

DIPLOMOVÝ ÚKOLpro **Jiřího V o l á k a**odbor **strojírenská technologie**

Protože jste splnil..... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: **Racionální postup výroby šroubu M6x39 na soustružnickém
automatu AD 16**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zhodnoťte stávající technologický postup včetně velikosti výrobní dávky a vlastních nákladů na výrobu
- 2) Navrhněte nový technologický postup soustružení na automatu AD 16, včetně drážkování hlavy šroubu
- 3) Prokreslete v sestavě přídavné zařízení pro drážkování hlavy šroubu na automatech AD 16
- 4) Posuďte nový technologický postup z ekonomického hlediska

Autorské právo se řídí směnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 51 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962 - Věstník MŠK VIII, sešit 24 ze dne 31.8.1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I, STUDENTSKÁ 5

V 5/1971

S

Rozsah grafických laboratorních prací: **výkres sestavy přidav. zařízení**

Rozsah průvodní zprávy **30 - 40 stran**

Seznam odborné literatury:

Podklady ze závodu Šroubrány, n.p. Krupka

Draský: Technologické projektování výroby strojů

Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Jaroslav Draský CSc**

Konzultanti: **Prof. Ing. Jaroslav Draský CSc**

Datum zahájení diplomové práce: **13. dubna 1970**

Datum odevzdání diplomové práce: **30. června 1970**



Draský
Prof. Ing. Jaroslav Draský CSc
vedoucí katedry

Kotěmáček
Prof. Ing. Dr. techn. František Kotěmáček
děkan

D I P L O M N Í Ú K O L

DP ST - 585/70

Jiří Volák

1. Úvod

Rozvoj národního hospodářství klade na strojírenskou výrobu značné úkoly.

Předpokladem k jejich splnění je trvalý růst produktivity práce při snižování výrobních nákladů. Jednou z cest k zproduktivnění výroby je racionalizace.

V n.p.Šroubárna, Krupka, kde se vyrábějí převážně spojovací součásti, výrobní zařízení sestává hlavně ze soustružnických automatů.

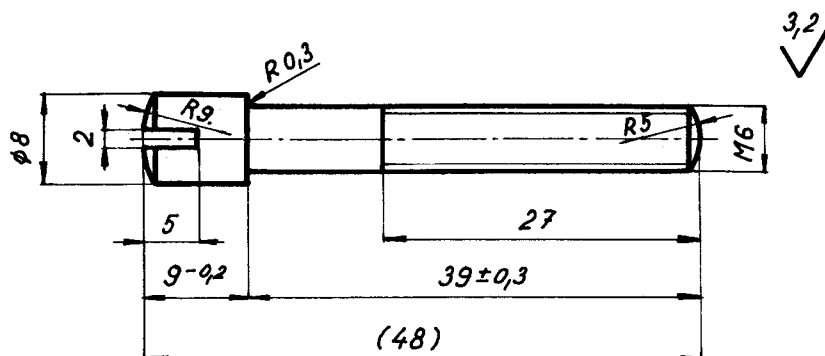
Většina jejich typů není plně vybavena potřebným přídatným zařízením.

Výrobky zhotovené na automatech vyžadují další dokončovací operace a tedy i pracovní síly na obsluhu dokončovacích strojů.

V důsledku toho se zvyšují výrobní náklady na výrobu součástí, neboť roste podíl mezd na ceně výrobku a tím se výroba zdražuje.

Z toho plyne, že racionální způsob výroby součástí je soustředit všechny operace na jeden automat, t.j. vyrobit součást hotově. K tomu je třeba, aby automat byl vybaven potřebným přídatným zařízením.

2. Stavající technologický postup výroby šroubu č.v. 1756



obr.1

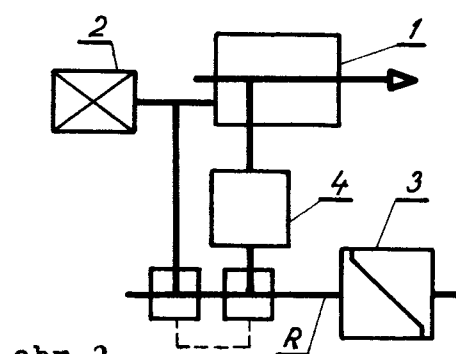
- 1/ Soustružení $\varnothing$ pro M6
- 2/ Rezání závitu M6
- 3/ Předpíchnutí
- 4/ Upíchnutí

Tyto operace provádí soustružnický automat AD 16 v uvedeném sledu. Řezné podmínky byly voleny dle tabulek sestavených na základě dlouholeté praxe při obrábění na soustružnických automatech.

Stručný popis automatu AD 16.

Automatický soustruh AD 16 má vačkový automatizační systém.

Řídicí systém

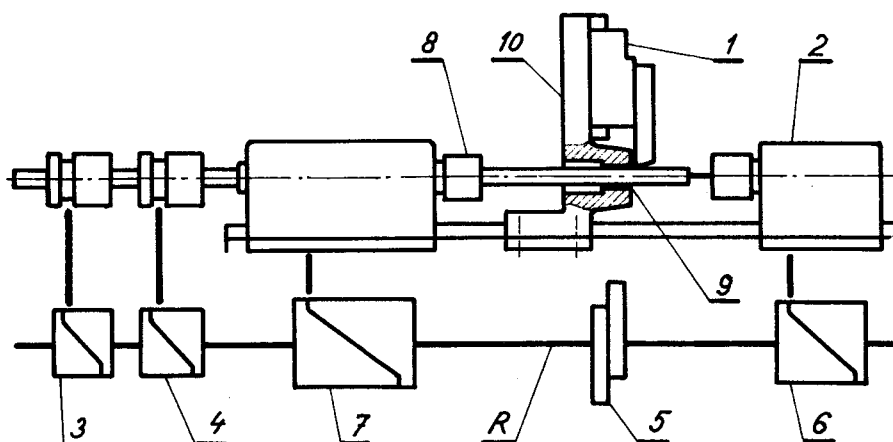


obr.2

- 1-vřeteno
- 2-el. motor
- 3-vačka
- 4-měnitelné převody
- R-rozvodový hřídel

Rozvodový hřídel R je poháněn dvěma rychlostmi. Pomalu při pracovních pohybech suportů. Jeho otáčení je odvozeno od vřetena. Rychlé otáčení rozvodového hřídele je při pomocných pohybech a je odvozeno od pomocného el. motoru. Přepínání mezi oběma rychlostmi je odvozeno od palců umístěných na kotouči, který je upevněn na rozvodovém hřídeli. Automat AD 16 patří do skupiny dlouhotočných automatů.

Schéma dlouhotočného automatu AD 16



obr.3

Na rozvodovém hřídeli R jsou bubnové vačky 3,4 pro podávání a upínání tyčového materiálu. Kotoučové vačky 5 pro posuv radiálních suportů, bubnová vačka 6 pro posuv přídatného zařízení na řezání závitů a vrtání otvorů.

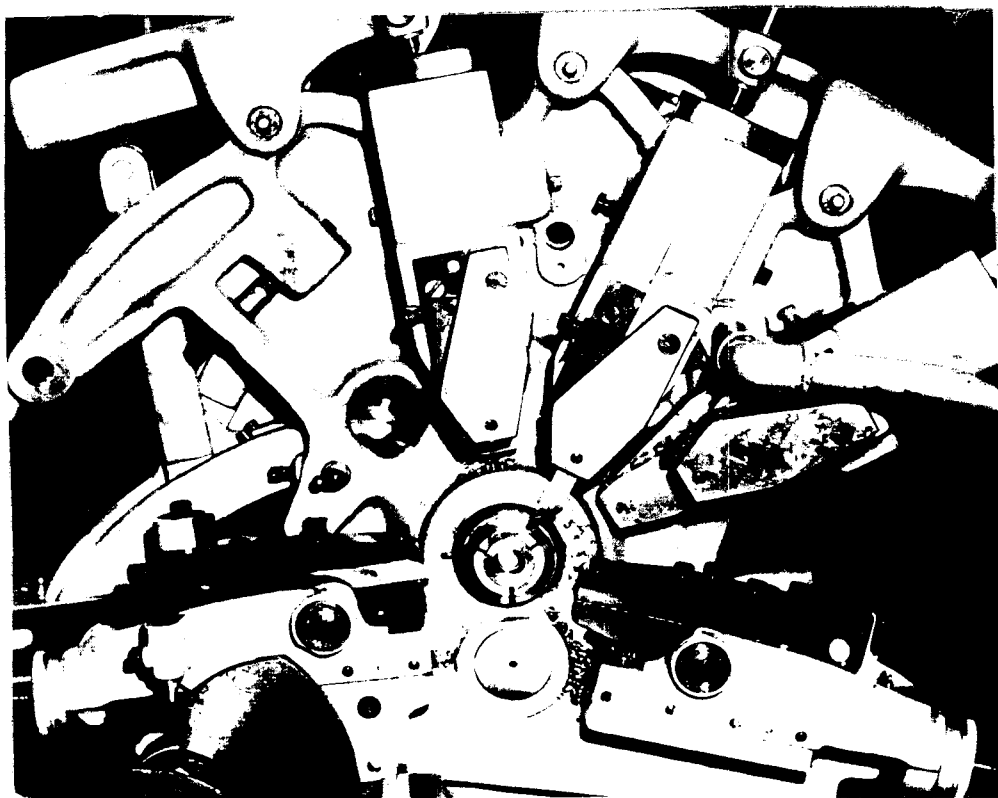
Materiál je upnut ve vřeteníku 8 v upínacím pouzdru, dále prochází vodícím pouzdem 9. Vřeteník se pohybuje axiálně po saních.

Jeho pohyb je odvozen od rozvodového hřídele R prostřednictvím bubnové vačky 7 a dvouramenných pák. Materiálová tyč je unášena s vřeteníkem a prochází vodícím pouzdem uloženým v lunetě 10.

Soustružení se provádí pomocí radiálních suportů s noži, které vykonávají radiální posuv k ose materiálu. Nože jsou blízko vodícího pouzdra, kterým je tyč pevně vedena. Je tím umožněno soustružení dlouhých předmětů jako na př. daný šroub č.v. 1756. Po dokončení součásti upíchnutím z materiálové tyče otevře se upínací pouzdro ve vřeteníku a materiálová tyč je protizávažím držena proti upichovacímu noži. Vřeteník je v tomto okamžiku v nejpřednější poloze. Při otevřeném upínacím pouzdru se vrátí zpět o délku vyráběného dílce, zvětšenou o šířku upichovacího nože. Upínací pouzdro pak upne materiálovou tyč a upichovací nůž je stažen zpět do výchozí polohy. Následují různé pracovní operace, nutné k obrobení součástky.

Celý pracovní cyklus zhotovení součásti je během jedné otáčky rozvodového hřídele ukončen.

Pohled na radiální suporty.

