

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU) č. 080

pro **Jaroslava Fialovou**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: **Jednoduchá zarovnávačka tyčí do průměru 120 mm**

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor úkolu, rešerše literatury, požadavky na zařízení, rozbor sortimentu zarovnávaných tyčí.
2. Určení nejvhodnější technologie zarovnávání a výběr vhodného nástroje. Výpočet řezných sil.
3. Koncepční návrh jednoduché zarovnávačky s kývavými pohyby skupin stroje v altern., výběr a zdůvodnění optimálního řešení.
4. Konstrukční zpracování uložení a pohonu vřetene, upnutí a polehování tyče, návrh pomocných obvodů.
5. Technické-ekonomické zhodnocení řešení.

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

V M6 / 85 5

Rozsah grafických prací: 3 - 4 výkresy

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran

Seznam odborné literatury:

Štikar, J.: Diplomová práce, VŠST Liberec 1981

Podklady firem GACK, UMA-WERKE, WEEREN

Katalog sortimentu np. Perena Praha

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Martínek
konzultant: Ing. Vladimír Gabriel - KOM, VŠST

Datum zadání diplomové práce: 15. 10. 1984

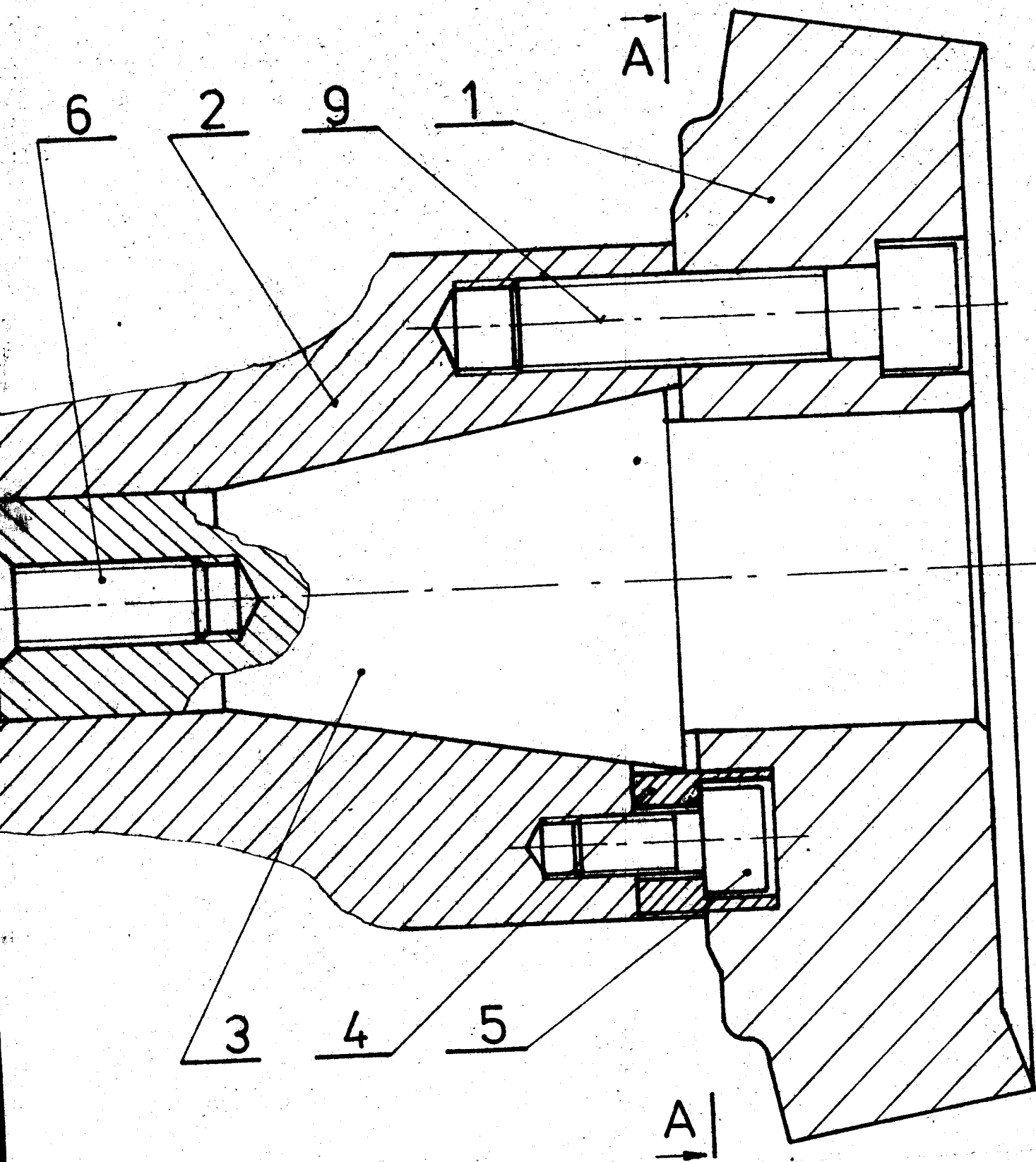
Termín odevzdání diplomové práce: 24. 5. 1985



Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.
Vedoucí katedry

Doc. RNDr. Bohuslav Stráž, CSc.
Děkan

V Liberci dne 30. 9. 1984



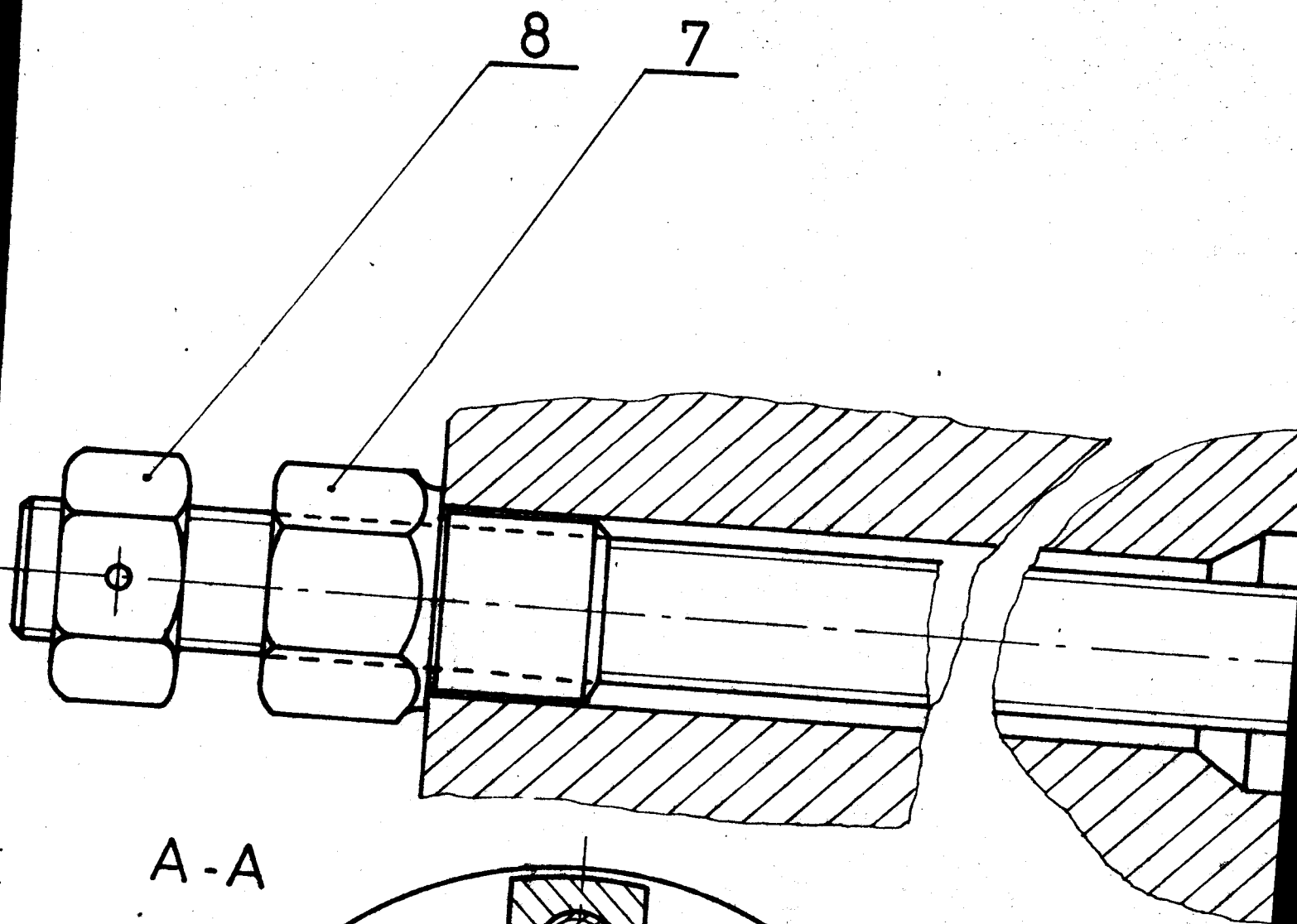
1:1

FIALOVÁ J.

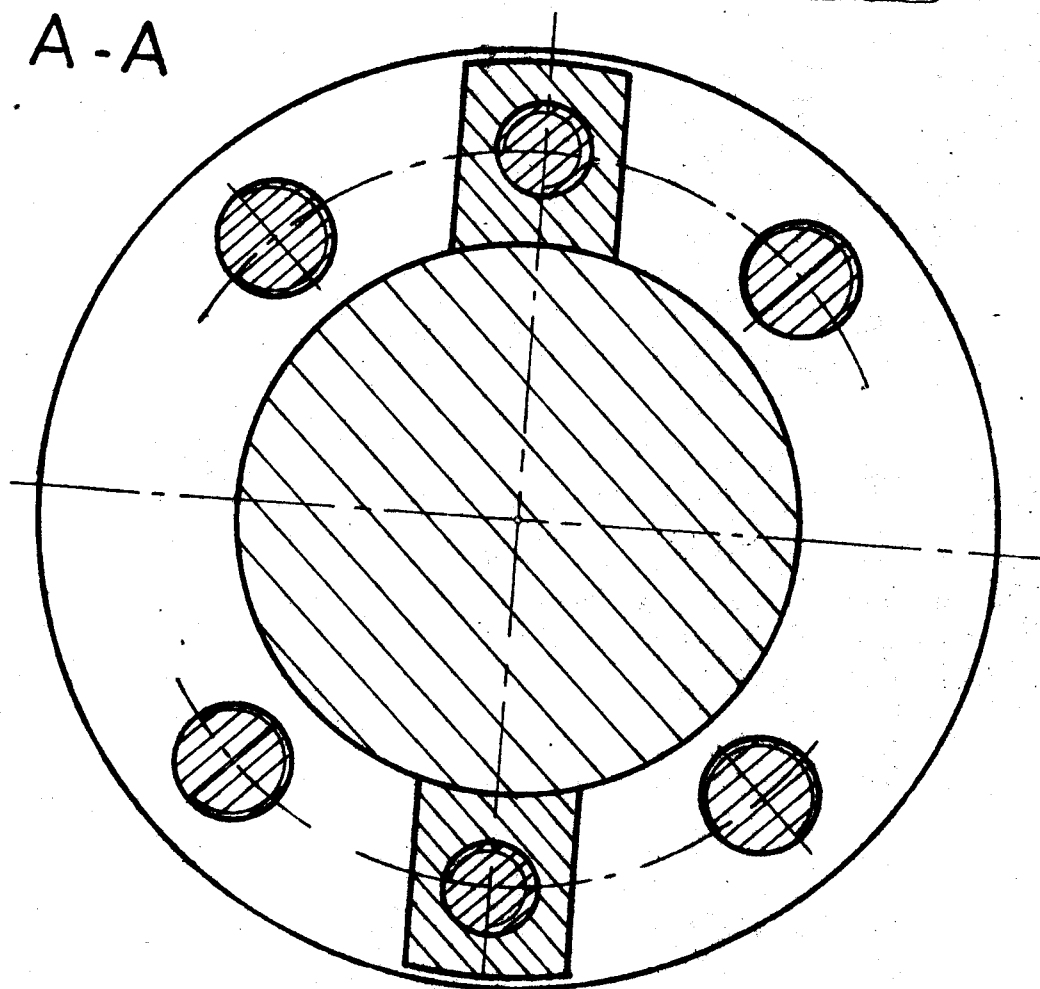
4-KOM-080/04

UPNUTÍ FRÉZY

3-KOM-080/04



A - A



1	2	3	4	5	6
1	frézovací jednotka			0-KOM-080-03	1
1	kyvný člen			0-KOM-080-02	2
1	základní deska	ČSN 425301			3
1	hydromotor	HM 50/25/80-121111			4
1	stojan	ČSN			5
1	zachytávač tríssek	ČSN 425310			6
1	fréza	ČSN 222464.15			7
1	kryt hydromotoru	ČSN 425301			8
1	kryt frézy	ČSN 425301			9
1	doraz	ČSN 426936			10
1	vedení dorazu	ČSN 425510			11
23	šroub M16x30	ČSN 021101			1
1	šroub dorazu	ČSN 425510			13

FIALOVÁ J.

VŠST
Liberec

ZAROVNÁVACÍ STROJ

4 - KOM - 080/01

Poř. č.	Název - rozměr	Podklad	Mater. koef.	Mater. číslo	Mater. popis
1					
2	kroužek 42	ČSN 022931			
1	kroužek 34	ČSN 022930			42
2	kroužek 14	ČSN 022930			43
2	plastový kroužek ø 60	ČSN 023655			44

FIALOVÁ J.

VŠST
Liberec

Název

KYVNÍ ČLEN

4 - KOM - 080/02

1	2	3	4	5	6	7	8
1	podložka ø50-3	ČSN425510	10 340				21
1	kladička ø 85-125	ČSN425510	11 500				22
6	šroub M10x32	ČSN 021143					25
2	šroub M10x20	ČSN 021143					26
2	šroub M5x10	ČSN 021185					27
4	šroub M10x20	ČSN 021103					28
8	šroub M6x15	ČSN 021103					29
16	šroub M5x15	ČSN 021131					30
2	ložisko 30212	ČSN024720					31
2	ložisko 6004	ČSN 024630					32
2	podložka MB 12	ČSN 023640					33
2	matka KM 12	ČSN 023630					34
8	matka M16	ČSN 021401					35
8	podložka 6	ČSN 021741					36
8	podložka 13	ČSN 021702					37
4	podložka 10,5	ČSN 021702					38
1	závlačka 8-40	ČSN 021781					39
1	hydromotor HM 40/22/100 - 121111						40

FIALOVÁ J.

