Vysoká škola strojní a textilní L I B E R E C
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
obor 04 - 1 - 04
Výrobní stroje a zařízení
zaměření
Sklářské a keramické stroje
Katedra sklářství a keramiky

K A R U S E L O V Ý L I S

Milan Šourek
DP 352/80

Vedoucí práce : s. Ing.Jaroslav Belda,CSc - VŠST Liberec
Konzultant : s. Ing.Antonín Havelka - VŠST Liberec
s. Ing.Miloslav Bauer - kp. JS Desná

Rozsah práce :
Počet stran 58
Počet příloh 5
Počet obrázků 26

DT:666.1.035.2:666.274.4

Datum : 23.5.1980

KJK SK

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: sklář. a keram. strojů

Fakulta: strojní

Školní rok: 1979/80

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Milana Š o u r 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: Karuselový lis

Pokyny pro vypracování:

V průmyslu jablonecké bižuterie se pro výrobu větších výlisků lustrových ověsů, celobroušených nebo smirkových používá karuselových lisů. Lisování se provádí z jednotlivých dávek skloviny v lisovacím mechanismu, tzv. klapačce. Lisovací mechanismus musí umožnit otevření forem, při plnění, dovření těsně nad sklovinu a vlastní lisování.

Úkolem Vaší diplomové práce je rekonstrukce stávající klapačky, která tyto funkce neplní zcela optimálně. Při řešení využijte stávající rám lisu.

Proveďte:
1. Rozbor stávajícího mechanismu klapačky
2. Návrh nové klapačky, tak aby vyhovoval optimálním požadavkům tvarovacího procesu
3. Konstrukčně návrh zpacujte formou sestavných výkresů.

Autorské právo se řídí směr[illegible] MŠK pro státní záv. zkoušky [illegible] 727/62-[illegible]/2 ze dne 1[illegible] [illegible] 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31.8.1962 §19 aut. z. č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I, STUDENTSKÁ [illegible]
PSČ 461 17

JČT 6 614312 75

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

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: Tvarovací stroje PJB
Výzkumná zpráva VÚSAB

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav B e l d a , CSc

Konsultanti: Ing. Antonín Havelka VŠST
Ing. Miloslav Bauer, Jablonecké sklárny

Datum zahájení diplomové práce: 8. 10. 1979

Datum odevzdání diplomové práce: 23. 5. 1980

Ing. Jaroslav Belda, CSc
Vedoucí katedry

Doc. RNDr. B. Stříž, CSc
Děkan

V Liberci dne 8. září 1979

Místopřísežně prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

Milan Šourek

.....

Milan Šourek

V Liberci 23.5.1980

Obsah.

		str.
	Obsah.	4
	Seznam použitých symbolů	6
	Úvod	10
1.	Rozbor strojního zařízení na výrobu lustrových ověsů.	12
1.1.	Popis karuselového lisu KL - 1 .	12
1.2.	Popis činnosti karuselového lisu.	14
1.3.	Popis mechanismů v 1.lisovací stanici.	16
1.3.1.	Popis klapačky.	16
1.3.2.	Popis otvíracího mechanismu.	17
1.3.3.	Popis lisovacího mechanismu.	18
1.3.4.	Popis mechanismu kapkolapky.	19
1.3.5.	Popis stavěcího mechanismu.	19
2.	Návrh nového řešení.	21
2.1.	Varianta č.1 - rekonstrukce otvíracího mechanismu.	21
2.1.1.	Popis varianty č. 1.	21
2.1.2.	Činnost varianty č. 1.	22
2.2.	Varianta č.2 -použití spojovacího členu.	22
2.2.1.	Popis varianty č.2.	22
2.2.2.	Popis činnosti varianty č.2.	23
2.3.	Varianta č.3 -rekonstrukce otvíracího mechanismu.	24
2.3.1.	Popis varianty č.3.	24
2.3.2.	Popis činnosti varianty č.3.	26
3.	Výpočet otvíracího mechanismu klapaček v I poloci.	29
3.1.	Výpočet rozměrů otvírací páky a sil působících od skrutné pružiny klapačky.	29

3.2.	Výpočet síly válce potřebné pro překonání síly zkrutné pružiny klapačky.	31
3.3.	Výpočet sil při zablokování klapačky v I.pracovní poloze.	32
3.4.	Výpočet délky zdvihu pístu a sil v mezipoloze.	32
3.5.	Kontrola pístnice na vzpěr.	34
3.6.	Výpočet potřebného vysunutí šroubové spojky válce pro možnost seřízení polohy horní poloviny tvárnice nad kapkou.	35
3.7.	Pevnostní kontrola silově namáhaných součástí otvíracího mechanismu klapaček.	36
3.7.1.	Kontrola otočného hřídele pák.	36
3.7.2.	Výpočet délky pera.	39
3.7.3.	Výpočet valivých ložisek hřídele.	39
3.7.4.	Výpočet pák otvíracího mechanismu.	41
3.7.5.	Výpočet čepu páky a zadní pístnice.	45
3.7.5.1.	Určení životnosti ložiska.	46
3.7.6.	Výpočet zarážky.	47
3.7.7.	Kontrola šroubu stojanu válce.	49
3.7.8.	Kontrola šroubu zarážky.	50
3.7.9.	Rozbor a popis ovládání otvíracího mechanismu klapaček.	52
4.	Závěr.	55
5.	Poděkování.	57
6.	Seznam použité literatury.	58

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Rozměrové jednotky jsou u příslušných symbolů uvedeny až v textu.

Značka	Veličina
C, C_o	dynamická a statická únosnost ložisek hřídele
E	modul pružnosti v tahu
$F_{kII}, F_{krII}, F_{kpII}$	obvodová radiální síla klapačky a síla z klapačky na páku v 2. pracovní poloze.
F_{vII}	horizontální síla válce v 2. pracovní poloze
$F_{vmax}, F_{vmaxr}, F_{vmaxo}$	horizontální, radiální a obvodová síla na horní páku v 1.pracovní poloze.
F_{kI}, F_{krI}, F_{pkI}	obvodová, radiální síla klapačky a síla z páky na klapačku v 1. pracovní poloze.
F_{vM}	horizontální síla válce v mezipoloze.
F_M, F_{Mr}, F_{kpM}	obvodová, radiální síla a síla z klapačky na páku v mezipoloze.
F_{kpIIx}, F_{kpIIy}	síla z klapačky na páku v 2. pracovní poloze do směru x a y.
F_{SA}, F_{SB}	napro měnné zatížení na ložisko v bodě A a B.
F_{sv}	průměrná pracovní síla na horní páku.
F_Q	síla od hmotnosti válce a příslušenství.
$F_{s1}, F_{s2}, F_{s2}^{I}, F_{s2}^{II}$	tahové síly ve šroubech 1 a 2 stojanu válce a jejich složky od ohybového momentu a posouvající síly.
F_s, F_s^{I}, F_s^{II}	tahové síly ve šroubu příruby nosníku výsledná od kroutícího momentu a posouvající síly nosníku.
F_N	výsledná posouvající síla nosníku
G_v, G_r, G_s	hmotnost válce, rozvaděče a škrtícího ventilu.
J_c	moment setrvačnosti průřezu čepu.

J_{xN} moment setrvačnosti průřezu nosníku k ose x.

L_{hA}, L_{hB} životnost ložisek v bodech A a B

M_{tM}, M_{t9} moment zkrutné pružiny v mezipoloze a v 2. pracovní poloze

$M_{OA}, M_{OB}, M_{OC}, M_{oRx}, M_{oRy}$ ohybový moment hřídele v bodech ABC a složky do osy x a y

M_{kh} kroutící moment hřídele

M_{kn} kroutící moment nosníku v styčných deskách

$R_A, R_{Ax}, R_{Ay}, R_B, R_{Bx}, R_{By}$ reakce a jejich složky do osy x a y v místech uložení hřídele v ložiskách A a B od sil v II pracovní poloze

R, R_x, R_y výsledná reakce a její složky do osy x a y v místě otočného uložení páky v nosníku

R_k poloměr rameno klapačky

R_N výsledná síla působící na šrouby nosníku

R_{pI}, R_{pII}, R_M poloměry styků páky s klapačkou v 1.2.pracovní poloze a mezipoloze

$T_A, T_{Ax}, T_{Ay}, T_B, T_{Bx}, T_{By}$ reakce a jejich složky do osy x a y v místech uložení osy hřídele v ložiskách A a B od sil při zablokování klapačky

$W_{OA}, W_{OC}, W_{kA}, W_{kC}$ modul průřezu v ohybu a krutu v místech A a B

$a_c, c_c, d_c, h_c, l_c, k_c$ rozměry týkající se čepů

a_h, c_h, b_h, d_h rozměry týkající se hřídele

e_k, b_k, d_k, l_k, j_k rozměry týkající se klapačky

a_M, b_M, c_M, k_M rozměry týkající se klapačky v mezipoloze

a_s, b_s, c_s, d_s rozměry týkající se šroubů stojanu válce

d_N, r_N rozměry týkající se šroubů nosníku

n, b rozměry pera

b_D, h_D, t_D, n_p rozměry týkající se dolní páky.

b_H, h_H, t_H, n_p rozměry týkající se horní páky.

b_N, h_N, b'_N, h'_N rozměry průřezu nosníku.

l_N, s_N rozměry týkající se nosníku.

$l_\psi, l_{\psi 1}, l_{\psi 2}$ celkový a jednotlivé závity pístnic.

k_d dynamický součinitel.

m exponent.

k_N součinitel bezpečnosti proti posunutí stykových desek nosníku.

n_Q součinitel zahrnující přídavné hmotnosti.

p_{DOV} dovolené otlačení pera.

p_S otlačení kluzného ložiska.

q_N silové obtížení nosníku.

r_p poloměr horní páky.

r_k poloměr ložiska klapačky.

v_c obvodová rychlost čepu.

w_N průhyb nosníku.

$w_{max c}$ maximální průhyb čepu.

$\alpha_K, \beta_K, \gamma_K, \delta_K, \varkappa_K, \varphi_K, \psi_K$ úhly týkající se klapačky.

$\alpha_M, \beta_M, \gamma_M, \delta_M, \varphi_M, \psi_M, \nu_M, \omega_M, \varepsilon_M, \mu_M$ úhly týkající se mezipolohy.

$\alpha_p, \alpha_N, \beta_p, \delta_p$ úhly týkající se páky.

μ_A, μ_B součinitel bezpečnosti pro rázové zatížení ložisek A a B.

π Ludolfovo číslo.

σ_K mez kluzu.

σ_{DO} dovolené napětí v ohybu.

$\sigma_{redc}, \sigma_{redA}$ redukované napětí hřídele v místech A a B.

σ_{OA}, σ_{OC} ohybové napětí hřídele v místech A a B.

$\sigma_{OH}, \sigma_{OD}, \sigma_{redH}, \sigma_{redD}$ ohybové a redukované napětí horní a dolní páky.

σ_{oc} ohybové napětí čepu.

σ_{oN} ohybové napětí nosníku.

σ_{Dt} dovolené napětí v tahu.

$\tau_{red\,D}$, $\tau_{red\,H}$ redukované smykové napětí svaru dolní a horní páky.

τ_{1D}, τ_{2D}, τ_{1H}, τ_{2H} smykové a ohybové napětí svaru dolní a horní páky.

τ_{DS} dovolené smykové namáhání svaru.

τ_D, τ_H smykové napětí přívěsu dolní a horní páky.

Ú V O D.

Jablonecké sklárny, kam je situované zadání této diplomní práce, jsou klíčovým podnikem celého jabloneckého bižuterního průmyslu, protože vyrábí vačkovou základní skleněnou surovinu pro ostatní podniky koncernu.

Jedním pracovním úsekem z celkového výrobního programu je výroba lustrových ověsů. V této části výroby je podnik monopolním výrobcem v ČSSR.

Zvýšená poptávka po výrobcích z lustrových ověsů na domácích i světových trzích si vyžádala přehodnocení současného plánu výroby a plánu rozvoje strojního parku podniku.

