

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obr 23 - 34 - 8

Výrobní stroje a zařízení

Zaměření

Skříňové a keramické stroje

ODPĚLOVÁNÍ SKLENĚNÝCH HLAVIC

Ředitel: František S L A V Í K

Vedoucí práce: ing. J. Hošek, CSc

Konzultant: ing. P. Pájer /K. p. Lustry Kamenický Šenov/

Roční práce a přílohy

Počet stran..... 30
Počet příloh a tabulek.... 0
Počet obrázků..... 10
Počet výkresů..... 4
Počet modelů
nebo jiných příloh..... 1

KJK JK

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: sklář. a keram. strojů

Fakulta: strojní

Školní rok: 1979/80

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Františka S l a v í k a

obor 23-34-8 Výrobní stroje a zařízení

Zaměření sklářské a keramické stroje

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

Název tématu: Oddělování skleněných dílů

Pokyny pro vypracování:

V současné době se oddělování kopek od skleněných dílů pro výrobu lustrů provádí na horizontálních pukacích strojích P 4, pomocí hořáků na směs dálkový plyn + vzduch.

U skleněných dílů tvaru misky (s kulovým povrchem dna) není zaručeno vystředění dílů, což má za následek křivou rovinu opuknutí. Toto způsobuje značné potíže při dalším zpracování broušením.

Úkolem Vaší diplomové práce bude:

1. Analyzovat současný stav.
2. Na základě rozboru podkladů principiálně navrhnout některé způsoby oddělování skleněných dílů.
3. Konstrukčně zpracovat formou sestavného výkresu a výkresů nejdůležitějších detailů jednoúčelový stroj s možností oddělování skleněných dílů $\varnothing$ 80 - 400 mm, s nastavitelnou výškou 0 - 300 mm.
4. Provést technickoekonomické zhodnocení navrhovaného řešení.

Autorské právo se řídí směrnice
MŠK pro státní záv. zkoušky
727/62-81/2 ze dne 18. července
1962-Věstník MŠK XVIII, část 24 ze
dne 31.8.1962 § 19 out. z č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
FEDO 1, STUDENTSKÁ 8
400 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací: cca 40 stran textu doložených příslušnými výpočty a výkresovou dokumentací

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: Bachtík, S. - Pospíchal, V.: Zušlechťování skla,
SNTL Praha 1964
Tvary skleněných dílů horizontálně pukaných

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav N o s e k

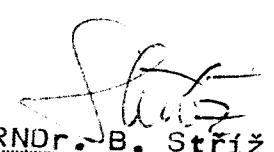
Konsultanti: Ing. Zita, Lustry Kamenický Šenov

Datum zahájení diplomové práce: 8. 10. 1979

Datum odevzdání diplomové práce: 23. 5. 1980



Ing. Jaroslav Belda, CSc
Vedoucí katedry


Doc. RNDr. B. Stráž, CSc
Děkan

Nístopřímoňě prohláňuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, dne 24. 4. 1980

Lam'k

Titulní list	1
Obsah	3
Seznam důležitých označení	4
Úvod	6
1. Současný stav oddělování hlavic	7
1.1. Oddělování hlavic u misek	7
1.2. Oddělování hlavic u středních dílů	8
2. Alternativní řešení	9
2.1. Vakuové upínání a středění na matnici	9
2.2. Vakuové upínání a středění do čelistí	10
2.3. Vakuové upínání na technologický výstupok.	10
2.4. Mechanické upínání středních dílů	11
2.5. Zhodnocení	12
2.5.1. Upínání misek	12
2.5.2. Upínání středních dílů	13
2.5.3. Obvod pro vakuové upínání.....	13
3. Způsoby oddělování	14
3.1. Pukání	14
3.2. Řezání diamantovou pilou	14
3.2.1. Teorie řezání diamantovou pilou	15
4. Navrhované řešení	16
4.1. Oddělovací zařízení	16
4.2. Nastavení výšky diapil	16
4.3. Pohybový vozík	16
4.4. Pohyb navrhovaného zařízení	17
5. Výpočtová část	20
6. Technickoekonomické zhodnocení	27
Závěr	29
Seznam použité literatury	30

SEZNAM DÍLEŽITÝCH OZNAČENÍ

- t_1 - pracovní čas pily
- t_2 - čas chlazení pily
- F_R - radiační řezná síla
- F_T - tečná řezná síla
- v_p - rychlost posuvu do řezu
- v_r - řezná rychlost
- s_m - zrnitost
- K - koncentrace
- n - otáčky diamantové pily
- D - průměr diamantové pily
- d_1 - vzdálenost působení radiačních řezných sil
- d_2 - vzdálenost působení tečných řezných sil
- M_{K1} - krouticí moment vyvolaný řeznými silami
- p_{00} - tlak vzduch
- F_{N1} - normálová síla přívavky
- F_{T1} - tečná síla přívavky
- M_{K2} - krouticí moment přenášený přívavkou
- F_{N2} - upínací síla pro střední díly
- d_3 - střední průměr výrobků
- f_0 - koeficient tření
- D_1 - průměr pneumatického válce VU
- p - tlak vzduch
- S_1 - plocha pístu VU
- d_4 - průměr pístnice VU
- D_2 - průměr pístu VO
- d_5 - průměr ozubené pístnice
- D_0 - průměr rostoucí kružnice ozubeného kola
- délka natočení upínacích hlav
- m - modul ozubení

n - počet zubů
 h - sdvih pístnice VO
 M_K - krouticí moment odštěpní upínacích hlav
 F_N - normálová síla VO
 D_3 - průměr pístu VO

ÚVOD

Československé sklářské výrobky jsou svoji kvalitou známé po celém světě. Obchod se zahraničními partnery přináší naší ekonomice devizové prostředky, se kterými je možno nakupovat zařízení a stroje pro náš průmysl.

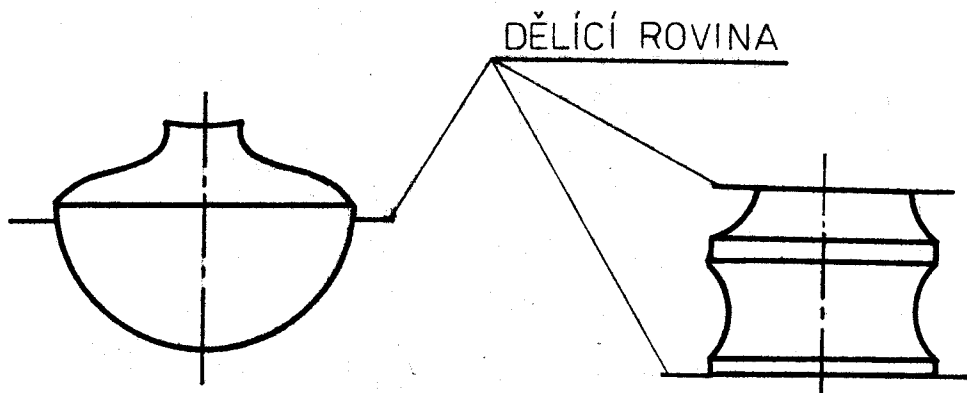
V současné době jsou stále větší nároky na kvalitu i kvantitu sklářských výrobků. Dosažení vyšších výkonů není možné na stávajících zařízeních a se stávajícími technologiemi. Jednou z cest dosažení vyšších parametrů je použití automatizačních prvků na strojních zařízeních. Pomocí automatizačních prvků se nejen zvýší výrobnost, ale často nahradíme i lidskou manuální práci, která je ve většině případů stereotypní. Dalším přínosem automatizace je vysoká produktivita práce výrobního procesu a udržení výrobních zařízení na světové úrovni.

