

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÁ V LIBERCI

nositeľ radu práce

Fakulta strojní

Katedra obrábania a montáže

Obor : 23 - 20 - 8

Stroje a zariadenia pre strojárenskú výrobu

Zameranie : Jednouúčelové obrábacie a montážne stroje

JEDNOUČELOVÝ STROJ NA VÉTANIE OTVOROV DO Ø 5 mm S MOŽ-
NOSTOU REZANIA ZÁVITOV V n.p. ELEKTROTECHNICKÉ STROJÁRNE
NITRA

KOM - OS 162

Ján Kováč

VEDÚCI PRÁCE : Ing. Miroslav Martínek VŠST Liberec

KONZULTANT : Ing. Vlastimil Malý ES Nitra

Počet stran	94
Počet príloh	2
Počet tabuliek	5
Počet obrázkov	27
Počet výkresov	8

10. mája 1988

Miestoprísahažne prehlasujem, že som diplomovú
prácu vypracoval samostatne s použitím uvedenej
literatúry.

V Liberci 10.5.1988

Ján Koráč

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMELECKÉHO DÍLA, UMELECKÉHO VÝKONU)

pro Jána K o v á č e

obor 23 - 20 - 8 stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Jednoučelový stroj na vrtání otvorů do $\varnothing 5$ mm

s možností řezání závitů v n.p. Elektrotechnické
strojárne Nitra

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor úkolu, současný stav technologie vrtání otvorů a řezání závitů do $\varnothing 5 - 6$ mm, požadavky podniku na jednoučelový stroj.
2. Rozbor součástkové základny, výběr vhodných dílů pro obrábění na jednoučelovém stroji, vymezení rozsahu průměrů a hloubek vrtaných a závitovaných otvorů. Určení technologických podmínek pro vrtání a závitování.
3. Konceptní návrh jednoučelového stroje na vrtání otvorů do $\varnothing 5$ mm podle rozboru součástkové základny a uvážení možnosti řezání vnitřních závitů do M 6. Konceptní návrh v alternativách, výběr a zdůvodnění optimální varianty.
4. Konstrukční zpracování vrtací jednotky, vrtací hlavy a upínače včetně výpočtové části.
5. Technicko-ekonomické zhodnocení návrhu.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PSČ 461 17

Vrtání otvorů -
řezání závitů -
stroje obrábění

Rozsah grafických prací: 3 - 4 výkresy
Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran textu

Seznam odborné literatury:

Podklady n.p. Elektrotechnické strojárne Nitra

Bajer, L. : Diplomová práce VŠST Liberec 1987

Normativy řezných podmínek pro vrtání a řezání vnitřních závitů

Svěrák, A. : Stavebnicové obráběcí stroje, SNTL Praha 1962

Píř, J. - Breník, P. : Obráběcí stroje, SNTL - ALFA 1972

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Martinek

Konsultant: Ing. Vlastimil Malý (Eltech. strojárne Nitra)

Datum zadání diplomové práce: 30. října 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 10. května 1988

L.S.

Doc. Ing. Jaromír Gezda, CSc.

Vedoucí katedry

Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Děkan

v Liberci dne 30. října 1987

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV	6
1. ÚVOD	10
2. ROZBOR ZADANIA	12
2.1. Stručná charakteristika podniku a jeho výroby	12
2.2. Súčasný stav technológie vŕtania otvorov a rezania závitov do $\varnothing$ 5-6 mm	14
2.3. Požiadavka podniku na jednôúčelový stroj	15
3. ROZBOR SÚČIASTKOVEJ ZÁKLADNE	16
3.1. Podmienky a spôsoby rozboru	16
3.1.1. Základný tvarový znak JSTS pre textilnú výrobu	17
3.1.2. Základný znak pre výrobu elektrotechnického priemyslu	20
3.2. Výber vhodných dielcov pre obrábanie na jednôúčelovom stroji	20
3.3. Vymedzenie rozsahu priemeru a hĺbok vŕtaných a závitovaných otvorov	22
3.4. Určenie technologických podmienok pre vŕtanie a závitovanie	23
4. KONCEPČNÝ NÁVRH JEDNÔÚČELOVÉHO STROJA	27
4.1. Alternatívy riešení	28
4.2. Výber najvhodnejšej alternatívy	32
4.3. Návrh riešenia a stručný popis vybranej alternatívy	32
4.3.1. Popis funkčných skupín	34
4.3.1.1. Stojan	34
4.3.1.2. Vŕtacia a závitovacia jednotka	34
4.3.1.3. Štvorpolohový otočný stôl	35
4.3.1.4. Štvorvretenová vŕtacia hlava	35
4.3.1.5. Odpružená základňa	35
4.3.1.6. Ovládací panel	36
4.3.1.7. Chladiaca sústava	36
5. KONŠTRUKČNÉ SPRACOVANIE VŕTACEJ HLAVY	36
5.1. Rozbor koncepčných návrhov	36

5.2.	Výber vhodnej alternatívy	41
5.3.	Popis vrtacej hlavy	41
5.4.	Výpočet vrtacej hlavy	43
5.4.1.	Výpočet rezných síl	43
5.4.2.	Pevnostný výpočet	44
5.4.2.1.	Výpočet ozubeného prevodu	44
5.4.2.2.	Výpočet ložísk	48
5.4.2.3.	Výpočet pera a kolíkov	50
5.4.2.4.	Výpočet hriadeľa	51
6.	KONŠTRUKČNÉ SPRACOVANIE VRTACEJ JEDNOTKY	56
6.1.	Rozbor koncepčných návrhov	56
6.2.	Výber vhodnej alternatívy	58
6.3.	Popis vrtacej jednotky	59
6.4.	Výpočet vrtacej jednotky	60
6.4.1.	Výpočet motora	60
6.4.2.	Výpočet remeníc	61
6.4.3.	Výpočet prevodov	64
6.4.4.	Určenie ložísk	69
6.4.5.	Výpočet hriadelí	75
6.4.6.	Výpočet pier	81
7.	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODTENIE NÁVRHOV	82
7.1.	Výpočet úspory pracnosti pri výrobe diel- ca č.v. 522 011 112 075	83
7.1.1.	Starý spôsob výroby	83
7.1.2.	Nový spôsob výroby	84
7.1.3.	Úspory výrobných nákladov	87
8.	ZÁVER	91
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	93
	ZOZNAM PRÍLOH	94

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV

A	osová vzdialenosť	/mm/
A' - D'	kontrolované prierezy na hriadeliach	-
B	šírka ložísk	/mm/
C	dynamická únosnosť ložísk	/ N /
C _M	materiálová konštanta pre výpočet rez- ných síl	-
C _{Fx}	materiálová konštanta	
C _{Fz}	materiálová konštanta	
D	priemer vrtáku	/mm/
D _p	priemer remenice	/mm/
E	modul pružnosti	/MPa/
F _a	axiálna sila na roztečnom priemere ozubených kôl	/ N /
F _e	ekvivalentná sila pri zaťažení ložiska	/ N /
F _t	obvodová tečná sila na rozteč. priemere ozubených kôl	/ N /
F _r	obvodová radiálna sila na rozteč. prie- mere ozubených kôl	/ N /
F _x	axiálna zložka odporu pri vrtaní	/ N /
F _z	tangenciálna zložka odporu pri vrtaní	/ N /
I	moment zotrvačnosti príslušného prierezu	/mm ⁴ /
K _I	prevádzkový súčiniteľ	-
K _f	súčiniteľ prídavných zaťažení (päty zubu)	-
K _{Fd}	súčiniteľ podielu zaťaženia jednotlivých zubov	-
K _{Fβ}	súčiniteľ nerovnomernosti zaťaženia zubov	-
K _H	súčiniteľ prídavných zaťažení (boku zubu)	-
K _{Hd}	súčiniteľ zaťaženia jednotlivých zubov	-

$K_{H\beta}$	súčiniteľ nerovnomernosti zaťaženia zubov	-
K_V	súčiniteľ vnútorných dynamických síl	-
L_h	trvanlivosť ložísk	/h/
L_p	výpočtová dĺžka remeňa	/mm/
M_k	krútiaci moment	/Nm/
M_o	ohybový moment	/Nm/
M_{oA-B}	ohybový moment príslušného prierezu	/Nm/
R_A	reakcie v nosníku v mieste A	/N/
R_B	reakcie v nosníku v mieste B	/N/
R_E	medza klzu	/MPa/
S	plocha príslušiaci prierezu	/mm ² /
S	hrúbka triesky	/mm ² ot ⁻¹ /
W_k	modul prierezu v krute	/mm ³ /
W_o	modul prierezu v ohybe	/mm ³ /
X	exponent pre výpočet rezných síl	-
Y	exponent pre výpočet rezných síl	-
Y_F	súčiniteľ tvaru zubu	-
Y_R	súčiniteľ vplyvu drsnosti	-
Y_s	súčiniteľ vrubu	-
Y_X	súčiniteľ veľkosti	-
Y_β	súčiniteľ sklonu zubu	-
Z_H	súčiniteľ tvaru zubu	-
Z_L	súčiniteľ maziva	-
Z_V	súčiniteľ obvodovej rýchlosti	-
Z_X	súčiniteľ veľkosti	-
Z_ξ	súčiniteľ súčtovej dĺžky stykových čiar bokov zubov	-
a_1-g_1	rozmery hriadelí	/mm/

b_2	šírka ozubenía	/mm/
b	šírka pera	/mm/
c_1	súčiniteľ uhlu opásania	-
c_2	súčiniteľ prevádzkového zataženia	-
c_3	súčiniteľ dĺžky remeňa	-
d	priemer hriadeľov	/mm/
d_{a_i}	priemer hlavovej kružnice	/mm/
d_b	priemer základnej kružnice	/mm/
d_f	priemer päťnej kružnice	/mm/
d_i	priemer roztečnej kružnice	/mm/
d_k	priemer kolíka	/mm/
h	výška pera	/mm/
h_a	výška hlav zubu	/mm/
h_f	výška päty zubu	/mm/
i	prevod	-
k	bezpečnosť	-
k_{σ}	bezpečnosť pre normálové napätie	-
k_{τ}	bezpečnosť pre tečné napätie	-
l	dĺžka pera	/mm/
m	modul zubu	/mm/
m_n	modul v normálnej rovine $(\tan_n - m)$	/mm/
p_d	dovolený tlak	/MPa/
s	posuv vrtáku	/mm ot ⁻¹ /
S_H	bezpečnosť pri výpočte namáhania bokov zubov	-
S_{Hmin}	volená hodnota pre dotykové namáhanie	-
S_F	bezpečnosť pri výpočte namáhania päty	-
S_{Fmin}	volená hodnota pre ohyb v päte zubu	-

t	hĺbka drážky v hriadeľi	/mm/
V_k	klzná rýchlosť	/ms ⁻¹ /
V_r	rezná rýchlosť	/m.min ⁻¹ /
V	veľkosť vplyvu súčastí na hodnotu medze únavy	-
Z_i	počet zubov príslušného kola	/°/
α	uhol záberu ozubených kôl	/°/
α_d	uhol opásania malej remenice	/rad/
β	uhol sklonu zubov	/°/
β	vrubový súčiniteľ	-
γ	uhol skúpania skrutkovice	/°/
η	súčiniteľ akosti povrchu	-
ε_α	súčiniteľ trvania záberu evolventy	-
σ_o	ohybové napätie	/MPa/
σ_F	zrovnávacie ohybové napätie v päte zubu	/MPa/
σ_{Flim}	časová pevnosť ohybu	/MPa/
σ_H	zrovnávací dotykový tlak	/MPa/
σ_{Hp}	prípustné kontaktné napätie	/MPa/
σ_{HD}	dovolené kontaktné napätie s ohľadom na klznú rýchlosť	/MPa/
σ_{Hlim}	časová kontaktná pevnosť	/MPa/
σ_{CO}	medza únavy v ohybe	/MPa/
σ_{CD}^*	medza únavy v ohybe skutočnej vrubovej súčasti	/MPa/
σ_D	dovolené normálové napätie	/MPa/
σ_{Kt}	medza klzu v ťahu	/MPa/
τ	šmykové napätie	/MPa/
τ_D	dovolené šmykové napätie	/MPa/
τ_K	medza klzu v šmyku	/MPa/
σ_{pt}	medza pevnosti v ťahu ($\sigma_{pt}=R_m$)	/MPa/

1. ÚVOD

Základný ekonomický zákon socializmu vyžaduje maximálne uspokojovanie hmotných a kultúrnych potrieb pracujúcich. Preto aj XVII. zjazd KSČ sformuloval hlavné ciele hospodárskeho a sociálneho rozvoja do roku 2000, ktoré je nevyhnutné zabezpečiť novou kvalitou rastu národného dôchodku ako predpokladu plnšieho uspokojovania reálnych potrieb ľudu. Zjazd zdôraznil, že to vyžaduje prejsť k intenzívnemu typu rozvoja, plne pritom využiť najmä rýchle uplatnenie výsledkov vedeckotechnického rozvoja a prehĺbovanie medzinárodnej delby práce a zabezpečovať tak vysoký rast spoločenskej produktivity práce.

Súčasný rozvoj nášho národného hospodárstva je v nadväznosti na závery zasadnutia ÚV KSČ " O komplexnej prestavbe hospodárskeho mechanizmu ČSSR " výrazne orientovaný na priemyslový rast užitočnosti a kvality všetkej vyrábanej produkcie.

ČSSR je zemou s vysoko rozvinutým priemyslom v ktorom majú dominantné postavenie strojársky a elektrotechnický priemysel, ktoré sú jedným z hlavných nositeľov vedeckotechnického pokroku a dynamiky ekonomického rozvoja v národnom hospodárstve. Majú nezastupiteľné postavenie pri utváraní predpokladov ďalšieho rozvoja a modernizácie výrobnotechnickej základne celého národného hospodárstva.

Kľúčové postavenie v národnom hospodárstve a úlohy vo zvyšovaní objemu výroby vyžadujú, aby sa uvedené odvetvia rozvíjali na báze cieľavedomej intenzifikácie výrobných a inovačných procesov založenej na vedeckom a vedeckotechnickom rozvoji.

Zvyšovanie technicko-ekonomickej úrovne strojárskych výrobkov a efektívnosti ich výroby nie je možné bez moderni-

zácie a rekonštrukcie výrobnotechnickej základne, bez výrazného zvýšenia automatizácie výroby. Napriek tejto známej skutočnosti, nevytvárali sa potrebné podmienky na rýchlejšie automatizovanie výrobných a technologických procesov, čo osobitne v strojárskom a elektrotechnickom priemysle ovplyvňuje progresívnosť dosahovaných technicko-ekonomických parametrov.

Výrazným prvkom na riešenie uvedených nedostatkov sa musí stať aj zvýšená výroba jednúčelových strojov a zariadení. Toto riešenie prispeje väčšou mierou ako doposiaľ k úsporám pracovných síl, zvýšeniu kvality výroby a zníženiu devízovej náročnosti na nákup tejto techniky. Pri minimálnych prírastkoch pracovných síl musíme urýchliť technickú rekonštrukciu a modernizáciu strojárkej výrobnéj základne a orientovať sa na také technologické zariadenia, ktoré budú vyhovovať požiadavkam mechanizácie a automatizácie technologických procesov. Cieľom tejto úlohy má byť efektívne zvýšenie produktivity. Efektívne riešenie znamená maximálne úspory nákladov pri minimálnom vynaložení investičných prostriedkov.

Týmto aktuálnym problémom sa aktívne zaoberajú aj v n.p. Elektrotechnické strojárne, bola mi preto v diplomovej práci daná úloha, navrhnúť jednúčelový stroj na vŕtanie otvorov do Ø 5 mm s možnosťou rezania závitov s cieľom podstatného zvýšenia produktivity uvedených prác.

2. ROZBOR ZADANIA

2.1. Stručná charakteristika podniku a jeho výroby.

Elektrotechnické strojárne, národný podnik Nitra vznikol 1.1. 1985, keď z rozhodnutia vlády ČSSR bol vyňatý z Federálneho ministerstva všeobecného strojárstva, koncernu *E l i t e x* a začlenený do pôsobnosti Federálneho ministerstva elektrotechnického priemyslu s priamou podriadenosťou.

Dôvod rozhodnutia bol zabezpečiť strojárenskú kapacitu pre potrebu elektrotechnického priemyslu, ktorý v súčasnej dobe patrí medzi kľúčové odvetvie nášho národného hospodárstva a ktorý svojimi výsledkami ovplyvňuje modernizáciu ostatných odvetví.

Pôvodným výrobným programom podniku bola výroba textilných strojov. Nové zameranie výroby je zabezpečiť rozvoj a výrobu jednúčelových technologických zariadení pre potrebu elektrotechnického priemyslu.

Od 1.1. 1986 bol podnik začlenený do Odborovej výskumno-výrobnej jednotky s Výskumným ústavom mechanizácie a automatizácie v Novom Meste nad Váhom. Vytvorenie tejto výskumno-výrobnej jednotky má za cieľ zabezpečovať realizáciu výskumu a skracovať inovačný cyklus.

V rámci prestavby hospodárskeho mechanizmu je podnik od 1.5. 1988 začlenený do ministerstva hutníctva, strojárstva a elektrotechniky.

V súčasnej dobe podnik zabezpečuje výrobu pre dva rozdielne odvetvia.

Výrobu JUSaZ pre elektrotechnický priemysel a textilné stroje hlavne pre export do ZSSR. U tak širokého sortimentu výroby

sú v súčasnosti obsiahnuté všetky typy výroby oď kusovej u JUSaZ až po hromadnú u textilných strojov.

Výroba textilných strojov je postupne vymiestňovaná a jej ukončenie sa predpokladá do roku 1991. V oblasti textilných strojov podnik zabezpečuje ešte výrobu skacích strojov SKP na skanie kordových a sklenných vlákien - výroba malo-sériová až sériová a oblasť uzlovej špecializácie na stroje bezvretenoveho priadenia - BD 200, - veľkosériová až hromadná výroba.

V oblasti JUS pre elektrotechnický priemysel zabezpečuje podnik od roku 1986 výrobu teplotných komôr TK-1 a podávačov Ha-1 na triedenie integrovaných obvodov za externých teplôt od -60°C do $+150^{\circ}\text{C}$. V roku 1988 započal s výrobou kontakto-vačiek KVT-1 na kontaktovanie výkonových tranzistorov Al drôtom a mechanizačných jednotiek MHP-1000 k racionalizácii montážnych prác. Jedná sa kusovú výrobu.

V súvislosti s členením typov výroby je v podniku aj rôzne priestorové usporiadanie výrobného procesu. Pre malo-sériovú až sériovú výrobu je usporiadanie technologické, pre uzlovú špecializáciu je predmetné usporiadanie s uzavretým výrobným cyklom.

Výrobná technika používané u technologického usporiadania výroby nie je na žiadúcej úrovni. Jej obnova a modernizácia neprebiehala žiadúcim tempom a v potrebnom rozsahu z dôvodu nepridelenia investičných prostriedkov. To má za následok, že priemerný vek strojov je 15,4 roka, keď niektoré stroje majú až 21 rokov.

Ani u predmetného usporiadania výroba nie je z pohľadu súčas-

nej techniky na žiadúcej úrovni. Výrobné linky na trieskové obrábanie sú zostavené v prevážnej väčšine z univerzálnych strojov.

2.2. Súčasný stav technológie vrtania otvorov a rezania závitov do $\varnothing 5 - 6$ mm.

Elektrotechnické strojárne sú vzhľadom na svoj výrobný program vybavené univerzálnym technologickým zariadením.

Z toho vyplýva aj stanovenie technológie vrtania otvorov a rezania závitov. Uvedené operácie sú v prevážnej väčšine vykonávané na rôznych typoch vrtačiek v ojedinelých prípadoch tiež na sústruhoch a voodorovných vyvrtávačkach.

Na vrtanie sa používajú normalizované skrutkovité vrtáky alebo združené nástroje, ktoré sú vyrábané ako špeciálne náradie. K ustaveniu a upnutiu obrobku, ustaveniu a vedeniu vrtákov do polohy danej výkresom sa používajú vrtacie šablóny a rôzne druhy prípravkov rýchloupínačov a univerzálnych stavebnicových prípravkov v závislosti od presnosti a počtu vyrábaných kusov. Používajú sa i niekoľkomiestne vrtacie prípravky, vrtanie otvorov však prebieha postupne jeden po druhom, nakoľko podnik zatiaľ nemá žiadne viacvretenové vrtacie hlavy, ktorými by sa zvýšila produktivita práce. Z konštrukcie prípravkov je zrejmé, že sú navrhované hospodárne, čo najjednoduchšie, aby sa nezvyšovali zbytočne náklady spojené s výrobou.

Rezanie závitov do otvorov sa vykonáva normalizovanými závitníkmi strojnými, v prípravkoch s vymeniteľnými púzdrami na vrtačkách pomocou závitorezných upínacích hlav so spätným

chodom, ktoré zmenia po dorezaní závitu na predpísanú dĺžku vlastným mechanizmom zmysle otáčok a závitník sa vyskrutkuje z vyrezávaného závitu, alebo v prípravkoch na závitorezoch. Do ľahkých zliatin sa závity vyhotovujú tvárnením pomocou tvarniacich závitníkov. Ručné rezanie závitov do M6 sa vykonáva len v ojedinelých prípadoch.

Uvedené spôsoby vrtania i rezania závitov sú málo produktívne.

2.3. Požiadavka podniku na jednúčelový stroj.

Elektrotechnické strojárne dosahujú úspor pracnosti v prevažnej väčšine pomocou tzv. drobných opatrení. Široký sortiment súčiastok a tým i nižšia seriovosť pri výrobe už značne sťažuje vykonávanie bežných riešení racionalizácie výrobných operácií, nakoľko tieto možnosti sú do určitej miery vyčerpané.

V rámci racionalizácie výroby bola preto zadaná racionalizačná úloha vyriešiť problém vrtania a závitovania menších dielcov vyrobením jednúčelového stroja na vrtanie otvorov do $\varnothing 5$ a rezania závitov do M6 s možnosťou pružného prestavenia na iné aj tvarove odlišné súčiastky.

V rámci upresnenia zadania bolo stanovené

- vrtanie otvorov od $\varnothing 1,6$ do $\varnothing 5$ mm
- rezanie závitov od M2 do M6 rôznych stúpaní
- použitie domácej súčiastkovej základne
- zníženie pracnosti min. o 30%
- malá zastavaná plocha
- minimálna rozteč dvoch otvorov 17 mm

- minimálne náklady na výrobu - neprekročiť 140.000 Kčs
- použiť minimálne trojvretenovej vŕtacej a závitovacej hlavy s možnosťou jednoduchého prestavenia
- jednoduchá obsluha

Nakoľko sa jedná o širokú súčiastkovú základňu, bola daná požiadavka, aby sa vŕtanie vykonávalo do dielcov z rôznych materiálov. Najčastejšie sa jedná o ocel ČSN 11 000 s pevnosťou 700 MPa s triedou obrobiteľnosti 15b, ďalej materiál ČSN 12 014 a 17 029 s triedou obrobiteľnosti 10b a zliatiny hliníka ČSN 42 4330 s triedou obrobiteľnosti 10b prípadne umele hmoty a sklo-textitu.

Na splnenie uvedených požiadaviek na JUS je nutné poznať súčiastkovú základňu podniku.

3. ROZBOR SÚČIASTKOVEJ ZÁKLADNE.

Bez znalosti skladby súčiastkovej základne nie je možné úlohu návrhu JUS riešiť úspešne tak, aby vyhovoval stanoveným požiadavkám. Rozbor súčiastkovej základne sa preto musí stať východnou etapou pri riešení tejto úlohy.

V súčasnej dobe podnik nemá vykonaný podrobný rozbor súčiastkovej základne, preto mu bola úloha daná všeobecne, bez konkrétneho určenia dielca.

3.1. Podmienky a spôsob vykonania rozboru.

Pri vykonávaní rozboru som vychádzal z daných možností v podniku. V súčasnej dobe podnik vyžíva dvojaký systém číslovania a to u textilných strojov tvarové číslovanie, u technologických zariadení pre elektrotechnický priemysel vetvené číslovanie a to z dôvodu, že preberaná dokumentácia od riešiteľa mala odlišné číslovanie.

Aby som získal informáciu o množstve a počte druhov vyrábaných súčiastok v rámci výrobného programu na S.ŽRP vykonal som z kariet technológičnosti prehľad o počte dielcov a pracnosti podľa jednotlivých výrobkov ktorý je uvedený v tabuľke č.1. Z uvedeného vyplýva, že podnik v súčasnej dobe udržiava výrobnú dokumentáciu na 13 024 súčiastok z toho 9 694 na textilné stroje a 3 330 súčiastok na technol. zariadenia a meracie prístroje pre elektrotechnický priemysel.

3.1.1. Základný tvarový znak JSTS - pre textilnú výrobu.

Základným znakom súčiastok je ich geometrické, alebo tvarové podobnosť bez ohľadu na ich funkciu a výrobnú technológiu. Klasifikácia základného geometrického tvaru je vyjadrená trojmiestným číselným znakom v troch zatriedňovacích stupňoch - d r u h, t r i e d a, s k u p i n a.