Na automatech UB lze vyrábět výlisky jen do určité velikosti. Rozměrnější výrobky se lisují ručně, protože na karuselovém lisu UB nelze technologicky zvládnout výrobu rozměrnějších výrobků. Ruční výroba je však fyzicky a psychicky náročná, málo produktivní a po uživatelní stránce pracovníků nevhodná.

Zvýšení objemu výroby lustrových ověsů bylo tedy možné pouze zavedením nové techniky, protože pracovní zdroje jsou již zcela vyčerpané a jejich produktivitu již nelze zvýšit.

Při vypracovávání plánu TR koncernového podniku se vyšlo z výše uvedených poznatků a ze závěru 12.zasedání ÚV KSČ a z usnesení XV. sjezdu KSČ, které mimo jiné ukládají:
zvýšit expertní schopnost čs.průmyslu vývojem a zaváděním nové techniky, mechanizací a automatizací.
Proto do plánu TR koncernového podniku byl zahrnut úkol
" Linka na výrobu výlisků lustrových ověsů".

Vývojem nového zařízení na výrobu lustrových výlisků vznikl stroj, jediný svého druhu na světě.
Po zavedení karuselového lisu do zkušebního provozu se zjistilo,

že lisovací stanice zaplní zcela optimálně svoji funkci, což způsobovalo znatkovitost výrobky.

Úkolem této diplomní práce je rozbor stávajícího stavu a rekonstrukce lisovací stanice tak, aby byla odstraněna poruchovost a znatkovitost výrobky, při-čemž se musí umožnit nepřerušení lisovací stanice.

1. Rozbor strojního zařízení na výrobu lustrových ovšů.

1.1. Popis karuselového lisu KL - 1.

Karuselový lis KL - 1 je osmistanicový dvoustolový rotační lis. Slouží k výrobě větších výlisků lustrových celobroušených nebo smirkových ve středních a větších seriích. Lisování se provádí z jednotlivých dávek skloviny v lisovacím mechanismu tzv. klapačce.

Automat pracuje v návaznosti na strojní zařízení, které se sestávají z:

výtokového kanálu skloviny

dávkovače skloviny jednokapkového BHP 50

karuselového lisu KL - 1

podélného dopravníku

příčného dopravníku

zasouvače výlisků

chladící pásové pece AMCO - XVI

Karuselový lis KL - 1 je souborem jednotlivých strojních podskupin:

rám stroje

pohon

otočný stůl

klapačky

lisovací mechanismus

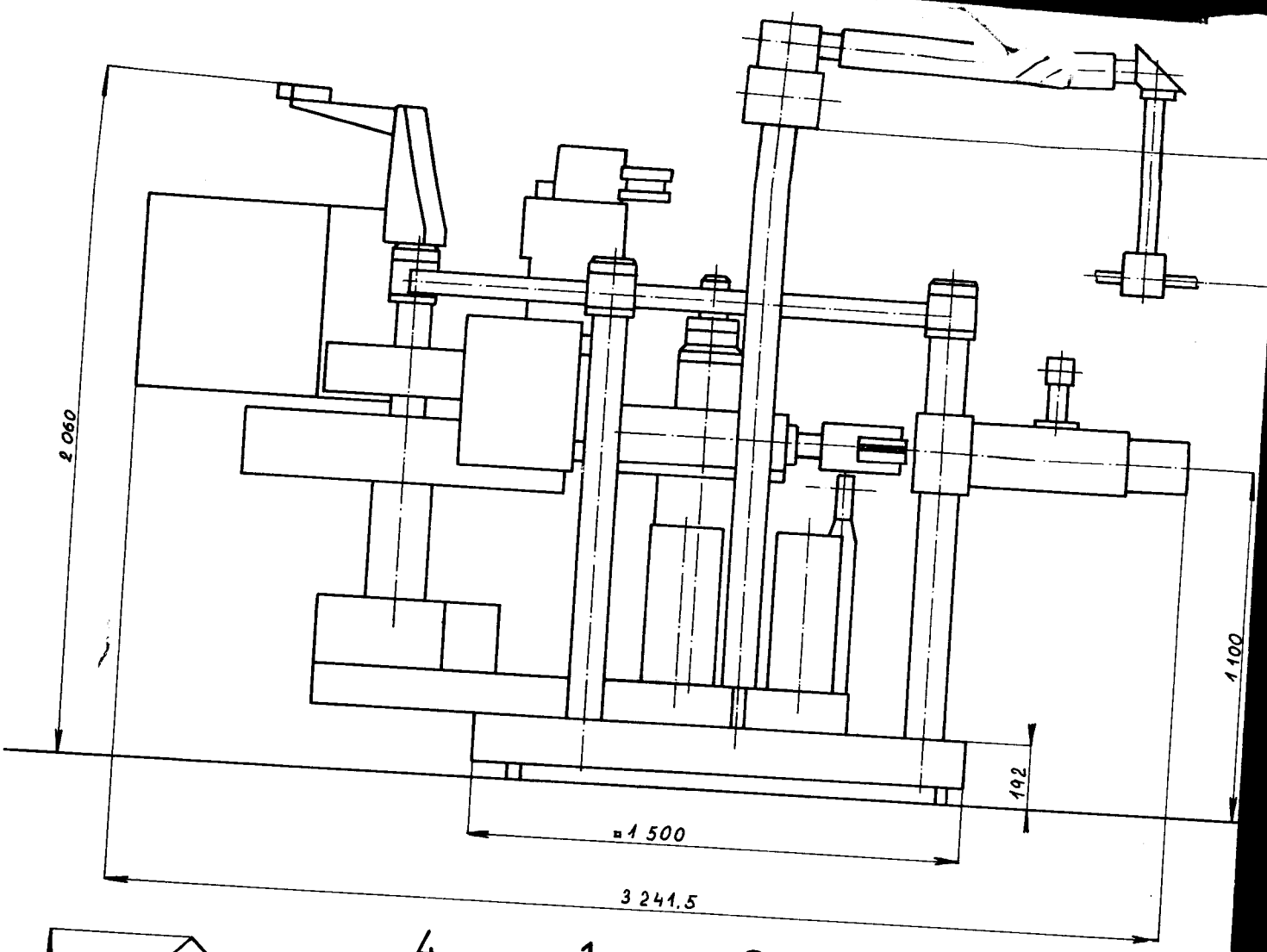
otvírací mechanismus

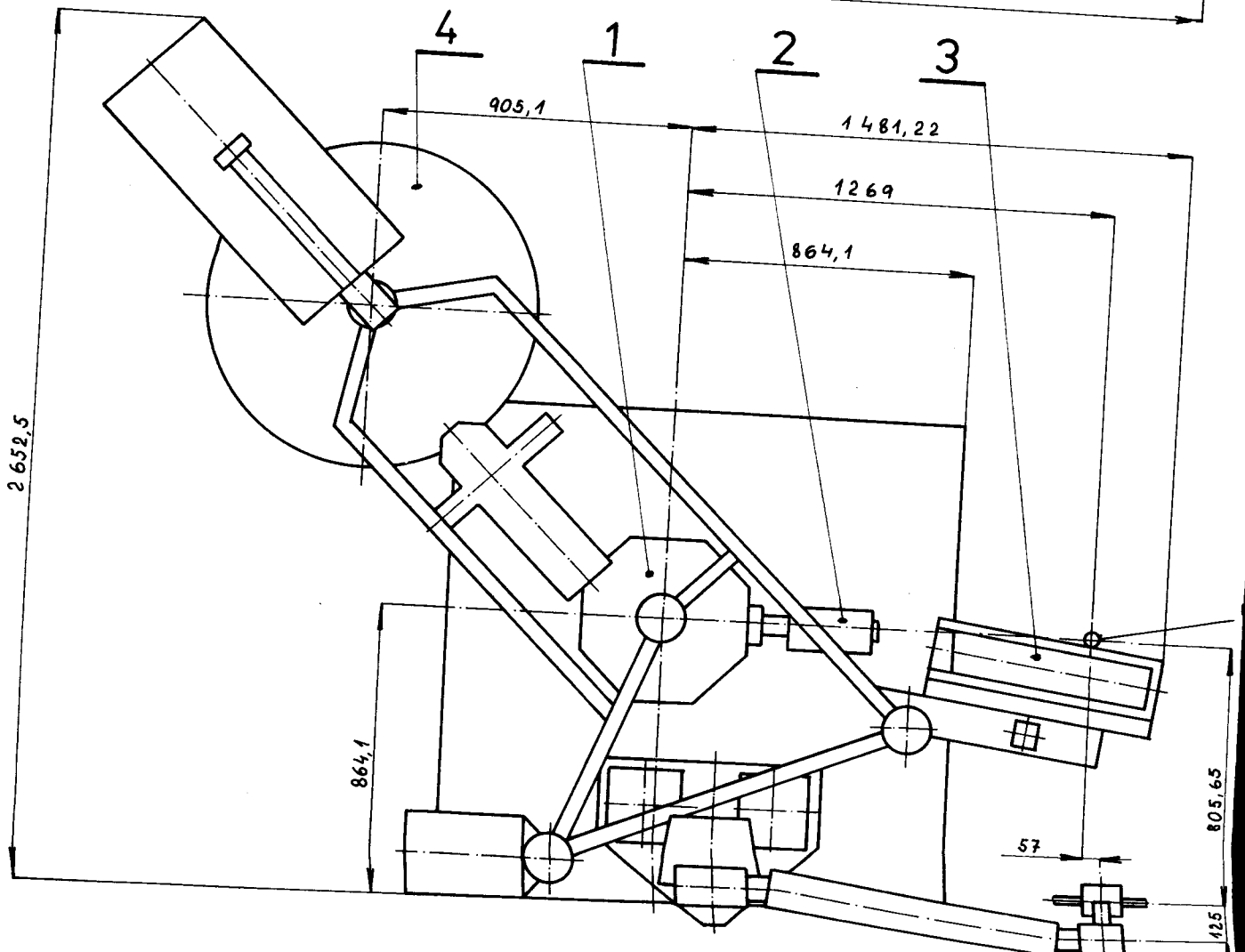
mechanismus kapkolapky

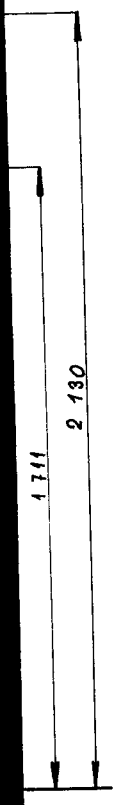
stavěcí mechanismus

mechanismus šlábku

řídící skříňky


2 060
1 100
192
1 500
3 241.5


4
1
2
3
905,1
1 481,22
1269
864,1
2 652,5
864,1
805,65
57
125



1 .... otočný stůl karuselového lisu

2 .... klapačka

3 .... lisovací mechanismus

4 .... pískový karusel

ÚSTÍ VÝTOKOVÉ MISKY

obr. 1 Karuselový stroj

synchronizace

manipulátor

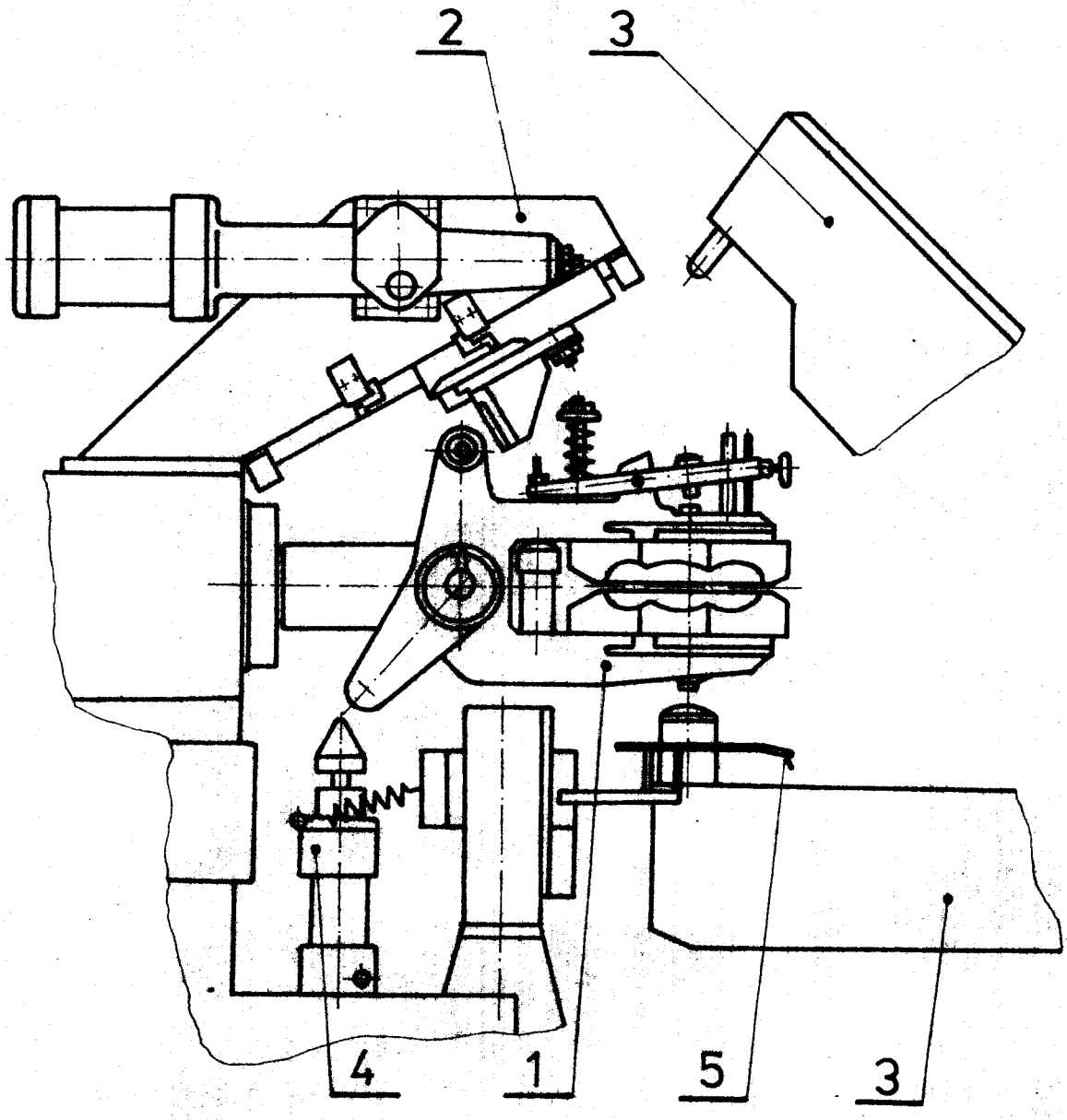
pískový karusel

formy

1.2. Popis činnosti karuselového listu.

Impuls z řídícího sloupku přestaví rozvaděč otvíracího mechanismu v 1. poloze a posuvná otvírací čelist otevře klapačku. Do prostoru mezi tvárnice se nastaví rameno lapače kapky a kuželová hlava pístnice stavěcího mechanismu se vysune pod klapačku. Z pracovního prostoru vany o regulované hladině skloviny vytéká výtokovým kanálem tepelně připravená sklovina. Dávkovačem BSP 50 je ze skloviny připravena dávka o vhodné teplotě, viskozitě, hmotnosti a kadenci. Kapky jsou vedeny žlábkem do prostoru mezi tvárnice, kde jsou zachyceny a ustaveny pomocí lapače kapek. V další fázi smola uvolní posuvný člen otvíracího mechanismu horní polovinu tvárnice, která je silou skrutné pružiny klapačky vrácena do původní polohy a nad sklovinou je zachycena kuželovou hlavou stavěcího mechanismu.

Lisovací mechanismus, vyvedený svými rameny do 1. stanice, působí na lisovací čep jehelníku a na čep spodní poloviny klapačky. Lisovací síla stlačuje ramena klapačky a vytváří pomocí tvárnic a jehly vlastní tvar výrobku. Zároveň odklápí prodloužené horní rameno klapačky stavěcí mechanismus a překonává síla těsné pružiny. Po ukončení lisování se vrací píst stavěcího mechanismu do původní polohy. Po vrácení lisovacích čelistí do výchozí polohy, oddálí pružný doraz klapačky obě poloviny tvárnice. V tomto postavení jsou ramena klapačky silou pružného dorazu a protipůsobící silou od skrutné pružiny.



obr. 1 Lisovací stanice

1 ... klapačka

2 ... otvírací mechanismus

3 ... lisovací raménko

4 ... stavěcí mechanismus

5 ... raménko lapače kapky

Zároveň je vrácena zarazka jehelníku do původní polohy a zde držena tlačnou pružinou. V tomto okamžiku je pracovní cyklus v 1. stanici ukončen.

Ve druhé až osmé stanici linu se klapačky současně otáčejí kolem vodorovné osy o 180° a kolem svislé osy o 45°.
V každé stanici se tvárnice protvírají a tím se docílí technologicky regulovatelného chlazení výlisků a zabrání se vzniku propadlých ploch vlivem jednostranného ochlazování.
Pátá a sedmá stanice je upravena jako odnímací, kde se klapačky otvírají o 60° a umožní chapadlům odnímače výlisků vniknout do prostoru mezi formy a vyjmout z nich výlisek, který potom odkládají na pískový karusel. Zde probíhá chlazení výlisků a jeho transport k druhému odnímači, který překládá výlisky z pískového karuselu na podélný dopravník.
Osmá stanice slouží pro čistění, mazání a chlazení forem.
Podélným dopravníkem jsou výlisky přemístěny do předpecí chladicí pásové pece ANSO XVI. Zde jsou přejímány příčným dopravníkem, řemeny a pomocí mechanismu zasouvače zakládány do vyhřívaného prostoru chladicí pásové pece. Činnost zasouvače je přerušitá a je odvozena od otáček pohánějícího bubnu příčného dopravníku. Pohyb pískového karuselu je plynulý a plynule regulovatelný. Chod ostatních mechanismů linu KL - 1 je řízen ze dvou řídicích sloupků, jejichž chod je synchronizován s chodem dávkovače skloviny. Jednotlivé agregáty linu jsou napájeny a řízeny tlakovým vzduchem, kromě pískového karuselu a obvodu "Centrál stop", které jsou napájeny elektrickým proudem.

Většina mechanismů je uložena v rámu stroje. Části linu, které musí být přístupné i za chodu stroje z důvodu kontroly a seřiditelnosti, jsou nezakrytované.

Činnost jednotlivých mechanismů karuselu je jištěna proti případné kolizi nebo destrukci pneumatickými logickými obvody.

Zhodnocení.

V původním řešení stanice č.1. nebylo použito pracovního stavěcího mechanismu. Horní polovina tvárnice tak přímo dosedla na sklovinu. Mezi dosednutím klapačky na sklovinu a vlastním lisováním vznikla časová prodleva. To způsobilo ochlazení povrchové vrstvy skloviny odvedením tepla tvárnicí. Při vlastním lisování se vlivem zatuhlé vrstvy vytvořil zvlněný a zvrásněný povrch výrobků, což vedlo k vrastkovitosti. Z tohoto důvodu se musela horní polovina tvárnice dovřít nad sklovinu a lisování výrobku provést nepřetržitě tak, aby sklovina byla v neustálém pohybu a nedošlo k lokálnímu ochlazení skloviny.
Tohoto se nejsnáze dosílilo použitím již výše zmíněného stavěcího mechanismu.

Nevýhodou tohoto řešení byla nerealizovatelnost seřízení vzdálenosti mezi horní polovinou tvárnice a kapkou skloviny při dovření klapačky nad sklovinu za chodu stroje vzhledem k bezpečnosti obsluhy karuselu a uhoršené seřízení za klidu stroje vzhledem ke špatnému přístupu ke stavěcímu mechanismu. Další nevýhodou je znečištění pístnice v radiálním směru. Tím dochází k nadměrnému opotřebení těsnících kroužků, což má za následek snížení životnosti stavěcího mechanismu.

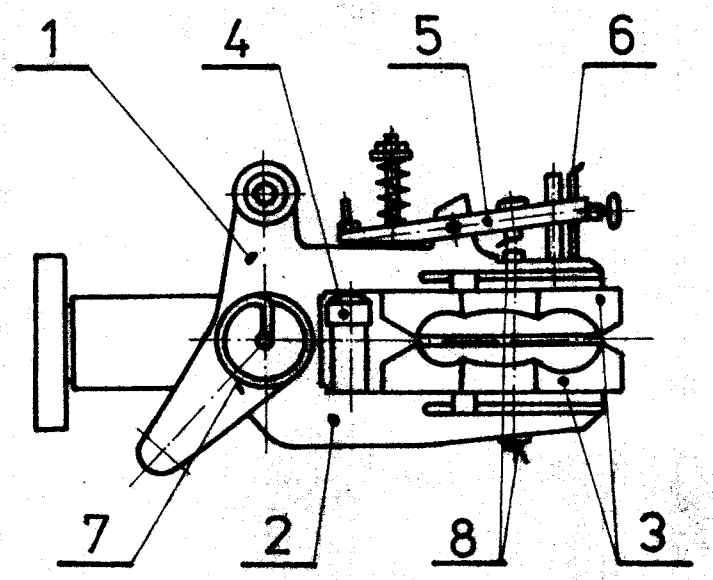
1.3. Popis mechanismů v 1. lisovací stanici.

1.3.1. Popis klapačky.

Skládá se ze spodního ramene klapačky, které je pevně uchyceno na otočném stole karuselu a z horního ramene, které je kyvně

spojeno se spodním ramenem. Na obě ramena jsou připevněny tvárnice. Na horním ramenu je dvojzvratná páka jehelníku, která je držena v základní poloze tlačnou pružinou. V jehelníku je upevněna jehla, která prochází horním ramenem a tvárnicí a slouží k vytvoření otvoru ve výlisku.

Mezi ramena klapačky je vložen pevný a pružný doraz pro vymezení vzdálenosti mezi tvárnicemi. Ramena klapačky jsou držena v sevřené poloze silou skrutné pružiny. Lisovací síla se na ramena klapačky přenáší z lisu prostřednictvím čepu páky jehelníku a čepu spodního ramene klapačky.



1 ... horní rameno klapačky
2 ... dolní rameno klapačky
3 ... formy
4 ... pružný doraz
5 ... jehelník
6 ... jehla
7 ... skrutná pružina
8 ... lisovací čep

obr. 2 Klapačka

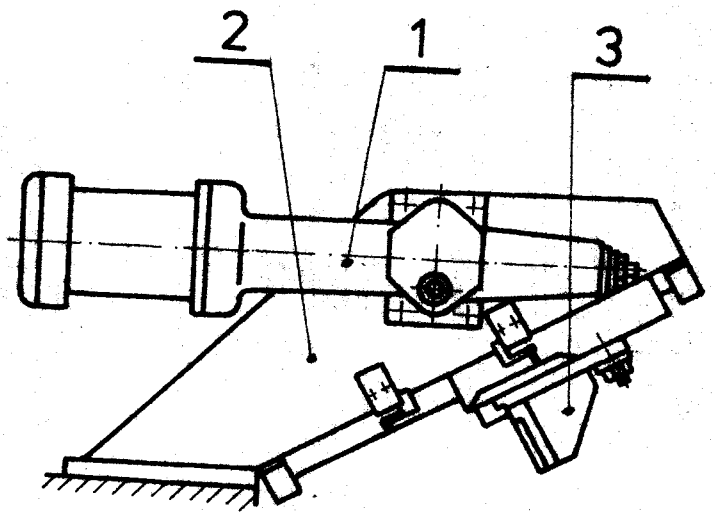
1.3.2. Popis otvíracího mechanismu.