Jedou z důležitých operací při výrobě dílů svítidel je oddělování hlavice. V K. p. Lustry Kamenický Šenov se tato operace provádí na pušacích strojích, které však nezajistí kvalitní pušací rovinu, což způsobuje problémy v následných operacích broušení.

V této diplomové práci je řešena problematika oddělování skleněných hlavice od polotovaru a upínání výrobků, které mají kulové dno nebo rotační součásti nepravidelného tvaru tzv. střední díly.

1. SOUČASNÝ STAV ODDĚLOVÁNÍ HLAVIC

Sortiment výrobků K. p. Lustry Kamenický Šenov lze rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří výrobky, které mají dno ve tvaru koule tzv. misky viz. obr.1. Druhou skupinu tvoří výrobky jejíž tvar je členitý tzv. střední díly viz. obr.2.



Obr. 1.

Obr. 2.

1.1. Oddělování hlavic u misek.

Oddělování hlavic u misek se provádí na třítalířovém horizontálním pukačím stroji P4. Na skládacím rámu jsou tři talíře uspořádané v řadě. Na prostředním talíři se provádí nasazení pukačích rovin pomocí vidlicového hrotu. Po této operaci přenesou obsluha výrobek na pravý nebo levý talíř. Tyto talíře jsou poháněny elektromotorem přes variátor, kterým lze nastavit otáčky tak, aby obvodová rychlost dovolila správné nahřetí výrobku. Na těchto talířích se provádí prudký ohřev v místě pukání pomocí hořáků na směs dálkový plyn + vzduch. Prudkým ohřevem vzniká ve skleněném výrobku velké vnitřní napětí vlivem teplotní roztažnosti. Překročil-li vnitřní napětí pevnost skla dojde k prasknutí výrobku v nasazené rovině pukání. Oddělenou hlavici a misku odnáší obsluha k dalším operacím.

Vzhledem k tvaru misky ⁷⁷ lze nastavit v každém z nich stejnou polohu, když je miska nakloněna do předepsaného úhlu. Prudkým

Vzhledem k tvaru misky nelze nastavit u všech výrobků stejnou polohu, i když je miska pokládána do kroužku. V tomto kroužku musí oběma vystředit výrobek tak, aby rovina pukání byla kolmá k ose výrobku. To není vždy přesné a rovina pukání není kolmá. Dalším záporem této opravy je nerovnost opuknuté plochy, která vzniká v důsledku centrování za stálého působení plamene.

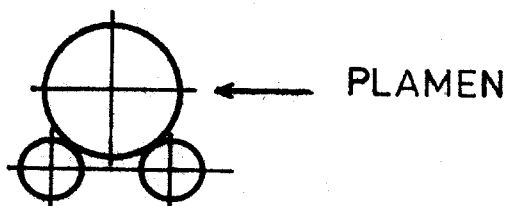
Pukání samo nevytváří rovnou opuknutou plochu. Dochází k tzv. zabíhání.

Všechny nerovnosti a nepravidelnosti se musí obrousit. Broušení se provádí na horizontálních broušicích strojích.

1.2. Oddělování hlavice u středních dílů.

Oddělování hlavice u středních dílů se provádí dvakrát. Střední díl je přechesí a pro vyfuknutí musí být výrobek usazen, protože se musí oddělit hlavice i spodní díl. Oddělování hlavice se opět provádí na horizontálních pukacích strojích P4. Oddělení spodního dílu se nemůže provádět na strojích P4, protože opuknutá rovina není rovná a chyba v nové rovině by byla větší o hodnotu první chyby.

Oddělení spodního dílu se provádí na zařízení, které bylo vyrobeno v K. p. Lustry viz. obr.3. Jedná se opět o opukování, ale rotace výrobku je v horizontální rovině na dvou hřídelích. Na těchto hřídelích jsou navlečeny gumové kroužky pro zajištění přenosu kroutícího momentu na výrobek. Polohu výrobku zajišťují čtyři stavitelné kroužky na obou hřídelích. Horizontální poloha výrobku umožňuje pukání obou částí současně, proto u některých výrobků se pukání na strojích P4 neprovádí.



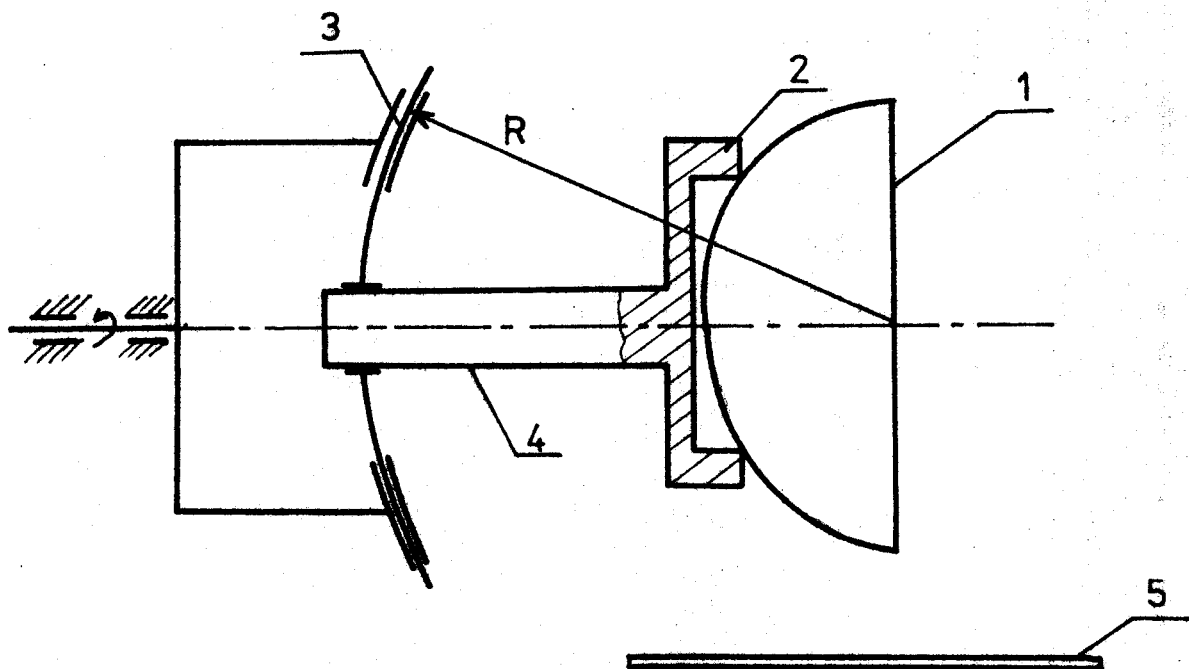
Obr. 3

2. ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ

Z analýzy současného stavu vyplývá, že nejúčinnější pro přesnost oddělování je způsob upínání misku a středních dílů. Upínání má zajistit odchylku roviny dělení maximálně 1 mm od roviny kolmé na osu na příslušném průřezu výrobku.

