

Vysoká škola: strojní a textilní

sklářských strojů a
Katedra: technologie skla

Fakulta: strojní

Školní rok: 1966/67

DIPLOMNÍ ÚKOL

pro Vlastimila P e c h a

odbor 042-15 zaměření sklářské stroje

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

Název tématu: Karuselový automat pro horké lití keramických hmot

Pokyny pro vypracování:

Na základě rozboru současné technologie horkého lití proveďte návrh zařízení na vakuování hmoty za současného míchání a ohřevu a automatické rozebírání vícenásobné formy. Maximální objem vstřikovací komory 1 litr, vstřikovací tlak 80 - 100 atp., počet nástrojů na otočném stole 6.

V práci se zaměřte na návrh hlavní sestavy karuselového liciho zařízení. Pro konstrukci použijte buď stávajících otočných montážních stolů vyráběných n.p. Tesla Lanškroun nebo pneumatického stolu VUMA - Nové Mesto nad Váhom.

Návrh doložte podrobnými dynamickými výpočty a schematicky.

Podklady pro řešení: konstrukční podklady stávajícího jednoúčelového zařízení pro horké lití. Technologické postupy výroby Tesly Hradec Králové.

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

S
V 7/67

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5

VŠST LIBEREC
FAKULTA STROJNÍ

KARUSELOVÝ AUTOMAT

DP - SS - 16 - 67

30. října 1967

Vlastimil Pech

Karuselový automat pro horké lití keramických
hmot.

(diplomová práce)

Vedoucí dipl. práce : Doc. Ing. Jaroslav Charvát

Konzultant: Ing. Rachota,
Tesla n.p. Hradec Králové

Diplomant : Vlastimil Pech

V Liberci, dne 30. října 1967.

OBSAH

1.Úvod.....	2
2.Rozbor současného stavu.....	3
3.Návrhy na řešení - alternativy.....	4
4.Vlastní řešení - výpočty.....	6
4.1.Pracovní činnost automatického karuselu...	6
4.2.Výpočet množství výrobků.....	7
4.3.Síla potřebná na uzavření formy.....	8
4.4.Váha formy.....	9
4.5.Válce pro otevírání a uzavírání forem.....	9
4.6.Kovové vlnovce.....	9
4.7.Rotační rozvod - rozvodná hlava.....	10
4.8.Snímací hlava.....	12
4.9.Olejevá rotační vývěva.....	13
4.10.Kontaktní napětí.....	13
4.11.Průhyb konzoly.....	15
4.12.Vstřikovací soustava.....	17
4.13.Ovládací ventil.....	19
4.14.Vakuovací nádoba.....	25
4.15.Infrazářiče.....	26
4.16.Kontrola hladiny v zásobních nádobách....	28
4.17.Vstřikovací komora.....	29
5.Krokovací mechanismus.....	32
6.Automatika procesu.....	35
6.1.Automatická prac.činnost hydr. válců.....	35
7.Zhodnocení.....	41
8.Převod použitého označení.....	43
Přehled použité literatury.....	45

1. Ú v o d

Za účelem zkvalitnění a zintenzifikování výroby na horkém lití, bylo nutno provést automatizaci výroby. Ke splnění tohoto úkolu bylo zapotřebí vyřešit jak vlastní roztavení a míchání keramické hmoty, tak i její vakuování a vstřikování do forem umístěných na otočném montážním stole.

Pro výrobu na horkém lití se používá směs nazvaná stealit. Její technologická výroba se provádí v kotli s hnětačem, který má duplikátor, jež je vyhříván glycerinem $/\text{CHO}/$, jehož teplota tání a tuhnutí je při -20°C a jehož součinitel objemové roztažnosti při teplotě 20°C je $\beta = 0,00050 / \text{m}^3/\text{m}^{\circ}\text{C}/$. Vlastní ohřev glycerinu je prováděn elektricky asi na 70°C . Tato teplota je neustále kontrolována termočlánkem.

Zvlášť se roztavuje parafin a včelí vosk. Do kotle, kde je rozemletý práškový stealit o zrnitosti 450μ (pro tuto malou zrnitost je výhodné, že zrníčka jsou bez pórů, což má za následek, že se nemusí přidávat velké množství pojiva, kterým je methylceluloza (4 % roztok)) se přidává směs vosku. Po promíchání, které trvá 1/2 hodiny, se vypouští tato směs ve spodní části kotle na plechové chladicí plotny, na nichž nastává chladnutí a tuhnutí této směsi. Po ztuhnutí dostáváme desky, u nichž je možno kontrolovat smrštění. Rozměry desky jsou následující: délka $46\div 48\text{ cm}$, šířka $28\div 30\text{ cm}$, tloušťka na okrajích 28 mm a uprostřed desky je 20 mm. Tyto desky se pak rozbíjejí a skladují v pytlicích, ve kterých jsou dopravovány ke strojům na horké lití.

2. Rozbor současného stavu

V současné době jsou pro technologii horkého lití používána nízkotlaká jednoučelová zařízení, ve většině případů s jednonásobnou formou. Jde například o výrobky na formách SP 60300, SA 56733, 8682/C atd. Tato zařízení mají nízkou produktivitu (100) směna, z nichž je 20 ks zmetkových, (vzhledem k tomu, že obsluha manipuluje s poměrně těžkými formami (3 ÷ 5 kg) ručně a vícenásobné formy proto nelze vyrábět pro velkou manipulační váhu. Zařízení není řešeno pro současné vakuování a míchání licí břečky, která se musí připravovat odděleně a v intervalech do stroje plnit.

Obsah nádoby, ze které se odebírá licí břečka je 5 litrů. Teplota licí břečky se pohybuje od 60° do 65°C. Tlak vzduchu, kterým se provádí zatlačování licí břečky do forem, se pohybuje od 2 do 8 atp. Při tlaku menším než 3 atp nastávají špatné poměry při zaplnění forem. Dále se zde u ruční výroby vyskytuje celá řada vad. Např. plnění zásobní nádoby se provádí podle velikosti a násobnosti formy 2x až 3x denně. Při nalévání licí břečky do této nádoby je strháván vzduch dovnitř, což způsobuje bublinatost licí břečky, takže předchozí míchání bylo téměř zbytečné. Uspořádání přívodných vzduchových hadic je takéž nevhodné, protože vadí při nalévání do zásobní nádoby. Chlazení forem je zde provedeno vzduchem, který se sem přivádí gumovou hadicí, avšak není zde pro ni žádný vhodný držák, kterým by se dalo nastavit do žádané polohy. Vlastní chlazení pak závisí na vynalézavosti zaměstnance. Tento nedokonalý způsob chlazení má pak za následek, že forma není dobře prochlazená a to znamená, že při téže době, který má být dodržen na výrobek u formy prochlazené, a který je stejný s časem u formy neprochlazené,

dochází pak k lepení výrobků ke stěnám a k jejich deformaci při vyjímání z formy. Chladicí čas ve formě je pak ovlivňován zaměstnancem, který ve snaze dosáhnout co největšího počtu výrobků, nedodrží tento čas, a to má za následek již dříve popsanou deformaci a lepení výrobků. Tento nedostatek byl proto také jedním z podkladů pro navržení automatického procesu pro horké lití. Zde při velmi dobrém chlazení a automatickém krokování stavebnicového montážního stroje s otočným stolem lze přesně dodržet chladicí interval, který je nezbytně nutný pro dobrou kvalitu výrobku.

3. Návrhy na řešení - alternativy.

Pro řešení karuselového automatu na horké lití jsem mohl použít stávajícího otočného montážního stolu, vyráběného v n. p. Tesla Lanškroun nebo pneumatického stolu VUMA - Nové Město nad Váhom. Po dohodě se soudruhy z n. p. Tesla Hradec Králové jsem vyšel z otočného stolu, vyráběného v n. p. Tesla Lanškroun. Tento stůl, jehož schema náhonu a aretace je na obrázku č. I, má celou řadu výhod (krokování je prováděno bubnovou vačkou), které budou popsány později.

Stavebnicový montážní stroj s otočným stolem - typ MC 557 se skládá z válcového stojanu tuhé svařované konstrukce, na němž je upevněn litinový prstenec s upínacími drážkami tvaru T po svém obvodu. Nad ním je pak vlastní otočný talíř s upnutými montážními přípravky. Náhonový systém je uložen ve spodní části stojanu a skládá se z elektromotoru, převodové skříně, bubnové vačky, krokovacího kola, spojky a brzdy. Tyto součásti zajišťují prostřednictvím svislého hřídele krokový pohyb otočného talíře. Přesnou polohu otočného talíře zajišťuje indexovací část, která je tvořena primárním a sekundárním hydraulickým válcem, vyrovnávací nádrží kapaliny,

pojistným ventilem a aretačním klínem, zasouvaným do kladek krokovacího kola. V této spodní části je ze skříně vyvedeno i ruční kolo pro ruční protáčení talíře při seřizování přípravků a provozních jednotek a dále pak hřídel s upevňujícími vačkami pro povalovou část stroje.

Technické údaje:

Jmenovitý průměr talíře - 800; 1 000 mm

Pohyb talíře - krokový

Počet poloh - 12

Čas k otočení - 1 sec/poloha

Čas klidový - nastavitelné 1 ÷ 20 sec

Operativní časy - 4 (0 ÷ 30 % času klidového)

Smysl točení talíře - levý

Elektrický příkon celkem - 4 kW

Napájení - 3x 380(220)50 Hz

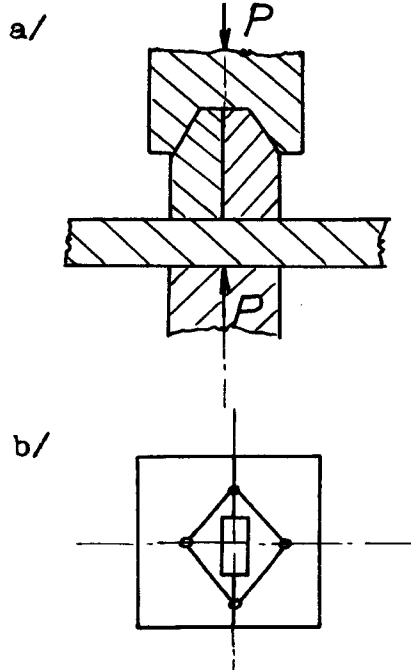
Hlavní rozměry stroje - 1 500 x 1 500 x 1 500

Hlavní rozměry ovládacího pultu - 1 000 x 600 x
x 1 100 mm

Váha - 1 000 kg

Způsoby uložení forem na otočném talíři:

1/ Dělicí rovina forem je kolmo k ploše stolu



Tento způsob je nevhodný. Dosedací plochy je nutno udržovat v dokonalé čistotě. Svírací klín musí být proveden na mezi samosvornosti, což při malém zanešení hmotou způsobí samosvornost.

Pneumatické válečky jsou kloubově přichyceny k formě. Tento způsob uzavírání a otevírání forem je vhodný, ale

vlastní způsob vstřikování zabraňuje v jejich použití.

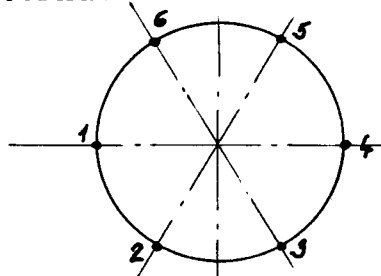
2/ Dělicí rovina forem je rovnoběžná s plochou stolu.

a/Otevírání a uzavírání forem, ovládání prostřihávacích jehel, ovládání vyhazovačů by bylo provedeno pod otočným talířem a celý tento systém by byl k němu pevně přichycen a pojížděl by na válečkové dráze. Hlavní nevýhodou tohoto způsobu je velká váha celého ovládacího systému, který spočívá na otočném talíři a současně s poměrně velkou vahou forem způsobuje velké rázy při rozběhu a zastavování stolu na vačce krokovacího mechanismu.

b/Na otočném talíři jsou současně s formami upevněny ovládací válce pro otevírání a uzavírání forem a dále vzduchové vlnovce. Tato alternativa je nejvýhodnější, protože splňuje podmínku jak malé váhy ovládacího mechanismu, tak i jeho snadnou montáž a demontáž. Celý tento systém je poměrně jednoduchý a tím zaručuje i bezpečnost vlastní výroby. Rozvod vzduchu a chladicí vody k jednotlivým formám se provádí centrálně z rozvodné hlavy.