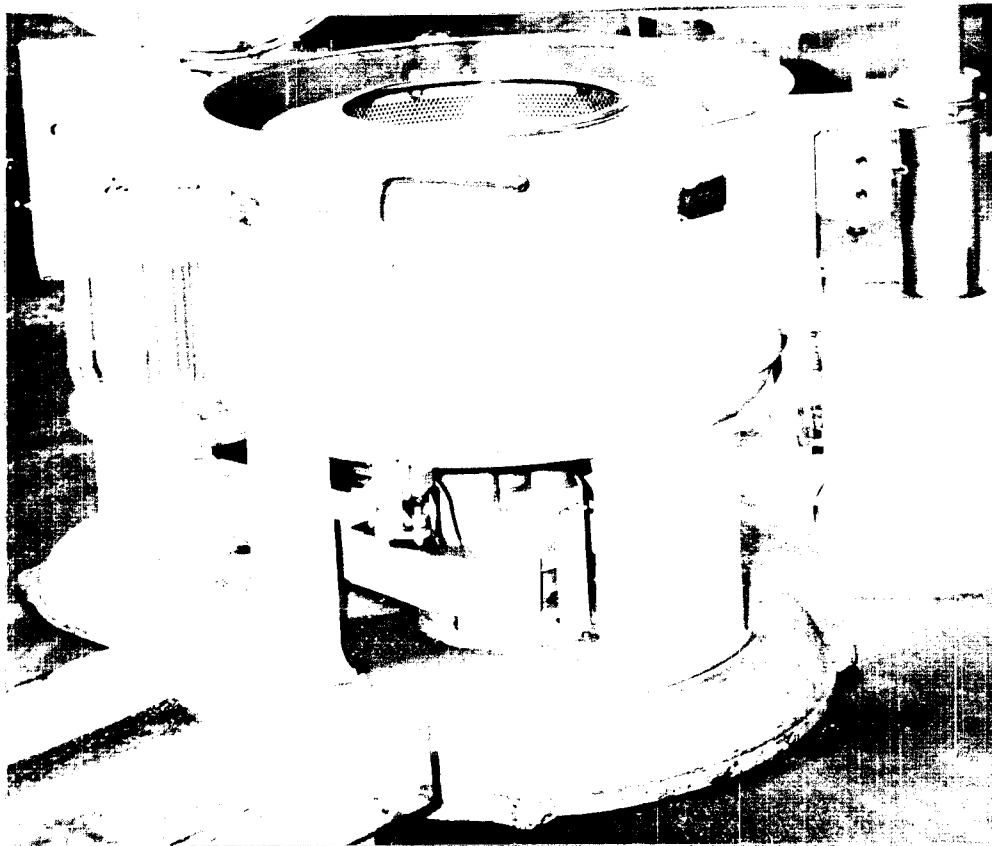


Obr. 4

5/ Odstředování

Při obrábění na automatech se používá k chlazení rezného oleje. Část ho zůstane na výrobcích, ze kterých se odstraní odstředováním.

Odstředivka CH-C6



obr. 5

6/ Frézování drážky

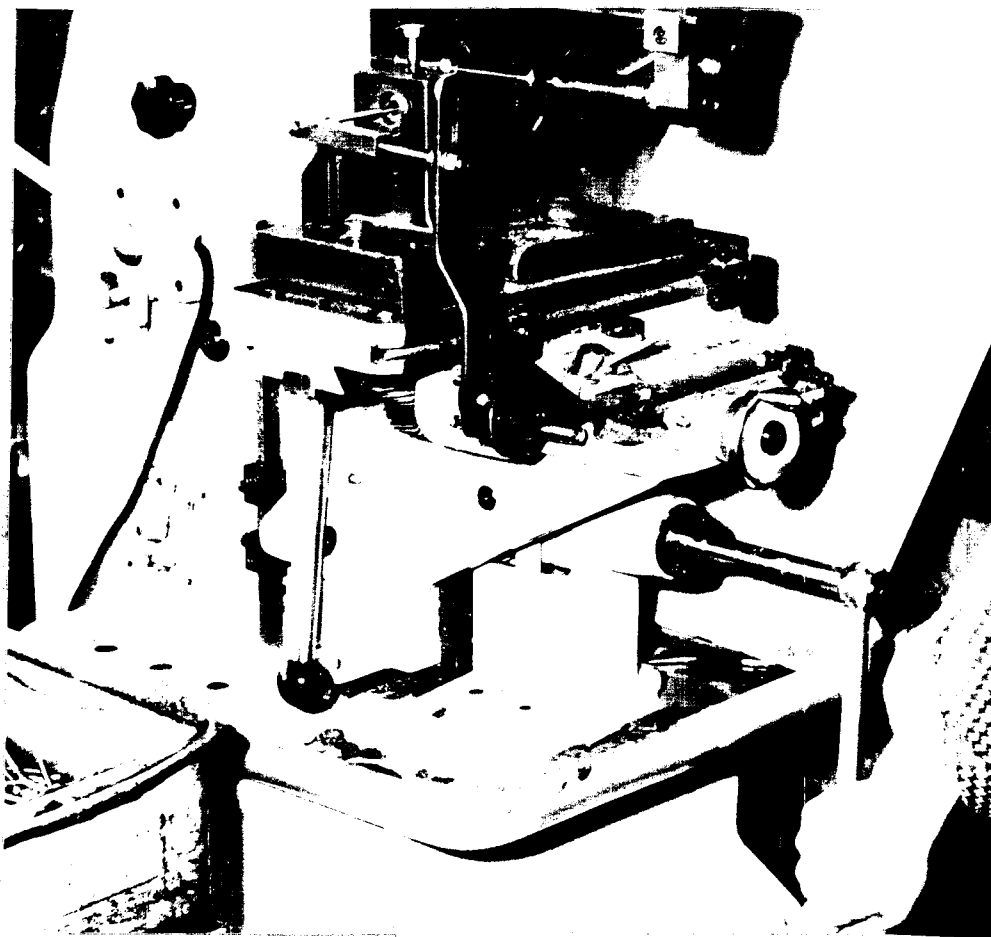
Tato operace se provádí na pákové frézce, posuv stolu do řezu se děje ručně. Znamená to tedy pro pracovníka fyzickou námahu, jednak vynaložením síly na posuv stolu, dále na upnutí součásti do přípravku a na manipulaci se součástmi, které dopravuje od soustružnického automatu k frézce. Další nedostatek frézování na pákové frézce je nedodržování rezných podmínek, neboť velikost posuvu na zub S_z je zde dána silou, kterou je schopen pracovník na páce vyvinout.

Je tedy zřejmé, že současný způsob provádění této operace je značně neekonomický z těchto důvodů:

- a/dojde k snížení životnosti nástroje /může dojít k vylomení zubu frézy/,
- b/dojde k snížení trvanlivosti ostří, tím roste neproduktivní čas na výměnu nástroje a seřízení stroje, rostou tím náklady na nástroj a tedy i výrobní náklady,
- c/vyšší zmetkovitost

Další ztráty vznikají při manipulaci mezi automatem a frézou.

Frézka F HJ-9 s ručním posuvem stolu.



Obr. 6

7/Další operace je praní výrobků.

Praní se provádí v petroleji se slabou koncentrací oleje. Účelem praní je odstranit z výrobků drobné třísky a nečistoty. Tenká vrstva oleje, která ulpí na povrchu výrobku, vytvoří dočasnou ochranu proti korozi.

8/Balení

Výrobky se váží a sypou do krabic.
Provádí se ručně.

3. Určení vlastních nákladů na výrobní jednici.

Výrobní jednici představuje tisíc kusů šroubů č.v. 1756.

3.1. Náklady na jednicový materiál.

Postup výpočtu.

Druh materiálu - 11108

Rozměr - tyč $\varnothing$ 8 mm

Váha 1m tyče - 0,395 kg /m

Celková délka - 48 mm

výrobku

Šířka upích. nože - 2mm

Délka materiálu

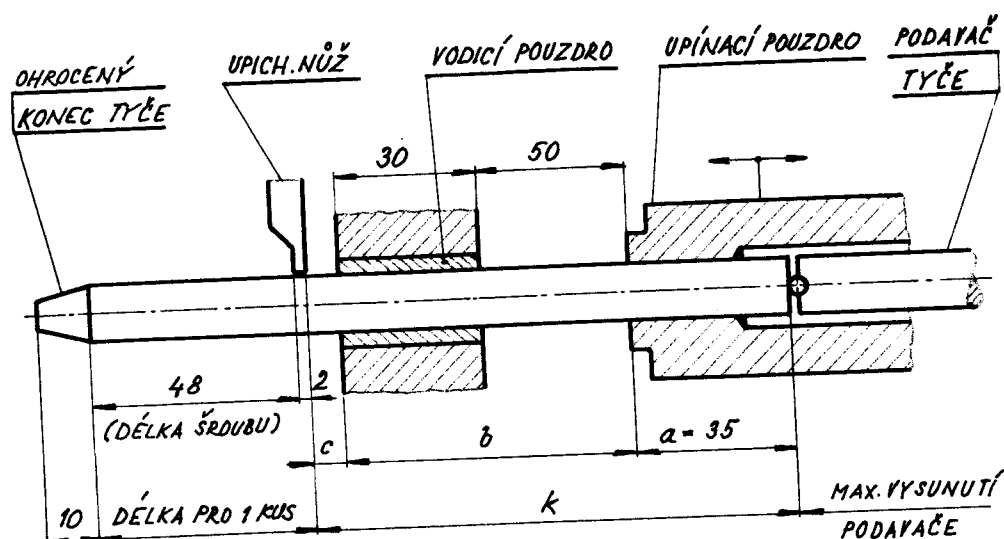
na 1 šroub - 50 mm

Délka materiálu

na 1000 ks šroubů - 50 m

Spotřeba materiálu

na 1000 ks šroubů - $50 \times 3,95 = 19,75$ kg

Určení odpadu materiálu.

Obr. 7

c – vzdálenost upich.nože od vodícího pouzdra
 a – délka potřebná k upnutí tyče
 50 mm – vzdálenost daná nejkrajnější zadní polohou
 vřeteníku, nutná k vysunutí zbytku tyče
 z vodícího pouzdra

$$k = a + b + c + 10 \text{ mm} = 35 + 80 + 10 + 10 = 135 \text{ mm}$$

Odpad z tyče

Šrouby se vyrábějí z tyče 3 m dlouhé. Celková délka tyče minus délka zbytku tyče k nemusí být násobkem délky materiálu pro jeden kus šroubu. Proto se při určování celkového odpadu z tyče musí k zbytku tyče k přičíst délka materiálu pro jeden šroub.

Odpad z tyče

$$L = a + b + c + \text{délka mat. na 1 kus} + 10 \text{ mm}$$

$$L = 35 + 80 + 10 + 50 + 10 = 185 \text{ mm}$$

185 mm představuje 6,2 % z délky tyče 3 m pro výrobek délky 48 mm

Technologický odpad

je dán 4 % z délky tyče a zahrnuje zmetky.

Celkový odpad z tyče = $6,2\% + 4\% = 10,2\% = 2 \text{ kg}$
na výrobu 1 000 ks šr.