2.1. Vakuové upínání a středění na matnici. obr. 4.

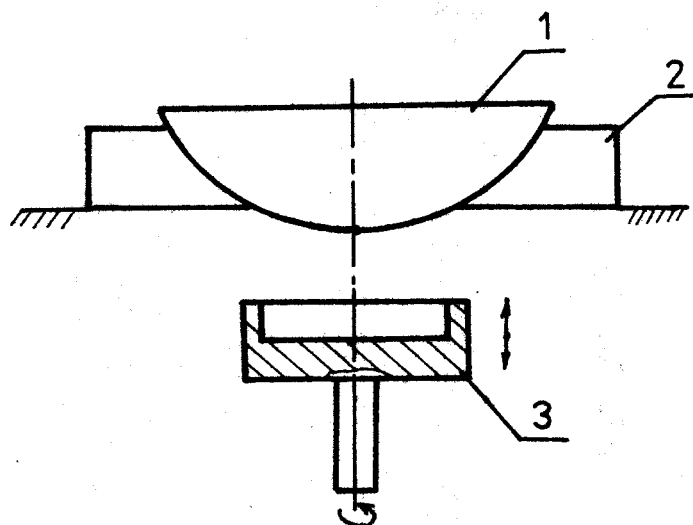
V tomto řešení by obaluhá vložila miskou 1 na přísavku 2 a po připojení na podtlak se miska upevní. Další operace je vycentrování. To by se provádělo nastavením pomocí kloubu 3, přes který je vázána přísavka k rámu. Přísavka je uchycena na rameni 4, které má stavitelnou délku. Tato podmínka vyplývá z nutnosti odčíst výrobek kolem osy ležící v rovině oddělování. Vystředění spočívá ve stotožnění stínu obrysu výrobku a tvarem na stínítku 5. Toto srovnání stínu a obrysu na stínítku je nutno provádět v rovinách, které jsou k sobě kolmé. Po vystředění lze provádět oddělování pelose, která je nakreslena na obr. 4.



Obr. 4.

2.2. Vakuové upínání a středění do čelistí. obr. 5.

Misku 1 by obaluhá položila do trojice čelistí 2, ve kterých je výřez tvaru výrobku. Výrobek by dosedl do čelistí, čímž by se vystředil. Po vystředění následuje vakuové upínání přísavkou 3, která se svede středem mezi do výšky, která umožní přístup po celém obvodu v místě oddělování. Pak může následovat oddělování. Po oddělení hlavice od misky odejme obaluhu hlavici i misku a operace se opakuje.



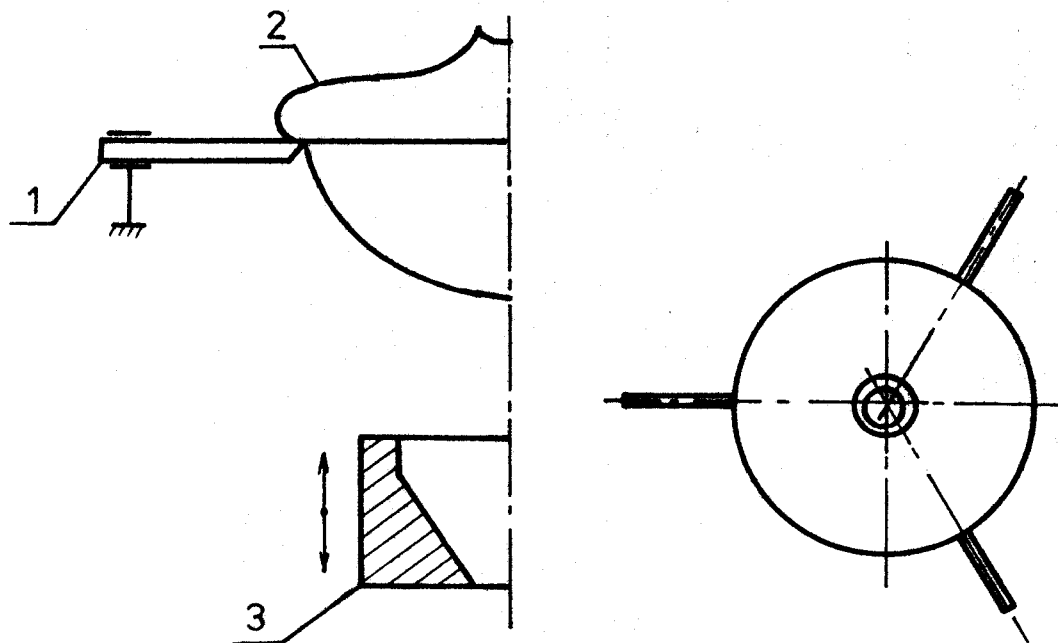
Obr. 5.

2. 3. Vakuové upínání na technologický výstupek obr. 6.

Toto řešení by si vyžádalo takové úpravy na formách, aby při tvarování výrobku vznikla v horní části výrobku výstupek po celém obvodu. Za tento výstupek by se miska 2 chytala na tři hruty 1 po 120° . To zajišťuje splynutí osy otáčení s osou výrobku, to zajišťuje kolmost roviny dělení s osou výrobku.

Po vystředění misky by došlo k jejímu upnutí pomocí přísavky 3. Přísavka by byla konstruována tak, aby po vystředění svedla misku asi o 30 mm nad dřevěň dohytných hrotů. To vy-

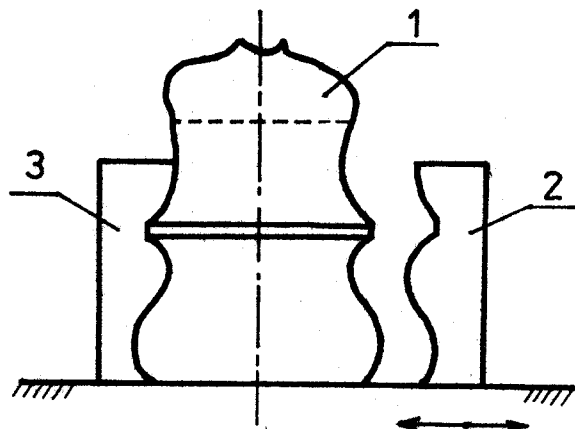
plývá z nutnosti přístupu po celém obvodu k výrešku v místě oddělování.



Obr. 6.

2.4. Mechanické upínání středních dílů obr.7.

Při použití této alternativy se podstatně zvýší rychlost středění a upínání, protože tyto operace jsou spojeny v jednu. Střední díly 1 by se upínaly pomocí dvou čelistí, ve kterých je vyřezán odpovídající tvar výrešku. Obaluba položí střední díl na desku upínací hlavy a přiblížení čelistí se výrehek vystředí a upevní. Pohyb jedné čelisti 2 by zajišťoval pneumatický válec a druhá čelist 3 by byla pevná. Při tomto způsobu upínání musí mít každý výrehek odpovídající čelisti. Tyto čelisti by bylo nutno vyrábět souměrně s formami.



Obr. 7.

2.5. Zhodnocení.

2.5.1. Upínání mísek.

Při upínání mísek bylo nutné zvážit tři možnosti. Možnost upínání a středění viz. kap. 2.2. nelze použít. Tento závěr vyplynul ze zkoušek na modelu. Celý model byl vyroben z organického skla. Na kruhovou desku byli pomocí šroubů posuvně upnuty tři čelisti, ve kterých byl odpovídající tvar mísky. Opakovaným postavováním mísky na tento model se roviny jednotlivých pokusů značně lišili. Výsledkem polohu značně ovlivňoval způsob stavení.

Vprovu tuto možnost nelze uplatnit z důvodu, že přesnost pukání ovlivňuje obsluha.

Druhá možnost upínání viz. kap. 2.1. má požadovanou přesnost, ale tuto přesnost musí opět ovlivnit obsluha. Další nevýhodou tohoto řešení je dlouhá doba vyšetřování.

Třetí možnost upínání misek viz. kap. 2.3. Tato možnost má dostatečnou přesnost při velkých rychlostech středění. Obalová velikost chyby nemůže ovlivnit.

Po konzultaci s pracovníky k. p. Lustry Kamenický Šenov byla pro upínání vybrána alternativa vakuového upínání a středění na technologický výstupek po obvodu viz. kap. 2.3.

Oddělování bude realizováno řezáním diamantovou pilou viz. kap. 3.2.

Princip upínací hlavy pro misy je zřejmý z kap. 2.3. Konstrukční uspořádání (viz. příloha č. v. 1 DP 348/80 01 00).