4. Vlastní řešení - výpočty.

4.1. Pracovní činnost automatického karuselu pro alternativu 2b



6 poloh - rozhoduje velikost, tvar a váha výrobku.

Poloha 1 - forma je od polohy 6 uzavřena ovládacími válci; na ni dosedne píst hydraulického válce, který je pevně uchycen s konsolou s do kterého je nejprve vháněn tlakový olej o tlaku $p=7$ atp pro měkké dosednutí pístu

a uzavření formy. Pak se přepne tlakový rozvod na tlak $p = 150$ atp. Po tomto uzavření formy najíždí a dosedá do vstřikovacího otvoru formy vstřikovací tryska a nastává vlastní vstřik $p = 80 \div 100$ atp. Po vstříknutí odjíždí vstřikovací tryska, uzavírací píst hydraulického válce se zvedne a stůl s uzavřenou formou /ovládací válce/ se pootočí do polohy č. 2. Mezipoloha - prostřižení planžetou.

Poloha 2 - zde probíhá chlazení výrobků ve formě, která je neustále chlazena protékající vodou.

Poloha 3 - chlazení.

Poloha 4 - Ovládací válce otevírají formu .

Poloha 5 - do dělicí roviny zajiždí sací hlava pro odběr výrobků a vtoků.

Poloha 6 - uzavírání formy ovládacími válci, předtím však se vstříkne do formy olejová mlha, která při styku s keramickou látkou vytváří mezi stěnou formy a stěnou výrobku plynový polštář , který zkvalitňuje povrch výrobku.

4. 2. Výpočet množství výrobků

Doba klidu - $t_k = 1 \div 20$ sec

Doba pootočení - $t_p = 1$ sec

Čas celkový - $t_c = t_k + t_p$

$t_k' = 20$ sec

$t_k'' = 10$ sec

$$t_c' = t_k' + t_p = 21 \text{ sec}$$

$$t_c'' = t_k'' + t_p = 11 \text{ sec}$$

$$P_1^* = \frac{t}{t_c'} = \frac{3600}{21} = 171,5 \text{ ks/hod}$$

$$P_2^* = \frac{t}{t_c''} = \frac{3600}{11} = 327 \text{ ks/hod}$$

Počet hodin odpracovaných strojem - $T = 3\,930$ hod
Množství

$$M_1 = p_1^* \cdot T = 171,5 \cdot 3\,930 = 670\,000 \text{ ks/rok}$$

$$M_2 = p_2^* \cdot T = 327 \cdot 3\,930 = 1\,283\,000 \text{ ks/rok}$$

M_1, M_2 - platí pro jednonasobnou formu

4. 3. Síla potřebná na uzavření formy při vstřikování

Vstřikovací tlak $p = 80 \div 100$ atp.

Plocha výrobků a plocha vtoků promítnutá do dělící roviny formy je $15 \text{ cm}^2 = F$

Síla, která působí v dělící rovině /snaží se rozevřít formu/ :

$$P_r = F \cdot p = 15 \cdot 100 = 1\,500 \text{ kp}$$

Uzavírací síla má být 5ti násobně větší než síla rozvírací.

$$P_u = 5 \cdot P_r = 1\,500 \cdot 5 = 7\,500 \text{ kp}$$

Pro tuto uzavírací sílu byl vybrán hydraulický válec typu

PNT 119151.379

Číslice za tečkou značí :

- 3 - pracovní válec normálního provedení s tlumením
- 7 - u víka válce čepový závěs
- 9 - zakončení pístnice závitem

Technické údaje :

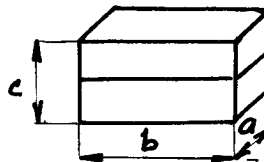
ϕ válce = 80 mm; ϕ pístnice = 40 mm; L - zdvih = 125 mm

Síla vysouvací - 8 000 kp
Síla zasouvací - 6 000 kp } platí pro $p = 160$ atp

Byl vybrán válec s čepovým závěsem, aby se zabránilo případné deformaci pístní tyče při průhybu konsoly, na

které tento válec spočívá. I při průhybu konsoly dose-
dá vždy opěrný píst kolmo na plochu formy. Tento způsob
uchycení byl proto cílem této alternativy.

4. 4. Výpočet váhy formy



$$\text{Váha} - G = V \cdot \rho$$

$$\text{Objem} - V = a \cdot b \cdot c = 1,2 \cdot 2 \cdot 1,4 = 3,36 \text{ dm}^3$$

$$G = 3,36 \cdot 7,8 = 26,2 \text{ kg}$$

Váha formy = váha kvádrů + kolíky, vyhozovače, pro-
střihovací jehly /příslušenství/

$$G = G_1 + G_2 = 26,2 + 6 = 32,2 \text{ kg}$$

4. 5. Volba válců pro otevírání a uzavírání forem

Při otevírání formy musí válce překonat jak tření
ve vodících pouzdrech, tak i váhu horní části formy a
sílu potřebnou na vyhození výrobku. Byl navržen tento
typ válce:

JHVJt 25/100 k

Ø pístu - 25 mm

L zdvih - 100 mm

Válce tohoto typu jsou určeny pro nejširší použití
pro svoji jednoduchost. Vyžadují nenáročnou obsluhu a
je možno je použít i na těžko přístupných místech.
Jsou to dvojčinné válce s tlumením v krajních polohách
a s jednostrannou pístní tyčí.

4. 6. Kovové vlnovce

Při prostřihování vtoků planžetou je zapotřebí, aby
planžeta vykonávala malý zdvih / tj. 4 ÷ 6 mm/. Síla
potřebná na prostřihnutí je asi 30 kp. Pro tento malý
zdvih, sílu a prostor vyhovují svými vlastnostmi kovo-
vé vlnovce. Slouží jako náhrada za pneumatické jedno-
činné pístové, membránové a otáčivé válce.

Výhody :

Jednoduchá konstrukce, malá váha, jednoduchá

obsluha, menší spotřeba stlačeného vzduchu (můžeme si zde dovolit vypouštět vzduch z vlnovce ven do okolí - cena vzduchu = 6,5 hal(1 m³), rychlá výměna při poruše a nízká cena.

Materiál - tombak, což je 80 % Cu a 20 % Zn -
- Ms 80.

Volil jsem vlnovec č. 11 - ČSN 423203.

Jeho provozní tlak - $p_{\max} = 6 \text{ atp}$. Při $p = 4 \text{ atp}$ je jeho síla $P = 40,7 \text{ kp}$. Přívod vzduchu pro ϕ vlnovce $50 \div 100 \text{ mm}$ se provádí pryžovými hadicemi o ϕ 4 $\div$ 6 mm, Výrobci vlnovců doporučují využít axiálního pohybu, tj. zdvihu

Při namáhání :

$$\text{na tlak} - Z_1 = (0,05 \div 0,15) \cdot L$$

$$\text{na tah} - Z_2 = (0,05 \div 0,1) \cdot L$$

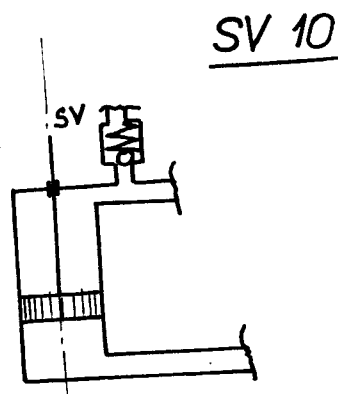
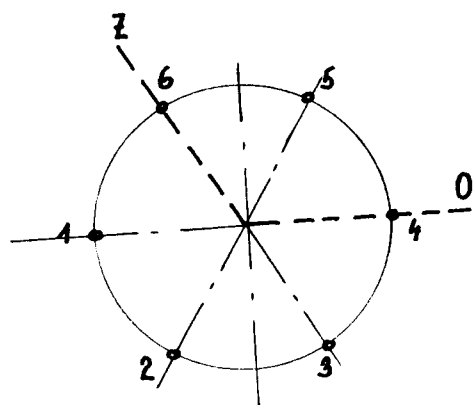
Z nižších hodnot vycházíme v tom případě, kdy se požaduje více zdvihů za minutu. Tím chceme zabránit nebezpečí únavy materiálu a zabezpečit dlouhou životnost vlnovce. Aby se zabránilo nadměrnému prodlužování vlnovců a tím i ztrátě pružnosti, je nutno použít zářky. Maximální počet dosažitelných zdvihů tj. životnost je 5 000 $\div$ 10 000 000, což je závislé na podmínkách použití.

4.7. Rotační rozvod - rozvodná hlava

Při návrhu rotačního rozvodu bylo nutné provést rozvod vzduchu a vody na rotační pohyb, který vykonává otočný talíř, na němž jsou umístěny formy.

Pracovní cyklus pro válce na otevírání a uzavírání forem, vlnovce a rozvod chladicí vody.

V poloze 6 nastává uzavření válců. Jsou zavřené až do polohy 4. Zde nastává otevření. Tomu odpovídá i řez : A - A (viz rozvodná hlava).



Otevření formy je znázorněno na řezu : B - B.
Drážka v pravé části hřídele způsobí, že vzduch začne proudit pod píst válce a snaží se jej zvedat nahoru. Na píst působí zespodu síla, která je větší než síla, působící zhora, a to o sílu rovnající se - plocha pístní tyče . tlak, který je nad pístem. Tím dojde v horní části válce ke stoupnutí tlaku a tím i k otevře-
ní škrtkového ventilu a k úniku vzduchu, který je v horní části válce, přes tento ventil. Když je třeba, aby píst šel dolů, otevírá se přívod vzduchu /viz řez: A - A/ pro horní část válce a současně se otevře odvod vzduchu pro spodní část válce /viz řez: B - B/ - levá drážka.

Pracovní cyklus pro vlnovce.

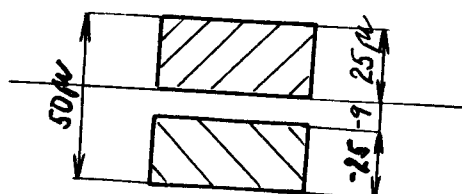
Io vstříku v poloze 1 dojde k pootočení talíře do polohy 2. Mezi polohou 1 a 2 musí dojít k prostřížení vtoků planžetou , a to pokud keramická břečka není ještě ztuhlá, /viz řez: C - C/. Ve spodní drážce je přívod vzduchu do vlnovce, který právě projíždí kolem a v hořejší drážce dochází k odvodu vzduchu do okolí.

Pracovní cyklus pro chlazení.

Chladicí voda se přivádí během celého otočného cyklu. Tomu odpovídá i řez : D - D,

Uložení hřídele v rozvodném pouzdře :

H7/g6 - používané pro labyrintové těsnění



4. 8. Snímací hlava

Návrh válce pro otáčení snímací hlavy :

otáčení ramene hlavy o 60° - zdvih = 3,13 cm

Volím zdvih 40 mm. Z toho plyne i volba hydraulického válce :

PVJ 25 x 40 - provedení A

Hydraulické tlumiče jsou v koncových polohách.

Návrh ozubeného kolečka a hřebene

$\emptyset$ roztečné kružnice = 60 mm. Volím modul $m = 3$.

$D = m \cdot z$, z toho plyne $z = D/m = 20$ zubů

Výška zubu - $v = 1,3/6 \cdot m = 39/6 = 6,5$ mm.

$\emptyset$ hlavové kružnice - $D_h = D + 2m = 60 + 6 = 66$ mm.