VŠST
Liberec

KYVNÝ ČLEN

4 - KMO - 080/02

1	kyvná jednotka	svařenec	11	353.1			1
1	rám	svařenec	11	353.1			2
1	prizma spodní	odlitek	422709.1	422709.6			3
1	prizma horní	ČSN 425310	11	500.1	11	500.6	4
4	vedení ø 20-300	ČSN 425510	11	700.1	11	700.6	5
1	hřídel ø15-165	ČSN 425310	11	500.1			6
1	nosník P16	ČSN 425310	11	500.1			7
1	váleček ø 38-100	ČSN 425510	11	500.1			8
2	zvedák P12	ČSN 425310	10	340			9
2	pouzdro ø 24	ČSN 425510	10	340			10
2	víčko ø140-10	ČSN 425510	10	340			11
1	stojánek	svařenec	11	353.1			12
1	čep ø 48-85	ČSN 425510	11	353.1			13
1	čep ø 42-125	ČSN 425510	11	353.1			14
2	krycí plech P2	ČSN 425301	10	340			15
2	čep ø 7-25	ČSN 425510	10	340			16
2	rozpěrná tr. ø 121x10-15	ČSN 425715	10	340			17
2	rozpěrná tr. ø 28x4-8	ČSN 425715	10	340			18
2	hřídel ø 20-34	ČSN 425510	11	500.1	11	500.6	19
1	čep ø 52-60	ČSN 425510	10	340			20

FIALOVÁ J.

VŠST
Liberec

KYVNÝ ČLEN

- 4 - KOM - 080/02

Počet kusů	Název - rozměr	Podstavec	Mat. konečný	Mat. výchozí	Podp.	C.	Pr.	Číslo	Průměr	Pos.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	podložka MB 16	ČSN 023640								41
1	podložka MB 20	ČSN 023640								42
1	podložka MB 14	ČSN 023640								43
1	pero 12x8x65	ČSN 022562								44
1	pero 10x8x80	ČSN 022562								45
1	pero 10x8x25	ČSN 022562								46
1	pero 20x12x30	ČSN 022562								47
1	pero 12x8x85	ČSN 022562								48
1	gufero 65x90x13	ČSN 029401.0								49
2	kroužek 40	ČSN 022930								50
3	kroužek 35	ČSN 022930								51
1	kroužek 24	ČSN 022930								52
1	kroužek 60	ČSN 022930								53
4	šroub M8x20	ČSN 021103								54
4	šroub M6x14	ČSN 021103								55
22	šroub M5x15	ČSN 021131								56
14	šroub M5x15	ČSN 021151								57
2	šroub M12x25	ČSN 021143								58
4	šroub M16x50	ČSN 021101								59
6	šroub M8x20	ČSN 021151								60

Místo: PIALOVÁ J.

Průběh:

Název:

VŠST
Liberec

FRÉZOVACÍ JEDNOTKA

4 - KOM - 080/03

1	rozpěrná tr. TRØ 51x5-52	ČSN 425715 11 320.0	21
1	rozpěrná tr. TRØ 51x5-32	ČSN 425715 11 320.0	22
1	rozpěrná tr. TRØ 44,5x4,5-35	ČSN 425715 11 320.0	23
1	rozpěrná tr. TRØ 44,5x4,5-32	ČSN 425715 11 320.0	24
1	rozpěrná tr. TRØ 60x6-6	ČSN 425715 11 320.0	25
1	rozpěrná tr. TRØ 60x6-27	ČSN 425715 11 320.0	26
1	rozpěrná tr. TRØ 121x12-5	ČSN 425715 11 320.0	27
1	vložka Ø150x45	ČSN 425510 11 600.6 11 600.1	28
1	kryt P 2	ČSN 425301 10 370.2	29
1	kroužek Ø 121x5-15	ČSN 425715	30
2	ložisko 6208	ČSN 024630	31
2	ložisko 6207	ČSN 024630	32
1	ložisko 6305	ČSN 024630	33
1	ložisko 6012	ČSN 024630	34
1	ložisko NU2214B	ČSN 024673	35
1	ložisko NN3020K	ČSN 024700	36
2	ložisko 51120	ČSN 024730	37
1	matice KM 16	ČSN 023630	38
1	matice KM 20	ČSN 023630	39
1	matice KM 14	ČSN 023630	40

FIALOVÁ J.

VŠST
Liberec

FRÉZOVACÍ JEDNOTKA

4 - KOM - 080/03

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovary	Mat. kování	Mat. výroby	Mat. výroby	Mat. výroby	Mat. výroby	Mat. výroby	Mat. výroby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	skříň převodovky	svařenec	11 353.1						
1	vřeteník	ČSN 425510	14 220.6	14 220.1					
1	ozubené kolo	ČSN 425715	12 020.6	12 020.1					
1	ozubené kolo	ČSN 425715	12 020.6	12 020.1					
1	ozubené kolo	ČSN 425715	12 020.6	12 020.1					
1	ozubené kolo	ČSN 425715	12 020.6	12 020.1					
1	ozubené kolo	ČSN 425310	14 223.6	14 223.1					
1	ozubené kolo	ČSN 425310	14 223.6	14 223.1					
1	hřídel ø42-205	ČSN 425510	11 600.6	11 600.1					
1	hřídel ø38-205	ČSN 425510	11 600.6	11 600.1					
1	hřídel ø63-205	ČSN 425510	11 600.6	11 600.1					
1	víko ø200-27	ČSN 425510	10 340.0						
1	víko ø180-25	ČSN 425510	10 340.0						
1	víko ø115-5	ČSN 425510	10 340.0						
1	víko ø110-10	ČSN 425510	10 340.0						
1	víko ø80-10	ČSN 425510	10 340.0						
1	střední deska ø10xø350	ČSN 425310	10 340.0						
1	pouzdro ø140-105	ČSN 425715	10 340.0						
1	rozpěrná tr. ø 80-46	ČSN 425510	10 340.0						
1	rozpěrná tr. ø140-5	ČSN 425510	10 340.0						

MÍSTO: FIALOVÁ J.

Provozní

Norm. ref.

Provozní

Provozní

Provozní

VŠST
Liberec

Název
FRÉZOVACÍ JEDNOTKA

4 - KOM - 080/03

1	fréza 022464.15	
1	vřeteno	
1	frézovací trn 50x126,8	ČSN220430
2	unašeč	ČSN 220430
2	šroub M12x25	ČSN 021143.52
1	upínací šroub 50x 400	ČSN 241445
1	upínací matice 50	ČSN241448
1	matice M24	ČSN 021401.40
4	šroub M16x70	ČSN021143.

FIALOVÁ J.

VŠST
Liberec

UPNUTÍ FRÉZY

4 - KOM - OCO/04

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

OBOR 23 - 20 - 8

Stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

zaměření

Jednouúčelové obráběcí a montážní stroje

Katedra obrábění a montáže

JEDNODUCHÁ ZAROVNÁVAČKA TYČÍ DO PRŮMĚRU 120 mm

Jméno a příjmení autora : Jaroslava Fialová
KOM-OS-080/85

Vedoucí diplomové práce : Ing.Miroslav Martínek /VŠST/
Konzultant: Ing. Vladimír Gabriel /VŠST/

Rozsah práce:

Počet stran: 58

Počet tabulek: 4

Počet obrázků: 24

Počet výkresů: 4

Datum: 24.května 1985

DT

Místopřisežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury

V Liberci 24.května 1985

Jaroslava Fialová
JAROSLAVA FIALOVÁ

O B S A H

Obsah	4
Anotace	6
Úvod	7
1. Rozbor úkolu v návaznosti na potřeby technologie výroby	9
1.1. Požadavky na zařízení	9
1.2. Rozbor sortimentu zarovnávaných tyčí	11
2. Rozbor technologie zarovnávání	14
2.1. Volba nejvhodnější technologie	16
2.2. Výběr vhodného nástroje	16
2.3. Stanovení řezných podmínek	18
2.4. Výpočet výkonu pro frézování a sta- novení působících řezných sil	19
3. Rozbor alternativ kyvného pohybu skupin stroje a výběr nejvhodnější varianty	24
4. Upínání materiálu	28
4.1. Rozbor alternativ upínání	28
4.1.1. Upínání do univerzálního sklíčidla	28
4.1.2. Upínání pomocí čelistí	29
4.2. Výběr a zdůvodnění výběru upínače	34
5. Konstrukční zpracování frézovací jednotky	35
5.1. Uložení vřetene	35
5.1.1. Kontrola ložisek uložení	36
5.2. Ukončení vřetene a upínání frézy	38
5.3. Pohon vřetene frézy	38
5.3.1. Výpočet a kontrola ozubených kol převodovky.	39
6. Konstrukční zpracování upínače	43
6.1. Popis upínače	43
6.2. Výpočet upínací síly	43
6.2.1. Návrh hydraulického válce	45

7.	Zprostředkování pohybu materiálu do záběru s nástrojem	46
7.1.	Rozbor kyvného pohybu, určení vzdále- ností	46
8.	Popis stroje	47
9.	Návrh pomocných obvodů	49
9.1.	Popis pracovního cyklu stroje	50
10.	Alternativní možnost výměny obráběcích jednotek	51
10.1.	Vlba nástroje	51
10.2.	Uložení vřetene	52
10.3.	Realizace pohybu	53
11.	Technicko-ekonomické zhodnocení	53
11.1.	Určení představitele tyčového mater. .	53
11.2.	Hrubé stanovení ceny stroje	54
11.3.	Porovnání staré a nové technologie ..	54
	Závěr	57
12.	Seznam použité literatury	58
12.1.	Seznam výkresů	58

A N O T A C E

DT

• JAROSLAVA FIALOVÁ

JEDNODUCHÁ ZAROVNÁVAČKA TYČÍ DO PRŮMĚRU 120 MM

VŠST Liberec - katedra obrábění a montáže

diplomová práce 1985

str. 58 obr. 24 výkresy 4

Práce obsahuje stručný přehled požadavků které jsou kladeny na dělení tyčového materiálu pro NC soustruhy a na tuto zarovnávačku.

Je proveden koncepční návrh zarovnávačky čel tyčového materiálu do $\phi 120$ mm s konstrukčním zpracováním kyvného členu s upínačem a frézovacího vřeteníku.

Je provedeno přibližné ekonomické zhodnocení navrhované zarovnávačky.

Ú V O D

XVI. sjezd KSČ zhodnotil výsledky intenzivní práce naší strany i našeho lidu za uplynulých pět let a stanovil program pro příští léta. /9/

Ve sjezdovém dokumentu "Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1981 - 1985" je uvedeno, že významným faktorem se musí stát rychlé využívání výsledků technického rozvoje, zvýšení životnosti a spolehlivosti strojírenských výrobků, změny struktury uvnitř oborů, nahrazování zastaralých výrobků novými na vyšší technické úrovni a dosažení podstatného zvýšení užité hodnoty výrobků, jejich kvality, ale i objemu výroby při menší spotřebě konstrukčních materiálů a nižší pracovní síly. Dále je v dokumentu stanovena orientace rozvoje strojírenství tak, aby byly v potřebné míře a struktuře kryty značné vývozní úkoly, byl urychlen inovační cyklus a zkrácena doba potřebná k uplatnění výzkumu a vývoje na světě.

Současný světový trend rozvoje lidské společnosti je charakterizován prudkým růstem úrovně vědy a techniky. Vědeckotechnická revoluce proniká do všech odvětví našeho národního hospodářství, zejména do strojírenství, které se na průmyslové výrobě podílí téměř 30 % a na rozvoji národního hospodářství více než 20 %.

Hlavním úkolem československé vědecké základny je přinášet nové poznatky a využívat výsledků světové vědy pro budování rozvinuté socialistické společnosti. Důležité je, aby se výzkumné a vývojové práce důsledněji a rychleji zaměřovaly především k racionalizaci spotřeby všech druhů energie, k rozšiřování a využívání

surovinových zdrojů a materiálů ke zvyšování technické úrovně výrobků, jejich užitné hodnoty a provozní spolehlivosti strojů, přístrojů a technologie výroby, k racionálnímu využívání a snižování spotřeby živé práce pokrokovými metodami organizace výroby a práce. Hlavním smyslem všech racionalizačních snah je dosáhnout zvýšení jakosti výroby a produktivity práce všemi vhodnými a dostupnými prostředky, které odpovídají socialistické povaze práce v našich závodech.

Je zapotřebí vědeckotechnický rozvoj větší měrou urychlovat mezinárodní spoluprací, více využívat možností nákupu a prodeje licencí. Na jednotlivých stupních řízení dosáhnout plánovitého propojení a ovládnutí celého cyklu: výzkum - vývoj - výroba - užití. Je to jedna z cest, jak zabezpečit základní cíle hospodářské a sociální politiky KSČ. To je další uspokojování hmotných, kulturních a duchovních potřeb obyvatelstva, upevňování jeho životních a sociálních jistot na základě trvalého rozvoje a vysoké efektivnosti společenské výroby a kvality veškeré práce.

To vše se v plné míře dotýká našeho strojírenství, které má i v 7.pětiletém plánu klíčové postavení v rozvoji našeho národního hospodářství. Je to právě strojírenství, před kterým stojí závažné úkoly, jak z hlediska zabezpečení našich vnitřních potřeb, tak i z hlediska vývozu.

1. ROZBOR ÚKOLU V NÁVAZNOSTI NA POTŘEBY TECHNOLOGIE VÝROBY ZEJMÉNA NA NC SOUSTRUŽÍCH

Současný stav technologie obrábění rotačních strojních součástí zejména na hrotových NC soustruzích vyžaduje úpravu konců polotovaru. Aby bylo možno využít všech možností, které poskytují velmi přesné obráběcí stroje, je třeba, aby otáčivý pohyb obrobku upnutého mezi hroty byl pokud možno co nejpřesnější. Tato přesnost pohybu obrobku závisí v první řadě na přesnosti zhotovených středících důlků a stykových ploch upínacích hrotů.

Kolmé zarovnávání obou čel konců polotovaru a dodržení požadované délky obrobku po odříznutí se stává nepostradatelné pro použití čelních samosvorných unašečů.

Tyčový materiál se odřezává na strojních pilách rámových, kotoučových či pásových, nebo se používá některé z nekonvenčních technologií. Přitom vznikají otřepty, rovina řezu není kolmá k ose obrobku, někdy také ovlivněna vrstvou materiálu /po frikčním dělení/.

Z tohoto vidíme, že součásti se ve výchozím stavu těžko upínají a pro další zpracování, zejména na NC soustruzích jsou v tomto stavu zcela nevhodné. Z těchto důvodů je třeba vložit mezi dělení materiálu a další operace na NC stroji operace zarovnávání a navrtávání čel /středících důlků./1/

1.1. Požadavky na zařízení

Vzhledem k možnosti současného obrábění obou konců i u komplikovaných součástí se dosahuje vysokého, téměř ideálního vytížení stroje. Ovšem délka obráběného materiálu je omezena pracovním rozsahem stroje -to znamená

možným nastavením maximální vzdálenosti obou vřeten. Pro opracování čel tyčoviny 1250 mm dlouhé není tento způsob vhodný, jelikož obráběcí stroj pro oboustranné zarovnávání by byl značně velký.

Z toho vyplývá požadavek na jednostrannou zarovnávačku. Zavádění a vyjímání tyčoviny není požadováno automatické, postačí ruční, jelikož se jedná o kusovou výrobu. Po zarovnání jedné strany tyče se obrobek výjme, otočí o 180° a opracuje se strana druhá. Od stroje je požadována pracovní přesnost a jakost práce. Požaduje se nejen dodržování přesných rozměrů, ale také zvýšení kvality obrobených ploch.