2.5.2. Upínání středních dílů.

Pro upínání středních dílů je řešení (viz. kap. 2.4.) jednoduché. Tímto způsobem lze dosáhnout požadované přesnosti upínání. Rychlost tohoto upínání je dostatečně vysoká. Pro provoz bude nutné, aby nákladový výrobek svoji upínací čelisti, to se odrazí ve výrobních nákladech.

Princip upínací hlavy pro střední díly je zřejmý z kap. 2.4. Konstrukční uspořádání (viz. příloha č. v. 1 DP 348/80 02 00).

2.5.3. Obvod pro vakuové upínání.

Obvod pro vakuové upínání musí zajistit dostatečnou normálovou sílu F_{N1} , aby se výrobek nemohl vychýlit z původní polohy. Dalším úkolem tohoto obvodu je připojení vakua v době, kdy přísavka končí pohyb směrem k misce. Nutnost časového předstihu vyplývá z možnosti vychýlení misky v přísavce. Zapojení je zřejmé z (přílohy č. v. 3 DP 348/80 03 00).

3. ZPŮSOBY ODDĚLOVÁNÍ

3.1. Pukání.

Pukání jako následná operace po chlazení se provádí za účelem odstranění tzv. kopny. Kopna je nutná při tvarování pro uzavření tvaru, aby bylo umožněno foukání tlakovým vzduchem, čímž se vytváří výsledný tvar výrobku.

Při pukání se využívá tepelné roztažnosti skla a teplotního gradientu. Působení obou faktorů vyvolá ve skle vnitřní pnutí. Při ohřívání povrchu skla vzniká na povrchu tlakové napětí a uvnitř tahové napětí, je-li tahové napětí větší než pevnost skla, dojde k prasknutí výrobku v místě maximálního napětí. Tohoto principu se využívá k oddělování skleněných hlavice od výrobku.

V praxi se pukání provádí na pukacích strojích, kde je přívod tepla realizován pomocí hořáků na směs dýmkový plyn + vzduch. Pro zvýšení teplotního gradientu se používá hořáku s ostrým plamenem, který směřuje do místa budoucího okraje. Pro zvýšení přesnosti opuknuté ploch se provádí nařezávání vidlicovým hrotem.

3.2. Řezání diamantovou pilou. [1.]

V současné době se ve sklářství stále více využívá diamantových pil k řezání skla. V některých případech jsou ekonomické výsledky tohoto nového způsobu opracování stále negativní. Příčinou negativních výsledků je špatné volení technologických podmínek.

Uživatel kotoučových diamantových pil musí největší pozornost věnovat chlazení, způsobu přívodu chladicí kapaliny přímo do místa kontaktu nástroje s obrobkem, dále druhu a množství

chladičí kapaliny. Není však vhodné zvyšovat množství chladičí kapaliny nad 8l/min, potom kapalina proudí velkou rychlostí a při dopadu na obrobek nebo nástroj se odráží a do místa styku obrobku s nástrojem se dostane malé množství.

Účinný způsob přivedu chladičí kapaliny, správná volba druhu chladičí kapaliny podmínuje další doporučení při volbě technologických parametrů:

- řezná rychlost

- rychlost posuvu do řezu.

Minimální hodnotu řezné rychlosti zvýšit na hranici 30 g/s. Dostupajícím účinným chlazením zvýšit řeznou rychlost na 40 - 50 m/s. Řeznou rychlost ovlivňuje i možnost dostatečného schlazení diamantových ara v aktivní vrstvě diapily. Dobré schlazení je ovlivňováno poměrem pracovního času t_1 k času chlazení t_2 . S klesajícím poměrem t_1/t_2 lze zvyšovat řeznou rychlost a naopak.

Volbu rychlosti posuvu do řezu ovlivňuje požadavek jakosti opracovaného povrchu a velikost lusterovitých záprasků na hranách dělicích rovin. Při řezání bez nároků na jakost povrchu je možné zvyšovat rychlost posuvu do řezu na 10 cm/min. Velikost rychlosti posuvu do řezu ovlivňuje také síla řezaného skla. Se zvyšující se tloušťkou odělovaného skla je nutno snížit rychlost posuvu do řezu.

4. NÁVRHOVANÁ ŘEŠENÍ

4.1. Oddělovací zařízení (viz. příloha č. v. 0 DP 348/80 00 00).

Pro celkový návrh oddělování hlavice se vychází z prototypu VÚUS Nový Bor, "Oddělovací silnostředných hlavíc". Z tohoto zařízení je použito několika základních prvků, které se nemusí měnit vzhledem k novému řešení. K těmto prvkům patří především rám, mechanismus pro nastavení průměru řezaných dílů, pohon diamantových pil, mechanismus posuvu do řezu, čerpadlo a rozvod chladicí kapaliny.

Konstrukční úpravy, které je nutné provést na prototypu se budou týkat mechanismu nastavení výšky diamantových pil, pojízdného vozíku, upínacích hlav pro nízký i střední díly, vývěry a pneumatického pohonu.

4.2. Nastavení výšky diapil (viz. příloha č. v. 0 DP 348/80 00 00, pozice 11).

Tento mechanismus nastavení výšky diapil se skládá z vedení a dvou pohybových šroubů. Vedení je realizováno pomocí dvou vodičů trubek na jedné straně, po kterých se pohybuje příčnick v němž je ukotveno vedení pro mechanismus nastavení průměru řezaného výrobku. Příčnick má pro aretaci v nastavené poloze dva proti-
ložní šrouby. Příčnickem prochází dva svídlé pohybové šrouby, kterými se nastavuje výška řezu. Pro synchronizaci obou pohybových šroubů je náhon proveden kuželečnými koly na společném hřídeli.

4.3. Pojízdný vořík (viz. příloha č. v. 1 DP 348/80 01 00).

Pojízdný vořík slouží k uchycení upínacích hlav, zajišťuje posuv do řezu a rotaci výrobku. Vořík se pohybuje po vedení, které zůstává z původního provedení. Posuv voříku zajišťuje pneumatický válec, který je uchycen na rámu a pístnice na voříku.

Rotace upínací hlavy je řešena ozubenou pístnicí, která se

padá do pastorku uchyceného na upínací hlavě.

4.4. Pohon navrhovaného zařízení (viz. příloha 3 DP 148/80 03 00).

Pohon navrhovaného zařízení je pneumatický, jako pracovní medium byl zvolen tlakový vzduch o tlaku 0,6 MPa.

K sestavení pneumatického obvodu je použito pneumatických prvků z katalogu [3]. Popis obvodu je proveden rovnicemi.

Popis pneumatického obvodu.