Výsledná vsádková váha materiálu na 1 000 ks šr.

$$19,75 + 2 = 21,75 \text{ kg}$$

čistá váha 1 000 ks šroubů = 15 kg

$$\text{odpad} = 21,75 - 15 = 6,75 \text{ kg}$$

cena materiálu - 5,158 Kčs / 1 kg

cena odpadu - 0,432 Kčs / 1 kg

Výpočet vsádkové váhy materiálu shrnu do tabulky
č. 1

		jednotky	
materiál	ON 426517		11108
	rozměr	mm	Ø 8
	váha	kg/m	0,395
Celková délka výrobku		mm	48
šířka upichovacího nože		mm	2
	délka materiálu	mm/lks	50
	celková délka materiálu	m/1000ks	50
	tech.norma spotřeby mat.	kg/1000ks	19,750
odpad z tyče		%	6,2
technologický odpad		%	4
součet odpadu		%	10,2
výsledná vsádková váha		kg/1000ks	21,750

tab.1

3.2. Mzdové náklady na výrobní jednici 1 000 šr.
č.v.1756

- a/ jednicové mzdy na automatech.
Dle sborníku pro automaty je seřizovač zařazen
do 6.tar.tř.
Úkolová sazba na výrobní jednici je 8,51 Kčs
- b/ Frézování drážky na frézce.
Dělník je zařazen do 3.tar.tř.
Úkolová sazba na výr.jednici 5,10 Kčs
- c/ Ostředování
Praní
Balení
Tyto operace jsou zahrnuty do výrobní režie.

3.3. Úplné vlastní náklady na výr.jednici

- a/ náklady na jednicový materiál
 $21,75 \times 5,158 = 112,20$ Kčs
- b/ Odpad
 $6,75 \times 0,432 = 2,90$ Kčs
- c/ Čistá vsádka - zákl.mat.- odpad = 109,30 Kčs
- d/ Jednicové mzdy - 131,61 Kčs
- e/ Výrobní - dílenská režie - 85,20 Kčs
- f/ Celopodniková režie - 14,02 Kčs

Úplné vlastní náklady na výr. jednici = 222,86 Kčs

Zisk na výr. jednici - 65,88 Kčs / 1000 ks

SVC = 288,74 Kčs / 1000 ks

Ekonomické zhodnocení stávajícího tech.postupu
vyplyne později srovnáním výrobních nákladů dle
stávajícího postupu s výrobními náklady dle
nového technologického postupu.

Výpočet úplných vlastních nákladů shrnu do tab.
č. 2.

jednicový materiál	112,20 Kčs
- odpad	2,90 Kčs
čistá vsádka	109,30 Kčs
jednicové mzdy	13,61 Kčs
výrobní režie	85,20 Kčs
celopodniková režie	14,02 Kčs
úVN	222,86 Kčs
zisk	65,88 Kčs
cena za 1000 ks	288,74 Kčs

tab.2

4.

Posouzení velikosti výrobní dávky.

Posouzení provedu z hlediska využití soustružnického automatu.

Zakázková náplň se zpracovává v n.p.Šroubárna, Krupka čtvrtletně pro jednotlivé dílny a skupiny automatů. Čtvrtletní náběh šroubů č.v. 1756 je v současné době 90 000 kusů.

4.1.Určení výrobní kapacity /časového fondu/ jednoho automatu.

Využitelný čas. fond jednoho automatu za 1 rok.

$$F_{ef} = A \times s \times d \times z$$

A = 1 - počet strojů

s = 16 - počet odpr.hod. / 1 prac.den

d = 264 počet prac.dnů /1 rok

z = 0,7795 - koeficient ztrát

Koeficient ztrát.

Koeficient ztrát vyjadřuje plánované využití automatů. V n.p. Šroubárna, Krupka je plánované využití automatů 77,95 % celkového časového fondu.

Celkové ztráty činí tedy 22,05 % a jsou rozděle-
ny takto:

- 15% - technologické ztráty /ostření a vý-
měna nástrojů, os.potř.
- 4,15 % - plánované placené volno
- 2 % - zák.dovolená

$$F_{ef} = 1.16.264.0,7795 = 3\,292 \text{ hod.}$$

Roční výrobní kapacita .

$$K = \frac{F_{ef}}{P} = \frac{3292.3600}{33} = \underline{\underline{360\,000 \text{ ks/rok}}}$$

P = 33 sec - pracnost 1 výrobku na automatu

Zakázková náplň je 360 000 ks/rok, což předsta-
vuje roční výrobní kapacitu automatu AD 16.

5.

Návrh nového technolog.postupu soustružením na automatu AD 16 včetně drážkování.

Z předešlého hodnocení plyne, že hlavním nedostatkem výroby šroubů č.v.1756 je dokončovací operace frézování drážky na frézce.

Všechna řešení, která vedla k zproduktivnění výroby na této pákové frézce se ukázala jako pracná a málo efektivní. Nejvýhodnější řešení je vyrobit součást na automatu hotově. Toto řešení nebylo dosud možno uplatnit, protože automat AD 16 není vybaven přídatným zařízením na frézování drážek.

O toto přídatné zařízení se opírá nový technologický postup výroby šroubu č.v.1756.

5.1.Nový technolog.postup.

- 1/ Soustružení ϕ pro M 6
- 2/ Řezání závitu M 6
- 3/ Předpichování - vyhrubování rádiusu na hlavě šr.
- 4/ Upíchnutí-dokončení rádiusu na hlavě šr.

Všechny uvedené operace provede automat AD 16. Ostatní operace - odstředování, praní, balení - zůstávají stejné jako u stávajícího technolog. postupu.

5.2.Řezné podmínky.

Řezné podmínky se volí v podniku dle tabulek.

Z řezných podmínek se vypočtou hlavní časy pro jednotlivé operace na automatu.

Přehled řezných podmínek užívaných v podniku je uveden v tabulce č. 3.

Přehled řezných podmínek pro různé druhy materiálů na soustružnických automatech.

Materiál ČSN	Řezná rychlost v m/min.		
	soustruž.	vrtání	řez.závitu
11107	60 - 72	45	5
11108	60 - 75	45	5
11110	55 - 65	42	4,5
11120	50 - 55	40	4
11340.0	50 - 55	40	-
11370.0	50 - 55	40	-
11421	48 - 52	38	-
11500	35 - 50	40	-
11600	32 - 45	35	-
11700	30 - 40	35	-
12030.1	30 - 45	25	-
12060.1	30 - 40	25	-
13240.6	26 - 30	30	-

Posuvy v mm/ot pro soustružení

hloubka řezu v mm		Pro průměry materiálu					
		Ø 4 - Ø 8			Ø 8 - Ø 16		
		na čisto	pod závit	hrubování	na čisto	pod závit	hrubování
	0,5	0,063	0,065	0,10			
	1	0,058	0,075	0,09	0,09	0,11	0,13
	1,05	0,052	0,07	0,085	0,085	0,105	0,125
	2,-	0,048	0,06	0,072	0,08	0,1	0,12
	2,5	0,04	0,055	0,067	0,075	0,098	0,105
	3				0,07	0,095	0,11

Příčné soustružení

upichování	0,017	0,023	0,03	0,02	0,03	0,04
------------	-------	-------	------	------	------	------

Řezné podmínky uvedené v tabulce č.3 vyhovují určité trvanlivosti ostří.

Při obrábění na automatech se velikost úběru $U = v.s.t / \text{cm}^3 / \text{min.}$ / zvyšuje tím, že 1 dělník pracuje současně na více strojích. S rostoucím úběrem se zkracuje výrobní čas součásti a klesá podíl jednicových mezd na ceně výrobku.

Proto je zde snaha docílit maximální trvanlivost ostří, neboť ostření a výměna nástrojů nejvíce ovlivňují počet strojů, které seřizovač stačí obsluhovat.

Ostření, výměna nástrojů, osobní potřeby atd. tvoří tak zv.technologické ztráty. Tyto ztráty byly zjišťovány pomocí snímku prac.dne. Jejich hodnota činí 15% časového fondu. Jsou to minimální naměřené ztráty. Při skupině 9 automatů na jednoho seřizovače nebyly ještě překročeny. Lze říci, že úběr docílený 9 automaty je U hosp. Jemu přísluší optimální trvanlivost T .

Pro nový technologický postup výroby šroubů č.v.1756 si ověřím výpočtem hodnoty řezných podmínek uvedené v podnikových tabulkách a naopak si tím ověřím hodnoty koeficientů pro výpočet řezných podmínek na automatu.

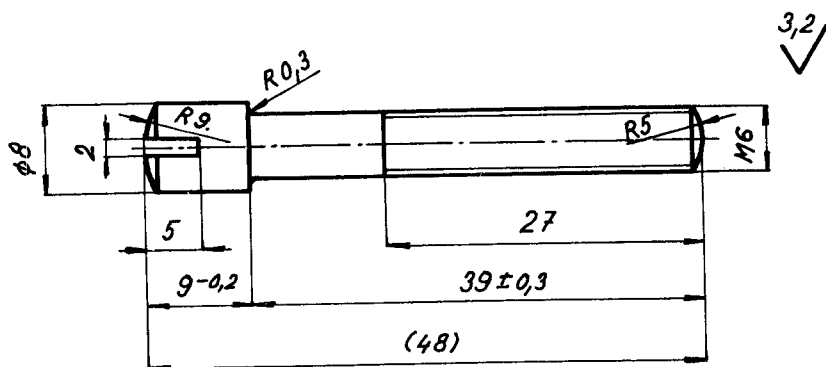
Při výpočtu budu dodržovat následující postup.

- 1/ volba nástroje
- 2/ volba hloubky řezu t
- 3/ určení posuvu S_{tech}
- 4/ výpočet řezné rychlosti z podmínky hospodárného úběru pro danou trvanlivost ostří T .

$$V_T = \frac{C_v t}{t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \quad / \text{ m/min } /$$

5.3.

Technologický postup výroby šroubu č.v.1756 na automatu AD L6



obr.8

Materiál - ocel 11108

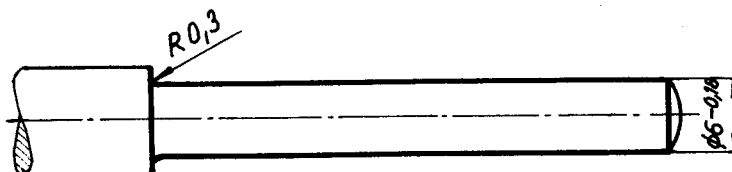
složení - max.0,12 % C, 0,5 - 1% Mn

max.0,11 P, 0,2 - 0,3% S.

Je to automatová ocel.Velmi dobře se obrábí.Polo-
tovar je tyč Ø 8h 11 za studena tažená.

Pevnost se pohybuje v rozmezí 55 -75 kp/mm²

Podélné soustružení Ø 6 pro závit M6



obr.9

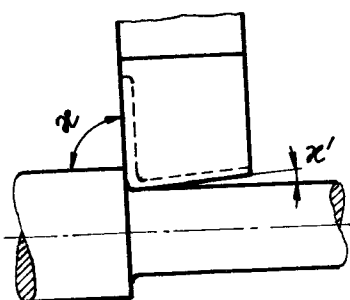
Výpočet řezných podmínek pro podélné soustružení1/ volba nástroje

nůž ČSN 223690 10 x 10 x

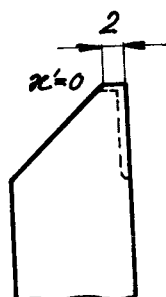
materiál nože 19810 - Radeco 1,3% C, 4,4% Cr,
11% W, 4% V

Je to polotovár nože, z kterého je třeba nabrousit nůž stranový levý.