D R U H - hrubý základný tvar	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
T R I E D A - upresnenie tvaru	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
S K U P I N A - dotriedenie tvaru	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

Skladba triediaceho znaku pre vyjadrenie geometrického tvaru je stanovená tak, že prvými dvoma číslami je vyjadrený pri klasifikácii základný geometrický tvar súčastí, tretím číslom je tento tvar spresnený dotriedením ďalších prvkov na súčiastkách bez ohľadu na spôsob ich výroby.

Triediaca schéma JSTS - základný geometrický tvar je v tabuľke č.2 z ktorej je zrejmý systém triedenia súčiastok.

Výrobný program n.p. ES Nitra v 8.5RP

Tabuľka č.1

List č.1

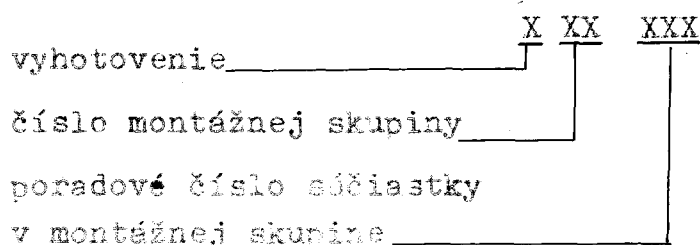
Por. čís.	Výroba pre	V ý r o b o k	Počet druh. dielcov na stroj	Počet druh. vyráb. dielcov na stroj	Počet vyráb. dielcov na stroj celkom	Počet súč. na stroj celkom	Pracnosť v Nh/stroj
1.	Textilný priemysel	SKPE 100 S1	2.603	1673	36.155	89.188	6.620
2.		SKPE 100 S2	2.547	1593	55.766	108.428	8.246
3.		SKP 140 S1	1.586	1127	20.020	72.380	5.412
4.		SKP 140 S2	1.237	1187	32.862	104.594	7.983
5.		SKP 225 TT1	2.295	1532	23.557	63.044	5.320
6.		SKP 225 TT2	2.239	1431	26.520	62.169	7.302
7.		Cievkovnica 931 051	407	231	7.282	16.992	1.359,79
8.		Odkl.stojan cievkovnice	57	27	147	464	69,8
9.		Odkl.stojan cievok	72	42	835	1.648	178,38
10.		Cievkovnica snovadla	186	122	49.980	131.946	9.774,96
11.		Odkl.stojan kazety	87	54	380	916	137,95
12.		Odkl.stojan vozíka	70	39	263	1.140	1.006,7
13.		Transportné zar.mechan.	341	182	3.309	8.091	872,78
14.		Cievkovnica 931 047	393	219	13.441	31.261	2.391,26
15.		Cievkovnica 931 050	407	231	7.282	16.992	1.362,79
16.		SU BD 200 R	1	1	-	-	0,3985
17.		SU BD 200 RC	1	1	-	-	0,434
18.		SU BD 200 S	1	1	-	-	0,3858
19.		SU BD 200 SN	1	1	-	-	0,4062

List č.2

Por. čís.	Výroba pre	V ý r o b o k	Počet druh. dielcov na stroj	Počet druh. vyráb.diel. na stroj	Počet vyráb. dielcov na stroj celkom	Počet súč. na stroj celkom	Pracnosť v Nh/stroj
20.	Elektrotechnický priemysel	Teplotná komora TK-1	1.492	781	3.191	8.797	3.143
21.		Podávač HA-1	946	508	2.632	6.825	2.597
22.		Kontaktovačka tranz.KVT1	1.136	574	2.499	3.280	1.172
23.		Púzdrovací lis	1.574	784	3.082	9.106	-
24.		Mech.jednotka MHP 1000	830	328	1.404	4.286	1.008,2
25.		DPpi 4/D	140	67	99	192	5,13
26.		Fa 96 c	104	65	93	181	5,06
27.		Fa 120 c	125	65	95	190	5,14
28.		Va 96	81	35	67	138	4,25
29.		Va 120	86	42	84	153	4,53
30.		VVa 120	91	45	140	228	8,30
31.		V 160/80	66	27	54	104	4,19
32.		Vybračný otáčkomer	24	9	32	-	1,51
		C e l k o m	21.229	13.024	291.271	742.739	65.997,345

3.1.2. Základný znak pre výrobu elektrotechnického priemyslu.

Na výrobky elektrotech. priemyslu na ktoré výkresovú dokumentáciu ES n.p. Nitra preberá od iných organizácií je zavedené dvanásťmiestné v e t v e n é č í s l o v a n i e , kde výkresu je pridelené číslo podľa príslušnosti k montážnej skupine. Rozhodujúcich je posledných šesť čísiel.



Toto číslovanie postráda výhody tvarového číslovania, bolo však zavedené z organizačných dôvodov.

3.2. Výber vhodných dielcov pre obrábanie na jednouchelovom stroji.

Pri výbere vhodných dielcov pre obrábanie na jednouchelovom stroji mal som na zreteli, aby boli v ňom zastúpené všetky skupiny výrobkov, ktoré sú vo výrobnom programe podniku t.j. textilné stroje, jednouchelové stroje a zariadenia pre elektrotechnický priemysel a elektrické meracie prístroje.

Nakoľko sortiment vyrábaných dielcov, ako som už uviedol je veľmi rozsiahly, zameral som sa u textilných strojoch na rotačne dielce.

Umožnilo mi to tvarové číslovanie týchto súčiastok, ktoré zároveň majú v súbore súčiastok u textilných strojov najväčšie zastúpenie a majú tiež najvyššiu opakovateľnosť, čo je požiadavka k dosiahnutiu vyššieho efektu jednouchelového stroja.

Výber dielcov z jednouchelových strojov a zariadení pre

Tabuľka č.2

JSTS-ZÁKLADNÍ GEOMETRICKÝ TVAR									
DRUH SOUČASTI	ROTAČNÍ		PLOCHÉ, PROFILOVÉ S KONST TLOUŠTKOU STĚNY ROVNÉ ($\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$) LOMENÉ		OBJEMOVÉ TRÍDICÍ PRVKY ZÁKLADNA Z RAMENOU OTVORU $\frac{H}{B} \geq \frac{1}{2}$ ZÁKLADNA Z STĚNY S		MONTÁŽNĚ JEDNOTKY (NORMALIZOVANÉ NÁKRUPIKY)		B. A 9. MIESTO - ČÍSLO MONTÁŽNEJ SKUPINY PODĽA TABUĽKY Č. 3 A 4 ENIT 01 3067
	1	2	3	4	5	6	8	9	
0	BEZ OTVORU V OSE	BEZ OSÁZENÍ	ROVNÉ	1 HRANA LOMU	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	HRANOLOVITÉ	NITOVANIE, ZALISOVANIE ROZVÁLCOVANIE		
1	JEDNOSTRANNE OSÁZENÉ	OSÁZENÉ	1 HRANA LOMU	2 HRANY LOMU	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	DESKOVITÉ	LEPENIE, ZASTRIEK NUTIE		
2	OBOUSTRANNE OSÁZENÉ	OSÁZENÉ	2 HRANY LOMU	3 A VÍCE HRAN LOMU	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	RAMOVITÉ	SPÁJKOVANIE		
3	OSÁZENÉ KE STREDU	OSÁZENÉ	PROFILOVÉ	1 HRANA LOMU	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	ZVÁRANIE		
4	KOMBINÁCIE 1 AŽ 3	OSÁZENÉ	PLNÉ TULI	2 HRANY LOMU	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	ZOSKRUTKOVANIE		
5	S TVAROVÝM PLOCHÝM	OSÁZENÉ	TENKOSTĚNNÉ OTVĚŘENÉ	3 A VÍCE HRAN LOMU	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	ÚPRAVA NORMALIZOV. SÚČASŤOK (SKRUTKY)		
6	KOMBINOVANÉ S JEDNODUCHÝMI NEROTAČNÝMI TVARMI	OSÁZENÉ	TENKOSTĚNNÉ UZÁVŘENÉ	SPRÁVLOVITÉ - SROUBOVITÉ	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	$\frac{H}{B} < \frac{1}{2}$	ÚPRAVA NORMALIZOV. NÁKRUPIEK (MONT. JEDN.)		
7	EXCENTRICKÉ	OSÁZENÉ	DUTÉ	PRÁVDELNÉ	ROZVĚTVENÉ	ROZVĚTVENÉ	NEOSBÁDENÉ		
8			NEPRÁVDELNÉ				KOMBINOVANÉ MONTÁŽNĚ JEDNOTKY		
9	OBOROVÉ	OBOROVÉ	OBOROVÉ	OBOROVÉ	OBOROVÉ	OBOROVÉ	POMOCNÉ VÝKRESY		
TRÍDA SOUČASTI									
SKUPINA SOUČASTI									
214 503 SKUPINA DRUH TRÍDA VÚSTIE - PRAHA - 000 PV 12 - BŘEZEN 1965									

K. P. NITRA

ENIT 01 3067.

elektrotechnický priemysel bol zložitejší, nakoľko číslovanie týchto dielcov nemá prvky, ktoré by umožňovali rýchlu identifikáciu podľa tvarov. Zameral som sa preto na skupinu podľa doporučenia pracovníkov podniku, ako aj z prehliadky hotových výrobkov. U týchto výrobkov majú väčšie zastúpenie ploché a objemové výrobky. Opakovateľnosť súčiastok je podstatne nižšia ako u textilných strojoch, zameral som sa preto na tvarovú podobnosť súčiastok, aby bola znížená potreba prípravkov.

U elektrických meracích prístrojov som vybral súčiastky z pohľadu ročnej výroby, nakoľko u prístrojov nie je opakovateľnosť dielcov.

Som si vedomý toho, že pri kontrole všetkých 13 024 súčiastok by výber vhodných dielcov podstatne vzrástol. Z prevádzkových dôvodov technologického archívu a z usúdenia, že na demonštráciu využitia jednouúčelového stroja je výber postačujúci, som upustil od ďalšieho vyhľadávania dielcov. Predpokladám, že po vyrobení jednouúčelového stroja, bude výber dielcov technológiou podniku sústavne doplňovaný.

Zoznam vybraných dielcov je uvedený v tabuľke č.3.

3.3. Vymedzenie rozsahu priemeru a hĺbok vrtaných a závitovaných otvorov.

Z posúdenia vybraných súčiastok k vrtaniu a rezaniu závitov na jednouúčelovom stroji ako vyplýva z tabuľky č.3 je min. vrtaný otvor $\varnothing 1,6\text{mm}$, pre závit M2 a max. $\varnothing 5\text{ mm}$ pre závit M6, ktorý je medznou hranicou zadania. Otvory a závity sú až na jednu súčiastku priechodze a ich hĺbka sa pohybuje od 2mm do

34 mm. Hĺbka otvorov je nastaviteľná pomocou dorazu mikrosplínačov na vačkách.

3.4. Určenie technologických podmienok pre vŕtanie a závitovanie.

Pri určovaní technologických podmienok som postupoval podľa normatívov rezných podmienok pre vŕtanie a rezanie závitov, na tvorbe ktorých sa podieľala aj VŠST Liberec - katedra obrábania. Technologické podmienky na všetky dielce určené v tabuľke č.3 sú s ohľadom na obrobiteľnosť materiálu. Nízka obrobiteľnosť je zvlášť u hliníkových zliatin ČSN 42 4254.60, kde obrobiteľnosť je iba 8d a ČSN 42 4330, kde obrobiteľnosť je 10d. Z uvedenej nízkej obrobiteľnosti vychádzajú oproti predpokladom aj nízke rezné podmienky. Ako vyplýva z tabuľky č.3 technologické podmienky na vŕtanie otvorov u vybraných súčiastok pri optimálnych rezných podmienkach, bolo by za potreby 12 stupňov otáčiek a na rezanie závitov 6 stupňov otáčiek pracovného vretena. Vzhľadom na to, že rozptyl otáčiek je malý z ekonomických i praktických dôvodov volím na vŕtanie 6 stupňov a na rezanie závitov 4 stupne otáčok vretena, ktoré dosiahneme dvojstupňovými výmennými remenicami na klínový remeň, hodnoty ktorých sú udané v tabuľke č.4. Posuvy sú dané vačkami, ktoré sú podľa potreby ľahko vymeniteľné. Ich počet som taktiež znížil z 11 druhov na 7, nakoľko by bolo ne hospodárne vyrábať vačku s posuvom 0,03 aj 0,032, 0,05 aj 0,054.

Navrhujem preto pre potrebu vybraných dielcov 7 druhov vačiek

s posuvom 0,03; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1;

Ich použitie je nutné zosúlaďovať v závislosti na materiáli a rezných podmienkach. V závislosti na výbere ďalších súčiastok k vrtaniu na danom jednúčelovom stroji budú doplňované potrebné remenice i vačky tak, aby boli zachované správne rezné podmienky.

Technologické podmienky pre vybrané dielce boli určené pre nástroje ČSN s RO. Pri použití nástrojov z SK je možné dosiahnúť podstatne vyšších rezných podmienok.

Vzhľadom na to, že na jednúčelovom stroji bude v prevážnej väčšine vrtanie súčiastok z ocele, doporučujem podľa /8/ ako chladiacu kvapalinu použiť emulzie 3-10%.

V prípade vrtania súčiastok z Al doporučujem použiť Alex 5-10%.

Tabuľka č.3

Technologické podmienky pre vybrané súčiastky.

Číslo výkresu	Vŕtanie Ø D (mm)	Rezanie zav.	Posuv s (mmot ⁻¹)	Otáčky n (min ⁻¹)	Rez.rychl. v (m min ⁻¹)	Obro- bitel- nosť
522 011 111 075	5		0,08	1438	22,6	13b
		6	1,0	400	7,5	
202 191	3,8		0,064	1585	19,92	13b
202 216	3,8		0,08	2030	19,28	15b
202 259	5		0,09	1688	26,2	14b
		6	1,0	400	7,5	
202 323	3,3		0,05	2198	20,72	8b
		4	0,7	497	6,23	
202 276	5		0,1	2037	32,00	15b
		6	1,0	400	7,5	
202 351	5		0,1	2037	32,00	15b
		6	1,0	400	7,5	
206 052	4,2		0,064	1585	19,92	13b
		5	0,8	400	6,3	
216 164	4,3; 5		0,064	1585	19,92	13b
222 057	3,3		0,054	2256	21,8	14b
		4	0,7	500	6,3	
406 160	3,		0,054	2236	21,08	14b
406 161	3,3; 4,3	4	0,7	500	6,3	
406 165						
516 001 061 102	2,5		0,032	2240	17,59	13b
		3	0,5	500	5,3	
301 102						10b
401 103	2,5		0,03	1000	8,639	
501 102		3	0,5	280	2,6	
601 102						
306 101	2,5		0,06	3670	28,8	11b
		3	0,5	900	8,5	
002 067 280 000	1,6		0,05	3135	9,9	10b
		2	0,4	900	5,65	
000 051 521 501	2,5		0,05	3135	19,7	10b
		3	0,5	900	8,5	
004 039 230 000	1,6; 2,		0,05	3140	13,7	10b
	3	2	0,4	900	8,5	

Tabuľka č.4

Tabuľka otáčiek a výmenných remení

	V r t a n i e			Z á v i t o v a n i e		
	El. motor 3 AP 80-2s			El. motor 3 AP 80-6 910 ot/min		
Remenica motora (mm)	50,3	60,6	70,5 74	88	95,4	107
Remenica jednotky (mm)	126,5	116,5	106 102	89	82	120
Otáčky vretena (ot/min)	1253	1636	2116 2300	3143	3670	900
Prevod (i)	2,51	1,92	1,5 1,37	1,01	0,863	1,12
				3,6	2,52	1,9

4. KONCEPČNÝ NÁVRH JEDNOÚČELOVÉHO STROJA

Jednou z hlavných podmienok hospodárnej a rýchlej výroby je výroba vo veľkých sériách. Pre tento prípad je možné s úspechom využiť všetkých predností jednúúčelových strojov ktoré sú určené pre určité súčiastky, alebo operácie. Tieto stroje sa líšia od univerzálnych zariadení tým, že :

1. Majú väčšinou niekoľko pracovných vretien
2. Obrábanie sa vykonáva z niekoľkých pracovných miest
3. Majú zvláštny tvar a vzhľad
4. Ich funkcie sú väčšinou automatické
5. Vykonávajú práce rôzneho charakteru
(vrtanie, rezanie závitu, vyvrtávanie, frézovanie)
6. Majú špeciálne nástroje a meradlá na zoradenie nástrojov
7. Na stroje sa montujú rôzne doplnkové zariadenia
napr. pre chladenie, mazanie odvod triesok atď.

V súčasnej dobe nastal v priemysle vyspelých krajínach rozmach výroby, jednúúčelových strojov pre ich prednosti, ktoré proti univerzálnym spočívajú hlavne v :

- 1/ väčšej výkonnosti
- 2/ úspore zastavanej plochy
- 3/ menšom počte pracovísk a tým i pracovných síl
- 4/ v lacnejšej prevádzke
- 5/ presnejšej výrobe
- 6/ skracovanie dopravných ciest pri výrobe
- 7/ jednoduchšie plánovanie výroby

Okrem uvedených výhod je nutné brať v úvahu aj tieto nevýhody jednúúčelových strojov :

- 1/ veľká nadobudacia cena

- 2/ dlhé dodacie doby
- 3/ obmedzené použitie
- 4/ problém využitia po skončení výroby súčiastok pre ktoré bol stroj vyrobený
- 5/ obtiažná prestavba pre zmenu operácii

Vzhľadom na uvedené je nutné pred rozhodnutím o použití jednúčelového stroja vykonať podrobný rozbor o jeho ekonomickej výhodnosti.

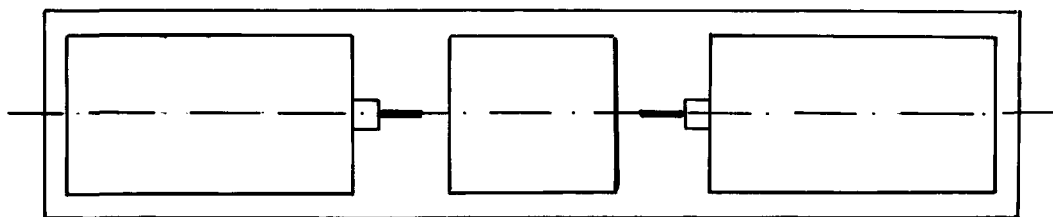
4.1. Alternatívy riešení

V nadväznosti na rozbor súčiastkovej základne pristúpil som k alternatívnym návrhom usporiadaní jednúčelového stroja, pri-
tom som mal na zreteli požiadavky podniku t.j. možnosť vrtania
a závitovania súčiastok do M6.

V bežnej strojárenskej praxi sa používa značne množstvo
rôzneho usporiadania.

a/ Jednúčelový stroj s nehybným stolom (obr. č.1)

Obr. 1



U tohto typu stroja obrábacie jednotky súčasne obrábajú súčiastku
upnutú na nehybnom stole. Tieto obrábacie stroje slúžia obvykle

k vŕtaniu závitov, sústruženiu, vyhrubovaniu, zarovnávanu čiel a k iným druhom obrábania skriňových súčiastok.

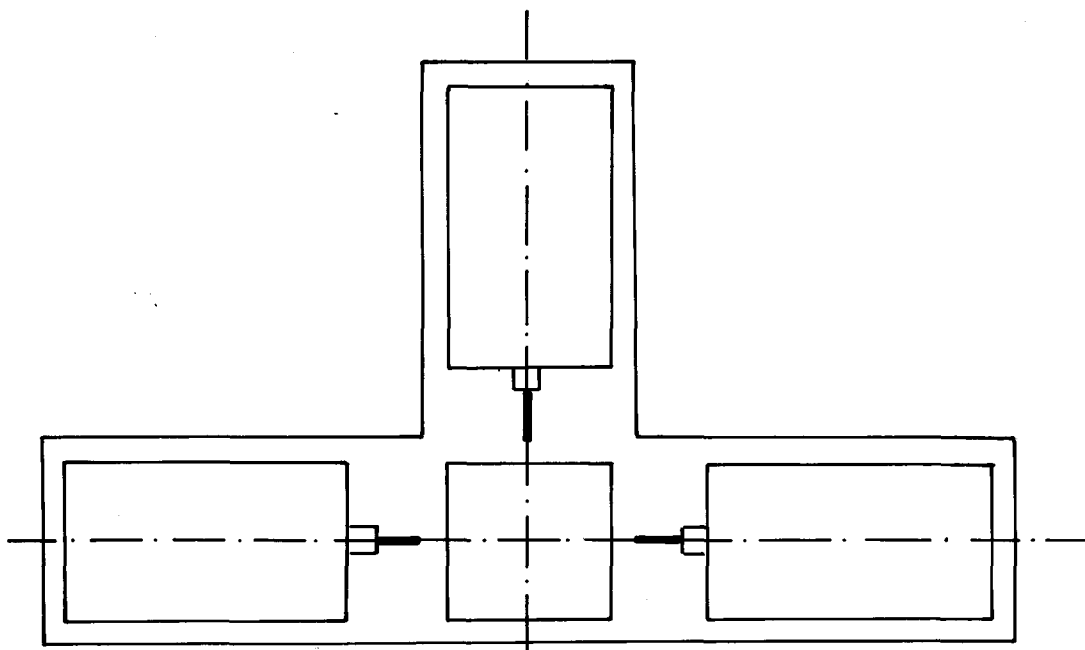
Podľa tvaru pracovnosti jej obrábania, seriovosť výroby a ďalších činiteľov sa používa obrábacích strojov s rôznym počtom a rozmiestnením obrábacích jednotiek.

Výhody : Tým, že stroj nemá otočný stôl je jednoduchý, s ľahkou obsluhou, má vyššiu spoľahlivosť, pretože nie je zapotreby mechanizmu na blokovanie práce vretien a deliacého stola, sú vhodné pre presné operácie.

Nevýhody: K nedostatkom týchto strojov patrí nemožnosť sústreďenia väčšieho počtu operácií, pretože na stroj je možné ustaviť iba jednu súčiastku.

b/ Jednouúčelový stroj so svislou osou otočného stola (obr.č.2)

Obr. 2



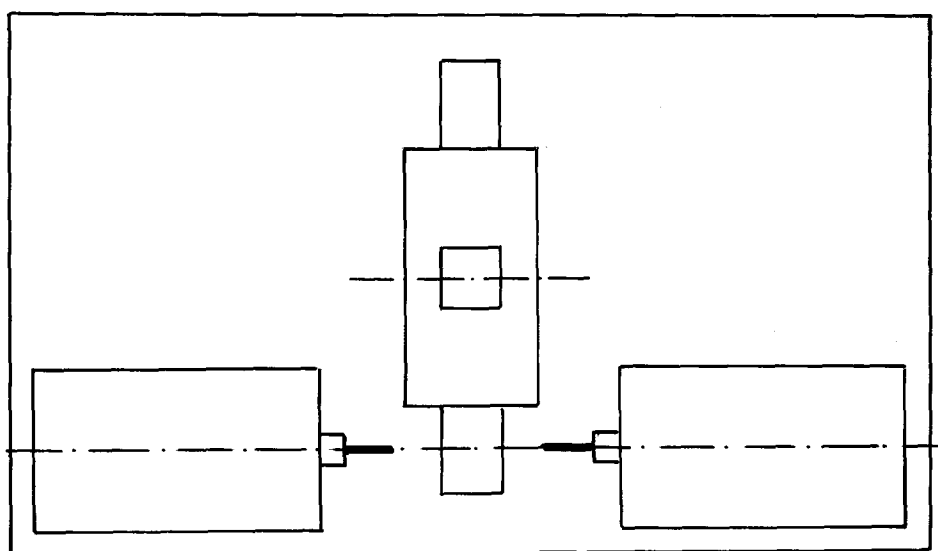
Do tejto skupiny patria obrábacie jednouchelové stroje s postupnou a súbežnou prácou obrábacích jednotiek.

Stroje tejto skupiny sú veľmi rozšírené a majú rozmanité zostavy. Je to tým, že na týchto strojoch je možné obrábať diery a plochy súčiastok, ktoré sú zastavené na obvode otočného stola.

Výhody : Stroje je možné prestavovať na obrábanie súčiastok rôznych veľkosti, je možný vyšší stupeň koncentrácie operácii a preto sú najvýkonnejšie.

C. Jednouchelové stroje s vodorovnou osou otáčania stola
(bubnu) (obr. č.3)

Obr. 3



Do tejto skupiny patria obrábacie stroje, ktorých jednotky pracujú súčasne a postupne. Sú často určené k obrábaniu rozsiahlej rady skriňových súčastí, pák, príložiek a ich konštrukcia počíta s možnosťou veľkého prestavovania.

Sú použiteľné pre súčiastky menších rozmerov a pre jednoduché postupy.