$\emptyset$ patní kružnice - $D_p = D - 2 \cdot 7/6 \cdot m = 60 - 7 = 53$ mm

Rozteč - $t^* = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 3 = 9,42$ mm

Hřeben :

počet zubů - $z = 8$

délka - $l = z \cdot t^* = 8 \cdot 9,42 = 75,36$ mm.

Sací hlava :

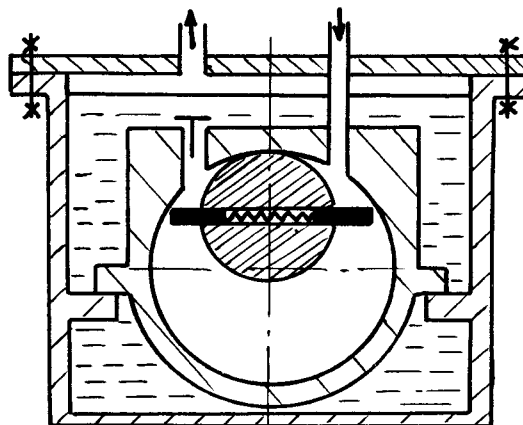
Je připojena na vývěvu typu - OV/3 m³ ; N = 250 W.
Otvory ve spodní části sací hlavy, která má přenášet výrobky vyhozené vyhazovači z formy, jsou svrtány podle rozmístění výrobků ve formě.

4. 9. Olejová rotační vývěva

TYP - OV/3 m³ ; N 250 W

Elektromotor - TYP - T3H84; 250 W, 1380 otáček/minutu
/ 380 V, 220 V /

V olejové rotační vývěvě je rotor uložen tak, že jeho osa otáčení je mimo osu válcového statoru. Svými lopatkami odděluje ve vývěvě pracovní prostor, který se při otáčení rotoru periodicky zvětšuje a zmenšuje. Rotační olejová vývěva je obklopena olejovou lázní, jež má trojí význam. Olej chrání pracovní komoru před vnikáním vzduchu do vývěvy netěsnostmi, olej maže a těsní pohybující se součásti, vyplňuje škodlivý prostor a ovládá výstupní ventil. Mezní tlak rotačních vývěv je 10⁻² torrů.

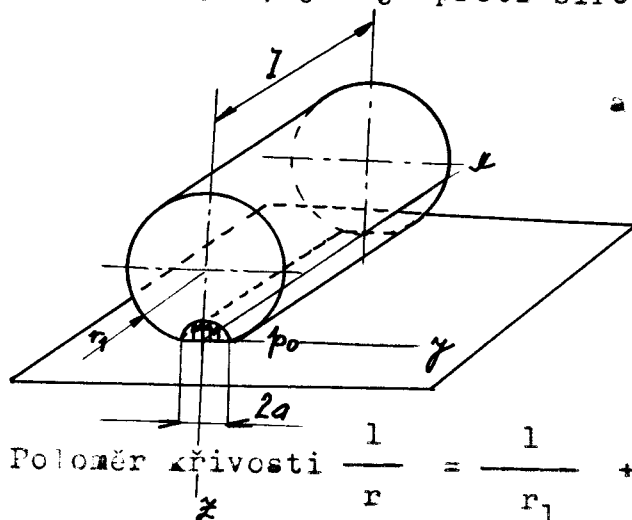


4. 10. Kontaktní napětí

Jsou-li k sobě tlačena 2 tělesa s křivými povrchy, nastává zploštění povrchů. Podklad pro výpočet napětí a deformací dává teorie Hertzova. Tato teorie předpokládá, že tělesa jsou stejnorodá, izotropní a dokonale pružná, že platí Hookův zákon a že zploštění je proti rozměrům těles malé. Na tlakové ploše mají působit jen síly kolmé k povrchu.

Válec a rovina

V nezátíženém stavu se dotýkají podél povrchové přímky válce. Tlakovou plochou je zde obdélník šířky $2a$ a délky l , jež je proti šířce velká:



$$a = \sqrt{\frac{8(1-\mu^2) P \cdot r}{E \cdot l}} =$$

$$= 1,52 \sqrt{\frac{P \cdot r}{E \cdot l}} =$$

$$= 1,52 \sqrt{\frac{2,67 \cdot 10^3 \cdot 5}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 11}} =$$

$$= 0,365 \text{ mm}$$

Poloměr křivosti $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \Rightarrow \frac{1}{r_1} \Rightarrow$

$$r_2 = \infty ; \quad -\frac{1}{r_2} = 0$$

$$= r = r_1$$

Tlakové napětí se rozdělí po šířce podle polokružnice, kreslí-li se napětí tlakové $p_0 = a$. Bude pak

$$p_0 = -\sqrt{\frac{P \cdot E}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot l \cdot (1 - \mu^2)}} =$$

$$= -0,418 \sqrt{\frac{P \cdot E}{r \cdot l}}$$

(záporné znaménko, poněvadž se jedná o tlak).

$$E = \frac{2 \cdot E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2} ; \quad \mu = -\frac{1}{n} = 0,3$$

Na koncích válce $\sigma_x = 0$.

Důsledkem toho je, že ve středu $\gamma_{\max} =$

$$= -\frac{1}{2} (p_0 - 0,6 \cdot p_0) = 0,2 p_0, \text{ avšak na koncích}$$

válců $\gamma_{\max} = 0,5 p_0$; proto nastává nepatrné zaoblení na okrajích válců, které pak nenesou po celé délce. Ve středu $\sigma_y = \sigma_z$; $\sigma_x = 2\mu \cdot \sigma_z = 0,6 p_0$

$$p_0 = -0,418 \cdot \sqrt{\frac{P \cdot E}{r \cdot l}} =$$

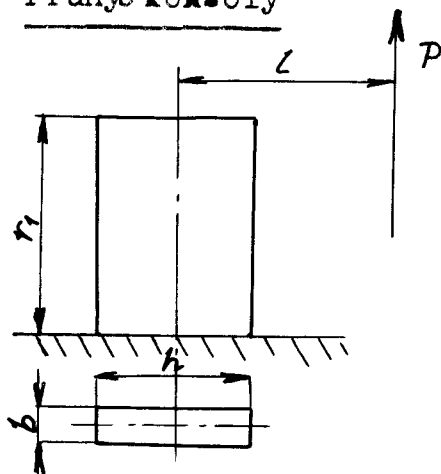
$$= -0,418 \cdot \sqrt{\frac{2,67 \cdot 10^3 \cdot 2,1 \cdot 10^6}{5 \cdot 11}} =$$

$$= 0,1335 \cdot 10^4 = 1335 \text{ kp/cm}^2$$

$\sigma_x = 800 \text{ kp/cm}^2$; materiál válečků - 12020 - $\sigma_{Pt} = 44 \text{ kp/mm}^2$
kalená - $\sigma_{Pt} = 50 \div 75 \text{ kp/mm}^2$

4. 11.

Průhyb konsoly



$b=20\text{mm}$; $h=140\text{mm}$

Dif. rovnice ohybové čáry:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M_0}{E \cdot I}$$

$$\frac{dy}{dx} = (M_0 \cdot x / E \cdot I) + C_1$$

$$\text{pro } x=0; \left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=0} = C_1 = 0$$

$$M_0 = P \cdot l = 8000 \cdot 16 =$$

$$= 128\,000 \text{ kpcm}$$

$$y = -\frac{M_0 x^2}{2EI} + C_2; \text{ pro } x=0 \text{ bude } C_2=0$$

$$x=l; y = -\frac{M_0 l^2}{2EI}; I = -\frac{1}{12}bh^3 = -\frac{1}{12} \cdot 2 \cdot 2744 = 457 \text{ cm}^4$$

$$y = \frac{6,4 \cdot 10^4 \cdot 17,7 \cdot 10^2}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 4,57 \cdot 10^2} = 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

$$y = 5,9 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$$

VŠST LIBEREC
FAKULTA STROJNÍ

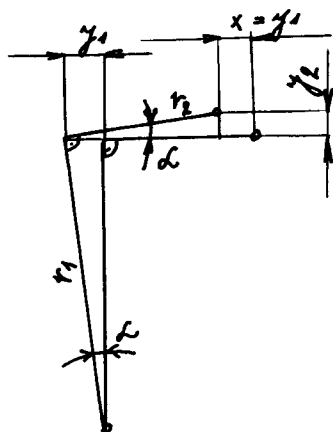
Pracovní list č. 1

Pracovní list č. 1

30. října 1967

Vlastimil Peck

Pracovní list č. 1



$$\sin \alpha = \frac{y_1}{r_1} = 5,9 \cdot 10^{-1}$$

$$\cdot \frac{1}{4,2} \cdot 10^2 = 1,405 \cdot 10^{-3}$$

$$\sin \alpha = \frac{y_2}{r_2} \Rightarrow y_2 = r_2 \cdot \sin \alpha =$$

$$= 1,6 \cdot 10^2 \cdot 1,405 \cdot 10^{-3} =$$

$$= 2,25 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$$

Chybové napětí

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{6,4 \cdot 10^4}{6,53 \cdot 10} = 0,98 \cdot 10^3 = 980 \text{ kp/cm}^2$$

$$W_o = -\frac{1}{6} b h^2 = -\frac{1}{6} \cdot 2 \cdot 196 = 65,3 \text{ cm}^3$$

$$\text{Materiál konzoly - 12090 - } \sigma_{P_t} = 66 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_o = f(\sigma_{P_t}) = 120 \% \cdot \sigma_{P_t} = 78,2 \text{ kp/mm}^2 > 9,8 \text{ kp/mm}^2$$

Tahové napětí

$$\sigma_t = \frac{P/2}{F} = 4000/28 = 142,7 \text{ kp/cm}^2$$

4. 12. Vstříkovací soustava

sestává: z horací nádoby pro roztavení a promíchání roztavené keramické látky. Objem nádoby je 4 dm^3 . Tavení a ohřev roztavené hmoty je prováděn elektricky. Dokonalé promíchání zajišťují míchací segmenty. Jejich pohon je přes šnekovou převodovku.

Šneková převodovka z_1 - počet chodů šneku n_1 - počet ot. šneku (ot./min) z_2 - počet zubů šnek. kola n_2 - počet ot. šn.k. (ot./min)

$$\text{Převod } i_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{1320}{10} = 132$$

$$n_1 = 1320; n_2 = 10$$

$$\text{Osová rozteč} - t_x = \pi \cdot m_x = 3,14 \cdot 1 = 3,14 \text{ mm}$$

$$\text{Poloměr šneku} - r_1 = \frac{z_1 \cdot t_x}{2 \cdot \pi \cdot \text{tg } \mu} = \frac{1 \cdot 3,14}{6,28 \cdot 0,176} = 4,25 \text{ mm}$$

 m_x - osový modul ; μ - stoupání roztečné šroubovice

$$d_1 = 8,5 \text{ mm}; d_{h1} = 10,5 \text{ mm}$$

$$z_2 = z_1 \cdot i_{1,2} = 1 \cdot 132 = 132 \text{ zubů}$$

$$\text{Poloměr šnekového kola} - r_2 = \frac{z_2 \cdot m_x}{2} = \frac{132 \cdot 1}{2} = 66 \text{ mm}$$

$$d_{h2} = 134 \text{ mm}$$

Účinnost šnekového převodu

$$\text{tg } \gamma' = f; f = 0,1$$

$$\eta_s = \frac{\text{tg } (\mu - \gamma')}{\text{tg } \mu} = \frac{\text{tg } (10^\circ - 5^\circ 40')}{\text{tg } 10^\circ} =$$
$$= \frac{0,0755}{0,176} = 0,43; \eta_s = 43 \%$$

$$\text{Příkon elektromotoru} - N_1 = 120 \text{ W}$$

$$\text{Výkon na míchacích segmentech} - N_2 = N_1 \cdot \eta_s = 120 \cdot 0,43 =$$
$$= 51,6 \text{ W} = 525 \text{ kpm}$$

Tvarový odpor

Odpor je vztažen na "na zastíněnou plochu" F tělesa a na dynamický tlak $q = (\mu/2g) \cdot w^2$ rychlosti proudu. Zastíněná plocha - tj. velikost průmětu tělesa do roviny kolmé na směr proudu.