Použité prvky	Označení
R ₁ - rozvaděč impulsní	JP - 4 - 1/8
R ₂ - rozvaděč impulsní	JP - 4 - 1/8
R ₃ - rozvaděč impulsní	JP - 4 - 1/8
R ₄ - rozvaděč impulsní	JP - 4 - 1/8
R ₅ - rozvaděč tlačítkový robustní	ZV - 3 - 1/8
R ₆ - koncový spínač pneumatický	VS - 3 - 1/8
R ₇ - koncový spínač pneumatický	VS - 3 - 1/8
R ₈ - rozvaděč impulsní	JP - 4 - 1/8
R ₉ - koncový spínač pneumatický	VS - 3 - 1/8
R ₁₀ - rozvaděč tlakově ovládaný s vratnou pružinou	VLO- 3 - 1/8
R ₁₁ - koncový spínač pneumatický	VS - 3 - 1/8
R ₁₂ - koncový spínač pneumatický	VS - 3 - 1/8
R ₁₃ - rozvaděč tlakově ovládaný s vratnou pružinou	VLO- 3 - 1/8
R ₁₄ - rozvaděč impulsní	JP - 4 - 1/8
SV ₁ - škrticí ventil	
SV ₂ - škrticí ventil	
SV ₃ - škrticí ventil	
VJ ₁ - jednosměrný ventil	
VJ ₂ - jednosměrný ventil	

VP - pneumatický válec posuvu
 VO - pneumatický válec stáhnutí
 VZ - pneumatický válec sávků
 VU - pneumatický válec upínání

Rovnice.

$$S(\vec{R}_1, \vec{R}_3, \vec{R}_{14}) = r_{5,1} \cdot [R_1 \cdot \vec{F}_{14,1} + R_3 \cdot \vec{F}_{14,1} + R_{14} \cdot \vec{F}_{12,2}]$$

$$S(\vec{R}_1, R_8 \uparrow, R_{13} \uparrow) = r_{11,1} [R_{13} \cdot \vec{F}_{7,2} + R_{14,2} (R_1 \cdot \vec{F}_{5,2} + R_3 \cdot \vec{F}_{5,2} + R_8 \cdot \vec{F}_{7,2})]$$

$$S(\vec{R}_2, \vec{R}_{14}) = r_{12,1} [R_{13,1} \cdot R_2 \cdot \vec{F}_{7,2} + R_{14} \cdot \vec{F}_{5,2}]$$

$$S(\vec{R}_2, R_{13} \downarrow, R_8 \downarrow) = r_{7,1} [R_2 \cdot \vec{F}_{13,2} + R_8 \cdot \vec{F}_{14,1} + R_{13} \cdot \vec{F}_{11,2}]$$

$$S(\vec{R}_4) = r_{9,1} \cdot \vec{F}_{10,1} \cdot R_4 \cdot \vec{F}_{8,2}$$

$$S(R_5 \downarrow) = \text{tlačítko}$$

$$S(R_5 \uparrow) = \text{pružina}$$

$$S(R_6 \uparrow) = \text{pružina}$$

$$S(R_6 \downarrow) = \text{VO levá poloha}$$

$$S(R_7 \uparrow) = \text{pružina}$$

$$S(R_7 \downarrow) = \text{VO pravá poloha}$$

$$S(\vec{R}_9) = \text{VZ dolní poloha}$$

$$S(\vec{R}_9) = \text{pružina}$$

$$S(\vec{R}_{10}) = \text{pružina}$$

$$S(\vec{R}_4, \vec{R}_{10}) = r_{6,1} \cdot r_{8,1} \cdot [R_4 \cdot \vec{F}_{10,2} + R_{10} \cdot \text{pružina}]$$

$$S(R_{11} \uparrow) = \text{pružina}$$

$$S(R_{11} \downarrow) = \text{VP levá poloha}$$

$$S(R_{12} \uparrow) = \text{pružina}$$

$$S(R_{12} \downarrow) = \text{VP pravá poloha}$$

$$S(\vec{V}O) = r_{2,1} \cdot (\vec{v}_{s1} + \vec{v}_{j1}) \cdot VO \cdot \vec{F}_{22}$$

$$S(\vec{V}O) = r_{2,2} \cdot VO \cdot (\vec{v}_{s1} + \vec{v}_{j1}) \cdot \vec{F}_{21}$$

$$S(VS!) = va_3 \cdot r_{31} \cdot VZ. / \text{atmosféra} /$$

$$S(VZ!) = \text{vlastní vahou nebo pružinou}$$

$$S(\overline{VP}) = r_{4,1} \cdot (va_2 + vj_2) \cdot VP \cdot \overline{r}_{12}$$

$$S(\overline{VD}) = r_{4,2} \cdot VP \cdot (va_2 + vj_2) \cdot \overline{r}_{4,1}$$

3. VÝPOČTOVÁ ČÁST

Výpočet řezných sil - radiální a tečná.

Řezná síla radiální.

$$F_R = 1,028 \cdot \frac{v_p \cdot K}{v_r \cdot z_s} \quad (1)$$

Řezná síla tečná.

$$F_T = 0,133 \cdot \frac{v_p \cdot K}{v_r \cdot z_s} \quad (2)$$

Pro výpočet řezných sil jsou voleny hodnoty:

$$v_p = 7,5 \text{ cm/min}$$

$$v_r = 210 \text{ 000 cm/min}$$

$$z_s = 0,0141 \text{ cm}$$

$$K = 100\%$$

Dosazení do vztahů (1) a (2) dostaneme hodnoty řezných sil.

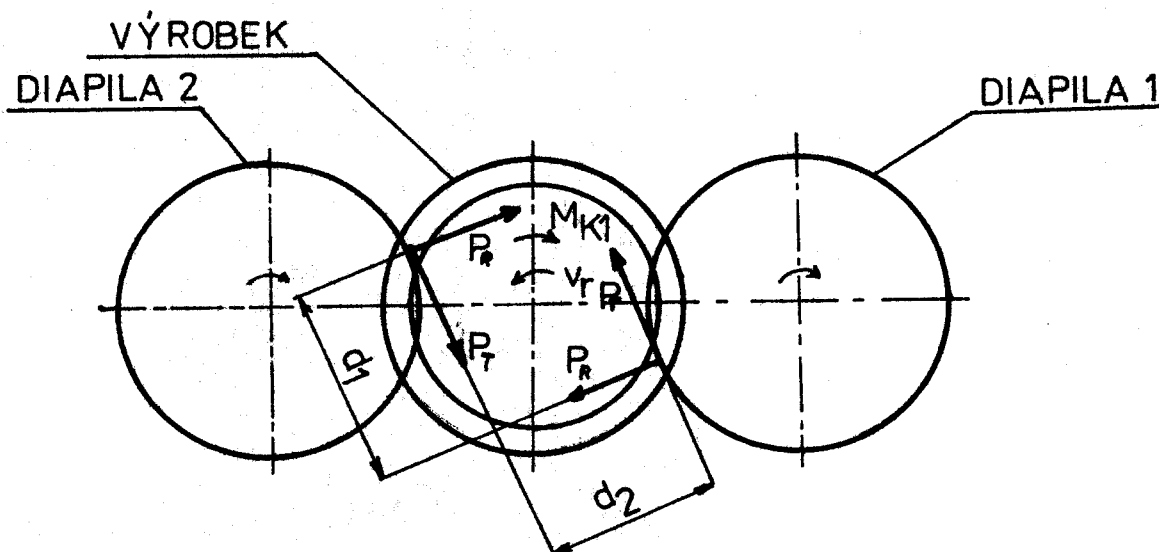
$$F_R = 1,028 \cdot \frac{7,5 \cdot 100}{210 \text{ 000} \cdot 0,0141} = 23,4 \text{ N}$$

$$F_T = 0,133 \cdot \frac{7,5 \cdot 100}{210 \text{ 000} \cdot 0,0141} = 2,8 \text{ N}$$

Otáčky diamantové pily o průměru $D = 0,2 \text{ m}$.

$$n = \frac{v_r}{\pi \cdot D} = \frac{210 \text{ 000}}{\pi \cdot 0,2 \cdot 100} = 3342 \text{ 1/min}$$

Kroučící moment vyvolaný řeznými silami.



Obr. 8.

Z obrázku 8. vyplývá rovnice pro výpočet vyvolaného kroučícího momentu:

$$M_{K1} = P_R \cdot d_1 = P_T \cdot d_2 \quad (3)$$

Vzhledem k technologickým podmínkám je snazší určit hodnoty d_1 a d_2 grafickou metodou než početní metodou.