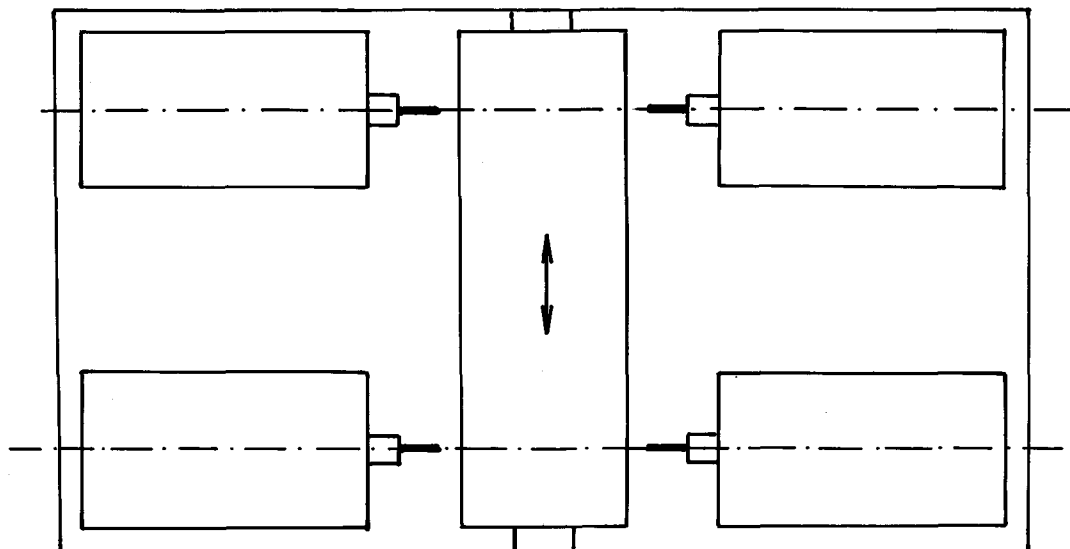
Výhody : Dovoľujú pomerne jednoducho obrábať súčasne z troch strán.

Nevýhody: Zvýšenie počtu obrábacích jednotiek zťažuje obsluhu stroja.

d/ Jednouúčelový stroj s priamočiarym pohybom stolu (obr. č.4)

Táto skupina strojov sa v strojárstve príliš neuplatňuje a to z dôvodu, že predchádzajúce typy pri rovnakej koncentrácii operácií zaberajú menšiu plochu. Sú použiteľné u súčiastok ak je potreba zvýšenej presnosti pri vyvrtávaní, frézovaní a podobných operácií.

Obr. 4



4.2. Výber vhodnej alternatívy

Porovnávaním výhod a nevýhod predošlých štyroch alternatív som sa rozhodol na základe konzultácii s prihliadnutím na súčiastkovú základňu pre alternatívu b, so zvislou osou otočného stola.

Uvedené riešenie zaberie malú plochu a umožní efektívne obrábať vybrané súčiastky na štvorbokom otočnom stole s obrobkami upnutím po jeho obvode.

4.3. Návrh riešenia a stručný popis vybranej alternatívy

Jednouúčelový stroj je určený podľa zadania podniku na vykonávanie dokončovacích operácií, ako je vŕtanie otvorov do Ø 5 a rezanie závitov do M6.

Pracovný cyklus bude poloaautomatický, obsluha jedným pracovníkom, ktorý bude vymieňať obrábané súčiastky a obsluhovať stroj. Zariadenie navrhujem zhotoviť v stojanovom prevedení so štvorpolohovým otočným stolom, dvoma vŕtacími jednotkami a jednou jednotkou závitoreznou. V štvrtej polohe bude výmena súčiastok.

Z hľadiska konštrukcie stroj riešim tak, aby jeho cena bola účinkom primeraná, a aby bol umožnený ľahký prístup k jednotlivým častiam pri jeho údržbe, oprave a hlavne pri výmene jednotlivých celkom a pri prestavovaní na iné dielce.

Jednouúčelový stroj bude pozostávať z nasledovných funkčných celkom /obr. 5/

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| - stojan | skupina 1 |
| - vŕtacia a zavŕtavacia jednotka | skupina 2 |

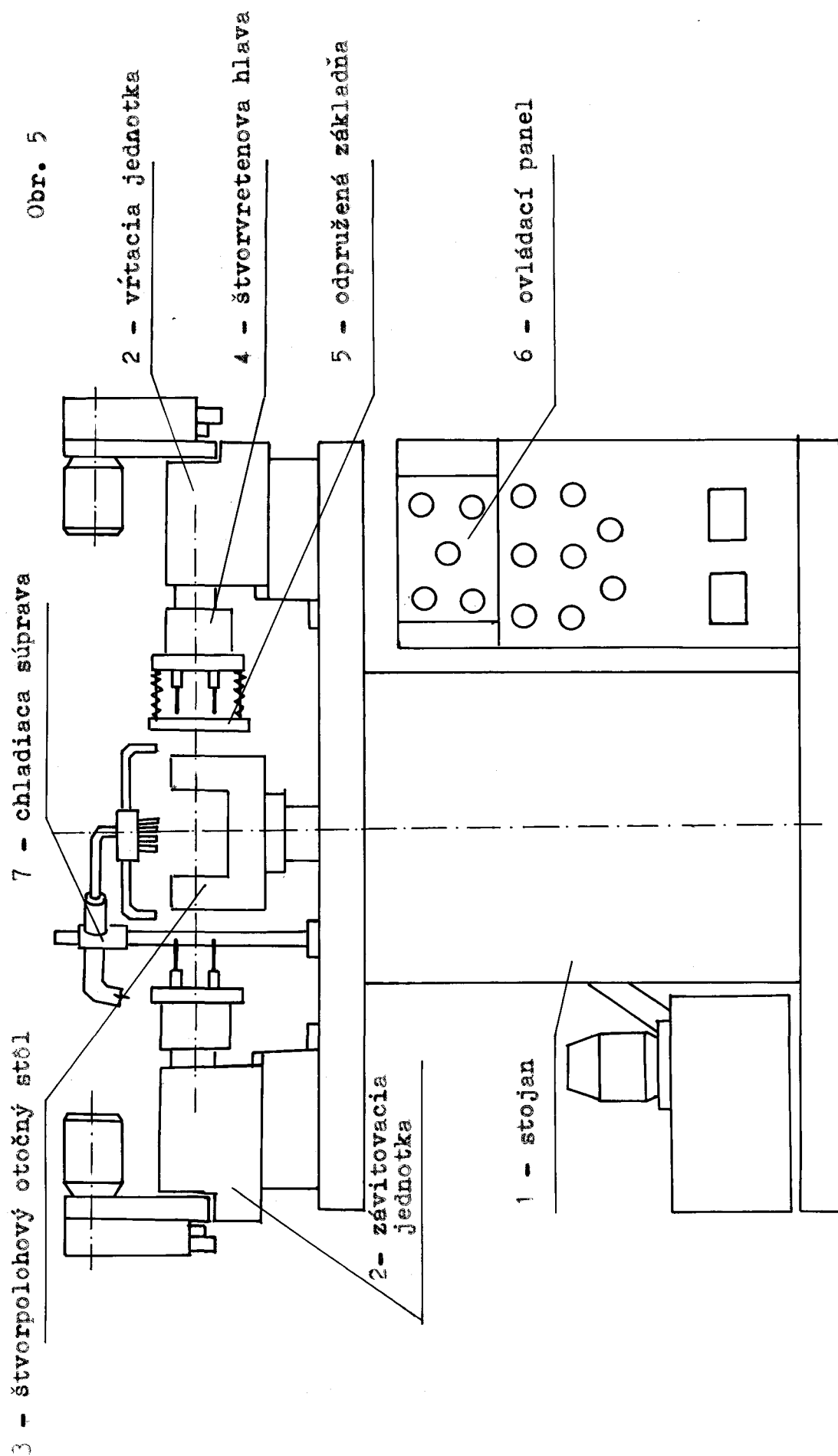


Schéma jednorúčelového stroja

- štvorpolohový otočný stôl	skupina 3
- štvorvretenová hlava	skupina 4
- odpružená základňa	skupina 5
- ovládací panel	skupina 6
- chladiaca sústava	skupina 7

4.3.1. Popis funkčných skupín

4.3.1.1. Stojan

Stojan jednúčelového stroja navrhujem z ekonomického dôvodu vyhotoviť ako zváranú skriňovú zostavu, aby bola dosiahnutá požadovaná tuhosť stroja. Liatinový stojan by značne zvýšil cenu stroja, a pri vŕtaní malých otvorov nie je predpoklad chvenia, ktoré liatina pohlcuje. Obvodový plášť skrine navrhujem vyhotoviť v tvare U, ohýbaním z plechu hrúbky 5 mm materiál 11373, vystuženého strednou stenou.

Na hornú časť obvodového plášťa skrine pre spevnenie privarím rám z plochej tyče 60x16 ČSN 42 55 22.1 - 11373.1, na ktorý bude pripevnený stôl. V dolnej časti plášťa privarím základnú dosku z plechu o rozmeroch 20x530x1110 - 11373 - ČSN 42 5310.01.

Na základnú dosku budú privarené pätky so staviacími skrutkami na ustavenie stroja do vodorovnej polohy.

4.3.1.2. Vŕtacia a závitovacia jednotka.

Na stroji použijem dve vŕtacie jednotky a jednu závitovaciu jednotku. V prípade, že nebude potreba rezania závitů, môže byť závitovacia jednotka použitá ako vŕtacia

jednotka.

Podrobný popis vrtacej jednotky je v kapitole 6.

4.3.1.3. Štvorpolohový otočný stôl.

Štvorpolohový otočný stôl zabezpečuje polohy obrábaných dielcov. Celý mechanizmus som umiestnil do vnútra stojanu a upevnil imbusovými skrutkami o stôl. Polohu som zabezpečil dvoma valcovými kolíkmi. Na hriadeľ otočného stola prechádzajúceho klzným ložiskom som upevnil štvorpolohový prípravok (kocku), na ktorej budú pomocou základných dosiek upevňované prípravky k obrábaniu jednotlivých dielcov. Otáčanie stola v štyroch polohách zabezpečujem krokovým el. motorom.

Po upnutí súčiastky a stlačením tlačítka štart zahájí sa pracovný cyklus jednotiek.

4.3.1.4. Štvorvretenová hlava

Štvorvretenová vrtacia hlava je upevnená pomocou upínacej časti na vrtacej jednotke, od ktorej je zabezpečený pohon vretien. Podrobný popis vretenovej hlavy je v kapitole 5.

4.3.1.5. Odpružená základňa

Otvory u menej presných obrábaných súčiastok môžeme vrtat' priamo. U náročnejších dielcov navrhujem pomocou odpruženej vrtacej dosky, ktorá nesie výmennú šablonu, v ktorej sú vrtacie púzdra (alebo vrtacie šablony priamo na prípravku). Odpruženú dosku som pomocou vodiacich púzdiar a vodiacich stípičkov, na ktorých sú pružiny, upevnil na prírubu vrtacej

hlavy.

Vrtacie vretená sa nastavlia oproti vrtacím púzdram tak, že odpruženú dosku stlačíme čo najbližšie ku klieštine a pomocou ramien vretena pevne utiahneme.

4.3.1.6. Ovládací panel

Ovládací panel predstavuje samostatnú skriňu, v ktorej budú umiestnené konštruktérom elektro všetky komponenty zdrojovej časti stroja a riadiace systémy krokového motora a vrtacích jednotiek. Pre každú funkciu jed nouúčelového stroja sú na panely tlačítka s označením činnosti.

4.3.1.7. Chladiaca sústava

Rezné nástroje navrhujem chladiť zo spoločného rozvodu chladiaceho média vrátane individuálnej regulácie toku na chladené miesto podľa potreby obrábaného dielca. Rozvod k tryskám som zabezpečil hadicou PVC. Pod otočným prípravkom je umiestnený zberač chladiacej kvapaliny, ktorá je odvádzaná do nádržky chladiacej kvapaliny cez zberač triesok.

5. KONŠTRUKČNÉ SPRACOVANIE VRTACEJ HLAVY

5.1. Rozbor koncepčných návrhov

Niekoľkovretenové vrtacie hlavy umožňujú obrábať na univerzálnych vrtacích strojoch niekoľkými nástrojmi súčasne. Podľa konštrukcie sa delia niekoľkovretenové hlavy na :

A/ univerzálne - umožňujú v určitom rozsahu nastavenie
pracovných vretien do žiadanej polohy

B/ špeciálne-pevné - sa navrhujú zvlášť pre každý obrobok ne-
možno ich použiť pre prácu na inom
obrobku

Princíp prestavovania vretien univerzálnych hláv je daný
spôsobom ich náhonu. Podľa toho rozlišujeme dve základné
skupiny vrtacích hláv.

1/ bezkíbové

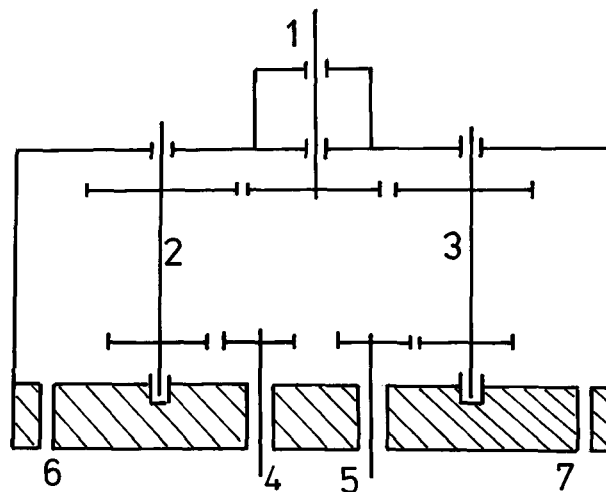
2/ kíbové

1/ vretená sú uložené v prestaviteľnom držáku a sú poháňané
priamo ozubenými kolami. Presná poloha vretien je zais-
tená prednou doskou, v ktorej sú diery pre uloženie
vrtáku. Skupina sa ďalej delí :

a/ náhon pomocou ozubených čelných kôl umiestnených vo výs-
tredníkovom púzdre (obr.6)

Hnací hriadeľ /1/ poháňa cez hriadele /2/ a /3/ vretená
/4/ a /5/, ktoré sú umiestnené v otočných púzdrach /6/
a /7/.

obr.6

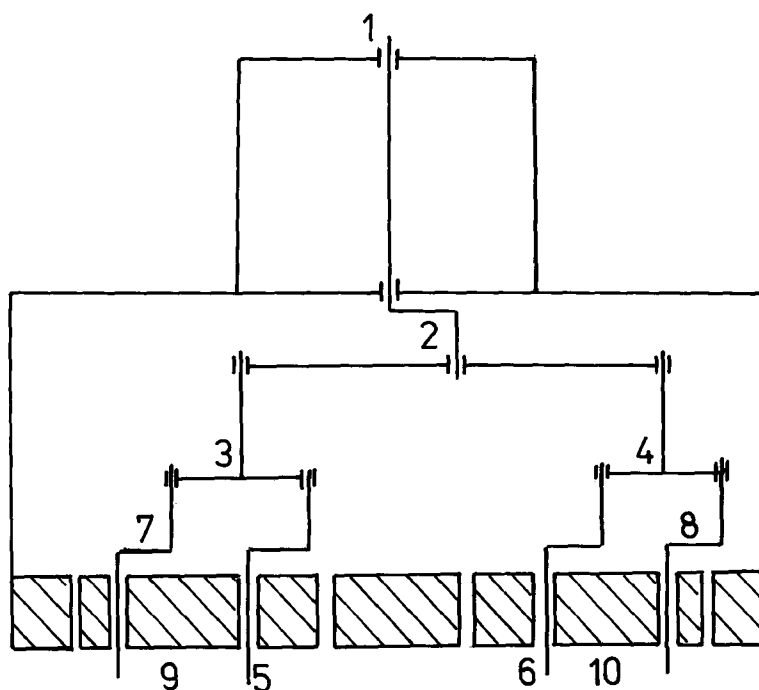


Výhody : kompaktnosť, jednoduchá výroba, osvedčená konštrukcia

Nevýhody : potreba ihlových ložísk, nutná presná výroba, pri väčšom počte vretien vyššia hmotnosť, väčšie rozmery

b/ Kľukový náhon vrtacích vretien (obr.7)

Obr. 7



Princíp plynulej prestavitelnosti vretien je rovnaký ako u prvej alternatívy. Rozdiel je len v inom spôsobe prenosu energie hnacieho hriadela na hnané vretená. Hnacia hriadel' /1/ poháňa cez páku /2/ a cez páky /3/ a /4/ kľuky vretien /5/ a /6/, ďalej kľuky pomocných hriadelí /7/ a /8/. Umiestnením pomocných hriadelí v otočných púzdrach /9/ a /10/

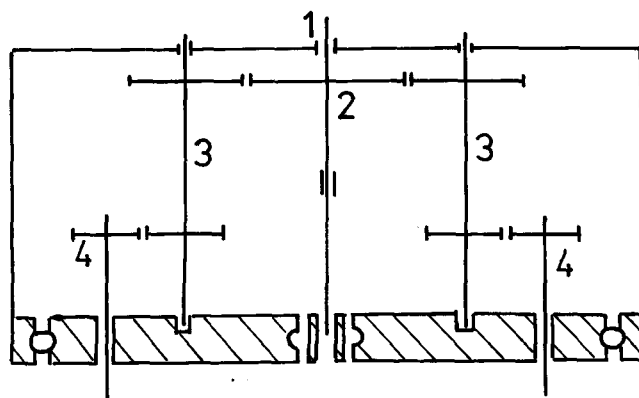
je zaistená prestavitelnosť vŕtacích vretien /5/ a /6/.

Výhody : možnosť prenosu M_K , čo umožňuje vŕtať otvory
o veľkých priemeroch

Nevýhody : možno vŕtať len otvory s väčšou roztečou, nemožno
vŕtať vysokými otáčkami, veľké geometrické rozmery

c/ Náhon výstredníkovými budienkami (obr.8)

Obr. 8



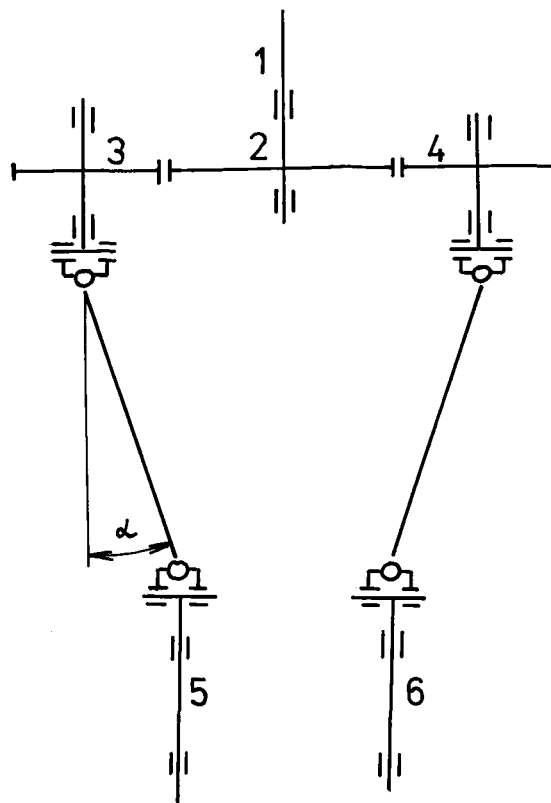
Otáčavý pohyb hnacích hriadeľ /1/ sa prenáša ozubeným
kolesom /2/ na ozubené dvojité kolá /3/. Ozubené dvojko-
lesie poháňa štyri ozubené kolá /4/, ktoré sú na vŕtacích
vretenách. Pootočením bubienky sa prevádza ručne, alebo
u väčších hláv šnekovým prevodom.

Výhody : možnosť prenosu väčších M_k , možnosť vŕtania otvorov s malými roztečmi

Nevýhody : náročnosť na mazanie, nemožno vŕtať vysokými otáčkami, veľké rozmery

2/ U kĺbových hláv (obr.9) sa krútiaci moment prenáša od náhonu na vreteno cez kĺby a teleskopické hriadele.

Obr. 9



Hnacia hriadeľ /1/ poháňa cez ozubené kolo /2/ ozubené kolá /3/ a /4/, ktoré cez kardanové hriadele, zložené z kĺbov poháňajú vŕtacie vretená /5/ a /6/.

Výhody : kĺbový hriadeľ znižuje namáhanie hriadelí, možnosť vŕtania otvorov s malými roztečmi, konštrukčná nená-

ročnosť, možnosť zostavenia vretien do ľubovoľných
obrazov, rýchle prestavenie

Nevýhody : pri vyšších otáčkach možnosť vzniku kmitania

5.2. Výber vhodnej alternatívy

Po zvážení všetkých výhod a nevýhod a s prihliadnutím
k požiadavkám podniku som sa rozhodol použiť kĺbovú vrta-
ciu hlavu.

Na podporu môjho rozhodnutia je aj tá kľúčnosť, že ich
využívanie sa stále rozširuje, čoho dôkazom je, že niektoré
podniky ako Škoda Plzeň, ITAS - Juhoslávia, MPA - Taliansko,
Covertný precision Ltd - Anglicko, ich vyrábajú celej typovej
rade od počtu vretien 4 - 24. Ich použitie je výhodné hlavne
v málo a strednosériovej výrobe, čo je typické pre výrobu
v ES Nitra.

5.3. Popis vrtacej hlavy

Vrtacia hlava sa skladá z dvoch častí :

kotvovej časti

upínacie púzdro

prevodný mechanizmus

Pomocou upínacieho púzdra je celá vrtacia hlava pripev-
nená k vrtacej jednotke. Spojenie je zabezpečené formou
zverného spojenia, pomocou dvoch imbusových skrutiek.
Kotvová časť je zložená z trubky, príruby a kruhovej dosky.
V kruhovej doske sú vyvrtané otvory, do ktorých sa ložiská
v ktorých sú uložené hriadele upevnia.

Medzi hlavnou hriadeľov a hriadeľami je pomocou čelných ozubených kôl so šikmými zubami zabezpečený stály prevod $i = 1,11$.

V prírubе je dookola vyfrézovaná drážka tvaru T. Vnejšie je umiestnených osem skrutiek, pomocou ktorých sú pripevnené štyri ramená. Do ramien sú uchytené vodiace púzdra.

U nich sú uložené vretená, na konci ktorých je otvor so závitom, do ktorého sa pripevnia klieštiny s vrtákom. Vretená sú v púzdračoch uložené pomocou ihlových ložísk. Axiálne sily sú zachytávané guľôčkami, ktoré sú uložené v púzdračoch a plnia funkciu ložiska.

Celá kótovaná časť je upínaciemu púzdrumu pripevnená.

Pripevnená je imbusovými skrutkami. Presná poloha pri montáži je zaistená dvoma strediacimi kolíkmi.

Spojenie medzi vrtacími vretenami a hriadeľami je zabezpečené pomocou teleskopických hriadeľí a pomocou kĺbov.

Prenos je zaistený kolíkmi, ktoré v prípade havárie (zlomený vrták) môžu slúžiť ako poistné členy.

5.4. Výpočet vrtacej hlavy.

5.4.1. Výpočet rezných síl.

Pre výpočet rezných síl som použil tabuľku č.3.

V Literatúre (1,2,3) sú dané vzťahy pre výpočet rezných síl pri vrtaní do daných materiálov (ocel, oceloliatina, hliník)

1/ Výpočet podľa Literatúry (1)

$$F_x = C_{Fx} \cdot D^{X_{Fx}} \cdot S^{Y_{Fx}} \quad (1)$$

$$F_z = C_{Fz} \cdot D^{X_{Fz}} \cdot S^{Y_{Fz}} \quad (2)$$

$$M_k = C_M \cdot D^{1+X_{Fz}} \cdot S^{Y_{Fz}} \quad (3)$$

2/ Výpočet podľa Literatúry (2)

$$S = S_d \cdot \frac{D}{2} \quad (4)$$

$$F_v = p \cdot S \quad (5)$$

$$M_k = F_v \cdot \frac{D}{2} \quad (6)$$

Prevedením výpočtou podľa vzťahov (1,2,3) napríklad pre

ocel ČSN 17029, $\sigma_{pt} = 750$ MPa, $s = 0,08$, $D = 5$ mm, $X_{Fz} = 0,9$,

$Y_{Fz} = 0,8$, $C_M = 338$. Vychádza krútiaci moment $M_k = 953,7 \cdot 10^{-3}$ Nm,

$F_z = 381,5$ N, $F_x = 261,3$ N,

Dosadením do vzťahov (4,5,6) kde $p = 2250$ MPa $D = 5$ mm, dostaneme

$S = 0,2$ mm², $F_v = 450$ N. Tieto hodnoty dosadíme do vzťahu (6)

a dostaneme $M_k = 1125$ Nmm.