Otvírací mechanismus je tvořen pneumatickým válcem, který má prodlouženou vodorovně se pohybující pístnici ve formě ozubeného hřebenu.

Posuvná otvírací čelist klapačky je připevněna na ozubený hřeben konající šikmý pohyb. Mezi oba hřebeny je vložen ozubený pastorek, který transformuje pohyb pístnice pneumatického válce na posuvný pohyb hřebene otvírací čelisti.

Změna směru pohybu pístnice je řízena rozvaděčem a rychlost regulovaná škrticími ventily.

Otvírací mechanismus jako celek je připevněn na pevném stole karuselu a jeho poloha je fixovaná pomocí tří šroubů a dvou radiálních drážek.



1 ... pneumatický válec
2 ... stojan
3 ... otvírací čelist

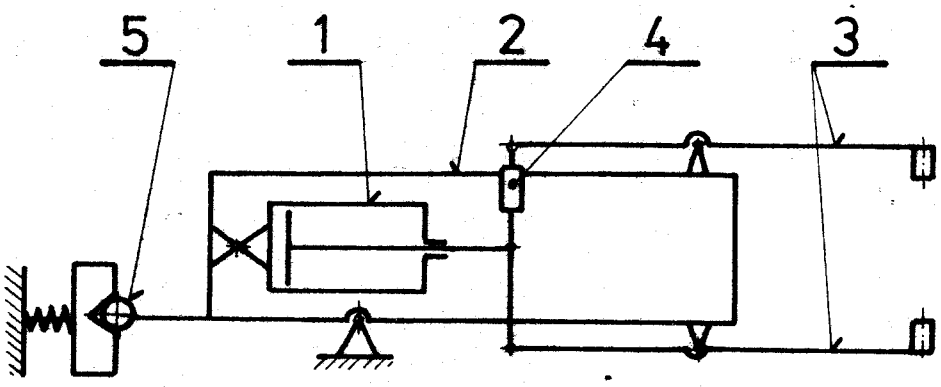
obr. 3 Otvírací mechanismus

1.3.3. Popis lisovacího mechanismu.

Skládá se z pneumatického válce s hydraulickým tlumením, který ovládá přes páky a táhla lisovací čelisti. Jedno táhlo má šroubovou spojku s levým a pravým závitem pro možnost vzájemného nastavení poloh obou čelistí.

Válec je kyvně spojen s rámem s možností zaklesnění. Na rámu je připevněna kladička, která zapadá do drážky přitlačované pružinou. Jestli-že při lisování dojde k zablokování klapačky, pak kladička překoná sílu pružiny a vyjede z drážky. Tím se zabrání destrukci celého mechanismu.

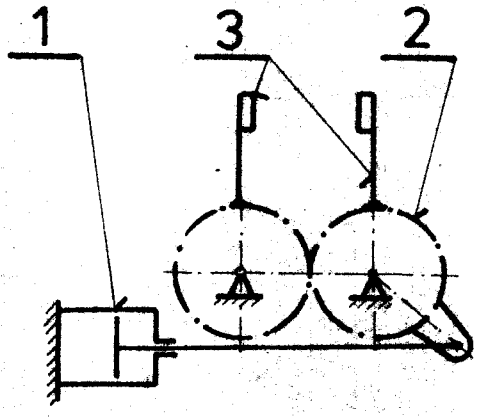
1 ... pneumatický válec
2 ... rám lisovacího mechanismu
3 ... lisovací [illegible]
4 ... šroubová spojka
5 ... kladička



obr. 4 Lisovací mechanismus

1.3.4. Popis mechanismu kapkolapky.

Mechanismus kapkolapky se sestává z dvou ozubených spolusabírajících kol, na kterých jsou připevněny ramena lapače kapky. Pohon je uskutečněn prostřednictvím pneumatického válce, který přenáší pohyb na soukolí.

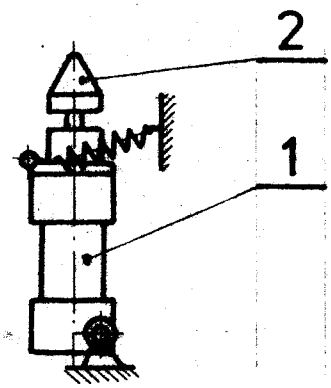


1 ... pneumatický válec
2 ... ozubená kola
3 ... ramena lapače kapky

obr. 5 Mechanismus kapkolapky

1.3.5. Popis stavěcího mechanismu.

Stavěcí mechanismus se skládá z pneumatického válce, který je výkyvně uložen na čepu pod klapačkou a držen v základní poloze tažnou pružinou. Na pístnici je kuželová hlava, která nadzvedne horní polovinu klapačky nad sklovinou.



1 ... pneumatický válec

2 ... kuželová hlava

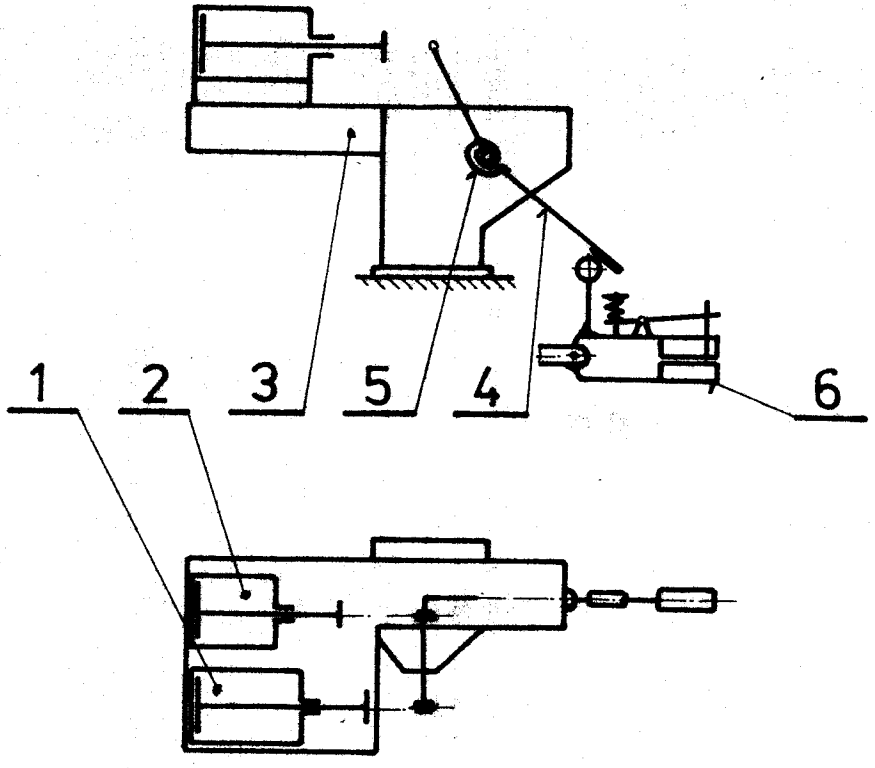
obr. 6 Stěrací mechanismus

2. Návrh nového řešení.

2.1. Varianta č. 1 - rekonstrukce otvíracího mechanismu.

2.1.1. Popis varianty č. 1.

Sestává se ze dvou pneumatických válců o různém zdvihu uspořádaných vedle sebe, které působí na dvojzvratnou páku. Vrchní část páky je opatřena po obou stranách opěrnými deskami. Na spodní části páky je otvírací čelist klapačky. Páka je ve výchozí poloze držena silou skrutné pružiny otvírací páky.



obr. 7 Varianta č. 1

1 .... válec o zdvihu l_1
2 .... válec o zdvihu l_2
3 .... stojan
4 .... páka
5 .... skrutná pružina
6 .... klapačka

2.1.2. Činnost varianty č. 1.

Vzhledem k původnímu stavu zde není použito stavěcího mechanismu. Popis a činnost ostatních mechanismů viz.kap.1.

Řídící impuls přestaví rozvaděče obou válců tak, že se pokyb obou válců koná ve směru radiálním od středu karuselu. Pístnice o zdvihu l_1 otevře dvojzvratnou pákou horní polovinu klapačky. Po dopravení a ustavení dávky skloviny v prostoru mezi tvárnicemi se vrátí pístnice o zdvihu l_1 do původní polohy. Otvírací páka je zachycena pístnicí o zdvihu l_2. Tím se zabrání dosednutí tvárnice na sklovinu.

V další fázi proběhne lisování, při-čemž po jeho dokončení se i pístnice o zdvihu l_2 vrací do výchozí polohy. Otvírací páka je silou zkrutné pružiny páky vrácena do základní polohy.

Seřízení polohy tvárnice nad kapkou je provedeno prostřednictvím stavitelné zarážky pístu o zdvihu l_2.

Další činnost viz.kap. 1.2.

Zhodnocení varianty č.1.

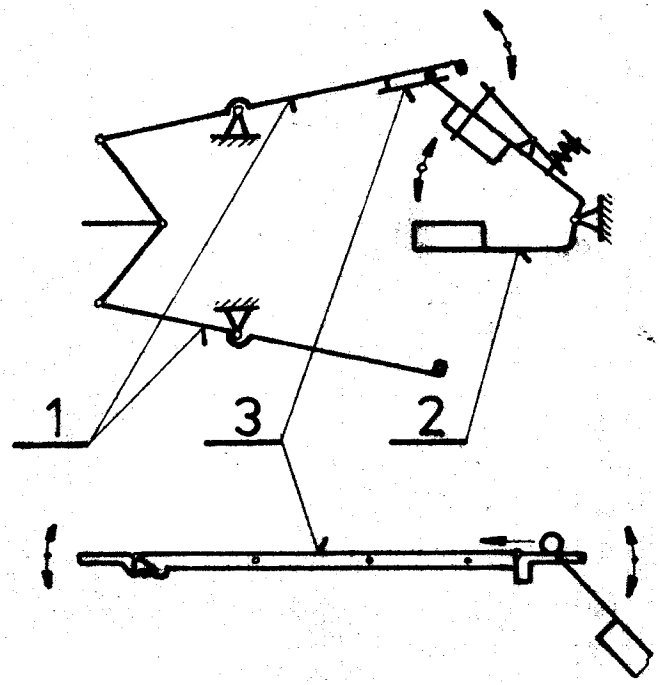
Toto řešení splňuje požadavky kladené na rekonstrukci stanice č.1.

Nevýhodou je zde velká půdorysná plocha otvíracího mechanismu, čímž se zhorší přístup k ostatním prvkům karuselu.

2.2. Varianta č. 2.- použití spojovacího členu.

2.2.1. Popis varianty č. 2.

Na horní rameno klapačky je připevněn čep a na rameno dvojzvratné páky lisovacího mechanismu kluzná vodící lišta se sklopným koncí.



1 ... lisovací mech.

2 ... klapačka

3 ... vodící lišta

obr. 8 Varianta č. 2

2.2.2. Popis činnosti varianty č. 2.

Po vyslání impulsu z řídícího sloupku otevře otvírací čelist klapačku. Současně dojde k mechanickému spřažení horní poloviny klapačky a dvojzvratné páky lisovacího mechanismu nadzvednutím sklopného konce spojovacího členu. Po ustavení kapky na tvárnici uvolňuje otvírací čelist klapačku. Při lisování se pohybuje přídavný čep klapačky po kluzné liště ramene dvojzvratné páky lisu. V okamžiku, kdy čep lisovacího mechanismu působí přes čep klapačky na dávku skloviny, začíná se mechanické spřažení mezi klapačkou a lisovacím mechanismem uvolňovat samovolným vyjetím čepu z kluzné dráhy spojovacího členu.

Při dolisování musí být toto spřažení již zcela zrušeno, aby se mohl uskutečnit pohyb lisovacích čelistí do výchozí polohy, aniž by přitom došlo ke kolisi mezi klapačkou a lisovacím mechanismem.