Z grafického řešení pro průměr pily $D = 0,2$ m a pro maximální průměr výrobku $d_3 = 0,2$ m vyšly hodnoty:

$$d_1 = d_2 = 0,132 \text{ m}$$

Dosažením za d_1 a d_2 do rovnice (3) dostaneme maximální hodnotu kroučícího momentu.

$$M_{K1} = 23 \cdot 0,132 = 9,8 \cdot 0,132 = 1,274 \text{ Nm}$$

Tento krouticí moment je minimálním krouticím momentem, který musí přenést přísavka na výrobek. Z této podmínky lze stanovit normálovou sílu F_{N1} , kterou musí vyvolat přísavka.

$$M_{k1\max.} = M_{k2\min.} \quad (4)$$

Výpočet přísavky

Z průměru misek vyplývá, že maximální průměr přísavky lze volit $d = 0,06$ m. Pád tlak z vývěvy $P_v = 0,05$ MPa.

Normálová síla přísavky:

$$F_{N1} = P_v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (5)$$

Dosazením zvolených hodnot do rovnice (5) dostaneme hodnotu normálové síly přísavky F_{N1} .

$$F_{N1} = 0,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,06^2}{4} = \underline{\underline{141,3 \text{ N}}}$$

Tečná síla přísavky.

$$F_{T1} = F_{N1} \cdot f_0 \quad (6)$$

Z [2] je koeficient tření kov na pryž $f_0 = 0,6$, pro tento případ lze volit koeficient tření stejný. Dosazením do rovnice (6) dostaneme třecí sílu F_{T1} .

$$F_{T1} = 141,3 \cdot 0,6 = \underline{\underline{84,8 \text{ N}}}$$

Z tečné síly lze vypočítat krouticí moment přenášený přísavkou na výrobek.

$$M_{k2} = F_{T1} \cdot \frac{d}{2} \quad (7)$$

Dosazením do rovnice (7) dostaneme krouticí moment přísavky.

$$M_{k2} = 84,8 \cdot \frac{0,06}{2} = \underline{\underline{2,5 \text{ Nm}}}$$

Krouticí moment vyvolaný tlakovou silou a krouticí moment přenášený přísavkou na výrobek splňují rovnici (4).

$$M_{K1 \text{ max.}} < M_{K2 \text{ min.}} \quad (8)$$

Upínací síla pro stlačací sílu.

Kroučící moment vyvolaný pracovními silami zůstává v tomto případě stejný $M_{K1} = 1,74 \text{ Nm}$. Upínací sílu je možno stanovit s podmínkou, že kroučící moment $M_{K1 \text{ max.}}$ musí být menší než kroučící moment vyvolaný upínacími čelistmi. Ze vztahu (9), že s klasickým průměrem výrobku roste normálová síla mechanického upínání. Pro výpočet upínací síly vyplývá minimální průměr výrobku $d_3 = 0,035 \text{ m}$.

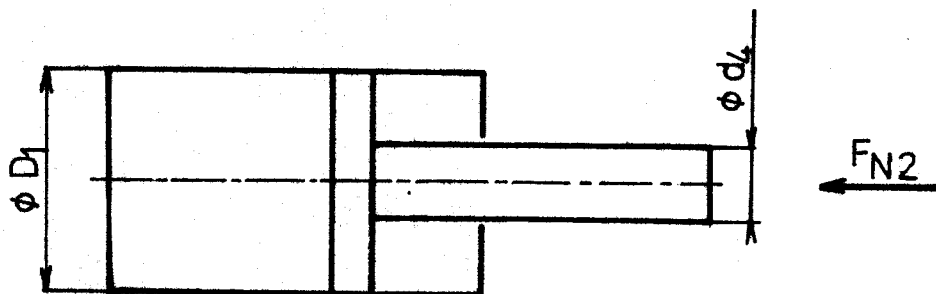
$$F_{N2} = \frac{F_{T2}}{f_0}$$

$$F_{N2} = \frac{M_{K1 \text{ max.}}}{d_3 \cdot f_0} \quad (9)$$

Z rovnice (9) po dosazení za $M_{K1} = 1,74 \text{ Nm}$, $d_3 = 0,1 \text{ m}$ a $f_0 = 0,6$ [2] dostaneme přítlakovou sílu F_{N2} .

$$F_{N2} = \frac{1,74}{0,1 \cdot 0,6} = 29 \text{ N}$$

Z síly F_{N2} lze vypočítat průměr pneumatického válce D_1 .



Obr. 9.

Z obr.9. vyplývá vztah pro výpočet normálové síly upínání.

$$F_{N2} = p \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (10)$$

Vyjádření D_1 z rovnice (10) dostaneme vztah pro výpočet průměru válce při zvoleném průměru pístnice d_4 .

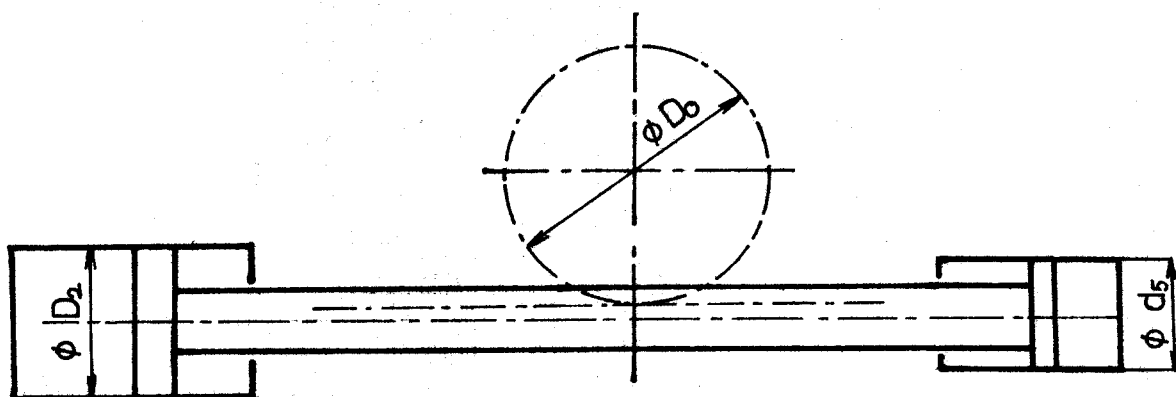
$$D_1 = \sqrt{d_4^2 + \frac{F_{N2} \cdot 4}{\pi \cdot p}} \quad (11)$$

Dosažením do rovnice (11) za $d_4 = 0,01 \text{ m}$, $F_{N2} = 82,85 \text{ N}$ a $p = 0,6 \text{ MPa}$ dostaneme hodnotu průměru pneumatického válce D_1 .

$$D_1 = \sqrt{0,01^2 + \frac{82,85 \cdot 4}{\pi \cdot 0,6 \cdot 10^6}} = 0,018 \text{ m}$$

Vzhledem k různým průměrům a různým tvarům se mění normálová síla F_{N2} , proto pro konstrukci pneumatického válce je zvolen průměr válce $D_1 = 0,018 \text{ m}$.

Časování kola a pístnice mechanickým stlačením upínacích blaz.



Obr. 10.

Úhel natočení upínací hlavy $\alpha = 240^\circ$

Modul ozubení $m = 2 \text{ mm}$.

Pro výpočet rostečné kružnice ozubeného kola platí vztah (12).

$$D_0 = z \cdot m \quad (12)$$

Počet zubů je volen $z = 21$ a po dosazení do vztahu (12) dostaneme průměr rostečné kružnice D_0 .

$$D_0 = 2 \cdot 21 = 42 \text{ mm}$$

Pro výpočet sávků píchnice lze podle obr. 10. odvodit vztah

$$h = \frac{\pi \cdot D_0}{360} \cdot 240 \quad (13)$$

Po dosazení do vztahu (13) dostaneme sávek píchnice, který zajistí otočení upínací hlavy o úhel α .

$$h = \frac{\pi \cdot 42}{360} \cdot 240 = 88 \text{ mm}$$

Pro konstrukci pneumatického válce je brána hodnota $h = 90 \text{ mm}$.

