážok 18P9 bude kolmá na ofrézované plochy vyrobené s rozstupom 30 - 0,2 mm

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Úloha: Na sústruhu, vrtačke a vertikálnej frézovačke vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkresu číslo **SSOŠT - OSV - 3018** /príloha S3/. Po vyrobení prevedte vhodnými meradlami konečnú kontrolu rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem popísať postup pri nastavení zapichovacieho noža do nožového držiaka pri sústružení zápichu
2. Viem nastaviť zapichovací nôž do pracovnej polohy
3. Viem určiť vhodné rezné podmienky pre nástroj ktorý použijeme pri výrobe drážky 18P9
4. Viem určiť a použiť všetky meradlá /meracie pomôcky/ potrebné na prevedenie konečnej kontroly vyrobenej súčiastky

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

7. a 8. deň

Cieľ: Naučiť žiakov vyrábať zložitejšie a presné súčiastky s využitím obrábania na sústruhu, vŕtačke a frézovačke, s využitím jednoduchého deliaceho prístroja. Pozornosť venovať vypracovaniu TP.

Teoretické východiská:

1. Napísať jednoduchý TP výroby súčiastky „Nátrubok“, nakreslenej na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3019** /príloha T3/
2. Vysvetliť aké uloženie by vytvoril tolerovaný priemer $\varnothing 32k6$ pri spojení s dierou, ktorá by mala predpísanú tolerančnú značku $\varnothing 32H7$
3. Graficky znázorníte uloženie $\frac{\varnothing 32 H7}{\varnothing 32 k6}$ /zakreslite polohu tolerančných polí súčiastok voči nulovej čiare/
4. Vysvetliť akým spôsobom sa použije jednoduchý deliaci prístroj pri výrobe šesťhrana „6HR 40“ na vyrábanej súčiastke

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Úloha: Na vertikálnej frézovačke vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkresu číslo **SSOŠT - OSV - 3019** /príloha T3/. Po vyrobení prevedte vhodnými meradlami konečnú kontrolu rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem vysvetliť akým spôsobom pri výrobe súčiastky „Nátrubok“ zabezpečím, že spojnice dvoch protiľahlých rohov šesťhrana a os diery $\varnothing 6$ budú rovnobežné
2. Viem v technických tabuľkách vyhľadať dovolené odchýlky tolerovaných rozmerov a následne vypočítať medzné rozmery vyrábaných súčiastok
3. Viem určiť a použiť všetky meradlá /meracie pomôcky/ potrebné na prevedenie konečnej kontroly vyrobenej súčiastky

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

9. a 10. deň

Cieľ: Naučiť žiakov vyrábať zložité a presné súčiastky s využitím potrebných strojov a ich príslušenstva. Pozornosť venovať vypracovaniu TP.

Teoretické východiská:

1. Napísať jednoduchý TP výroby súčiastky „Otočný nosič“, nakreslenej na výrobnom výkrese č. **SSOŠT - OSV - 3020** /príloha U3/
2. Vysvetliť postup pri vzájomnom nastavení nástroja a obrobku pred frézovaním „U“ drážky 12P9 na $\varnothing 40h8$
3. Určiť aké druhy rezov sú použité na výrobnom výkrese súčiastky „Otočný nosič“ a aký je dôvod ich použitia
4. Vysvetliť čo prakticky zabezpečí uloženie dané zloženou kótou $\frac{\varnothing 10H8}{\varnothing 10f7}$

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Návrh riešenia praktickej úlohy.

Úloha: Vyhotovte súčiastku nakreslenú na výrobnom výkresu č. **SSOŠT - OSV - 3020** /príloha U3/. Po vyrobení preveďte vhodnými meradlami konečnú kontrolu rozmerov a drsnosti povrchu jednotlivých plôch.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem vysvetliť akým spôsobom pri výrobe súčiastky „Otočný nosič“ zabezpečím, dodržanie predpísaných drsností jednotlivých plôch
2. Viem definovať voľné, pevné a prechodné uloženie
3. Viem vysvetliť zápis na odkazovej čiare výkresu: ISO 6411 - A3,15/6,7
4. Viem určiť a použiť všetky meradlá /meracie pomôcky/ potrebné na prevedenie konečnej kontroly vyrobenej súčiastky

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.2 Frézovanie s použitím univerzálneho deliaceho prístroja

11. - 17. deň

3.2.1 Konštrukcie UDP, jednoduché nepriame delenie

11. a 12. deň

Cieľ: Naučiť žiakov používať univerzálny deliaci prístroj. Oboznámiť ich s jeho konštrukciou a spôsobom jednoduchého nepriameho delenia.

V dielenskej praxi sa častejšie ako jednoduchý deliaci prístroj štandardne používa univerzálny deliaci prístroj /UDP/, ktorý má viac funkcií ako jednoduchý a preto podstatne širšie použitie. Z uvedeného dôvodu je v nasledujúcom texte návod na použitie UDP pri tzv. **jednoduchom nepriamom delení**. /je použiteľný aj tam kde je možné použiť jednoduchý deliaci prístroj, t.j. aj v predchádzajúcich pracovných dňoch pri výrobe súčiastok č. SSOŠT - OSV - 3018, č. SSOŠT - OSV - 3019, č. SSOŠT - OSV - 3020/.

Na UDP sa vreteno otáča nepriamo, t.j. cez ozubený prevod, ktorého veľkosť sa nazýva charakteristikou deliaceho prístroja, obvykle 40:1. Znamená to, že deliacou kľukou musíme otočiť 40 x, aby sa vreteno deliaceho prístroja otočilo 1x!

Deliaca kľuka je umiestnená na jeho boku. Jej rukoväť je radiálne prestaviteľná na kľuke a zapadá odpruženým kolíkom do dierok na niektorej deliacej kružnici deliaceho kotúča. Kotúč má niekoľko sústredných deliacich kružníc, na ktorých je možné prevádzať jednoduché nepriame delenie /nepriame preto, že vreteno sa neotáča priamo rukou, ale cez ozubený prevod/.

Výpočet otáčok deliacej kľuky „n_k“ :

$$n_k = \frac{CH}{Z} = \frac{P}{p}$$

CH - charakteristika UDP /40/

Z - počet dielov na ktoré chceme obvod súčiastky rozdeliť

P - počet rozstupov o ktoré pootočíme deliacu kľuku pri delení /deliaci krok/

p - počet dier deliacej kružnice na ktorej budeme deliť /pootáčať deliacu kľuku/



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Pri výpočte je potrebné poznať, aké počty dier sú vyrobené na deliacom kotúči.

Napr.: 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 27, 29, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49 dierok.

Na kotúčoch s dierami na obidvoch stranách: 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43, na druhej strane: 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66 dierok.

Potom je možné určiť, akú deliacu kružnicu budeme pri delení používať, a o aký počet rozstupov budeme pri delení pootáčať /posúvať/ rukoväť deliacej kľuky. Pred začiatkom delenia je potrebné rukoväť na kľuke radiálne prestaviť na deliacu kružnicu určenú výpočtom/.

Príklady výpočtu deliaceho kroku „ n_k “ za predpokladu, že $CH = 40$:

Príklad č. 1: Rozdeliť obvod súčiastky na $Z = 12$ rozstupov /dielov/.

$$n_k = \frac{CH}{Z} = \frac{P}{p} = \frac{40}{12} = 3 \frac{6}{12} \times \frac{2}{2} = 3 \frac{12}{24} =$$

- pri delení budeme kľukou pootáčať o 3 celé otáčky a 12 rozstupov na deliacej kružnici s 24 dierkami.

Príklad č. 2: Rozdeliť obvod súčiastky na $Z = 260$ rozstupov /dielov/.

$$n_k = \frac{CH}{Z} = \frac{P}{p} = \frac{40}{260} \div \frac{10}{10} = \frac{4}{26} \times \frac{1,5}{1,5} = \frac{6}{39} =$$

- pri delení budeme kľukou pootáčať o 6 rozstupov na deliacej kružnici s 39 dierkami.

Príklad č. 3: Rozdeliť obvod súčiastky na $Z = 112$ rozstupov /dielov/.

$$n_k = \frac{CH}{Z} = \frac{P}{p} = \frac{40}{112} \div \frac{4}{4} = \frac{10}{28} =$$

- pri delení budeme kľukou pootáčať o 10 rozstupov na deliacej kružnici s 28 dierkami.

Okrem delenia obvodu frézovanej súčiastky na ľubovoľný počet rovnakých rozstupov umožňuje UDP aj frézovanie pri **vyklonenom vretene** UDP, čo je potrebné pri delení a frézovaní obvodu kužeľových plôch. Túto možnosť využívame napr. pri frézovaní pozdĺžnych drážok pre pero, ktorých dno musí byť rovnobežné s povrchovou priamkou kužeľa.

/napr. v súbornej práci / téma **1.2.6** / „Drážkovaný trň“ v závere frézovania 2. roč.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Teoretické východiská:

1. Vypočítať deliaci krok „ n_k “ /výpočtom určiť počet rozstupov o ktoré budeme pootáčať deliacu kľuku a kružnicu na ktorej budeme deliť/ ak UDP má CH 1:40, a počet dielov „Z“, na ktoré budeme obvod deliť bude: 14, 34, 9, 45, 56, 72, 88.
2. Vysvetliť postup pri nastavení deliacej kľuky /jej prestavenia/ podľa vypočítaného deliaceho kroku „ n_k “ na deliacej kružnici
3. Vysvetliť dôvody a spôsob využitia nastavovacích ramienok deliaceho kroku „ n_k “ na UDP

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktických cvičení.

Majster odbornej výchovy praktickou ukážkou oboznámi žiakov s montážou univerzálneho deliaceho prístroje na stôl frézovačky /jeho ustavením/.

Cvičenie: Majster odbornej výchovy po inštrukčii s ukážkami činností na UDP žiakom zadá praktické cvičenia /úlohy/ pri ktorých si danú problematiku overia, prakticky vyskúšajú a zdokonalia svoje zručnosti /obvod valcovitej, prípadne kužeľovitej súčiastky rozdelia drážkami s rovnakým rozstupom na vopred vypočítaný počet dielov/.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem vysvetliť akým spôsobom sa univerzálny deliaci prístroj ustaví na stôl frézovačky
2. Viem vypočítať deliaci krok „ n_k “
3. Viem vysvetliť čo rozumieme deliacim krokom „ n_k “
4. Viem vysvetliť funkciu a spôsob využitia nastavovacích ramienok deliaceho kroku „ n_k “ na UDP

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.2.2 Zložené nepriame delenie

13. deň

Cieľ: Naučiť žiakov používať univerzálny deliaci prístroj pri zloženom nepriamom delení.

Je kombinovaný deliaci spôsob pri ktorom sa delí na dvoch rôznych deliacich kružniciach. Najprv sa nastaví deliacou kľukou určitý počet rozstupov na jednej deliacej kružnici a potom, po presunutí rukoväte kľuky, na druhej deliacej kružnici. Delenie je založené na sčítaní a odčítaní zlomkov. Deliacu kľuku možno pootáčať v súhlasnom, alebo v protismernom zmysle, takže pohyby sa sčítajú, alebo odčítajú.

Potrebné hodnoty vypočítame z rovnice: $n_k = \frac{CH}{Z_1} = \frac{a}{Z_1} \pm \frac{b}{Z_1}$

Súčet oboch zlomkov znamená, že pohyby deliacej kľuky na oboch deliacich kružniciach majú rovnaký zmysel /sčítajú sa/ ; rozdiel určuje, že ide o pohyby kľuky opačného zmyslu, t.j. pohyby sú protismerné /odčítajú sa/.

Príklad č. 1: Na univerzálnom deliacom prístroji s charakteristikou $CH = 1:40$ rozdeľte obvod rotačnej súčiastky na $Z_1 = 171$ dielov.

$$n_k = \frac{CH}{Z_1} = \frac{a}{Z_1} \pm \frac{b}{Z_1} = \frac{40}{171} = \frac{19}{171} + \frac{21}{171} = \frac{19}{19.9} + \frac{21}{57.3} = \frac{1}{9} + \frac{7}{57} =$$

$$n_k = \frac{1}{9} \cdot \frac{6}{6} + \frac{7}{57} = \frac{6}{54} + \frac{7}{57}$$

Uvedené postupné úpravy a výsledný tvar zlomku /matematický výraz/ nepriamo vyjadruje spôsob delenia:

- 1/ Deliacu kľuku prestavíme na kružnicu s 54 dierkami a pootočíme s ňou o 6 rozstupov.
- 2/ Kľuku potom presunieme na kružnicu s 57 dierkami a v tom istom smere +/- ju posunieme o 7 rozstupov.

Poznámka: Pri určovaní deliacich kružníc /rozširovaní zlomku/ je vhodné, aby počty ich dier neboli veľmi rozdielne. Zabráni sa tým určitej nepresnosti, ktorá vyplýva z radiálneho presúvania rukoväti deliacej kľuky na druhú deliacu kružnicu.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Príklad č. 2: Na univerzálnom deliacom prístroji s charakteristikou CH = 1:40 rozdeľte obvod rotačnej súčiastky na **Z₁ = 231 dielov**.

$$n_k = \frac{CH}{Z_1} = \frac{a}{Z_1} \pm \frac{b}{Z_1} = \frac{40}{231} = \frac{7}{33.7} + \frac{33}{11.21} = \frac{1}{33} + \frac{3.11}{11.21} = \frac{1}{33} + \frac{3}{21} = \frac{2}{66} + \frac{6}{42} \text{ odpoveď}$$

Ten istý príklad s iným riešením /s odčítaním zlomkov/

$$n_k = \frac{CH}{Z_1} = \frac{a}{Z_1} \pm \frac{b}{Z_1} = \frac{84}{231} = \frac{84}{3.11.7} - \frac{44}{3.11.7} = \frac{7.12}{7.33} - \frac{4.11}{21.11} = \frac{12}{33} - \frac{4}{21} \text{ odpoveď}$$

Príklad č. 3: Na univerzálnom deliacom prístroji s charakteristikou CH = 1:40 rozdeľte obvod rotačnej súčiastky na **Z₁ = 63 dielov**.

$$n_k = \frac{CH}{Z_1} = \frac{a}{Z_1} \pm \frac{b}{Z_1} = \frac{40}{63} = \frac{12}{63} + \frac{28}{63} = \frac{3.4}{3.21} + \frac{4.7}{9.7} = \frac{4}{21} + \frac{4.2}{9.2} = \frac{4}{21} + \frac{8}{18} \text{ odpoveď}$$

Teoretické východiská:

Vypočítať spôsob pootáčania deliacou kľukou /vypočítať deliaci krok „**n_k**“ / pri zloženom spôsobe delenia, ak je charakteristika UDP 1:40, pre počty zubov:

Príklad 1./ **Z₁ = 98 dielov**

Príklad 2./ **Z₂ = 128 dielov**

Príklad 3./ **Z₃ = 207 dielov**

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením uvedených príkladov.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem vysvetliť princíp zloženého nepriameho delenia
2. Viem vypočítať deliaci krok pre zložené nepriame delenie na UDP

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.2.3 Uhlové nepriame delenie

14. deň

Cieľ: Naučiť žiakov používať UDP pri uhlovom nepriamom delení.

Tento spôsob delenia používame vtedy, keď je potrebné natáčať obrobok pri jeho opracovaní o určitý stredový uhol, najmä keď sú rozstupy tvarových členitostí, napr. dier, drážok, výrezov a pod. na rozstupových kružniciach kótované v uhlových stupňoch. Pri deliacich prístrojoch s charakteristikou 1:40 sa jedna otáčka deliacej kľuky rovná $\frac{360^\circ}{40} = 9^\circ$. Vreteno deliaceho prístroja pri jednej otáčke pootočíme o 9° , čo zodpovedá $540' / 9.60' /$ uhlovým minútam. Túto skutočnosť vhodne využijeme použitím deliacej kružnice s 54 dierami. Natočenie deliacej kľuky o jeden rozstup na tejto kružnici zodpovedá $\frac{540'}{54} = 10' /$ uhlových minút/. Z uvedeného vyplýva, že deliaca kružnica s 54 dierami je určená na uhlové delenie s presnosťou $10'$. Veľkosť natočenia vretena pri uhlovom nepriamom delení určuje vzťah:

$$\alpha - \text{stredový uhol pootočenia vretena UDP} \quad n_k = \frac{\alpha \cdot 40}{360} = \frac{\alpha}{9}$$

Príklad č. 1: Na UDP s charakteristikou CH = 1:40 pootáčajte súčiastku s uhlovým rozstupom $\alpha = 40^\circ$.

$$n_k = \frac{\alpha \cdot 40}{360} = \frac{\alpha}{9} = \frac{40^\circ}{9} = 4\frac{4}{9} \cdot \frac{6}{6} = 4\frac{24}{54} \dots \text{odpoveď}$$

Pri delení budeme deliacou kľukou pootáčať o 4 celé otáčky a 24 rozstupov na kružnici s 36 dierkami.

Príklad č. 2: Na UDP s charakteristikou CH = 1:40 pootáčajte súčiastku s uhlovým rozstupom $\alpha = 120^\circ$

$$n_k = \frac{\alpha \cdot 40}{360} = \frac{\alpha}{9} = \frac{120^\circ}{9} = 13\frac{3}{9} \cdot \frac{6}{6} = 13\frac{18}{54} \dots \text{odpoveď}$$



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Príklad č. 3: Na UDP s charakteristikou CH = 1:40 pootáčajte súčiastku s uhlovým rozstupom $\alpha = 2^\circ 40'$.

$$n_k = \frac{\alpha \cdot 40}{360} = \frac{\alpha}{9} = \frac{2^\circ + \frac{4}{6}}{9} = \frac{12+4}{9} = \frac{16}{9} = \frac{16}{\frac{9}{1}} = \frac{16}{54} \dots \text{odpoveď}$$

Teoretické východiská:

Vypočítať spôsob pootáčania deliacou kľukou /deliaci krok „ n_k “ / pri nepriamom uhlovom delení na UDP s charakteristikou 1:40, pre nasledujúce hodnoty stredových uhlov:

Príklad 1./ $\alpha = 19^\circ 40'$

Príklad 4./ $\alpha = 8^\circ 30'$

Príklad 2./ $\alpha = 14^\circ 50'$

Príklad 5./ $\alpha = 25^\circ 10'$

Príklad 3./ $\alpha = 33^\circ$

Príklad 6./ $\alpha = 61^\circ 20'$

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením uvedených príkladov a následným praktickým riešením úloh zameraných na uhlové delenie.