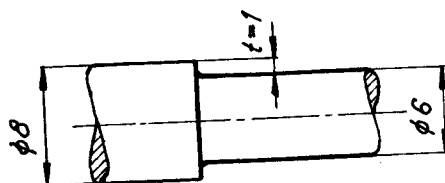
Volba technologických úhlů na noži.



obr.10

úhel čela $\gamma' = 25^\circ$ úhel hřbetu $\alpha = 7^\circ$ úhel
nastavení $\alpha = 90^\circ$ vedl. úhel
nastavení $\alpha' = 55^\circ$ úhel břitu $\beta = 58^\circ$ úhel řezu $\delta = 65^\circ$ poloměr
špičky $r = 0,3\text{mm}$ úhel sklonu
břitu $\lambda = -4^\circ$ 

obr.11

U ubíracích nožů pro
dlouhotočné automaty
se provádí úhel nasta-
vení $\alpha' = 0$
/viz obr.11 /2/ volba hloubky řezu t Volím hloubku řezu $t = 1\text{ mm}$. To znamená, že
 $\emptyset 6$ pro závit bude soustružen 1 řezem načisto.

obr.12

3/volba velikosti posuvu

posuv nože určuje čas potřebný k obrobení součásti. Dle podnikových tabulek volím posuv

$$S = 0,09 \text{ mm /ot.}$$

Výpočtem provedu kontrolu tohoto posuvu z hlediska pevnosti nože. Protože jde o soustružení na čisto provedu kontrolu posuvu též z hlediska předepsané drsnosti a z hlediska tuhosti součásti. Pro kontrolu z hlediska limitní síly musím nejdříve provést výpočet řezné síly.

a/Plim je dána pevností nože

$$P_z \leq P_{lim}$$

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} / k_p /$$

V tabulkách jsou uvedeny koeficienty pro obrábění oceli 75 kp/mm² a materiál nože R0,

$$\alpha = 90^\circ, \quad \alpha' = 10^\circ, \quad \lambda = 0^\circ, \quad r = 2$$

$$C_{pz} = 200, \quad X_{pz} = 1, \quad Y_{pz} = 0,75$$

Pevnost obráběné oceli se pohybuje v rozmezí 55 - 75 kp/mm². Ve výpočtu budu uvažovat pevnost 60 kp/mm². Pro tuto pevnost je třeba uvažovat při výpočtu P_z opravné koeficienty.

$K_{mpz} = 0,948$ - oprava na pevnost obr.materiálu.

$$K_{\delta pz} = 1$$

$K_{\alpha pz} = 1,08$ - oprav.koeficient pro úhel nastavení $\alpha = 90^\circ$

$$K_{\lambda pz} = 1$$

$K_{rpz} = 0,87$ - oprav.koeficient pro poloměr špičky

$$K = K_{mpz} \cdot K_{\alpha pz} \cdot K_{\lambda pz} \cdot K_{rpz} \cdot K_{\delta pz} = 0,85$$

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} \cdot K$$

$$P_z = 200 \cdot 1 \cdot 0,09^{0,75} / \cdot 0,85 = 30 \text{kp}$$

$$\underline{P_z = 30 \text{kp}}$$

Výpočet řezné síly pomocí měrného řezného odporu.

$$P_z = k_s \cdot t^x \cdot S^y$$

k_s - měrný řezný odpor

x - součinitel pro hloubku řezu

y - mocnitel posuvu

Měrný řezný odpor závisí hlavně na druhu obráběného materiálu a na tloušťce třísky $a = S_{ot} \cdot \sin \varphi$ - tedy na posuvu a na úhlu řezu

$$S_{ot} = 0,09 \text{ mm}, \quad a = 0,09 \cdot \sin 90^\circ = 0,09 \text{ mm}$$

$$\text{Z diagramu odečteno pro } a = 0,09 \text{ mm} \quad k_s = 260 \text{ kp/mm}^2$$

$$P_z = 260 \cdot 1 \cdot 0,09^{0,8} = 38 \text{ kp/mm}^2 \quad \begin{matrix} x = 1 \\ y = 0,8 \end{matrix}$$

Pro pevnostní výpočet budu uvažovat aritmetický průměr z vypočtených hodnot $P_z = 34 \text{ kp}$.

Výpočet radiální složky řezné síly P_y

Velikost P_y roste, zvětšuje-li se x ŠPIČKY NOŽE

$$P_y = C_{py} \cdot t^{x_{py}} \cdot S^{y_{py}} \cdot K_y$$

$$C_{py} = 125, \quad x_{py} = 0,9, \quad y_{py} = 0,75$$

$$\text{Opravný koeficient } K_y = 0,3$$

$$P_y = 125 \cdot 1 \cdot 0,09^{0,75} \cdot 0,3 = 6,5 \text{ kp}$$

Výpočet axiální složky řezné síly P_x

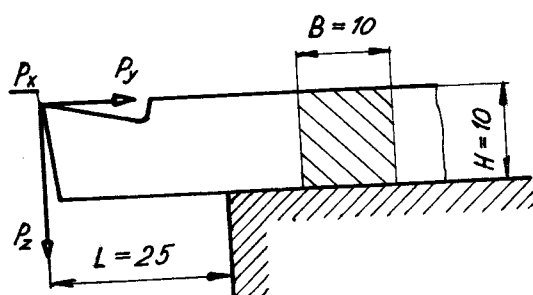
$$P_x = C_{px} \cdot t^{x_{px}} \cdot S^{y_{px}} \cdot K_x$$

$$C_{px} = 67, \quad X_{px} = 1,2, \quad Y_{px} = 0,65, \quad K_x = 1,45$$

$$P_x = 67 \cdot 1 \cdot 0,21 \cdot 1,45 = 20 \text{ kp}$$

Kontrola posuvu z hlediska pevnosti nože.

Materiál nože 19810



obr. 13

Ohybový moment ve vertikální rovině.

$$M_v = P_z \cdot L - P_y \cdot \frac{H}{2} = 34 \cdot 2,5 - 5 \cdot 0,5 = 82,5 \text{ kp cm}$$

Ohybový moment v horizontální rovině.

$$M_h = P_x \cdot L = 50 \text{ kp cm}$$

Celkové ohybové napětí.

$$\sigma_{oc} = \left[\left(\frac{M_v}{W_v} \right)^2 + \left(\frac{M_h}{W_h} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\left(\frac{82,5}{0,166} \right)^2 + \left(\frac{50}{0,166} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 580 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{oc} = \underline{\underline{580 \text{ kp/cm}^2}}$$

Tlakové napětí od síly P_y

$$\sigma_t = \frac{P_y}{H} = \frac{5}{1} = 5 \text{ kp/cm}^2$$

Celkové napětí v těle nože.

$$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{oc} + \bar{\sigma}_t = \underline{\underline{585 \text{ kp} / \text{cm}^2}}$$

z toho plyne, že posuv
0,09 mm/ot z hlediska pevnosti nože vyhovuje.

b/ Kontrola posuvu z hlediska předepsané drsnosti
povrchu $R_a = 3,2 \mu$

Na drsnost soustruženého povrchu mají vliv řezné
podmínky / v, t, S / , geometrie břitu nástroje

/ α, α', r / , tuhost obrobku, stroje a nástroje.

Dále má vliv na drsnost povrchu při obrábění ná-
stroji z rychlořezné oceli řezná kapalina.

Empiricky stanovené vztahy pro výpočet drsnosti
z posuvu vyjadřují vztah mezi posuvem a maximální
drsností R_{max} . Musím zjistit tedy, jaké R_{max} odpo-
ovídá při soustružení dané součásti předepsané
drsnosti $R_a = 3,2 \mu$

Vztahy mezi drsností a rozměrovou tolerancí.

$$R_a = 0,024 \cdot T^{1,1} [\mu]$$

$$R_{max} = 0,16 \cdot T [\mu]$$

Z těchto rovnic lze vyjádřit R_{max} .

$$R_{max} = 0,16 \left(\frac{R_a}{0,024} \right)^{0,91} =$$

$$= 0,16 \cdot \left(\frac{3,2}{0,024} \right)^{0,91} \doteq 17 \mu$$

$$\text{Velikost posuvu } S = \frac{C_r \cdot R_{max}^{y_r} \cdot r^{u_r}}{t^{x_r} \cdot z_r \cdot z_r}$$

$$C_r = 0,008, y_r = 1,4 \quad u_r = 0,7, x_r = 0,25$$

$$z_r = 0,25, z_r' = 0,35$$

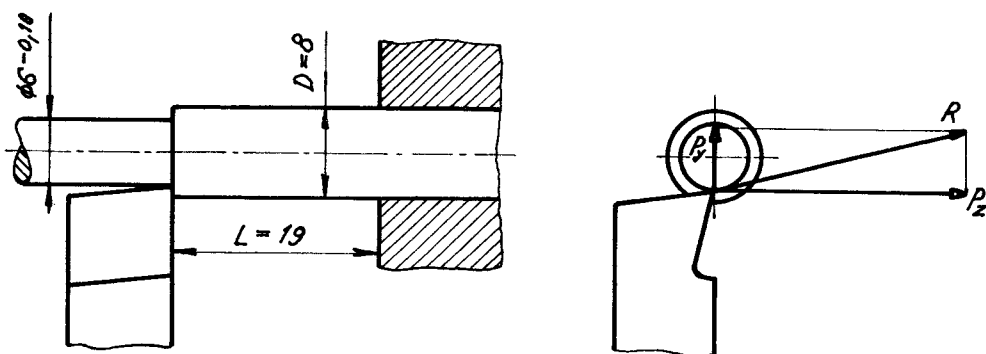
$$S = \frac{0,008 \cdot 17^{1,4} \cdot 0,3^{0,7}}{1 \cdot 90^{0,25} \cdot 0,9^{0,35}} = \underline{\underline{0,091 \text{ mm/ot}}}$$

Posuv 0,09 mm /ot z hlediska drsnosti povrchu
vyhovuje.

C/ Kontrola posuvu z hlediska přesnosti a tuhosti součásti.

Průhyb způsobený silami P_z a P_y nesmí být větší než maximální dovolený průhyb.

Max.dovolený průhyb $e_{\max} = \frac{1}{5} \cdot 0,180 = 0,036 \text{ mm}$.



obr.14

$$R = (P_y^2 + P_z^2)^{\frac{1}{2}} = (6,5^2 + 34^2)^{\frac{1}{2}} = 35 \text{ kp}$$

$$R \leq P_e$$

P_e je síla, která způsobí na součásti maximální dov.průhyb $e_{\max}$

$$P_e = \frac{A \cdot E \cdot e \cdot D^4}{L^3} =$$

$$= \frac{0,15 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 0,036 \cdot 8^4}{19^3} = 67 \text{ kp}$$

$A = 0,15$ pro součást upnutou jednostraně.