Seřízení vzájemné polohy klapačky a kapky lze posuvem spojovacího členu na ramenu lisovací páky.
Další činnost viz. kap. 1.2.
Na rozdíl od současného stavu zde není užito stavěcího mechanismu.

Zhodnocení.

Tento způsob řešení je teoreticky velmi jednoduchý. Vyžaduje jen nepatrné zásahy do stávajícího zařízení a je ekonomicky málo náročný. Nevýhodou je možnost seřízení spojovacího členu jen za klidu stroje. Z tohoto důvodu lze předpokládat potíže při spojení a rozpojení klapačky a lisovacího mechanismu. Při nesplnění těchto podmínek může dojít k destrukci mechanismu lisu a klapačky a tím vyřazení celé výrobní linky z provozu.

2.3. Varianta č. 3 - rekonstrukce otvíracího mechanismu.

2.3.1. Popis varianty č. 3 č.v. 00-DP 352/80 - 00 - 00.

V tomto řešení není užito stavěcího mechanismu.
Otvírací mechanismus varianty č. 3 se sestává z čtyřpolohového pneumatického válce, který může zaujmout čtyři pracovní polohy. V tomto případě je využito tří poloh:
počáteční, koncové polohy a mezipolohy.
Na jedné straně je pístnice pevně spojena s čepem, který je otočně uložen ve stojanu převislého konce nosníku. Druhá pístnice je přes stavitelnou šroubovou spojku kyvně spojena s pákou, která je nasazena na jeden konec otočného hřídele. Na druhý konec hřídele je na pero nasunuta otvírací páka klapačky. Hřídel je uložen ve dvou radiálních kluzných ložiskách, které jsou nalisované v přírubovitém tělese.

To je spojeno s druhým převislým koncem nosníku. Nosník je svařenec skříňovitého tvaru a je připevněný ke stojanu, který je pevně fixovaný na pevném stole karuselu.

Koncové polohy válce jsou signalizovány mikrospínači a stavitelnými narážkami.

Další příslušenství:

blokovací ventily

škrtící ventily

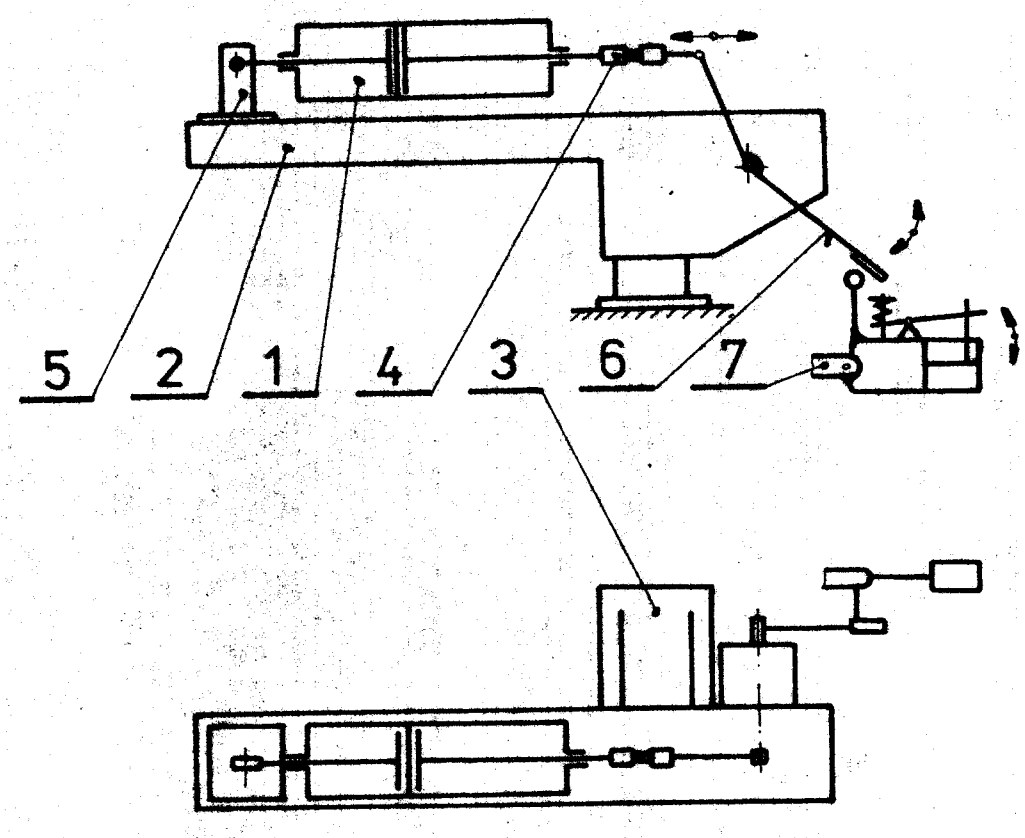
rozvaděče

mikrospínač, signalizující polohu ramen lisu při dolisování

redukční ventil

spojovací členy

Popis a činnost ostatních mechanismů viz kap. 1.



obr. 9 Varianta č. 3

1 .... dvojčinný pneumatický válec
2 .... nosník
3 .... stojan
4 .... šroubová spojka
5 .... stojan válce
6 .... páka
7 .... klapačka

2.3.2. Popis činnosti varianty č. 3.

Po vyslání impulsu z řídícího sloupku se oba rozvaděče přestaví tak, že obě pístnice se vysunou na svou maximální vzdálenost. Ramena páky otevře klapačku o 52°. Do prostoru mezi tvárnice se nastaví ramena lapače kapky. Po sjetí dávky skloviny od dávkovače po nerádoším žlábku a její ustanovení mezi tvárnicemi pomocí kapkolapky se ramena lapače kapek odklopí z prostoru mezi tvárnicemi.

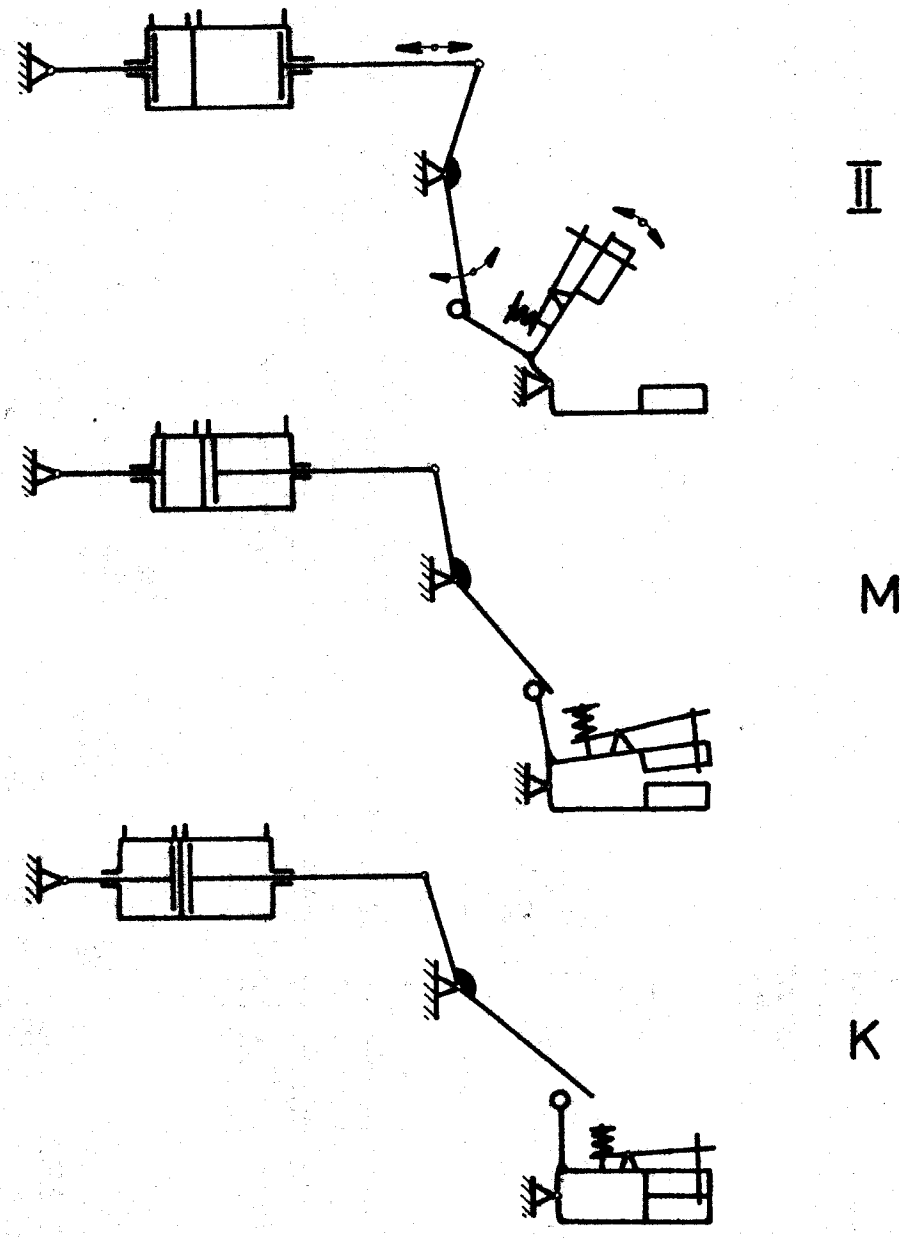
V další fázi se vrací pístnice o větším zdvihu do nulové polohy. Blokovací ventily se přestaví do polohy, kdy vzduchem o redukovaném tlaku na 0,2 MPa proudí před píst o menším zdvihu.

Tím se zabrání nadměrnému silovému zatížení otvíracího mechanismu, klapačky a lisovacího mechanismu při lisování, protože horní polovina klapačky je nad sklovinou držena jen o málo větší silou než je síla stlačené pružiny klapačky a lisovací člen nemusí překonávat velké síly otvíracího mechanismu.

Po dolisování se rozvaděč přestaví tak, že vzduchem o tlaku 0,6 MPa proudí za píst a vytváří protitlak, který vrací i píst o menším zdvihu do výchozí polohy.

Další činnost viz.kap. 1.2.

Polohu horní poloviny tvárnice nad kapkou lze seřídit i za chodu stroje pomocí šroubové spojky.



obr. 10 Pracovní polohy klapačky a válce

II .... druhá pracovní poloha

M .... mezipoloha

K .... konečná poloha (výchozí)

Zhodnocení.

Tato varianta je z uvedených tří řešení nejvýhodnější, protože lze snadno provést seřízení polohy klapačky nad sklovinou v mezipoloze i za chodu stroje při současném dodržení bezpečnosti obsluhy, při-čemž nevznikají další problémy při provozu karuselového lisu.