Cvičenie: MOV praktickou ukážkou oboznámi žiakov s delením obvodu súčiastky spôsobom uhlového nepriameho delenia. V ďalšom čase si žiaci prakticky overia danú problematiku na identických úlohách, pri ktorých si zdokonalia aj svoje praktické zručnosti. Súčasťou riešených úloh je aj overenie vedomostí a zručností pri voľbe vhodných meradiel na meranie, resp. kontrolu uhlov a ich praktické použitie.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem vysvetliť princíp uhlového nepriameho delenia
2. Viem vypočítať deliaci krok „ n_k “ pre uhlové nepriame delenie

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....
.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.2.4 Diferenciálne delenie

15. deň

Cieľ: Naučiť žiakov používať UDP pri diferenciálnom delení.

Spôsob diferenciálneho delenia používame vtedy, keď nemožno obvod vyrábanej súčiastky rozdeliť na požadovaný počet dielov priamym alebo nepriamym delením. Jedná sa najmä o prípady, keď je počet dielov prvočíslo. Aby sa tento spôsob mohol zrealizovať, treba pohyb z pracovného vretena UDP pri jeho pootáčaní preniesť cez vymeniteľné ozubené kolesá na deliaci kotúč. Postup výpočtu:

1. Zvolíme približný počet dielov „ Z' “ / ktorý nebude prvočíslo/
2. Vypočítame deliaci krok n_k
3. Vypočítame diferenciu $p = Z' - Z$
4. Vypočítame prevod ozubených kolies „ i “ a určíme počty zubov z_1, z_2, z_3, z_4

$$i = n_k \cdot p = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}$$

Pre novšie deliace prístroje sa dodávajú súpravy vymeniteľných ozubených kolies s týmito počtami zubov: 24, 25, 26, 28, 30, 32, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 80, 86, 88, 100 a 127 zubov.

Príklad: Výpočtom určte počet prevodových ozubených kolies a počty ich zubov, prípadne počet vložených ozubených kolies „ Z_v “ pre diferenciálny spôsob delenia na UDP s charakteristikou $CH = 1:40$, pre rozdelenie obvodu súčiastky na $Z = 113$ dielov.

1. Zvolíme približný počet dielov Z' - volím 120 dielov

$$2. \text{ Vypočítame deliaci krok } n_k = \frac{CH}{Z'} = \frac{40}{120} = \frac{10}{30}$$

- pri delení budeme deliacou kľukou otáčať o 10 rozstupov na kružnici s 30 dierkami

$$3. \text{ Vypočítame diferenciu } p = Z' - Z = 120 - 113 = 7$$



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4. Vypočítame prevod vymeniteľných ozubených kolies „i“ a určíme počty ich zubov **z1, z2, z3, z4**

$$i = n_k \cdot p = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{10}{30} \cdot 7 = \frac{70}{30} = \text{zlomok rozšírime /roznásobíme/ tak,}$$

aby sa hodnoty zhodovali s počtami zubov ozubených kolies dodávanej sady kolies:

$$i = \frac{7 \cdot 10}{3 \cdot 10} = \frac{7 \cdot 8}{3 \cdot 10} \cdot \frac{10 \cdot 10}{10 \cdot 8} = \frac{56}{30} \cdot \frac{100}{24}$$

z1 = 56 zubov, z2 = 30 zubov, z3 = 100 zubov, z4 = 80 zubov

zv = 0 - vložené koleso sa nepoužije !

5. Určenie počtu vložených kolies „zv“.

Vložené kolesá určujú zmysel otáčania deliaceho kotúča pri pohybe /otáčaní/ deliacou kľukou. Ak bola diferencia „p“ kladná /+/, musí sa kľuka a deliaci kotúč otáčať rovnakým smerom, rovnako sa musia otáčať prvé a posledné koleso zloženého prevodu. Ak je diferencia záporná /-/, musí sa deliaci kotúč otáčať pri delení oproti pohybu kľuky, t.j. posledné koleso zloženého prevodu sa musí otáčať opačným smerom ako prvé koleso. Vloženým kolesom riešime uvedené podmienky.

Ozubený prevod je možné v jednoduchších prípadoch vytvoriť aj z dvoch ozubených kolies **z1** a **z4**. Pri použití dvoch kolies je takmer vždy potrebné použiť aj vložené kolesá „zv“, jednak za účelom „preklenutia“ osovej vzdialenosti medzi prvým **z1** kolesom a posledným kolesom **z4**, jednak na dosiahnutie požadovaného zmyslu otáčania deliacej kľuky a deliaceho kotúča. Vid'. nasledujúce úlohy:

Úloha č. 1: Výpočtom určte počet prevodových ozubených kolies a počty ich zubov, prípadne počet vložených ozubených kolies „zv“ pre diferenciálny spôsob delenia na UDP s charakteristikou CH = 1:40, pre rozdelenie obvodu súčiastky na Z = 137 dielov.

Z' - volím 140 dielov

$$n_k = \frac{CH}{Z'} = \frac{40}{140} = \frac{8}{28}$$

- pri delení budeme deliacou kľukou otáčať o 8 rozstupov na kružnici s 28 dierkami



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

$$p = Z' - Z = 140 - 137 = 3$$

Prevod vymeniteľných ozubených kolies „i“ a určenie počtov zubov z_1, z_2, z_3, z_4

$$i = n_k \cdot p = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{8}{28} \cdot 3 = \frac{24}{28} = \text{zlomok rozšírime /roznásobíme/ tak,}$$

aby sa hodnoty zhodovali s počtami zubov ozubených kolies dodávanej sady kolies:

$$i = \frac{4 \cdot 6}{4 \cdot 7} = \frac{4 \cdot 6}{4 \cdot 6} \cdot \frac{6 \cdot 8}{7 \cdot 8} = \frac{24}{24} \cdot \frac{48}{56}$$

$$z_1 = 24 \text{ zubov, } z_2 = 24 \text{ zubov, } z_3 = 48 \text{ zubov, } z_4 = 56 \text{ zubov, } z_v = 0$$

Úloha č. 2: Výpočtom určte počet prevodových ozubených kolies a počty ich zubov, prípadne počet vložených ozubených kolies „ z_v “, pre diferenciálny spôsob delenia na UDP, CH = 1:40, pre rozdelenie obvodu súčiastky na $Z = 106$ dielov.

Z' - volím 100 dielov

$$n_k = \frac{CH}{Z'} = \frac{40}{100} = \frac{10}{25}$$

- pri delení budeme deliacou kľukou otáčať o 10 rozstupov na kružnici s 25 dierkami

$$p = Z' - Z = 100 - 106 = -6$$

Prevod vymeniteľných ozubených kolies „i“ a určenie ich počtu zubov

$$i = n_k \cdot p = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{10}{25} \cdot \frac{-6}{1} = -\frac{60}{25}$$

Zlomok rozšírime /roznásobíme/ tak, aby sa číselné hodnoty v zlomku zhodovali s počtami zubov ozubených kolies v dodávanej sade vymeniteľných ozubených kolies:

$$i = \frac{30 \cdot 2}{25 \cdot 1} = \frac{30 \cdot 1}{25 \cdot 1} \cdot \frac{2 \cdot 40}{1 \cdot 40} = \frac{30}{25} \cdot \frac{80}{40}$$

$$z_1 = 30 \text{ zubov, } z_2 = 25 \text{ zubov, } z_3 = 80 \text{ zubov, } z_4 = 40 \text{ zubov, } z_v = 1$$



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Úloha č. 3: Výpočtom určte počet prevodových ozubených kolies a počty ich zubov, prípadne počet vložených ozubených kolies „zv“ pre diferenciálny spôsob delenia na UDP s charakteristikou $CH = 1:40$, pre rozdelenie obvodu súčiastky na $Z = 71$ dielov.

Z' - volím 75 dielov

$$n_k = \frac{CH}{Z'} = \frac{40}{75} = \frac{5 \cdot 8}{5 \cdot 15} = \frac{8}{15} \cdot \frac{2}{2} = \frac{16}{30}$$

Pri delení budeme deliacou kľukou otáčať o 16 rozstupov na kružnici so 30 dierkami.

$$p = Z' - Z = 75 - 71 = 4$$

Prevod vymeniteľných ozubených kolies „i“ a určenie ich počtu zubov

$$i = n_k \cdot p = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{16}{30} \cdot 4 = \frac{64}{30} = \text{zlomok ďalej nemusíme rozširovať s tým,}$$

že požadovanú hodnotu prevodu zabezpečíme dvoma ozubenými kolesami z_1 a z_4 .

$$z_1 = 64 \text{ zubov, } z_4 = 30 \text{ zubov, } zv = 1$$

Teoretické východiská:

Vypočítat potrebné parametre pre diferenciálne delenie, ak obvod súčiastky chceme pomocou UDP s $CH=1:40$ rozdeliť na:

Úloha č.1 $Z = 59$ dielov, **Úloha č. 2** $Z = 107$ dielov, **Úloha č. 3** $Z = 151$ dielov.

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením uvedených príkladov a následným praktickým riešením úloh zameraných na diferenciálne delenie.

Cvičenie: MOV výpočtom potrebných parametrov. Ukážkou oboznámi žiakov s danou problematikou a praktickým cvičením si zdokonalia svoje zručnosti

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem výpočtom určiť parametre potrebné na diferenciálne delenie
2. Viem prakticky použiť diferenciálne delenie

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.2.5 Frézovanie na kužeľových plochách

16. deň

Cieľ: Naučiť žiakov používať UDP pri frézovaní na kužeľových plochách.

Mnoho strojových súčiastok a nástrojov má okrem valcových plôch a rovinných plôch aj kužeľové a šikmé plochy. Pri frézovaní je potom častou úlohou tieto plochy vyrobiť, upraviť, prípadne opatriť tvarovými členitosťami /drážkami, výrezmi, dierami .. a pod./. Väčšinu prác najmä na kužeľových alebo šikmých plochách prevádzame s použitím UDP. Jeho mechanizmy umožňujú potrebné vyklonenie obrobka.

Pri frézovaní na kužeľovej ploche je potrebné najprv zvoliť vhodné upnutie frézy a obrobka. Nástroje upíname do vretena frézovačky bežným spôsobom /priamo, alebo na tŕne/. Polovýrobky na ktorých sa majú frézovať drážky ...a pod. upíname do skl'učovadla, tie ktoré majú dieru zväčša upíname pomocou upínacích tŕňov. Tŕne s nasunutým obrobkom sa upnú v skl'učovadle prístroja, alebo medzi hroty koníka a vretena. Ak sa upína súčiastka na kužeľový sústružnícky tŕň, musí byť väčší priemer tŕňa aj obrobka bližšie k vretenu, aby sa nástrojom pri frézovaní obrobok natláčal na väčší priemer tŕňa a spevňovalo sa jeho upnutie.

Pred frézovaním je potrebné previesť správne nastavenie /vyklonenie/ vretena UDP tak, aby jeho os zvierala s vodorovnou rovinou /stolom frézovačky/ potrebný uhol. Veľkosť uhla závisí od vrcholového uhla kužeľa a od druhu frézovanej drážky. Pri frézovaní drážok môžu nastať tri rôzne prípady:

- a/ - dno drážky je rovnobežné s povrchom kužeľa
- b/ - dno drážky je rovnobežné s osou kužeľa
- c/ - dno drážky nie je rovnobežné ani s povrchom kužeľa, ani s jeho osou

Pred frézovaním je potrebné pomocou výkresovej dokumentácie, alebo dodatočným výpočtom určiť požadovaný uhol vyklonenia vretena a potom ho prostredníctvom mechanizmu UDP nastaviť.

Pri frézovaní pozdĺžnych uzavretých drážok pre perá na kužeľovú plochu /čap/, alebo aj iných prvkov, uplatňujeme všetky poznatky získané o frézovaní drážok a výrezov v druhom ročníku. Rozdiel je iba v polohe obrobka vzhľadom na vodorovnú os /stôl/.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Teoretické východiská:

1. Vedieť definovať kužeľovitost'
2. Vedieť popísať pracovný postup použitia UDP pri frézovaní na kužeľovej ploche
3. Vysvetliť ako sa dá určiť /vypočítať/ veľkosť potrebného vyklonenia vretena UDP pri frézovaní drážky na kužeľovej ploche
4. Vedieť zapísať a použiť matematický vzťah potrebný pre výpočet uhla vyklonenia vretena UDP, pri frézovaní drážky na kužeľovom čape

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktických úloh.

Cvičenie: MOV pri inštrukcii oboznámi žiakov s danou problematikou praktickým použitím UDP pri frézovaní pravouhlej zapustenej uzavretej drážky pre pero. Pred ukážkou sa žiaci oboznámia s výkresovou dokumentáciou a prevedú potrebné výpočty, nastavenie /vyklonenie/ vretena UDP a upnutie polovýrobku.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Rozumiem údajom na výrobnom výkrese súčiastky ktorú budeme opracovávať....
2. Vedieť ako sa označuje kužeľovitost' na výrobných výkresoch
3. Viem prakticky nastaviť /vykloniť/ vreteno UDP pri frézovaní na kuželi
4. Viem vykonané úkony /ofrézované plochy/ skontrolovať vhodnými meradlami

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známku/.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.2.6 Frézovanie ozubených kolies deliacou metódou

17. deň

Cieľ: Oboznámiť žiakov s frézovaním čelných ozubených kolies deliacou metódou.

Ozubené kolesá sa vyrábajú dvoma spôsobmi frézovania: a/ deliacim
b/ odvaľovacím

Ozubené kolesá sú zložité súčiastky pri výrobe ktorých je potrebné dodržať množstvo vzájomne súvisiacich technických parametrov /rozmerov/. Ich výroba sa v sériovej výrobe prevádza výlučne odvaľovacou metódou frézovania, prípadne ďalšími dokončovacími metódami opracovania. Výroba sa realizuje na špeciálnych obrábacích strojoch, odvaľovacích frézovačkách alebo obrážačkách. Deliaci metóda výroby ozubení sa v súčasnosti používa len sporadicky, zväčša v kusovej výrobe, pre jednoduché výrobky s menšími nárokmi na presnosť, alebo v opravárenskej činnosti. Výroba ozubených kolies deliacim spôsobom sa prevádza tvarovými nástrojmi, t.j. profilovými kotúčovými, alebo stopkovými frézami. Použitý nástroj vytvára boky dvoch zubov súčasne. Rezné klíny fréz majú tvar zubovej medzery vyrábaného kolesa. Malá presnosť zubov vzniká nepresnosťou profilu nástrojov, nepresnosťou vzájomného nastavenia obrobku a nástroja a nepresnosťou deliaceho mechanizmu. S ohľadom na to, že profil zuba sa mení v závislosti od počtu zubov ozubeného kolesa, používa sa v praxi jedna fréza len pre určitý rozsah vyrábaných zubov /rovnakého modulu/. Na výrobu ozubených kolies sa z uvedeného dôvodu používajú sady fréz. Do veľkosti modulu 8 mm sú sady 8 členné, pre väčšie moduly sú sady 15 členné. Jednotlivé členy súpravy fréz sa používajú pre určitý rozsah počtu zubov, vyrábaného ozubeného kolesa. Pri výrobe ozubených kolies z tvrdých materiálov sa používajú niekedy aj hrubovacie frézy. Zubové medzery do modulu $m = 6 \text{ mm}$ sa frézujú na jeden záber, do $m = 12 \text{ mm}$ na dva, väčšie moduly na tri zábery. Hĺbka frézovania býva „ h “ = **2,25.m**. Ozubené kolesá s menšími modulmi sa frézujú obvykle kotúčovými modulovými frézami, pre moduly väčšie ako 20 mm sa používajú stopkové /čapové/ frézy. Frézovanie zubov deliacou metódou je vlastne určitým druhom tvarového frézovania. Rezné hrany /profil/ modulovej frézy má tvar zubovej medzery. Fréza vykonáva pri rezaní otáčavý - hlavný rezný pohyb, stôl frézovačky so súčiastkou upnutou v deliacom prístroji priamočiary posuvný - vedľajší pohyb. Často sa upína niekoľko výrobkov na spoločný upínací trň.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Praktický príklad rozboru TP frézovania ozubení.

Príklad: Deliacou metódou vyfrézujte na univerzálnej frézovačke ozubené koleso s priamymi zubami, ak počet zubov $Z = 25$, $m = 2,5$ mm. Súčiastka bude upnutá medzi hrotmi. Hĺbka frézovania $h = 2,25 \cdot m = 5,625$ mm. Na frézovanie použijeme kotúčovú tvarovú /modulovú/ frézu č. 4 z osemčlennej súpravy fréz. Je zvolená sa podľa tabuliek. Rozdeliť obvod súčiastky na $Z = 25$ rozstupov /dielov/.

$$n_k = \frac{CH}{Z} = \frac{P}{p} = \frac{40}{25} = 1 \frac{15}{25} = \text{kľukou pootáčať o 1 celú otáčku a 15 rozstupov na deliacej kružnici s 25 dierkami.}$$

Číslo oper. úseku	Popis práce	Nástroje a pomôcky	Meradlá
1	Upnúť a nastaviť deliaci prístroj a koník	UDP, koník upínacie skrutky	Merací trň, čís. odchýlkomer
2	Kotúčovú modulovú frézu upnúť na trň, skontrolovať jej obvodové hádzanie	Modulová fr. č.4 pre $m = 2,5$	Číselníkový odchýlkomer
3	Obrobok na trni upnúť medzi hroty	Upínací trň, unášacie srdce	
4	Nastaviť vzájomnú polohu nástroj - obrobok		Uholník, zákl. mierky
5	Rozovrieť nastaviteľné ramienka UDP pre vypočítaný deliaci krok, poistiť skrutkou		
6	Nastaviť požadované rezné podmienky /otáčky frézy a žiadaný posuv/		
7	Obrobok presunúť pod frézu a nastaviť vzájomnú polohu na nastavenie hĺbky frézovania		Deliaci krúžok konzoly nastaviť na 0
8	Nastaviť potrebnú hĺbku rezu /hodnoty/ odpočítat' na deliacom krúžku konzoly		
9	Vyfrézovať prvú zubovú medzeru a previesť jej kontrolu		Posuvné mer., zubomer
10	Obrobok pootočiť na frézovanie ďalšej drážky		
11	Operačné úkony opakovať až do vyfrézovania 25. zubov /celého obvodu/		



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Teoretické východiská:

1. Vedieť aké sú možnosti výroby ozubených kolies.....
2. Vedieť prečo sa pri frézovaní ozubených kolies deliacou metódou používajú sady fréz
3. Vedieť aké meradlá je potrebné použiť pri nastavení UDP na stôl stroja
4. Vedieť popísať pracovný postup výroby ozubení pri deliacom spôsobe frézovania, s použitím UDP
5. Vedieť nastaviť pre frézovanie ozubení optimálne rezné podmienky
6. Vedieť vypočítať potrebnú hĺbku frézovania pre konkrétnu veľkosť modulu vyrábaného ozubení

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktických úloh.