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

$R < P_e$ - zvolený posuv z hlediska přesnosti a tuhosti součásti vyhovuje.

Nejmenší vypočtený posuv je posuv technologický.

$$S_{\text{tech}} = 0,091 \text{ mm/ot}$$

Dle podnikových tabulek je $S = 0,09 \text{ mm/ot}$ / tab.3 /
Zvolený posuv dle tabulek se shoduje s posuvem technologickým.

4/ Výpočet řezné rychlosti

Výpočet řezné rychlosti provedu pro zjištěný S tech, zvolenou hloubku řezu t , a zvolenou trvanlivost ostří T .

Při obrábění na automatech, kdy seřizovač obsluhuje současně 9 strojů, je požadovaná trvanlivost ostří $T = 480 \text{ min}$.

Řeznou rychlost vypočtu ze vztahu

$$V_T = \frac{C_v}{T^{\frac{1}{m}} \cdot t^{x_v} \cdot S_{\text{tech}}^{y_v}} \cdot K$$

$$K = K \cdot K_r \cdot K_n \cdot K_{tn} \cdot K_p \cdot K_m \cdot K_z \cdot K_{ch1}$$

$$K = 0,66 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 0,75$$

$$C_v = 87,5, \quad x_v = 0,25, \quad y_v = 0,33, \quad m = 8$$

$$V_T = \frac{87,5}{480^{\frac{1}{8}} \cdot 1 \cdot 0,453} \cdot 0,75 = \underline{\underline{65 \text{ m/min}}}$$

V podnikových tabulkách je uvedena řezná rychlost pro materiál 11108 60 - 75 m/min, což se shoduje s vypočtenou hodnotou. /viz tab.3 /

Na automatech AD 16 je nejbližší této vypočtené hodnotě řezná rychlost 56,3 m/min, t.j. 2240 ot/min.

5.4. Řezání závitu M6

Řezání závitů a vrtání otvorů se provádí pomocí přídatného zařízení na automatu AD 16.

Nástroj pro řezání závitů je kruhová závitová čelist-závitové očko. Závitové očko je upnuto ve vřetenu závitu řezného přídavného řízení.

Řezání závitu probíhá tím, že otáčející se závitové očko předbíhá vřeteno s výrobkem. Rozdílem otáček vřetena automatu a závitořezného zařízení se vyřízne závit. Předstih závitořezného vřetena je dán konstrukcí automatu. Po doříznutí závitu se vřeteno přídavného zařízení přibrzdí a závitové očko se vyšroubuje ze závitu.

Volba řezných podmínek.

Volíme pouze řeznou rychlost. Posuv a hloubka řezu jsou dány řezaným závitem. Dle tabulek /tab.3 / je $V_{\max} = 5 \text{ m/min}$.

V katalogu AD 16 odpovídá nejbližše této řezné rychlosti rozdíl 249 ot/min vřetene a přídavného zařízení. Těmto otáčkám odpovídá řezná rychlost při řezání závitu M6 $V = 4,7 \text{ m/min}$.

Výpočet řezné rychlosti pro danou trvanlivost

$T = 540 \text{ min}$.

$$V_T = \frac{C_v \cdot D^{X_v}}{T^{\frac{1}{m}} \cdot S^{Y_v}} = \frac{27 \cdot 6^{1,2}}{540^{0,5} \cdot 1} = 10 \text{ m/min}$$

$$C_v = 27, X_v = 1,2, Y_v = 1,2, 1/m = 0,5$$

Vypočtená řezná rychlost je dvojnásobná než zvolená z tabulek. Životnost ostří 540 min byla zjištěna sledováním spotřeby závitových oček.

Z toho plyne, že hodnoty koeficientů neodpovídají podmínkám pro řezání závitů na automatech.

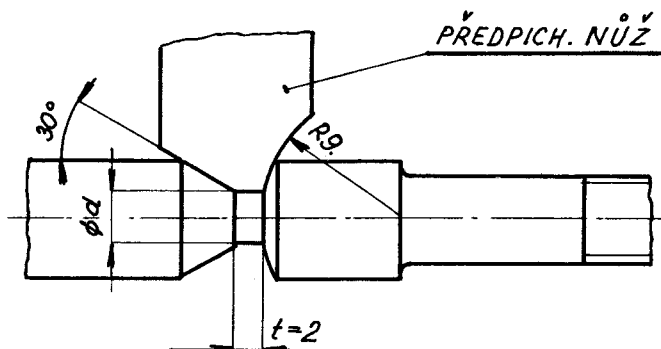
5.5. Předpichování a upichování.

1/ Volba nástroje

předpichování - předpichuje se dle praxe na

$$\varnothing d = /0,25 \div 0,4 / \cdot D$$

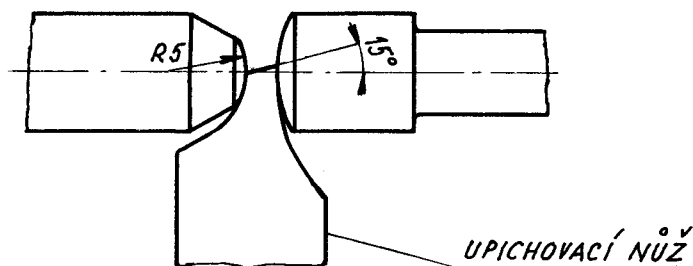
pro $D = 8 \text{ mm}$ je $\varnothing d = 3,6 \text{ mm}$



obr.15

Předpichovací nůž zhotoví část rádiusu $R9$ na hlavě šroubu. Dále vyhrubuje rádius $R5$ na konci svorníku následujícího šroubu a vytvoří sražení hrany pro řezání závitu závitovým očkem.

Upichování - upichovací nůž provede dokončení rádiusu $R9$ na hlavě upichovaného šroubu. Dále vytvoří rádius $R5$ na konci svorníku následujícího šroubu a provede upíchnutí.



obr.16

2/ Volba hloubky řezu t

Hloubka řezu je dána šířkou upichovacího nože.
Dle podnikových tabulek je $t = 2 \text{ mm}$.

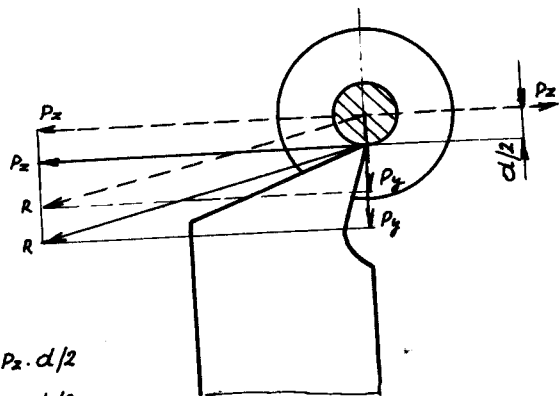
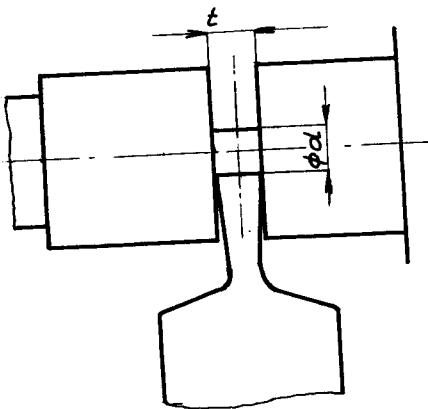
3/ Volba velikosti posuvu.

Dle tabulek se volí pro předpichování $S = 0,028 \text{ mm/ot}$
Pro upichování $S = 0,02 \text{ mm/ot}$

Dále provedu kontrolu posuvu S a šířky upichovacího nože t.j. hloubky řezu t .

Kontrolu provedu tak, že výpočtem zkontroluji, zda působením řezné síly nedojde k oddělení součásti od obráběné tyče na $\varnothing d = 2 \text{ mm}$, neboť průměr úpichu d musí být roven nebo menší než šířka frézované drážky $t = 2 \text{ mm}$.

$$P_x = 0; \alpha = 90^\circ$$



$$M_k = P_z \cdot d/2$$

$$M_o = R \cdot t/2$$

obr.17

Řezná síla, resp. její složky P_y, P_z působí na vetknutý čep konst. průřezu / pro výpočet uvažuji $\alpha = 90^\circ$.
Předpokládám, že se jedná o kombinované namáhání v ohybu a krutu. Ohybový moment způsobený vahou šroubu zanedbám.

Výpočet řezné síly.

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} / K_z$$

$$C_{pz} = 200, x_{pz} = 1, y_{pz} = 0,75, \alpha = 75^\circ, \alpha = 70^\circ$$

$$r = 0,2 \text{ mm}$$

$$P_z = 200 \cdot 2 \cdot 0,025^{0,75} \cdot 0,82 = 22 \text{ kp}$$

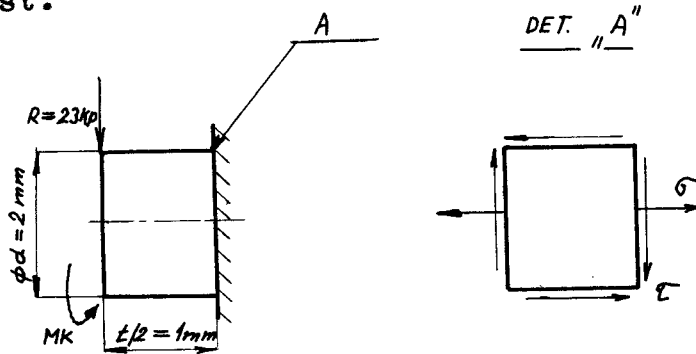
Radiální složka řezné síly $P_y = C_{py} \cdot t^{x_{py}} \cdot S^{y_{py}} \cdot K_y$

$$P_y = 125 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,025^{0,75} \cdot 0,36 = 5,5 \text{ kp.}$$

$$C_{py} = 125, X_{py} = 0,9, Y_{py} = 0,75$$

$$R = (P_z^2 + P_y^2)^{\frac{1}{2}} = 23 \text{ kp}$$

Maximální napětí je v bodě A. Vzniká zde dvouosá napjatost.



obr.18

Ohybový moment v bodě A

$$M_o = R \cdot 0,1 = 23 \cdot 0,1 = 2,3 \text{ kpcm}$$

Ohybové napětí v bodě A

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{2,3 \cdot 10}{0,008} = 2785 \text{ kp/cm}^2$$

Kroutící moment

$$M_k = P_z \cdot \frac{d}{2} = 22 \cdot 0,1 = 2,2 \text{ kpcm}$$

Smykové napětí

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} = \frac{2,2 \cdot 10}{0,016} = 1380 \text{ kp/cm}^2$$