5.4.2. Pevnostný výpočet.

5.4.2.1. Kontrola ozubených prevodov.

1/ výpočet rozmerov ozubených kôl

Vzťahy pre výpočet sú prevzaté z literatúry (3).

$$d = m_n \cdot z / \cos \beta \quad (7)$$

$$d_a = d + 2m_n \quad (8)$$

$$d_f = d - 2,5m_n \quad (9)$$

$$d_b = d \cdot \cos \alpha \quad (10)$$

Dosadením volených hodnôt : $z_1 = 20$, $z_2 = 18$

$$m = 1,5 \text{ mm}, \alpha_m = 25^\circ, \beta = 17^\circ 30'$$

do vzťahov 7,8,9,10 dostaneme : $d_{a2} = 31,3 \text{ mm}$, $d_{a1} = 34,4 \text{ mm}$

$$d_{f2} = 25,31 \quad d_{f1} = 28,46 \text{ mm}$$

$$d_2 = 28,31 \text{ mm} \quad d_1 = 31,46 \text{ mm}$$

2/ Výpočet súkolia - vzťahy sú prevzaté z literatúry /5,6/

a/Kontrola únosnosti päty zubu v ohybu

Súčiniteľ bezpečnosti proti porušeniu zubov únavovým

lomom :

$$S_F = \frac{\sigma_{Flim} \cdot Y_S \cdot Y_R \cdot Y_X}{\sigma_F} \quad (11)$$

Zrovnávacie ohybové napätie

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b \cdot m_n} \cdot Y_F \cdot Y_\xi \cdot Y_\beta \cdot K_F \quad (12)$$

$$K_F = K_I \cdot K_V \cdot K_F \cdot K_F \quad (13)$$

Prípustné ohybové napätie v päte zubu

$$\sigma_{Fp} = \frac{\sigma_{Flim}}{S_{Fmin}} \cdot Y_S \cdot Y_R \cdot Y_X \quad (14)$$

Ozubenie vyhovuje, ak platí pre pastorek aj kolo

$$\sigma_F \leq \sigma_{FP} \quad (15)$$

Vlastný výpočet : materiál bola ČSN 14 220, $R_m=790\text{MPa}$,

$\sigma_{Flim}=265\text{ MPa}$ materiál pastorku ČSN 11 600,
 $R_m=590\text{MPa}$, $\sigma_{Flim}=150\text{MPa}$ stupeň presnosti 6.

Zadané hodnoty : dosadzujeme hodnoty platné pre vrtanie do
 ocele vrtákom v priemere 5 mm, $M_K=958,7\text{Nmm}$,
 $n=1250\text{min}^{-1}$, $d_1=31,4\text{mm}$, $d_2=28,31\text{ mm}$, zvolen-
 á šírka ozubenia $b=13\text{ mm}$, modul $m=1,5\text{ mm}$,
 podľa literatúry (5,6) určíme hodnoty
 koeficientov.

$$Y_{S1}=1,08$$

$$Y_{S2}=1,09$$

$$Y_{F1}=2,8$$

$$Y_{F2}=2,9$$

$$Y_G = \epsilon_\alpha^{-1} = (1,472)^{-1} = 0,679$$

$$K_V=1,02$$

$$K_1=1,25$$

$$S_{Fmin}=1,5$$

$$K_F=1,03$$

$$Y=0,85$$

$$Y_H=1,12$$

$$K_{F2}=1,5$$

$$Y_X=1$$

Z rovnice rovnováhy na hriadeľi 1 a 2 pre veľkosť obvodovej
 sily platí

$$F_t = \frac{P}{v} = \frac{M_K}{r} = 68,12\text{ N} \quad (16)$$

Zo vzťahu (13) plynie

$$K_F = 1,25 \cdot 1,02 \cdot 1,5 \cdot 1,03 = 1,96$$

Dosadením vypočítaných a známych hodnôt do vzťahu (12)

dostaneme zrovnávané ohybové napätie pre ozubozok $\sigma_{H2} = 11,1 \text{ MPa}$
a ozubené kolo $\sigma_{F1} = 11,1 \text{ MPa}$.

súčiniteľ bezpečnosti vychádza podľa vzťahu (11) $S_{H1} = 20,8$
 $S_{H2} = 15,16$

ohybové napätie v pŕeh zuby vychádza podľa vzťahu (14)

$$\sigma_{H1} = 210,7 \text{ MPa} \quad \text{a} \quad \sigma_{H2} = 127,36$$

Záver : Vypočítané hodnoty spĺňajú podmienku (15)

ozubené kolo $(11,1 < 111,7) \text{ MPa}$

ozubozok $(11,1,08 < 130) \text{ MPa}$

b. kontrola dotykovej únosnosti zubov

súčiniteľ bezpečnosti

$$S_H = \frac{\sigma_{Hlim} \cdot Z_L \cdot Z_V \cdot Z_R \cdot Z_X}{\sigma_H} \quad (17)$$

zrovnávací dotykový tlak

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{F}{b \cdot d}} \cdot \frac{1}{\epsilon} \cdot Z_R \cdot Z_X \cdot Z_V \cdot \sqrt{\epsilon_H} \quad (18)$$

$$Z_\epsilon = \sqrt{\frac{\epsilon_H}{\epsilon_H \cdot \epsilon - (1-\nu) \cdot (1-\nu)}} \quad (19)$$

súčiniteľ príčinných účinkov

$$k_H \cdot k_\epsilon \cdot k_\nu \cdot k_\beta \cdot k_\gamma$$

prípadové kontaktné napätie na povrchu spoľasť 0,1 MPa

zubov zubov

$$\sigma_{H1} = \frac{\sigma_{Hlim}}{\sigma_{Hlim}} \cdot Z_L \cdot Z_V \cdot Z_R \cdot Z_X$$

Ozubenie vyhovuje, ak platí pre pastorok aj kolo

$$\sigma_H \leq \sigma_{HP} \quad (12)$$

Zadané hodnoty : dosadzujeme hodnoty platné pre vrtanie do ocele vrtákom priemeru 5mm, $F_t = 68,13\text{N}$, $n = 1250\text{min}^{-1}$, $d_1 = 31,1\text{mm}$, $d_2 = 26,31\text{mm}$, zvolená šírka ozubení $b = 15\text{mm}$, $m = 1,2$, $i = 1,11$, podľa literatúry (6) určíme hodnoty súčiniteľov $Z_m = 259,6 \sqrt{\text{MPa}}$, $Z_H = 1,71$, $\xi_B = 0,82$ podľa vzťahu (19) je $\xi = 0,56$, $K_I = 1,25$, $k_H = 1,28$, $k_H = 1,04$, $K_V = 1,2$, $Z_{I1} = Z_{I2} = 1$, $Z_{V1} = 0,96$, $Z_{V2} = 0,93$, $Z_\beta = 0,98$, $Z_\alpha = 1$ a časová kontaktná pevnosť pre kolo $\sigma_{Hlim} = 1430\text{MPa}$ pre pastorok $\sigma_{Hlim} = 570\text{MPa}$

Zo vzťahu (20) plynie

$$K_H = 1,25 \cdot 1,02 \cdot 1,04 \cdot 1,28 = 1,69$$

Dosadením daných hodnôt do vzťahu (18) vychádza zrcznévaci dotykovi tlak $\sigma_H = 271,9\text{MPa}$

Súčiniteľ bezpečnosti proti tvorbe pittingov vychádza zo vzťahu (17) $S_{H1} = 4,94$ a $S_{H2} = 1,74$

Prípustné kontaktné napätie na povrchu spoluzaberajúceho hoku zubu vychádza zo vzťahu (21)

$$\sigma_{HP1} = 896,9\text{MPa} \quad \text{a} \quad \sigma_{HP2} = 315,9\text{MPa}$$

Záver : Vypočítané hodnoty spĺňajú podmienku (22)

$$\sigma_H < \sigma_{HP}$$

5.4.2.2. Výpočet ložísk.

Výpočet je prevádzaný pre prípad vrtania ocele vrtákom priemeru $d=5\text{mm}$, pre dobu prevádzky ložísk $L_h=20\ 000\ \text{h}$.

Pri tejto kombinácii materiálu a nástroja dochádza k maximálnemu namáhaniu ložísk. Zvýšenie otáčok pri inom režime je sprevádzané takým poklesom rezných síl, že výsledná trvanlivosť ložísk bude vždy vyššia, ako pri vrtaní ocele vrtákom $\varnothing d=5\text{mm}$.

Pri výpočte uvažujeme radiálnu - F_r , tečnú - F_t a axiálnu silu F_a . Na ich výpočet platia vzťahy

$$F_t = \frac{M_k}{r} \quad (23)$$

$$F_r = F_t \cdot \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} \quad (24)$$

$$F_a = F_t \cdot \tan \beta \quad (25)$$

Po dosadení do vzťahov (23), (24), (25) dostaneme

$$F_r = 32,8\ \text{N}$$

$$F_a = 20,9\ \text{N}$$

$$F_t = 67,12\ \text{N}$$

Dané rozmery uloženia hriadele (viď obr. 10)

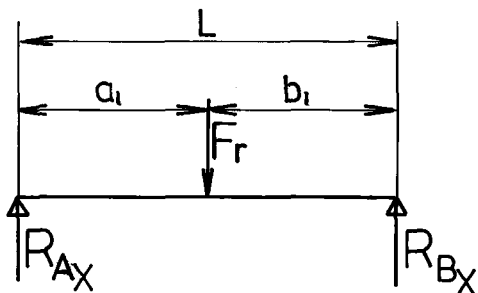
$$L = 24\text{mm}, a_1 = b_1 = 12\text{mm}$$

Rovnica rovnováhy pre dané uloženie v smere X:

$$R_{AX} + R_{BX} = F_r$$

Obr. 10

Momentová rovnováha k bodu A



$$R_{Bx} \cdot L = F_r \cdot a_1$$

$$R_{Bx} = F_r \cdot \frac{1}{2}$$

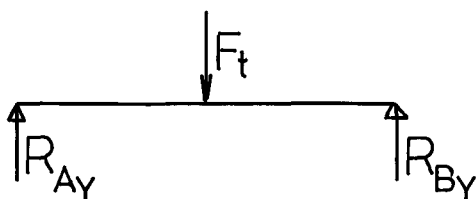
Po dosadení hodnôt dostaneme $R_{Bx} = R_{Ax} = 16,4 \text{ N}$.

Rovnica rovnováhy v smere Y (obr. 11)

$$R_{Ay} + R_{By} = F_y$$

Obr. 11

Momentová rovnováha k bodu A



$$R_{By} \cdot L = F_t \cdot a_1$$

$$R_{By} = F_t \cdot \frac{1}{2}$$

Po dosadení hodnôt dostaneme $R_{By} = R_{Ay} = 33,56 \text{ N}$

Celkové reakcie v ložiskách $R_A = R_B = 37,35 \text{ N}$

Dynamické ekvivalentné zaťaženie radiálnych guľčkových ložísk je

$$F_e = V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (26)$$

pričom platí $F_r = R_{A,B}$

Súčiniteľ V sa určí podľa spôsobu radiálneho zaťaženia vnútorného krúžku ložiska. Súčinitele X a Y sa určia v závislosti na veľkosť pomeru

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} \quad (27)$$

Z rovnice trvanlivosti ložiska

$$L_h = \frac{16\,667}{n} \cdot \left(\frac{C}{F_e} \right)^{\frac{M}{3}} \quad (28)$$

určíme dynamickú únosnosť C (životnosť si zvolím $L_h = 20000h$).

Podľa literatúry /7/ sú súčinitele takéto :

$$v=1, x=0,56, y=1,45$$

Ekvivalentné zaťaženie $F_e = 51,22 \text{ N}$

Podľa vzťahu (28) vyšla dynamická únosnosť :

$$C = 586,8 \text{ N}$$

Z literatúry /7/ volím ložisko typ 609 s týmito rozmermi :

$$d = 9 \text{ mm}$$

$$D = 24 \text{ mm}$$

$$B = 7 \text{ mm}$$

$$r = 0,5 \text{ mm}$$

$$n_{\max} = 25\,000 \text{ ot/min}$$

Kontrola pera a kolíkov

U hriadelových pier vykonávame kontrolný výpočet na otláčenie. Pre výpočet tlaku možno odvodiť vzťah (literatúra 3):

$$P = \frac{F}{S} = \frac{4 \cdot M_k}{d \cdot l \cdot h} \quad (29)$$

Ďalej platí podmienka

$$P \leq P_D \quad (30)$$

Dovolený tlak je uvedený v literatúre (3) pre ocel $P_D = 80 \text{ MPa}$.

Rozmery pera sú $h = 3 \text{ mm}$, $l = 10 \text{ mm}$,

Po dosadení vyšiel tlak $P = 14,2 \text{ MPa}$

Záver : Vypočítaná hodnota tlaku spĺňa podmienku (30) - navrhnuté pero vyhovuje.

Valcové kolíky na hriadeli a na teloskope sú namáhané na strih. Pre veľkosť smykového napätia môžeme odvodiť vzťah :

$$\tau = \frac{F}{S} = \frac{\sqrt{F_X^2 + F_Z^2}}{S} = \frac{\sqrt{F_X^2 + \left(\frac{M_k}{dh}\right)^2}}{\frac{dk}{4}} \quad (31)$$

Dané hodnoty : $M_k = 953,7 \text{ Nmm}$, $F_k = 261,3 \text{ N}$, $d_h = 8 \text{ mm}$, $d_k = 3 \text{ mm}$

Materiál kolíku : ocel ČSN 11 500 - $\tau_k = 170 \text{ MPa}$

Dosažením do vzťahu (3) vypočítané smykové napětí $\tau = 127,6 \text{ MPa}$

a zo vzťahu $k_\tau = \frac{\tau_k}{\tau} = 1,33$

Záver : Vypočítaná bezpečnosť zaručuje spoľahlivé spojenie

hriadele s teleskopom a púzdom vrtáku. V prípade navárie (zlomený vrták) môžeme kolík použiť ako poistný člen.

Návrh a kontrola hriadele. (obr. 13)

Pri predbežnom návrhu priemeru hriadele sa obvykle uvažuje len zaťaženie krútiacim momentom. Pre priemer platí vzťah

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k}{\tau}} \quad (22)$$

Pre výpočet smykového napätia platí

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} \quad (23)$$

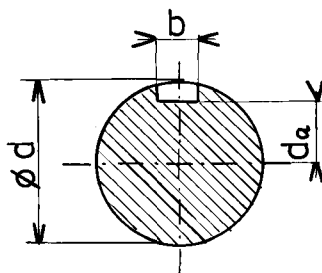
Modul prierezu v krute W_k pre hriadeľ kruhového prierezu vypočítane podľa literatúry [12]

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad (24)$$

Pre výpočet W_k kruhového prierezu s drážkou o rozmeroch b, t (viď. obr. 12) je v literatúre [12] uvedený vzťah

$$W_{kd} = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t \cdot (t-d)^2}{2d} \quad (25)$$

obr. 12



Pre bezpečnú činnosť hriadeľa namáhaného krutom platí podmienka

$$\tau = \tau_D \quad (36)$$

kde τ_D vypočítame zo vzťahu :

$$\tau_D = \frac{\tau_k}{k_\tau} \quad (37)$$

Pre výpočet τ_k príslušného materiálu platí pre ocele

$$k_\tau = \sqrt{\frac{Re}{3}} \quad (38)$$

Bezpečnosť

$$k_\tau = \frac{\tau_k}{\tau} \quad (39)$$

Pre bezpečnosť musí platiť

$$k_\tau > 1 \quad (40)$$

Ak je na hriadeľi umiestnené hnacie, alebo hnané kolo je hriadeľ namáhaný striedavým ohybovým napätím :

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \quad (41)$$

Modul prierezu v ohybe pre kruhový prierez sa vypočíta

$$W_o = \frac{\pi d^3}{32} \quad (42)$$

Ohybový moment $M_o = R_{A, B} \cdot X$ (43)

Podľa literatúry [11] platí, že moment zotrvačnosti kruhu

$$I_{xo} = \frac{\pi d^4}{64}, \text{ obdĺžniku } I_{x\Box} = \frac{b \cdot t^3}{12}$$

Použitím Steinerovej vety

$$I_{xc} = I_{xo} + (I_{x\Box} + S_{\Box} \cdot a_{\Box}^2)$$

Dosadením dostaneme

$$I_{xc} = \frac{\pi d^4}{64} \left[\frac{bt^3}{12} + bt \left(\frac{d}{2} - \frac{t}{2} \right)^2 \right] \quad (44)$$

$$\text{Ďalej platí } W_{od} = \frac{2I_{xc}}{d} \quad (45)$$

Dosadením do vzťahu (45) získaváme

$$W_{od} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt^3}{6d} - \frac{bt(d-t)^2}{2 \cdot d}$$

Pre bezpečnú činnosť hriadeľa namáhaného striedavým ohybovým napätím musí platiť podmienka

$$\sigma_o \leq \sigma_{co} \quad (46)$$

Skutočná medza únavy u súčastí s vrubom namáhaných striedavým ohybom je daná vzťahom

$$\sigma_{co}^* = \frac{\sigma_{co} \cdot \eta}{\beta} \cdot V_{\sigma} \quad (47)$$

$$\sigma_{co} = 0,45 \text{ Rm}$$

Vrubový súčiniteľ β podľa Lejkina a Serencena vychádza zo vzorca

(48)

$$= \lambda_{\alpha} =$$

významy mají: $\lambda_{\alpha} = \lambda_{\alpha}^{\alpha}$

pro každou α platí, že množina $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ je

$$\lambda_{\alpha}^{\alpha} = \frac{\pi_{\alpha}^{\alpha}}{\alpha} \cdot \text{oblasti} \lambda_{\alpha}^{\alpha} \square$$

pro každou množinu $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ platí

$$\lambda_{\alpha}^{\alpha} = \lambda_{\alpha}^{\alpha} \square \lambda_{\alpha}^{\alpha} \square \lambda_{\alpha}^{\alpha} \square \lambda_{\alpha}^{\alpha}$$

pro každou množinu

$$\lambda_{\alpha}^{\alpha} = \frac{\pi_{\alpha}^{\alpha}}{\alpha} \left[\lambda_{\alpha}^{\alpha} \square \lambda_{\alpha}^{\alpha} \square \lambda_{\alpha}^{\alpha} \square \lambda_{\alpha}^{\alpha} \right]$$

pro každou množinu $\lambda_{\alpha}^{\alpha} = \frac{\pi_{\alpha}^{\alpha}}{\alpha}$

pro každou množinu $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ platí

$$\lambda_{\alpha}^{\alpha} = \frac{\pi_{\alpha}^{\alpha}}{\alpha} \cdot \frac{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}{\lambda_{\alpha}^{\alpha}} \cdot \frac{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}$$

pro každou množinu $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ platí, že množina $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ je

$$\lambda_{\alpha}^{\alpha} \leq \lambda_{\alpha}^{\alpha}$$

pro každou množinu $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ platí, že množina $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ je

$$\lambda_{\alpha}^{\alpha} = \frac{\pi_{\alpha}^{\alpha}}{\alpha} \cdot \frac{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}{\lambda_{\alpha}^{\alpha}} \cdot \frac{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}$$

$$\lambda_{\alpha}^{\alpha} = \frac{\pi_{\alpha}^{\alpha}}{\alpha} \cdot \frac{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}{\lambda_{\alpha}^{\alpha}} \cdot \frac{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}{\lambda_{\alpha}^{\alpha}}$$

pro každou množinu $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ platí, že množina $\lambda_{\alpha}^{\alpha}$ je

Ohybový moment $M_o = R_{A,B} \cdot X$ (43)

Podľa literatúry [11] platí, že moment zotrvačnosti kruhu

$$I_{xo} = \frac{\pi d^4}{64}, \text{ obdĺžniku } I_{x\Box} = \frac{b \cdot t^3}{12}$$

Použitím Steinerovej vety

$$I_{xc} = I_{xo} - (I_{x\Box} + S_{\Box} \cdot a_{\Box}^2)$$

Dosadením dostaneme

$$I_{xc} = \frac{\pi d^4}{64} - \left[\frac{bt^3}{12} + bt \left(\frac{d}{2} - \frac{t}{2} \right)^2 \right] \quad (44)$$

Ďalej platí $W_{od} = \frac{2I_{xc}}{d}$ (45)

Dosadením do vzťahu (45) získaváme

$$W_{od} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt^3}{bd} - \frac{bt(d-t)^2}{2 \cdot d}$$

Pre bezpečnú činnosť hriadela namáhaného striedavým ohybovým napätím musí platiť podmienka

$$\sigma_o \leq \sigma_D \quad (46)$$

Skutočná medza únavy u súčasti s vrubom namáhanej striedavým ohybom je daná vzťahom

$$\sigma_{co}^* = \frac{\sigma_{co} \cdot \eta}{\beta} \cdot V_{\sigma} \quad (47)$$

$$\sigma_{co} = 0,43 \cdot R_m$$

Vrubový súčiniteľ β podľa Lejkina a Serensena vychádza zo vzorca

(48)

$$\beta = 1 + q \cdot (\alpha - 1)$$

$$q = 0,5 \cdot (q_1 + q_2)$$

alebo ho možno určiť podľa literatúry /5/

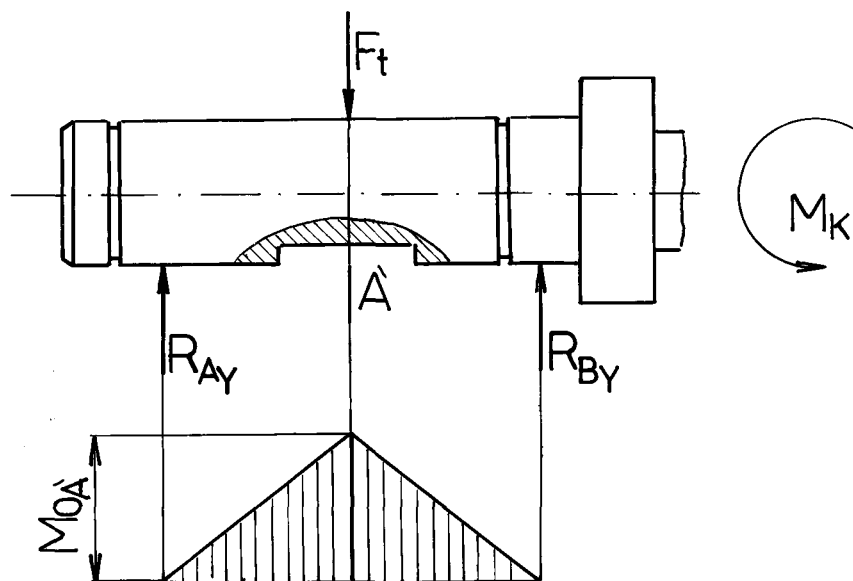
Bezpečnosť

$$K_{\sigma} = \frac{\sigma_{co}^*}{\sigma_D} \quad (49)$$

celková bezpečnosť

$$K = \frac{k_{\sigma} \cdot k_{\tau}}{k_{\sigma}^2 + k_{\tau}^2} \quad (50)$$

obr. 13



Dané hodnoty : pre materiál 12 060.6 - $R_m = \sigma_{pt} = 720 \text{ MPa}$,

$R_e = 555 \text{ MPa}$, $\sigma_{co} = 350 \text{ MPa}$, $M_k = 0,954 \text{ Nm}$

$W_{kA} = 130,3 \text{ mm}^3$, $W_{oA} = 58,7 \text{ mm}^3$, pero 3e7x20x10

ČSN 02 25 62, $R_A = R_B$ podľa literatúry /6,11/

určíme hodnoty súčiniteľov $\eta = 0,89$, $\nu_{\sigma} = 1,2$,

$\beta = 2,0$.

Šmykové napätie je po dosadení do vzťahu (33)

$$\tau = \frac{Mk}{W_{kA}} = 7,32 \text{ MPa}$$

Vypočítaná bezpečnosť podľa vzťahu (39) $k_{\tau} = 24,3$

Po dosadení do vzťahu (41) vypočítame veľkosť ohybového napätia $\sigma_o = 6,97 \text{ MPa}$

Dosadením hodnôt $\sigma_{co}, \alpha, \nu_{\sigma}, \beta$, do vzťahu (47) dostaneme veľkosť skutočnej medze únavy $\sigma_{cd} = 189 \text{ MPa}$

Ďalej podľa vzťahov (49) a (50) dostaneme dielčiu bezpečnosť $k_{\sigma} = 27,1$

Výsledná bezpečnosť $k = 18,1$

6. KONŠTRUKČNÉ SPRACOVANIE VRTACEJ JEDNOTKY

6.1. Rozbor koncepčných návrhov

Vrtacie jednotky sa vyrábajú vo veľkom počte rôznych typov a princípov riešenia.

Podľa uloženia pracovného vretena v telese rozoznávame jednotky :

1. s výsuvným vretenom
2. saňové - s pracovným vretenom, v ktorom sa priamo upína nástroj
- s hriadelom pre pripevnenie vrtacej hlavy

Podľa zariadenia, ktorým sa nástroj posúva, rozoznávame vrtacie jednotky :

1. ručné
2. mechanické
3. hydraulické
4. vzduchové

Nakoľko u JUS sa ručné posúvanie nepoužíva, bolo by možné použiť niektoré z ďalších zariadení. Avšak vzhľadom na požiadavky podniku v zadaní - jednoduchosť, finančná nenáročnosť - som vylúčil hydraulické a vzduchové zariadenia. V prípade ich použitia by pribudli ďalšie zariadenia (agregáty, servoventily), bolo by nutné vytvoriť ovládacie okruhy. Tým by sa podstatne skomplikoval celý JUS.