Cvičenie:

MOV pri inštrukčnej oboznámi žiakov s problematikou frézovania ozubeného kolesa deliacou metódou. Uvedený príklad /alebo podobný príklad s inými parametrami/ je možné použiť pri inštrukčnej. Pred ukážkou oboznámiť žiakov s výkresovou dokumentáciou, previesť potrebné výpočty a vzájomné nastavenie obrobku a nástroja. Realizovať frézovanie zubov ozubeného kolesa.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Poznám dôvody použitia deliaceho spôsobu frézovania ozubených kolies
2. Viem vypočítať deliaci krok pre delenie jednoduchým nepriamym spôsobom
3. Viem upnúť súčiastku medzi hroty deliaceho prístroja a koníka
4. Viem prakticky nastaviť správnu vzájomnú polohu obrobku a nástroja pri deliacom spôsobe frézovania
5. Viem na koľko záberov sa frézujú jednotlivé veľkosti ozubení
6. Viem akými meradlami a akým spôsobom sa kontrolujú vyrobené zuby, resp. zubové medzery, prípadne ďalšie parametre /hodnoty/ ozubeného kolesa

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.3 Prípravky

18. - 20. deň

3.3.1 Funkcia, rozdelenie a význam prípravkov

18. deň

Cieľ: Oboznámiť žiakov s významom a funkciou prípravkov používaných pri frézovaní

Obecne je možné prípravky definovať ako pomocné zariadenie, ktoré umožňuje realizovať výrobu, alebo montáž rýchlejšie, presnejšie a bezpečnejšie. Vhodné prípravky uľahčujú prácu, šetria stroje a zlacňujú výrobu. Používajú sa pri rôznych výrobných, montážnych, kontrolných a opravárenských operáciách. Podľa účelu na ktorý sú vyhotovené sa potom pomenúvajú, napr. vŕtacie prípravky, sústružnícke, montážne, zvráacie, polohovacie, meracie a iné. Vhodne konštruované prípravky umožňujú aj nekvalifikovaným pracovníkom vykonávať prácu na presných a zložitých pracovných operáciách.

Rozdelenie prípravkov.

Prípravky sa rozdeľujú na univerzálne a špeciálne. **Univerzálne prípravky** sú určené pre širšie použitie v sériovej výrobe. Zväčša sa jedná o pomôcky na upínanie nástrojov /skľučovadlá, nožové držiaky, rýchlopínacie hlavičky a pod./, alebo na upínanie obrábaných súčiastok /stoly, dosky, zveráky, tŕne, deliace prístroje a pod./ Univerzálne prípravky majú vo výrobe širšie použitie a sú normalizované. Vyrábajú sa v špecializovaných závodoch.

Špeciálne prípravky sú zariadenia pomocou ktorého dostaneme obrábaný predmet na obrábacom stroji do vyžadovanej polohy a v tejto polohe ho pripravok bezpečne a jednoznačne pridrží. Niektoré prípravky sú určené aj na vedenie nástrojov pri samom obrábaní. Špeciálne prípravky vyrába nástrojár pre použitie v sériovej, alebo hromadnej výrobe. Po vyrobení sa funkcia prípravku skontroluje a pokiaľ spĺňa požadované funkcie a presnosť odovzdá sa do dielne. Nastavovač upne prípravok na výrobný stroj a poučí pracovníka ako má s prípravkom zaobchádzať /vkladať a upínať opracované súčiastky, merať, vyberať a pod., prípadne ho čistiť, nastavovať atď. Po ukončení práce sa prípravok vyčistí a uloží do skladu prípravkov, aby sa neskôr mohol použiť pri ďalšej sérii výrobkov.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Napriek veľmi širokej oblasti použitia špeciálnych prípravkov a teda aj ich konštrukčnej rôznorodosti a rozdielnosti je možné pomenovať ich hlavné časti:

1. - základné teleso
2. - ložné a oporné prvky
3. - dorazové, vodiace a strediace prvky
4. - upínacie a uzavieracie prvky /úpinky, výstredníky, klíny, vačky atď./
5. - normalizované časti /skrutky, kolíky, pružiny, vŕtacie puzdrá atď./

Teoretické východiská:

1. Vedieť definovať čo je prípravok
2. Vedieť čo umožňujú prípravky v sériovej výrobe
3. Vedieť rozlíšiť univerzálny a špeciálny prípravok
4. Vedieť aké hlavné časti obsahujú špeciálne prípravky

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/:

Získaním skúseností pri praktickom používaní prípravkov

Cvičenie: Majster odbornej výchovy pri inštruktáži oboznámi žiakov s problematikou používania prípravkov v strojárskych praxi. Zabezpečí ukážku praktického použitia prípravku pri obrábaní /podľa materiálových možností/ frézovacieho, vŕtacieho, sústružníckeho,atď. prípravku. V súlade s úvodným textom oboznámi žiakov s jednotlivými časťami prípravku a ich funkciou.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem na základe čoho sa prípravky pomenúvajú
2. Viem akým spôsobom sa so špeciálnym prípravkom zaobchádza po vyrobení a po jeho použití
3. Viem kde sa prípravky po použití odkladajú /skladujú/

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3.3.2 Výroba jednoduchého prípravku

19. a 20. deň

Cieľ: Praktická realizácia výroby jednoduchého prípravku.

Náplňou 19. a 20. pracovného dňa je vyhotovenie dvojdielného predstaviteľného upínacieho držiaka hranolovitého tvaru s využitím rybinovitej drážky a rybiny. Vzájomné prestavovanie obidvoch častí oproti sebe sa prevádza prostredníctvom vyfrézovaných tvarov so zaistením polohy zverným spojením. Vzájomné spevnenie častí /zaistenie/ je riešené zaist'ovacou skrutkou.

Teoretické východiská:

1. Vedieť popísať funkciu zverných spojov /obecne/
2. Vedieť vyhľadať dovoľené odchylky tolerovaných rozmerov súčiastok
3. Vedieť popísať pracovné postupy /TP/ obidvoch vyrábaných súčiastok
4. Vedieť previesť kontrolu /merať/ vyrábané súčiastky

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/: Riešením praktickej úlohy.

Úloha: Na univerzálnej frézovačke vyhotovte súčiastky /Držiak I., Držiak II./, ktoré sú časťou jednoduchého držiaka. Súčiastky sú nakreslené na výrobných výkresoch s číslami SSOŠT - OSV - 3021 /príloha V3/ a č. SSOŠT - OSV - 3022 /príloha X3/. Rozmery vyrábaných súčiastok kontrolujte priebežne a po dohotovení preveďte celkovú, konečnú kontrolu ich rozmerov a predpísanej drsnosti povrchu jednotlivých plôch. Vyrobené súčiastky spojte prostredníctvom rybinovitej drážky a rybiny a zostavu doplňte zaist'ovacími skrutkami.

Sebahodnotenie žiaka:

1. Viem charakterizovať materiál z ktorého sa držiaky vyrobia
2. Viem popísať pracovný postup výroby rybinovitej drážky a rybiny
3. Viem samostatne určiť a na stroji nastaviť rezné podmienky pre rozrezanie držiakov 2 mm širokou drážkou

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4 Brúsenie

15 dní /105 hod./

4.1 Úvod do brúsenia - teoretické východiská brúsenia stroje pre brúsenie

1. deň /7 hod.

Odborný výcvik v treťom ročníku je spravidla vykonávaný na pracoviskách praktického vyučovania zamestnávateľa a obsah predmetu – vykonávané práce majú zabezpečiť rozvoj doteraz nadobudnutých zručností a umožniť žiakom získať zručnosti pri tomto druhu obrábania s ktorými sa doteraz nestretli, resp. nevykonávali ich v reálnych podmienkach výrobného procesu. Pri vyučovaní sa predpokladá komplexné teoretické zvládnutie tohto druhu obrábania a pred každou cvičnou prácou alebo produktívnou prácou žiaka inštruktor resp. majster odbornej výchovy zopakuje potrebné teoretické princípy pre vykonávanie príslušnej činnosti. Dôležitú úlohu tu zohráva vybavenie pracoviska zamestnávateľa, preto je problematika spracovaná všeobecne a je návodom na prípravu vyučovacej jednotky pre inštruktora.

1.deň

Cieľ:

Zopakovať teoretické vedomosti z technológie obrábania brúsením, naučiť žiakov aplikovať teoretické vedomosti do praktických činností pri vykonávaní praktickej práce, zdokonaľiť žiakov v príslušnej činnosti, vykonať inštruktáž k BOZP pri práci na brúskach STN 200717

Teoretické východiská:

1. Princíp technológie brúsenia
2. Dôvody použitia technológie brúsenia
3. Druhy brúsenia
4. Druhy brúsok
5. Rezné podmienky brúsenia

Stručný prehľad teórie k zopakovaniu technológie brúsenia:

1. Definícia:

Brúsenie je metóda obrábania, pri ktorej sa materiál odoberá geometricky nedefinovanými reznými klinmi a nástrojmi, ktoré oddeľujú mikročastice povrchových vrstiev obrobkov brúsnymi zrnami uloženými v spojive.

Podstatou každej metódy brúsenia je úber brúsnym zrnom ako efekt účinku brúsneho zrna na obrábaný materiál.

2. Druhy brúsenia

Podľa tvaru obrábanej plochy:

1. rovinné brúsenie (rovinná plocha)
2. brúsenie do guľata (rotačný povrch)
3. brúsenie na otáčavom stole (brúsenie s rotačným posuvom)

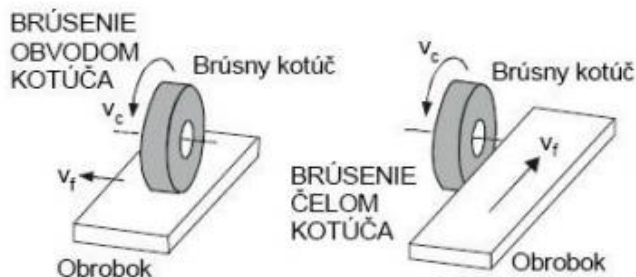


Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4. tvarové brúsenie (brúsenie závitov, ozubených kolies...)
5. kopírovacie brúsenie (NC stroje)
6. brúsenie tvarovými brús. kotúčmi (profil kotúča určuje výsledný obrábaný profil)

Podľa aktívnej časti kotúča:

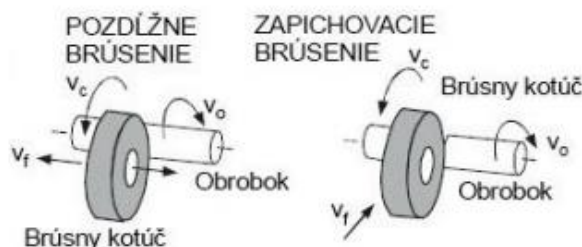
1. obvodové
2. čelné



Obrázok 4.1

Podľa hlavného pohybu posuvu stola vzhľadom na kotúč:

- a) axiálne b) radiálne c) tangenciálne d) obvodové zapichovacie e) čelné zapichovacie



Obrázok 4.2

Podľa vzájomnej polohy kotúča a obrobku:

- a) vonkajšie, b) vnútorné

3. Materiál brúsnych kotúčov

Brúsiace nástroje – sú zložené z brúsiacich zŕn spojených spojivom do tuhého telesa vhodného tvaru, tvrdosti a štruktúry. Podľa geometrického tvaru rozlišujeme brúsne kotúče, brúsne segmenty a brúsne kamene.

Brusivo

Spojivo : organické alebo anorganické

Diamant – je najtvrdším prírodným materiálom, obrábanie zliatin uhlíka, železa, niklu, kobaltu, ocelí a zliatin železa pri teplote nad 700 °C.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Kubický nitrid bóru (KNB) – Využívajú sa z dôvodu chladnejšieho brúsenia, malého opotrebenia a vhodnosti obrábania ocelí.

Upnutie: 1. upnutie plochého brúsneho kotúča, 2. čelných kotúčov - a) špeciálnym tmelom, b) lepením a súčasne prírubou 3. princíp upínania - čap, prírubu, kotúč.

Vyvažovanie – aby pri otáčaní nedochádzalo ku chveniu (nepresnosť obrábanej plochy), môže byť statické alebo dynamické.

Orovnávanie – vytvorenie alebo obnovenie požadovaného tvaru kotúča a obnovenie rezivosti (pri zanesení rezného povrchu alebo pri otupení zrn).

Spôsob označovania – zrnitosť je označená číslom, ktoré je 1/10 špecifického rozmeru prierezu zrna.

Kotúče podľa tvrdosti:

veľmi mäkký (G, H), mäkký (I, J, K), stredný (L, M, N, O), tvrdý (P, Q, R, S), veľmi tvrdý (T, U), zvlášť tvrdý (V, W, Z)

Zrnitosť:

Triedy:

veľmi hrubá	7-12
hrubá	14-24
stredná	30-60
jemná	70-120
veľmi jemná	150-240
zvlášť jemná	280-600

Požiadavky na voľbu brúsneho kotúča:

1. pre väčší úber sa volí hrubšia zrnitosť
2. pre tvrdší materiál obrobku sa volí mäkkší kotúč
3. pre brúsenie materiálu so sklonom ku zanášaniam kotúča (meď, mosadze, hliník) sa volí kotúč mäkký s hrubou zrnitosťou
4. čím väčšia je styčná plocha (stykový oblúk násobený šírkou kotúča) medzi obrobkom a kotúčom, tým hrubšia zrnitosť a nižšia tvrdosť kotúča sa volí
5. pre materiál citlivý na teplotné zmeny sa volí mäkkší kotúč
6. pre brúsenie prerušovaných plôch sa volí kotúč tvrdý
7. pre brúsenie otvorov sa volí mäkkší kotúč ako pre brúsenie vonkajších valcových plôch
8. pre brúsenie čelom kotúča sa volí mäkkší kotúč ako pre brúsenie obvodom

Postup nadobudnutia vedomostí:

Riadeným rozhovorom majster OV preopakuje so žiakmi a utvrdí ich teoretické vedomosti v oblastiach:

1. Rezný proces brúsenia
2. Rezné sily pri brúsení



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3. Spôsoby upínania obrobku
4. Rezné podmienky
5. Druhy brúsnych kotúčov
6. Výber brúsneho kotúča

Demonštračnou metódou majster OV opíše jednotlivé časti vybratých brúsok, predvedie ovládanie a funkciu týchto brúsok. Žiaci po jeho inštrukcii odskúšajú príslušné funkcie a celkovú funkciu vybratého typu brúsky naprázdno t.j. bez opracovávaného polotovaru.

Cvičenie:

1. Žiaci precvičujú funkcie brúsok, utvrdzujú svoje zručnosti v ich obsluhu, získavajú zautomatizovanie činností pri obsluhu.
2. Na základe zopakovania teoretických zásad žiaci pre zadaný obrábaný materiál navrhnu správny typ brúsneho kotúča
3. Žiaci upevnia kotúč na vreteno príslušnej frézky

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem definovať a vysvetliť jednotlivé druhy brúsenia
2. Viem popísať a vysvetliť kinematiku brúsenia
3. Viem vysvetliť použitie druhu brúsneho kotúča podľa brúseného materiálu
4. Viem vysvetliť hodnoty rezných parametrov brúsenia podľa požiadavky na drsnosť obrábanej plochy
5. Viem vysvetliť dôležitosť veľkosti prídavku na brúsenie
6. Viem určiť plochy na brúsenie z výrobného výkresu súčiastky
7. Viem určiť veľkosť stroja – výkonu stroja pre zadanú operáciu brúsenia
8. Ovládam funkcie stroja a jeho obsluhu, viem správne upnúť nástroj i obrobok



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Názov témy:

4.2 Brúsenie rovinných plôch

3 dni 2. -4. deň /21 hod.

Cieľ:

Zopakovať a utvrdiť vedomosti a praktické zručnosti praktickým vykonávaním brúsenia rovinných plôch, naučiť sa posúdiť kvalitu povrchu a odmerať hodnotu rozmeru brúsenej plochy

Teoretické východiská:

Žiak z predchádzajúcich hodín odborného výcviku a teoretického vyučovania pozná a vie:

1. posúdiť z výkresu súčiastky plochy pre brúsenie
2. navrhnúť správny druh brúsenia a použiť vhodný typ brúsky
3. navrhnúť správny druh brúsneho kotúča (veľkosť kotúča a materiál kotúča)
4. obsluhovať zvolenú brúsku
5. zásady bezpečnosti práce pri brúsení

Postup nadobudnutia vedomostí:

Praktickým vykonávaním brúsenia na zadaných súčiastkach

Úlohy:

Vykonajte opracovanie potrebných plôch brúsením súčiastok na výkresoch v prílohách č. AB1 – GB1. Opracované plochy odmerajte a vyhodnoťte ich akosť (mierkami drsnosti)

Samohodnotenie žiakov:

1. viem určiť plochy pre brúsenie z technickej dokumentácie výrobku
2. viem zvoliť správny druh materiálu brúsneho kotúča
3. viem správne upnúť nástroj aj obrobok
4. viem ovládať danú brúsku
5. viem zvoliť vhodné meradlo, odmerať opracovanú plochu a vyhodnotiť dodržanie rozmeru i akosti povrchu

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne a známku/

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4.3 Brúsenie valcových plôch

3 dni 5. -7. deň /21 hod.