$$\mu = 2,6 \text{ kg/dm}^3$$

 a - délka

$$W = c \cdot F \cdot q; \quad c = f\left(-\frac{a}{b}\right) = 1,19; \quad b - \text{šířka}$$

$$q = \frac{\mu}{2g} \cdot w^2 = \frac{2,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,58 \cdot 10^{-2} = 2,1 \text{ kp/m}^2$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 10}{30} = 1,045; \quad w = r \cdot \omega = 0,12 \cdot 1,045 = 0,1255 \text{ m/sec}$$

Celkový odpor pro 4 segmenty

$$W = 4 \cdot W' = 4 \cdot 1,19 \cdot 10 \cdot 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot 10 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ kp}$$

Elektrický ohřev

Je proveden topnými tělesy prstencovými.
ČSN 361443

Vnitřní $\varnothing$ d (mm)	Šířka (mm)	Příkon (W)
30	20	100
63	34	180
	48	225
	62	300
315	34	1000
	48	1150
	62	1450

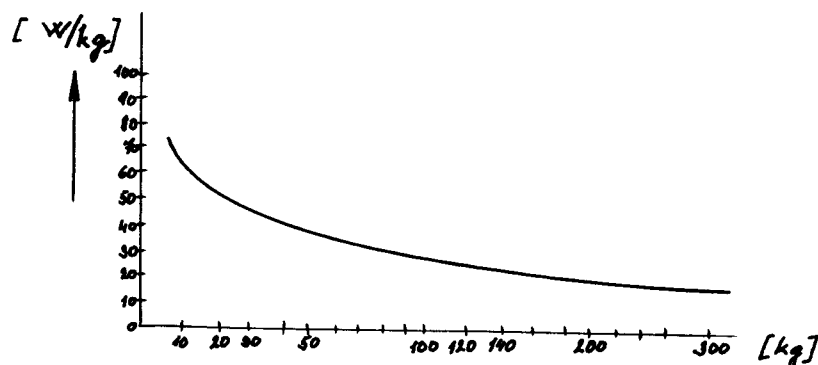


Diagram platí pro vnější výhřevná tělesa prstencová
ČSN 361443. $U = 220 \text{ V}$.

Měření teploty keramické hmoty

Kontrola teploty je provedena pomocí termočlánků Fe - Ko. Oba dráty jsou svinuty a svařeny do jednoho spoje, procházejí keramickými přírubami k přípojkám na izolační hlavě. Termočlánek je možno použít nechráněný, ale ve většině případů je nutno jej vložit do keramického či kovového pouzdra.

Materiál pouzdra - porcelán - 1500°C

Použití - rozsah - ČSN

Fe - Ko

Termoel. U
(mV)

dlouhodobě

$-200 \div +600^{\circ}\text{C}$

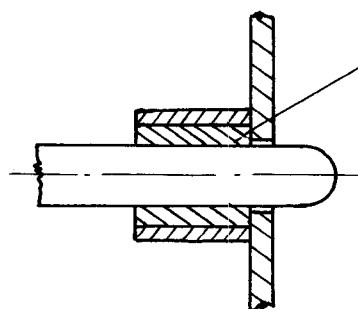
5,37

krátkodobě

$+900^{\circ}\text{C}$

5,37

Utěsnění termočlánků



- 1) Směs - kazivec+skelné střepy
(jemně rozdrobené)-poměr 1:1 +
+vodní sklo
- 2) Švédský cement .

Oba druhy uložení byly odzkoušeny
na katedře sklářských strojů. Oba
vyhovují.

4. 13. Ovládací ventil

Z horní nádoby přichází roztavená keramická hmota
do ovládacího ventilu a odtud do vakuovací nádoby.

Schema ovládacího ventilu je na výkrese 02-02. Jeho úkolem je, jednak vpouštět keramickou hmotu do vakuovací nádoby a z vakuovací nádoby do zásobních nádob. Současně musí plnit funkci dobrého uzavírání. Dokonalé uzavření je nezbytně nutné na ventilech, které ovládají přítok keramické hmoty z vakuovací nádoby do zásobních nádob. Zde po naplnění zásobní nádoby keramickou hmotou dojde pak k zafouknutí tlak. vzduchem (2atp), který způsobí zatlačení keramické hmoty do vstřikovacího prostoru. Současně tento tlak působí i na kuličku ovládacího ventilu a snaží se tuto nazdvihnout ze sedla. Za tím účelem jsou na ovládacím ventilu dvě elektromagnetické cívky. Cívka blíže sedlu kuličky plní funkci otevírání ventilu a cívka spodní funkci uzavírání ventilu. Spodní cívka musí na jádro ventilu působit větší silou, než je síla, kterou vyvodí zafukovací vzduch, působící na kuličku. Velikost této síly je dána průmětem odkryté části povrchu kuličky do roviny kolmé k ose ventilu x zafukovací tlak.

$$P = F \cdot p = 0,75 \times 2 = 1,5 \text{ kp}$$

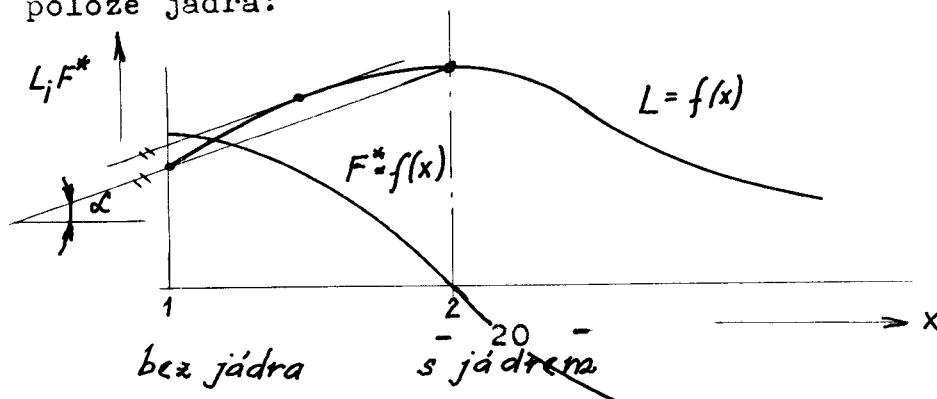
Návrh elektromagnetické cívky

Přitažlivá síla -

$$F^* = \frac{1}{2} \cdot I^2 \frac{dL}{dx}$$

Pokud $\frac{dL}{dx}$ je kladná, tak jádro je vtahováno do cívky.

Průběh závislosti indukčnosti a přitažlivé síly na poloze jádra:



Indukčnost několikanásobné krátké válcové cívky
s obdélníkovým průřezem:

$$L = \frac{2\pi n^2}{A+B(\beta+p\mathcal{L})} \dots\dots\dots H$$

n - počet závitů
r - stř. poloměr cívky (cm)
a - výška vinutí (cm)
l - délka vinutí (cm)

$$\mathcal{L} = \frac{a}{2r} = \frac{1}{7,5} = 0,1335$$

$$\beta = \frac{1}{2r} = \frac{5}{7,5} = 0,667$$

} $\Rightarrow A; B; p$

$$0 < \beta < 0,8 \begin{cases} 0 < \mathcal{L} < 0,5 - A = 38,0; B = 118; p = 1,02 \\ 0,5 < \mathcal{L} < 1 - A = 40,0; B = 136; p = 0,783 \end{cases}$$

$$A = 38,0; B = 118; p = 1,02$$

$$L_1 = \frac{7,5 \cdot n^2}{38 + 118(0,667 + 1,02 \cdot 0,1335)} = \frac{7,5 \cdot n^2}{38 + 94,7} = 0,0565 n^2 \mu H$$

$$L = \frac{n^2}{R_m}; \quad R_m = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{1}{S} \quad \begin{matrix} R_m - \text{mag. odpor} \\ l - \text{délka siločáry} \end{matrix}$$

$$R_m = \frac{n^2}{L} = \frac{n^2}{0,0565 \cdot n^2} = \frac{1}{5,65 \cdot 10^{-2}} = 0,177 \cdot 10^2 = 17,7 \text{ l}/\mu H$$

$$l = R_m \cdot \mu_0 \cdot S = \frac{17,7 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 44,2 \cdot 10^{-4}}{10^{-6}} =$$

$$= 17,7 \cdot 1,257 \cdot 44,2 \cdot 10^{-4} = 9,81 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 9,81 \text{ cm}$$

l - střední redukovaná délka siločáry

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ /H/m/} - \text{permeabilita vzduchu}$$

- 21 -

Magnetický odpor železa:

$$R_{m_z} = \frac{1}{\mu_0 \cdot \mu_z} \cdot \frac{1}{S_z} = \frac{1.5 \cdot 10^{-2}}{1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 7,063 \cdot 10^{-4}} =$$

$$= 0,0485 \cdot 1/10^{-5} = 0,0485 \frac{1}{\mu H}$$

Magnetický odpor vzduchu:

$$R_{m_v} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{1}{S - S_z} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{1,257 \cdot 10^{-6} \cdot (44,2 - 7,063) \cdot 10^{-4}} =$$

$$= 10,7 \text{ (} 1/\mu H \text{)}$$

Celkový odpor:

$$R_m = \frac{R_{m_z} \cdot R_{m_v}}{R_{m_z} + R_{m_v}} = \frac{0,048 \cdot 10,7}{10,748} = \frac{0,513}{10,748} =$$

$$= 0,048 \text{ } 1/\mu H$$

Celková redukovaná délka:

$$l' = R_m \cdot \mu_0 \cdot S = \frac{0,0478 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 44,2 \cdot 10^{-4}}{10^{-6}} =$$

$$= 0,282 \text{ cm}$$

$$L' = 9,81 - 5 + 0,282 = 5,092 \text{ cm}$$

Rozdíl indukčností v místě 1 a v místě 2.

$$L = L_2 - L_1 = 20,9 - 0,0565 = 20,843 \cdot n^2$$

$$L_1 = \frac{L}{n^2} = \frac{0,048}{0,048} = 20,9 \cdot n^2$$

K tomu, aby se dala určit velikost přitažlivé síly F , je nutné znát derivaci dL/dx . Jelikož přesný průběh křivky $L=f(x)$ není znám, je třeba provést náhradu za tuto derivaci.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta L}{a} = \frac{dL}{dx}$$

Je zřejmé, že přímka vedená pod α se průběhu křivky $L = f(x)$ dotkne v některém bodě - jde o tečnu k této křivce. Pro tento dotykový bod je pak možné spočítat přitažlivou sílu, která se od skutečné síly nebude moc lišit.

Magnetomotorická síla:

$$\begin{aligned} F_m &= \sigma^* \cdot F_o \cdot k_p = \sigma^* \text{ - hustota proudu (A/mm}^2\text{)} \\ &= 2 \cdot 500 \cdot 0,7 = F_o \text{ - průřez okénka cívky (mm}^2\text{)} \\ &= 700 \text{ A} \quad k_p \text{ - koef. zaplnění} \end{aligned}$$

Průřez vodiče na vinutí:

$$S = \rho \cdot \frac{F_m \cdot l_{\text{stř.}}}{U} = 0,0178 \cdot \frac{700 \cdot 0,267}{50} =$$

$$= 0,067 \text{ mm}^2$$

$$\text{Průměr drátu - } d \quad d = \frac{4 \cdot S}{\pi} = 0,3 \text{ mm}$$

Počet závitů - N

$$\text{Napětí - } U \quad N = \frac{k_p \cdot U}{S} = \frac{0,7 \cdot 500}{0,067} =$$

$$U = F_o \quad \rho(\text{Cu}) = 0,0178 (\Omega \text{ mm}^2/\text{m}) = 5250 \text{ závitů}$$

Výpočet proudu:

$$I^2 = \frac{2 \cdot F \cdot a}{\Delta L \cdot n^2} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2,5}{20,843 \cdot 27,5} =$$

$$= 0,0175; \quad I = 0,132 \text{ A}$$

Kontrola proudové hustoty

$$\tilde{G}^* = \frac{I}{S} = \frac{0,132}{0,067} = 1,99 \text{ A/mm}^2$$

Získané hodnoty jsou exaktní. Mají informativní účel. Skutečně správné hodnoty se získají z prototypu ovládacího ventilu.