Pracovní přesnost zarovnávačky je ovlivněna řadou činitelů:

- a/ vlivy přímo související s konstrukcí stroje /koncepční řešení, volba materiálu z něhož je stroj vyroben, kvalita zpracování a montáže částí stroje - uložení vřeten, řešení vodících ploch,/
- b/ vlivy, které vznikají mimo vlastní stroj /především je to druh materiálu a tvar obráběné součásti, návrh technologie obrábění, volba nástroje, jímž se bude obrábět, /
- c/ zanedbatelné není ani ovlivnění vzniklé zásahem lidského činitele do procesu obrábění

Jakost práce je podmíněna přesností dodržení tvarů a rozměrů obrobků a jakostí obrobených ploch v porovnání s předepsanými údaji na výkresu. Závisí na celkové koncepci obráběcího stroje, jeho tuhosti, dynamické stabilitě, použitém materiálu, zpracování a montáží jednotlivých celků stroje, na přizpůsobivosti změněným provozním podmínkám aj..

Dále je kladen požadavek na provozní spolehlivost stroje. Tím je míněna co nejnižší poruchovost obráběcího stroje, t.j. aby z celkové provozní doby co nejmenší její část byla ztracena vyřazením stroje z provozu v důsledku poruchy. Spolehlivost stroje je možno ovlivnit zejména celkovou koncepcí a zpracováním skupin obráběcího stroje.

Úkolem mé diplomové práce tedy je zkonstruovat jednouúčelový obráběcí stroj pro jednostranné zarovnávání tyčového materiálu s kyvnými pohyby skupin stroje, jenž má dostatečnou pracovní přesnost a jakost práce. Stroj má být použit pro kusovou výrobu.

1.2. Rozbor sortimentu zarovnávaných tyčí

Kvalitu a produktivitu práce na NC soustruhu ovlivňují tyto parametry obrobku:

1. Obráběný materiál

Obráběný materiál významně ovlivňuje svou obrobitelností technologičnost konstrukce. Měl by být předepsán materiál s dobrou obrobitelností, neboť špatná obrobitelnost vede k použití měšších řezných podmínek a k častějším ručním zásahům, dolaďování polohy nástrojů popřípadě jejich vyměňování, což způsobuje nižší využití a nižší výkonnost stroje.

Rovněž i druh tvořící se třísky ovlivňuje plynulý chod stroje. Nejvýhodnější jsou třísky drobivé nebo plynule dělené, resp. vhodným způsobem utvářené. Nejméně vhodné jsou plynulé třísky souvislé, které musí obsluha stroje odstraňovat z obrobků a nástrojů.

2. Druh polotovaru

Polotovary pro NC stroje jsou odlitky, výkovky, odřezky. Pro obrábění na NC strojích má význam tvarová a rozměrová přesnost polotovaru. Nedodržení předepsaných tvarových a rozměrových odchylek může vést k poškození nástroje, který rychloposuvem najeде na materiál obrobku, nebo vede ke zvyšování podílu chodu nástroje naprázdno, což způsobuje zmenšení využití kapacity stroje. Dodatečné korekce ploch nástrojů podle měnících se požadavků jsou v principu možné, ale jsou nákladné a snižují přínos automatizace.

3. Rozměry obrobku

U NC strojů je třeba zvláště dodržovat zásadu obrábět na jednotlivých strojích součásti vhodných rozměrů. Největší rozměry součástí jsou ohraničeny pracovním prostorem a pracovním rozsahem stroje.

Ovšem i spodní hranice je významná. Při obrábění malých součástí není dostatečně využíván drahý stroj, a to zvláště v případech, je-li součást málo pracná.

U soustružnických strojů nejsou navíc pro obrábění malých součástí k dispozici vysoké otáčky potřebné k dosažení vhodné hospodárné řezné rychlosti. /2/

Z výše uvedeného vyplývá, že sortiment, který se bude na zařízení zarovnávat, musí splňovat určité podmínky. Polotovarem vždy budou tyče kruhového průřezu. Na soustruhu, na němž se bude polotovar dále opracovávat je pracovním prostorem omezena

maximální délka tyčí na 1250 mm. Tímto rozměrem je ohraničena i maximální délka materiálu, jež se bude zarovnávat.

Průměr tyčoviny se pohybuje v rozsahu od 60 mm do 120 mm. Materiálem jsou všechny druhy ocelí, jež jsou vhodné pro další opracování zejména na soustružích.

2. ROZBOR TECHNOLOGIÍ ZAROVNÁVÁNÍ

Zarovnávání čel tyčového materiálu lze realizovat několika možnými způsoby, jež můžeme rozdělit podle druhu použité technologie na:

1/ technologii netřískovou

- elektroerozivní obrábění
- leptání
- tváření /stříhání/
- pomocí laseru

2/ třískové obrábění

- soustružení
- hoblování
- frézování
- broušení

Při netřískové technologii se mimo změny tvaru obráběného materiálu také mění jeho chemické složení. Z toho důvodu se jako výhodnější jeví třískové obrábění. Při tomto obrábění požadovaný geometrický tvar vzniká tak, že nástroj postupně ubírá částice materiálu ve formě třísek, přičemž složení materiálu se nemění.

Soustružení - je způsob opracování ploch materiálu, při kterém hlavní řezný pohyb - rotační koná obvykle obrobek a nástroj koná posuv rovnoběžně nebo kolmo k ose otáčení, popřípadě v obou směrech současně. Výsledný řezný pohyb je vždy buď šroubovice nebo spirála. Řezným nástrojem je soustružnický nůž.

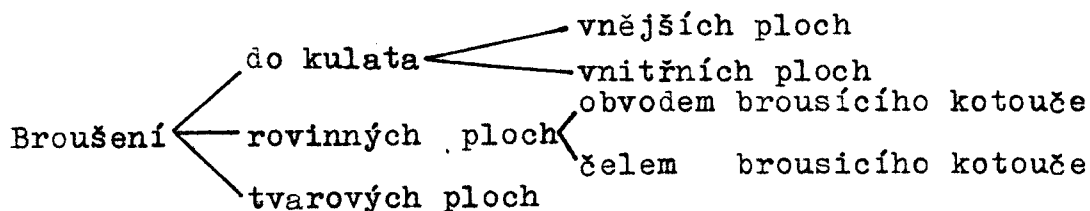
Hoblování a obrážení - je proces obrábění přímkových a rovinných ploch, při kterém hlavní řezný pohyb je přímočarý vratný a koná jej u hoblování obrobek, u obrážení nástroj.

Frézování - je způsob obrábění zpravidla rovinných nebo tvarových povrchů několikabřitým rotujícím nástrojem. Těleso nástroje je nejčastěji válcové s břity umístěnými na obvodu a na čele.

a/ frézování válcové - obrábí se obvodem válcové, popřípadě tvarové frézy. Osa frézy je rovnoběžná s obráběnou plochou. Fréza řezá zuby umístěnými na obvodu svého tělesa.

b/ frézování čelní - osa nástroje je kolmá k obráběné ploše. Fréza odebírá materiál zároveň zuby na obvodu i čele tělesa frézy.

Broušení - je způsob obrábění, při kterém je materiál odebírán břity tvořenými zrny brusného materiálu. Materiál odebíráme současně velkým počtem břitů - zrn a průřezy třísek odebíraných jednotlivými břity jsou malé.



2.1. Volba nejvhodnější technologie

Zarovnávačka je navrhována na principu jednostranného zarovnávání čel tyčového materiálu frézováním. Frézování je vhodné pro obrábění vškerých materiálů, kde se nevyžaduje velká jakost obráběného povrchu.

Jako alternativní možnost je bráno v úvahu broušení. Výhodou broušení je, že obrobené plochy mají menší drsnost povrchu. Touto technologií se mohou opracovávat i velmi tvrdé materiály. Nevýhodou je malá hloubka úběru, jež činí při běžném broušení maximálně několik desetin milimetru.

Pomocí frézování ubereme potřebnou hloubku na jednu a vzhledem k tomu, že jde o práce hrubovací s předepsanou drsností povrchu 6,3 lze této technologii s výhodou použít. Na drsnost povrchu a možný úběr má také velký vliv použitý nástroj, jímž se bude obrábět.

2.2. Výběr vhodného nástroje

Při volbě nástroje, jímž se bude obrábět, se musí brát zřetel na charakter práce. To znamená, že je závislá na sortimentu obráběného materiálu, na druhu operace již máme provádět, zda jde o práce hrubovací či práce dokončovací - tedy práce na čisto, na řezných podmínkách /hloubka úběru, otáčkách, posuvu,/ a mnoha dalších faktorech.

Jelikož se jedná o zarovnávání čel tyčového materiálu, kde maximální hloubka úběru bude činit 5 mm a potřebujeme na jedno přejetí ubrat požadovanou hloubku, volím čelní frézu, jež má břity na ploše válcové i čelní.

Požadovaná drsnost materiálu je 6,3, to znamená, že jde o práce hrubovací, tudíž postačí fréza s 12 zuby.

Pro čelné frézování rovinných ploch se převážně používají frézovací hlavy. Základní částí je těleso, v němž jsou přímo mechanicky upevněny břitové destičky ze slinutých karbidů, které se po otupení vymění. Pro frézování všech předepsaných průměrů, t.j. v rozmezí od 60 ÷ 120 mm postačí frézovací hlava jmenovitého průměru 200 mm.

Volená frézová hlava:

Čelní fréza pravořezná s vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů a záporným úhlem čela

Označení frézovací hlavy:	222464.15
průměr frézovací hlavy :	$\varnothing D = 200 \text{ mm}$
průměr upínacího otvoru :	$\varnothing d_o = 60 \text{ mm}$
výška frézovací hlavy :	$k = 60 \text{ mm}$
počet zubů :	$z = 12$
hmotnost frézovací hlavy:	$m = 9,72 \text{ kg}$

Nástroj se dodává s břitovými SK destičkami

- P 20 - pro frézování malých hloubek hladících třísek těžkoobrobitelných ocelí bez povrchové kůry
- P 30 - pro středně těžké hrubovací práce a členité plochy u tepelně zušlechtěných ocelí
- P 40 - pro těžké hrubovací práce s proměnlivou hloubkou třísky u houženatých ocelí

K 10 - pro frézování všech druhů šedých litin
za požadavku na ostré hrany obrobku./3/

2.3. Stanovení řezných podmínek

Proces frézování je uskutečnitelný jen za určitých předem stanovených řezných podmínek. Mezi tyto řezné podmínky patří:

- řezná rychlost - stanoví se podle druhu nástroje
- posuv - stanoví se podle požadované drsnosti obráběné plochy
- trvanlivost ostří - stanovuje se s ohledem na minimální náklady, nebo maximální produkci.

Na problematiku stanovení řezných podmínek působí další vlivy, z nichž nejvýznamnější je obrobitelnost a řezné prostředí.

Určení řezných podmínek je dosti složité, protože při teoretickém stanovení nelze uvažovat některé další vlivy; jejich velikost se nedá vyjádřit číselnými hodnotami. Proto se stanovení řezných podmínek zužuje na vyjádření vztahu řezné rychlosti, trvanlivosti ostří, posuvu na zub, hloubky řezu, třísky obráběné plochy, průměru frézy a počtu jejích zubů s ohledem na maximální výkon při obrábění nebo minimální náklady.

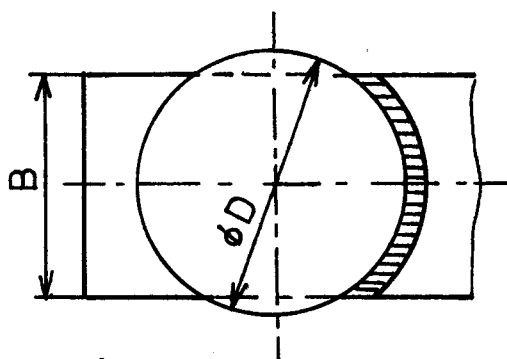
<u>N á s t r o j :</u>	frézovací hlava	222464.15
	Ø frézovací hlavy	D = 200 mm
	počet zubů	z = 12
	posuv na zub	$S_z = 0,21 \text{ mm zub}^{-1}$
	posuv na minutu	$S_m = 290 \text{ mm min}^{-1}$
	hloubka řezu	h = 5 mm
	počet otáček	n = 115 ot.min ⁻¹
	zubová rozteč	$\phi = 30^\circ$

O b r o b e k : materiál - představitelem je ocel 15236,7
 šířka materiálu $B_{\max} = 120 \text{ mm}$
 délka materiálu $l_{\max} = 1250 \text{ m}$

2.4. Výpočet výkonů pro frézování a stanovení působících řezných sil

Při čelním frézování mohou nastat 3 případy:

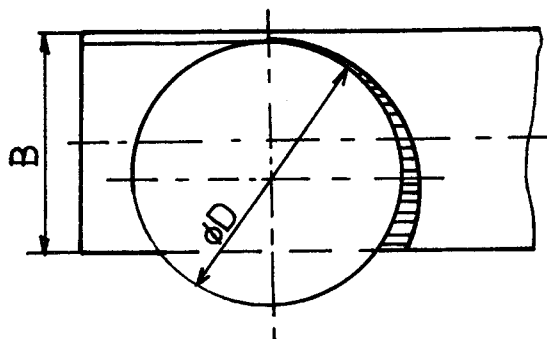
a/ neúplné symetrické frézování



$B < D$

obr. 1 a

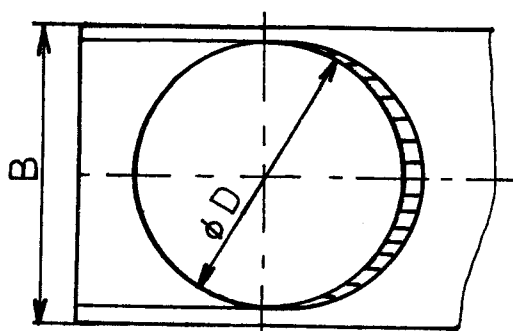
b/ neúplné nesymetrické frézování



$B < D$

obr. 1 b

c/ úplné symetrické frézování

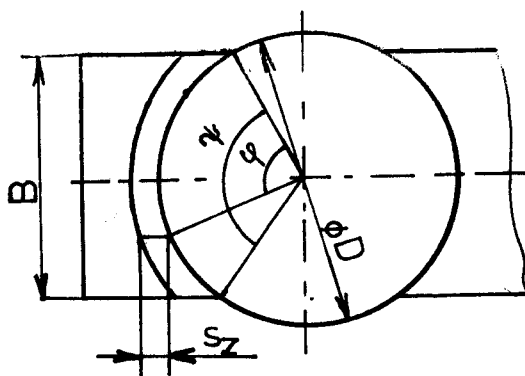
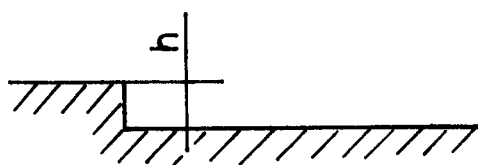


$$B > D$$

obr. 1c

Pro zjednodušení výpočtu řezných sil při zarovnávání čel tyčového materiálu kruhového průřezu předpokládáme, že jde o frézování symetrické - to znamená, že osa tyčoviny je totožná s osou frézy. Frézování je neúplné, neboť průměr frézy je větší než maximální průměr tyčoviny.