5. deň

Cieľ:

Zopakovať a utvrdiť vedomosti a praktické zručnosti praktickým vykonávaním brúsenia valcových plôch, naučiť sa posúdiť kvalitu povrchu a odmerať hodnotu rozmeru brúsenej plochy

Teoretické východiská:

Žiak z predchádzajúcich hodín odborného výcviku a teoretického vyučovania pozná a vie:

1. posúdiť z výkresu súčiastky plochy pre brúsenie
2. navrhnúť správny druh brúsenia a použiť vhodný typ brúsky
3. navrhnúť správny druh brúsneho kotúča (veľkosť kotúča a materiál kotúča)
4. obsluhovať zvolenú brúsku
5. zásady bezpečnosti práce pri brúsení

Postup nadobudnutia vedomostí:

Praktickým vykonávaním brúsenia na zadanych súčiastkach

5. -7. deň

Úlohy:

Vykonajte opracovanie potrebných plôch brúsením súčiastok na výkresoch v prílohách č. AB1 – GB1. Opracované plochy odmerajte a vyhodnoťte ich akosť (mierkami drsnosti)

Samohodnotenie žiakov:

Žiaci hodnotia svoje vedomosti podľa rovnakých kritérií ako pri brúsení rovinných plôch

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne a známku/

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4.4 Brúsenie nástrojov

8 dní 8. -15. deň /56 hod.

Cieľ:

Aplikovať získané odborné vedomosti o geometrii rezných nástrojov, životnosti a opotrebení rezných nástrojov pri procese obrábania, pri brúsení plôch rezného klina na sústružníckom noži a získať zručnosti potrebné pre brúsenie základných plôch rezného klina sústružníckeho noža

4.4.1 Brúsenie sústružníckych nožov

8. -9. deň /14 hod.

8. deň

Teoretické východiská:

Žiak pozná:

- Teoretické princípy obrábania sústružením
- Druhy sústružníckych nožov
- Geometriu rezného klina
- Vplyv geometrie na proces obrábania
- Pojmy trvanlivosť životnosť hospodárna rezná rýchlosť

Stručný prehľad teórie k zopakovaniu technológií brúsenia rezných nástrojov:

1. Druhy brúsnych kotúčov pre brúsenie nástrojov

Na ostrenie nástrojov sa volí podľa predpísanej drsnosti brúseného povrchu obrobku

- 0,05 – 0,2 Ra – zrnitosť 46 – 200
- 0,6 – 1,6 Ra – zrnitosť 30 - 60
- 1,6 a viac Ra - zrnitosť 10- 36

Nože sústružnícke a hobľovacie	Drsnosť R_a
Čelo a hlavný chrbát	0,4 – 0,8 μm
Vedľajší chrbát	0,8 – 1,6 μm
Vrtáky z rýchloreznej ocele	
čelo	0,4 – 1,6 μm
chrbat	0,8 – 1,6 (3,2) μm
fazetka	0,4 μm
Fréza	
čelo	0,8 μm
chrbat	1,6 μm

Tabuľka č. 1

Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Obrábaný nástrojový materiál	Brusivo			
	karbid kremíku		elektrokorund	
	zelený	čierny	biely	normálny
Titánové spekané karbidy	+	0	-	-
Wolfrámové spekané karbidy	+	0	-	-
Spekané korundy	+	0	-	-
Rýchlorezná oceľ vysokolegovaná	0	0	+	0
Rýchlorezná oceľ	-	-	+	+
Uhlíková oceľ	-	-	0	+

Tabuľka č. 2 Voľba brusiva pre materiál nástrojov

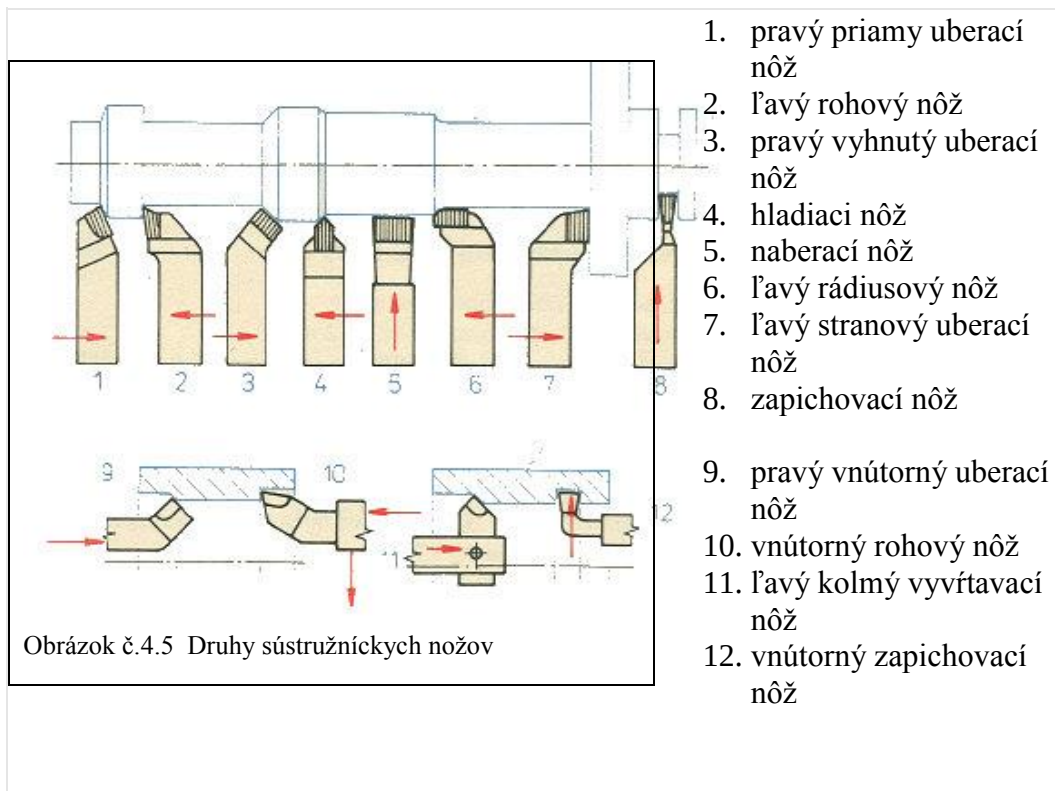


Obrázok č.4.3
Uchytenie kotúča - čap, prírubá
a orovnávanie obvodu []

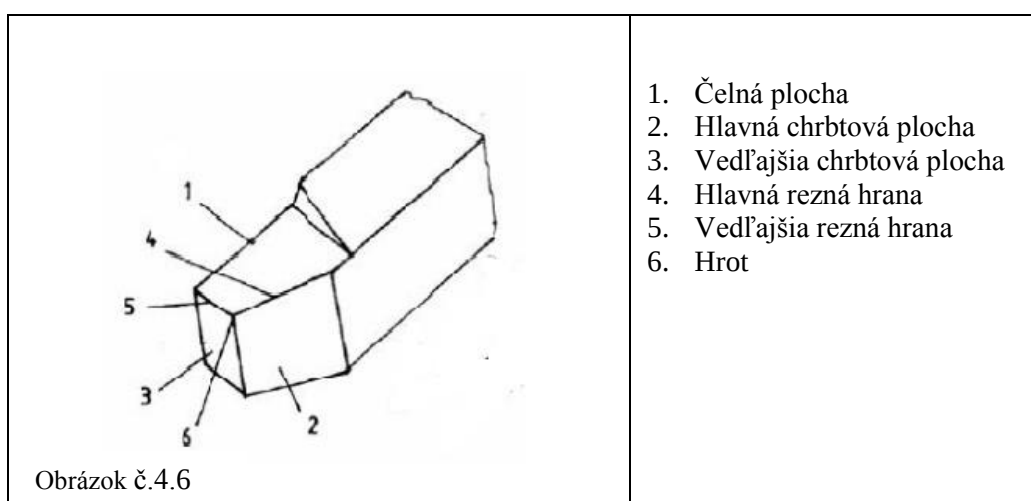


Obrázok č.4.4 orovnávanie zadnej
vypuklej časti kotúča

1. Druhy sústružníckych nôžov

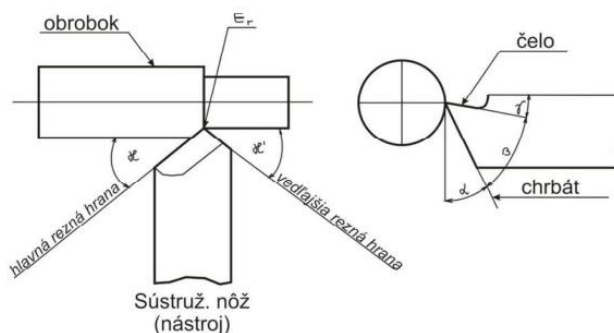


2. Plochy rezného klina



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3. Geometria rezného klina



Obrázok č.1.7 Uhly rezného klina na sústružníckom noži

4. Vplyv uhlov na trvanlivosť nástroja a proces rezania :

Uhol chrbta α - má vplyv na trenie chrbta noža o obrobok (viď obr.

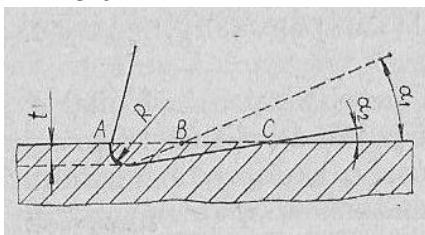
Uhol čela γ - ovplyvňuje veľkosť rezných síl a pevnosť rezného klina (viď obr.

Uhol rezného klina β - má vplyv na pevnosť rezného klina a množstvo tepla, ktoré odvedie nástroj (viď obr.

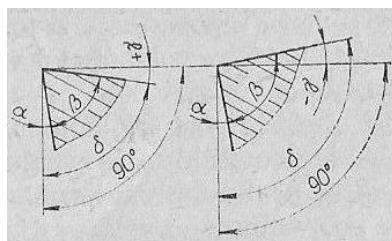
Hlavný uhol nastavenia χ - má vplyv na prierez triesky (viď obr.

Uhol hlavnej reznej hrany λ vplyv na tvar triesky

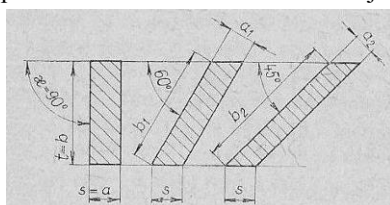
Uhol hrotu ϵ - ovplyvňuje množstvo tepla, ktoré sa odvedie nástrojom z miesta rezu



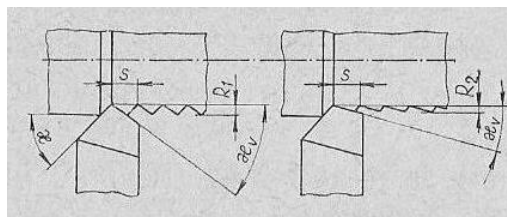
Obrázok č. 4.8
Vplyv veľkosti uhla chrbta
na proces rezania a trvanlivosť nástroja



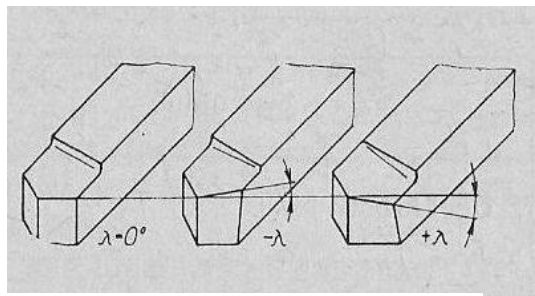
Obr. č.4.9 Vplyv uhla čela na uhol
rezného klina



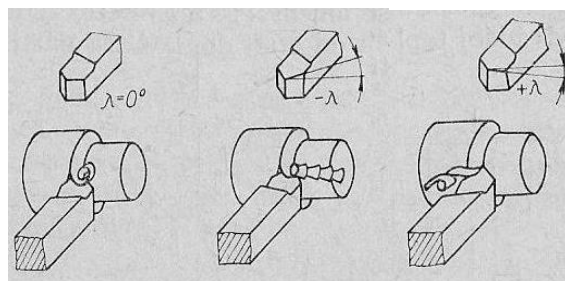
Obrázok č.4.10 Vply uhla nastavenia
na veľkosť šírky triesky



Obrázok č. 4.11 Vply uhla nastavenia na
akosť povrchu



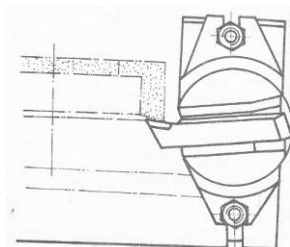
Obr. č 4.11 Uhol hlavnej reznej hrany



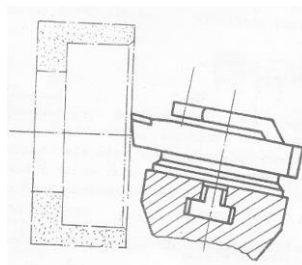
Obr. č 4.12 Vplyv uhla hlavnej reznej hrany na triesku

5. Ostrenie nožov

- Najčastejšie ručne na strojoch so sklápacími stolmi
- Hrubé brúsenie
- Dokončovacie brúsenie
- Rovinné plochy brúsime čelom hrncovitého, resp. prstencového kotúča
- Brúsenie obvodom plochého kotúča – brúsená plocha vydutá
- Dokončovacie brúsenie nožov – zásadne používame čelo hrncovitého kotúča



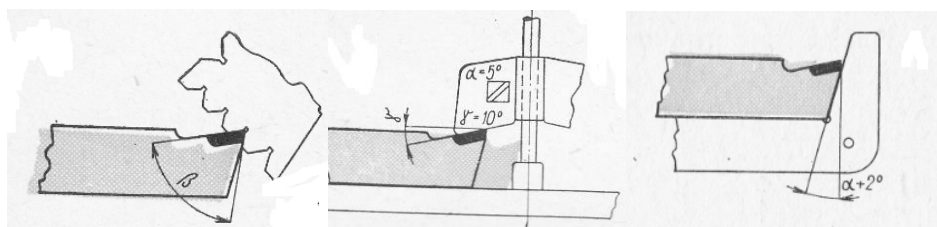
Obr. č.4.13 brúsenie čela noža



Obr. č. 4.14 brúsenie chrbta noža

6. Kontrola uhlov noža po nabrúsení

Uhly kontrolujeme šablónami



Obr. č. 4.15 kontrola uhla rezného klina β , uhla čela γ , uhla chrbta α



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Postup nadobudnutia vedomostí:

1. Riadeným rozhovorom
2. Teoretickou analýzou jednotlivých uhlov na konkrétnych sústružníckych nožoch
3. Cvičnou prácou pri riešení úloh z brúsenia sústružníckych nožova vypracovaním cvičení
4. Praktickým vykonaním brúsenia nožov

8. -9. deň

Úloha:

Posúďte opotrebovanie rezného klina noža a vykonajte nabrúsenie sústružníckych nožov všetkých typov, ktoré sú súčasťou vybavenia dielní. Po vykonaní operácií vypracujte pracovný list v prílohe č. BN1

Cvičenie č.1:

Vyberte dva sústružnícke nože s kladným a záporným uhlom čela a používajte ich na opracovávanie rovnakého materiálu a za rovnakých rezných podmienok. Po používaní minimálne za jednu vyučovaciu jednotku OV (7 hod.) vizuálne porovnajte opotrebenie rezného klina.

Cvičenie č. 2:

Na nožoch s rôznym uhlom sklonu reznej hrany λ preverte počas sústruženia tvar triesky a určte ktorý tvar je z hľadiska práce na CNC strojoch najvýhodnejší

Cvičenie č. 3:

Opracujte plochu súčiastky pri rôznom uhle nastavenia χ a pri tých istých rezných podmienkach a posúďte kvalitu povrchu pre jednotlivé uhly nastavenia. Zo získaných výsledkov vyvodte závery.

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem pomenovať jednotlivé plochy sústružníckeho noža
2. Viem pomenovať uhly na sústružníckom noži
3. Viem vysvetliť vplyv uhlov na trvanlivosť a životnosť nástroja
4. Viem popísať nástrojársku brúsku a postup pri brúsení nožov
5. Viem vykonať brúsenie noža ručne i strojovo a vykonať meranie uhlov pomocou šablón
6. Viem posúdiť vplyv jednotlivých uhlov na kvalitu povrchu



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4.4.2 Brúsenie vrtákov

10.-12. deň /21 hod.