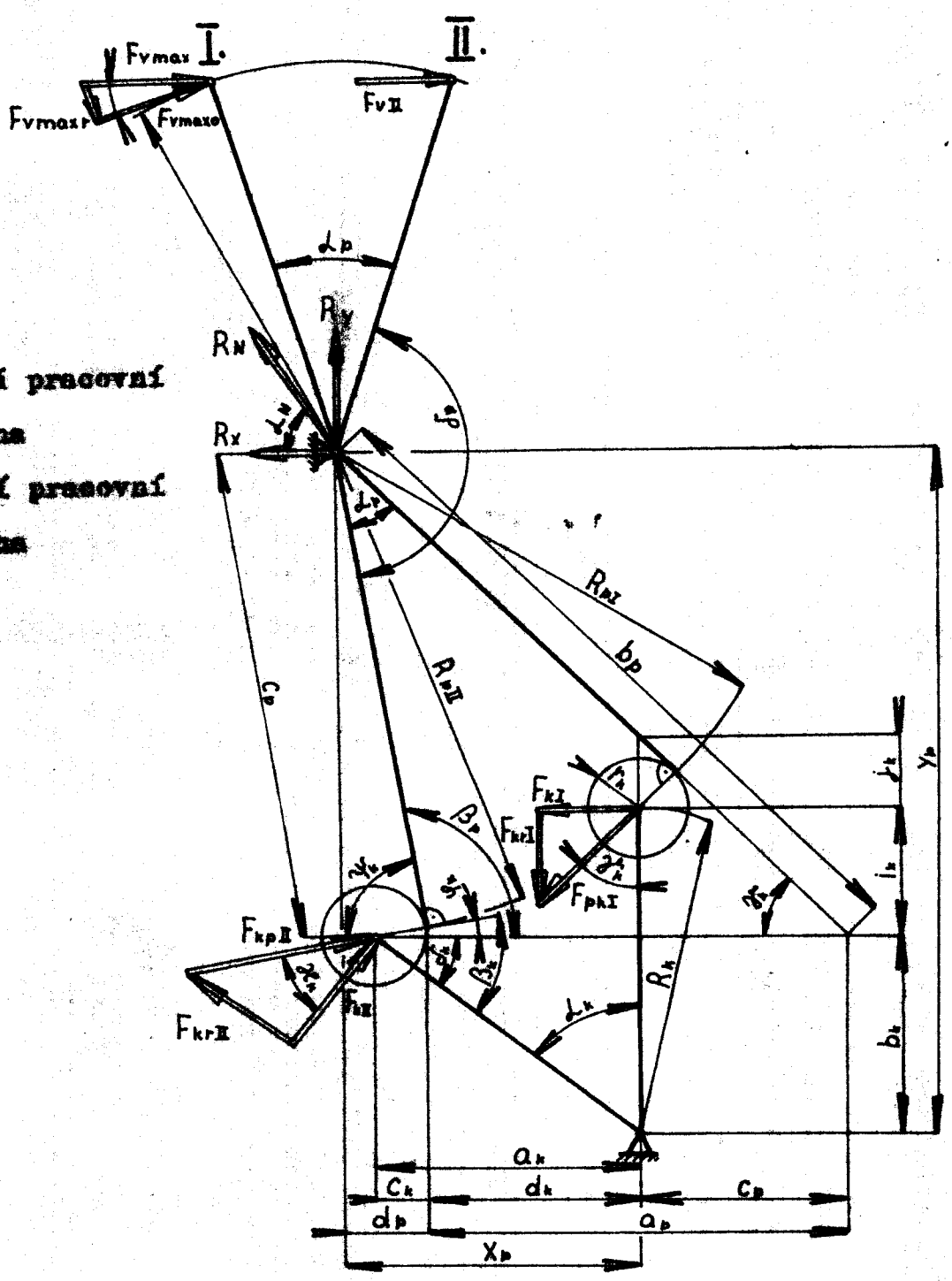
Z těchto důvodů je varianta č. 3 použita pro rekonstrukci I. stanice karuselového lisu KL - 1.

3. Výpočet otvíracího mechanismu klapaček v I.pracovní poloze.

3.1. Výpočet rozměrů otvírací páky a sil působících od skrutné pružiny klapačky.

II .... druhá pracovní poloha

I .... první pracovní poloha



obr. 11 Ovládací páka v první a druhé pracovní poloze

Transformační úlový úhel v II.pracovní poloze je volen $\varkappa_k = 42$ a v I. pracovní poloze $\gamma_k = 45$.
Z těchto volených podmínek a z rozměrů klapačky jsou počítány geometrické rozměry píky.

$\delta_k = \pi/2 - \alpha_k = \pi/2 - 52° = 38°$

$\beta_k = \pi/2 - \varkappa_k = \pi/2 - 42° = 48°$

$\varphi_k = \beta_k - \delta_k = 48° - 38° = 10°$

$a_k = \sin \alpha_k \cdot R_k = \sin 52° \cdot 100 = 78,8$ mm

$c_k = r_k \cdot \cos \varphi_k^{-1} = 16 \cdot \cos 10° = 16,2$ mm

$d_k = a_k - c_k = 78,8 - 16,2 = 62,6$ mm

$b_k = \cos \alpha_k \cdot R_k = \cos 52° \cdot 100 = 61,6$ mm

$i_k = R_k - b_k = 100 - 61,6 = 38,4$ mm

$j_k = r_k \cdot \sin \gamma_k^{-1} = 16 \cdot \sin 45° = 22,6$ mm

$e_p = i_k + j_k = 38,4 + 22,6 = 61$ mm

$a_p = e_p + d_k = 61 + 62,6 = 123,6$ mm

$b_p = a_p \cdot \sin \beta_p \cdot \sin \alpha_p^{-1} = 123,6 \cdot \sin 100° \cdot \sin 35°^{-1} = 212,3$ mm

$c_p = a_p \cdot \sin \gamma_k \cdot \sin \alpha_p^{-1} = 123,6 \cdot \sin 45° \cdot \sin 35^{-1} = 152,4$ mm

$\psi_k = \pi/2 - \varphi_k = \pi/2 - 10° = 80°$

$d_p = \cos \psi_k \cdot c_p = \cos 80° \cdot 152,4 = 26,5$ mm

$x_p = d_k + d_p = 62,6 + 26,5 = 89,1$ mm

$y_p = b_k + b_p \cdot \sin \gamma_k = 61,6 + 212,3 \cdot \sin 45° = 211,7$ mm

$\beta_p = \pi - \psi_k = \pi - 80° = 100°$

$\alpha_p = \pi - \beta_p - \gamma_k = \pi - 100° - 45° = 35°$

$\delta_p = \alpha_p/2 + \gamma_k + \pi/2 = 35°2 + 45 + \pi/2 = 152,5°$

$R_{pII} = c_p - r_k \cdot tg\, \varphi_k = 152,4 - 16 \cdot tg\, 10° = 149,6$ mm

$R_{pI} = b_p + r_k - (j_k + i_k) \cdot \sin \gamma_k^{-1} = 212,3 + 16 - (22,6 + 38,4) \cdot \sin 45° = 142$ mm

3.2. Výpočet síly válce potřebné pro překonání síly skrutné pružiny klapačky.

Parametry skrutné pružiny klapačky.

Průměr : pružiny - vnější 70,1 mm
- střední 63 mm
- vnitřní 55,9 mm

vodícího trnu 52 mm

drátu 7,1 mm

Délka drátu 2 000 mm

Počet závitů 9,5

Smysl vinutí levý

Materiál 14 260.80

Předpětí	ω_1 = 82,25	σ_{o1} = 608 MPa	M_{t1} = 19,6 Nm
I.prac.poloha	ω_2 = 90,25	σ_{o2} = 667,6 MPa	M_{t2} = 21,52 Nm
Mezipoloha	ω_m = 100,75	σ_{om} = 744,8 MPa	M_{tm} = 24,01 Nm
II.prac.poloha	ω_9 = 142,25	σ_{o9} = 1 052,2 MPa	M_{t9} = 33,92 Nm
Mezní poloha	ω_z = 159	σ_z = 1 176,8 MPa	M_z = 37,93 Nm

$$F_{kII} = \frac{M_{t9}}{R_k} = \frac{33,92}{0,1} = 339,2\ N$$

$$F_{kpII} = \frac{F_{kII}}{\cos \alpha_k} = \frac{339,2}{\cos 42^\circ} = 456,2 N$$

$$F_{krI} = F_{kII} \cdot tg\ \alpha_k = 339,2 \cdot tg\ 42^\circ = 305,4 N$$

$$F_{vII} = \frac{F_{kpII} \cdot R_{pII}}{r_p \cdot \cos \delta_p / 2} = \frac{456,2 \cdot 0,1496}{0,12 \cdot \cos 35^\circ 2} = 596,3 N$$

$$R_y = F_{krI} = 604,1 N$$

$$R_x = F_{vmax} + F_{kI} = 1060 + 604,1 = 1664,1 N$$

$$R_N = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{1664,1^2 + 604,1^2} = 1770,4 N$$

$$tg\ \delta_N = \frac{R_y}{R_x} = \frac{604,1}{1664,1} \Rightarrow \delta_N = 19,95^\circ$$

z katalogu fy. Festo Pneumatic je zvolen dvojčinný pneumatický válec o Ø 50 mm a síle pro tlak 0,6 MPa 1 060 N.
Válec je volen o větší pracovní síle než je potřebná síla k překonání odporu ohrutné pružiny klapačky a ohledem na možnost překonání sil pohybujících se hmotností klapačky, tvářnice a otvíracího mechanismu, které nelze početně vhodně podchytit a s ohledem na zabezpečení určité silové rezervy.

3.3. Výpočet sil při zablokování klapačky v I.pracovní poloze.

Při zablokování písmů na celý mechanismus maximální síla válce F_{vmax} = 1 060 N.

$$F_{pkI} = \frac{F_{vmax} \cdot r_p \cdot \cos \alpha_p/2}{R_{pI}} = \frac{1060 \cdot 0,12 \cdot \cos 35°/2}{0,142} = 854,3\,N$$

$$F_{krI} = F_{kI} = \sin \gamma_k \cdot F_{pkI} = \sin 45° \cdot 854,3 = 604,1\,N$$

$$F_{vmaxo} = F_{vmax} \cdot \cos \alpha_p/2 = 1060 \cdot \cos 35°/2 = 1011\,N$$

$$F_{vmaxr} = F_{vmax} \cdot \sin \alpha_p/2 = 1060 \cdot \sin 35°/2 = 318,7\,N$$

3.4. Výpočet délky zdvihu pístu a sil v mezipoloze.

$$a_M = R_k \cdot \sin \gamma_M = 0,1 \cdot \sin 10,5° = 18,2\,mm$$

$$b_M = R_k \cdot \cos \gamma_M = 0,1 \cdot \cos 10,5° = 98,3\,mm$$

$$tg\,\alpha_M = \frac{y_p - R_k}{x_p} = \frac{211,7 - 100}{89,1} \Rightarrow \alpha_M\ 51,4°$$

$$tg\,\beta_M = \frac{y_p - b_M}{x_p - a_M} = \frac{211,7 - 98,3}{89,1 - 18,2} \Rightarrow \beta_M = 58°$$

$$\sigma_M = \beta_M - \alpha_M = 58° - 51,4 = 6,6°$$

$$R_M = r_k \cdot tg\,\sigma_M^{-1} = 16 \cdot tg\,6,6°^{-1} = 138,3\,mm$$

$$\psi_M = \pi/2 - \sigma_M = \pi/2 - 6,6° = 83,4°$$

$$\varphi_M = \pi - \gamma_M - \psi_M - \beta_M = \pi - 10,5° - 83,4° - 58 = 28,1°$$