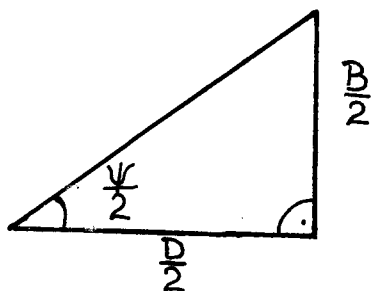
Frézování počítáme na maximální průměr materiálu, t.j. $B_{\max} = 120 \text{ mm}$.



obr. 2

- h - hloubka záběru
- B - průměr materiálu
- D - průměr frézy
- ψ - úhel záběru frézy
- φ - okamžité postavení zubu

Úhel záběru:



$$\sin \frac{\psi}{2} = \frac{B}{D} \Rightarrow \psi = 2 \arcsin \frac{B}{D}$$

$$\psi = 2 \arcsin \frac{120}{200} = 73,739 \approx 74^\circ$$

Počet zubů v záběru:

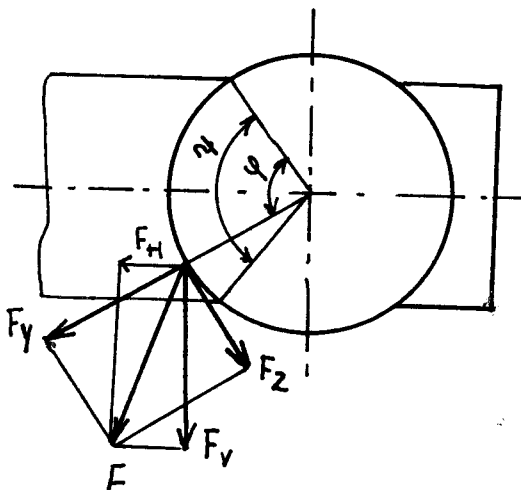
$$z' = \frac{\psi}{\varphi} = \frac{74}{30} = 2,43 \approx 3$$

=> úhly okamžitého postavení zubů:

$$\varphi_1 = 14^\circ$$

$$\varphi_2 = 44^\circ$$

$$\varphi_3 = 74^\circ$$



obr. 3

Řezná síla /celková tangenciální síla působící na všechny zuby v záběru po obvodě frézy/

$$F_Z = c_{FZ} \cdot h^Y \cdot s_Z^X \cdot \sum_1^Z \sin^X \varphi$$

$$F_Z = c_{FZ} \cdot h^Y \cdot s_Z^X \cdot k$$

$$c_{FZ} = 3160$$

$$X = 0,8$$

$$k = \sum_1^Z \sin^X \varphi =$$

$$Y = 0,94 \quad /5/$$

$$= \sin^{0,8} 14^\circ + \sin^{0,8} 44^\circ + \sin^{0,8} 74^\circ = 2,0374$$

$$F_z = c_{Fz} \cdot h^Y \cdot s_z^X \cdot k =$$

$$= 3160 \cdot 5^{0,94} \cdot 0,21^{0,8} \cdot 2,0374 \doteq 8386 \text{ [N]}$$

Užitečný výkon pro frézování:

$$P = F_z \cdot v = 8386 \cdot \frac{72}{60} \doteq 10063 \text{ [W]}$$

$$P \doteq 10 \text{ kW}$$

Příkon elektromotoru: /4/

$$P' = 4,22 \cdot 10^{-5} \cdot D^{-0,1} \cdot z \cdot b^{1,1} \cdot h^{0,95} \cdot n \cdot s_z^{0,8} \cdot 1,43 =$$

$$= 12,6$$

$$P' \doteq 13 \text{ kW}$$

Ostatní síly působící při frézování: /5/

Síla zatěžující obrobek : $F_v = /0,85 \div 0,95/ F_z =$

$$= 0,95 \cdot 8386 = 7966,7 \text{ [N]}$$

posuvová síla : $F_H = /0,30 \div 0,40/ F_z =$

$$= 0,40 \cdot 8386 = 3354,4 \text{ [N]}$$

síla ve směru osy nástroje: $F_x = /0,50 \div 0,55/ F_z =$

$$= 0,55 \cdot 8386 = 4612,3 \text{ [N]}$$

Složka F_x , jež působí ve směru osy frézy, v našem případě nepůsobí, protože se nejedná o frézování frézou se šikmými zuby.

Doplňující technické podmínky:

Trvanlivost ostří : $T_{\min} = 120'$

Podle grafů uvedených v normativech, nemá velikost posuvu na zub s_z u frézovacích hlav $\emptyset D = 160-315 \text{ mm}$ podstatný vliv na drsnost povrchu. Na drsnosti povrchu, zvláště u velkých průměrů se výrazně projevuje osové seřízení nástrojů.

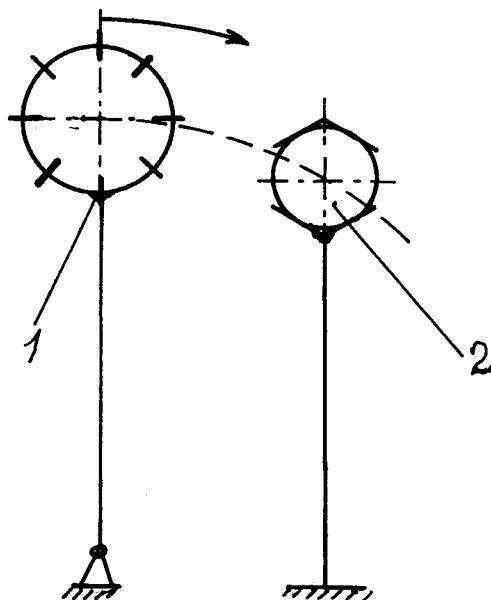
Při frézování s SK destičkami není používána řezná kapalina.

3. ROZBOR ALTERNATIV KYVNÉHO POHYBU SKUPIN STROJE

A VÝBĚR NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY

Řezný pohyb je složen ze dvou pohybů, a to z hlavního řezného pohybu rotačního, který vykonává fréza, a z pohybu posuvného, který je kolmý na osu otáčení nástroje. Ze zadání diplomové práce vyplývá, že tento posuvný pohyb bude realizován kyvným pohybem buď frézovací jednotky, nebo upínačem s upnutým materiálem.

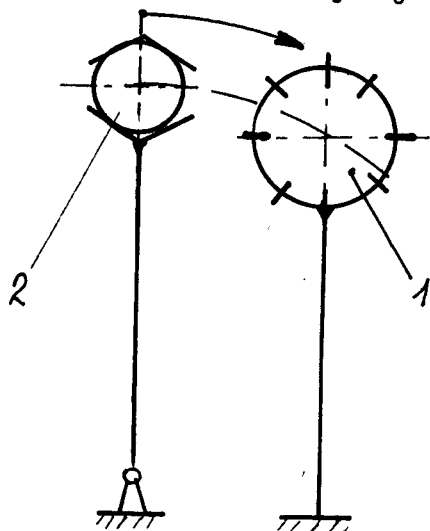
- (A) Kývavý pohyb je realizován frézovací jednotkou



Materiál upnutý v upí-
nači 2 je pevně spojen
s rámem. Pohyb do zábě-
ru je realizován pomocí
kývavého pohybu frézova-
cí jednotky 1.

obr. 4a

Ⓑ Kývavý pohyb je realizován upínačem



V tomto případě dojde k výměně rolí. Do řezu je pomocí kývavého pohybu zaváděn materiál 2. Frézovací jednotka 1 je pevně spojena s rámem a nekoná žádný pohyb.

obr.4b

Hmotnost vřeteníku s převodovkou a elektromotorem je poměrně velká a k vyvození kyvného pohybu by bylo zapotřebí velké síly. Vzhledem k tomu se v další úvaze bude zabírat variantou B.

Pro vyvození kývavého pohybu je ve všech případech uvažován přímočarý hydraulický motor. Jeho výhodou je:

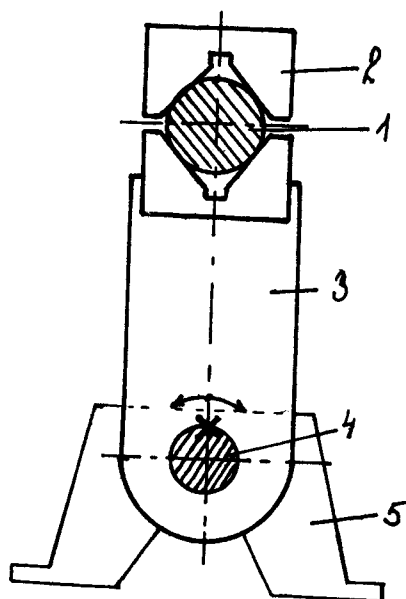
- jednoduchý přenos sil a krouticích momentů a možnost jejich plynulé regulace. Je jím možno realizovat velké převodové poměry při relativně malých rozměrech / hmotnosti/
- možnost častých a rychlých změn smyslu pohybu výstupního členu mechanismu /reverzace/
- jednoduché a plynulé nastavení rychlosti
- poměrně velká živostnost

Kývavý pohyb upínacího členu lze realizovat podle obr. 5. Upínač 2, v němž je upnut materiál 1, je pevně spojen se stojanem 3. Spodní částí stojanu je vedena hřídel 4, která je také se stojanem pevně spojena. Upínací jednotka je k základové desce připojena pomocí ložiskové pánve 5. Otáčivý pohyb hřídele 4 a tím

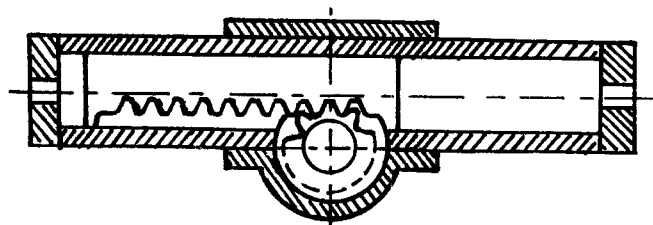
celého upínače lze hydraulicky dosáhnout 3 způsoby:

- 1/ hydraulickým válcem s ozubeným pístem zabírajícím do ozubeného pastorku
- 2/ otočným pístem
- 3/ hydraulickým válcem a pístnicí se šroubovými drážkami

Bylo uvažováno o hydraulickém válci s pastorkem, obr. 6.



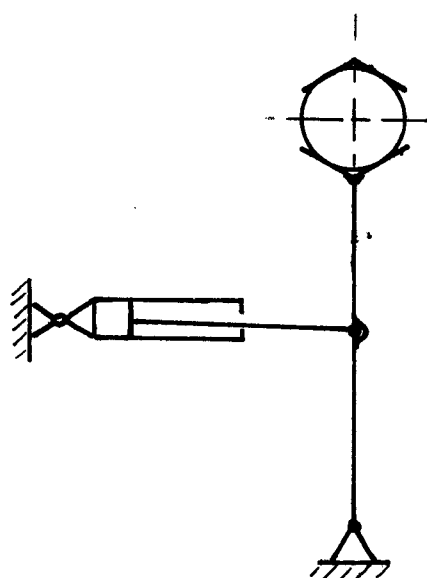
obr. 5



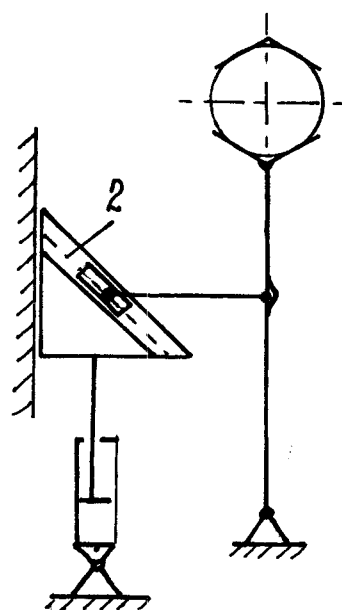
obr. 6

Nevýhodou řešení dle obr. 6 je malá tuhost kyvného členu a malá citlivost vzhledem k vůlím, které lze poměrně těžko vymezit.

Kývavý pohyb lze vyvodit také přímo připojením hydraulického přímočarého motoru k upínací jednotce, jak je naznačeno na obr. 7.



obr. 7



obr. 8

Na obr. 8 je kyvný pohyb odvozen od hydraulického válce, jež je ve vertikální poloze, přes šikmé vedení 2.

Jako nejjednodušší a nejsnáze realizovatelnější se jeví vyvození kyvného pohybu přímo připojeným hydro-
motorem.

4. UPÍNÁNÍ MATERIÁLU

Provedení upnutí obrobku má vliv na přesnost a jakost obrábění. Účelem upnutí obrobku je jednoznačné ustavení do požadované polohy vzhledem k nástroji /obráběcímu stroji/. a jejich dokonalé přidržení a zajištění proti působení řezných sil pomocí účelných upínacích prostředků.

Druh i způsob upínání se všeobecně řídí velikostí a tvarem obrobku, požadovanou přesností obráběných ploch, způsobem obrábění, druhem pracovního stroje a druhem výroby.

Upínání lze v zásadě rozložit na :

- 1/ ustavení obrobku do správné polohy
- 2/ vlastní upnutí, t.j. zajištění obrobku v ustavené poloze a jeho přidržení proti účinkům nástroje
- 3/ změnu polohy obrobku během obrábění /otočení, sklopení/ a její zajištění ve zvláštních případech

Požadavky na upínač :

- rychlé a přesné upnutí a vystředění obrobku
- minimální čas potřebný na přestavbu při obrábění jiného průměru
- dostatečná tuhost upnutí
- jednoduchá a pohodlná obsluha

4.1. Rozbor alternativ upínání

4.1.1. Upínání do univerzálního sklíčidla

Sklíčidlo je zařízení, jímž se na obráběcích strojích upíná obrobek. V univerzálním tříčelistovém

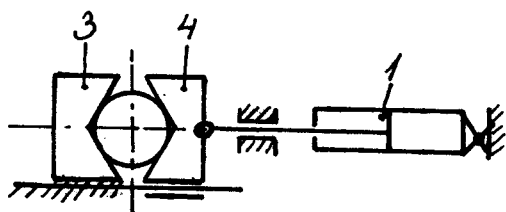
sklíčidle se obrobek upíná radiálním posunutím upínacích čelistí v drážkách tělesa. Upínací síla je odvozena od klíče přes pastorek, který natáčí ozubené kolo se spirálovým čelným závitem. Tento závit zabírá s příslušnými zuby upínacích čelistí.

Pro upínání by nebylo nutné dvou sklíčidel, postačilo by pouze jedno. To by upnulo materiál co možná nejblíže k nástroji. Druhé sklíčidlo by se nahradilo podpěrrou, která by podepřela volný konec materiálu a také by umožňovala snadnější zasunutí materiálu do univerzálního sklíčidla.