Výpočet příslušného pneumatického válce pro otáčení.

Krouticí moment otáčení M_{K3} se musí rovnat momentu, který přenese přísavka nebo mechanické upínání na výrobek. Pro tuto podmínku platí vztah

$$M_{K3} = M_{K2} \quad (14)$$

Z kroutícího momentu otáčení a z průměru pastorku lze vypočítat normálovou sílu F_{H3} .

$$M_{K3} = F_{H3} \cdot \frac{D_0}{2} \quad (15)$$

Dosazením vztahu (15) do rovnice (14) dostaneme vztah pro výpočet síly F_{H3}

$$F_{H3} = \frac{2 \cdot M_{K2}}{D_0} \quad (16)$$

Pro výpočet průměru pístu platí vztah

$$D_3 = \sqrt{\frac{F_{p2} \cdot 4}{\pi \cdot p}} \quad (17)$$

Dosažením vztahu (16) do vztahu (17) dostaneme rovnici pro výpočet průměru pneumatického válce D_3 .

$$D_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot M_{p2} \cdot 4}{\pi \cdot D_0 \cdot p}} \quad (18)$$

Po dosažení do vztahu 18 za $M_{p2} = 2,5 \text{ Nm}$, $D_0 = 0,042 \text{ m}$ a $p = 0,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ dostaneme hodnotu průměru pneumatického válce pro otáčení upínacích hlav.

$$D_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 2,5}{\pi \cdot 0,6 \cdot 10^5 \cdot 0,042}} = \underline{\underline{0,016 \text{ m}}}$$

Pro konstrukci pneumatického válce je volen průměr $D_3 = 16 \text{ mm}$, pro pístnici $d_3 = 10 \text{ mm}$.

3.4. TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Pro technickoekonomické zhodnocení jsou použity hodnoty, které charakterizují stávající způsob oddělování klovie v z. p. Lustry Kamenných Šanců. Pro navržené zařízení jsou použity hodnoty vypočteny z kinematických souvislostí a odhadnutých. Z těchto hodnot lze určit vhodnost či nevhodnost navrhovaného zařízení z hlediska ekonomického.

Důležitým faktorem pro vhodnost nového zařízení je doba návratnosti investic, rovněž důležité je i snížení či zvýšení počtu pracovníků obsluhujících zařízení.

Hodnoty pro stávající zařízení:

Druh výrobku:	Počet kusů za rok:
Misky ϕ 140 mm	200 000
Misky ϕ 200 mm	40 000
Střední díly	48 000

Operace:	Druh výrobku:	Min./kus	Kčs/kus
Pukání	Misky ϕ 140 mm	0,4	0,04
	Misky ϕ 200 mm	0,5	0,06
	Střední díly	0,5	0,06
Broušení	Misky ϕ 140 mm	0,74	0,09
	Misky ϕ 200 mm	1,44	0,09
	Střední díly	1,44	0,16

Operace:	Průměrná měs:	Počet pracovníků:
Pukání	12 480 Kčs	0,84
Broušení	<u>31 200 Kčs</u>	<u>1,94</u>
Celkem:	43 680 Kčs	2,78

Průměrná mzdě na jednoho pracovníka je 15 683 Kčs.

Procento režie: 439%.

Návrh na navržené zařízení.

Cena zařízení: 30 000 Kčs

Druh výrobku:	Čas potřebný na jeden kus:
Misky ϕ 140 mm	0,8 min.
Misky ϕ 200 mm	1,6 min.
Střední síly	1,6 min.

Výpočet:

Čas potřebný k výrobě polštářového množství kusů:

Stávající způsob	6 645 hod.
Navrhované zařízení	5 013 hod.

Počet pracovníků na výrobu polštářového množství kusů:

Stávající způsob	2,76
Navrhované zařízení	2,0

Úspora pracovníků: 0,76

Úspora času: 1632 hod.

Po přepočítání úspory pracovníků a úspory času na koruny dostaneme úspory v částce 30 000 Kčs.

$$\text{Doba úhrady investice} = \frac{100\,000}{30\,000} = 3,3 \text{ roků}$$

Z těchto ekonomických zhodnocení vyplývá, že navrhované zařízení je vhodné pro zavedení do výroby.

ZÁVĚR

Okolo diplomové práce bylo navrženo zařízení na oddělování skleněných hlavíc.

Bylo navrženo oddělování skleněných hlavíc pomocí diamantové pily v polese, kterou fixuje upínací hlava. Vzhledem k širokému sortimentu výrobků nebylo možné navrhnout univerzální hlavu a proto jsou upínací hlavy dvě. Jedna upínací hlava pro mísky má středění na technologický výstupek po obvodu a upínání přísavkou. Druhá upínací hlava pro střední díly má mechanické upínání v němž současně probíhá středění.

Zekonomického zhodnocení vyplývá vhodnost navrhovaného zařízení pro výrobu.

Vhodnost potvrzuje i technické zhodnocení. Navrhované zařízení spojuje dvě následné operace v jednu, čímž odpadá fyzicky velmi náročná operace broušení, kdy pracovník musí pracovat celou směnu v mokrému prostředí. Spojení operací přináší i úsporu neisoperační dopravy polotovárů.

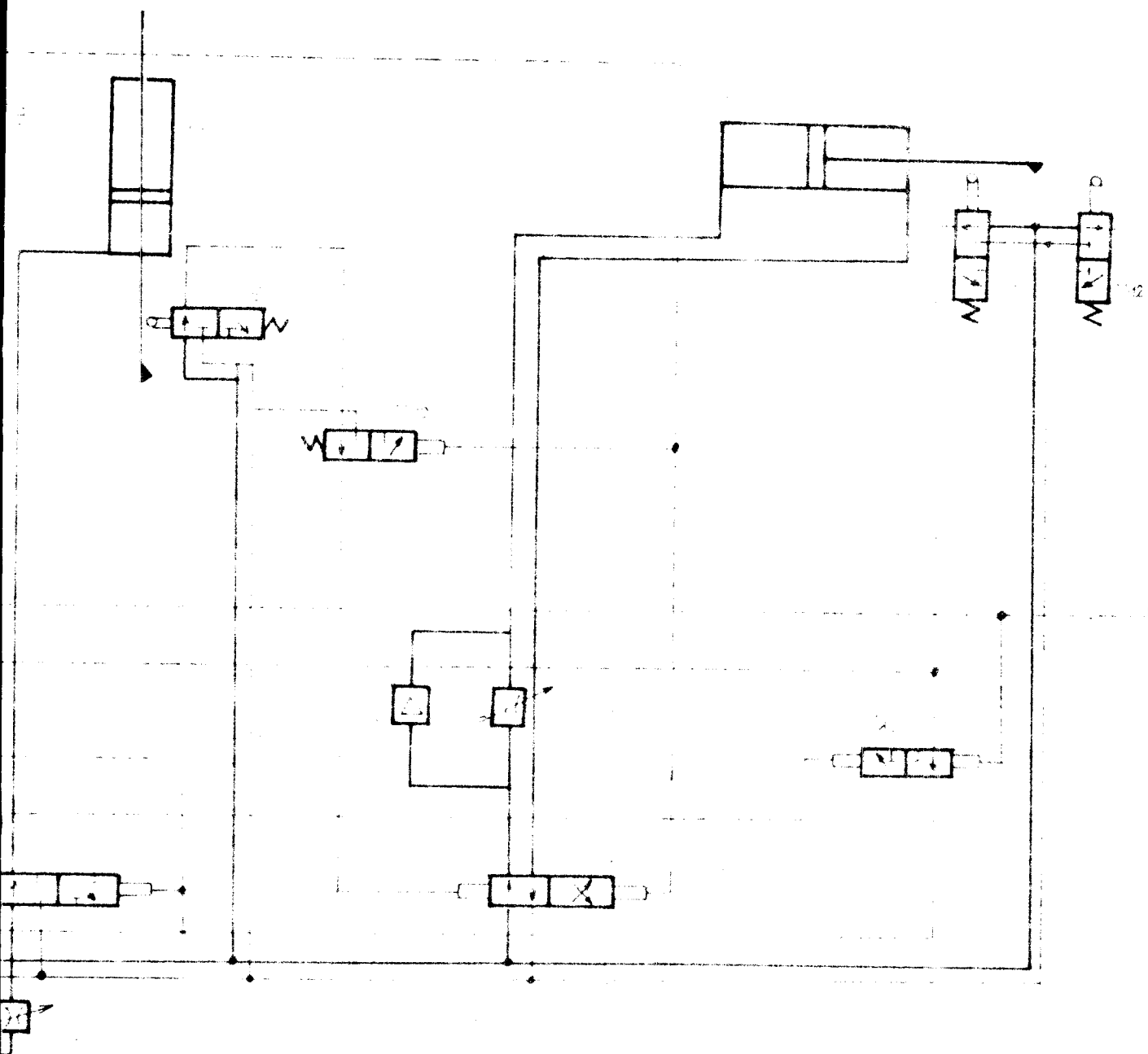
Závěrem bych chtěl poděkovat vedoucímu práce ing. J. Nočkovi, Čao a konsultantu ing. P. Fajerovi za příkladnou pomoc při práci na diplomovém díle.