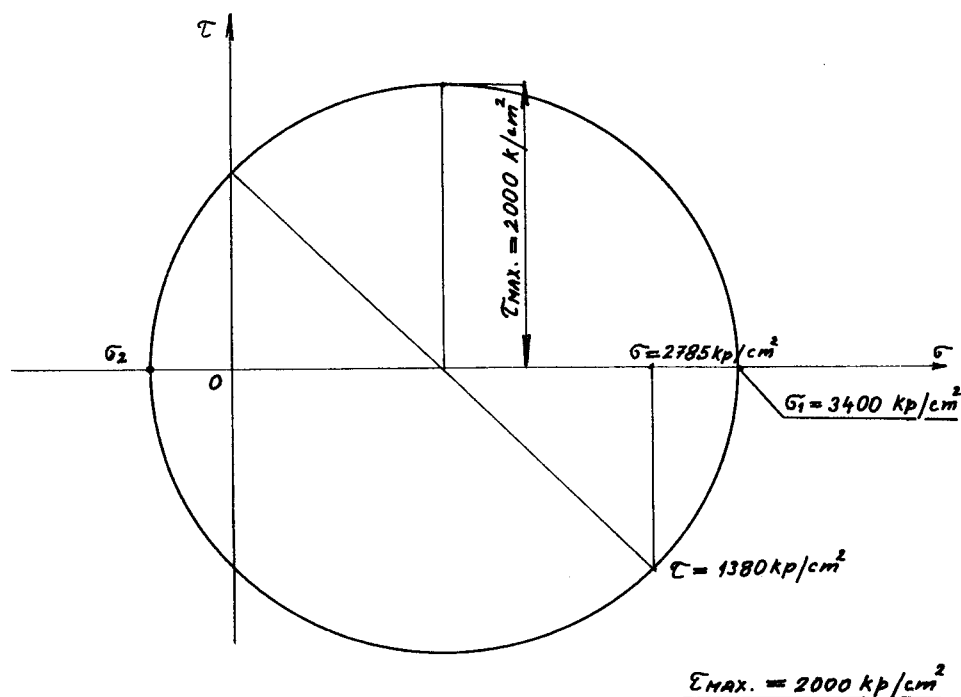
Pro výpočet redukovaného napětí volím hypotézu Guestovu /max τ /, neboť z prakticky používaných hypotéz dává největší hodnoty σ_{red} .

$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \frac{10}{\alpha^3} \cdot M_{red}$$

$$\sigma_{RED} = \sqrt{M_0^2 + M_K^2} \cdot \frac{10}{\alpha^3} = \frac{10}{0,2^3} \sqrt{2,3^2 + 2,2^2} = 4000 \text{ kp/cm}^2$$

$$\underline{\sigma_{RED} = 4000 \text{ kp/cm}^2}$$

Pro kontrolu graficky stanovím velikost τ_{MAX} z Mohrova diagramu.



obr.19

Protože $\sigma_{red} = 4000 \text{ kp/cm}^2$,
na průměru 2 mm nedojde ještě k oddělení šroubu
od materiálové tyče.

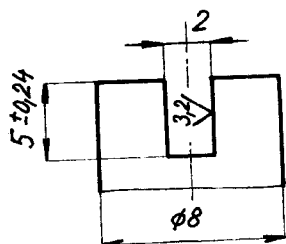
Zvolený posuv $S = 0,025 \text{ mm/ot}$ a šířka upichovacího
nože $t = 2 \text{ mm}$ vyhovují.

5.6. Frézování drážky pomocí přídavného zařízení na automatu AD 16.

Frézování drážky probíhá tak, že obrobek vykonává radiální posuv kolmo na osu frézy. Z toho plyne, že dno drážky bude válcová plocha o poloměru R frézy.

1/ Volba nástroje.

Nástroj bude kotoučová pilka.

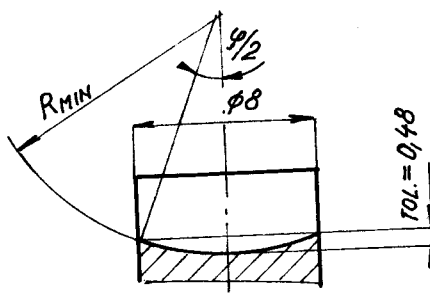


obr.19

Výpočet ϕ pilky.

Určení min. poloměru frézy určíme z podmínky, aby hloubka drážky byla v požadované toleranci.

Tolerance hloubky drážky je 0,48 mm.



$$\tan \frac{\varphi}{2} = \frac{2 \cdot 0,48}{8} = 0,120$$

$$\varphi = 13^{\circ}40'$$

obr.20

$$R_{\min} = \frac{4 + 0,48 \cdot \tan \varphi}{\tan \varphi} = 16,5 \text{ mm}$$

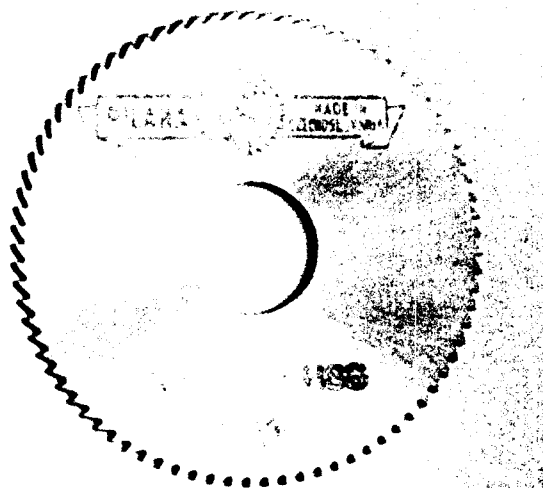
Nejmenší dovolený ϕ frézy $D_{\min} = 33 \text{ mm}$.

Volím nejbližší vyšší ϕ frézy $D = 40 \text{ mm}$.

Nástroj na frézování drážky bude tedy

kot. pila jemnozubá ČSN 22 2910 $\phi 40 \times 10 \times 2$

zubů 56



obr. 21

2/Volba hloubky řezu

Hloubka řezu je dána šířkou frézované drážky
 $t = 2 \text{ mm.}$

3/Volba posuvu

Při frézování drážky na přídavném zařízení automatu volí se posuvy velmi malé, protože frézování probíhá během jiných operací a při malém posuvu na zub nevzniknou po frézování drážky otřepy a není třeba ji odjehlovat.

Dle zvyklosti volím posuv na zub $S_z = 0,0025 \text{ mm.}$

Kontrola zvoleného posuvu z hlediska předepsané drsnosti povrchu drážky $R_a = 3,2 \mu$

$$R_{\max} = \frac{C_r \cdot S_z^x \cdot t^y}{D^z} = \frac{196 \cdot 0,0025^{1,2}}{40^{0,77}} = 11 \mu$$

$R_{\max}$ pro frézování na čisto je dle lit.16-25 μ (Lit. 2)
 Zvolený posuv z hlediska předepsané drsnosti povrchu drážky vyhovuje.

4/ Výpočet řezné rychlosti.

Řeznou rychlost vypočtu pro dané $t = 2 \text{ mm}$,
 $S_z = 0,0025$, a požadovanou trvanlivost ostří
 $T = 6\,000 \text{ min.}$

$$V_T = \frac{C_v}{T^{1/m} \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot \frac{D^{z_v}}{B^n \cdot z^p} \cdot K_m \cdot K_n \cdot K_{\alpha}$$

$$C_v = 68,5, \quad x_v = 0,3, \quad n = 0,1, \quad z = 56$$

$$y_v = 0,2, \quad p = 0,1 \quad 1/m = 0,3, \quad z_v = 0,25$$

$$K_n = 1, \quad K_{\alpha} = 0,89, \quad K_m = 1,33, \quad B = 8$$

$$V_T = \frac{68,5}{6\,000^{0,3} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,0025^{0,2}} \cdot \frac{40^{0,25}}{8^{0,1} \cdot 56^{0,1} \cdot 1,2}$$

$$V_T = 33 \text{ m/min}$$

$$\text{Otáčky vřetene frézy } n = \frac{V}{\pi \cdot D} = \frac{33 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40}$$

$$n = 262 \text{ ot/min}$$

5.7.

Pro konstrukci drážkovače je třeba určit velikost řezné síly při frézování drážky.

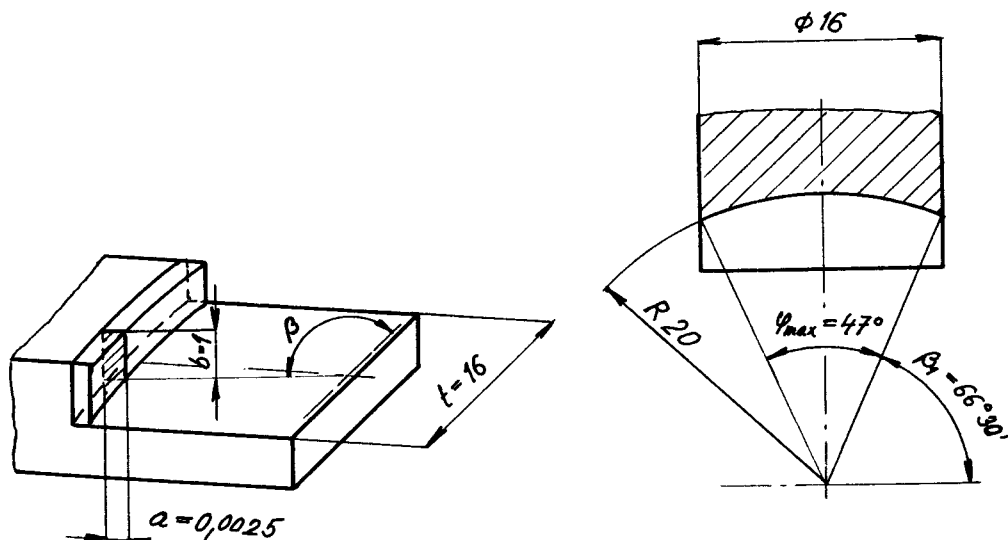
$$\text{Řezná síla } P_z = C_{pz} \cdot b^y \cdot S_z^x \cdot \sum_1^L \sin^x \delta_i$$

$$y = 0,93, \quad x = 0,8$$

Úběr materiálu při frézování drážky probíhá stejně jako při frézování plochy čelní frézou. Každá strana drážkovací frézy představuje čelní frézu.

Řezný odpor při frézování drážky bude tedy dvojnásobný než při frézování plochy ^{POLOVĚNÍ TL.} čelní frézou.

Výpočet řezné síly provedu pro hlavu šroubu o $\varnothing$ 16mm což je max. $\varnothing$, který lze na automatu AD 16 obrábět.



obr. 22

Počet zubů v záběru $i = \frac{\varphi_{\max}}{\delta_1} = \frac{47^\circ}{6,5} \doteq 7$

$$\sum_1^i \sin^x \beta_i \doteq 7$$

$$\delta_1 = \frac{360}{z} = \frac{360}{56} = 6^\circ 30'$$

$$\frac{P_z}{2} = 203 \cdot 1 \cdot 0,0025^{0,8} \cdot 7 = 12,5 \text{ kp}$$

$$\underline{P_z = 25 \text{ kp}}$$

Síla proti posuvu $P_N \doteq 0,6 P_z = \underline{15 \text{ kp}}$

5.8. Výpočet řezného odporu při frézování drážky na základě měrného řezného odporu.

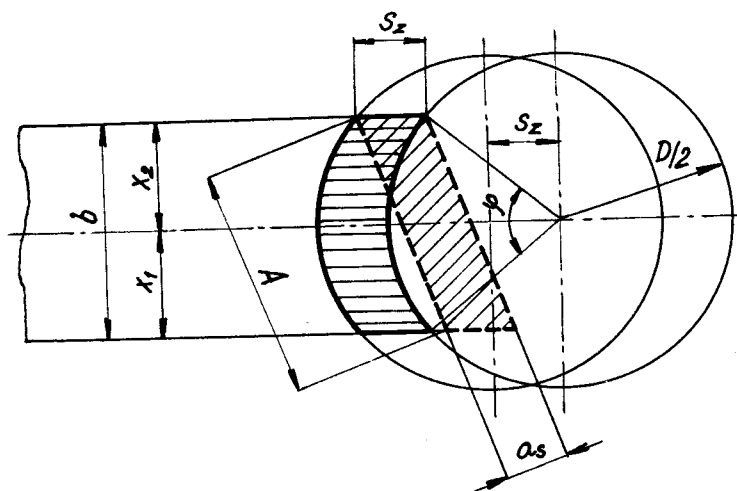
Měrný řezný odpor je funkcí tloušťky a šířky

odebírané vrstvy materiálu.