Teoretické východiská:

Žiak pozná:

- Teoretické princípy obrábania vrtaním
- Druhy vrtákov
- Geometriu rezného klina
- Vplyv geometrie na proces obrábania
- Pojmy trvanlivosť životnosť hospodárna rezná rýchlosť

Stručný prehľad teórie k zopakovaniu technológie vrtania:

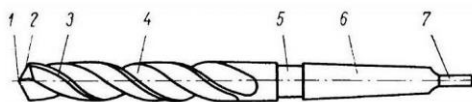
1. Popis vrtákov

- Vrtáky – rezné nástroje dvojklínové, rezné hrany sú určené uhlom sklonu skrutkovice λ (lambda), vrcholovým uhlom ϵ (epsilon), uhlom chrbta α (alfa)
- Rezné hrany: 2 hlavné- uberajú materiál, priečna rezná hrana – nereže, stláča materiál

2. Druhy vrtákov

- Skrutkový
- Strediaci
- Plochý

3. Konštrukcia skrutkového vrtáka

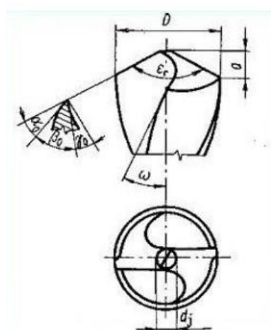


Skrutkový vrták

1 – hrot, 2 – rezná hrana, 3 – fazetka na rebre, 4 – skrutková drážka, 5 – kččík, 6 – stopka, 7 – vyražáč

Obr. č. 4.16 plochy skrutkového vrtáka

4. Geometria rezného klina skrutkového vrtáka



Geometria skrutkového vrtáka

D – priemer vrtáka
a – výška hrotu
 ω – uhol sklonu skrutkovice
 ϵ_r – uhol hrotu
 α_0 – uhol chrbta
 γ_0 – uhol čela
 d_0 – priemer jadra vrtáka

Obr. č.4.17 geometria rezného klina



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5. Ostrenie vrtákov

- obidve hlavné rezné hrany musia zvierat' s osou vrtáka uhol $\varepsilon/2$
- obidve hlavné rezné hrany musia byť rovnako dlhé
- vrcholový uhol (uhol hrotu) závisí od vŕtaného materiálu
- chrbtové plochy uhol α $6^\circ - 18^\circ$ podľa druhu vŕtaného materiálu
- pri správnom podbrúsení uhol hlavnej reznej hrany a priečnej reznej hrany je $55^\circ - 60^\circ$
- konečnou operáciou sa vrták vybrúsi tak, aby sa dĺžka priečnej reznej hrany zmenšila (podstatne sa zníži osový tlak a dosiahne sa správny rezný uhol na hrote)

Materiál	Uhol hrotu
Oceľ, liatina	$118^\circ - 120^\circ$
Farebné kovy	130°
Plech	100°

Tabuľka č 3 vrcholový uhol hrotu vrtáka

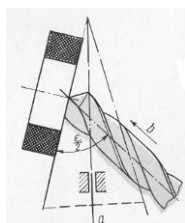
6. Spôsoby brúsenia vrtákov

Ručné brúsenie vrtákov:

- použiť len pre vŕtanie menej presných otvorov
- nedosiahnu sa s ním presné a súmerné rozmery rezných hrán a plôch (vyklonenie od osi vŕtania, väčšia prípadne nepravidelná diera, predčasné opotrebenie, jednostranné namáhanie vrtáka môže spôsobiť jeho zlomenie)

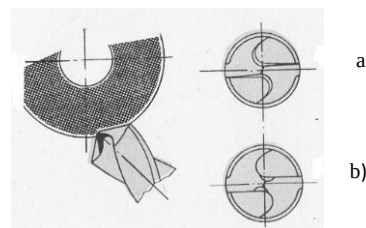
Strojné brúsenie vrtákov:

- špeciálne brúsky na vrtáky
- univerzálne brúsky na nástroje s prídavnými zariadeniami na ostrenie vrtákov



Obrázok č. 4.18 podbrusovanie hlavných rezných hrán vrtáka

- a – os výkyvného pohybu
- b – smer prísuvu vrtáka



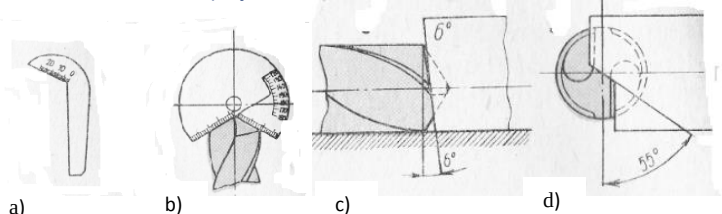
Obrázok č. 4.19 vybrusovanie priečnej reznej hrany a) správne, b) nesprávne

7. Kontrola naostrených vrtákov

Postačujúcou kontrolou správnosti nabrúsenia vrtákov je kontrola príslušných uhlov pomocou šablón



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia



Obrázok č. 4.20 kontrola vrtákov a) šablóna na špičky, b) meradlo vrcholového uhla, c) šablóna na podbrúsenie, d) šablóna na polohu priečnej reznej hrany

Postup nadobudnutia vedomostí:

1. Riadeným rozhovorom, názornými ukážkami na reálnych nástrojoch, názorných obrazových materiálov si žiaci zopakujú, upevnia a rozšíria už získané vedomosti o konštrukcii nástrojov na vrtanie, geometrii rezného klina, dôležitosti jeho správneho naostrenia pre kvalitu a presnosť vyrábaných diel a samotnú trvanlivosť nástroja
2. Pozorovaním názornej ukážky brúsenia nástroja majstrom OV
3. Samostatným brúsením nástroja na brúskach, prípadne ručne podľa podmienok pracoviska na ktorom sa vykonáva OV

10.-12. deň

Cvičenie:

1. Posúďte opotrebenie vrtákov a vykonajte ich naostrenie
2. Vykonajte kontrolu rezného klina opotrebovaného vrtáka a vrtáka po nabrúsení
3. Vykonajte kontrolu a porovnajte otvory vyrobené s opotrebovaným vrtákom a vrtákom po naostrení

Úloha:

Posúďte opotrebovanie rezného klina vrtáka a vykonajte nabrúsenie vrtákov rôznych typov a priemerov, ktoré sú súčasťou vybavenia dielni. Po vykonaní operácií vypracujte pracovný list v prílohe č. BN2

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem opísať jednotlivé časti vrtáka
2. Viem pomenovať a označiť jednotlivé uhly na vrtáku
3. Viem posúdiť opotrebovanie vrtáka
4. Viem popísať postup brúsenia vrtáka
5. Viem uviesť dôsledky ručného brúsenia vrtákov
6. Poznám a viem popísať brúsky na brúsenie vrtákov
7. Viem zmerať a posúdiť správnosť nabrúsenia vrtákov

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

4.4.3 Brúsenie fréz

13. -15. deň /21 hod.

13.deň

Cieľ:

Aplikovať získané odborné vedomosti o geometrii rezných nástrojov, životnosti a opotrebení rezných nástrojov pri procese obrábania, pri brúsení plôch rezného klina na fréze noži a získať zručnosti potrebné pre brúsenie základných plôch rezného klina frézy

Teoretické východiská:

1. Žiak pozná princíp technologického procesu frézovania a jeho jednotlivé druhy
2. Žiak pozná druhy nástrojov na frézovanie
3. Žiak pozná geometriu rezných klinov fréz
4. Žiak pozná vplyv geometrie na proces frézovania, kvalitu frézovaného povrchu a trvanlivosť nástroja

Stručný prehľad teórie k zopakovaniu technológie frézovania:

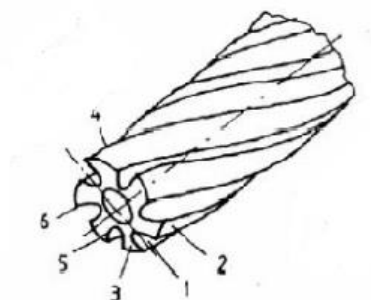
1. Charakteristika fréz

- Nástroje s viacerými reznými hranami, konštrukčne i cenovo náročnejšie ako predchádzajúce nástroje
- Rôzne počty a tvary zubov, tvary a rozmery rezných hrán, tvary a veľkosť zubových medzier, rôzne spôsoby upínania
- Rozstup zubov a geometria rezných hrán sa volí podľa obrábaného materiálu. Všeobecne platí: čím väčší materiál tým väčšie zubové medzery
-

Frézy:

- a) s frézovanými zubami, dobre odoberajú materiál, použitie na rovinné plochy
- b) s podtočenými zubami – len na obrábanie presných tvarových plôch ich ostrenie je náročné, špecifické a preto nebude predmetom týchto pracovných listov

2. Popis konštrukcie fréz



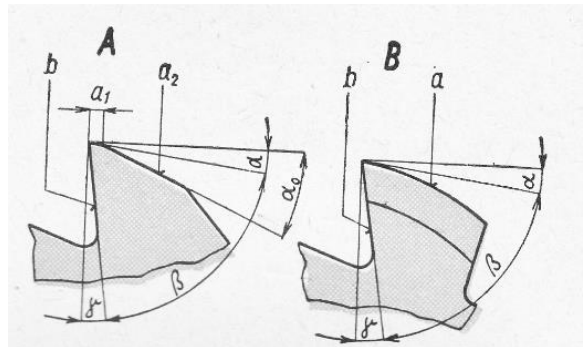
1. čelná plocha
2. hlavná chrbtová plocha
3. vedľajšia chrbtová plocha
4. hlavná rezná hrana
5. vedľajšia rezná hrana
6. hrot

Obrázok č. 4.21



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3. Geometria fréz



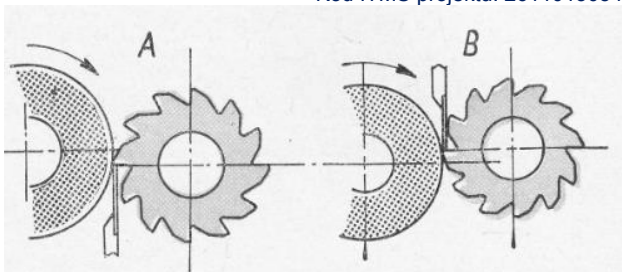
Obrázok č. 4.22 zuby frézy A frézované, B podtáčané,

- Uhol chrbta α : na ploche za reznou hranou – väčší uhol znižuje trenie medzi zubom a obrobenou plochou, rezné hrany sú preto trvanlivejšie, veľké uhly však zapríčiňujú veľkú štihlosť a preto môže dôjsť k ich vyłamovaniu a zhoršuje sa aj odvod tepla
- Uhol čela γ : má vplyv na utváranie triesok, veľký uhol čela spôsobuje zoslabenie reznej hrany, môže vzniknúť pruženie, čo spôsobuje chvenie pri frézovaní, zuba s malým uhlom čela sú síce tuhšie, a odolnejšie proti poškodeniu, ale uberajú stlačené triesky

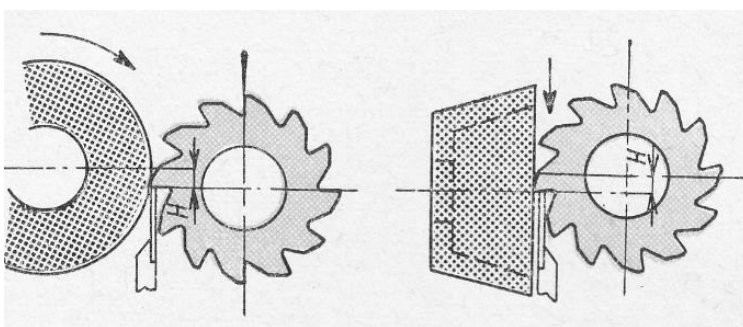
4. Brúsenie frézy

- a) Frézy brúsime na univerzálnych frézoch na nástroje, ich znakom je mnohostranná možnosť vzájomného nastavenia ostreného nástroja a brúsneho kotúča, toto nastavenie je možné dosiahnuť:
 - Na strojoch s pevným vreteníkom nastavením stola a prípravkov a prídavnými zariadeniami
 - Na strojoch s otočným vreteníkom, ktorým sa zabezpečí poloha brúsneho kotúča a brúseného nástroja
- b) Brúsenie uhla chrbta:
 - S nadmerne opotrebovanými obvodovými reznými hranami:
 - valcovým obrúsením, znižuje sa priemer frézy
 - brúsením na čelných plochách zubov
 - S priemerne opotrebovanými reznými hranami sa ostria na chrbtových plochách
 - proti reznej hrane
 - po reznej hrane

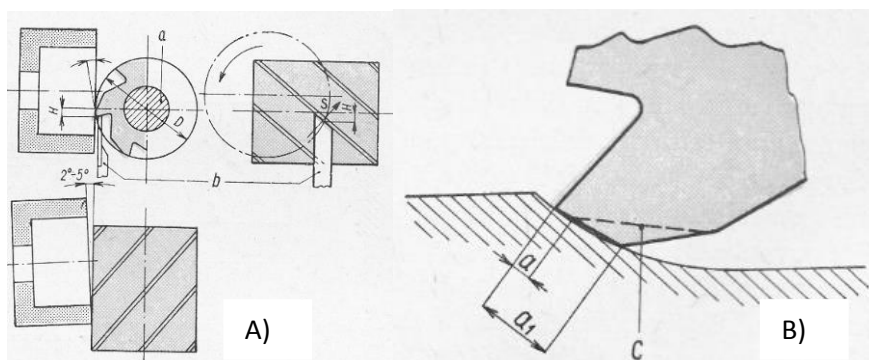
Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia



Obrázok č. 4.23 brúsenie proti reznej hrane A, proti reznej hrane B



Obrázok č. 4.24 brúsenie plochým kotúčom a miskovitým kotúčom



Obrázok č. 4.25 brúsenie chrbta valcovej frézy hrncovitým kotúčom A) : a trň, b opierka. ,B) Šírka chrbta na novej fréze a , na viackrát brúsenej fréze a_1 , na prebrúsenej fréze c

Postup nadobudnutia vedomostí:

1. Riadeným rozhovorom, názornými ukážkami na reálnych nástrojoch, názorných obrazových materiáloch za pomoci prehľadu teoretických zásad uvedených v tomto zošite si žiaci zopakujú, upevnia a rozšíria už získané vedomosti o konštrukcii nástrojov na frézovanie, geometrii rezného klina, dôležitosti jeho správneho naostrenia pre kvalitu a presnosť a kvalitu obrábaných plôch a samotnú trvanlivosť nástroja
2. Pozorovaním názornej ukážky brúsenia nástroja majstrom OV
Samostatným brúsením nástroja na brúskach, prípadne ručne podľa podmienok pracoviska na ktorom sa vykonáva OV



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

13.-15. deň

Cvičenie:

1. Posúďte opotrebenie rezných hrán a plôch fréz (použite všetky typy fréz, ktoré má škola v rámci normatívu k dispozícii (firma vo svojom vybavení)
2. Vykonajte kontrolu rezného klina opotrebovanej frézy a frézy po nabrúsení, navrhnete a vypracujete tlačivo pre vyhodnotenie zistených hodnôt (použite ako vzor tlačivá v prílohe č. BN3)
3. Opracujte plochu opotrebovanou frézou a frézou nabrúsenou a vyhodnoťte kvalitu povrchu.

Úloha:

Posúďte opotrebovanie rezného klina frézy a vykonajte nabrúsenie fréz rôznych typov a priemerov, ktoré sú súčasťou vybavenia dielní. Po vykonaní operácií vypracujte pracovný list v prílohe č. BN3

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem popísať druhy fréz a ich použitie
2. Viem opísať jednotlivé časti fréz
3. Viem pomenovať a označiť jednotlivé uhly na frézach
4. Viem posúdiť opotrebovanie fréz
5. Viem popísať postup brúsenia fréz
6. Poznám a viem popísať brúsky na brúsenie fréz
7. Viem samostatne nabrúsiť frézu

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5 Vrtanie

15 dní /105 hod./

5.1 Úvod do technológie výroby otvorov - teoretické východiská, stroje pre vrtanie a vyvrtávanie

1. deň / 7 hod

Cieľ:

Zopakovať teoretické vedomosti z technológie výroby otvorov (vrtanie, vyhrubovanie, vystružovanie, zahlbovanie), naučiť žiakov aplikovať teoretické vedomosti do praktických činností pri vykonávaní praktickej práce, zdokonalenie sa žiakov v príslušnej činnosti, vykonať inštruktaž k BOZP pri práci na vrtačkách.

Teoretické východiská:

1. Princíp technológie vrtania (vyhrubovania, vystružovania, zahlbovania)
2. Dôvody použitia technológie
3. Dosahované parametre
4. Druhy vrtačiek
5. Rezné podmienky jednotlivých operácií

Postup nadobudnutia vedomostí:

Demonštračnou metódou majster OV opíše jednotlivé časti vybraných strojov, predvedie ovládanie a funkciu týchto strojov. Oboznámi žiakov s kontrolou a údržbou vrtačiek-intervalmi kontroly jednotlivých súčastí. Žiaci po jeho inštruktaži odskúšajú príslušné funkcie a celkovú funkciu vybraného typu vrtačky naprázdno, t.j. bez opracovávaného polotovaru.

Cvičenie:

Žiaci precvičujú funkcie vrtačiek, utvrdzujú svoje zručnosti v ich obsluhu, získavajú zautomatizovanie činností pri obsluhu. Oboznámia sa s intervalmi kontroly a údržby jednotlivých častí stroja. Na základe zopakovania teoretických vedomostí žiaci pre zadaný obrábaný materiál navrhnu správnu geometriu vrtáku, rezné podmienky, počet výjazdov z diery.

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem definovať a vysvetliť jednotlivé operácie výroby otvorov
2. Viem popísať a vysvetliť kinematiku vrtania



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

3. Viem vysvetliť použitie druhu nástroja s ohľadom na dosiahnutie požadovaných kvalitatívnych parametrov otvoru
4. Viem, akú drsnosť obrábanej plochy je možné dosiahnuť jednotlivými operáciami
5. Viem určiť veľkosť prídavku pred vyhrubovaním, vystružovaním
6. Viem určiť typ stroja – výkon stroja, pre zadanú operáciu vŕtania
7. Ovládam funkcie stroja, jeho obsluhu a údržbu

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5.2 Vŕtanie presných dier

4 dni 2. - 5. deň /14 hod.

Cieľ:

Naučiť sa technológiu vŕtania presných dier. Správne navrhnuť postup jednotlivých operácií podľa požadovaných kvalitatívnych parametrov diery (predvŕtanie, vŕtanie, vyhrubovanie, vystružovanie). Zvoliť vhodné nástroje, určiť rezné podmienky z normatívoov pre vŕtanie, z katalógu strojov vybrať vhodný obrábací stroj (vŕtačku). Vyhотовiť súčiastky na výkresoch č. SSOŠT-OSV-3031, SSOŠT-OSV-3032, SSOŠT-OSV-3038, SSOŠT-OSV-3039.

Teoretické východiská:

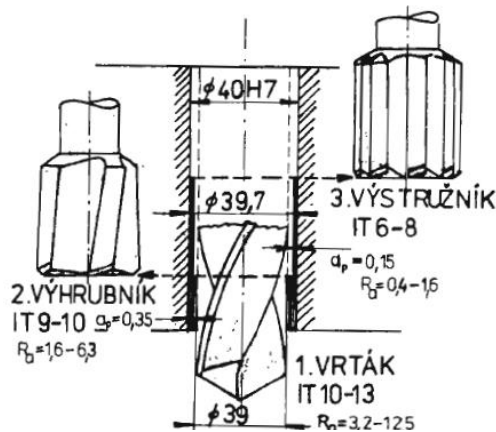
1. Poznať dosahované kvalitatívne parametre pre jednotlivé operácie výroby otvorov
2. Vedieť správne zvoliť poradie operácií pre vyhotovenie otvoru predpísanej tolerancie
3. Vedieť určiť triedu obrobitel'nosti materiálu
4. Vedieť určiť parametre rezného procesu z normatívoov (f , n , v_c)
5. Vedieť zvoliť vhodné výrobné zariadenie – vŕtačku

Stručný prehľad teórie

Rozmerové a tvarové spresnenie otvoru vyvŕtaného skrutkovým vŕtákom (IT10-13) sa vykonáva postupne, operáciou vyhrubovania (IT9-10) a následne operáciou vystružovania (IT6-8). Otvory do priemeru 10mm sa vyvŕtajú a následne vystružia. Otvory s priemerom nad 10mm sa vŕtajú, vyhrubujú a následne vystružujú. Výhrubníky a výstružníky sa vyrábajú ako normalizované nástroje, výhrubník $\varnothing 39,7\text{mm}$ (pre následnú operáciu vystružovania), resp. $\varnothing 40\text{H}10$ (pre konečnú úpravu otvoru), výstružník $\varnothing 40\text{H}7$. Príklad postupu výroby otvoru $\varnothing 40\text{H}7$ je na obrázku č.5.1.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia



Obrázok č. 5.1

Postup nadobudnutia vedomostí:

Majster OV zadá parametre vyrábaného otvoru a min. 2 rôzne materiály polotovaru obrobku. Žiak na základe teoretických vedomostí vypracuje cvičenie - navrhne potrebné operácie a ich poradie pre dosiahnutie predpísanej geometrickej presnosti otvoru na výkrese (resp. zadanej majstrom OV). Zvolí nástroje, určí parametre rezného procesu a vhodný stroj. Postupnosť operácií zapíše do prílohy VT1, pri každej operácii poznačí nástroj, parametre rezného procesu a výrobné zariadenie.