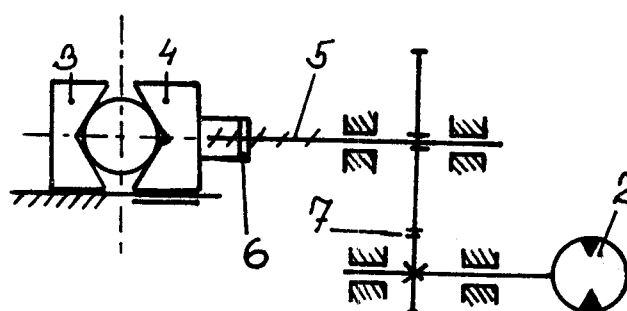
4.1.2. Upínání pomocí čelistí

Tyčový materiál je možno s výhodou upínat pomocí prizmatických čelistí. Tento způsob je pro upínání tyčového materiálu na obráběcích strojích nejrozšířenější. Síla, s jakou bude materiál upnut, závisí mimo jiné také na tvaru čelistí. Ke styku materiálu s čelistmi může dojít ve třech místech /obr. 10, 11/ nebo v místech čtyřech /obr. 9/.

- (A) Jedna čelist upínače je pohyblivá, druhá pevně spojena s rámem
1/ horizontální posuv čelisti



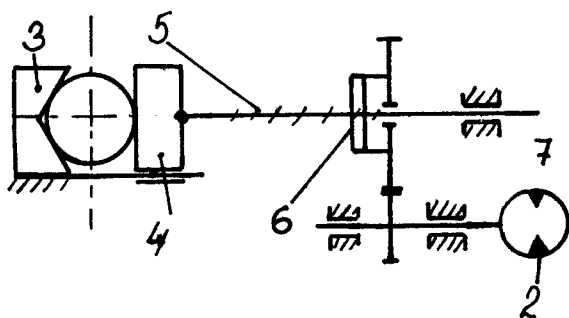
obr. 9



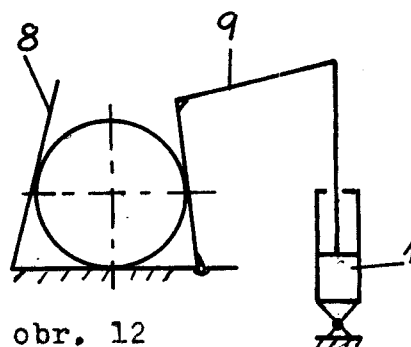
obr. 10

Vysvětlivky k obr. 9, 10, 11 a 12 :

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1... přímočarý hydromotor | 6... matice |
| 2... rotační hydromotor | 7... převod |
| 3... pevná čelist | 8... opěrné rameno |
| 4... posuvná čelist | 9... upínací páka |
| 5... pohybový šroub | |



obr. 11



obr. 12

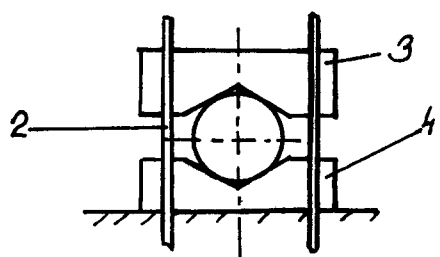
Na obr. 8.9 je schéma upínače, u něhož pohyb čelistí 4 je vyvozen přímo od přímočarého hydromotoru 1.

Vyvození pohybu čelistí 4 od rotačního hydromotoru 2 přes převod 7 pomocí pohybového šroubu 5 a matice 6 je znázorněn na obr. 10. Je to pohyb založený na změně otáčivého pohybu přímočarý pomocí stojící matice a otáčejícího se šroubu.

Na principu změny otáčivého pohybu vyvozeného rotačním hydromotorem 2 v přímočarý pohyb realizovaný čelistí 4 pomocí stojícího šroubu a otáčející se matice je obr. 11.

Upínání pomocí páky je obr. 12. Pohyb upínací páky 9 je vyvozen od hydraulického válce 1.

2/ Vertikální pohyb čelistí



obr. 13

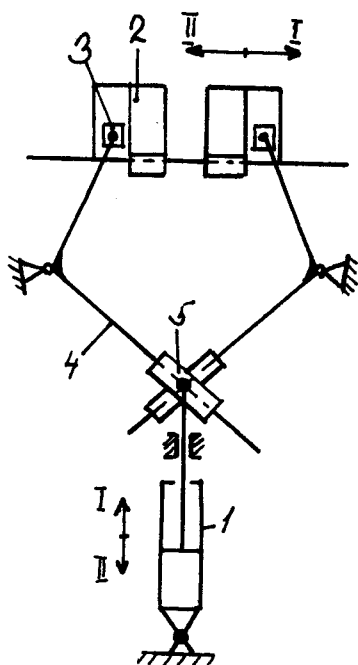
- 2 - vedení
- 3 - posuvná čelist
- 4 - pevná čelist

Pohybu posuvné čelisti 3, znázorněného na obr.13, lze dosáhnout stejnými způsoby jako při horizontálním posuvu čelisti, t.j. buď přímo pomocí hydraulického válce nebo mechanicky s pohybovým šroubem a maticí a s rotačním hydromotorem. Vedení 2 posuvné čelisti 3 musí být oboustranné, jinak by mohlo dojít ke vzpříčení.

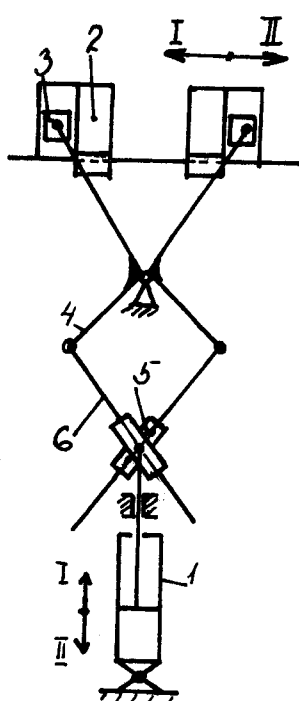
B. Obě čelisti upínače jsou pohyblivé

Čelisti zásadně konají horizontální pohyb, vertikální uspořádání čelistí by bylo těžko realizovatelné, jelikož spodní čelist by se pohybovala i s položeným materiálem a k upnutí by bylo zapotřebí velké síly.

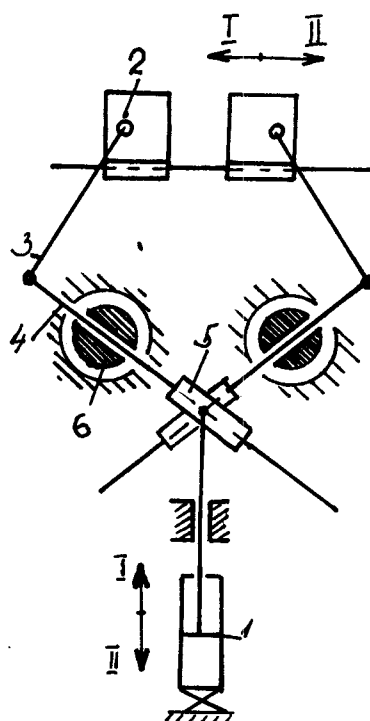
Pohyb čelistí může být od hydromotoru vyvozen pomocí kloubového mechanismu /obr. 14,15,16/, nebo pomocí pohybového šroubu s maticí /obr. 17,18,19/.



obr. 14



obr.15

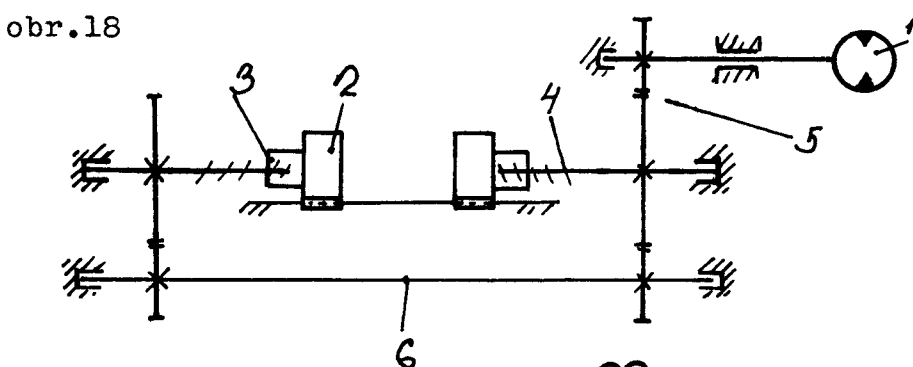
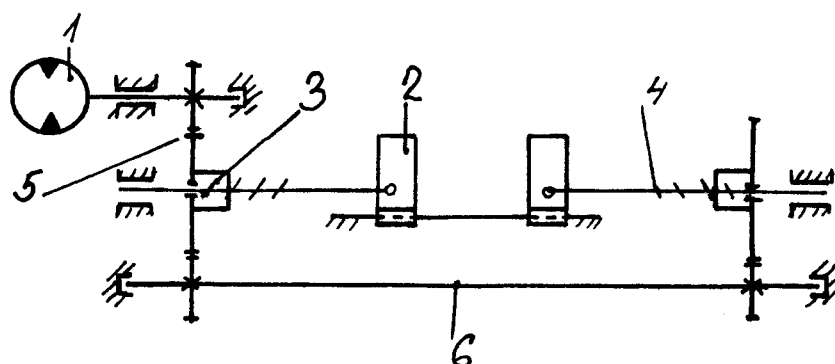
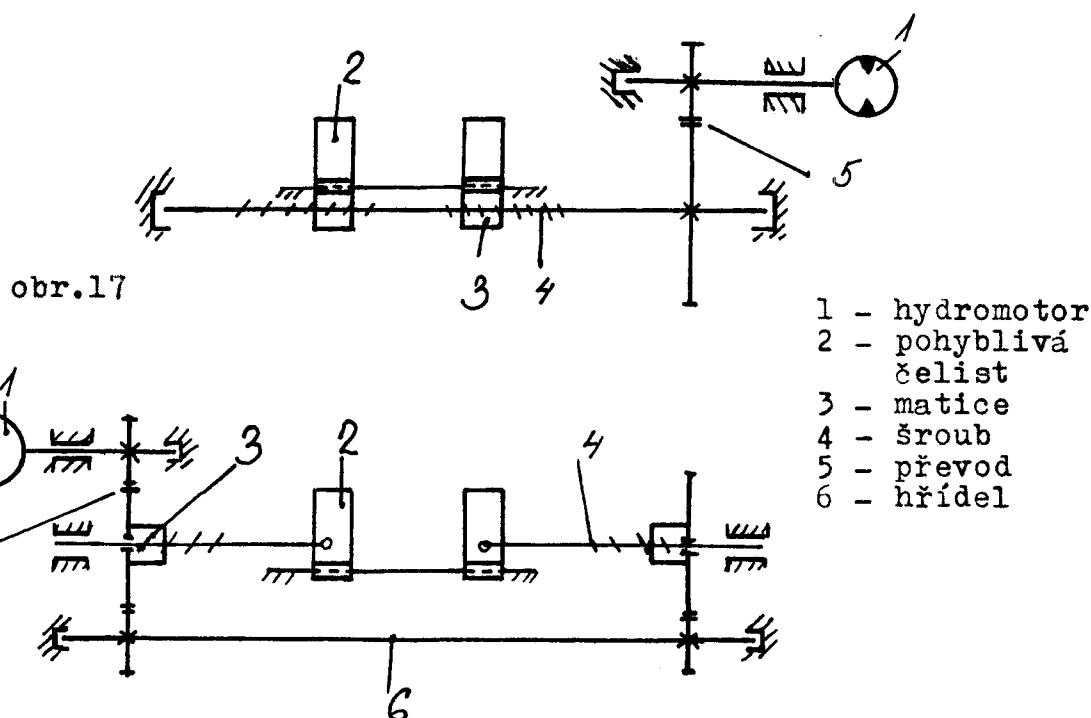


obr.16

U mechanismu na obr. 14 se pohyb pístu 1 hydraulického válce přenesse přes objímku 5 na člen 4. S členem 4 je kloubově spojen člen 3. Ten je posuvně spojen s čelistí 3, která je ve vedení a pohyb se přenesse na čelisti.

K oddálení čelistí dojde na obr. 15 při pohybu pístu hydraulického válce směrem II.

Na obr. 16 je člen 4 posuvně uložen v kloubu 6. Při pohybu pístu hydromotoru směrem I se čelisti přiblíží.

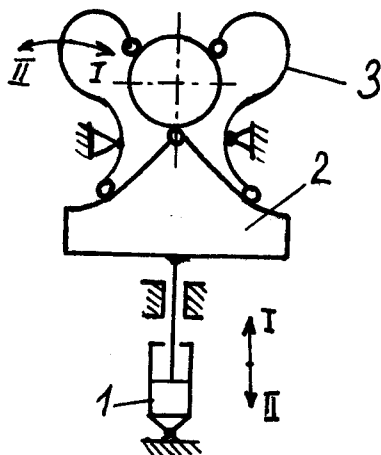


Na principu otáčejícího se pohybového šroubu 4 a pevné matice 3 je založena funkce mechanismu dle obr.17. Pohybový šroub má v jedné polovině pravý závit, v druhé levý. Otáčení šroubu je vyvozeno od rotačního hydromotoru 1 přes převod 5.

Pomocí dvou pohybových šroubů 4 a matice 3 je realizován pohyb čelistí dle schématů na obr. 18 a 19. Stejného posuvu obou šroubů dosáhneme použitím dvou dvojic ozubených kol se stejným převodem /nejlépe 1:1/ jež jsou propojeny hřídelí 6. Principu pevné matice a pohybujícího se šroubu je použito na obr. 18. Na obr. 19 je pevný šroub a pohyblivá matice.

Záměnou dvou ozubených kol, jež tvoří převod 5, za převod s ozubeným kolem a pastorkem, by se na vstupu zaměnil rotační pohyb za přímočarý a jako pohonu by se použilo hydraulického válce.

Upínač lze řešit i na mnoha jiných principech. Jedním z nich je samostředící luneta.



Společně s pohybem pístu hydraulického válce 1 směrem I se tímto směrem pohne také těleso 2. Zároveň dojde k natočení členu 3 a materiál se upne /viz.obr. 20/.

obr. 20

Pro pohyb čelistí je ve všech případech /výjma upínání obrobku do univerzálního sklíčidla, kde je uvažováno ruční upínání/ použito hydromotoru buď přímočarého, nebo rotačního.

4.2. Výběr a zdůvodnění výběru upínače

Jelikož pohyb do záběru frézy s materiálem bude realizován kývavým pohybem upínací jednotky, je požadováno, aby hmotnost upínače byla co nejmenší a také jeho rozměry nebyly velké.

Upínání realizované pomocí pohybového šroubu se ve většině případů u stroje na zarovnávání čel používá, pro tento případ však není tento princip vhodný, jelikož hmotnost i rozměry upínače jsou značně velké. Také upínání pomocí kloubového mechanismu je dosti rozměrné a složité. Výhodou universálního sklíčidla je, že je normované a je možné ho zakoupit. Nevýhodou je, že upínání by bylo prováděno ručně.