K zvýšení dosedacího účinku kuličky do sedla, je nutné její povrch pogumovat.

4. 14. Vakuovací nádoba

K vakuovací nádobě je připojena olejová rotační vývěva TYP - OV - 3 m³, jejímž úkolem je provést od-
vzdušnění keramické hmoty. Keramická hmota, která projde
ovládacím ventilem, dopadá do misky na první vakuovací
talíř, jejímž úkolem je provést rovnoměrné rozložení
hmoty po povrchu talíře. Takto rozložená hmota umož-
ňuje její sražší odvzdušnění. Tlak ve vakuovací nádobě
může být 300 - 500 torrů. Ve spodní části nádoby je
zabudován termočlánek. Z vakuovací nádoby přitéká ke-
ramická hmota do zásobních nádob přes ovládací ventily.

Zásobní nádoba

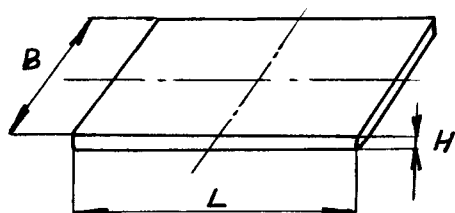
Objem nádoby je 2 dm³. Vakuovací nádoba a zásobní
nádoby jsou od sebe tepelně izolovány azbestocemento-
vými deskami. Tepelná izolace je zde nutná, protože
vakuum ve vakuovací nádobě snižuje teplotu této kera-
mické hmoty a tzn., že při stejném množství tepla do-
daném jak vakuovací nádobě, tak i zásobním nádobám
by docházelo k rozdílné tenzi par v popsanych nádobách.
Tepelná izolace zajišťuje kontrolu teploty jak ve va-
kuovací nádobě, tak i v zásobních nádobách. Termočlá-
nek, který je umístěn ve vakuovací nádobě provádí re-
gulaci množství dodávaného tepla z infrazářičů. Na
stejném principu je založen i ohřev zásobních nádob.

Tepelná izolace

Je provedena azbestocementovými deskami.

ČSN 723160

Rozměry		
L	B	H
1250 ⁺⁵ ₋₁₀	1200 ^{±5}	10 ^{+0,5} _{-0,4}
		15



Cena : 1250x1200x10 - 10 Kčs
1250x1200x15 - 15 Kčs

Technické požadavky:

Rovinné azbestocementové desky jsou vyrobeny z portlandského cementu třídy 350 (30 %), dezintegrovaneho azbestu (60 %) a vhodných přísad, upravujících navlhavost (10 %).

Vlastnosti:

Tepelná vodivost -	0,3 kcal/mh ⁰ C
Měrná hmota -	1,8 ÷ 2,8 kg/cm ³
Pevnost v tlaku -	500÷600 kp/cm ²
Pevnost v lomu - min-	220 kp/cm ²

Směrnice pro použití :

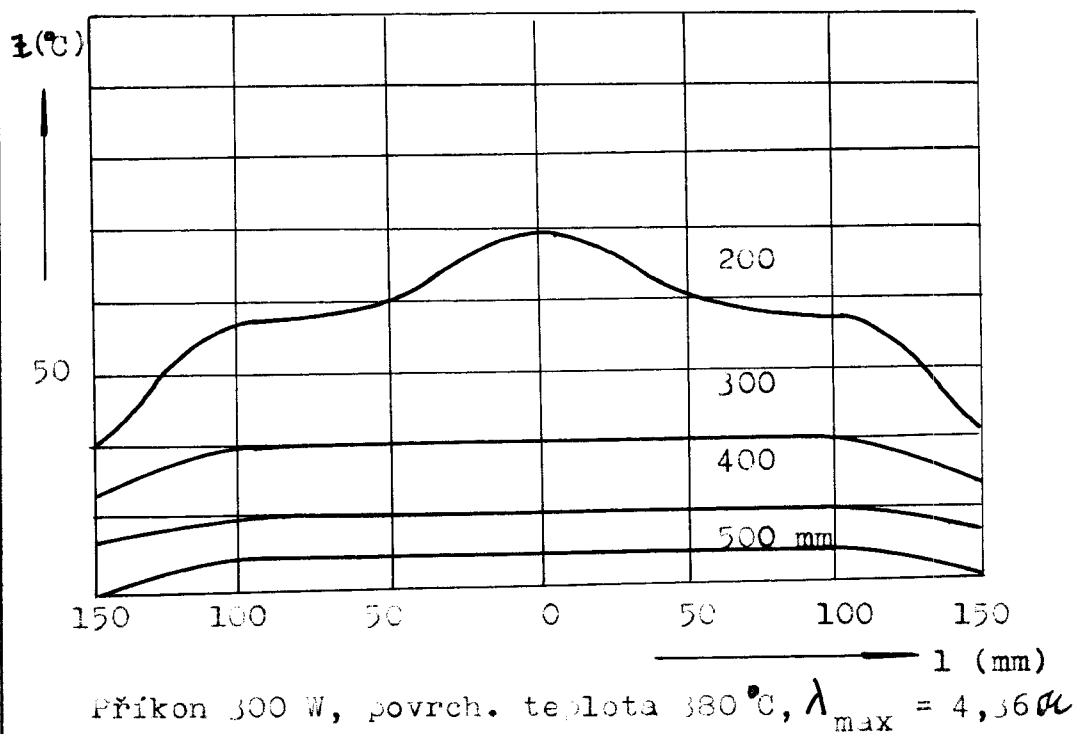
- Dělení desek na potřebnou velikost se provádí řezáním: a/ rozbrušovacím kotoučem zn. Elcarbo C 24 G, typ 3994
b/ kotoučovou pilou s destičkami ze slinutých karbidů (H₁)
c/ vrtání otvorů - vidiovými vrtáky

4. 15. Infrazářiče

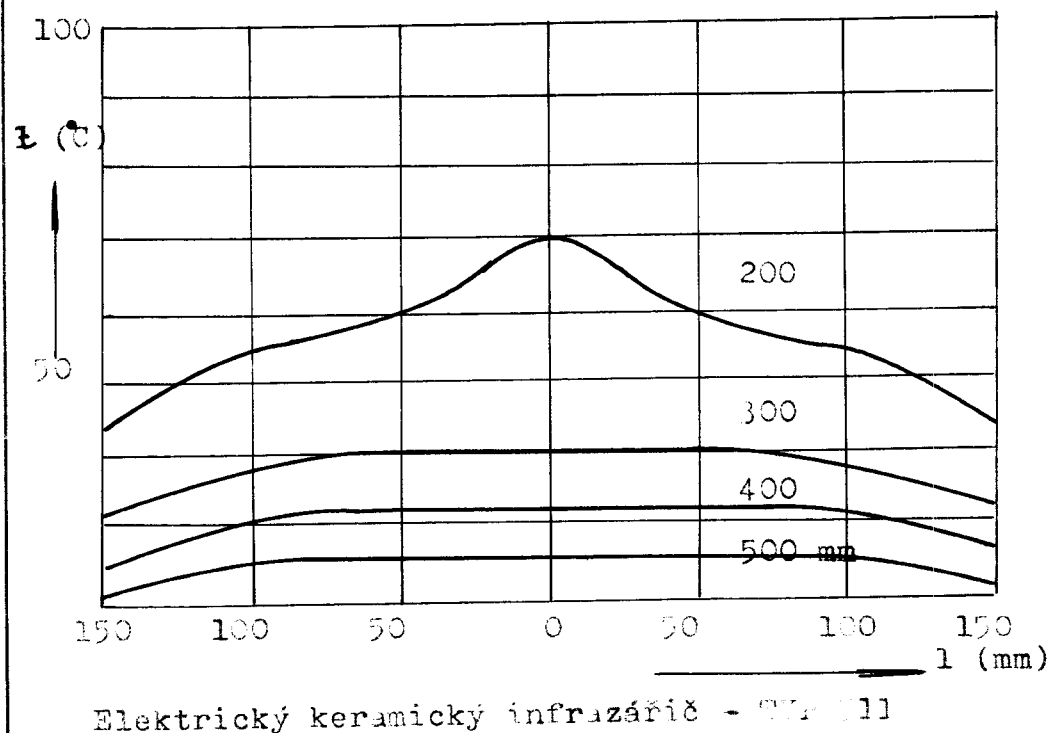
Elektrický keramický infrazářič typ 511 se široce používá v řadě průmyslových odvětví. Jeho výhodou je značně zkrácená doba ohřevu, rychlé uvedení do provozu i jeho rychlé vypnutí; tím dochází též k úspoře elektrické energie. Keramický infrazářič je složen z keramického topného článku, upevněného v reflektoru. Reflektor je pevně sešroubován s krytem, na němž je držák s keramickou svorkovnicí.

Technická data: váha - 1,1 kg

Diagramy teplot: směr příčný



směr podélný



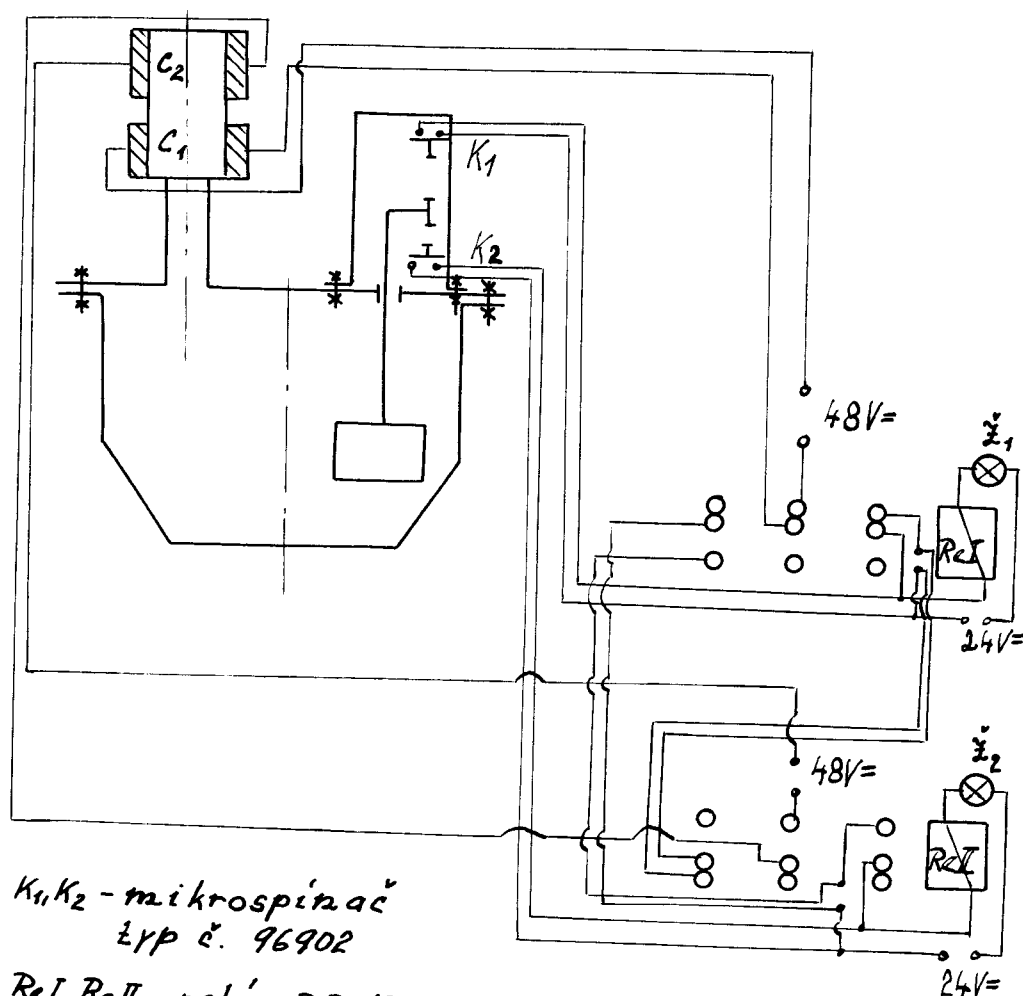
napětí: 220 V; příkon : 300 W, 500 W, 750 W, 1000 W;
120 V; 300 W, 500 W, 750 W;

rozměry : 145 mm - šířka, 296 mm - délka, 120 mm - výška

4. 16. Kontrola hladiny v zásobních nádobách

Je provedena přes plovákový snímač, který ovládá relé a toto relé zapíná a vypíná proud přiváděný do cívek ovládacího ventilu.