Mechanické vrtacie jednotky sa delia podľa spôsobu posuvu na skrutkové
vačkové

Skrutkové vŕtacie jednotky sa používajú pre najväčšie osové a najdlhšie zdvihy. Skrutkovou jednotkou možno tiež vŕtať napr. hlboké diery. Pre túto prácu je nutné upraviť riadenie jednotky a jej časť narážkami. Podľa toho, akým spôsobom sa poháňa pohybová skrutka, rozoznávame tri druhy jednotiek :

1. s pohonom pohybovej skrutky odvodeným od pracovného vretena
2. s pohonom pre pracovný posuv od pracovného vretena, pre rýchloposuv a späť je pohon odvodený od samostatného motora
3. s pohonom pohybového šroubu pre rýchloposuv aj pracovný posuv od posuvovej jednotky

Vŕtacie jednotky s vačkovým posuvom do rezu sú jednoduchšej konštrukcie a spoľahlivé v prevádzke. Vačkou sa dosahuje rýchloposuv vpred, pracovného posuvu a rýchleho pohybu vzad. Tvarom vačky možno meniť rýchlosť pracovného posuvu počas pracovného cyklu a dosiahnuť tiež až trojnásobného vyprázdnenia vŕtacej diery. Podľa tvaru vačky sa vyrábajú jednotky s vačkou :

- a/ bočnou
- b/ čelnou
- c/ bubnovou

Najviac sú rozšírené jednotky s vačkou bočnou a čelnou.

Vŕtacie jednotky s vačkovým posuvom sa väčšinou vyrábajú s výsuvným púzdom (obr. 14), alebo ako posuvová jednotka

Skrutkové vrtacie jednotky sa používajú pre najväčšie osové a najdlhšie zdvihy. Skrutkovou jednotkou možno tiež vrtat napr. hlboké diery. Pre túto prácu je nutné upraviť riadenie jednotky a jej časť narážkami. Podľa toho, akým spôsobom sa poháňa pohybová skrutka, rozoznávame tri druhy jednotiek :

1. s pohonom pohybovej skrutky odvodeným od pracovného vretena
2. s pohonom pre pracovný posuv od pracovného vretena, pre rýchloposuv a späť je pohon odvodený od samostatného motora
3. s pohonom pohybového šroubu pre rýchloposuv aj pracovný posuv od posuvovej jednotky

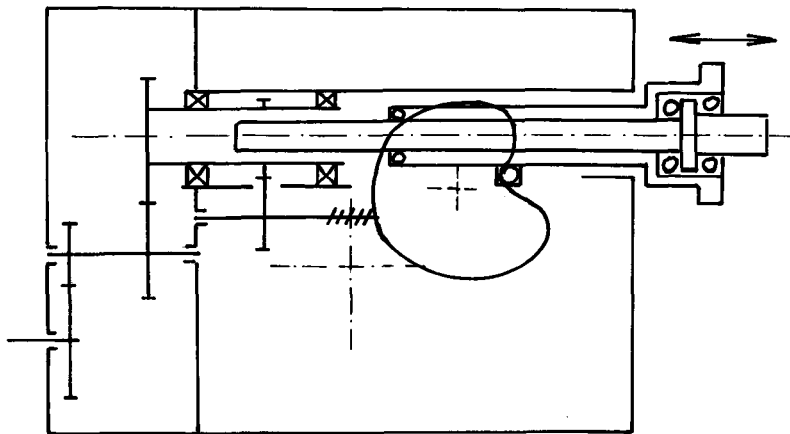
Vrtacie jednotky s vačkovým posuvom do rezu sú jednoduchšej konštrukcie a spoľahlivé v prevádzke. Vačkou sa dosahuje rýchloposuv vpred, pracovného posuvu a rýchleho pohybu vzad. Tvarom vačky možno meniť rýchlosť pracovného posuvu počas pracovného cyklu a dosiahnuť tiež až trojnásobného vyprázdnenia vrtacej diery. Podľa tvaru vačky sa vyrábajú jednotky s vačkou :

- a/ bočnou
- b/ čelnou
- c/ bubnovou

Najviac sú rozšírené jednotky s vačkou bočnou a čelnou.

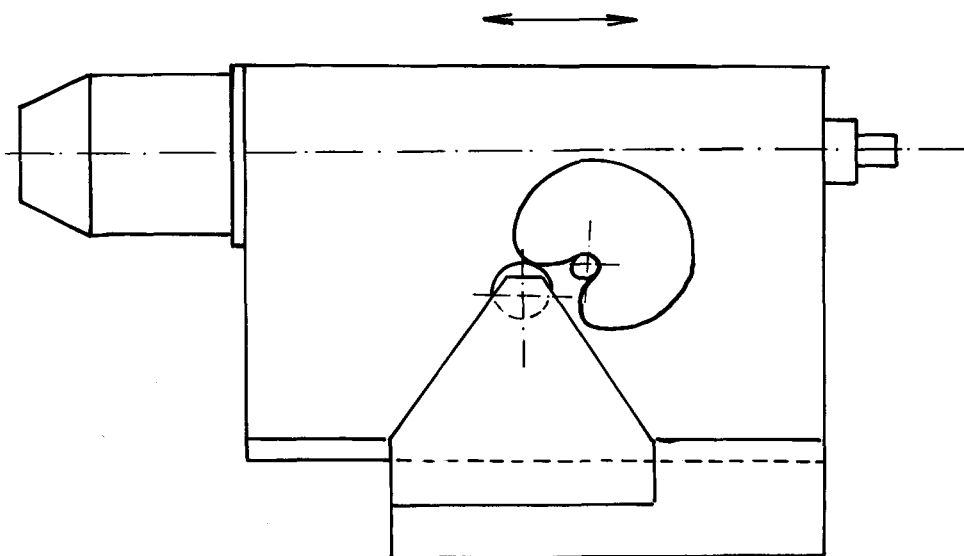
Vrtacie jednotky s vačkovým posuvom sa väčšinou vyrábajú s výsuvným púzdom (obr. 14), alebo ako posuvová jednotka

Obr. 14



s vřtací hlavou (obr. 15)

Obr. 15

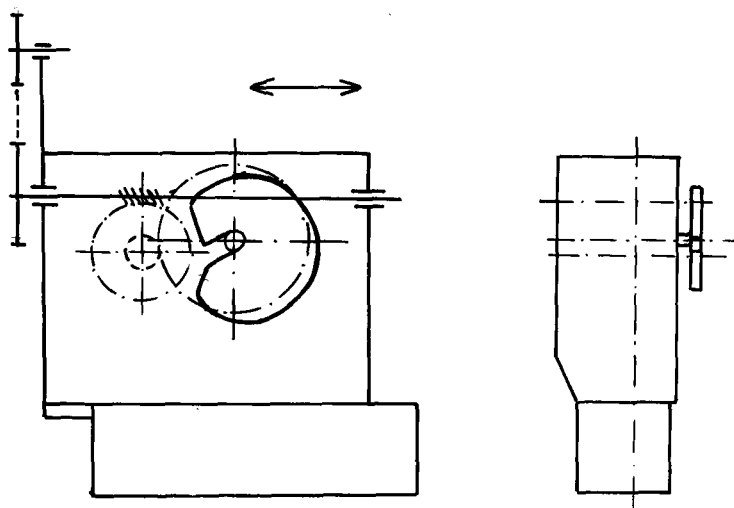


6.2. Výber vhodnej alternatívy

Po zvážení všetkých okolností a vzhľadom k požiadavkám podniku použiť vŕtacíu jednotku s vačkovým posuvom, seňového typu.

6.3. Popis vrtacej jednotky (obr. 16)

Obr. 16



Pohon vrtacej jednotky bude zabezpečovať elektromotor s prírubou typ 3APJC-80-2s, o výkone 750W, otáčkach 2840 ot/min, 220 V, 50 Hz. Motor upevníť na posuvovej časti pomocou nosného strmeňa.

Zmenu otáčok vretena zabezpečím dvojstupňovými remenicami s klinovými remeňmi. Pohon vačky zabezpečím od vretena cez šnekový prevod v kombinácii s jednostupňovým čelným prevodom umiestneným v posuvnej časti jednotky. Posuv jednotky bude spôsobený odtláčaním vačky od opornej dosky, na ktorej bude guľíčkové ložisko. Doska bude pripevnená k pevnej časti, ktorá je spojená so stolom doskového typu.

Úvrate posuvnej jednotky zabezpečím staviteľnými narážkami upevnenými na vačkách cez mikrospínač.

U závitovej jednotky je cyklus obdobný ako u vrtacej jednotky s tým rozdielom, že v prednej polohe po narezaní závitú narážka vačky zabezpečí reverzáciu a jednotka sa vráti do východzej

polohy, v ktorej sa zastaví.

Na jednotlivé stúpania závitov musia byť vyhotovené výmenné vačky.

6.4. Výpočet vrtacej jednotky

6.4.1. Výpočet motora

Výkon potrebný pre hlavný rezný pohyb je u jednoúčelových strojov určených pre jeden druh operácie podľa literatúry // //

$$P = \frac{F_z \cdot V}{1000 \cdot \eta_m \cdot k_p} \quad (51)$$

Pre štvorvretenovú hlavu je výkon

$$P_v = 4P \quad (52)$$

Keďže vrtacia jednotka je saňového typu, bude celkový výkon daný vzťahom

$$P_c = P_v + P_p \quad (53)$$

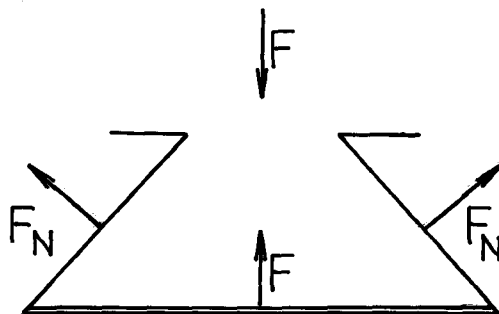
Výkon potrebný na posuv - P_p - je podľa literatúry /13/ daný vzťahom

$$P_p = \frac{F_p \cdot V}{1000 \cdot \eta_m \cdot k_p} \quad (54)$$

$$F_p = F_a + \sum F_i \cdot f_i \quad (55)$$

Použité vedenie je rybinového tvaru. Je potrebné spraviť rozklad síl (viď obr. 17) na bokoch vedenia.

Obr. 17



Potom bude platiť

$$\sum f_i \cdot F_i = f \cdot (F + 2F_N) \quad (56)$$

$$F_i = F \cdot \sin \beta \quad (57)$$

Dané hodnoty : $F=150\text{N}$, $F_z=381,5\text{N}$, $F_a=261,3\text{N}$, $\beta=55^\circ$

$$f=0,1, \eta_m=0,92, k_p=1,1$$

Po dosadení hodnôt vzťahov (41 - 47) vyšiel celkový potrebný výkon

$$P_c = 620,3 \text{ W}$$

Z literatúry /5/ som určil motor s typovým označením 3AP 80-2s, prírubový tvar M 301, výkonu 750 W, otáčkach $n=2840 \text{ ot/min}^{-1}$

6.4.2. Výpočet remeníc

Vzhľadom na rozsah používaných otáčok $n=(1100+3200)\text{min}^{-1}$ určených pre vybrané súčiastky podľa literatúry /9/ je nutné použiť viac stupňov remeníc, ktorých prevodové pomery sú uvedené v tabuľke č.4 . Pre výpočet som použil remenice s prevodmi $i_1=2,53$ a $i_2=1,94$.

Postup výpočtu remeňového prevodu /literatúra 6/

Zo zadaných hodnôt : výkon motoru P , frekvencia otáčania hnacej remenice n_d a hnanej remenice n_D sa :

a/ určí prevodový pomer i

$$i = \frac{n_d}{n_D} \quad (58)$$

b/ z tabuliek sa určí sklz remeňa

c/ Priemer hnacej remenice d_p sa zvolí. Pre priemer hnanej remenice platí vzťah

$$D_p = id_p (1 - \nu) \quad (59)$$

d/ určí sa predbežná osová vzdialenosť A

$$0,7 (D_p + d_p) < A \quad (60)$$

$$2 (D_p + d_p) > A \quad (61)$$

e/ určí sa uhol opásania na malej remenici

$$\alpha_D = \pi - \beta \quad /rad/ \quad (62)$$

$$\beta = 2 \cdot \arcsin \frac{D_p - d_p}{2A} \quad (63)$$

f/ stanoví sa výpočtová dĺžka remeňa

$$L_p = 2A \cos \frac{\beta}{2} + 0,5 \cdot \pi (D_p + d_p) + \beta (D_p - d_p) \quad (64)$$

g/ podľa tabuliek sa zistí súčiniteľ prevádzkového zaťaženia C_2 , spočíta sa výpočtový výkon

$$P_v = P \cdot C_2 \quad (65)$$

a zvolí sa podľa diagramu prierez remeňa

h/ podľa tabuliek sa stanoví dĺžka remeňa L_i

i/ stanoví sa skutočná osová vzdialenosť A

$$A = p + \sqrt{p^2 - q} \quad (66)$$

$$p = 0,25L_p - 0,393 (D_p + d_p) \quad (67)$$

$$q = 0,125 (D_p - d_p)^2 \quad (68)$$

j/ zistia sa súčinitele C_1 , C_3 a určí sa počet klinových remeňov

$$z = \frac{P \cdot C_2}{P_r \cdot C_1 \cdot C_3} \quad (69)$$

Výpočet remenice

Dané hodnoty : $P = 750 \text{ W}$

$$n_{d1} = n_{d2} = 2840 \text{ ot/min}^{-1}$$

$$n_{D1} = 1130 \text{ ot/min}^{-1} \quad n_{D2} = 1682 \text{ ot/min}^{-1}$$

$$a/ i_1 = 2,53 \quad i_2 = 1,7$$

$$b/ \nu = 0,01$$

$$c/ d_{p1} = 50 \text{ mm}$$

$$D_{p1} = 125,24 \text{ mm}$$

$$d/ A_1 = 130 \text{ mm}$$

$$e/ \alpha_{D1} = 2,55$$

$$f/ L_{p1} = 582,93 \text{ mm}$$

$$g/ C_2 = 1,1$$

$$P_v = 605$$

$$h/ L_i = 560 \text{ mm}$$

$$L_p = 585 \text{ mm}$$

$$i/ A = 148,84 \text{ mm}$$

$$j/ C_1 = 0,93$$

$$C_3 = 0,94$$

$$P_r = 0,5 \text{ kW}$$

$$z_1 = 1,88$$

$$\text{volím } z_1 = 2$$

Pri výpočte druhej remenice sa vychádza z danej osovej

vzdialenosti A , kde za D_p sa dosadí vzťah (59) a z kvad-

ratickej rovnice sa určí d_p .

Po dosadení do vzťahov (66), (67), (68) vyšli tieto rozmery

$$d_{p2} = 60 \text{ mm}, D_{p2} = 116,0 \text{ mm}$$

Koeficienty na určenie počtu remeňov $C_1 = 0,94$, $c_2 = 1,1$

$$C_3 = 0,99, P_r = 0,59 \text{ kW}$$

$$Z_2 = 1,5$$

volím $z_2 = 2$

6.4.3. Výpočet prevodov

1/ Výpočet šnekového súkolia

Výpočet rozmerov súkolia

Pri výpočte rozmerov som použil vzťahy podľa literatúry [3] :

$$\text{priemer roztečného valca} \quad d_1 = \frac{m_n}{\sin \gamma} \cdot Z_1 \quad (70)$$

$$d_2 = m_n \cdot Z_2 / \cos \gamma$$

$$\text{priemer hlavového valca} \quad d_a = d_1 + 2h_a^* \cdot m \quad (71)$$

$$\text{priemer pätného valca} \quad d_f = d_1 - 2(h_a^* + \check{C}) \cdot m \quad (72)$$

$$\text{uhol stúpania skrutkovice} \quad \sin \gamma = \frac{m_n \cdot Z}{d} \quad (73)$$

$$\begin{aligned} \text{pracovná dĺžka šneku} \quad l &= (11 + 0,06 Z_2) \cdot m \\ &\text{pre } Z_1 = 1 \div 3 \end{aligned} \quad (74)$$

$$\text{šírka ozubeného venca} \quad b_2 = \gamma_d \cdot d_1 \quad (75)$$

$$\text{kde } \gamma_d = 0,75 \left(1 + \frac{2}{q}\right) \quad (76)$$

$$\text{pre } Z_1 = 1 \div 3$$

$$\begin{aligned} \text{prevodový pomer} \quad i &= \frac{d_2}{d_1 \cdot \tan \gamma} \end{aligned} \quad (77)$$

Dosadením volených hodnôt : $m_n = 1$, $Z_1 = 2$, $Z_2 = 65$
do vzťahov (61 + 66) som získal tieto hodnoty

šnek	šnekové kolo
$d_1 = 26 \text{ mm}$	$d_2 = 65 \text{ mm}$
$d_{A2} = 28 \text{ mm}$	$d_{a2} = 67 \text{ mm}$
$d_{f1} = 23,5 \text{ mm}$	$d_{f2} = 62,5 \text{ mm}$
$\gamma = 4^{\circ}41'$	
$l = 14,9 \text{ mm}$	$b_2 = 15 \text{ mm}$
$i = 33$	

O medznom stave šnekového súkolia rozhoduje obvykle medzný stav šnekového kola, ktoré je pravidelne viac namáhané ako spoluzaberajúci šnek. Za základný sa považuje výpočet kontaktného namáhania a to sa zameraním na medzný stav dolíčkového opotrebenia, alebo na nebezpečie zadierania a výpočtu na ohyb. Vzťahy som použil podľa literatúry /3/

a/ výpočet na kontaktné napätie

Vypočítané kontaktné napätie má význam napätia zrovnávacieho vzhľadom k osvedčeným hodnotám pre spoľahlivú prevádzku súkolia a musí platiť

$$\sigma_H = \sigma_{HD} \quad (78)$$

Pre zrovnávacie napätie σ_H platí

$$\sigma_H = Z_m \cdot Z_H \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K_H \cdot M_{K2}}{d_2 \cdot b_2}} \quad (79)$$

Súčiniteľ materiálu Z_M

$$Z_M = \sqrt{\frac{2}{\pi \left(\frac{1-\mu_1^2}{E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2} \right)}} \quad (80)$$

Súčiniteľ tvaru zubov

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos^2 \gamma}{\sin 2\alpha_n}} \quad (81)$$

Súčiniteľ zaťaženia pri kontaktnom napätí

$$k_H = k_A \cdot k_V \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\beta} \quad (82)$$

$$\text{Krútiaci moment } M_{K2} = M_{K1} \cdot i \cdot \eta \quad (83)$$

Materiál šneku som použil ocel ČSN 11 600, $E_1 = 2,15 \cdot 10^5$ MPa

$$\mu_1 = 0,30$$

Materiál šnekového kola som použil bronz ČSN 42 31 23, $E_2 = 1,1 \cdot 10^5$ MPa,

$$\mu_2 = 0,35$$

Dosadením hodnôt $d_1 = 26$ mm, $d_2 = 65$ mm, $i = 33$, $\eta = 0,75$,

$$\gamma = 4^\circ 41'; \alpha_m = 20^\circ, b_2 = 14 \text{ mm}$$

a zistených koeficientov $k_A = 1,00$, $k_V = 1,00$, $k_{H\beta} = 0,83$

do vzťahov (70+73) vyšli $k_{H\beta} = 1,00$

tieto hodnoty :

$$M_{K2} = 28 \text{ Nm}, k_H = 0,83, Z_m = 228,2 \sqrt{\text{MPa}},$$

$$Z_H = 1,75, V_k = 1,51 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pre zrovnávacie napätie σ_H vyšla podľa vzťahu (79) hodnota

$$\sigma_H = 90,3 \text{ MPa}$$

Hodnotu σ_{HD} som zistil podľa literatúry [3] v závislosti na klznej rýchlosti V_k :

$$\sigma_{HD} = 192 \text{ MPa}$$

Záver : Ozubenie šnekového kola vyhovuje podmienke (68)

$$\sigma_H \leq \sigma_{HD}$$

b/ výpočet na ohyb

Zuby šnekového kola sa môžu kontrolovať na pevnosť obdobne ako čelné kolá so šikmými zubami

$$\sigma_F = \frac{k_F \cdot F_{t2} \cdot Y_F \cdot Y_\beta}{b_2 \cdot m_n} \quad (84)$$

$$\sigma_{FD} = \frac{\sigma_{n2}}{k_\beta \cdot S_{Fmin}} \sqrt[9]{\frac{N_o}{N_E}} \quad (85)$$

Pre σ_{HC2} platí :

$$\sigma_{HC2} = (0,35 - 0,5) R_m \quad (86)$$

Pre materiál ČSN 42 31 23 je $R_m = 500 \text{ MPa} \Rightarrow \sigma_{HC2} = 200 \text{ MPa}$

Koeficient $k_\beta = 3,8$, $N_E = 10^6$, $n_o = 25 \cdot 10^7$, $S_{Fmin} = 1,5$

Po dosadení týchto hodnôt do vzťahu (85) získame σ_{FD}

$$\sigma_{FD} = 30,781 \text{ MPa}$$

Dosadením koeficientov $k_F = 1$, $Y_F = 1,4$, $Y_\beta = 0,984$, sily

$F_{t2} = 861,5 \text{ N}$ a šírky venca $b_2 = 14 \text{ mm}$, do vzťahu (84)

dostaneme σ_F

$$\sigma_F = 84,8 \text{ MPa}$$

Záver : Je splnená podmienka $\sigma \leq \sigma_{FD}$, súkolie vyhovuje

2. Výpočet čelného súkolia

Pre výpočet platia vzťahy kapitoly 5.4.2.1.

Volené hodnoty : $Z_1 = 16$, $Z_2 = 80$, $m = 1,25 \text{ mm}$, $\alpha_n = 25^\circ$

Dosadením týchto hodnôt do vzťahov (7,8,9) dostaneme

$$d_1 = 20 \text{ mm} \quad d_2 = 80 \text{ mm}$$

$$d_{A1} = 21,25 \text{ mm} \quad d_{A2} = 81,25 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = 18,75 \text{ mm} \quad d_{f2} = 78,75 \text{ mm}$$

Materiál kola aj pastorku ČSN 14 260, $\sigma_{Flim} = 265 \text{ MPa}$,

$$\sigma_{Hlim} = 1430 \text{ MPa}$$

Zadané hodnoty : $d_1 = 20 \text{ mm}$, $d_2 = 80 \text{ mm}$, $b = 15 \text{ mm}$, podľa literatúry [5,6] určíme hodnoty koeficientov

a/ kontrolu únosnosti päty v ohybe

$$Y_{s1} = 1,08$$

$$Y_{s2} = 1,03$$

$$Y_{F1} = 3,02$$

$$Y_{F2} = 2,25$$

$$Y_\varepsilon = \varepsilon_\alpha^{-1} = (1,64)^{-1} = 0,609$$

$$Y_R = 1,1$$

$$Y_X = 1$$

$$K_I = 1,00 \quad k_V = 1,00 \quad k_{F\beta} = 1,15$$

$$K_{Fa} = 1,1, \quad S_{Fmin} = 1,2$$

Zo vzťahu (16) platí $F_t = 2800 \text{ N}$

Podľa (11) je $k_F = 1,265$

Dosadením hodnôt do vzťahu (12) je $\sigma_{F1} = 260,6 \text{ MPa}$ a

$$\sigma_{F2} = 194 \text{ MPa}$$

Podľa vzťahu (1) sú koeficienty bezpečnosti $S_{F1} = 1,21$ a

$$S_{F2} = 1,55$$

Ohybové napätie v päte podľa (14) vychádza

$$\sigma_{Fp1} = \sigma_{Fp2} = 262,4 \text{ MPa}$$

Záver : vypočítané hodnoty spĺňajú podmienku (15)

$$\sigma_F \leq \sigma_{Fp}$$

b/ kontrola dotykovej únosnosti zubov

$$Z_M = 268,5 \sqrt{\text{MPa}}, \quad Z_H = 1,765, \quad k_{H\beta} = 1,07, \quad k_{H\alpha} = 1,2, \quad Z_1 = 1$$

$$Z_V = 0,95, \quad Z_R = 1,04, \quad Z_X = 1$$

Podľa vzťahu (20) je $k_H = 1,284$

Dosadením do (18) je $\sigma_H = 1369,6 \text{ MPa}$

Súčiniteľ bezpečnosti $S_{H1} = S_{H2} = 1,1$

Prípustné kontaktné napätie $\sigma_{Hp1} = \sigma_{Hp2} = 1234,5 \text{ MPa}$

Záver : Vypočítané hodnoty spĺňajú podmienku (22)

$$\sigma_H \leq \sigma_{HP}$$

6.4.4. Určenie ložísk

Pri výpočte som postupoval podľa kapitoly 5.4.2.2.

1. Ložiská na hlavnej hriadeli.

Pri výpočte som uvažoval prípad, kedy vrtajú len tri vretená. Vtedy je hriadeľ namáhaná statickým krutom od M_K a ohybom od síl vznikajúcich na remenici, šnekovom kole a centrálnom kole vrtacej hlavy. V prípade, že vrtajú všetky 4 vretená, nevzniká ohyb od síl na centrálnom kole, pretože tieto sily sa vyrušia.