Výpočet je proveden dle lit./6/

Výpočet střední tl. třísky.

Střední tloušťku třísky vypočtu tak, že skutečný průřez třísky nahradím kosodélníkem o stejné ploše a základně S_z (obr. 23).



obr. 23

$$x_1 = x_2 = \frac{b}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ mm}$$

Průřez třísky

$$f_s = \frac{F \cdot S_z \cdot Z}{\cdot D} = \frac{40 \cdot 0,0025 \cdot 56}{3,14 \cdot 32} = 0,036 \text{ mm}^2$$

$$F = b \cdot t = 16 \cdot 2 = 32 \text{ mm}^2$$

Střední tloušťka třísky

$$a_s = \frac{2 \cdot S_z \cdot b}{D} = \frac{2 \cdot 0,0025 \cdot 16}{40 \cdot 0,82} = \frac{0,02}{8,2} = 0,0025 \text{ mm}$$

Pro výpočet řezné síly $P_z = K_s \cdot f_s$ odečtu z diagramu měrný řezný odpor K_s pro vypočtenou hodnotu střední tl. třísky $a_s = 0,025 \text{ mm}$

$$K_s = 900 \text{ kp/mm}^2$$

$$P_z = 0,036 \cdot 900 = 32 \text{ kp}$$

Pro výpočet výkonu el. motoru vezmu arit. průměr z vypočtených hodnot P_z .

$$P_z = \frac{25 + 32}{2} = 28 \text{ kp}$$

Výkon el. motoru

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102} = \frac{28 \cdot 33}{60 \cdot 102} = 167 \text{ W}$$

5.9.

Přehled použitých řezných podmínek při výrobě šroubu č.v.1756 na automatu AD 16.

Operace	řez. rychl.	posuv	hloubka řez
podélné soustruž.	53m/min	0,09 mm/ot	1 mm
řezání závitu	4,7 m/min	1mm/ot	
příčné s. předpíchov.		0,028mm/ot	
příčné soust. upichování		0,025mm/ot	2 mm
frézování drážky	33m/min	0,0025mm/zub	2 mm

tab.4

6. Přídavné zařízení na automat AD 16 pro frézování drážky do hlavy šroubu.

6.1. Schema drážkovacího zařízení - obr.24

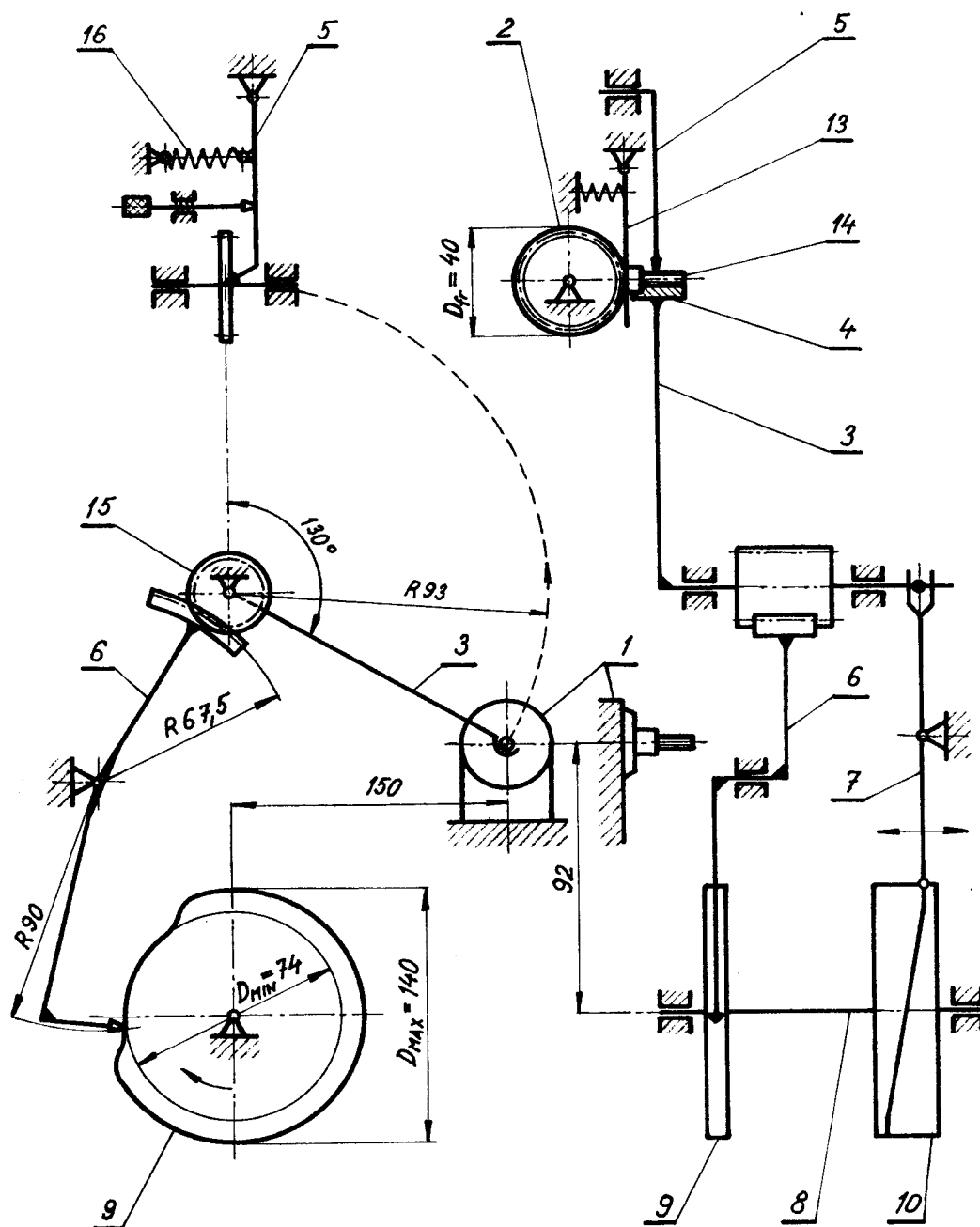
6.2. Popis mechanismu drážkovače

Při operaci upichování je podávací rameno 3 ve spodní poloze s nasunutým nabíracím pouz-
drem 4 na šroubu 14. Po upíchnutí šroubu půso-
bením otáčející se vačky 9 přes ozubenou pá-
ku 6 a pastorek 15, skývne podávací rameno 3
do horní polohy tak, aby osa šroubu 14 byla
v ose frézy 2. Následuje axiální posuv ramene 3
do řezu. Tento pohyb je odvozen rovněž od
rozvodového hřídele 8 prostřednictvím bubno-
vé vačky 10 přes dvouramenou páku 7.

Při tomto posuvu odsune hlava šroubu páčku 5
mechanismu vyhazovače. Posunutím ramene 3 o
výšku hlavy šroubu zaskočí hrot páčky 5 půso-
bením pružiny 16 za hlavu šroubu 14.

Dříve než začne vlastní frézování drážky, opře
se hlava šroubu o odpružený planžet 13, který
působí proti posuvu do řezu. Při zpětném pohy-
bu šroubu zabrání vytažení šroubu z nabíracího
pouzdra 4, dříve než se šroub vysune ze zábě-
ru frézy. Při zpětném pohybu šroub dále zachy-
tí osazením hlavy o hrot páčky 5 a je vytažen
z nabíracího pouzdra. Tím je výroba šroubu
ukončena.

Následuje skývnutí ramene 3 do osy vřetena
a nasunutí nabíracího pouzdra na šroub 14.
Celý cyklus se znovu opakuje.



obr. 24

6.3. Popis drážkovacího zařízení.

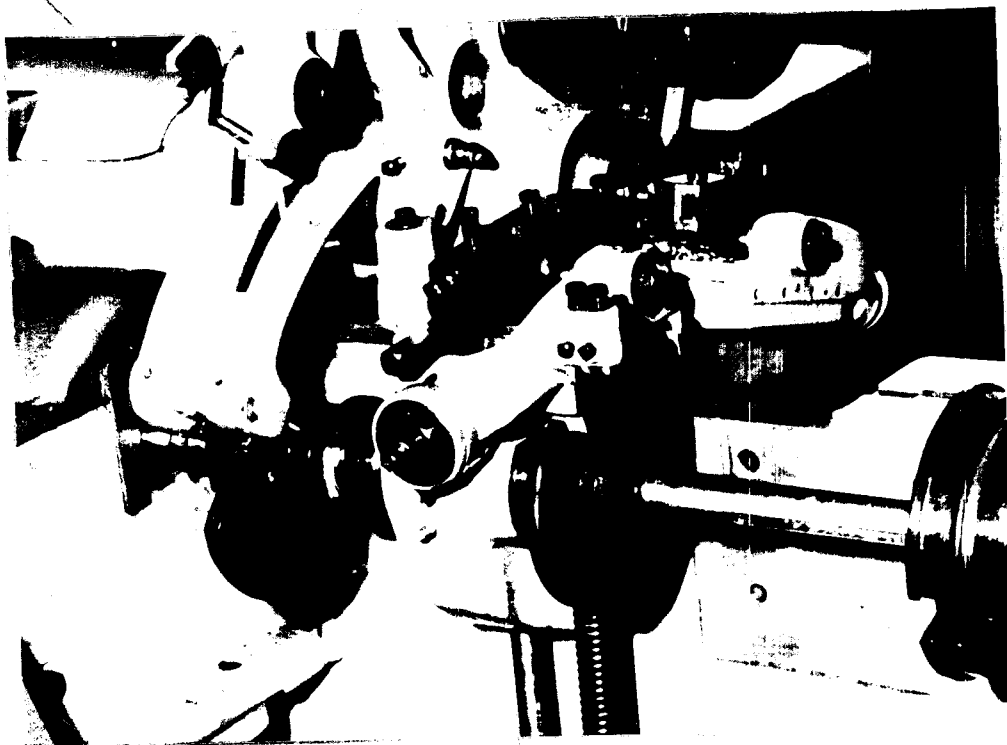
/příloha č. 1 /

Funkce drážkovacího zařízení je zřejmá z odst. 6.2. Těleso drážkovače 1 bude odlito z materiálu 42 2420. Držák vřetena 2, nabírací rameno 3, ozubená páka 4 a páky pro axiální posuv nabíracího ramene 5, 6 budou odlity z materiálu 42, 2508. Vřeteno 7 je zhotoveno z mat. 14 220.