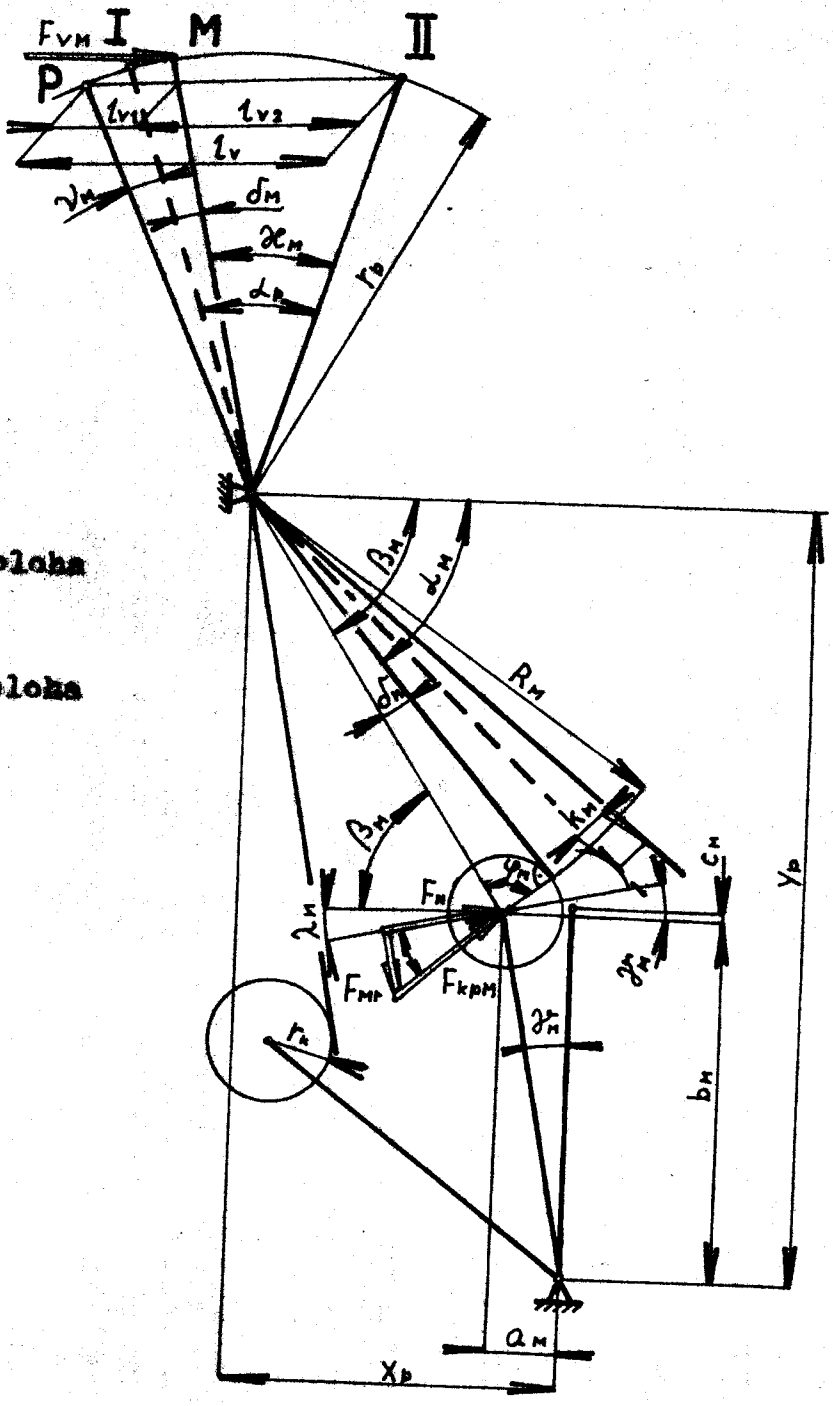
$$R_M = r_k \cdot tg\,\sigma_M^{-1} = 16 \cdot tg\,6,6° = 138,5\,mm$$

P .... počáteční poloha

I .... první pracovní poloha

M .... mezipoloha

II ... druhá pracovní poloha



obr. 12 Ovládací páka v počáteční, první, druhé poloze a v mezipoloze

Pro zařízení polohy tvárnice nad kapkou v mezipoloze je volena tolerance úhlu mezipolohy $\gamma_M - 5°$.

$$l_{v1} = 2 \cdot r_p \cdot \sin \frac{\gamma_n \; \delta_M}{2} = 2 \cdot 120 \cdot \sin \frac{2,96° \; 6,6}{2} = 20 mm$$

$$l_{v2} = 2 \cdot r_p \cdot \sin \varkappa_p/2 = 2 \cdot 120 \cdot \sin 28,4°/2 = 58,9 mm$$

$$\varkappa_p = \alpha_p - \delta_M = 35° - 6,6 = 28,4°$$

Úhel pro oddálení spodní páky od klapačky do počátečné polohy je zvolen $\gamma_M = 2,96°$.

$k_M = R_{pI} \cdot \sin \gamma_M = 142 \cdot \sin 2,96° = 7,3 mm$

Dle F_{vII}, l_{v1} a l_{v2} je navržen z katalogu Festo Pneumatic vícepolohový válec typ EPC - 50 - 20/60 PPV o Ø 50 mm, délce zdvihu 20 a 60 mm s tlumením koncových poloh.

Výpočet sil v mezipoloze.

$$F_M = \frac{M_{\check{c}M}}{R_K} = \frac{24,01}{0,1} = 240,1 N$$

$$F_{kpM} = \frac{F_M}{\cos \varphi_M} = \frac{240,1}{\cos 28,1°} = 272,2 N$$

$$F_{Mr} = F_M \cdot tg \varphi_M = 240,1 \cdot tg 28,1° = 128,2 N$$

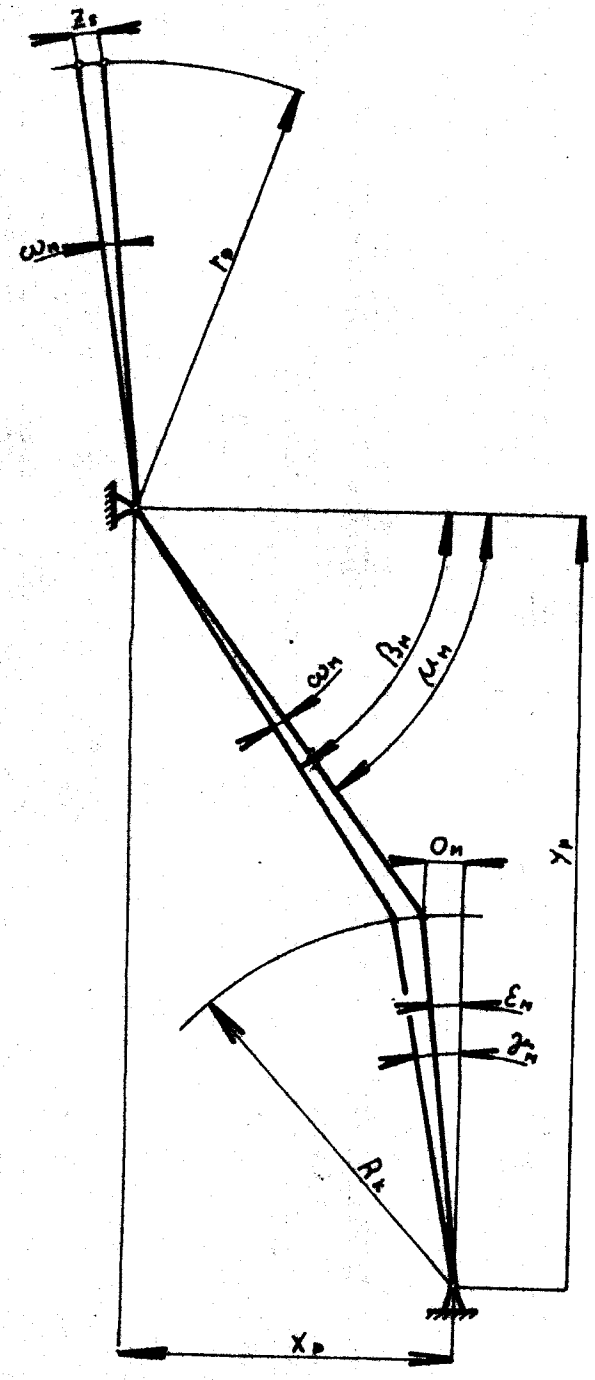
$$F_{vM} = \frac{F_{kpM} \cdot R_M}{r_p \cdot \cos (\alpha_p/2 - \delta_M)} = \frac{272,2 \cdot 0,1383}{0,120 \cdot \cos (35°/2 - 6,6°)} = 319,5 N$$

Pro udržení klapačky v mezipoloze stačí zredukovat tlak z 0,6 MPa na 0,2 MPa, čímž bude vyvozena síla 350 N. Tím se zabezpečí, že jednotlivé mechanismy nebudou nadbytečně namáhány.

3.5. Kontrola pístnice na vzpěr.

Dle diagramu z katalogu fy. Festo Pneumatic je maximální délka pístnice funkcí průměru pístnice a maximální síly.
Pro průměr pístnice 25 mm a F_{vmax} = 1 060 N je maximální délka 1 200 mm. Navržená délka pístnice vyhovuje, protože $l_v < 1\,200 mm$.

3.6. **Výpočet potřebného vysunutí šroubové spojky válce pro možnost seřízení polohy horní poloviny tvárnice nad kapkou.**



obr. 13 Otvírací páka v mezipoloze

$$tg\,\mu_M = \frac{Y_p - R_k}{X_p - R_k \cdot tg\,\varepsilon_M} = \frac{211{,}7 - 100}{89{,}1 - 100 \cdot tg\,5{,}5^\circ} \Rightarrow \mu_n\ 54{,}6^\circ$$

$$Z_s = 2 \cdot r_p \cdot \sin(\beta_M - \mu_M)/2 = 2 \cdot 120 \cdot \sin(58^\circ - 54{,}6^\circ)/2 = 7{,}2\ mm$$

Šroubová spojka má na straně válce pravý závit o stoupání 1,5 mm, na straně páky levý závit o stoupání 1,5 mm.
Šroubová spojka umožní nastavení vzájemné polohy páky a válce v rozmezí 8 mm a tím je možno regulovat polohu horní poloviny tvárnice mezi kapkou.

3.7. Pevnostní kontrola silově namáhaných součástí otvíracího mechanismu klapaček.

Součásti jsou kontrolovány na statickou únosnost a vychází se při tom ze sil namáhajících mechanismus při zablokování klapačky v I. pracovní poloze.
S ohledem na silový ráz při zablokování mechanismu jsou všechny silové účinky násobeny koeficientem k_d = 1,2 zahrnující vliv dynamických sil.

3.7.1. Kontrola otočného hřídele pák.

Výpočet reakcí :

$$T_{Ax} = k_d \cdot \frac{F_{vmax} \cdot (c_h + a_h) - F_{kI} \cdot c_h}{a_h} = 1{,}2 \cdot \frac{1060 \cdot (28+35) - 604{,}1 \cdot 28}{35} = 1709{,}7\,N$$

$$T_{Bx} = k_d \cdot (F_{vmax} + F_{kI}) - T_{Ax} = 1{,}2 \cdot (1060 + 604{,}1) - 1709{,}7 = 287{,}3\,N$$

$$T_{By} = k_d \cdot \frac{F_{krI} \cdot (a_h + c_h)}{a_h} = 1{,}2 \cdot \frac{604{,}1 (35+28)}{35} = 1304{,}9\,N$$

$$T_{Ay} = k_d \cdot F_{krI} - T_{By} = 1{,}2 \cdot 604{,}1 - 1304{,}9 = -580\,N$$

$$T_A = \sqrt{T_{Ax}^2 + T_{Ay}^2} = \sqrt{1709{,}7^2 + (-580)^2} = 1805{,}4\,N$$

$$T_B = \sqrt{T_{Bx}^2 + T_{By}^2} = \sqrt{287{,}3^2 + 1304{,}9^2} = 1336{,}2\,N$$

Materiál hřídele 11 500 o σ_k = 260 MPa

$$\sigma_{DO} = \frac{\sigma_K}{k_b} = \frac{260}{2} = 130\,MPa$$

Kontrola v místě C :

$$\sigma_{oc} = \frac{M_{oc}}{W_{oc}} = \frac{12,7}{1,275 \cdot 10^{-6}} = 9,96 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\tau_c = \frac{M_{kh}}{W_{kc}} = \frac{145}{2,81 \cdot 10^{-6}} = 51,6 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{red\,c} = \sqrt{\sigma_{oc}^2 + k_1 \cdot \tau^2} = \sqrt{9,96^2 + 4 \cdot 51,6^2} = 103,7 \text{ MPa}$$

$\sigma_{red\,c} < \sigma_{DO}$ ..... průřez C vyhovuje.

Pro Mohrovu hypotézu je $k_1 = 4$

Průřezové moduly pro kruhový průřez a drážkou jsou vzaty z tabulky na str. 484 knihy autorů : E.Pěčina, P.Reif, F.Valenta - "Sbírka příkladů z pružnosti a pevnosti."