Schema automatického plnění a vyprazdňování zásobní nádoby: PLOVÁK V HORNÍ POLOZE



K_1, K_2 - mikrosplnací
typ č. 96902

$ReI, ReII$ - relé - RP 100

4. 17. Vstřikovací komora

Ze zásobních nádob se hmota dopravuje potrubím do vstřikovacího prostoru. Do zásobní nádoby, kde je odvzdušněná hmota, se přivádí tlakový vzduch (2 atp), který provede zatlačení hmoty do vstřikovacího válce. Hmota do válce vstupuje přes kuželku, jejímž úkolem je hmotu do válce vpustit a při pohybu pístu, který hmotu stlačuje na žádaný tlak se kuželka uzavře. Objem vstřikovacího prostoru - 1 l. Vstřikovací tlak je $80 \div 100$ atp.

Návrh hydraulického válce pro ovládání pístu vstřikovacího zařízení:

Pracovní válec 32x125 PNT 119151.389

$\emptyset$ pístu - 32 mm = d

$$F = 0,785 \cdot d^2 = 8 \text{ cm}^2$$

Objem :

$$V = F \cdot L = L = \frac{V}{F} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm}$$

Tepelná izolace potrubí

Je provedena skleněnou vatou. Je to v podstatě spleť anorganických vláken tvořících vatu. Pro účely izolační se hodí ve formě pásů a šňůr.

Vlastnosti:

$\rho = 110 \div 170 \text{ kg/m}^3$; střední teplota = $100-300^\circ\text{C}$

$\lambda = 0,037 \div 0,07 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$; použití do teplot kolem 400°C

Dají se též použít jako izolace pro nerovné plochy a mezery.

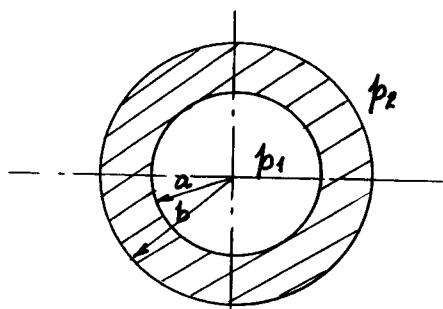
Utěsnění pístu

Na čele pístu je přichycen pryžový kroužek, jehož účelem je provádět stírání hmoty ze stěny válce.

Další 2 kroužky na pístu plní funkci stírací - U manžety (pryž). Vedení pístu ve válci zajišťují další 2 kovové kroužky.

Kontrola vstřikovacího válce

Jedná se o tlustostěnnou nádobu.



Hookeův zákon:

$$p_1 = 100 \text{ atp}$$

$$p_2 = 1 \text{ atp}$$

$$a = 32/2 = 16 \text{ mm}$$

$$b = 62/2 = 31 \text{ mm}$$

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_r + \mu \epsilon_t) - \text{radiální napětí}$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_t + \mu \epsilon_r) - \text{tečné napětí}$$

$$\sigma_r = A - B \cdot \frac{1}{r^2}; \quad \sigma_t = A + B \cdot \frac{1}{r^2} \quad \text{I)}$$

A; B - integrační konstanty $\Rightarrow$ z okrajových podmínek

$$r = a \dots \dots \dots \sigma_r = -p_1$$

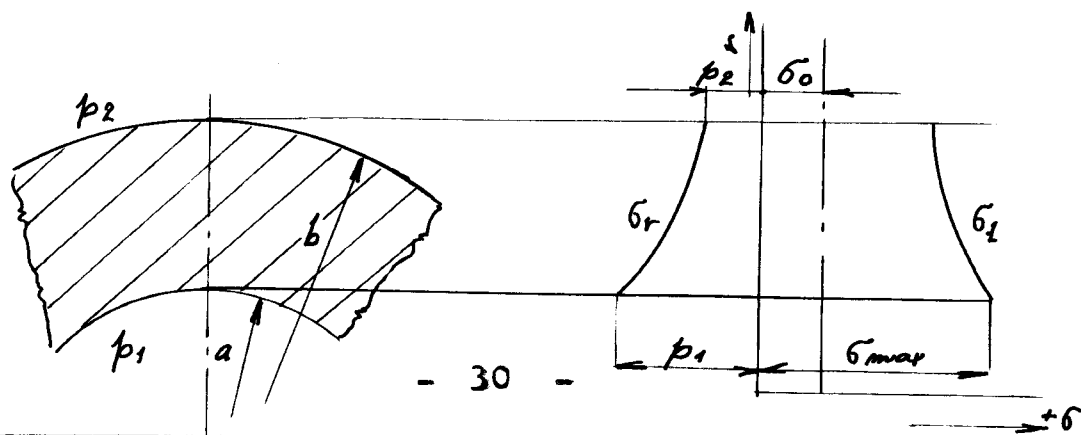
$$r = b \dots \dots \dots \sigma_r = -p_2$$

$$A = \frac{p_1 \cdot a^2 - p_2 \cdot b^2}{b^2 - a^2}; \quad B = \frac{(p_1 - p_2) \cdot a^2 \cdot b^2}{b^2 - a^2}$$

$$A = \sigma_o = \frac{p_1 \pi a^2 - p_2 \pi b^2}{\pi (b^2 - a^2)} = \frac{p_1 a^2 - p_2 b^2}{b^2 - a^2}$$

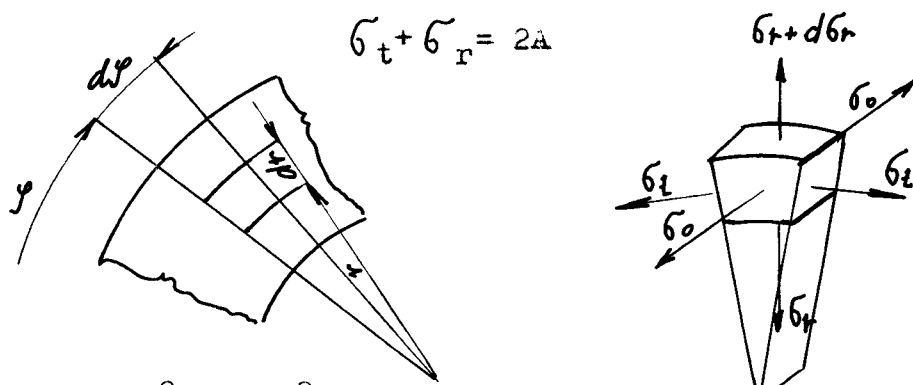
$$\sigma_r = \sigma_o - B \cdot \frac{1}{r^2}; \quad \sigma_t = \sigma_o + B \cdot \frac{1}{r^2}$$

σ_r, σ_t - tvoří souměrné polytropy typu $xy^n = \text{konst.}$



Z tohoto náčrtu snadno odečteme velikost kteréhokoli napětí na vnitřním i vnějším povrchu.

Z rovnice I) je zřejmé, že součet obvodového a radiálního napětí je v každém místě průřezu konstantní:



$$\sigma_t + \sigma_r = 2A$$

$$\sigma_o = \frac{p_1 a^2 - p_2 b^2}{b^2 - a^2} = \frac{100 \cdot 2,56 - 1 \cdot 9,6}{9,6 - 2,56} = \frac{246,4}{7,04} = 35,1 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 2\sigma_o + p_1 = 2 \cdot 35,1 + 100 = 170,2 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_t + \sigma_r = 2A = 2\sigma_o = 70,2 \text{ kp/cm}^2$$

Největší smykové napětí podle téhož obrázku je:

$$\tau_{\max} = -\frac{1}{2}(\sigma_{\max} + p_1) = \sigma_o + p_1 = 135,1 \text{ kp/cm}^2$$

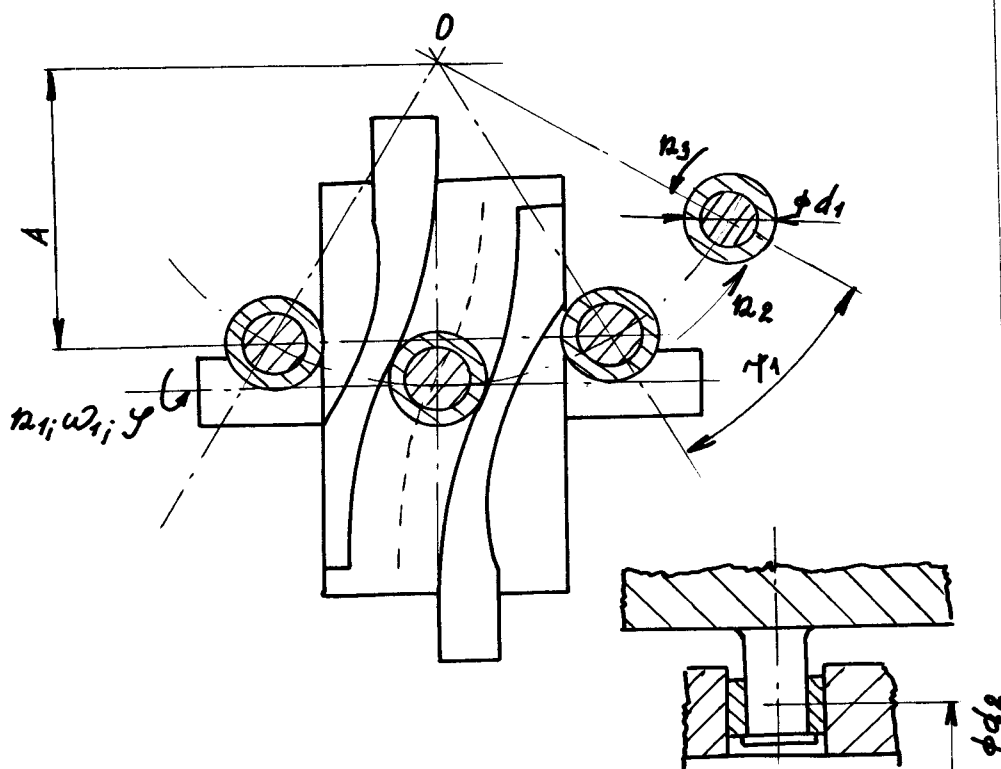
Poměrné prodloužení v osové směru :

$$\begin{aligned} \epsilon_o &= -\frac{\mu}{E}(\sigma_r + \sigma_t) = -\frac{0,3}{2,1 \cdot 10^6} \cdot 70,2 = \\ &= -10 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \end{aligned}$$

5. Krokovací mechanismus montážního stroje typu MC557

Krokování otočného talíře je provedeno přes bubnovou vačku a krokovací kolo. Schema náhonu a aretace otočného stolu je provedeno na obrázku č. I.

Funkční schema mechanismu s bubnovou vačkou:



Vačkové mechanismy s bubnovou vačkou mají celou řadu výhod pro které jsou často používány v nejrůznějších strojích.