Cvičenie:

1. Navrhnete technologického postupu výroby otvoru - operácií pre dosiahnutie predpísaných parametrov vyrábaného otvoru použite prílohu VT1
2. Navrhnete vhodných nástrojov na zabezpečenie požadovanej presnosti otvoru
3. Navrhnete rezné podmienky pre rôzne druhy polotovarov (rôzne skupiny obrobitelnosti polotovaru)
4. Navrhnete výrobné zariadenia (potrebný príkon elektromotora vŕtačky, veľkosť obrobku...)



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5. Zvoľte postup výroby priebežného otvoru $\varnothing 28H7$ v súčiastke hrúbky 35mm z materiálu 14 220.3 a z materiálu 11 353.1. Postup výroby, parametre rezného procesu jednotlivých operácií a voľbu nástrojov vypracuj v prílohe VT1.

Alternatívne zadania: $\varnothing 16H7$, $\varnothing 6H7$, $\varnothing 14H10$ atď.

Úloha:

Opracujte otvory na súčiastkach č. SSOŠT-OSV-3029, SSOŠT-OSV-3030, SSOŠT-OSV-3031, SSOŠT-OSV-3032, SSOŠT-OSV-3038, SSOŠT-OSV-3039.

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem charakterizovať jednotlivé operácie pri výrobe presných otvorov.....
2. Poznám nástroje pre výrobu presných otvorov.....
3. Viem zdôvodniť potrebu výroby presných otvorov
4. Viem určiť postupnosť jednotlivých operácií výroby presných otvorov.....
5. Viem určiť prídavky na vyhrubovanie, resp. vystružovanie.....
6. Viem určiť parametre rezného procesu
7. Poznám metódy kontroly dosiahnutej presnosti otvoru.....

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....
.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5.3 Vŕtanie dier s presnými osovými vzdialenosťami 4 dni 6. -9. deň /21 hod.

Cieľ:

Naučiť sa vŕtať skupinu dier s tolerovanými rozstupmi. Navrhnuť možné technologické postupy výroby (cvičenie vyhotoviť s ohľadom na možnosti pre OV), posúdiť vhodnosť jednotlivých metód pre rôzny charakter výroby (kusová, sériová). Vyhotoviť súčiastky podľa výkresov SSOŠT-OSV-3044, SSOŠT-OSV-3045, SSOŠT-OSV-3046.

Teoretické východiská:

1. Vedieť odôvodniť požiadavky na vŕtanie dier v presných osových vzdialenostiach - charakterizovať súčiastky, pri ktorých je nutné dodržať tolerované rozstupy medzi otvormi
2. Poznať možné postupy výroby súčiastky s dierami v presných rozstupoch – poznať vhodnosť nasadenia jednotlivých technológií (resp. strojov).

Stručný prehľad teórie

Pri obrábaní súčiastok s otvormi, ktoré musia byť v predpísanej osovej vzdialenosti je nutné použiť:

- súradnicovú vrtačku alebo vyvrtávačky
- vŕtací prípravok alebo šablónu
- CNC obrábacie centrum

Súradnicové vrtačky sa používajú v kusovej a malosériovej výrobe na vŕtanie presných dier pri súčasnej požiadavke úzkych tolerancií rozstupov. Vyrábajú sa najčastejšie so zvislým vretenom a osové vzdialenosti možno na nich nastaviť s presnosťou 0,01 až 0,02 mm. Používajú rozličné spôsoby nastavovania:

- podľa základných rovnobežných mierok
- presné pohybové skrutky s korekciou chýb a s nóniom
- optické odčítanie dĺžok na presnom pravítku
- s číslicovým riadením

Najviac sa uplatňujú v nástrojárňach a v prototypových dielňach. Súradnicové vrtačky môžu byť jednostojanové alebo dvojstojanové.

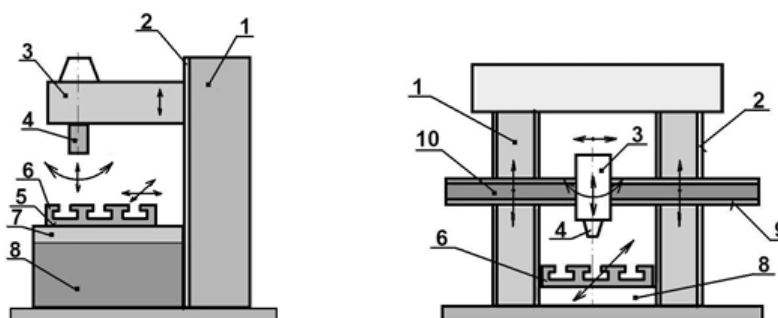


Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Jednostojanové stroje majú pracovný stôl s krížovým vedením, teda stôl sa môže posúvať v dvoch smeroch na seba kolmých. Meracie zariadenie je na pozdĺžnych aj priečnych smeroch pohybu stola. Vreteník je prestaviteľný v zvislom smere podľa výšky obrobku. Jednostojanové stroje sú výrobné jednoduchšie. Nie sú však také tuhé, a preto sa s väčšími rozmermi nevyrábajú. Dvojstojanové stroje majú pracovný stôl posuvný na lôžku len pozdĺžne. Priečne sa posúva vreteník po vedení vodorovného priečnika. Meracie zariadenie je na stole a na priečniku. Priečnik je zvisle prestaviteľný na vedeniach stojana, a to podľa výšky obrobku. Aby sa zväčšila tuhosť stroja, stojany sú hore prepojené priečkou.

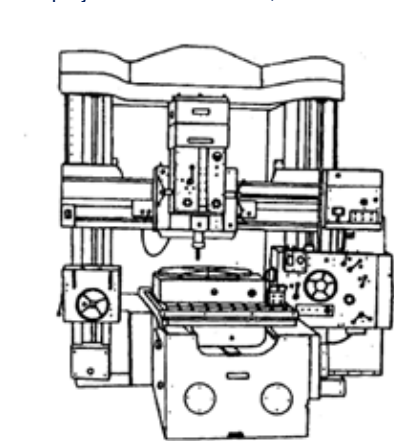


Obrázok č. 5.2 Súradnicové vŕtačky – jednostojanová a dvojstojanová

1- stojan, 2- zvislé vedenie, 3-vreteník, 4- vreteno, 5- krížové sane, 6- pracovný stôl alebo otočný stôl, 7- rozvodná skriňa, 8- základná doska, 9- vodorovné vedenie, 10- priečnik



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia



Obrázok č. 5.3 Súradnicová vyvrtávačka

Číslicovo riadené vrtačky (používané vo firmách kde žiaci vykonávajú OV) majú často riadené len osi x a y na nastavenie polohy vrtaných dier. Hĺbka vrtania sa potom nastavuje nárazkami. Výmena nástrojov býva buď ručná, alebo je zabezpečená vretenníkom s revolverovou hlavou. Tieto vrtačky sa stavajú pre menšie priemery vrtania.

Postup nadobudnutia vedomostí:

Majster OV oboznámi žiakov s obsluhou súradnicových strojov, vysvetlí podľa obrázku 5.3 konštrukciu vyvrtávačky a spôsob obsluhy. Demonštračne vyrobí jednoduchú súčiastku s dvomi otvormi s presným rozstupom. Žiaci vypracujú cvičenia a prakticky vyhotovia výrobky podľa výkresovej dokumentácie

Cvičenie:

1. Žiak navrhne technologický postup výroby súčiastky (z jednotlivých výkresov), určí spôsob upnutia obrobku, zvolí rezné nástroje, zvolí parametre rezného procesu.
2. Žiak popíše konštrukciu vyvrtávačky podľa obr. 5.3

Úloha:

Vyhotovte otvory na súčiastkach uvedených na číslach výkresov :

SSOŠT-OSV-3044, SSOŠT-OSV-3045, SSOŠT-OSV-3046.

Samohodnotenie žiakov:



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

1. Viem pomenovať a vysvetliť dôvody výroby súčiastok s otvormi s presnými osovými rozstupmi?
2. Poznám možné postupy výroby?
3. Viem popísať výrobné zariadenia používané pri výrobe otvorov v presných rozstupoch?
4. Viem charakterizovať vŕtací prípravok vhodný pre výrobu?

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....
.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5.4 Vyvrtávanie dier

3 dni 10.-12.deň / 21 hod.

Cieľ:

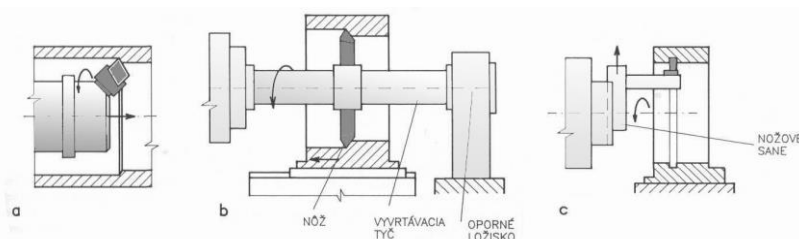
Oboznámiť žiakov so spôsobom výroby otvorov vyvrtávaním, umožniť im využiť a uplatniť teoretické vedomosti pri praktickej práci na vyvrtávacích strojoch. Nakoľko vyvrtávacie stroje nie sú súčasťou vybavenia dielni bude sa táto technológia výroby otvorov realizovať na pracoviskách zamestnávateľov na zariadeniach, ktoré majú k dispozícii. Majster OV a učitelia teoretických predmetov pripravia žiakov na túto vysoko sofistikovanú prácu teoreticky.

Teoretické východiská:

1. Poznať princíp technológie vyvrtávaním
2. Poznať stroje a nástroje pre vyvrtávanie
3. Poznať rezné podmienky pre vyvrtávanie

Stručný prehľad teórie

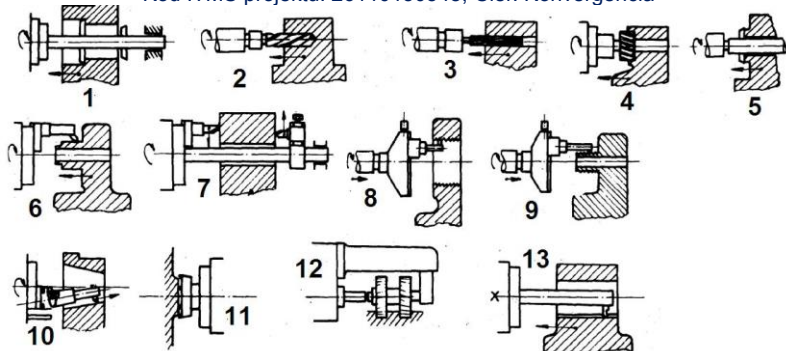
Vyvrtávanie je technologická operácia, ktorou sa obrábajú otvory a s nimi súvisiace plochy- čelá a odsadenia otvorov (obr. č. 5.5). Vyvrtávaním sa dané plochy dokončujú na konečný rozmer a to postupne hrubovaním a obrábaním na čisto. Dosahovaná presnosť IT5-7 a drsnosť povrchu $R_a=1,5\mu\text{m}$, pri jemnom vyvrtávaní nožmi so spekaných karbidov alebo diamantov až $R_a=0,1\mu\text{m}$. Výhodou je aj vyššia dosahovaná presnosť geometrického tvaru (valcovitosť, kruhovitosť). Hlavný pohyb pri vyvrtávaní koná spravidla vyvrtávací nôž upnutý na vyvrtávacej tyči, resp. vo vyvrtávacej hlave. Posuvový pohyb na vyvrtávačkách vykonáva buď pracovné vreteno stroja, alebo stôl s obrobkom. Uvedená kinematika predurčuje vyvrtávanie hlavne pre obrábanie funkčných otvorov vo veľkých a ťažkých obrobkoch.



Obrázok č 5.4

Spôsoby vyvrtávania a) letmo uchytanou vyvrtávacou hlavou s posuvom v smere otáčania, b) vyvrtávacia tyč podopretá v opornom ložisku, c) radiálny posuv nástroja pomocou nožových saní

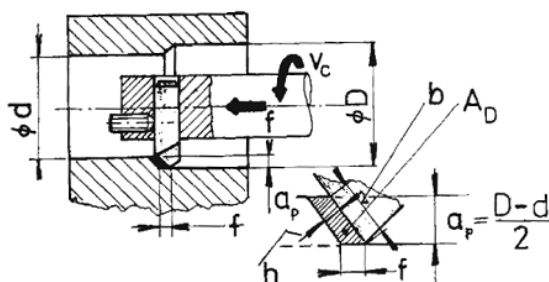
Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia



Obrázok 5.5 Operácie vykonávané na vyvrtávačkách

1.vyvtávanie, 2.vŕtanie, 3. vyhrubovanie a vystružovanie, 4.zahlbovanie, 5. zarovnávanie čelných plôch odliatkov, 6. sústruženie vonkajších valcových plôch, 7. sústruženie rovinných plôch, 8. rezanie vnútorných závitov, 9. rezanie vonkajších závitov, 10.vyvrtávanie vnútorných kužeľových plôch, 11. frézovanie rovinných plôch, 12. frézovanie kotúčovými a tvarovými frézami, 13. pretľahovanie, pretlačanie, obrážanie, brúsenie

Teória rezného procesu



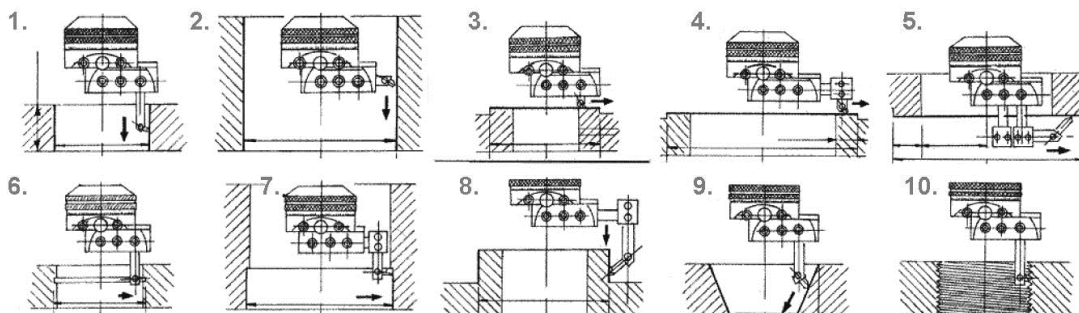
Obrázok č 5.6 Záberové podmienky pri vyvrtávaní

Nástroje pre vyvrtávanie

Nástroje sú v podstate modifikované sústružnícke nože, ktoré osadzujeme do vyvrtávacích hláv. Tieto sa nasadzujú na vyvrtávacie tyče, ktoré umožnia obrábať súčiastky rôznych veľkostí. Princíp je zrejmy z obrázka 5.7.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia



Obrázok č. 5.7 Možnosti upnutia nástroja do nástrojovej hlavy a vykonávané technologické operácie
1,2 - vyvrtávanie diery valcového tvaru, 3,4 - zarovnávanie čelnej plochy okolo diery, 5 - zarovnávanie čelnej plochy okolo diery zo spodnej strany, 6 - výroba vnútornej drážky, 7 - výroba vnútorného osadenia, 8 - zarovnanie vonkajšej steny diery, 9 - vyvrtávanie diery kužeľového tvaru, 10 - výroba vnútorného závitu

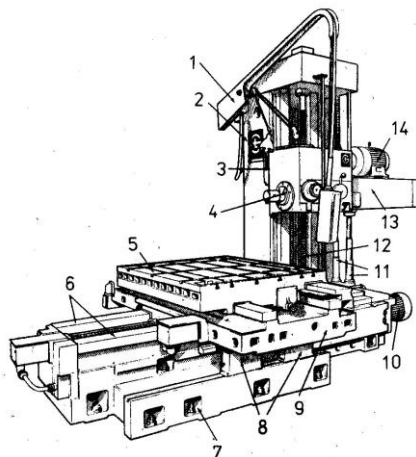
Stroje pre vyvrtávanie

Vyvrtávacie stroje (obr.5.8) sú viacúčelové obrábacie stroje, na ktorých sa vykonáva množstvo operácií (obr.5.5). V zásade sa delia na horizontálne vyvrtávačky (obr.5.9) - stolové, doskové, a súradnicové vyvrtávačky. Veľkosť stroja sa udáva podľa vonkajšieho priemeru vretene.

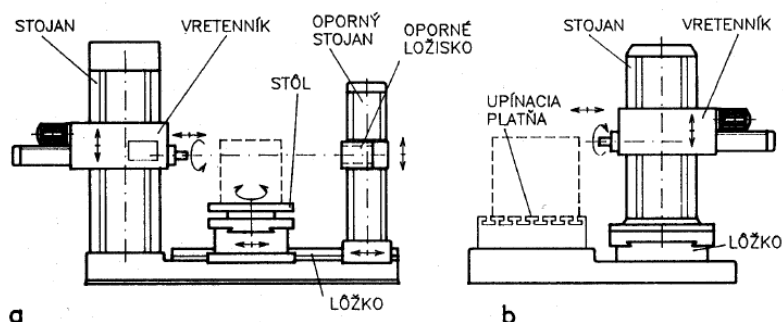
- malé – $\varnothing 50, 63, 80$ mm
- stredné – $\varnothing 100, 125, 160$ mm
- veľké – $\varnothing 200, 250, 315$ mm

Vyvrtávať je možné aj na vrtačkách, ale vyvrtávacia tyč musí byť vedená v púzdre prípravku, ktoré zachytí radiálne sily vznikajúce pri vyvrtávaní.

Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia



Obrázok č.5.8 Vodorovná vyvrtávačka



Obrázok č. 5.9 Vodorovná vyvrtávačka – konštrukcia

Postup nadobudnutia vedomostí:

Majster OV oboznámi žiakov s obsluhou vyvrtávačiek, vysvetlí podľa predchádzajúcich obrázkov konštrukciu vyvrtávačky, spôsob jej obsluhy, druhy a upínanie nástrojov. Demonštračne opracuje jednoduchú súčiastku skriňového tvaru s otvormi. Žiaci vypracujú cvičenia a pod vedením majstra (inštruktora) prakticky vyhotovia výrobky podľa výrobných výkresových dokumentácií, ktorú má k dispozícii firma.

Cvičenie:

Popíšte podľa obrázkov:

- jednotlivé druhy vyvrtávačiek
- princíp vyvrtávania a teoretické porovnanie so sústružením otvorov
- pracovné pohyby pri jednotlivých druhoch vyvrtávačiek



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Úlohy:

Podľa konštrukčnej dokumentácie výrobnej firmy pod dohľadom inštruktora opracujte súčiastky z výrobného programu firmy



Obrázok č.5.10 Príklad súčiastky z výrobného programu firmy

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem definovať princíp obrábania a súčiastok na vyvrtávaní
2. Viem charakterizovať vyvrtávacie stroje
3. Poznám jednotlivé druhy operácií ktoré je možné vykonať na vyvrtávačkách
4. Poznám presnosť výroby na vyvrtávačkách
5. Poznám štruktúru výrobkov pre vyvrtávačku
6. Viem určiť parametre rezného procesu pre vavrtávanie
7. Poznám metódy kontroly dosiahnutej presnosti otvoru a viem skontrolovať veľkorozmernú súčiastku

Hodnotenie žiaka MOV: /slovne, alebo známkou/.....

.....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

5.5 Vŕtacie prípravky

3 dni / 13.-15. deň 21 hod.

Cieľ:

Zopakovať poznatky o použití vŕtacích prípravkov. Naučiť žiakov navrhnuť, zhotoviť a použiť, jednoduchý vŕtací prípravok pre vŕtanie súčiastky s dierami v tolerovaných rozstupoch.

Teoretické východiská:

1. Poznať podmienky použitia prípravku
2. Poznať základné časti vŕtacieho prípravku
3. Poznať funkcie jednotlivých častí prípravku
4. Vedieť zdôvodniť funkciu vŕtacích puzdier
5. Poznať druhy a použitie vŕtacích puzdier
6. Rozumieť zásadám konštrukcie prípravkov

Stručný prehľad teórie

Vŕtacie prípravky

Umožňujú ustavenie a upnutie obrobku voči nástroju do polohy danej výkresom a vedú nástroj pri obrábaní otvoru. Používajú sa hlavne pri vŕtaní skupiny dier, ktorých vzájomná poloha musí byť dodržaná s určitou presnosťou – odpadá nepresné a zdĺhavé orysovanie a označenie stredu dier. Vo veľa prípadoch je možné použitím vhodného vŕtacieho prípravku nahradiť súradnicovú vŕtačku bez vplyvu na dodržanie požadovanej presnosti výroby a vymeniteľnosti súčastí.

Prípravky je možné definovať ako pomocné výrobné zariadenia zabezpečujúce:

- správne ustavenie polohy obrobku vzhľadom na nástroj, ktoré zabezpečí požadovanú geometrickú presnosť a akosť povrchu,
- spoľahlivé upnutie obrobku počas procesu obrábania,
- vedenie nástroja vzhľadom na obrobok, pokiaľ nie je súčasťou stroja,
- vzájomnú polohu súčiastok pri spojovaní a montáži,
- kontrolu rozmerov obrobku.

Prípravky určené k upnutiu obrobku jednoznačne určujú vzájomnú polohu obrobku a rezného nástroja pred procesom obrábania, ale aj v priebehu obrábacieho procesu. Ich konštrukcia a vyhotovenie priamo ovplyvňujú rozmerovú a tvarovú presnosť obrobku.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

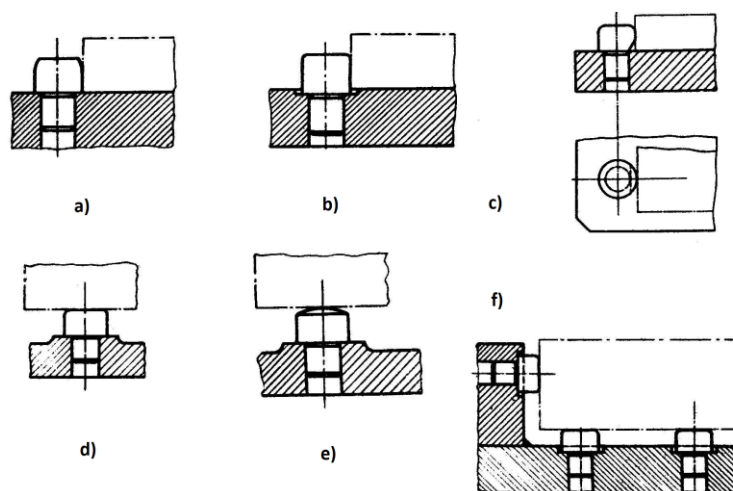
Podľa spôsobu spojenia obrobku s prípravkom rozoznávame vŕtacie šablóny a vŕtacie prípravky.

Oporné a ustavovacie prvky prípravkov

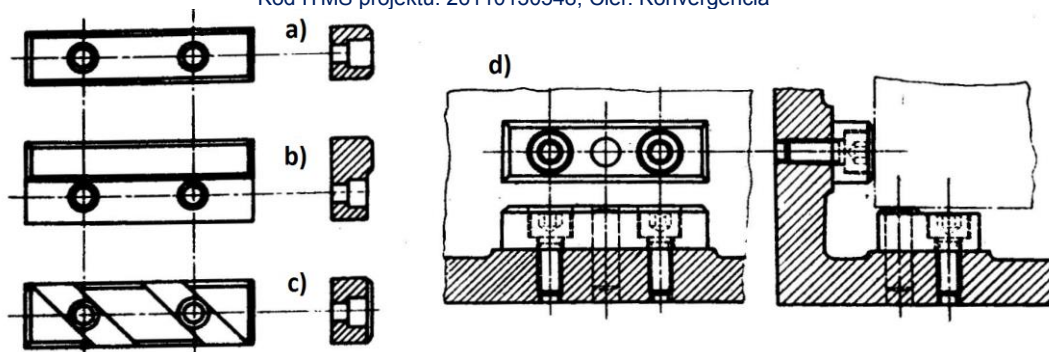
Na každom obrobku sa nachádzajú plochy:

- *základné* – určujúce polohu obrobku,
- *oporné* – používané k opretiu obrobku,
- *upínacie* – priame upnutie obrobku,
- *obrábané* – plochy, ktoré sa po ustavení a upnutí obrobku obrábajú.

Za základnú sa volí tá plocha, ku ktorej je vzťahnutý tolerovaný rozmer určujúci polohu a je volená tak, aby zabezpečila najmenšiu možnú deformáciu obrobku pôsobením rezných a upínacích síl. Pri presnom obrábaní sa doporučuje vychádzať z rovnakých základných plôch. Oporné plochy majú byť pevné aby nedochádzalo k nepresnostiam pri ustavení obrobku. Pri konštrukcii prípravkov sa využívajú normalizované valcové opierky (obr.5.11), lišty(obr.5.12).



Obrázok č.5.11 Pevné valcové opierky

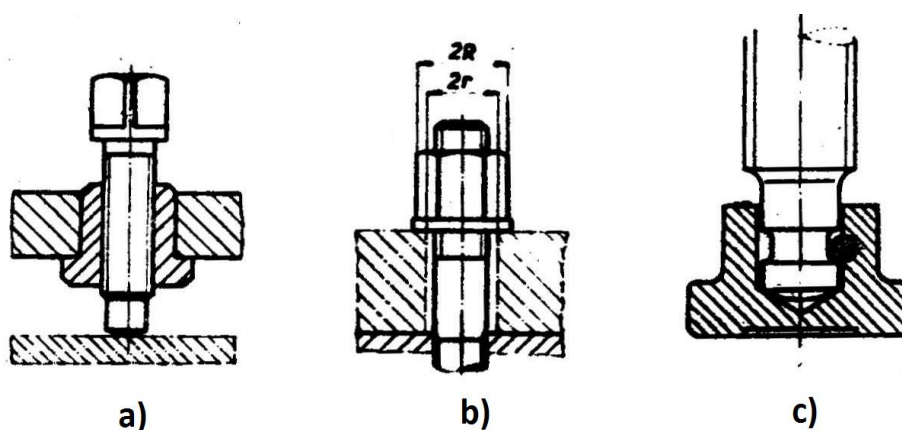


Obrázok č.5.12 Oporné lišty

Upínacie zariadenia

Obrobok ustavený v žiadanej polohe je potrebné zaistiť - upnúť proti pôsobeniu rezných síl. Pri upínaní sa nesmie poloha obrobku vplyvom upínacej sily zmeniť, no upínacia sila musí byť dostatočne veľká, aby sa obrobok v priebehu procesu obrábania neuvoľnil. Spôsob upínania a jednotlivé upínacie prvky treba voliť tak, aby čas výmeny obrobku bol čo najkratší.

- Upínacie skrutky, matice, podložky – patria k najpoužívanejším upínacím prvkom pre svoju jednoduchosť, všestranné použitie, dosiahnutie veľkej upínacej sily. Príklady sú na obrázku č.5.13.



Obrázok 5.13 Upínacie šraubí, matice



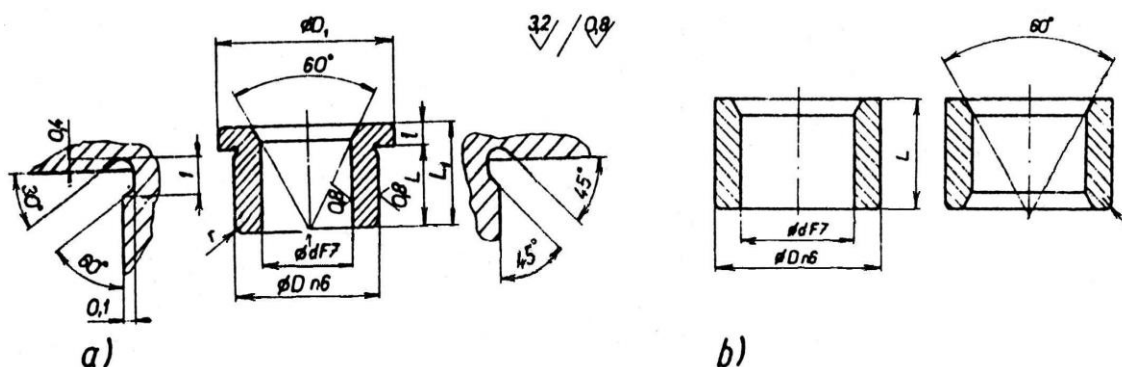
Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Vodiace súčasti (puzdra)

Vŕtacie a vyvrtávacie prípravky okrem ustavenia a upnutia obrobku súčasne vedú nástroj, čím zabezpečia požadovanú presnosť jednotlivých otvorov ako aj ich vzájomnú polohu alebo rozteč. Pre priame vedenie vŕtacích nástrojov sa používajú pevné alebo vymeniteľné vŕtacie puzdra umiestnené vo vodiacich doskách alebo v telese prípravku.

Vŕtacie puzdrá sú základnou súčasťou všetkých vŕtacích prípravkov. Pri procese obrábania vedú nástroj a určujú tak polohu a smer vŕtaných dier. Pri vŕtaní presných dier je dôležité aby os vretena vŕtačky bola súmerná s osou vŕtacieho puzdra, a aby základňa bola kolmá na os vŕtačky. Podľa účelu a použitia delíme vŕtacie puzdra pre priame vedenie nástroja do 4 skupín:

vŕtacie puzdra pevné – sú buď hladké alebo s nákrúžkom (obr.5.14) a lisujú sa do prípravku so stupňom uloženia H7/n6. Vodiaci priemer puzdier d pre bežné vŕtáky s medznými odchýlkami h8 sa volí F7 alebo F8, podľa priemeru a druhu nástroja. Puzdrá sú kalené, valcové plochy brúsené, pri malých priemeroch diera leštená.



Obrázok č. 5.14 Pevné vŕtacie puzdrá

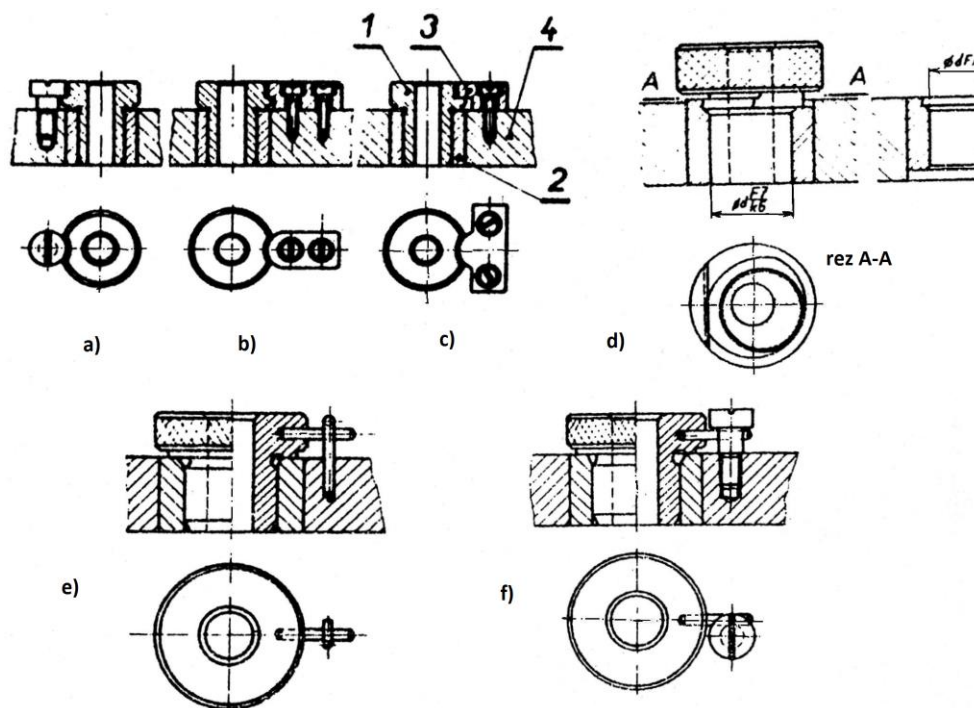
a) s nákrúžkom STN 24 3707 b) hladké STN 24 3705

Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

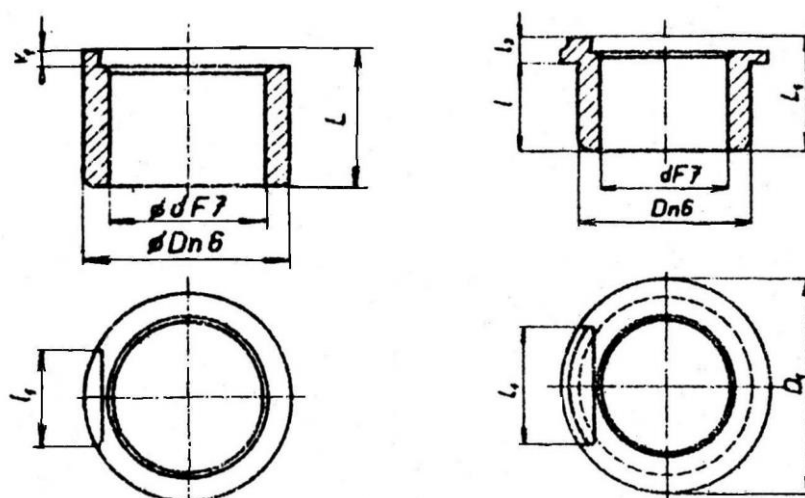
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

nástrčné vrtacie puzdrá – umožňujú zhotoviť presné otvory, ktoré je nutné vyrábať postupne niekoľkými nástrojmi (vrták, výhrubník, výstružník..) obr.5.15



Obrázok č. 2.15 Nástrčné vrtacie puzdrá

Vodiace vrtacie puzdrá – slúžia k vedeniu nástrčných puzdiar. Obrázok č. 5.16.

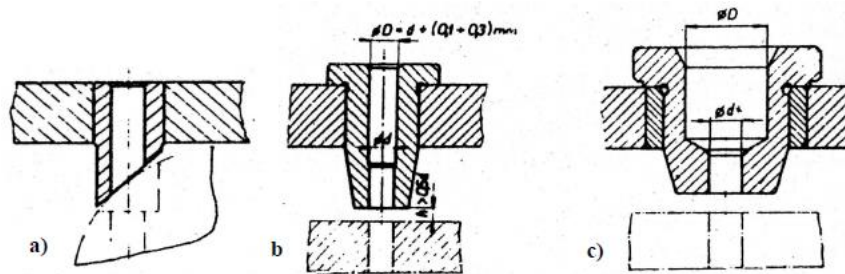


Obrázok č.5.16 Vrtacie puzdra vodiace



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Vŕtacie puzdrá špeciálne – kde nie je možné použiť normalizované puzdra.