V smere X (viď. obr.18) je hriadeľ namáhaná :

$$\text{ohybom od sily } F_h = \frac{2M_K}{dr} \quad (87)$$

$$\text{ohybom od sily } F_t = \frac{2M_K}{dr} \quad (88)$$

ohybom od sily F_r

$$F_R = F_T = \frac{t g \alpha m}{\cos \beta} \quad (89)$$

Po dosadení som získal tieto hodnoty :

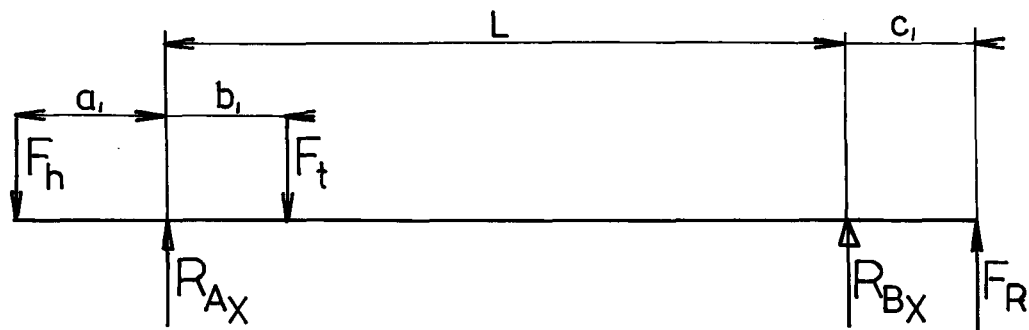
$$F_h = 66,95 \text{ N}$$

$$F_t = 101 \text{ N}$$

$$F_R = 33,3 \text{ N}$$

Dané rozmery uloženia hriadele - $L = 180 \text{ mm}$, $a_1 = 45 \text{ mm}$,
 $b_1 = 32 \text{ mm}$, $c_2 = 35 \text{ mm}$

Obr. 18



Rovnica rovnováhy :

$$F_h + F_t = R_{AX} + R_{BX} + F_R$$

Momentová rovnováha k bodu A

$$F_R \cdot (L + c_1) + R_{BX} \cdot L = F_t \cdot b_1 + F_h \cdot a_1$$

Pre reakciu R_{BX} platí vzťah

$$R_{BX} = \frac{F_t \cdot b_1 + F_h \cdot a_1 - F_R \cdot (L + c_1)}{L}$$

Dosadením hodnôt dostaneme $R_{BX} = - 5,1 \text{ N}$

Z rovnice rovnováhy bude $R_{AX} = 139,7 \text{ N}$

V smere Y (viď. obr.19) je hriadeľ namáhaná :

- ohybom od sily F_o na remenici

$$F_{v2} = F_o - 0,5 F_T \quad (90)$$

$$F_{v1} - F_{v2} = F_T \quad (91)$$

$$F_{v1} = F_{v2} \cdot e^{f d_D} \quad (92)$$

ohybom od sily F_R na šneku

$$F_R = F_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha n}{\sin \vartheta + \cos \vartheta \operatorname{tg} \varphi'} \quad (93)$$

ohybom od sily F_t na kole vrtacej hlavy

$$F_t = \frac{2M_k}{d}$$

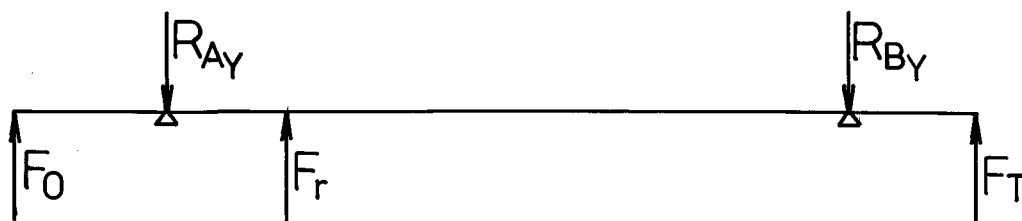
Dosadením hodnôt som získal tieto hodnoty :

$$F_o = 47,5 \text{ N}$$

$$F_r = 316,6 \text{ N}$$

$$F_t = 67,4 \text{ N}$$

Obr. 19



Rovnica rovnováhy

$$F_o + F_r + F_t = R_{AY} + R_{BY}$$

Momentová rovnováha k bodu A

$$F_T(L + C_l) + F_r \cdot b_l = F_o \cdot a_l + R_{BY} \cdot L$$

Pre reakciu R_{BY} platí vzťah

$$R_{BY} = \frac{F_T(L + C_l) + F_r \cdot b_l - F_o \cdot a_l}{L}$$

Po dosadení hodnôt dostaneme $R_{BY} = 124,9 \text{ N}$

Z rovnice rovnováhy bude $R_{AY} = 306,6 \text{ N}$

Celkové reakcie zaťažujúce ložiská

$$R_A = 336,9 \text{ N}$$

$$R_B = 125 \text{ N}$$

Po dosadení do vzťahu (25) (27) som podľa literatúry [7]
určil tieto ložiská :

uloženie A : typ 6303

uloženie B : typ 6304

2. Ložiská spojovacej hriadele

Dané hodnoty : sily pôsobiace na šnekovom kole

$$F_A = 101 \text{ N}$$

$$F_T = 861,5 \text{ N}$$

$$F_R = 316,6 \text{ N}$$

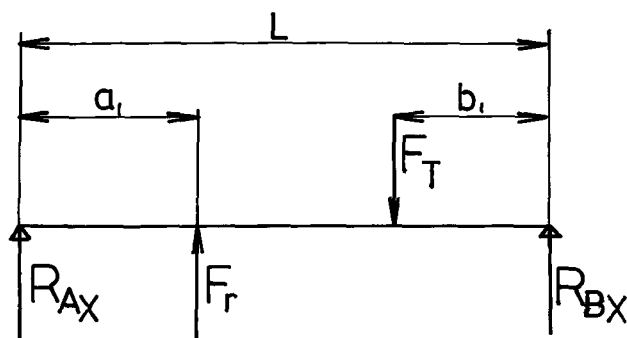
sily na pastorku $F_t = 2800 \text{ N}$

$$F_r = 1019,1 \text{ N}$$

rozmery hriadele : $l = 55 \text{ mm}$, $a_1 = 18 \text{ mm}$, $b_1 = 16 \text{ mm}$

V smere X pôsobia na uloženie sily (viď obr. 20)

Obr. 20



Rovnica rovnováhy

$$R_{Ax} + R_{Bx} + F_r = F_t$$

Momentová rovnica k bodu A

$$R_{Bx} \cdot L + F_r \cdot a_1 = F_t \cdot (L - b_1)$$

$$R_{BX} = \frac{F_T(L-b_1) - F_R \cdot a_1}{1}$$

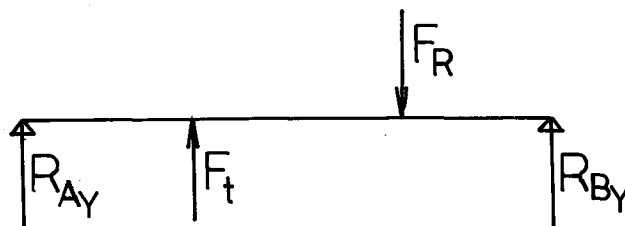
Dosadením hodnôt získame $R_{BX} = 277,3 \text{ N}$

Podľa rovnice rovnováhy je $R_{AX} = - 43,5 \text{ N}$

Reakcia R_{AX} pôsobí v opačnom smere, ako som si zvolil

V smere Y pôsobia na uloženie sily (viď. obr. 21)

Obr. 21



$$F_R = 316,6 \text{ N}$$

$$F_t = 2800 \text{ N}$$

Rovnica rovnováhy

$$R_{AY} + R_{BY} + F_t = F_R$$

Momentová rovnica k bodu A

$$R_{BY} \cdot L + F_t \cdot a_1 = F_R \cdot (L - b_1)$$

$$R_{BY} = \frac{F_R \cdot (L - b_1) - F_t \cdot a_1}{1}$$

Dosadením hodnôt získame $R_{BY} = - 691,9 \text{ N}$

Podľa rovnice rovnováhy je $R_{AY} = - 1791,5 \text{ N}$

Reakcie R_{AY} , R_{BY} pôsobia v opačnom smere, ako som ich zvolil

Celkové zaťaženie ložísk $R_A = 1843,5 \text{ N}$

$$R_B = 745,4 \text{ N}$$

Po dosadení do vzťahov (25), (27) som podľa literatúry [7]

určil tieto ložiská :

uloženie A : typ 6201

uloženie B : typ 6201

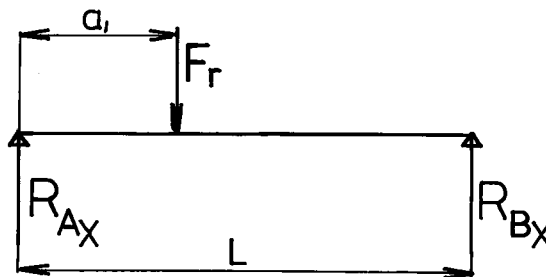
3. Ložiská na hriadelí vačky

Dané hodnoty : $L=50\text{mm}$, $a_1=18\text{mm}$, $M_k=140\text{ Nm}$, $n_3=6,8\text{ ot/min}^{-1}$

$L_h=20\,000\text{ h}$, $F_t=2800\text{ N}$, $F_R=1019,1\text{ N}$

V smere X pôsobí na hriadeľ radiálna sila F_r (viď. obr.22)

Obr. 22



Rovnica rovnováhy

$$R_{AX} + R_{BX} = F_r$$

Momentová rovnica k bodu A

$$R_{BX} \cdot L = F_r \cdot a_1$$

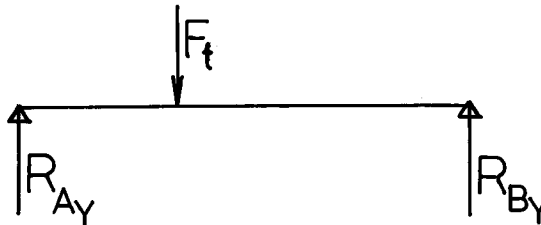
$$R_{BX} = F_r \cdot \frac{a_1}{L}$$

Po dosadení hodnôt dostaneme $R_{BX} = 366,8\text{ N}$

Z rovnice rovnováhy získame $R_{AX} = 652,2\text{ N}$

V smere Y pôsobí tečná sila F_t (viď. obr.23)

Obr. 23



Rovnica rovnováhy

$$R_{AY} + R_{BY} = F_t$$

Momentová rovnica k bodu A

$$R_{BY} \cdot L = F_t \cdot a_1$$

Po dosadení hodnôt dostaneme $R_{BY} = 1008\text{ N}$

Z rovnice rovnováhy získame $R_{AY} = 1792 \text{ N}$

Celkové zataženie ložísk reakciami $R_A = 1907 \text{ N}$

$$R_B = 1072,6 \text{ N}$$

Po dosadení do vzťahov (25), (27) vyšli tieto dynamické únosnosti $C_A = 6898,5 \text{ N}$

$$C_B = 3900,2 \text{ N}$$

Podľa literatúry [7] som určil tieto ložiská

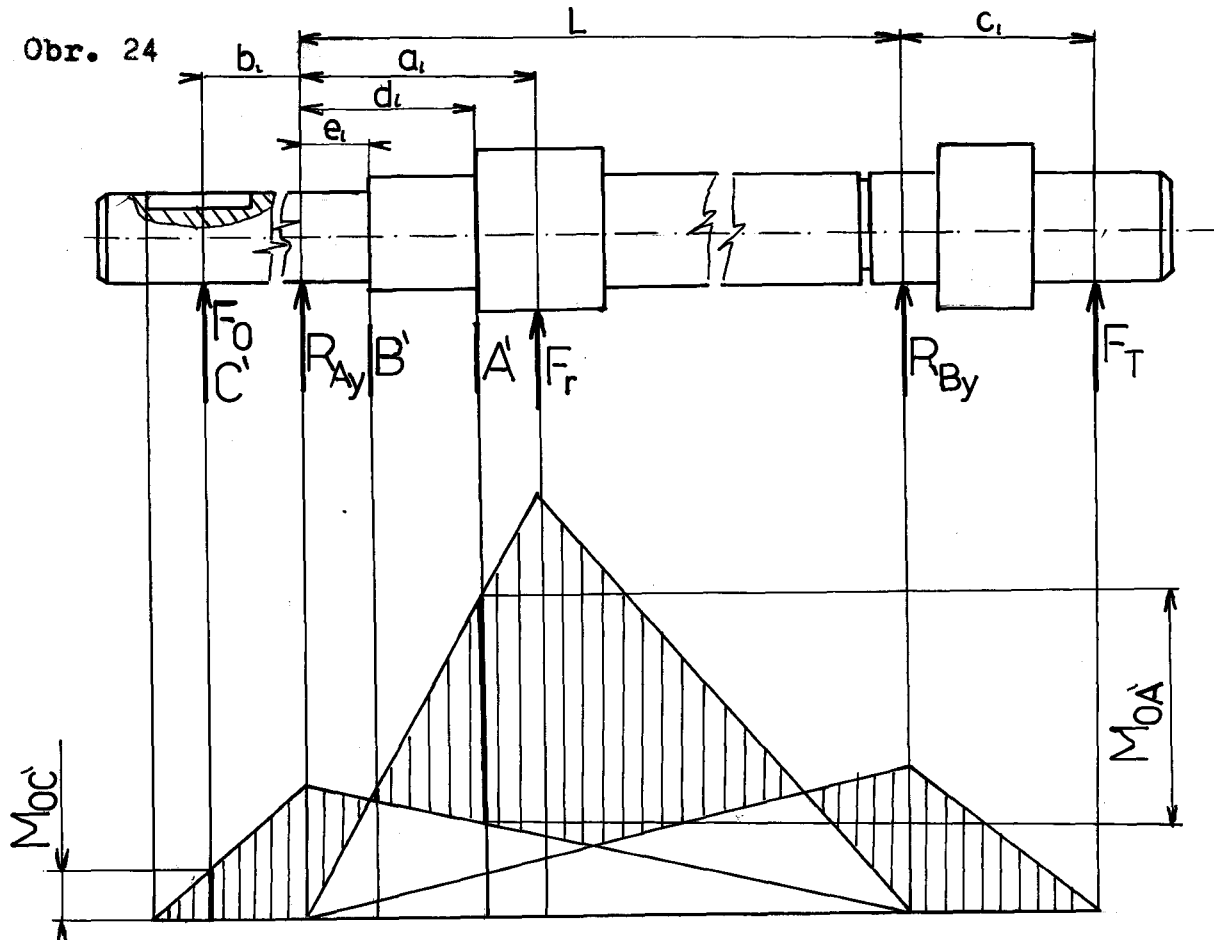
A: 6302

B: 6303

6.4.5. Výpočet hriadelí

Pri výpočtoch som postupoval podľa kapitoly 5.4.2.4.

1. Hlavná hriadeľ (viď. obr. 24)



Materiál hriadele : ČSN 14 260, $R_e = 1175 \text{ MPa}$, $R_m = 1500 \text{ MPa}$,

$$\sigma_{CO} = 620 \text{ MPa}$$

$$\text{volím } : k = 1,5 \text{ potom } \tau_k = 678,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_D = 452,3 \text{ MPa}$$

Podľa vzťahu (32) je predbežný priemer $d = 7,12 \text{ mm}$.

$$\text{Volím } d_{\min} = 17 \text{ mm}.$$

Najväčší ohybový moment pôsobí v smere Y. Je spôsobený silami F_o od remenice, F_t od šnekového prevodu, F_T od prevodu na vrtacej hlave.

Geometrické rozmery : $L = 180 \text{ mm}$, $a_1 = 32 \text{ mm}$, $b_1 = 45 \text{ mm}$,

$$c_1 = 35 \text{ mm}, d_1 = 25 \text{ mm}, e_1 = 15 \text{ mm}$$

a/ kontrola prierezu Á:

$$\text{Hodnoty : } W_{KA} = 1570,8 \text{ mm}^3, W_{OA} = 785,4 \text{ mm}^3, M_K = 32,23 \text{ Nm}$$

$$M_{OA} = 4340,21 \text{ Nmm}, V_G = 1,1 \quad \beta = 2,01$$

Podľa vzťahu (33) je $\tau_A = 21,4 \text{ MPa}$

$$\text{Bezpečnosť } k \text{ je } k_{\tau A} = 31,7 \text{ MPa}$$

$$\text{Zo vzťahu (41) je } \sigma_o = 5,50 \text{ MPa}$$

$$\text{Skutočné napätie } \sigma_{CO}^* = 312,2 \text{ MPa}$$

$$\text{Bezpečnosť v ohybe } k_{\sigma A} = 56,5$$

$$\text{Celková bezpečnosť } k_A = 27,5$$

b/ kontrola prierezu B

$$\text{Hodnoty : } W_{KB} = 964,7 \text{ mm}^3, W_{OB} = 482,33 \text{ mm}^3, M_K = 32,23 \text{ Nm}$$

$$M_{OB} = 1749,4, V_G = 1,2 \quad \beta = 2,02$$

Podľa vzťahu (33) je $\tau_B = 33,4 \text{ MPa}$

$$\text{Bezpečnosť } k \text{ je } k_{\tau B} = 20,3$$

Podľa vzťahu (41) je $\zeta_o = 3,7 \text{ MPa}$

Skutočné napätie $\zeta_{co}^* = 331,5 \text{ MPa}$

Bezpečnosť v ohybe $k_{\zeta_B} = 89,6$

Celková bezpečnosť $k_B = 19,8$

C/ Kontrola prierezu C'

Hodnoty : $W_{kC} = 911,7 \text{ mm}^3$, $W_{oC} = 429,2 \text{ mm}^3$, $M_k = 32,23 \text{ Nm}$

$M_{oC} = 712,5 \text{ Nm}$, $V_{\zeta} = 1,1$ $\beta = 2,02$

Podľa vzťahu (33) je $\zeta_C = 35,35$

Bezpečnosť $k_{\zeta_C} = 19,1$

Zo vzťahu (41) je $\zeta_o = 1,66$

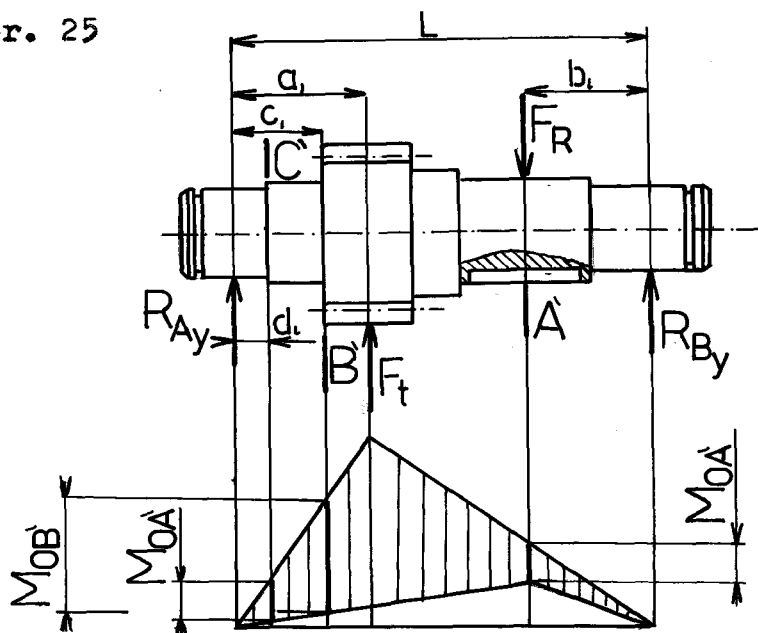
Skutočné napätie $\zeta_{CD}^* = 310,6 \text{ MPa}$

Bezpečnosť v ohybe $k_{\zeta_C} = 187,1$

Celková bezpečnosť $k_C = 18,9$

2. Spojovacia hriadeľ (viď. obr. 25)

Obr. 25



Najväčší ohybový moment pôsobí s mere Y a je spôsobený silou F_t . Ovšem sila F_R ohýba hriadeľ opačným smerom. Výsledný ohybový moment získame super pozíciou v kontrolovaných prierezoch.

Materiál hriadele : ČSN 14 260, $R_e = 1175 \text{ MPa}$, $R_m = 1500 \text{ MPa}$

$$\sigma_{Co} = 620 \text{ MPa}$$

Geometrické rozmery : $l = 55 \text{ mm}$, $a_1 = 18 \text{ mm}$, $b_1 = 16 \text{ mm}$,

$$c_1 = 12 \text{ mm}, d_1 = 5 \text{ mm}$$

Podľa vzťahu (32) je predbežný priemer $d = 6,8 \text{ mm}$

Volím $d_{\min} = 12 \text{ mm}$

a/ kontrola prierezu Á :

$$\begin{aligned} \text{Hodnoty : } W_{k\dot{A}} &= 617,12 \text{ mm}^3, W_{o\dot{A}} = 285,6 \text{ mm}^3, M_k = 28 \text{ N} \\ M_{o\dot{A}} &= 11\,069 \text{ Nmm}, V = 1,2, \quad = 2,01 \end{aligned}$$

Podľa vzťahu (33) je $\tau_{\dot{A}} = 45,4 \text{ MPa}$

Bezpečnosť k je $K_{\tau\dot{A}} = 14,95$

Zo vzťahu (41) je $\sigma_o = 38,8 \text{ MPa}$

Skutočné napätie $\sigma_{Co}^* = 336,8 \text{ MPa}$

Bezpečnosť v ohybe je $k_{\sigma\dot{A}} = 8,68$

Celková bezpečnosť v priereze Á

$$k_{\dot{A}} = 7,5$$

b/ kontrola prierezu B :

$$\begin{aligned} \text{Hodnoty : } W_{kB} &= 804,2 \text{ mm}^3, W_{oB} = 402,12 \text{ mm}^3, M_k = 28 \text{ Nm} \\ M_{oB} &= 22\,142,8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Napätie v krute je podľa (33) $\tau_B = 34,81 \text{ MPa}$

Bezpečnosť $k_{\tau B} = 19,48$

Celková bezpečnosť $k_B = 5,82$

C/ kontrola prierezu σ

Hodnoty : $W_{k\sigma} = 339,7 \text{ mm}^3$, $W_{o\sigma} = 169,6 \text{ mm}^3$, $M_k = 28 \text{ Nm}$
 $M_{o\sigma} = 8957,5 \text{ Nmm}$

Napätie v krute podľa (33) je $\tau_{\sigma} = 82,52$

Bezpečnosť v krute $k_{\tau_{\sigma}} = 8,22$

Ohybové napätie podľa (41) $\sigma_o = 52,8 \text{ MPa}$

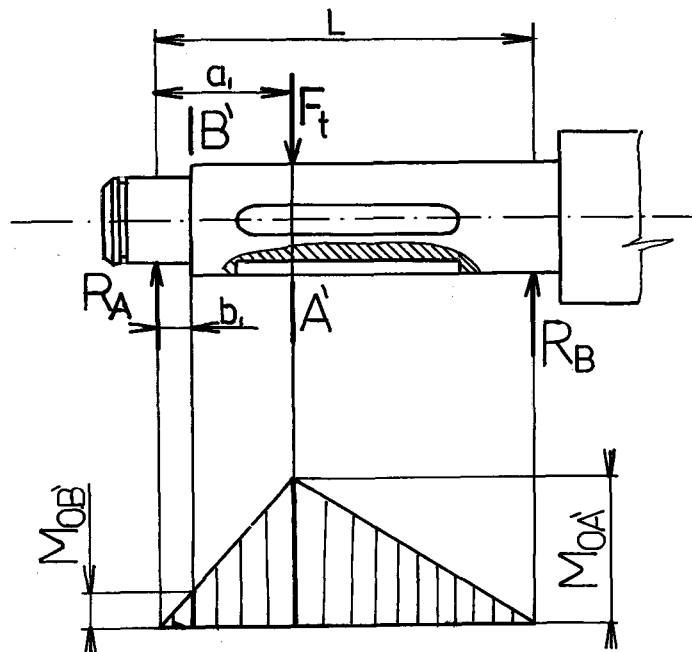
Skutočné ohybové napätie $\sigma_{o}^* = 336,6 \text{ MPa}$

Bezpečnosť v ohybe je podľa (49) $k_{\sigma_o} = 6,37$

Celková bezpečnosť $k_{\sigma} = 5,03$

3. Hriadeľ vačky (ivď. obr. 26)

Obr. 26



Najväčší ohybový moment pôsobí v smere Y a je spôsobený silou F_t .