1) Porovnání z hlediska minimálního dynamického namáhání:

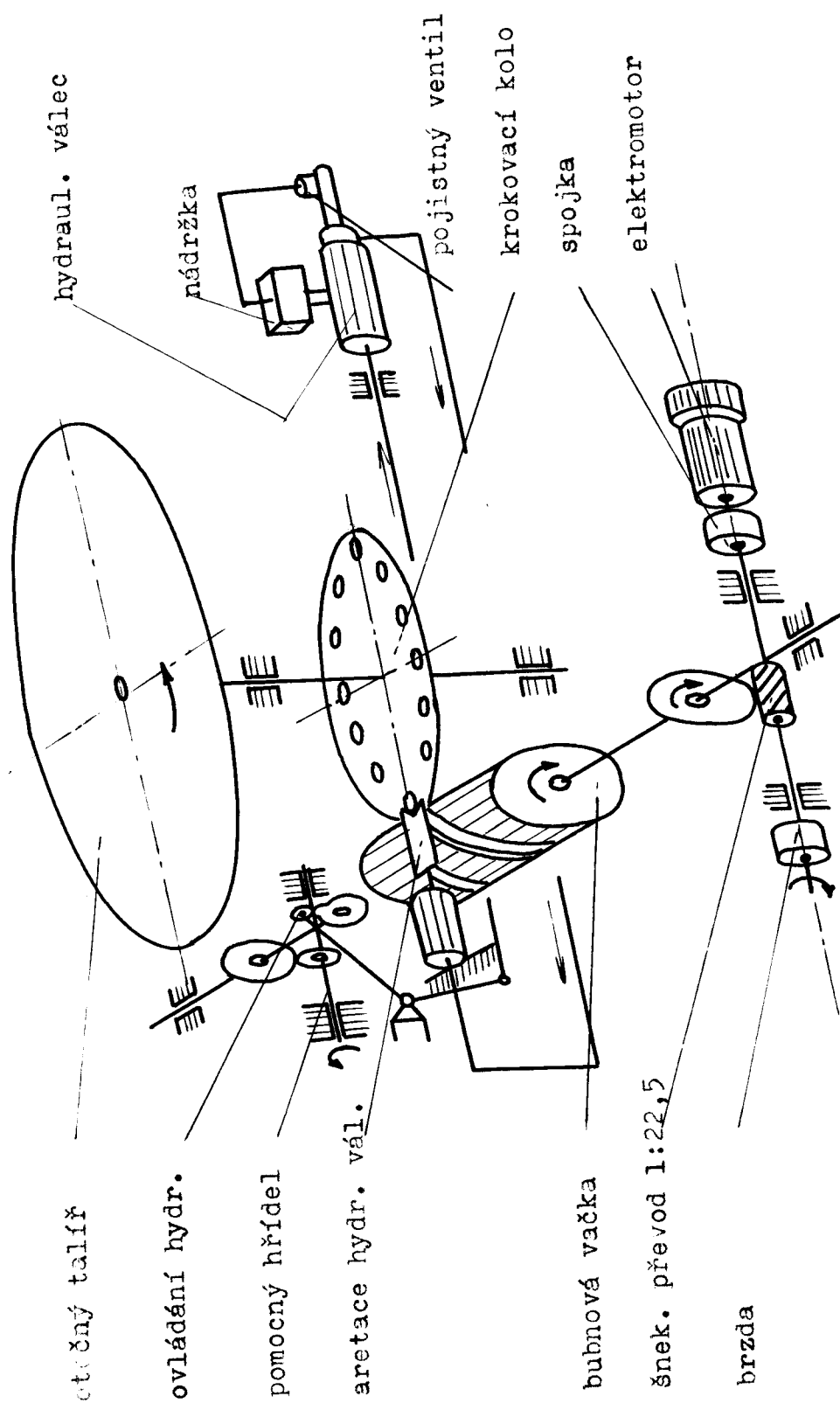
— Mají nejmenší dynamické namáhání. Dále mají tu vlastnost, že průběh zrychlení se dá volit bez skoků v začátku pohybu, což zmenšuje sklon mechanismu k chvění a tím i k dalšímu dynamickému namáhání. Je to také proto, že celý průběh pohybu hnacího členu se dá libovolně a tedy i optimálně volit tvarem hnací vačky.

2) Porovnání z hlediska výhodnosti poměru doby klidu

k době pohybu:

- 32 -

Schema náhonu a aretace otoč. stolu.



Můžeme volit poměr "i" teoreticky libovolně. Pro velké hodnoty poměru "i" vycházejí však hnací vačky rozměrné. Bez konstrukčních obtíží se dá však dosáhnout poměru $i = 6/1; 5/1; 4/1; 3/1$.

3) Porovnání z hlediska statických vlastností:

Statický moment - $M_{\max} = P_x \cdot r$ - úměrný maximálnímu zrychlení $\epsilon_{\max}$.

$$M_{\max} = I_r \cdot \epsilon_{\max} \cdot \omega_1^2$$

Výkon pohonového elektromotoru závisí na velikosti maximálního hnacího momentu, který nebývá rozhodujícím kritériem.

4) Zhodnocení z hlediska aretačních vlastností:

Výrobní vůle se zde dá vymezit tak, že pod kuželové kladičky se podkládají "na míru" zbroušené podložky.

Závěr:

Mechanismy s bubnovou vačkou jsou výhodné jak pro velké, tak i pro malé výkony. Zkracují ztrátové časy na mezioperačním pohybu na minimum. Dobu klidu, která bývá v těchto případech značná, prodloužíme vypnutím náhonu přes spojku. Tato kombinace s vypínáním náhonu umožňuje blokování stroje - spuštění náhonu může nastat až po skončení operace.

Firma Fergusson(USA) vyrábějící otočné stoly s přerušovaným pohybem uvádí, že minimální chvění nastává při 10 000 - 30 000 kroků/hod.

Nevýhodou mechanismů s bubnovou vačkou je, že na krokovací mechanismus působí klopný moment, který je

nutno zachytit v ložiskách otočného talíře.

6) Automatika procesu: viz výkres 03 - 00

Na otočném talíři jsou umístěny spínací segmenty, které mají za úkol spínat mikrospínače. Pravidelného krokování talíře bylo využito pro automatický cyklus karuselu.

6.1. Automatická pracovní činnost hydraulických válců:

Při najetí otočného talíře na mikrospínač K_1 dojde k uzavření elektrického obvodu, kterým je ovládán rozvaděč R_1 . Současně tento elektrický obvod je uzavřen přes relé $ReII$, které je spínáno přes mikrospínač K_4 . Přes rozvaděč R_1 je přiváděn tlakový olej (7atp) nad píst hydraulického válce M_1 . Tento nízký tlak je zde použit pro měkké dosednutí a uzavření částí formy. Když uzavírací píst hydraulického válce M_1 dosedne na povrch formy, dojde k sepnutí mikrospínačů K_2 a K_3 . Mikrospínač K_2 uzavírá releový obvod relé ReI . Přes toto relé je uzavírán elektrický obvod pro elektromagnetický rozvaděč R_3 . Současně tento obvod je uzavřen přes relé $ReII$. Rozvaděč R_3 ovládá rozvaděč R_2 , přes který je přiváděn tlakový olej do hydraulického válce M_1 . Aby se tento vysoký tlak (100 atp) nedostal přes rozvaděč R_1 , je nutné provést jeho uzavření. Toho je docíleno přes relé ReI . Při tomto vysokém tlaku je forma dokonale uzavřena a je možné provést vlastní vstřikování. Vstřikovací činnost je uskutečněna přes mikrospínač K_3 . Ten ovládá rozvaděč R_4 , přes který přichází tlakový olej (7atp) do rozvaděče R_5 , jehož úkolem je přívod a odvod tlakového oleje (100atp) do hydraulického válce M_2 . Tento hydraulický válec je pístní tyčí spojen s pístem ve vstřikovacím válci a tedy z jeho pohybu je odvozeno vlastní vstřikování. Při dojetí pístní tyče hydraulického válce M_2 dojde k sepnutí mikrospínačů K_4 a K_6 . Mikro-

spínač K_4 uzavírá elektrický obvod ReII. Tentýž obvod je uzavírán přes relé ReIII, které je ovládáno přes mikropsínač K_6 a časové relé TD1, jehož úkolem je přesně dodržet vstřikovací čas. Po jeho rozepnutí se rozepne i relé ReIII a jeho kontakty uzavřou elektrický obvod pro relé ReII. Při uzavření tohoto relé dojde k sepnutí jeho kontaktů, tím se přeruší elektrický obvod pro pravou část rozvaděče R_3 a současně se uzavře elektrický obvod pro levou část. Tím dojde k jeho přestavení a současně i k přestavení rozvaděče R_2 . Tím je blokován přívod tlakového oleje (100atp) do hydraulického válce M_1 . Současně při sepnutí relé ReII dojde k uzavření elektrického obvodu pro levou část rozvaděče R_1 a také k rozepnutí elektrického obvodu pro pravou část rozvaděče. Tím je přiváděn tlakový olej pod píst hydraulického válce M_1 a olej z prostoru nad pístem je odváděn do nádrže čerpadla. Při tomto pohybu pístní tyče dojde k rozpojení mikropsínačů K_2 a K_3 . Tím dojde k odpojení relé ReI a přeruší elektrický obvod pro pravou část rozvaděče R_4 , kde pružina tohoto rozvaděče provede jeho přestavení a tedy i přestavení hydraulického rozvaděče R_5 . Tím přichází tlakový olej na pravou část hydraulického válce M_2 a z levé části je odváděn do nádrže čerpadla. Při dojetí pístní tyče do původní polohy dojde k sepnutí mikropsínače K_5 a k sepnutí relé ReIV a k přerušení obvodu elektromagnetu spojky, který je uzavřen přes mikropsínač K_1 . Pružina spojky provede její sepnutí a pootočení otočného talíře o další krok, který je vymezen spínacím segmentem.

Vyjímání výrobků z formy je provedeno sací hlavou. Její pracovní činnost:

Při sepnutí mikropsínače K_8 se uzavře elektrický obvod pro pravou část rozvaděče R_6 . Tlakový olej (7atp) je přiváděn před píst hydraulického válce M_3 . Při dojetí pístnice do krajní polohy, která je určena pootočením sací hlavy, dojde k sepnutí mikropsínače K_7 , který

uzavře elektrický obvod pro solenoidový ventil a tím dojde k připojení sací hlavy na vývěvu. Doba připojení je ovládána časovým relém TD1, které je zapojeno do elektrického obvodu rozvaděče R_6 . Po uplynutí nastavené doby, která je nutná k vyjmutí výrobků a vtoků, časový ventil rozpojí tento elektrický obvod a pružina rozvaděče provede jeho přestavení a tedy i přestavení hydraulického válce a rozpojení mikrospínače K_7 .