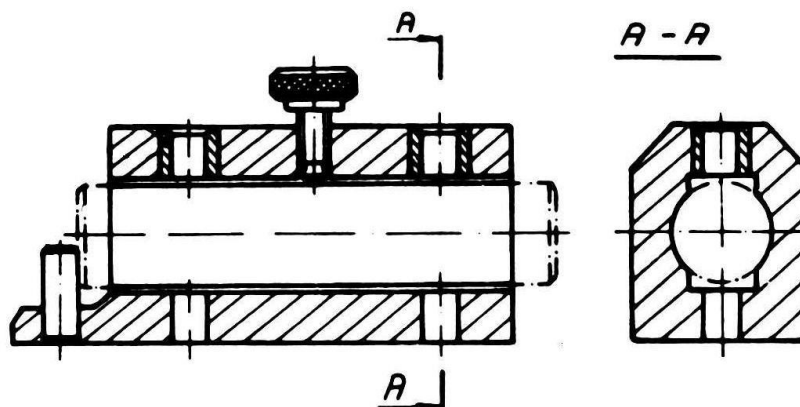
Obrázok 5.17 Vŕtacie puzdrá špeciálne

Zásady konštrukcie prípravkov

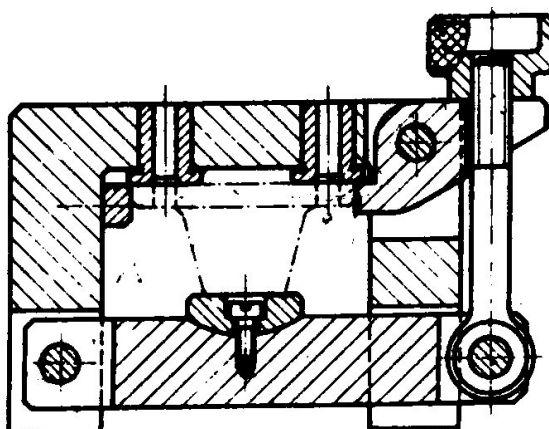
- 1) Pred návrhom prípravku je potrebné stanoviť výrobný postup súčiastky
- 2) Obrábaná plocha má byť čo najbližšie k upínacej ploche – stabilita prípravku
- 3) Prípravok musí byť dostatočne tuhý
- 4) Poloha obrobku v prípravku musí byť zaistená pevnými dorazmi
- 5) Rezný odpor by mal, ak je to možné pôsobiť proti pevným dorazom
- 6) Opotrebovávané plochy musia byť tvrdé a vymeniteľné
- 7) Konštrukcia prípravku nesmie umožniť vloženie a upnutie obrobku nesprávne
- 8) Obsluha má byť jednoduchá, s malou silou, nenáročná, vylučujúca zmätky, rýchla atď.
- 9) Pohyb upínacích prvkov má byť jednotný (v smere pohybu hodinových ručičiek)
- 10) Ovládacie prvky nesmú vstupovať do dráhy nástroja, zabráňovať odchádzajúcim trieskam
- 11) Pri konštrukcii použiť v čo najväčšej miere normalizované súčiastky
- 12) Dbieť na odtok reznej kvapaliny, odvod triesok, dobrý prístup k ustavovacím plochám pri ich čistení
- 13) Ak je to možné použiť prípravok univerzálny
- 14) Ak je to možné riešiť prípravok stavebnicový
- 15) Pri návrhu prípravku je nutné zvážiť možnosť jeho použitia pre viac operácií (s prípadnou malou úpravou)

Vŕtacie kocky

Vŕtacie kocky sú najjednoduchšie vŕtacie prípravky vytvorené telesom prípravku, v ktorom sú nalisované vŕtacie alebo vodiace puzdra obrázku 5.18. V osovom smere je obrobok ustavený kolíkom a proti pootočeniu je zaistený upínacím šraubom. V strediackej diere sú dve pozdĺžne drážky, ktoré umožňujú ľahké vybratie obrobku po vŕtaní aj s vytlačeným materiálom, vzniknutým pri vŕtaní diery. Ďalší príklad vŕtacieho prípravku je na obrázku 5.19. Vhodným usporiadaním prvkov prípravku je obrobok ustavený na dve upínacie základne, jednu z nich tvoria priamo vŕtacie puzdra. Pri vŕtaní malých obrobkov je prípravok voľne položený na stole vŕtačky a pracovník pri práci pridržia a ustavuje prípravok ručne.



Obrázok č. 5.18 Vŕtací prípravok



Obrázok č. 5.19 Príklad vŕtacieho prípravku



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Postup nadobudnutia vedomostí:

Majster odbornej výchovy zadá žiakom praktickú úlohu – zhotovenie vŕtacieho prípravku. Podľa materiálových a strojných možností navrhne výrobný výkres jednoduchej súčiastky, pre ktorú má byť vŕtací prípravok určený. Následne žiaci navrhnu hlavné a pomocné časti prípravku, spoločne s majstrom návrh prípravku optimalizujú. Po návrhu a posúdení konštrukcie prípravok vyrobí.

Úloha:

Vyhotovte vŕtací prípravok pre vŕtanie dier s presným rozstupom. Navrhnite jednoduchú súčiastku s otvormi s presným rozstupom, dokumentáciu prípravku s využitím normalizovaných súčastí, vyrobte prípravok, vyvŕtajte otvory a následne skontrolujte presnosť rozstupu.

Samohodnotenie žiakov:

1. Viem, za akých podmienok je vhodné a výhodné použitie vŕtacích prípravkov?.....
2. Poznám základné funkcie prípravkou?.....
3. Viem popísať jednotlivé časti prípravku a charakterizovať ich funkciu?.....
4. Poznám jednotlivé druhy vŕtacích puzdier a viem popísať ich použitie?.....
5. Viem určiť jednotlivé plochy na obrobku? (základňa, oporná, upínacia plocha...).....



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

6 Záverečné súborné práce /č. 1, č. 2, č. 3/

18 dní /126 hod./

Predmetom záverečných súborných prác pre žiakov 3. ročníka v odbore 2430 H - operátor strojárkej výroby je reálne vyhotovenie súčiastok jednoduchých zostáv a ich montáž pri výrobe ktorých si precvičia získané zručnosti a overia mieru získaných vedomostí a samostatnosť v oblasti výrobných technológií, ktoré boli predmetom ich odborného výcviku /liatie, ručné spracovanie kovov, trieskové obrábanie a montáž/. Výrobu súčiastok zostáv budú realizovať podľa priloženej výkresovej dokumentácie, t. j., podľa výrobných výkresov súčiastok a montáž podľa výkresu zostavy výrobku. Normalizované súčiastky zapísané v súpise položiek /matice, podložky, závlačky, segerové poistky, a pod./ sú k dispozícii u majstrov, ktorí konajú dozor na danom pracovisku.

Súčasťou vyhotovenia jednotlivých súčiastok je vždy písomné vypracovanie technologického postupu ich výroby na tlačive TP /viď. 30 str. PZ/.

Pracovné úlohy jednotlivých častí súborných prác.

Liatie.

4 dni /28 hod./

Vo všetkých súborných prácach sú súčiastky pre výrobu ktorých je polotovarom odliatok /v SP č.1 Strmeň, v SP č. 2 Kotúč, v SP č. 3 Kladka/. Z organizačných aj hospodárnych dôvodov /príprava lejacieho kovu/ by bolo vhodné, vyhotoviť odliatky naraz /súčasne/. S ohľadom na potrebné vyhotovenie modelov, prípravu formovacieho materiálu, formovanie, zhotovenie vtokových sústav, tavenie kovu a samotné liatie s následnou úpravou hrubého odliatku pre ďalšie opracovanie navrhujeme pre realizáciu uvedených činností štyri pracovné dni, t.j. 28 hodín. V priebehu štyroch pracovných dní si žiaci zopakujú vedomosti a zručnosti nadobudnuté v tematickom celku zlievarenskej technológie z 2. ročníka.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Obrábanie. /sústruženie, frézovanie, vŕtanie.... /.

V každej zo zadáných súborných prác vyhotovia žiaci podľa výrobných výkresov na zvolených obrábacích strojoch, vhodnými nástrojmi a pri optimálnych rezných podmienkach jednotlivé súčiastky zostáv.

Zámočnícke práce. /vo väčšine prípadov sa jedná o operácie ručného opracovania, napr. ručné rezanie pílou, pilovanie, rezanie závitov, zrážanie hrán, ohýbanie ... a pod./. Navrhujeme vykonať na pracovnom stole a strojoch v dielni pre ručné opracovanie kovov.

Montáž. Je záverečnou časťou každej z pripravených súborných prác. Jedná sa o konečnú montáž /zostavenie/ výrobku s využitím výkresu zostavy tak, aby výrobok bol funkčný ! Navrhujeme vykonať tiež v dielni pre ručné opracovanie kovov.

Technologický postup /TP/. Žiaci pred vyhotovením jednotlivých súčiastok na obrábacích strojoch vypracujú písomne, podľa výrobného výkresu, technologický postup výroby /na priložené tlačivo TP/.

Časový rozpis pre vykonanie trieskových operácií - vyrobenie jednotlivých súčiastok súborných prác č. 1, 2, 3 budú organizovať MOV.

Plánovaná časová dotácia na zadania spolu: 14 pracovných dní /98 hodín/.
/mimo času na odlievanie/

Súborná práca č. 1	„Vedenie šmýkadla“	4 dni /28 hodín/
Súborná práca č. 2	„Hriadeľ s kotúčom“	4 dni /28 hodín/
Súborná práca č. 3	„Voľná kladka“	6 dní /42 hodín/



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

7 Záver

Tento zošit vznikol v rámci realizácie národného projektu

Rozvoj stredného odborného vzdelávania / Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť /Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

Operačný program Vzdelávanie podporuje zvýšenie adaptability pracovnej sily prostredníctvom zvýšenia kvality a prístupu k celoživotnému vzdelávaniu. Konkrétne opatrenia sa zameriavajú na posilnenie ľudského kapitálu, najmä prostredníctvom podpory vzdelávania v jednotlivých segmentoch vzdelávacieho systému: regionálne školstvo, vysoké školstvo a ďalšie vzdelávanie. Globálnym cieľom operačného programu Vzdelávanie je zabezpečenie dlhodobej konkurencieschopnosti SR prostredníctvom prispôbenia vzdelávacieho systému potrebám vedomostnej spoločnosti. Strategickým cieľom národného projektu RSOV je zvýšenie kvality odborného vzdelávania a prípravy (OVP) na stredných odborných školách (SOŠ) vo vybraných skupinách odborov a tiež celkové zvýšenie kvality OVP vo všetkých skupinách odborov, ktoré sú v kompetencii ŠIOV-u. Hlavným cieľom je uskutočniť obsahovú prestavbu vzdelávania na SOŠ s využitím inovovaných foriem a metód výučby.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

8 Informácie o projekte:

Priradenie projektu k programovej štruktúre	
Operačný program:	OP vzdelávanie
Prijímateľ:	Štátny inštitút odborného vzdelávania
Opatrenie:	Opatrenie 1.1 Premena tradičnej školy na modernú
Názov projektu:	Rozvoj stredného odborného vzdelávania cieľ Konvergencia
Kód ITMS projektu:	26110130548

Všetky informácie nájdete aj na:

www.siov.sk

www.rsov.sk



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

9 Použitá literatúra

- [1] Driensky,D. Tomaides, J. Fúrik, P. Lehmannová, T.: Strojové obrábanie I, Alfa Bratislava , 1984
- [2] Janyš, B.- Raftl, K :, Alfa, Bratislava, 1969
- [3] Janyš, B.- Raftl, K.- Václavovič,A.- Bíza, V.:TECHNOLÓGIAII, III.-SÚSTRUŽNÍK Alfa, Bratislava, 1972
- [4] Vach,J.: TECHNOLÓGIA II a III FRÉZÁR, Alfa, Bratislava, 1971
- [5] Zongor,J.: Obrábanie – návody na cvičenia, SVŠT Bratislava, 1969
- [6] Outrata,J.: Technológia II.,III. Brusič kovov, Alfa, Bratislava, 1970
- [7] <http://www.remeslo.com/>
- [8] <http://www.tumlikovo.cz/>



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

10 Vysvetlenie pojmov - zoznam skratiek a symbolov.

Technické výrazy, t. j., odbornú terminológiu /pomenovanie/ jednotlivých odborných činností, resp. nástrojov a technologických zariadení neuvádzame, pretože budú súčasťou odbornej inštrukcie MOV pri preberaní jednotlivých tém v konkrétnych pracovných dňoch.

SSOŠT - súkromná stredná odborná škola technická /skratka školy/.

OVY - odborný výcvik /skratka vyučovacieho predmetu/.

MOV - majster odborného výcviku

BOZP - bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci /skratka pre označenie pravidiel bezpečnosti/.

STN - Slovenská technická norma /skratka pre označenie slovenskej technickej normy/.

Sebahodnotenie žiaka - je objektívne /sebakritické/ zhodnotenie miery zvládnutia cieľov vyučovacieho dňa.

č. v. **SSOŠT - OSV- 3001** - číselné označenie výkresov vytvorených v SSOST pre tretí ročník učebného odboru Operátor strojárskej výroby „3001“ - výkres s poradovým číslom **1**.

TP - /technologický postup/, je plán podľa ktorého sa má z polotovaru vyrobiť hotová súčiastka.

Polotovary - je čiastočne spracovaný materiál /napr. odliatok, vývalok, výkovok výlisok/, z ktorého sa vykonaním ďalších technologických operácií vyrobí súčiastka /výrobok/.

Operácia - je časť technologického postupu, ktorá sa prevádza na jednom stroji, alebo pracovisku /vŕtanie, frézovanie, brúsenie, kalenie, kontrola....a pod./.

Operačný úsek - je časť operácie, ktorá sa prevádza na súčiastke jedným nástrojom, zväčša pri nezmenených rezných podmienkach, obvykle pri jednom upnutí.

Teoretické východiská - dôležité údaje a informácie pre úspešné zvládnutie úlohy.

Postup nadobúdania vedomostí /zručností/ - je spôsob postupného získavania vedomostí, informácií, a najmä zručností potrebných pre úspešné, a čo najkvalitnejšie zvládnutie /vykonanie/ predpísanej operácie.

Titulný blok výkresu - je tabuľkové časť každého výkresu umiestnená v pravom



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava

Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania

Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

dolnom rohu, v ktorej sú uvedené dôležité údaje, napr. o použitom polotovare – číslo výkresu, mierka a pod., ktoré nemožno znázorniť graficky.

OTK - oddelenie technickej kontroly.

Tabuľkový výkres - je výkres obsahujúci pripojenú tabuľku /odtiaľ názov tabuľkové výkresy/. Používa sa za účelom zmenšenia počtu výrobných výkresov. Typickým príkladom sú napríklad strojnícke tabuľky, resp. normy, keď vyhľadávame rozmery jednotlivých častí pre zvolenú veľkosť súčiastky, napr. normalizovaných skrutiek, matic, podložíek, poistných krúžkov, spojovacích pier, klinov, valivých ložísk a podobne.

Výpočtový vzťah - je v podstate matematický vzorec, potrebný pre výpočet požadovanej veličiny /hodnoty/, napr. rozmeru vôle, presahu, objemu, rýchlosti, tlaku, teploty a pod.

UDP / univerzálny deliaci prístroj - je zariadenie ktoré patrí do špeciálnej výbavy /príslušenstva/ frézovačiek, ktoré umožňuje rozšírenie funkcií obrábacieho stroja. Používa sa pri delení obvodu vyrábaných súčiastok na ľubovoľný počet rovnakých dielov, pri frézovaní drážok /výrezov / na kužeľových plochách a v spojení s univerzálnou frézovačkou pri frézovaní skrutkovitých drážok /skrutkovic/.



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

11 Zoznam príloh:

Výrobné výkresy súčiastok č. SSOŠT - OSV - 3001..... č. SSOŠT - OSV - 3022

Názov súčiastky:	číslo výrobného výkresu /č. v./:	Príloha
Kladka	SSOŠT - OSV - 3001	A3
Nastavovacia skrutka	SSOŠT - OSV - 3002	B 3
Remenica	SSOŠT - OSV - 3003	C 3
Rukoväť	SSOŠT - OSV - 3004	D 3
Závitová vložka	SSOŠT - OSV - 3005	E 3
Tŕň so zápichom	SSOŠT - OSV - 3006	F 3
Dorazová skrutka	SSOŠT - OSV - 3007	G3
Vymedzovací člen	SSOŠT - OSV - 3008	H3
Pohybová skrutka	SSOŠT - OSV - 3009	I 3
Závitová podpera	SSOŠT - OSV - 3010	J 3
Upínací tŕň	SSOŠT - OSV - 3011	K3
Tryska	SSOŠT - OSV - 3012	L3
Príruba	SSOŠT - OSV - 3013	M3
Vymedzovacie puzdro	SSOŠT - OSV - 3014	N3
Puzdro	SSOŠT - OSV - 3015	O3
Vymedzovací doraz	SSOŠT - OSV - 3016	P 3
Úpinka	SSOŠT - OSV - 3017	R 3
Záver	SSOŠT - OSV - 3018	S 3
Nátrubok	SSOŠT - OSV - 3019	T 3
Otočný nosič	SSOŠT - OSV - 3020	U 3
Držiak I.	SSOŠT - OSV - 3021	V 3
Držiak II.	SSOŠT - OSV - 3022	X 3
Vedenie	SSOŠT – OSV – 3023	AB3
Čap	SSOŠT – OSV – 3024	BB3
Hrot	SSOŠT – OSV – 3025	CB3
Čap	SSOŠT – OSV – 3026	DB3



Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bellova 54/A, 837 63 Bratislava
Národný projekt: Rozvoj stredného odborného vzdelávania
Kód ITMS projektu: 26110130548, Cieľ: Konvergencia

Nôž	SSOŠT – OSV – 3027	EB3
Čap	SSOŠT – OSV – 3028	FB3
Šikmé vedenie	SSOŠT – OSV – 3046	GB3
Doraz	SSOŠT – OSV – 3029	AV3
Vedenie	SSOŠT – OSV – 3030	BV3
Základná platňa	SSOŠT – OSV – 3031	CV3
Rameno	SSOŠT – OSV – 3032	DV3
Platňa	SSOŠT – OSV – 3033	EV3
Platňa	SSOŠT – OSV – 3034	FV3
Platňa	SSOŠT – OSV – 3035	GV3
Doraz	SSOŠT – OSV – 3036	HV3
Vedenie	SSOŠT – OSV – 3037	IV3
Platňa	SSOŠT – OSV – 3038	JV3
Platňa	SSOŠT – OSV – 3039	KV3
Pätka	SSOŠT – OSV – 3040	LV3
Palec	SSOŠT – OSV – 3041	MV3
Držiak	SSOŠT – OSV – 3042	NV3
Rebro	SSOŠT – OSV – 3043	OV3
Platňa	SSOŠT – OSV – 3044	PV3
Kameň	SSOŠT – OSV – 3045	QV3
Kameň	SSOŠT – OSV – 3047	RV3
Predĺženie	SSOŠT – OSV – 3048	SV3
Pracovný list - nôž		BN1
Pracovný list - vrták		BN2
Príloha pracovný list - fréza		BN3
Príloha – pracovný list pre výrobu presných otvorov		VT1