Materiál hriadele : ČSN 16 341.7, $R_m = 1592 \text{ MPa}$, $R_e = 1430 \text{ MPa}$

$$\sigma_0 = 684,6 \text{ MPa}$$

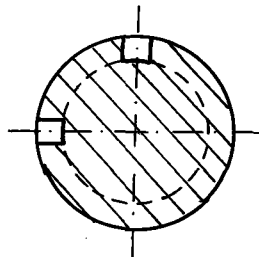
Geometrické rozmery : $L = 50 \text{ mm}$, $a_1 = 18 \text{ mm}$, $b_1 = 5 \text{ mm}$

Podľa vzťahu (32) je predbežný priemer $d = 10,9 \text{ mm}$

Volím $d_{\min} = 12 \text{ mm}$

a/ kontrola prierezu Λ : keďže sú v tomto priereze dve drážky pre perá, navzájom posunuté o 90° (viď obr.27) uvažujem priemer hriadele $d = 12 \text{ mm}$

Obr. 27



Hodnoty : $W_{k\Lambda} = 339,7 \text{ mm}^3$, $W_{o\Lambda} = 169,6 \text{ mm}^3$, $M_k = 140 \text{ Nm}$

$$M_{o\Lambda} = 32\,300 \text{ N mm}$$

Podľa vzťahu (23) je krútiace napätie $\tau_{k\Lambda} = 412,6 \text{ MPa}$

Bezpečnosť v krute $k_{\Lambda} = 1,64$

Zo vzťahu (43) je $\sigma_D = 190,4 \text{ MPa}$

Skutočné ohybové napätie $\sigma_0 = 348,4 \text{ MPa}$

Bezpečnosť v ohybe $k_{\Lambda} = 1,82$

Celková bezpečnosť $k_{\Lambda} = 1,25$

b/ kontrola prierezu B :

Hodnoty : $W_{KB} = 339,7 \text{ mm}^3$, $W_{OB} = 169,6 \text{ mm}^3$, $M_K = 140 \text{ Nm}$

$$M_{OB} = 17900 \text{ N mm}$$

Podľa (23) je $\tau_{KB} = 412,61 \text{ MPa}$

Bezpečnosť je $k_{\tau_B} = 2,0$

Zo vzťahu (41) je $\tau_O = 105,54 \text{ MPa}$

Skutočné ohybové napätie $\tau_{CO}^* = 348,43 \text{ MPa}$

Bezpečnosť v ohybe $k_{\tau_B} = 3,3$

Celková bezpečnosť

$$k_B = 1,71$$

6.4.6. Výpočet pier

Pri výpočte som použil vzťahy uvedené v kapitole

5.4.2.3.

a/ pero na spojovacej hriadeli

Volím typ 5 e 7 x 5 x 15

Dovolený tlak podľa Literatúry /3/ je $P_D = 120 \text{ MPa}$

Podľa vzťahu /29/ je tlak pôsobiaci na bok pera

$$p = 99,55 \text{ MPa}$$

Je splnená podmienka (30), navrhnuté pero vyhovuje.

b/ perá na hriadeli vačky

Navrhnuté perá - 5 e 7 x 5 x 35

Celkový pôsobiaci tlak je podľa vzťahu (29)

$$p = 236,7 \text{ MPa}$$

Kedže sú na hriadeli ve perá tlak prenášaný jedným

perom je $p = 118,35 \text{ MPa}$

Je splnená podmienka (30), navrhnuté perá vyhovujú

7. TECHNICKO - EKONOMICKÉ ZHODNOTENIA NÁVRHOV

Cieľom rozboru je posúdiť hospodárnosť jednorázových nákladov na výrobu predmetného jednouúčelového stroja a vyjadriť predpokladané ekonomické účinky pre užívateľa. Pri výrobe dielcov v menších sériách a častých zmenách výrobného programu, čo je prípad Elektrotechnických strojní, bude mať mimoriadne veľký význam princíp maximálnej predstaviteľnosti jednouúčelového zariadenia ako súčasť pracovného cyklu a to v ekonomicky krátkom čase.

Prestavba stroja z obrábania jedného dielca na druhý bude pozostávať :

Príprava a zoradenie

- príprava pracoviska /nástroje, prípravky/	15'
- montáž prípravkov na otočný stôl	10'
- montáž vačiek	12'
- osadenie vŕtacích hláv nástrojmi /vrtáky, závitníky/	20'
- ustavenie vretien proti vŕtacím púzdam	30'
- nastavenie chladenia	6'
- nastavenie rezných podmienok	12'
- odskúšanie prvých kusov	15'
celkom	<u>120'</u>

Demontáž

- vybratie nástrojov	6'
- demontáž prípravkov	7'
- demontáž vačiek	5'
celkom	<u>18'</u>

Príprava, montáž a demontáž celkom 138.

Uvedený čas považujem za priemerný, nakoľko v niektorých prípadoch nebude musieť byť výmena všetkých nástrojov, takže čas montáže a zoradenia bude menší, čím sa docieli vyššej využiteľnosti. Vyššej využiteľnosti môžeme dosiahnuť i združovaním dávok, napr. štvrtrok, prípadne na celý rok.

7.1. Výpočet úspory pracnosti pri výrobe dielca
č.v. 522 011 112 075

7.1.1. Starý spôsob výroby

Z priloženého technologického postupu vyplýva, že v súčasnej dobe je vŕtanie otvorov Ø 5 vykonávané v op. č. 060 v prípravku a rezanie závitu M6 v op. č. 070 mimo prípravku na vrtačke pomocou prístroja na rezanie závitu TYP GSA.

Uvedený dielec je dedičným dielcom zo strojov SKP 225 K2 a vstupuje do strojov SKP 225 TT 1,2 a mechanizačného systému v nasledovných počtoch :

- SKP 225 TT 1,2		240 ks
- cievkovnica snovadla č.v. 983 006		1200 ks
- cievkovnica TT 2	931 047	240 ks
- cievkovnica pravá	931 050	120 ks
- cievkovnica ľavá	931 051	<u>120 ks</u>
		1920 ks

V roku 1989 (na ďalšie roky nie je zatiaľ upresnený plán výroby) je zabezpečovaná výroby uvedeného dielca :

46 ks strojov SKP 225 TT 1

22 ks cievkovnica snovadla

Potrebný počet dielcov : 46 strojov x 240	= 11 040 ks
22 cievk. x 1200	= 26 400 ks
Spolu	37 440 ks

Na vŕtanie a rezanie závitu je technolog. postupom stanovené $3,6 + 3 \text{ Nmin} = 6,6 \text{ Nmin/ks}$

Prípravný čas u dávky 1200 ks je zanedbateľný, preto s ním neuvažujem.

Potrebné kapacity v roku 1989 na vŕtanie a rezanie závitu

$$37\,440 \text{ ks} \cdot 6,6 \text{ Nmin} = 247.104 \text{ Nmin} = \underline{\underline{4\,118,4 \text{ Nh}}}$$

Plánovaný fond pracovnej doby pre výrobného robotníka v roku 1989 je 1913 hod. Z uvedeného vyplýva, že na vykonanie uvedených operácií je pri 100% plnení výkonových noriem potreba.

$$4\,118,4 \text{ Nh} : 1913 = \underline{\underline{2,15 \text{ VR}}}$$

7.1.2. Nový spôsob výroby

Pri výpočte jednicového času vychádzam z rezných podmienok uvedených v tabuľke č.3. z vačky použitej k vŕtaniu č.v. 3 - KOM-OS - 162 - 02-01 a rezaniu závitu č.v. 3 - KOM- OS - 162 - 02 - 02 a prípravku č.v. 3 - KOM - OS - 162 - 05

Rezné podmienky pre vŕtanie $\varnothing 5 \text{ mm}$.

otáčky - 1438 min^{-1}

posuv - $s=0,08 \text{ mm/ot}$

prac. dráha $L = 12 \text{ mm}$

Výpočet času pre vrtanie vačky som vykonal podľa /14/

$$O_v = \frac{L}{S} (\text{ot}) = \frac{12}{0,08} = \underline{\underline{150}} \text{ ot.vretena}$$

Výpočet hlavného času t_h

$$t_h = \frac{S \cdot 60}{n} = \frac{360 \cdot 60}{1438} = \underline{\underline{15,02 \text{ s}}} \text{ t.j. } 0,25 \text{ min}$$

s = súčet času v otáčkach

n = počet ot. vretena za 1 min.

Výpočet času vačky pre rezanie závitu som vykonal obdobným spôsobom a činí $15,46''$ t.j. $0,257 \text{ min.}$

Vzhľadom na to, že vrtanie a rezanie závitu je vykonávané v jednom cykle beriem do úvahy dlhší čas t.j. $0,257 \text{ min.}$

Súčiastka má 6 otvorov, vrtacia hlava má iba 4 vretená, preto vrtanie a rezanie závitu musí byť vykonávané na dva pracovné cykly t.j. $0,257 \times 2 = 0,514 \text{ min.}$

Po zohľadnení potrebných úkonov jednotkovej práce výsledný čas $T_A = 0,76 \text{ min.}$

Výpočet času bol vykonaný z normatívu JNN 10-20-3-0/1

Potreba N_h k výrobe na JUS činí :

$$37.440 \text{ ks} \cdot 0,76 \text{ min.} = 28.454,4 \text{ Nmin} - 474,24 \text{ Nh}$$

Úspora v N_h :

pôvodná technológia	4 118,4 Nh
JUS	<u>474,24Nh</u>
úspora	3 644,16Nh

Pri plánovanom fonde pracovnej doby 1913 hod na rok 1989,
to znamená úsporu 1,9 pracovníka.

Na podporu zavádzania JUS i do malosériovej a sériovej vý-
roby vykonal som v tabuľke č.5 rozbor úspory pracnosti na
vybrané dielce. Z uvedeného pre rok 1989 vyplývajú
nasledovné úspory :

Textilné stroje - SKP 225 TT 1,2 por.č. 1 - 13

Pôvodná technologia	- 282,38 Nh/stroj x 46 stroj	= 12984,78 Nh
JUS	- 39,95 Nh/stroj x 46=	<u>1837,74 Nh</u>
	úspora	= 11 152,04Nh

Elektrotechnický priemysel - TK-1 por. číslo 17 - 23

Pôvodná technologia	- 28,88 Nh/stroj x 140 strojov	= 4043,2 Nh
JUS	- 2,4 -" x 140	= <u>336,23Nh</u>
	úspora	3706,96Nh

Meracie prístroje - por. číslo 14 - 16

Pôvodná technologia	2 997,39 Nh
JUS	<u>729,25 Nh</u>
úspora	2 268,08 Nh

Úspory celkom -	11.152,04 Nh
	3.706,96
	<u>2.268,08</u>
	17.127,08 Nh

Pre vybrané dielce je úspora 8,95 výrobných robotníkov.

7.1.3. Úspory výrobných nákladov

Priemerná pracovná trieda u vybraných výrobkov činí
5,2 t.j. 10,36 Kčs/hod.

Na ušetrené normohodiny úspora miezd činí

$$17\ 127,08 \times 10,36 = \underline{\underline{177\ 436,54\ \text{Kčs}}}$$

Na rok 1989 je plánovaná réžia vo výške 759 %.

$$\begin{array}{r} 177\ 436,45 \times 759\ \% = 1\ 346\ 743,3\ \text{Kčs} \\ \underline{177\ 436,54} \\ 1\ 524\ 179,84 \end{array}$$

Úspory výrobných nákladov činia 1 524 179,84 Kčs

Na výrobu JUS je v zmysle zadania cena 140 000 Kčs, čiže

$$\begin{array}{r} 1\ 524\ 179,84 \\ \underline{-\ 140\ 000} \\ 1\ 384\ 179,8 \end{array}$$

Z uvedeného vyplýva vysoká efektívnosť zavedenia výroby
na navrhnutom jednúčelovom stroji.

Rozbor úspory pracnosti na vybrané dielce

	Číslo výkresu	Počet kusov na stroj	Technol. oper.	Súčasný čas T _A		Čas T _A na JUS		Úspora času na stroj (min)
				na ks	na stroj	na ks	na stroj	
1	522 011 112 075	1920	vrtanie	3,6	6912	0,76	1459,2	11212,8
			závitov.	3,0	5760			
2	202 259	480	vrtanie	0,7	336	0,095	45,6	482,4
			závitov.	0,4	192			
3	202 276	64	vrtanie	2,2	140,8	0,30	19,2	172,8
			závitov.	0,8	51,2			
4	202 323	32	vrtanie	3,2	102,4	0,4	12,8	172,8
			závitov.	2,6	83,2			
5	202 351	83	vrtanie	0,5	41,5	0,1	8,3	58,1
			závitov.	0,3	24,9			
6	206 052	628	vrtanie	0,4	251,2	0,17	106,76	332,84
			závitov.	0,3	188,4			
7	216 164	144	vrtanie	1,4	201,6	0,36	51,84	192,96
			závitov.	0,3	43,2			
8	222 057	120	vrtanie	1,8	216	0,52	62,4	285,6
			závitov.	1,1	132			
	202 191	240	vrtanie	0,4	96	0,22	52,8	43,2

List č.2

	Číslo výkresu	Počet kusov na stroj	Technol. operácia	Súčasný čas T _{Amin}		Čas T _{Amin} na JUS		Úspora času na stroj (min)
				na ks	na stroj	na ks	na stroj	
10	522 011 202 116	18	vrtanie	0,6	10,8	0,12	2,16	8,64
11	406 160	600	vrtanie	1,2	720	0,4	240	660
			závitov.	0,3	180			
12	406 161	600	vrtanie	1,2	720	0,4	240	660
			závitov.	0,3	180			
13	406 165	240	vrtanie	1,2	288	0,4	96	264
			závitov.	0,3	72			
	Súčet 1 - 13				16943,2		2397,06	14 546,14
14	002 067 280 000	18.700	vrtanie	3,6	67 320	0,8	14960	89 760
			závitov.	2	37 400			
15	000 051 521 501	18 700	vrtanie	1,2	22 400	0,85	15895	36 425
			závitov.	1,6	29 920			
16	004 039 230 000	6 000	vrtanie	3,3	19 800	2,15	12900	9 900
			závitov.	0,5	3 000			
	Súčet 14 - 16				179 840		43 755	136 085

List č.3

číslo	Číslo výkresu	Počet kusov na stroj	Technol. operácia	Súčasný čas T _{Amin}		Čas T _{Amin} na JUS		Úspora času na stroj (min)
				na ks	na stroj	na ks	na stroj	
17	516 001 061 102	10	vrtanie závitov.	1,2 1,5	12 15	0,6	6,-	21,-
18	061 105	10	vrtanie závitov.	1,2 1,5	12 15	0,6	6,-	21,-
19	301 102	72	vrtanie závitov.	5,3	381,6	0,4	28,8	352,8
20	401 103	72	vrtanie závitov.	6	432	0,4	28,8	403,2
21	501 102	72	vrtanie závitov.	5,3	381,6	0,4	28,8	352,8
22	601 102	72	vrtanie závitov.	5,3	381,6	0,4	28,8	352,8
23	306 101	26	vrtanie závitov.	2,0 2,0	52 52	0,65	16,9	87,1
	Súčet 17 - 23				1732,8		144,1	1590,7
	Celkom 1 - 23				198.516		46.293,16	152 221,84

8. ZÁVER

Úlohou mojej diplomovej práce bolo navrhnúť jednúčelový stroj na vŕtanie otvorov do $\varnothing$ 5 mm s možnosťou rezania závitu pre n.p. Elektrotechnické strojárne.

Po oboznámení sa so súčasnou technológiou vŕtania a závitovania dielcov pristúpil som k preštudovaniu prístupovej tuzemskej a zahraničnej literatúry a k výberu vhodných súčiastok z výrobného programu podniku.

Vykonané štúdium a rozbor problematiky ukázali vhodnosť návrhu jednúčelového stroja so štvorvretenovou hlavou s tromi vŕtacími jednotkami a otočným stolom so svislou osou otáčania stolu.

Pri riešení som kládol hlavný dôraz na možnosť rýchleho prezoradenia z jednej súčiastky na inú, čo je pri malosériovej výrobe zvlášť dôležité.

Technicko-ekonomický rozbor ukázal v porovnaní s doteraz používanou technológiou vysokú efektívnosť jednúčelového stroja, nielen v podobe úspory finančných prostriedkov, ale hlavne v úspore pracovníkov.

To je pri súčasnom nedostatku pracovných síl jeden z rozhodujúcich činiteľov pre ich urýchlené zavádzanie do výrobného procesu.

Je mojou milou povinnosťou poďakovať vedúcemu
diplomovej práce Ing. Miroslavovi Martinkovi
a konzultantovi Ing. Vlastimilovi Malému
za ochotnú pomoc a cenné pripomienky, ktorými
usmerňovali jej vypracovanie.

V Liberci 10.5. 1988

Ján Kováč

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- 1/ Z.Přikryl - R.Musilková : Teórie obrábění, Praha 1982
- 2/ Doc.Ing.U.Dráb a kolektiv : Technologie I, Liberec 1979
- 3/ Prof.F.Boháček DrSr a kol : Části a mechanismy strojů I-III
Brno 1980
- 4/ Černoch : Strojně technická příručka, Praha 1971
- 5/ P.Vávra a kolektiv : Strojírenské tabulky, Praha 1983
- 6/ Doc.Ing.L.Prášil CSc a Ing.M.Olchlová : Části strojů
a mechanismů (cvičení) Liberec 1984
7. Katalogy valivých ložisek
8. M.Vigner - Z.Přikryl : Obrábění, Praha 1984
9. Normatívy rezných podmienok
- 10.A.Svěrák : Stavebnicové obráběcí stroje, Praha 1961
11. Doc.RnDr B.Stříž CSc a kol.: Příručka tvarové pevnosti,
Liberec 1983
12. Doc.RnDr B.Stříž CSc a kol. : Metodická příručka z pruž-
nosti a pevnosti, Liberec 1983
13. P.Breník - J.Píč - Obráběcí stroje, konstrukce a výpočty
Praha 1982
14. J.Outrata : Práce na revolverových automatech, Praha 1966

ZOZNAM PRÍLOH

Zoznam výkresov

1/ JUS na vŕtanie a závitovanie	0 - KOM - OS - 162 - 01
2/ Vŕtacia jednotka	1 - KOM - OS - 162 - 02
3/ Vŕtacia hlava	1 - KOM - OS - 162 - 03
4/ Vŕtací prípravok	2 - KOM - OS - 162 - 04
5/ Vŕtací prípravok	3 - KOM - OS - 162 - 05
6/ Prítlačná doska	2 - KOM - OS - 162 - 06
7/ Závitovacia vačka	3 - KOM - OS - 162 - 011
8/ Vŕtacia vačka	3 - KOM - OS - 162 - 012

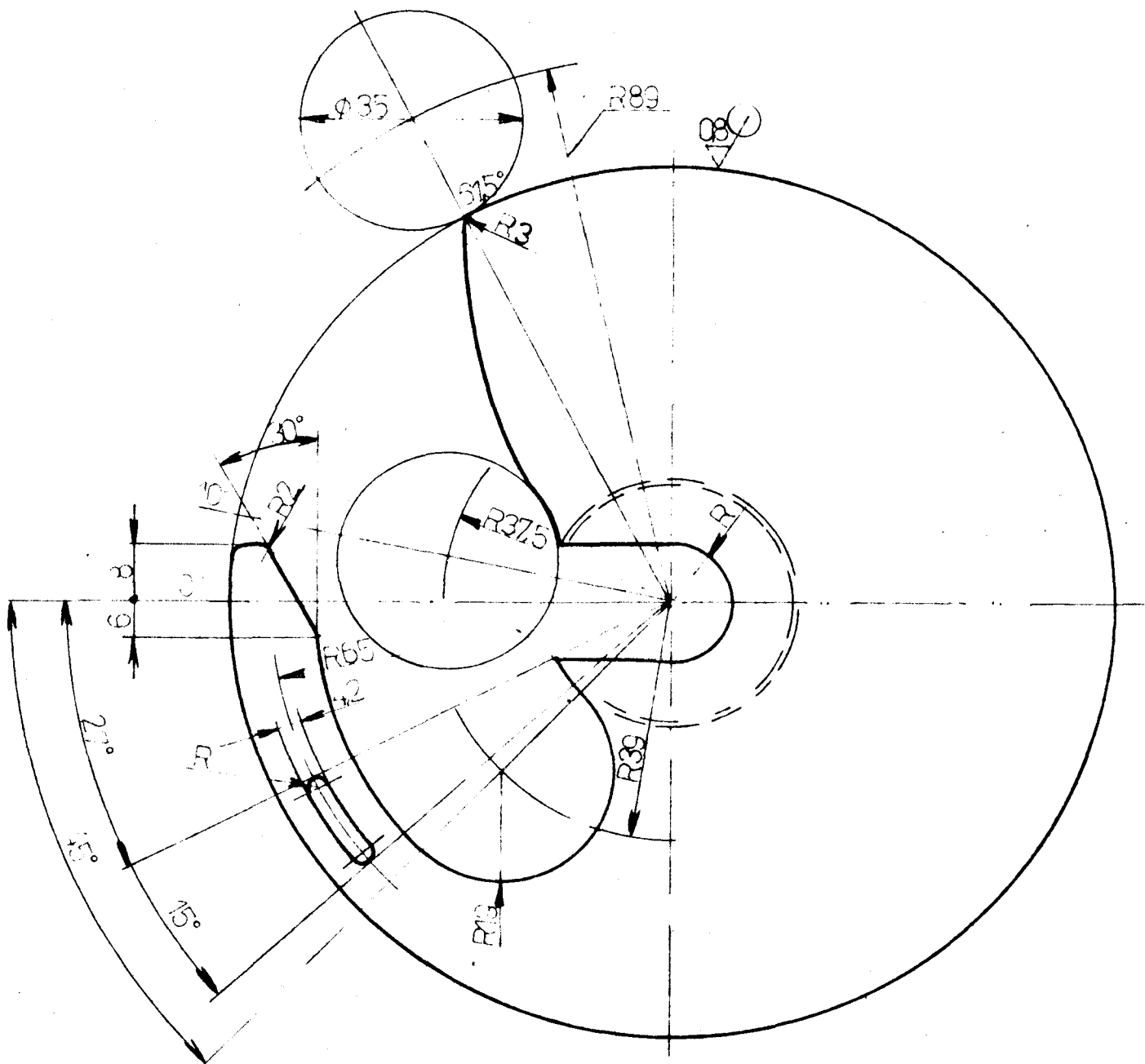
Výrobná dokumentácia ES

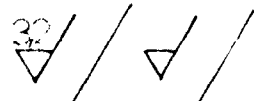
1. Púzdro	522 011 112 075
2. Vložka	516 001 301 102

Poz.	Názov - Rozmery	Výkres-Norma	Materiál	J.	ks	Hmotn.
1	DOSKA 80 x 14 - 145	ČSN 42 5522.1	11 373.0		4	
2	VRT.DOSKA 60 x 16 - 100	ČSN 42 5522.1	11 373.0		4	
3	ÚPINKA 50 x 14 - 20	ČSN 42 5522.1	11 373.0		4	
4	LIŠTA 20 x 10 - 145	ČSN 42 5522.1	11 373.0		4	
5	KLIN 16 x 10 - 150	ČSN 42 5522.1	11 373.0		4	
6	VLOŽKA 60 x 10 - 25	ČSN 42 5523.1	19 312.4		8	
7	VLOŽKA 60 x 10 - 25	ČSN 42 5523.1	19 312.4		8	
8	SKRUTKA ϕ 10 - 42	ČSN 42 5510.1	11 600.0		4	
9	MATICA ϕ 28 - 18	ČSN 42 5510.1	11 600.0		4	
10						
11						
12						
13	KOLÍK 6 x 20	ČSN 02 2150			8	
14	KOLÍK 6 x 40	ČSN 02 2150			4	
15	KOLÍK 6 x 25	ČSN 02 2150			8	
16	SKRUTKA M6 x 18	ČSN 02 1143			8	
17	SKRUTKA M6 x 15	ČSN 02 1143			8	
18	SKRUTKA M3 x 5	ČSN 02 1151			8	
19	PŮZDRO ϕ 5F7 x 10	ČSN 24 3705			16	
20	PRUŽINA	47 938			4	

INDEX	ZMENA	DÁTUM	PODPIS	VŠST LIBEREC	
VYPR. <i>Ján Korbáč</i>		NORM. R.		POZN.	Č. VÝK.
PRESK.		SCHVÁLIL			
TECHN.					
VRT. PRÍPRAVOK				2-KOM-OS-162-04	
				Listov 2	List 2

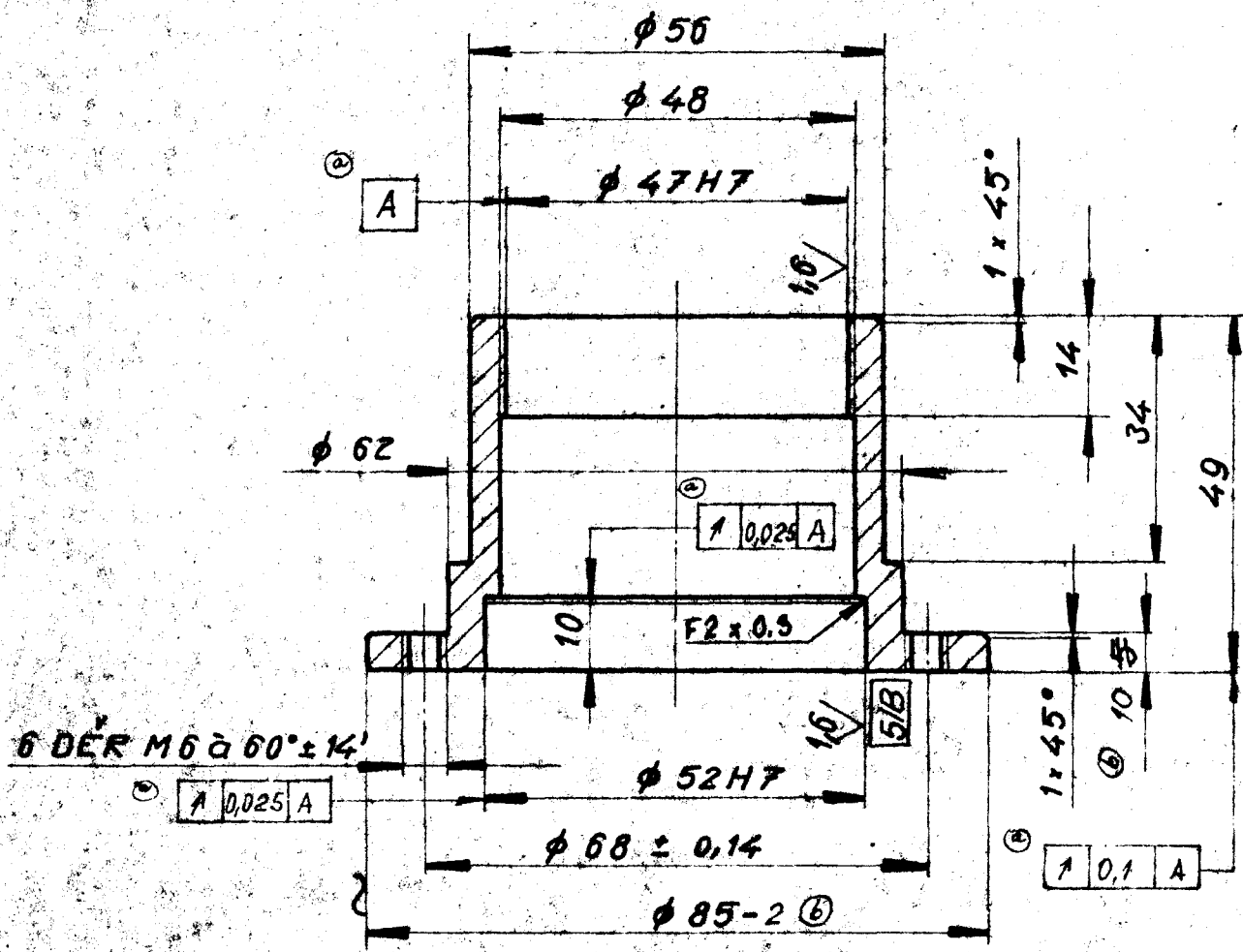
[illegible]