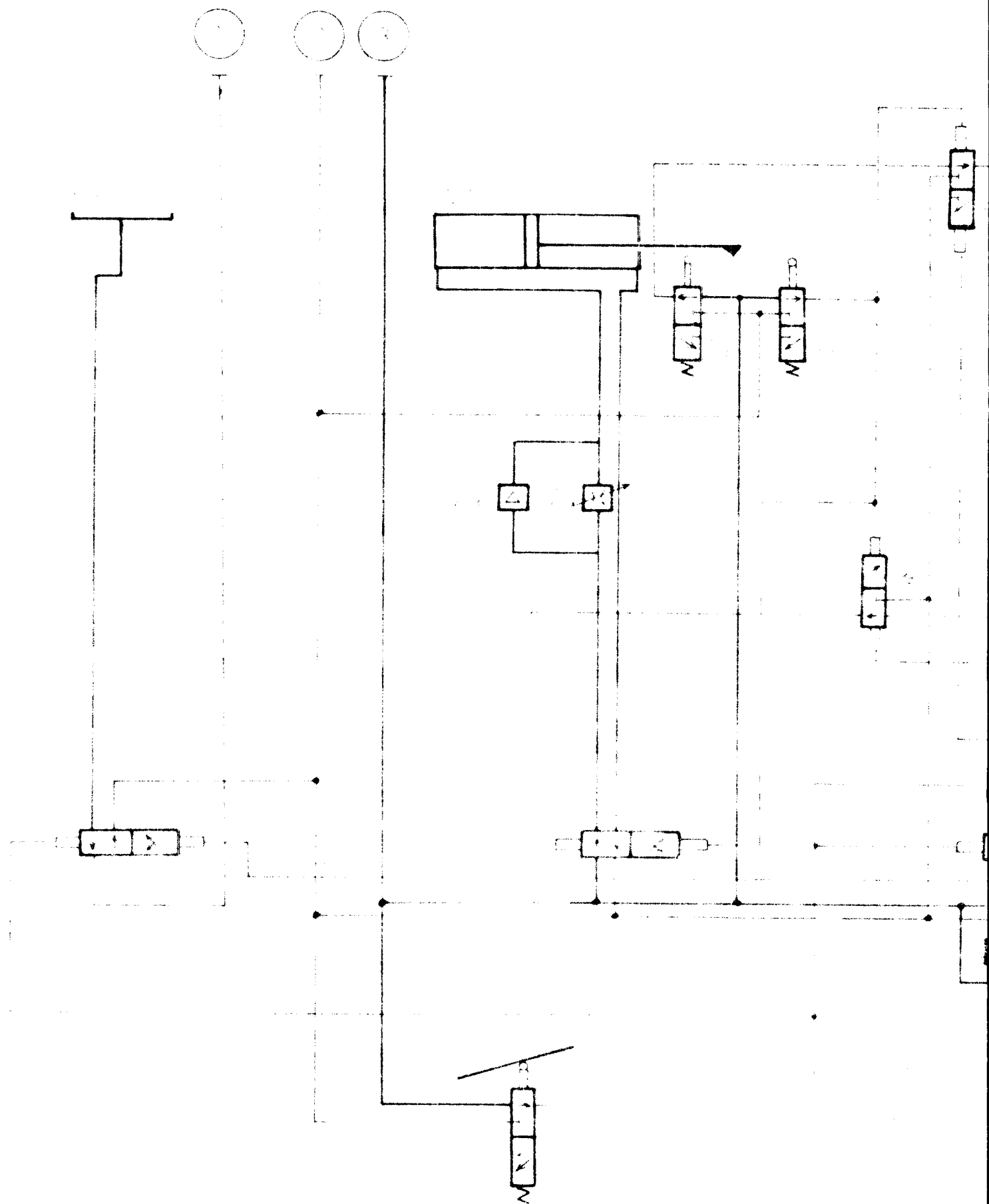
V Liberci dne:

24. 4. 1980

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Sixta J.: Řezání skla nástroji s pevně vázanými diamantovými zrny. /Disertační práce/
- [2] Bartoš J. a kol.: Stojnické tabulky. SNTL Praha 1977.
- [3] Katalog: FESTO - Maschinenfabrik.
- [4] Pešek K.: Hutní sklařka příručka.





№	Наименование	Подполковник	Вет. врач	Вет. фельдшер	№	Вет. врач	Вет. фельдшер	Вет. мед. сестра	№
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		1
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		2
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		3
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		4
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		5
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		6
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		7
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		8
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		9
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		10
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		11
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		12
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		13
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		14
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		15
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		16
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		17
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		18
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		19
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		20
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		21
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		22
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		23
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		24
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		25
1	Бокс 10x20	ЧСН 42 1024	10 120		1		40		26

№	Наименование	Количество	Единица измерения	Цена за единицу	Сумма	Всего	Примечание	№
1	Бумага белая	42	кг	100	4200	1		1
2	Резина	10	кг	100	1000	2		2
3	Волокно 44x44	45	кг	100	4500	3		3
4	Волокно 177x44	45	кг	100	4500	4		4
5	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	5		5
6	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	6		6
7	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	7		7
8	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	8		8
9	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	9		9
10	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	10		10
11	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	11		11
12	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	12		12
13	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	13		13
14	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	14		14
15	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	15		15
16	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	16		16
17	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	17		17
18	Волокно 10x44	45	кг	100	4500	18		18

№	Název - rozměr	Polotovar	Velikost	Vel. výrob.	№	Vel. výrob.	Vel. výrob.	Vel. výrob.	№
1	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1		10		1
2	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				2
3	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				3
4	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				4
5	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				5
6	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				6
7	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				7
8	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				8
9	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				9
10	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				10
11	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				11
12	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				12
13	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				13
14	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				14
15	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				15
16	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				16
17	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				17
18	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				18
19	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				19
20	Deska 40x10	OSN 40 1140	11 140		1				20

[illegible]