Vřeteno 7 je uloženo v kluzném ložisku 8. Obojí se dá axiálně posouvat pro ustavení pilky do osy frézovaného šroubu, pomocí matic 9. Držák vřetene 2 je spojen s tělesem drážkovače 1 pomocí čepu 10, který je posuvně uložen v tělese drážkovače. Otáčením stavěcího šroubu 11. se nastaví potřebná vzdálenost frézy 12 od hlavy šroubu. Tato vzdálenost závisí na hloubce frézované drážky a na výšce hlavy šroubu. Natáčením čepu 10 pomocí šroubů 11 je umožněno ustavení frézy do osy šroubu, v němž se frézuje drážka. Ustavení nabíracího pouzdra do osy vřetena stroje se provede pomocí šroubu 13. Jeho otáčením se posouvá držák nabíracího pouzdra 14 v prismatickém vedení provedeném na konci nabíracího ramene 15. Jako doraz pro horní polohu nabíracího ramene při frézování drážky slouží šroub 16 a pro dolní polohu při nabírání obráběného šroubu, šroub 17. Při axiálním pohybu podávacího ramene do řezu je toto přitlačováno k dorazu 16 ozubenou pákou 4 přes odpružený palec 18, otáčející se plochou vačkou.

Axiální pohyb je odvozen rovněž od rozvodového hřídele přes bubnovou vačku pomocí páky 5, 6. Těleso drážkovače je upevněno na stojanu stroje, který je proto již přizpůsoben opracovanou

plochou a otvory pro upevňovací šrouby.



obr.25

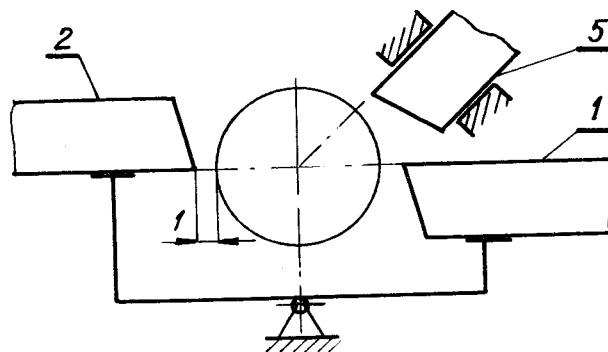
Náhon včetně drážkovače bude proveden pomocí řetězového převodu z elektromotoru, který bude upevněn na rámu stroje.

7. Určení výrobního času šroubu č.v.1756

V předcházejících kapitolách byl určen technologický postup a početně ověřeny řezné podmínky pro výrobu daného šroubu na automatu AD 16.

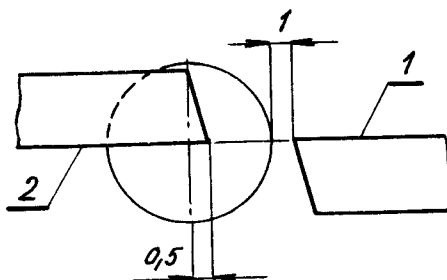
Na základě tohoto technologického postupu a řezných podmínek /tab.4 / se určí všechny hodnoty potřebné pro výpočet a nakraslení vaček, tedy i výrobní čas součásti /viz příloha 2/. Pro výrobu šroubu na automatu AD 16 bude použito houpacího suportu s nožovými držáky pro ubírací nůž 1 a upichovací nůž 2. Dále bude použito radiálního suportu 5 pro předpichovací nůž.

Základní poloha nožů před obráběním



obr.26

Při určování pracovního postupu se vychází z polohy nožů dle obr.27.



obr. 27

Nůž 2 slouží jako doraz pro materiálovou tyč, která je nan' přitlačována podavačem při otevřeném upínacím pouzdru. Následuje upnutí tyče a materiál je připraven k obrábění.

7.1. Pracovní postup

- 1/ Nůž 2 odjíždí zpět od osy vřetena, nůž 1 přijíždí k obrobku.
- 2/ Nůž 1 soustruží $\varnothing 6$ pro závit.
- 3/ Nůž 1 odjíždí zpět do základní polohy.
- 4/ Řezání závitu závitovým očkem - vyjetí oka ze závitu.
- 5/ Vřeteno se pohybuje vpřed o výšku hlavy šroubu plus šířku upichovacího nože.
- 6/ Předpichování
- 7/ Upichování
- 8/ Otevření upínacího pouzdra.
- 9/ Vřeteno se pohybuje zpět o délku šroubu plus šířku upichovacího nože, materiálová tyč je opřena o upichovací nůž působením podavače.
- 10/ Upnutí

Dále se určí pracovní dráhy nástrojů dle výkresu výrobku a zjistí se jím odpovídající zdvihy na vačkách. Výpočet křivkových časů je proveden dle literatury [8] /viz příloha 2/

8. Ekonomické zhodnocení nového technologického postupu.

Nový tech. postup se liší od původního tím, že frézování drážky se děje přímo na automatu. Ubude tedy dokončovací operace frézování drážky.

Hospodárnost frézování drážky na automatu je zaručena tím, že drážka je frézována během opracování

dalšího šroubu ve vřetenu stroje.

8.1. Vyčíslení úspory zavedením nového technolog.
postupu a určení doby úhrady.

Úspora úplných vlastních nákladů.

Nejdříve musím určit úplné vlastní náklady na výrobu dle nového technolog.postupu.

a/ náklady na jednicový materiál se nemění,
činí 109,30 Kčs

b/ jednicové mzdy na automatu.

Dle sborníku pro automaty bude seřizovač nyní zařazen do 7.tar.tř. Úkolová sazba na výrobní jednici je 9,64 Kčs.

c/ Výrobní - dílenská režie - 60,35 Kčs

d/ Celopodniková režie - 9,93 Kčs

$$\text{ÚVN} = 189,22 \text{ Kčs} / 1000 \text{ ks}$$

Dle původního technolog.postupu je

$$\text{ÚVN} = 222,86 \text{ Kčs} / 1000 \text{ ks}$$

$$\text{Úspora na ÚVN} = \underline{33,64 \text{ Kčs} / 1000 \text{ ks}}$$

$$\begin{aligned} \text{Úspora ÚVN za 1 rok} &= 33,64 \times \text{poč.kusů/rok} \\ &= 33,64 \times 360 = 12\,110 \text{ Kčs} \end{aligned}$$

$$\underline{\text{Úspora /rok} = 12\,110 \text{ Kčs}}$$

8.2. Úspora na mzdách

Frézování drážky na frézce provádí dělník ve 3.tarif.tř. Úkolová sazba na výrobní jednici je 5,10 Kčs/1000 ks.

$$\text{Úspora na mzdách/rok} = 5,10 \times 360 = \underline{1\,836 \text{ Kčs}}$$

8.3.

Základní ekonomičtí ukazatelé.Koeficient ekonomické efektivnosti.

$$k_e = \frac{\text{roční úspory v nákladech}}{\text{jednorázové náklady}} = \frac{12\,110}{3\,500} = 3,46$$

Doba úhrady

$$d_u = \frac{1}{k_e} = \frac{1}{3,46} = \underline{0,29 \text{ roku}}$$

9. Z Á V Ě R

Z ekonomického hodnocení vyplývá, že navrhovaná technologie výroby šroubů č.v. 1756 je efektivnější než stávající.

Sníží výrobní náklady na zhotovení součástí a odstraní fyzickou námahu při frézování drážky na pákové frézce a při manipulaci se součástmi.

Tím, že se součást bude vyrábět na automatu hotově, sníží se rozpracovanost výroby a poklesne zmetkovitost.

Rovněž se sníží spotřeba nástrojů na frézování drážky.

Drážkovací zařízení zvýší univerzálnost automatu AD 16 a tím umožní vyrábět součásti hotově bez dokončovacích operací.

Pomáhá tak řešit současný problém nedostatku pracovních sil na provádění dokončovacích operací.

10.

Seznam použité literatury

- | | |
|--|---------------------|
| 1. <u>Prof. ing. Jaroslav Draský CSc</u>
Technologické projektování výroby
strojíren | SNTL 1963 |
| 2. <u>Prof. Dr. Ing. Zd. Přikryl</u>
Teorie a metodika obrábění | SNTL 1965 |
| 3. <u>Prof. Ing. Jos. Pič DrSc</u>
<u>Ing. Jos. Zeníšek CSC</u>
Automatisace obráběcích strojů | SNTL 1968 |
| 4. <u>Prof. Ing. Jos. Pič DrSc</u>
<u>Prof. Ing. Dr. Zdeněk Přikryl</u>
Obrábění | SNTL 1956 |
| 5. <u>Ing. Dr. Eduard Schmidt</u>
Řezné nástroje | SNTL 1958
4/1961 |
| 6. Strojírenská výroba | |
| 7. Návod k obsluze pro jednovřet-
nový automat AD 16 | ZPS Gottwal. |
| 8. Návod pro výpočet a výrobu
křivek pro A D 16 | ZPS Gottwald. |

11. Seznam příloh

1. Zadání diplomové práce
2. Seřizovací výkres pro automat AD 16
3. Výkres drážkovacího zařízení na
automat AD 16

12. Obsah

List č.

- | | |
|--|----|
| 1. Úvod | 1 |
| 2. Stávající tech. postup výroby
šroubu č.v. 1756 | 2 |
| 3. Určení vlastních nákladů na vyr. jednici | 7 |
| 3.1. Náklady na jednicový materiál | 7 |
| 3.2. Mzdové náklady na výrobní jednici | 10 |
| 3.3. UVN na výrobní jednici | 10 |

4. Posouzení velikosti vý. dávky	11
5. Návrh nového tech. postupu soustružením na automatu AD 16 včetně drážkování	13
5.1. Nový tech. postup	13
5.2. Řezné podmínky	13
5.3. Tech. postup výroby šroubů	16
5.4. Řezání závitu	23
5.5. Předpichování a upichování	25
5.6. Frézování drážky pomocí přídavného zařízení na AD 16	29
5.7. Určení velikosti řezné síly při fréz- ování drážky	31
5.8. Výpočet řezného odporu při frézování pomocí měrného řezného odporu	32
6. Přídavné zařízení na AD 16 pro frézo- vání drážky	35
6.1. Schema drážkovacího zařízení	36
6.2. Popis mechanismu drážkovače	35
6.3. Popis drážkovacího zařízení	37
7. Určení výrobního času šroubu č.v. 1756	39
7.1. Pracovní postup	40
8. Ekonomické zhodnocení nového tech. postupu	40
8.1. Vyčíslení úspory zavedením nového tech. postupu a určení doby úhrady	41
8.2. Úspora na mzdách	41
8.3. Základní ekonom. ukazatele	42
9. Závěr	43
10. Seznam použité literatury	44
11. Seznam příloh	44
12. Obsah	44