3-KOM-OS-162-011

6.3 / 1.6 / ~ /



1. CERNĚNO ALKALICKY

931 063		8
931 062		8
931 044		8
931 027		8
R 23 - 31.1		8

ČSN	11 600.0	001 0,39	931 027	8
42 5510.10			R 23 - 31.1	

Podst.	Název - Rozměr	Podstovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka	ZP-4.02614			Celková čistá váha kg				
Měřička	Kreslil	Středník	Č. snímku					
1:1	Provedení	Provedení						
	Mater. ref.	Provedení						
	Výr. projedn.	Schválil						
		Dne	1.3.1976					
Typ		SKP-225 K2	Skupina	31	Seřiz. výkres			
Název		POUZDRO			Nový výkres			
VÝROB LIBEREC					R 23 - 31.112			
výzkumný závod					522 011 112 075			
BRNO								



TECHNOLOGICKÝ POSTUP I

Číslo položky — dielu		Název položky — dielu		For.	V. str.	Sklad	Dávka	% str	SN	PRUDO	Cistá hmotnosť	Číslo dokladu: D 1331	Číslo	1
112							1200	54						
3 522 011 075		3 ks		A4	133	171	54	3	5		0,39			
Př z d r o														
Výrobca: Baláž		Výrobca: Ing. Hubinský												
Normoval: Raučine 14.3.86														
Schválil:														

Číslo materiálu		Množstvo v MJ		Cena za MJ		Cena celkom		MJ		Název a rozmer materiálu		ČSN		ČSN rozmerov	
4 133 111 600 085		2,670		0		001		2,96		7,90		kg		0 85	
Číslo modelu		Číslo str. plánu		Východzí rozmer materiálu		Pripraviť na rozmer		KS z v r.		Rozpich		Tr. odp.			
				0 85 - 3000		0 85 - 52		50		6		001		542 - 112	
														225 1710 - 140 x	

OP	STR	PRAC	V	TT	M	TB	TA	B	Popis práce	Číslo náradia	Počet	Název náradia
001	313	05963	2	56	R	5	2,20	0	Pilník na L = 52			
010	133	04122	1	56	L	30 60	3,40	0	Upnúť, navrtáť, vyvŕtať 4,3 ②, zarovnať čelo do čista, vrtať 443 ②, zraziť hranu 2 x 45 v otvore točiť 0 85 na L = 25 15 ② hrana 1 x 45 - 2 x 0 55 8 ②			
020	133	04124	1	56	L	30 60	3,00	0	Upnúť do pret. čelusti 20 x 0 83 ②, zarovnať čelo na L = 49,5 zraziť hranu v otvore 45 ② točiť 0 62 do L = 39 hranu 1 x 45 - 2 x 0 55 9 ②			mäkké čeluste

Zmena		Index zmeny		Podpis		Dátum		Plati od		Zmena		Index zmeny		Podpis		Dátum		Plati od		Zmena		Index zmeny	
11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112	
11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112	
11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112		11 086 824 386 1112	

OP	STR	PRAC	V	IT	D	TB	TA	R	Popis práce	Číslo náradia	Počet	Názov náradia
030	133	04371	1	56	1	40	3,80	0	Upnúť do pret. čelustí, podnikiet bratom, točiť podľa šablony Ø 56 Ø 62 zraziť hranu lx 45° (a)	9 415 60 349 0061	1	mäkké čeluste (a)
040	121	04127	1	56	1	30	3,50	0	Upnúť do zatoč. čelustí, zarovnať na L=49 (a) točiť Ø 47H7 na Ø 46 ± 0,2 (a) Ø 48 Ø 52H7 na Ø 51 ± 0,2 (a) zraziť hranu lx 45° na Ø 85 l.p. 0560 (a)	9 415 60 423 0115 9 415 60 571 0197	1 1 1	sada čelustí (a) kal. Ø 52H7 253126 kal. Ø 47H7 253126
050	121	04127	1	56	1	30	3,20	0	Upnúť do pret. čelustí na Ø 62 zarovnať čelo na L=49 točiť Ø 51,7 ± 0,1 točiť Ø 46,7 ± 0,2 (a) točiť záplech F2/0,3 vystružiť Ø 52H7 Ø 47H7 dodrtať hádzavosť podľa výkresu	9 415 60 242 0230 9 415 60 571 0197	1 1 1 1 1 1	nož 20x20 223822 " " 223824 N2F0 2 výstr. Ø 52H7 (a) Ø 47H7 221432 kal. Ø 52H7 253126 " Ø 47H7

Zmena	Plati od	Datum	Podpis	Index zmeny	Zmena	Plati od	Datum	Podpis	Index zmeny
576/87	14.8.87	10.8.87	10.8.87	14					

OP	STR	PRAC	V	TT	D	TB	TA	B	Popis práce	Číslo náradie	Počet	Názov náradie
060	121	04682	1	56	L	20	3,60 2,20 0,366 0,6060	0	Upraviť do prípravy vrták Ø 5 pre M6 - 6x odhlaviť	9 415 60 441 0060	1	
070	121	04682	1	56	L	15	3,00 1,80 0,366 0,5060	0	Rezať závit M6 - 6x		1	záv. M6 223043 M6. M6 254110
080	121	09421	1	46	L	5	0,60 0,7500 0,0900	0	Značiť 3/8		1	Číslo 3 mm
090		09863							Kontrola			

Zmena	Platí od	Datum	Podpis	Index zmeny	Zmena	Platí od	Datum	Podpis	Index zmeny	Zmena	Platí od	Datum	Podpis	Index zmeny
516/84	08.08.84	19.10.84	012	012										

TECHNOLOGICKÝ POSTUP - pokračovanie

Lístov:

4

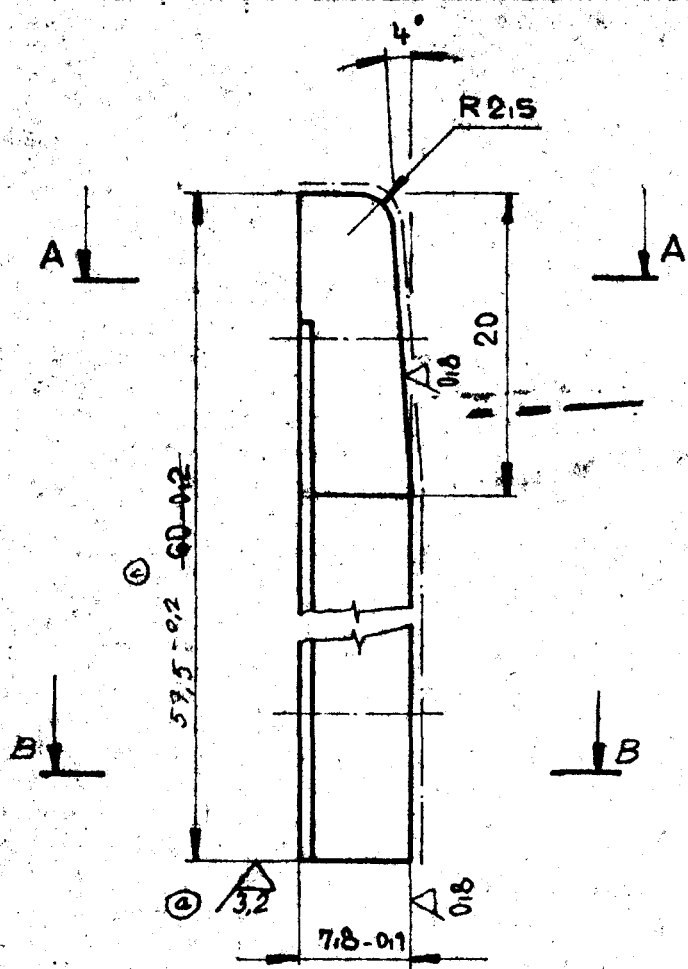
List: 4

Vyrábajú:

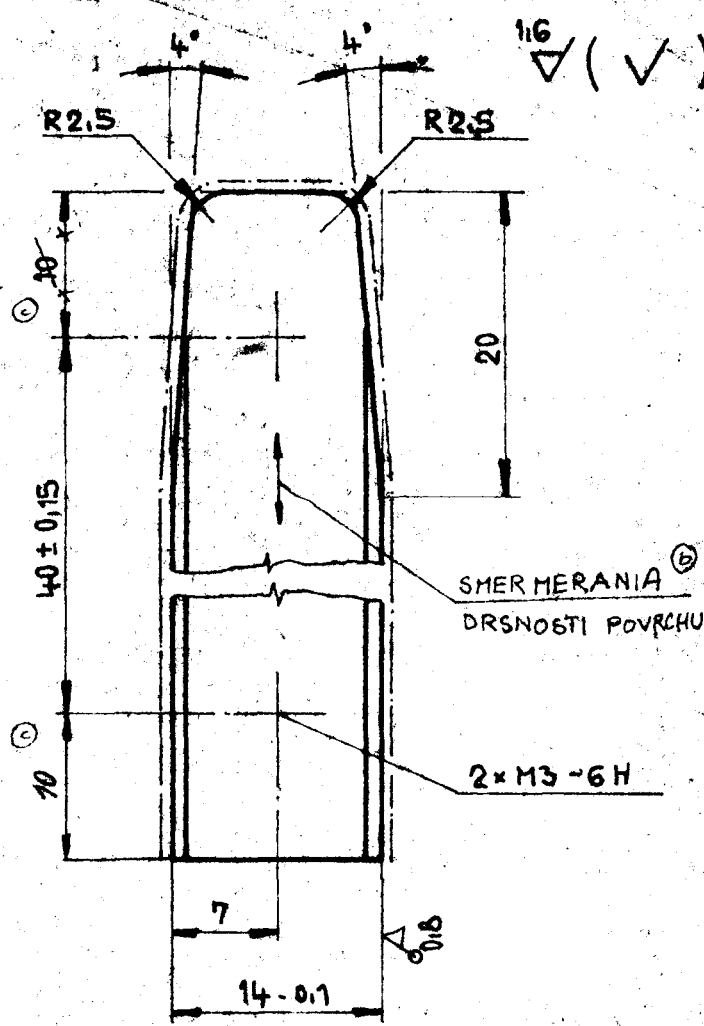
Normoval:

OP	STR	PRAC	V O	TT M	D M	TB Kčs	TA Kčs	B	Popis práce	Číslo náradia	Počet	Názov náradia
095	174	26347	1	46	R	-	0,05 0,0075	0	Odmestie v FPS			PN 57 001
100	174	76312	1	46	R	20 3,0000	0,40 0,0600	0	Čierniť			PN 60 001
110		09864							KONTROLA			
		súčet :				4,1667 0,6928	22,550 3,7764					

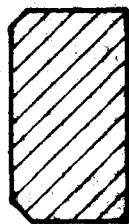
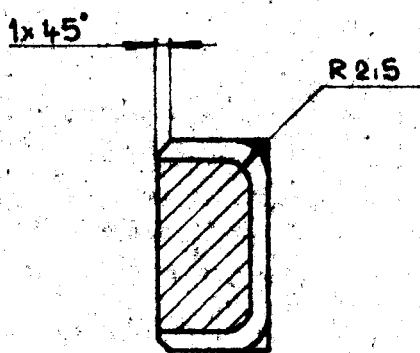
Zmena	Plati od	Datum	Podpis	Index zmeny	Zmena	Plati od	Datum	Podpis	Index zmeny	Zmena	Plati od	Datum	Podpis	Index zmeny



A - A



B - B



2. ——— LEŠTENE
1. KALENE NA 56 ± 2HRC

Platí len pre informáciu

		17029.4		17029.3		025		516 901 301 100	
								3-63063-1-1-0-2	
Číslo kusov	NÁZOV-ROZMER	POKOTOVAR	KONEČNÝ MAT.	VÝCHODISK MAT.	Krieda	C. hmot.	Hr. hmot.	ČÍSLO VÝKRESU	POZ
POZNÁMKA					CELKOVÁ ČISTÁ HMOTNOSŤ kg				
MIERKA	KRESLIL ING. JAR. ČIŽ			C. SNÍMKY					
2:1	PRESKÚŠAL ING. PEČKA								
	NORM. REF. A. KOLNÍK								
	VÝR. PREJEDN.	SCHVALIL ING. POPELKA	C. TRANSP.						
		DNA 3.2.86							
TYP RZMT 007A		SKUPINA		STARÝ VÝKRES		NOVÝ VÝKRES			
NÁZOV		VLOŽKA		516 001 301 102					
NOVÉ MESTO				4-63063-1-1-0-2					
NAD VÁHOM				POČET LÍSTOV					
				LIST					



TECHNICKÝ POSTUP I

Číslo dokladu: D 1331

Uložení: 2
Vytvořeno: 20.11.2011
Normováno: 20.11.2011
Schváleno: 20.11.2011

Objekt: 01.002	Základ: 01.002	Název položky - dílu: V 1 0 2 k a	For: A4	V. str: 122	Strid: 171	Dávka: 720	% str. DR: 3	SN PRUDO: 9	Číslo hmotnosti: 17 029.4	ČSN ekostná: 42516.11
----------------	----------------	-----------------------------------	---------	-------------	------------	------------	--------------	-------------	---------------------------	-----------------------

Číslo materiálu: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
Číslo materiálu: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
Číslo materiálu: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

STR: 01.002.000	Objekt: 01.002	OP: 0001	Cena za MJ: 11,86	Objekt celkom: 1,962	MJ: kg	Název a rozměr materiálu: Ø 20 - 3000	ČSN ekostná: 17 029.4	ČSN rozměry: 42516.11
-----------------	----------------	----------	-------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	-----------------------

Plati len pre informáciu

číslo položky - číslo
 526 001 301 100
 100000 01 01 002

TECHNOLOGICKÝ POSTUP - pokračovanie

Listov: 4 List: 3
 Vydanie:
 Normovaný:

Op	STR	PRAC	V	TT	D	TB		TA		B	Popis práce	Číslo náradia	Počet	Názov náradia
						Kbs		Kbs						
100	121	21717	1	66	R	20		0,14	0,00	0	Kaľte podľa P.T.S. 3 630 660 300 001	9 415 60 379 0010	1	Kliešťa
						3,8000		0,14	0,00			9 415 60 373 0010	1	Kliešťa
110	121	26325	1	66	R	20		0,14	0,00	0	Oprieť podľa P.T.S. 3 630 660 300 001	9 415 60 373 0007	1	perforovaný kôš
120	121	21711	1	66	R	20		0,14	0,00	0	Popustiť podľa P.T.S. 3 630 660 300 001	9 415 60 373 0007	1	perforovaný kôš
130		09851									Kontrola triedenia podľa P.T.S. 3 630 660 300 001			
140	122	04682	1	66	R	20		0,14	0,00	0	Príprava zariadenia	4 411 315 309 100 1	1	náradie 10-68
						1,3666		0,14	0,00			4 409 440 200 904 1	1	kal. 10-68
145	122	05613	1	66	R	20		0,14	0,00	0	Upraviť do por. kaluší do karcu kaluší	4 405 60 456 0001	1	kaluše
						1,3666		0,14	0,00		Príprava na malú úroveň kaluší	4 405 60 456 0001	1	kaluše
150	122	05613	1	66	R	20		0,14	0,00	0	Príprava na malú úroveň kaluší	4 405 60 456 0001	1	kaluše
						1,3666		0,14	0,00		Príprava na malú úroveň kaluší	4 405 60 456 0001	1	kaluše

Platí len pre informácie

Poz.	Název - Rozměry	Výkres-Norma	Materiál	J. ks	Množn.
1	POSUVNÁ ČÁST' 95 x 160 - 185	ČSN 42 5310	10 370.0	1	
2	DOSKA 25 x 140 - 185	ČSN 42 5310	10 370.0	1	
3	PLÁŠT' KRYTU 1 x 260 - 260	ČSN 42 5301.21	11 321.21	1	
4	PODLOŽKA 2 x 15 - 60	ČSN 42 5301.21	11 321.21	1	
5	PEVNÁ ČÁST' 60 x 65 - 195	ČSN 42 5310	10 370.0	1	
6	OPORNÁ DOSKA 30 x 145 - 145	ČSN 42 5310	10 370.0	1	
7	STRMEŇ 25 x 195 - 245	ČSN 42 5310	10 370.0	1	
8	STĚPIK Ø 8 x 64	ČSN 42 6510	11 107.0	1	
9	ŠNEK Ø 30 x 300	ČSN 42 5515	14 260.1	1	
10	REMENICA MOTORU Ø 100 x 50	ČSN 42 7510	42 4415	1	
11	REMENICA VRETENA Ø 140 x 50	ČSN 42 7510	42 4415	1	
12	REMEŇ 10 x 630	ČSN 02 3112		2	
13	ŠNEKOVÉ KOLO Ø 90 x 30	ČSN 42 8611	42 3123	1	
14	OZUBENÉ KOLO Ø 100 x 30	ČSN 42 5510	11 600.0	1	
15	DOŠTIČKA 3 x 70 x 70	ČSN 42 5310	11 373.0	1	
16	OBJÍMKA Ø 25 x 4 - 15	ČSN 42 5715	11 350.0	1	
17	KRYT 10 x 70 - 80	ČSN 64 3111	TEXT IT	1	
18	VEKO Ø 55 x 8	ČSN 42 5510	11 373.0	1	
19	PASTOROK Ø 30 x 75	ČSN 42 5515	14 260.0	1	
20	HRIADEL' Ø 40 x 90	ČSN 42 5515	16 341.7	1	
21	LIŠTA 10 x 30 - 185	ČSN 42 5522	11 600.0	1	
22	ELEKTROMOTOR 750 W	3 AF-80-2s		1	
23	LOŽISKO 6201	ČSN 02 4630		3	
24	LOŽISKO 6202	ČSN 02 4630		2	
25	LOŽISKO 6304	ČSN 02 4630		1	
26	LOŽISKO 6303	ČSN 02 4630		1	

INDEX	ZMENA	DATUM	PODPIS	VŠST LIBEREC	
	VYPR. Jan Komár	NORM.R.	POZN.	Č. VÝKR.	
PRESK.					
TECHN.	SCHVÁLIL				
VRT. JEDNOTKA				1-KOM-OS-162-02	
				Listov,	List 2

P. z.	Názov - Rozmery	Výkres-Název	Materiál	Číslo	Množstvo
27	PERO 5e7 x 5 - 15	ČSN 02 2507		1	1
28	PERO 5e7 x 5 - 20	ČSN 02 2507		1	1
29	PERO 5e7 x 5 - 20	ČSN 02 2507		2	2
30	PERO 4e7 x 4 - 15	ČSN 02 2507		1	1
31	POIST.KRČŽOK 20	ČSN 02 2930		1	1
32	POIST.KRČŽOK 12	ČSN 02 2930		3	3
33	POIST.KRČŽOK 32	ČSN 02 2931		1	1
34	POIST.KRČŽOK 52	ČSN 02 2931		1	1
35	POIST.KRČŽOK 25	ČSN 02 2931		1	1
36	TESNENIE CP 25 x 47 - 10	ČSN 02 9401		1	1
37	TESNENIE C 25 x 52 - 10	ČSN 02 9401		1	1
38	TESNENIE C 25 x 35 - 10	ČSN 02 9401		1	1
39	SKRUTKA M6 x 35	ČSN 02 1143		2	2
40	SKRUTKA M5 x 10	ČSN 02 1181		1	1
41	SKRUTKA M6 x 15	ČSN 02 1131		1	1
42	SKRUTKA M8 x 20	ČSN 02 1103		1	1
43	SKRUTKA M6 x 15	ČSN 02 1103		1	1
44	SKRUTKA M5 x 15	ČSN 02 1103		1	1
45	SKRUTKA M5 x 10	ČSN 02 1161		2	2
46	SKRUTKA M6 x 20	ČSN 02 1185		2	2
47	SKRUTKA M6 x 30	ČSN 02 1143		8	8
48	SKRUTKA M4 x 8	ČSN 02 1151		6	6
49	SKRUTKA M8 x 10	ČSN 02 1103		4	4
50	SKRUTKA M5 x 10	ČSN 02 1131		12	12
51	SKRUTKA M4 x 12	ČSN 02 1151		4	4
52	KOLÍK 6 x 20	ČSN 02 2150		2	2

INDEX	ZMENA	DATA	KOD	VŠST LIBEREC	
VYPR.	Jan Kováč	NORM. R.	POH.	Č. VÝK.	
PRESK.					
TECHN.		SCHVÁLIL			
VRT. JEDNOTKA				1-KOM-OS-162-02	
				Listov.	List 3

Prz.	Název - Rozměry	Výkres - Norma	Materiál	L. k.	Mostr.
53	KOLÍK 5 x 20	ČSN 02 2150		2	
54	PODLOŽKA 8,4	ČSN 02 1702		1	
55	PODLOŽKA 6,4	ČSN 02 1702		1	
56	PODLOŽKA 5,2	ČSN 02 1702		1	
57	PODLOŽKA Ø 15 x 4	ČSN 42 6510	11 373.0	1	
58	VÁČKA	03-KOM-01- -162-C12		1	
59	ROZPER. PRUŽKY Ø 17 x 15 - 3	ČSN 42 6710	42 3223.21	1	
60	ROZPER. KAMÍČKY Ø 12 x 4 - 3	ČSN 42 6710	42 3223.21	1	
61	PRÍATEL Ø 20 x 30	ČSN 42 5510	11 600.0	1	
62	SVORKOVNICA 10 x 32 x 55	ČSN 64 3111	TEXTIT	1	
63	MATICA M6	ČSN 02 1403		2	
64	VEKO Ø 60 x 10	ČSN 42 6510	11 373.0	2	
65	PRUŽINA Ø 2 x 2300	ČSN 02 6450	12 090.5	1	
66	OPERNÁ SKRUTKA Ø 20 x 30	ČSN 42 6510	11 107.0	1	
67	OPERNÁ VLOČKA Ø 15 x 25	ČSN 42 6510	11 107.0	1	

INDEX	ZMENA	LÁTKA	POSLA	VŠST LIBEREC	
VYK. Jan Lenc	NORM.	POZN.	Č. VÝR.		
PŘEŠK.	SC. V/LT.				
TECHN.					
VRT. JEDNOTKA				1-KOM-OS-162-02	
Lístov.				Líst 4	

Prz.	Názov - Rozmery	Výkres-Norma	Materiál	J. ks	Hmotn.
1	VRTACIA JEDNOTKA	1-KOM-OS- -162-02			
2	VRTACIA HLAVA	1-KOM-OS- -162-03			
3	VRTACÍ PRÍPRAVOK	2-KOM-OS- -162-04			
4	VRTACÍ PRÍPRAVOK	3-KOM-OS- -162-05			
5	ODPRUŽENÁ DOSKA	1-KOM-OS- -162-06			
6	CHLADENIE				
7	VAŇA				
8	STŮL				
9	ELEKTROSKRIŇA				
10	DOSKA				
11	VÁČKA ZÁVITOVÁ	3-KOM-OS- -162-011			
12	VÁČKA VRTACIA	3-KOM-OS- -162-012			

INDEX	ZMENA	DÁTUM	PODPIS	VŠST LIBEREC	
VYPR. Jan Kováč		NORM. R.		POZN.	Č. VÝKR.
PRESK.		SCHVÁLIL			
TECHN.					
JUS NA VRT. A ZÁVIT.				O-KOM-OS-162-01	
				Listov	List

VYPR. Jan Kováč

NCRM. R.

POZN

C. VÝKR.

PRESK.

SCHVÄLIL

JUS NA VRT. A ZÁVIT.

Q-KOM-OS-162-01

Listov

List