Pro upínání materiálu je volen upínač s vertikálním pohybem jedné čelisti. Pohyb čelisti je přímo vyvozen hydraulickým válcem. Hmotnost upínače je poměrně malá a také mechanismus není příliš složitý. Materiál je upínán jednou dvojicí upínacích čelistí, která je co nejbližší k frézovanému nástroji. Volný konec dlouhé tyče je podepřen.

5. KONSTRUKČNÍ ZPRACOVÁNÍ FRÉZOVACÍ JEDNOTKY

5.1. Uložení vřetene / č.v. O-KOM-OS-080/03 /

Vřetena patří k nejdůležitějším součástem obráběcího stroje, na jejichž přesnosti a přesnosti jejich uložení závisí do značné míry i dosažitelná přesnost obrábění.

Požadavky na vřetena:

- 1/ Přesnost chodu - je určena velikostí tzv. radiálního házení
- 2/ Dokonalé vedení - vřeteno nesmí měnit polohu v prostoru mění-li jeho zatížení směr a smysl
- 3/ V uložení vřetena musí být možnost vymezování vůlí vzniklých opotřebením
- 4/ Ztráty v uložení vřetena musí být co nejmenší /účinnost, oteplování a tepelná dilatace, změna polohy, funkce/
- 5/ Vřeteno musí být tuhé - jeho deformace spolu s přesností chodu má rozhodující vliv na přesnost práce obráběného stroje

Vzhledem k velké přesnosti, s jakou je dnes možné průmyslově vyrobit valivá ložiska, jsou s výhodou k uložení vřetene použita.

Axiální sílu v obou směrech zachycují 2 axiální kuličková ložiska 6207 (37). Vůli v ložiskách vymezuje matice KM20 (39).

Radiální sílu zachycuje ložisko válečkové NU 2214B (35) a ložisko 3020K (36). Vůle u ložiska NU 2214 B se vymezuje pomocí matice KM 14 (40). Přes pouzdro 18 se maticí KM 16 (38) vymezuje vůle v ložisku NN 3020 K.

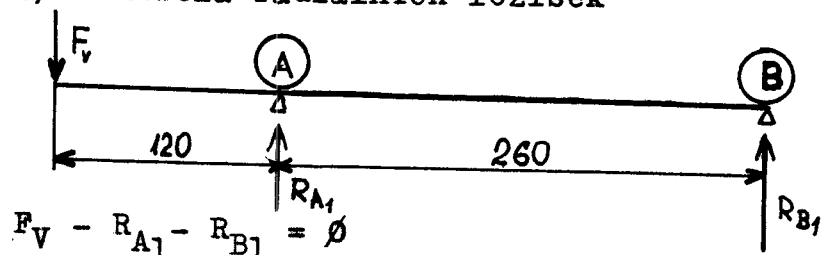
5.1.1. Kontrola ložisek uložení

$$F_H = 3\,354 \text{ N}$$

$$F_V = 7\,967 \text{ N}$$

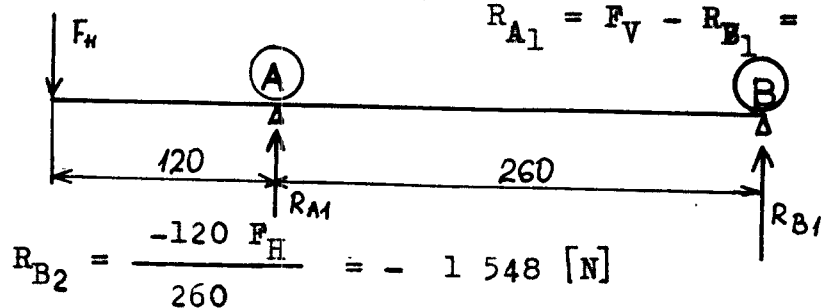
$$F_X = 4\,612 \text{ N} \quad / \text{viz. kap. 2.3}/$$

a/ kontrola radiálních ložisek



$$120 F_V + 260 R_{B1} = 0 \Rightarrow R_{B1} = - \frac{120 F_V}{260} = - 3677 \text{ [N]}$$

$$R_{A1} = F_V - R_{B1} = 11\,644 \text{ [N]}$$



$$R_{A2} = F_H - R_{B2} = 4\,902 \text{ [N]}$$

$$R_A = \sqrt{R_{A1}^2 + R_{A2}^2} = 12\,634 \text{ [N]}$$

$$R_B = \sqrt{R_{B1}^2 + R_{B2}^2} = 3\,990 \text{ [N]}$$

Ⓐ Ložisko NN 3020 K ČSN 024700

$$P = V \cdot F_r = 1 \cdot F_A = 12\,634 \text{ [N]}$$

$$C = 125\,000 \text{ N}$$

$$m = \frac{10}{3}$$

$$n = 115 \text{ ot min}^{-1}$$

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^m \cdot \frac{16666}{115} = 301\,321 \text{ [hod]}$$

Ⓑ Ložisko NU 2214 B ČSN 024673

$$P = V \cdot F_r = 1 \cdot F_B = 3\,990 \text{ [N]}$$

$$C = 127\,000 \text{ N}$$

$$m = \frac{10}{3}$$

$$n = 115 \text{ ot min}^{-1}$$

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^m \cdot \frac{16666}{115} = 14\,810\,325 \text{ [hod]}$$

b/ kontrola axiálních ložisek

Axiální síla při frézování frézou s přímými zuby nevzniká.

Kontrola pro případ použití frézy se šikmými zuby

Ložisko 51120 ČSN 024730

$$P = F_a = F_X = 4\,612 \text{ [N]}$$

$$C = 65\,500 \text{ N}$$

$$m = 3$$

$$n = 115 \text{ ot min}^{-1} \quad L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^m \cdot \frac{16666}{115} = 415\,134 \text{ [hod]}$$

Trvanlivost ložisek by postačila kratší, ovšem vzhledem k průměru vřetene jiná ložiska nelze volit a protože na uložení vřetene a zachycení všech působících sil se klade velký důraz, lze tyto ložiska použít.

5. 2. Ukončení vřetene a upínání frézy

/č.v. 3 - KOM - OS-080/04/

Frézovací hlava (1) se ke vřetenu (2) upíná pomocí čtyř šroubů s válcovou hlavou (9) . Středění je zajištěno pomocí upraveného frézovacího trnu (3) .

Vřeteno je zakončeno strmou kuželovou dutinou ISO 50 s kuželovitostí 7:84 podle ČSN 22 0430. Do dutiny je zasunut frézovací trn. Do něho je zašroubován průchozí šroub (6) . Matice (7) se opírá o zadní část vřetene a slouží k dotažení šroubu tak, aby kužel přesně dosedl na stěny kuželovité díry.

Pomocí šroubu (5) jsou ke vřetenu připevněny dva unášecí kameny (4) sloužící k zachycení kroutícího momentu.

5. 3. Pohon vřetene frézy

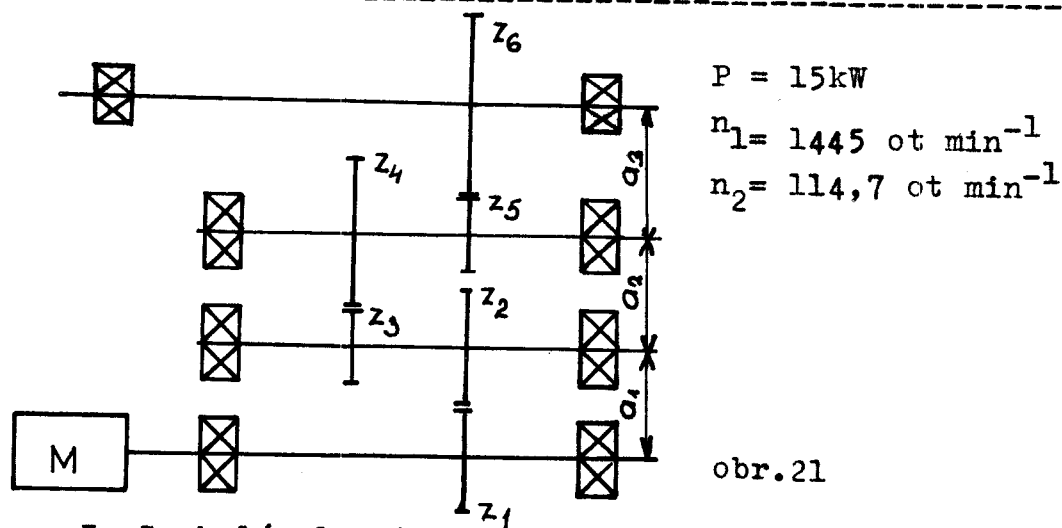
/č.v. 0-KOM-OS-080/03/

Pohon je realizován přírubovým elektromotorem typu 160 L (65) o výkonu $P = 15 \text{ kW}$ a jmenovitých otáčkách $n_j = 1445 \text{ ot min}^{-1}$. Řezná rychlost nástroje je 115 ot min^{-1} , proto musí být provedena redukce pomocí převodovky.

Třístupňová převodovka je složena z ozubených kol s přímými zuby. Hřídele převodovky jsou uloženy v kuličkových ložiskách.

Přírubový elektromotor je pomocí čtyř šroubů (59) přišroubován k zadní stěně převodovky. Příruba je středěna v desce (17) .

5.3.1. Výpočet a kontrola ozubených kol převodovky



I. Soukolí 1 - 2

$$\begin{aligned}
 D_1 &= 60 \text{ mm} \\
 D_2 &= 126 \text{ mm} \\
 i &= 2 \\
 a_1 &= 93 \text{ mm} \\
 b_1 &= 30 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z_1 &= 20 \text{ zubů} \\
 z_2 &= 42 \text{ zubů} \\
 v_1 &= 4,5 \text{ m.s}^{-1} \\
 M_{k1} &= 66,4 \text{ Nm} \\
 \text{materiál} &: \text{ ocel 12 020}
 \end{aligned}$$

(A.) Kontrola únosnosti paty zubu v ohybu

$$\begin{aligned}
 \text{Směrodatná obvodová síla: } F_{Ft} &= \frac{F_t}{b} K_1 K_v K_{F\alpha} = \\
 &= \frac{2213}{30} \cdot 1,35 \cdot 1,25 \cdot 1,1 = \\
 &= 137 \text{ [Nmm}^{-1}]
 \end{aligned}$$

Srovnávací ohybové napětí:

-pastorku

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \frac{F_{Ft}}{m_n} \cdot Y_{F1} \cdot Y_\epsilon : Y_\beta = \\
 &= \frac{137}{3} \cdot 2,8 \cdot 0,63 \cdot 1 = 81 \text{ [MPa]}
 \end{aligned}$$

-kola

$$\sigma_{F2} = \frac{137}{3} \cdot 2,4 \cdot 0,63 \cdot 1 = 69,8 \text{ [MPa]}$$

Časová pevnost v ohybu paty zubu :

$$\begin{aligned}
 \text{-pastorku } \sigma_{FD1} &= \sigma_{FC1} \cdot Y_{R1} \cdot Y_S = \\
 &= 195 \cdot 1,05 \cdot 0,95 = 194,5 \text{ [MPa]}
 \end{aligned}$$

$$- \text{kola } \sigma_{FD_2} = \sigma_{FD_1} = 194,5 \text{ MPa}$$

$$\text{Bezpečnost proti únavovému lomu: } k_{F_1} = \frac{\sigma_{FD_1}}{\sigma_{F_1}} = 2,4$$

$$k_{F_2} = \frac{\sigma_{FD_2}}{\sigma_{F_2}} = 2,78$$

$$k_{F_1} > 1,7$$

$$k_{F_2} > 1,7$$

... převod s neomezenou životností

(B) Kontrola dotykové únosnosti boku zubů

$$\begin{aligned} \text{Směrodatná obvodová síla: } F_{Ht} &= \frac{F_t}{b} \cdot K_1 \cdot K_v \cdot K_{H\alpha} = \\ &= \frac{2213}{30} \cdot 1,35 \cdot 1,25 \cdot 1,15 = 143,2 \text{ [Nmm}^{-1}\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Srovnávací Hertzův tlak: } \sigma_H &= \sqrt{\frac{F_{Ht}}{D_1} \cdot \frac{i+1}{i}} \cdot Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\epsilon = \\ &= \frac{143,2}{60} \cdot \frac{2,1+1}{2,1} \cdot 1,76 \cdot 272 \cdot 0,89 = 799 \text{ [MPa]} \end{aligned}$$

Časová pevnost v dotyku boku zubu:

$$- \text{pastorku: } \sigma_{HD_1} = \sigma_{HC_1} \cdot Z_{R_1} \cdot K_L = 1340 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1272 \text{ [MPa]}$$

$$- \text{kola: } \sigma_{HD_2} = \sigma_{HD_1} = 1272 \text{ MPa}$$

Bezpečnost proti tvorbě pittigů:

$$- \text{pastorku: } k_{H_1} = \frac{\sigma_{HD_1}}{\sigma_H} = \frac{1272}{799} = 1,59$$

$$- \text{kola: } k_{H_2} = k_{H_1} = 1,59$$

$k_H > 1,4$... převod s časově neomezenou životností

II. Soukolí 3 - 4

$$D_3 = 75 \text{ mm}$$

$$D_4 = 150 \text{ mm}$$

$$z_3 = 25 \text{ zubů}$$

$$z_4 = 50 \text{ zubů}$$

$$\begin{aligned}
 i_2 &= 2 & v_2 &= 2,7 \text{ ms}^{-1} \\
 a_2 &= 112,5 \text{ mm} & M_{k2} &= 139,4 \text{ Nm} \\
 b_2 &= 30 \text{ mm} & \text{materiál} &: \text{ocel 12020}
 \end{aligned}$$

(A.)

$$F_{Ft} = \frac{3720}{30} \cdot 1,15 \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 196 \text{ [Nmm}^{-1}\text{]}$$

$$\sigma_{F3} = \frac{196}{3} \cdot 2,64 \cdot 0,6 \cdot 1 = 103,5 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{F4} = \frac{196}{3} \cdot 2,4 \cdot 0,6 \cdot 1 = 94,0 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{FD3} = \sigma_{FD4} = 195 \cdot 1,05 \cdot 0,95 = 194,5 \text{ [MPa]}$$

$$k_{F3} = \frac{194,5}{103,5} = 1,87$$

.... převod s neomezenou životností

$$k_{F4} = \frac{194,5}{94} = 2$$

(B.)

$$F_{Ht} = \frac{3720}{30} \cdot 1,15 \cdot 1,25 \cdot 1,15 = 205 \text{ [Nmm}^{-1}\text{]}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{205}{75} \cdot \frac{2+1}{2}} \cdot 1,76 \cdot 2,72 \cdot 0,88 = 853 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{HD3} = \sigma_{HD4} = 1340 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 1209 \text{ [MPa]}$$

$$k_H = \frac{1209}{853} = 1,41 \quad \dots \text{převod s časově neomezenou životností}$$

III. Soukolí 5 - 6

$$\begin{aligned}
 D_5 &= 75 \text{ mm} & z_5 &= 25 \\
 D_6 &= 225 \text{ mm} & z_6 &= 75 \\
 i_3 &= 3 & v_3 &= 1,35 \text{ ms}^{-1} \\
 a_3 &= 150 \text{ mm} & M_{k3} &= 278,9 \text{ MPa} \\
 b_3 &= 35 \text{ mm} & \text{materiál} &: \text{ocel 14 223}
 \end{aligned}$$

(A.)

$$F_{Ft} = \frac{7437}{35} \cdot 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1,12 = 342 \text{ [Nmm}^{-1}\text{]}$$

$$\sigma_{F5} = \frac{342}{3} \cdot 2,6 \cdot 0,62 \cdot 1,1 = 183,7 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{F6} = \frac{342}{3} \cdot 2,25 \cdot 0,62 \cdot 1,1 = 159 \text{ [MPa]}$$

$$G_{FD5} = G_{FD6} = 275 \cdot 1,1 \cdot 0,96 = 308,3 \text{ [MPa]}$$

$$k_{F5} = \frac{308,3}{183,7} = 1,67$$

..... převod s neomezenou životností

$$k_{F6} = \frac{308,3}{159} = 1,94$$

(B.)

$$F_{Ht} = \frac{7437}{35} \cdot 1,25 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 335,9 \text{ [Nmm}^{-1}\text{]}$$

$$G_H = \sqrt{\frac{335,9}{75} \cdot \frac{3+1}{3}} \cdot 1,76 \cdot 2,72 \cdot 0,09 = 1041 \text{ [MPa]}$$

$$G_{HD5} = G_{HD6} = 1500 \cdot 1 \cdot 1,05 = 1575 \text{ [MPa]}$$

$$k_H = \frac{1575}{1041} = 1,51 \quad \dots \text{převod s časově neomezenou životností}$$

/ 6/

6. KONSTRUKČNÍ ZPRACOVÁNÍ UPÍNAČE

Upínač má zajistit ustavení obrobku do správné polohy, jeho upnutí a zajištění pohybu materiálu při vlastním opracování. Upínač je částí kyvného členu, který zprostředkovává pohyb materiálu do záběru s nástrojem.