R_1 - RSPe 4310 - 310/A

R_2 - RSPh 2210 - 332/A

R_3 - RSPe 4310 - 310/A

R_4 - RSPe 4210 - 420/A

R_5 - RSPh 4310 - 311/A

R_6 - RSPh 4310 - 310/A

Mikrospínače $K_1 \div K_8$

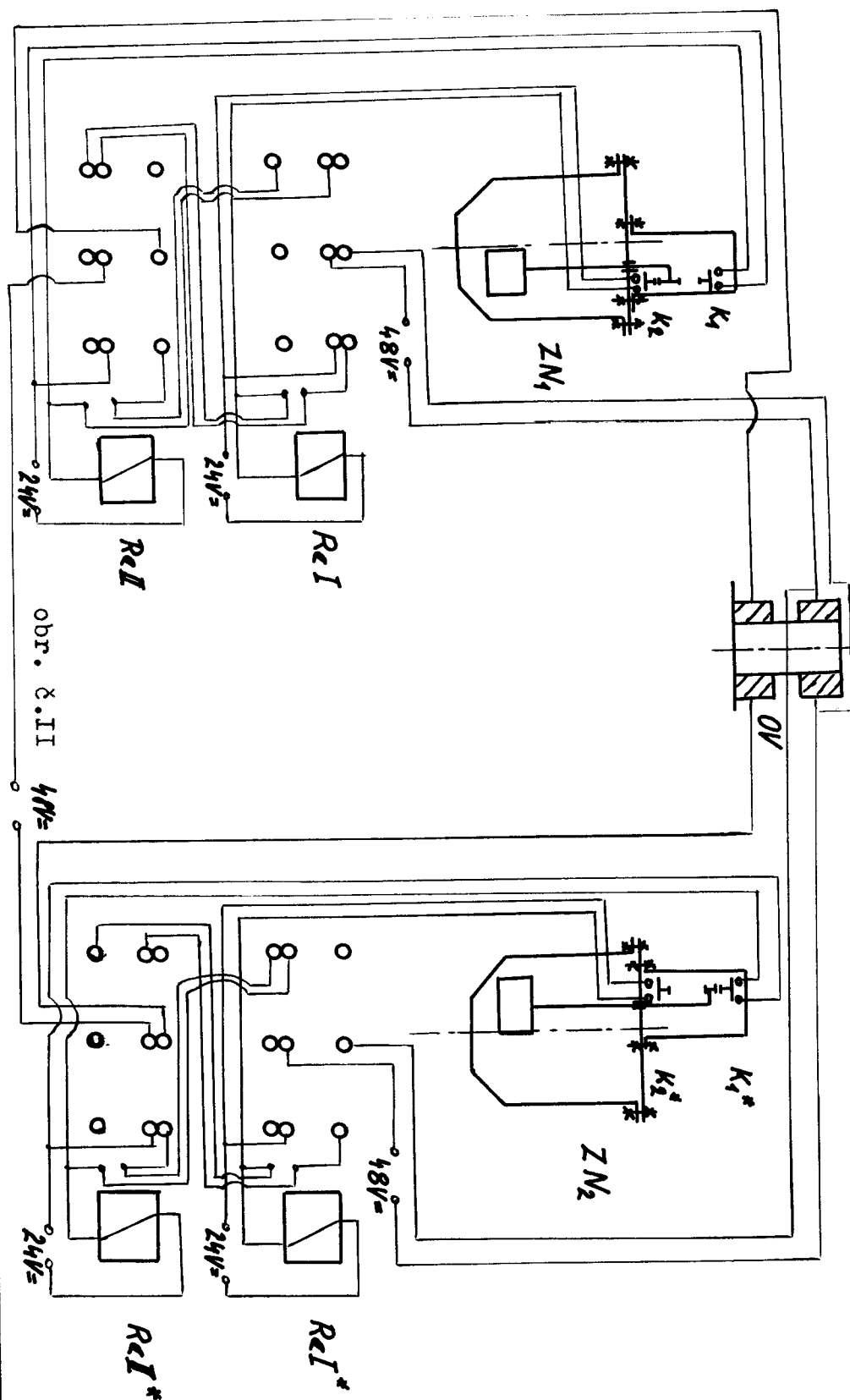
Typ 96902

Popis funkční činnosti podle schematu na obr. č. II:

Účelem navrženého ovládacího systému je provádět automatické otevírání a uzavírání ovládacího ventilu, který spojuje nádobu pro roztavení a míchání keramické hmoty s vakuovací nádobou. Hlavním požadavkem bylo provést automatické uzavření ventilu, jestliže se oba plováky v zásobních nádobách dostaly do horní polohy.

Plovák v zásobní nádobě ZN_1 sleduje polohu hladiny keramické hmoty. Při jejím vyprázdnění dosedne spínací segment na mikrospínač K_1 a tím dojde k sepnutí kontaktů relé ReI. Prostřední pár kontaktů uzavře elektrický obvod pro vrchní cívku ovládacího ventilu. Jádrem tohoto ventilu je vtaženo do cívky a tím otevře ventil pro průtok keramické hmoty do vakuovací nádoby. Stejný úkol jako K_1 a ReI má i K_1^* a ReI^* . Uzavření ovládacího ventilu je provedeno pomocí mikrospínačů K_2 a K_2^* a dále pomocí relé ReII a $ReII^*$. Tato kombinace byla zvolena tak, aby došlo k uzavření ventilu jen tehdy, až plováky v obou

Schema automatického otevírání a uzavírání OV podle polohy plováků v ZN.



obr. č. II

zásobních nádobách dosáhnou horní krajní polohy (nádrže jsou plné).

Popis funkční činnosti podle schematu na obrázku č.III:

Účelem tohoto navrženého ovládacího systému je provádět automatické plnění vstřikovacího válce jak podle polohy plováků v zásobních nádobách, tak i podle polohy pístnice vstřikovacího válce.

Při dosažení horní krajní polohy plováku v zásobní nádobě ZN_1 dojde k sepnutí mikrospínače K_1 a tím k sepnutí kontaktů relé ReI . Prostřední pár kontaktů mi uzavírá elektrický obvod, který prochází elektromagnetickým ovládacím ventilem $VE3D$ (slouží k střídavému plnění a vyprazdňování prostorů stlačeným vzduchem, ventil je ovládán elektromagnetem na jehož svorky jsou přiváděny elektrické impulsy odvozené od relé) a dále přes kontakty mikrospínače K_3 . Je-li pístnice pracovního válce v krajní poloze je tento elektrický obvod uzavřen, elektromagnetický ovládací ventil otevřen a na hladinu keramické hmoty v zásobní nádobě působí tlakový vzduch (2atp). Tím je keramická hmota vytlačena přes ovládací ventil OV_1 do vstřikovacího válce. Ovládací ventil OV_1 je řízen přes mikrospínač K_4 a relé $ReIII$. Jakmile dojde k vyprázdnění zásobní nádoby sepne segment na plováku mikrospínač K_2 , tím sepne relé $ReII$, které rozpojí samostatný obvod relé ReI . Tím dojde k rozpojení elektrického obvodu pro elektromagnetický ovládací ventil a tím také k jeho uzavření.

Pro střídavé vyprazdňování zásobních nádob ZN_1 a ZN_2 je nutné vyřešit střídavé zapínání mikrospínačů K_3 , K_4 s mikrospínači, které jsou proti K_3 , K_4 pootočený o 90° . Nejjednodušším způsobem by bylo toto řešení: při najetí pístnice do pravé krajní polohy by otočný palec provedl pootočení spínacího segmentu o 90° . Jedna otáčka tohoto palce by musela být svázána s časem pohybu pístnice. Vlastní pohon palce by se dal odvodit

KARUSELOVÝ AUTOMAT

od přímočarého pohybu pístnice.

Automatická kontrola teploty keramické hmoty:

Tato kontrola se provádí v horní nádobě pro přípravu keramické hmoty, dále ve vakuovací nádobě a v zásobních nádobách. Je zde použit termočlánek Fe - Ko, jehož termoelektrické napětí je 5,37 mV. Toto napětí je přiváděno na padáčkový regulátor s otočnou cívkou s nastavením I - typ č. 91232/I. Spodní a horní hranici, ve které se má teplota keramické hmoty pohybovat, zde nastavují s 5% chybou z celkového rozsahu stupnice. Tento padáčkový regulátor zapíná a vypíná podle velikosti teploty elektrický obvod pro infrazářiče a pro prstencová topná tělesa.

7) Zhodnocení:

Vpředložené diplomní práci bylo dosaženo těchto výsledků:

1) byl vyřešen automatický cyklus otevírání a uzavírání forem, chlazení a vyjímání výrobků z forem,

2) měkké uzavírání forem, jejich uzamčení (pomocí hydraulického válce, který je čepově uchycen na konzole otočného stolu),

3) byla vyřešena vstřikovací soustava:

- a) roztavení a míchání keramické hmoty
- b) elektromagnetický ovládací ventil
- c) vakuování keramické hmoty
- d) vytápění
- e) tepelná izolace
- f) vstřikovací válec (těsnění pístu)

4) byla provedena automatika celého procesu.

Pro měření teploty a její regulaci byl použit termočlánek s padáčkovým regulátorem. Vhodnější alternativou

je použití termostatu s kapíralou. Jde o typ 94126, který pracuje v teplotním rozsahu 40 - 90°C. Proti padáčkovému regulátoru pracuje s větší přesností, což je i dáno rozsahem stupnice. Dále konstrukčně je jednodušší a tedy i spolehlivější.

Národnímu podniku Tesla se doporučuje provést odzkoušení ovládacího ventilu, který by se dal na mnohých místech v provozu dobře uplatnit. Stejně i tak jde o automatickou regulaci hladiny i plnění vstřikovacího prostoru.

Závěrem bych chtěl poděkovat vedoucímu této diplomní práce Doc. Ing. Charvátovi z katedry mechaniky VŠST Liberec, Doc. Ing. Zelenkovi z n.p. Tesla za pomoc při řešení ovládacího ventilu, svému konzultantovi Ing. Rachotovi z n.p. Tesla za pomoc při konstrukčním řešení a Ing. Slavíkovi z katedry elektrotechniky za pomoc při řešení automatiky.

V Liberci 30. listopadu 1967

Vlastimil Pech

8. Převod použitého označení

a (cm) - délkový rozměr
 b (cm) - délkový rozměr
 c (cm) - délkový rozměr
 D (mm) - $\varnothing$ roztečné kružnice
 E (kp/cm²) - modul pružnosti
 F (cm²) - plocha
 F' (kp) - přitažlivá síla
 G (kg) - váha
 g (m/sec²) - zrychlení
 I (cm⁴) - moment setrvačnosti
 I' (A) - proud
 k_p - koeficient zaplnění
 L' (mm) - zdvih
 L (mH) - indukčnost
 M (ks) - množství
 m (mm) - modul
 M_o (kpcm) - ohybový moment
 n - počet závitů
 n' (ot/sec) - počet otáček
 N (kW) - výkon, příkon
 p' (ks/hod) - počet kusů
 p, p_o (atp) - tlak
 P (kp) - síla
 r (mm) - poloměr
 R_m (l/mH) - magnetický odpor
 t (sec) - čas
 T (hod) - čas odpracovaný strojem
 t' (mm) - rozteč
 V (cm³) - objem
 v (mm) - výška zubu
 W_o (cm³) - průřezový modul
 W (kp) - tvarový odpor
 y (mm) - průhyb
 Z' (mm) - zdvih
 z - počet zubů

σ (kp/cm²) - napětí
 τ (kp/cm²) - smykové napětí
 η (%) - účinnost
 α, β, γ - úhel
 ρ (kg/dm³) - měrná váha
 ω (1/sec) - úhlové zrychlení
 μ - permeabilita
 ρ (mm²/mm) - měrný odpor
 ε (mm) - poměrné prodloužení

Přehled použité literatury

- (1) Jan Kulháněk a kolektiv : Formy pro tváření plastic-
kých hmot, Praha 1966.
- (2) Ladislav Cigánek - Miroslav Elektrické stroje a
Bauer : přístroje, Praha 1955.
- (3) B.A. Smirnin: Radiotechnická příručka,
Praha 1955.
- (4) inž. Zdeněk Hlávka: Strojnická příručka,
Praha 1956.
- (5) Antonín Liška - Jiří Ptáček: Stlačený vzduch,
Praha 1965.
- (6) Josef Prokeš : Hydraulické pohony,
Praha 1963.
- (7) inž. J. Krauser: Hydraulické lisy,
Praha 1956.
- (8) prof. Dr. inž. Jaroslav Výroba na sklářských
Staněk: automatech, Praha 1962.
- (9) Mach - Holec: Mechanizace hydraulikou,
Praha 1964.
- (10) Vývojový ústav pro mechanizaci Sborník automa-
a automatizaci - Nové Mesto tizačních prvků,
nad Váhom: Bratislava 1963.
- (11) Adast: Pneumatické válce.
- (12) inž. Alojz Fajgl: Kovové vlnovce v malé
mechanizaci a modernizaci
obráběcích strojů,
Bratislava 1959.
- (13) Tesla Lanškroun : Informační karta - otoč-
ný stůl.
- (14) inž. Ferdinand Šimonovský: Kontinuální vakuování
keramické břečky - DP,
Liberec 1966.
- (15) Silnoproudá elektrotechnika : Katalog el. motorů.
- (16) Grafické řešení vaček pro jed nouúčelové stroje:
A. Grim, Praha 1956.