6.1. Popis upínače

/č.v. 0 - KOM-OS-080/02

Upínač je řešen na principu jedné pevné prizmatické čelisti (3) a druhé pohyblivé (4). Pohyblivá čelist je přišroubována k oboustrannému válcovému vedení (5) a společně s ním koná vertikální pohyb. Spodní čelist je připevněna pomocí čtyř šroubů (25) a dvou šroubů (26) k rámu (1). Ve spodní části upínače je zabudován váleček (8) pro snadné zavádění materiálu. Obě čelisti mají úhel prizmatu 120° . Čelisti nejsou výměnné, postačí pro předepsaný rozsah průměrů materiálu od $60 \div 120$ mm.

Jestliže dojde k pohybu pístu hydraulického válce (40) směrem vzhůru, nadzvedne se horní čelist. Zároveň se také nadzvedne váleček (8). Při upnutí dojde k zasunutí válečku. Boční strany jsou kryty plechem, který upínač chrání před vnikem nečistot.

Ve vzdálenosti 640 mm od upínače je upevněna kladička (22). Vzdálenost od země i úhel, který vzájemně svírají její povrchové přímky jsou shodné s výškou i úhlem prizmatu. Kladička slouží jednak pro snadnější zavedení materiálu do upínače a jednak pro podepření volného konce dlouhých tyčí.

6.2. Výpočet upínací síly

V upínači je třeba vyvodit takovou sílu, která by pevně upnula materiál a zabránila jeho pohybu během obrábění.

Pro zjednodušení je výpočet prováděn pro tyč
 maximálního průměru : $\phi d = 120 \text{ mm}$
 maximální délky : $L = 1250 \text{ mm}$

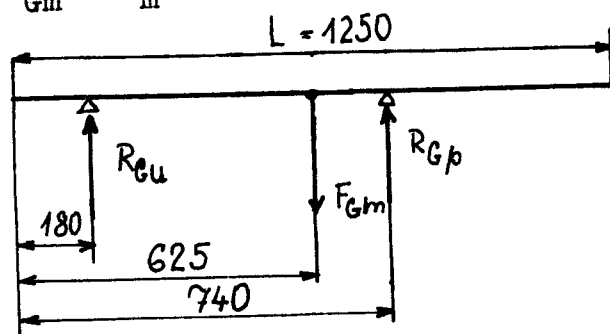
Síla působící na upínač od tíže materiálu :

$$V_m = \pi r^2 \cdot L = 14\,137\,167 [\text{mm}^3]$$

$$1 \text{ dm}^3 \text{ ocele} = 7,25 \text{ kg} \quad /6/$$

$$G_m = 14,14 \cdot 7,25 = 102,52 [\text{kg}]$$

$$F_{Gm} = G_m \cdot g = 102,52 \cdot 10 = 1025 [\text{N}]$$



R_{Gu} ... reakce upínače
 na tíhu materiálu [N]

R_{Gp} ... reakce podpěry
 na tíhu materiálu [N]

F_{Gm} ... síla vyvozená
 tíhou tyče [N]

$$R_{Gu} + R_{Gp} - F_{Gm} = 0$$

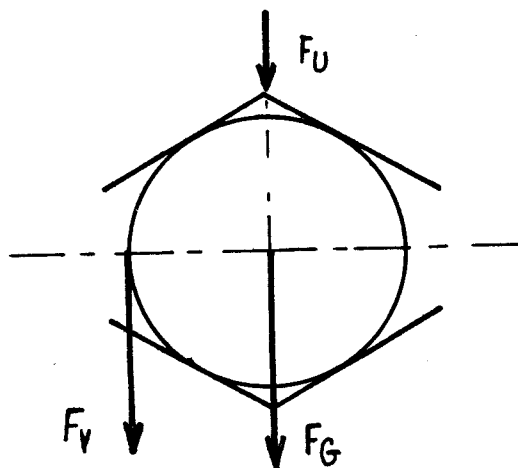
$$445 F_{Gm} - 560 R_{Gp} = 0$$

$$R_{Gp} = \frac{445 F_{Gm}}{560}$$

$$R_{Gu} = F_{Gm} - \frac{445 F_{Gm}}{560} = F_{Gm} \cdot 1 - \frac{445}{560} = 210,49 [\text{N}]$$

$$F_G = R_{Gu} = 210,5 \text{ N}$$

Při frézování čelní plochy na upnutý materiál působí síla F_V . Pro zjednodušení předpokládáme, že
 $F_V = 7967 \text{ N}$ působí na rameni $a = \frac{d}{2} = 60 \text{ mm}$



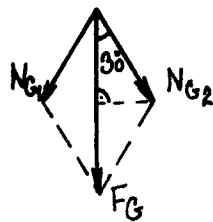
F_U ... upínací síla [N]

F_V ... síla od frézování [N]

F_G ... síla od tíže
 obrobků působící na upínač [N]

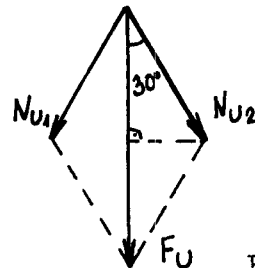
Rozklad sil na normální složky :

F_G :



$$N_G = N_{G1} = N_{G2} = \frac{F_G}{2 \cos 30}$$

F_U :



$$N_U = N_{U1} = N_{U2} = \frac{F_U}{2 \cos 30}$$

Vyjádření třecích sil :

$$F_{tG} = F_{tG1} = F_{tG2} = N_G \cdot f$$

$$F_{tU} = F_{tU1} = F_{tU2} = F_{tU3} = F_{tU4} = N_U \cdot f$$

Momentová výminka :

$$F_V = 2 \cdot F_{tG} + 4 F_{tU}$$

$$F_V = \frac{F_G}{\cos 30} \cdot f + 2 \frac{F_U}{\cos 30} \cdot f$$

$$F_U = \frac{(F_V - \frac{F_G}{\cos 30} \cdot f) \cdot \cos 30}{2 f} \cdot k$$

bezpečnost $k = 1,5$

koeficient tření $f = 0,2$ /6/

$$F_U = \frac{(7967 - \frac{210,5}{\cos 30} \cdot 0,2) \cdot \cos 30}{2 \cdot 0,2} \cdot 1,5 = 25\,715,7 \text{ [N]}$$

6.2.1. Návrh hydraulického válce

Potřebná upínací síla : $F_U = 25\,715 \text{ N}$

Síla vyvozená hydraulickým válcem :

$$S = \frac{40^2 - 22^2}{4} \cdot \pi = 176,51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$p = 16 \text{ MPa}$$

$$F_H = p \cdot S = 16\,000 \cdot 1,7651 = 28\,241,6 \text{ [N]}$$

$F_H > F_U \dots$ je volen hydraulický válec HM 1

Technické údaje hydromotoru:

jmenovitý tlak 18 MPa
rychlost pístu $0,2 \text{ ms}^{-1}$
celková účinnost 95 %

$$F_H \cdot \frac{95}{100} = 28\,241,6 \cdot \frac{95}{100} = 26\,829,5 \text{ [N]} > F_U$$

... odpovídá požadavkům

7. ZPROSTŘEDKOVÁNÍ POHYBU MATERIÁLU DO ZÁBĚRU S NÁSTROJEM

/ č.v. O-KOM-OS-080/02 /

Pohyb materiálu do záběru s nástrojem zprostředkovává kyvný člen, na němž je připevněn upínač.

Celá jednotka je uložena pomocí kuželíkových ložisek (31). Vůle v ložiskách se vymezuje maticemi (34).

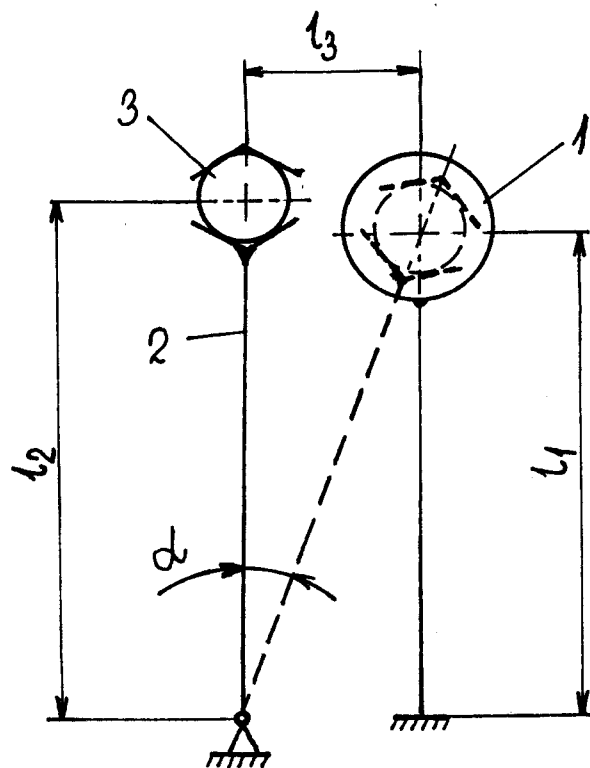
Pro zajištění tuhosti je celá konstrukce svařena a uprostřed kyvného členu je navařen uzavřený profil, čímž se celková tuhost ještě zvýší.

/ č.v. O-KOM-OS-080/01 /

Kývavý pohyb je zprostředkován pomocí hydraulického válce (4), který je připevněn ke stojanu frézovací jednotky 5. Píst je připevněn ke kyvnému členu pomocí čepu 4.

7.1. Rozbor kyvného pohybu, určení vzdáleností

Pro zjednodušení výpočtu bylo předpokládáno, že jde o frézování souměrné. To znamená, že osa nástroje lze ztotožnit s osou materiálu.

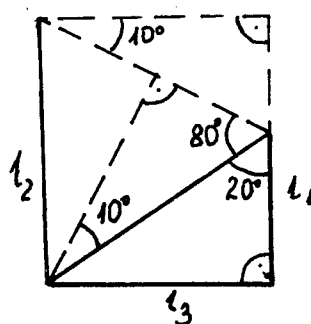


- 1 ... frézovací hlava
2 ... kyvný člen
3 ... upnutý materiál

... předpokládaný maximální úhel výkyvu

$$\alpha = 20^\circ$$

$$l_2 = 700 \text{ mm}$$



$$l_3 = 2 l_2 \sin 10^\circ \cos 10^\circ$$

$$l_3 = 239,4 \text{ mm}$$

$$l_1 = l_2 \cos 20^\circ$$

$$l_1 = 657,8 \text{ mm}$$

8. POPIS STROJE

obr. 22

/v.č. O-KOM-OS-080/01/

Celé zařízení se skládá z frézovací jednotky, která je připevněna pomocí jedenácti šroubů (12) ke stojanu (5) a z kyvného členu s upínačem (2). Stojan je tvořen svařenou konstrukcí krytou plechem. Je opatřen dvířky. Uvnitř stojanu je prostor, v němž je umístěna nádrž a hydrogenerátor pro pohon hydraulických válců, event. další hydraulické a elektrické prvky, např. stykače, rozvaděče.

Fréza je zčásti opatřena krytem (9) bránící odlétání třísek řezaného materiálu. Třísky jsou zachycovány odvodem odpadu (6). Odtud padají do připraveného kontejneru.

Polohování obrobku bude prováděno pomocí nastavitelného dorazu (10). Doraz je připevněn na stojanu

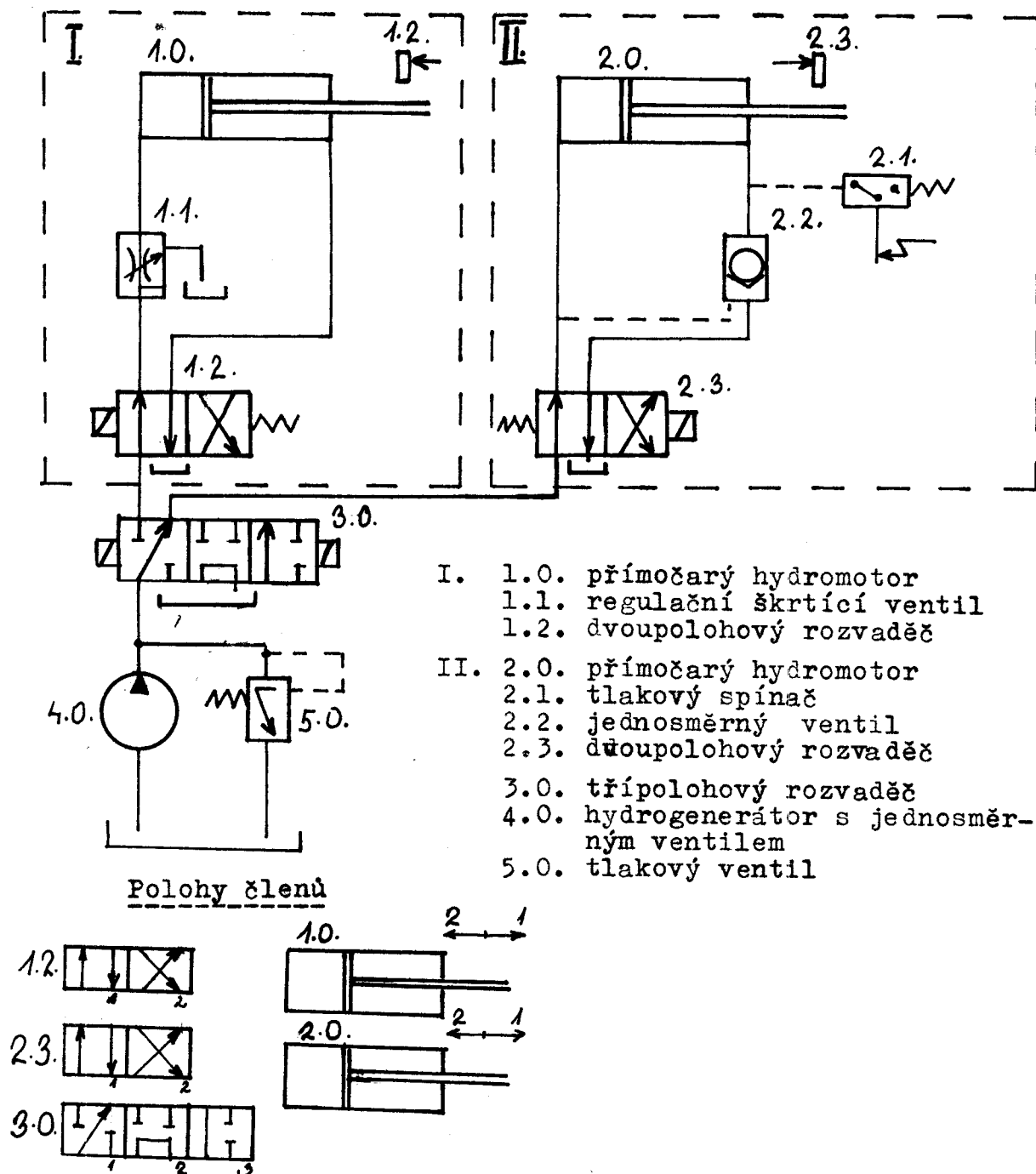
frézovací jednotky (5) a lze ho nastavit pro hloubku třísky $h = 0 \div 5$ mm.

Kyvný člen (2) je připevněn pomocí dvanácti šroubů (11) k základové desce (3) .

Celková délka stroje včetně elektromotoru je 2000 mm šířka 860 mm a největší výška 940 mm. Upínač je ve výšce 800 mm. Vzhledem k optimálním pracovním podmínkám je stroj nutné umístit na spodní stavbu vysokou přibližně 250 mm s plochou 1400 x 860 mm. Do spodní stavby je nutné zapustit 24 závrtných šroubů, pomocí kterých se celý stroj ukotví.

9. NÁVRH POMOCNÝCH OBVODŮ

Pro zajištění dané funkce musí stroj obsahovat pomocné obvody. Upínání materiálu a pohyb kyvného členu je realizován pomocí hydraulického obvodu, jehož schéma je znázorněno na obr. 23.



Hydrogenerátor 4.0. je zdroj tlakové energie kapaliny . Tlakový ventil 5.0. zajišťuje konstantní tlak v obvodu. Rozvaděč 3.0. je ovládán elektromagneticky. Když je nastaven v poloze 1, pracovní kapalina proudí do obvodu II.

Pomocí rozvaděče 2.3. řídíme směr pohybu pístu hydraulického válce. Jelikož je nastaven v poloze 1, dojde k pohybu pístu směrem 1 a upínač se rozevře. Po přestavení rozvaděče 2.3 do polohy 2 - čelisti upínače upnou vložený materiál. V obvodu je zapojen hydraulický zámek 2.2., který zabezpečí rozevření upínače během obrábění.

Po vyvození potřebného tlaku tlakový spínač 2.1. signalizuje "upnutí materiálu" a zároveň umožní přestavění rozvaděče 3.0. do polohy 2. V tomto okamžiku je materiál upnut a přestavením rozvaděče 3.0. z polohy 2 do polohy 3 může být realizován kývavý pohyb kyvného členu.

Pokud je rozvaděč 1.2. v poloze 1, píst hydraulického válce 1.0. se pohybuje směrem 1. Tím se začne pohybovat kyvný člen s upnutým materiálem směrem k nástroji. Po opracování čelní plochy materiálu se přepne rozvaděč 1.2. do polohy 2 a kyvný člen se vrátí zpět do nulové polohy, kde se zastaví.

Rychlost pohybu kyvného členu je řízena škrtícím ventilem 1.1.

9.1. Popis pracovního cyklu stroje

1. Zapnutí hydraulického obvodu
2. Rozevření upínače a vsunutí materiálu
3. Upnutí materiálu do čelistí
4. Spuštění elektromotoru
5. Uvedení kyvného členu do pohybu /lze teprve po upnutí materiálu a spuštění elektromotoru/

6. Po opracování čelní plochy vrátit kyvný člen zpět do původní polohy
7. Rozevření čelistí upínače a vyjmutí materiálu
8. Otočení materiálu o 180°
9. Opakují se operace 2., 3., 5., 6., 7.
10. Vypnutí elektromotoru a hydraulického obvodu

10. ALTERNATIVNÍ MOŽNOST VÝMĚNY OBRÁBĚCÍCH JEDNOTEK

V rozboru technologií zarovnávaní tyčového materiálu /kap. 2.1./byla jako nejvhodnější vybrána technologie frézování, jelikož se jedná o práci hrubovací a naskýtá se možnost ubírání i větší hloubky materiálu

Při požadavku lepší jakosti povrchu /opracování materiálu načisto/ a pro zarovnávaní čel velmi tvrdých materiálů by bylo vhodnější použít broušení. Celou frézovací jednotku lze uvolnit a místo ní použít jednotku brousící, která má osu vřetene shodnou s osou vřetene frézovacího. Způsob upevnění je také shodný.

Při rovinném broušení obvodem kotouče je osa kotouče kolmá k broušené ploše. Kotouč se dotýká obrobku příliš značnou délkou, proto se pro snadnější odvod třísky přerušuje brusné pásmo a celistvé kotouče se nahrazují segmenty.

10.1. Volba nástroje

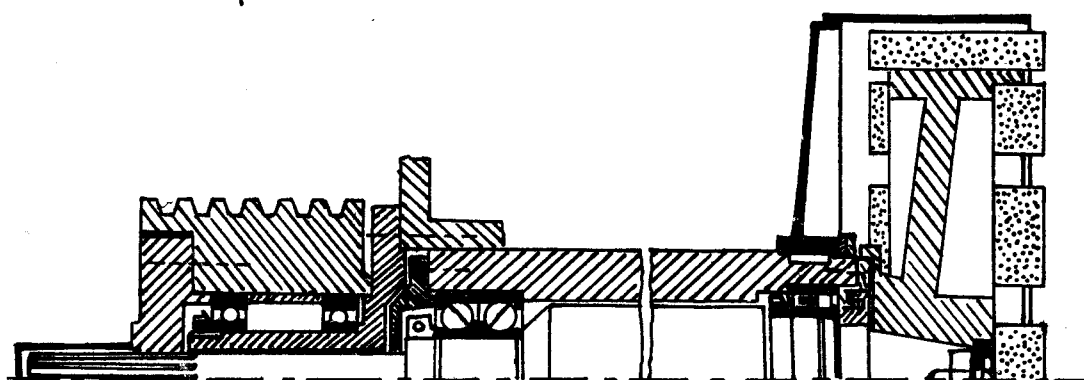
Při volbě nástroje je třeba brát v úvahu především ohled na druhovou skladbu obráběného materiálu na jeho mechanické vlastnosti, tvar a rozměr, na pracovní podmínky apod.

Pro zarovnávání by bylo vhodné použít segmentové hlavy, do které se mohou upínat segmenty různé struktury a složení podle toho, jaký materiál se bude opracovávat.

Výhodou použití brusných segmentů je, že se zmenší styčná plocha, zlepší se chlazení a lépe se odstraňuje brusný odpad.

10.2. Uložení vřetene

V našem případě postačí uložení vřetene pomocí valivých ložisek, která jsou levná a dostatečně přesná. Možné uložení je znázorněno na obr. 24.



obr. 24

Vzhledem k tomu, že broušením je možné ubírat jen velmi malou hloubku materiálu najednou, je nutné zajistit přísuv nástroje do záběru.

10.3. Realizace pohybu

Konstrukce brousící jednotky by byla jednoduchá. Jelikož řezné rychlosti jsou řádově desetkrát větší než řezné rychlosti u frézování, odpadá nutnost použití převodovky s ozubenými koly. Převed by se realizoval pomocí klínového řemene.

11. TECHNICKO - EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Technicko-ekonomické zhodnocení se skládá:

- 1/ z hrubého stanovení ceny jednoúčelového stroje
- 2/ z porovnání staré a nové technologie
 - a/ výpočet nákladů na zarovnávání čel konvenčním a nekonvenčním způsobem
 - b/ výpočet ročního výkonu
 - c/ náklady na pořízení strojního zařízení
- 3/ z výpočtu doby úhrady nového zařízení

11.1. Určení představitele tyčového materiálu

Technicko-ekonomické hodnocení je provedeno pro představitele - kruhové tyče:

materiál	ocel	15	236.7
průměr odřezku	B	=	120 mm
délka odřezku	L	=	1250 mm
průměr frézy	D	=	200 mm
řezná rychlost	v	=	72 mm min ⁻¹
posuv	s _z	=	0,21 mm
hloubka úběru	h	=	5 mm

11.2. Hrubé stanovení ceny stroje

Ceny nakoupených jednotek /zaokrouhleno na 1000,-Kčs/

elektromotor 160 L	Kčs 5 250,-
hydraulický agregát BPA-2-63-2	Kčs 23 000,-
hydraulický válec řady HM - 2 ks	Kčs 1 250,-
prvky hydr. obvodu oca	Kčs 6 500,-
$\Sigma_1 =$	Kčs 36 000,-

Ceny vyráběných součástí /hrubý odhad/

frézovací vřeteník	Kčs 30 000,-
převodovka	Kčs 7 000,-
skříň frézovací jednotky	Kčs 1 600,-
upínací zařízení	Kčs 10 000,-
kyvná jednotka	Kčs 5 000,-
základní stavba	Kčs 1 000,-
$\Sigma_2 =$	Kčs 54 600,-

Celková cena stroje plus 10% rezerva bude

$$C_s = (\Sigma_1 + \Sigma_2) \cdot 1,1$$

$$C_s = 36\,000,- + 54\,600 \cdot 1,1 = 99\,660 \text{ Kčs}$$

$$C_s = 100\,000,- \text{ Kčs}$$

11.3. Porovnání staré a nové technologie

/výpočtem z řezných podmínek/

t_{pz} ...	čas přípravy a zakončení
t_A ...	čas strojní
t_B ...	čas vedlejší
t_M ...	čas manipulace

čas	stará technologie /min/	nová technologie /min/
t_{pz}	45,000	60,000
t_A	1 676	0,660
t_B	0,500	0,150
t_M	3,000	2,400
Σt	5,176	4,210

Tab.1

Směrový výkon:

- při staré technologii $V_{SS} = \frac{60}{5,176} \cdot 8 = 92 [\text{ks}]$

- při nové technologii $V_{SN} = \frac{60}{4,21} \cdot 8 = 114 [\text{ks}]$

1. Náklady na zarovnání jednoho kusu

Uvažujeme stejné přídavky na zarovnávání pro starou a novou technologii.

Náklady	stará technologie Kčs	nová technologie Kčs
mzdy 9,50 Kčs/hod	0,826	0,667
režie 220 %	1,817	1,467
Σ nákladů	2 643	2 134

Tab. 2

2. Roční výkon při časovém efektivním fondu zarovnávačky 3780 hod

Stará technologie 43 817 ks

nová technologie 54 871 ks

Teoreticky je zapotřebí kapacity zarovnávačky:
kapacita frikční pily FP 210 je 56 840 řezů. To znamená
že je třeba opracovat 103 680 řezných ploch

Počet potřebných strojů při zarovnávání 103 680 řez-
ných ploch: dle staré technologie: $\frac{103\,680}{43\,817} = 2,37 = 3 [\text{stroje}]$

dle nové technologie : $\frac{103\,680}{54,871} = 1,89 = 2 [\text{stroje}]$

3. Náklady na pořízení strojního zařízení

technologie	typ stroje	počet ks	celková cena
stará	FA 4 AV	3	234 000,-
nová	zarovnávačka	3	200 000,-

Tab.3

4. Výpočet úhrady zarovnávačky

Náklady na 103 680 řezných ploch za rok:	
stará technologie	273 093,- Kčs
nová technologie	221 253,- Kčs

Tab.4

Náklady na novou technologii jsou nižší než náklady na starou technologii. To je způsobeno jednak výkonností stroje a jednak jeho konstrukcí.

Značné úspory se dosáhne záměnou posuvného pohybu materiálu do záběru s nástrojem za kyvný, to znamená, že posuvová jednotka je nahrazena kyvnou jednotkou s hydraulickým válcem.

Cena jednotky zajišťující pohyb materiálu do nástroje se sníží více než desetkrát. Úspory se dosáhne také zjednodušením upínače.

Z Á V Ě R

Cílem tohoto diplomového úkolu bylo navrhnout jednoduchou zarovnávačku s kyvnými pohyby skupin stroje pro zarovnávání čel tyčového materiálu.

Je předložen koncepční návrh tohoto zařízení a jsou konstrukčně zpracovány některé jeho části.

Ekonomické zhodnocení celé zarovnávačky je přibližné.

Závěrem chci poděkovat svému vedoucímu diplomové práce soudruhu ing. Martínkovi a konzultantovi ing. Gabrielovi, jakož i pracovníkům KOM VŠST Liberec, zvláště ing. Bukačovi a ing. Musilovi za rady, připomínky a pomoc při vypracování diplomové práce.

V Liberci dne 24.května 1985

Jaroslava Fialová

12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- /1/ Kolektív : Delenie materiálu a príprava polotovarov v integrovanej strojárskej výrobe
Dóm techniky ČSVTS Bratislava, 1981
- /2/ B. Vlach : Technologie obrábění na číslíkové řízených strojích
SNTL Praha, 1982
- /3/ Katalog : Nástroje s břitovými destičkami ze slinutých karbidů
3. vyd. OSAN
- /4/ Jednotné normativy : Frézy voodorovné a svislé,
1. a 2. díl - SNTL Praha, 1978
- /5/ Z. Přikryl, R. Musílková : Teorie obrábění
SNTL Praha, 1982
- /6/ P. Vávra : Strojírenské tabulky
SNTL Praha, 1983
- /7/ J. Píř, P. Breník : Obráběcí stroje
SNTL Praha, 1970
- /8/ J. Bartoš : Strojírenské tabulky
SNTL Praha, 1976
- /9/ Sborník dokumentů XVI. sjezdu KSČ
VŠP ÚV KSČ 1982
- /10/ J. Pivoňka : Příručka hydraulických pohonů
SNTL Praha, 1969
- /11/ J. Štikar : Diplomová práce 012/1981

12.1. SEZNAM VÝKRESŮ

Koncepční návrh	0-KOM-OS-080/01
Upínač	0-KOM-OS-080/02
Frézovací jednotka	0-KOM-OS-080/03
Upínání frézy	3-KOM-OS-080/04