Pro průměr $d_h = 25$ mm a drážku b x h = 8 x 7 je :

$W_{oc} = 1,275 \cdot 10^{-6}$ m^3 $\qquad$ $W_{kc} = 2,81 \cdot 10^{-6}$ m^3

Kontrola v místě A :

$$\sigma_{oA} = \frac{M_{oA}}{W_{oA}} = \frac{35,6}{1,5 \cdot 10^{-6}} = 23,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\tau_A = \frac{M_{kh}}{W_{kA}} = \frac{145}{5,3 \cdot 10^{-6}} = 47,3 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$W_{oA} = \frac{\pi \cdot d_h^3}{32} = \frac{\pi \cdot 0,025^3}{32} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$W_{kA} = \frac{\pi \cdot d_h^3}{16} = \frac{\pi \cdot 0,025^3}{16} = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Pro Mohrovu hypotézu je redukované napětí :

$$\sigma_{red\,A} = \sqrt{\sigma_{oA}^2 \quad 4 \cdot \tau_A^2} = \sqrt{23,2^2 - 4 \cdot 47,3^2} = 97,3 \text{ MPa}$$

$\sigma_{red\,A} < \sigma_{DO}$ ..... průřez A vyhovuje.

Výpočet momentů :

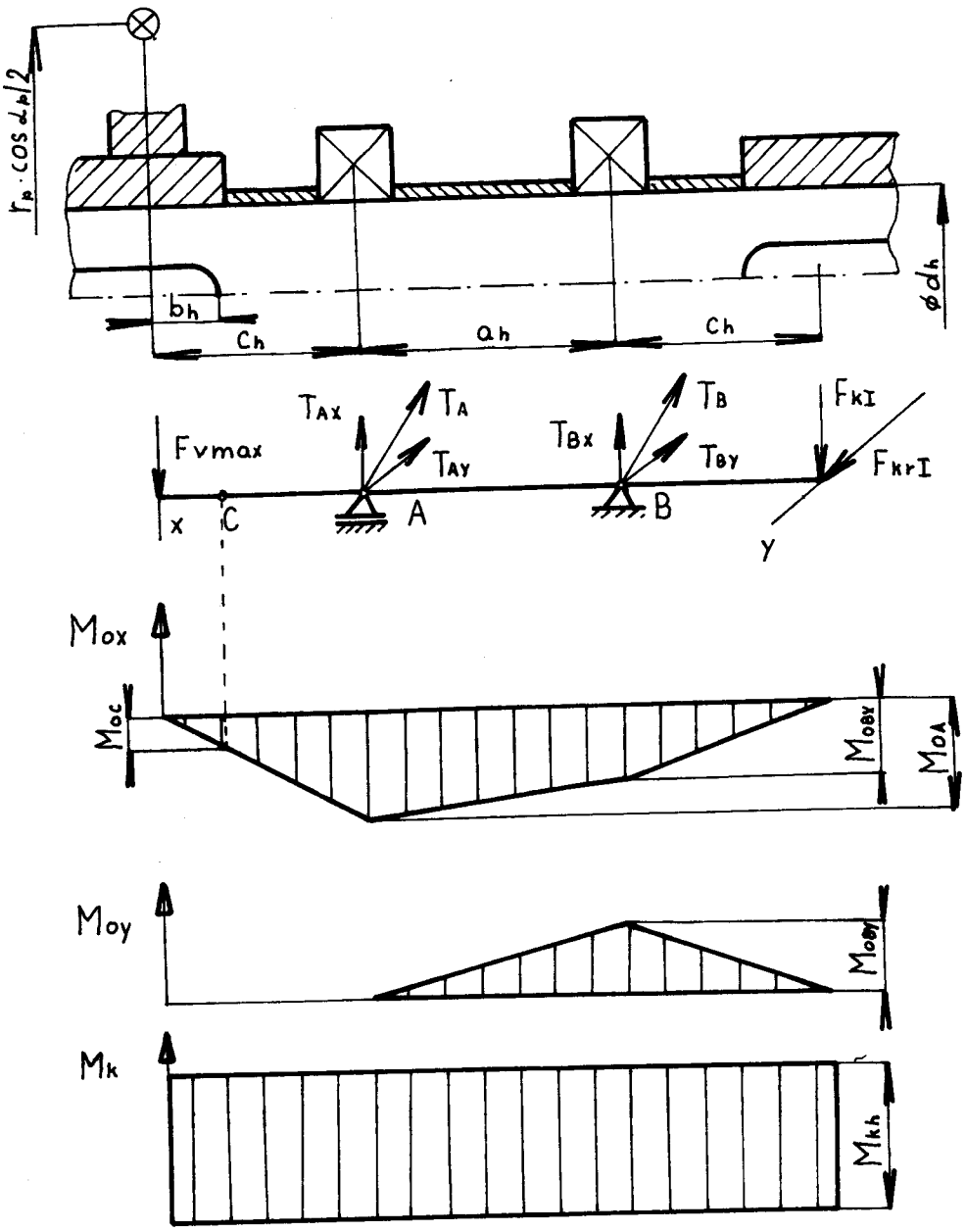
$M_{oA} = k_d \cdot F_{vmax} \cdot c_h = 1{,}2 \cdot 1060 \cdot 0{,}028 = 35{,}6\ Nm$

$M_{oBx} = M_{oBy} = k_d \cdot F_{kI} \cdot c_h = 1{,}2 \cdot 604{,}1 \cdot 0{,}028 = 20{,}3\ Nm$

$M_{oB} = M_{oBx}\sqrt{2} = 20{,}3\sqrt{2} = 28{,}7\ Nm$

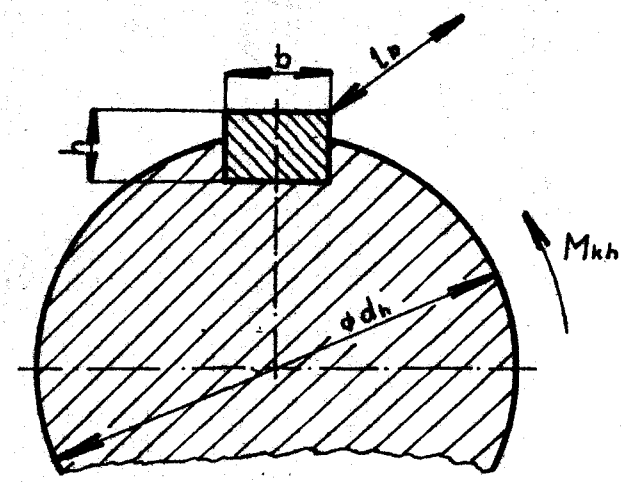
$M_{oc} = k_d \cdot F_{vmax} \cdot b_h = 1{,}2 \cdot 1060 \cdot 0{,}01 = 12{,}7\ Nm$

$M_{kh} = k_d \cdot F_{vmax} \cdot r_p \cdot \cos \alpha_p/2 = 1{,}2 \cdot 1060 \cdot 0{,}12 \cdot \cos 35/2 = 145\ Nm$



obr. 14 Hřídel otvírací páky

3.7.2. Výpočet délky pera.



obr. 15 Pero otočného hřídele

$$l'_p = \frac{4 \cdot M_{kh}}{p_{oov} \cdot h \cdot d_h} = \frac{4 \cdot 145}{120 \cdot 10^6 \cdot 0{,}007 \cdot 0{,}025} = 0{,}0276\ m$$

$$l_p = l'_p + b = 27{,}6 + 8 = 35{,}6\ mm$$

Měrný tlak pro náboj a hřídel z oceli a pro náboj neposuvný je p_{DOV} = 120 MPa.

Je zvoleno normalizované pero těsné s označením:

Pero 8e7 x 7 x 36 ČSN 02 2562.

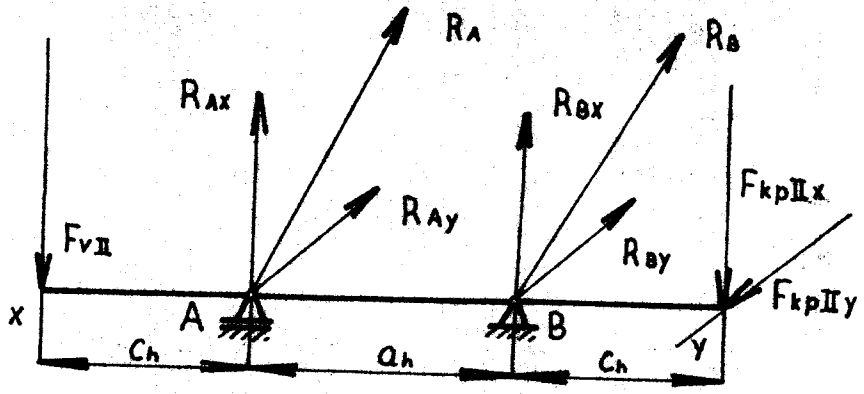
3.7.3. Výpočet valivých ložisek hřídele.

Dynamická únosnost ložiska.

Při výpočtu dynamické únosnosti ložiska je uvažována provozní síla válce F_{vII}.

Ložisko musí být v provozu minimálně po dobu tří let . V roce je 320 pracovních dní a provoz nepřetržitý. Stroj vykonává 11 cyklů za min..

Počet provozních hodin bude tedy 23 040 a za tuto dobu vykoná stroj 15 206 400 cyklů.



obr. 16 Reakce v ložiskách A a B

Síla F_{kpII} je transformována do směru x a y.

Výpočet reakcí v bodech A a B.

$$F_{kpIIy} = \sin\varphi_k \cdot F_{kpII} = \sin 10° \cdot 456{,}2 = 79{,}2\ N$$

$$F_{kpIIx} = \cos\varphi_k \cdot F_{kpII} = \cos 10° \cdot 456{,}2 = 449{,}3\ N$$

$$R_{Ax} = \frac{F_{vII}(c_h + a_h) - F_{kpIIx} \cdot c_h}{a_h} = \frac{596{,}3(28+35) - 449{,}3 \cdot 28}{35} = 713{,}9\ N$$

$$R_{By} = \frac{F_{kpIIy}(a_h + c_h)}{a_h} = \frac{79{,}2(35+28)}{35} = 142{,}6\ N$$

$$R_{Bx} = F_{vII} + F_{kpIIx} - R_{Ax} = 596{,}3 + 449{,}3 - 713{,}9 = 331{,}7\ N$$

$$R_{Ay} = F_{kpIIy} - R_{By} = 79{,}2 - 142{,}6 = -63{,}4\ N$$

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = \sqrt{713{,}9^2 + (-63{,}4)^2} = 716{,}7\ N$$

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = \sqrt{331{,}7^2 + 142{,}6^2} = 361{,}1\ N$$

Ložisko kývé v rozsahu $\alpha_p + \nu_M = 38°$.

Provádí se náhrada myšlenou rotací a otáčky se berou rovny počtu cyklů za min..

$$F_{sA} = R_A \sqrt{\frac{\alpha_p + \nu_M}{180°}} = 716{,}7 \sqrt{\frac{35° + 3°}{180°}} = 426{,}8\ N$$

$$F_{sB} = R_B \sqrt{\frac{\alpha_p + \nu_M}{180°}} = 361{,}1 \sqrt{\frac{35° + 3°}{180}} = 215\ N$$

Jsou zvoleny dvě ložiska o označení : Ložisko 16 005
ČSN 02 4630 . C = 5 500 N C_o = 3 650 N .

$$L_{hA}=\left(\frac{C}{F_{sA}}\right)^{m}\cdot\frac{16\,666}{n}=\left(\frac{5\,500}{426,8}\right)^{3}\cdot\frac{16\,666}{11}=3\;243\;422\ \text{hod}$$

$$L_{hB}=\left(\frac{C}{F_{sB}}\right)^{m}\cdot\frac{16\,666}{n}=\left(\frac{5\,500}{215}\right)^{3}\cdot\frac{16\,666}{11}=25\;380\;143\ \text{hod}$$

m = 3 .....pro normalizované kuličkové radiální ložisko.
n = 11 1/min.

Statická únosnost ložisku.

Statická únosnost je počítána z maximální síly a to je při sepnutí klapačky v I.pracovní poloze.

$\mu_A = C_o / T_A = 3650 / 1805,4 = 2,02$

$\mu_B = C_o / T_B = 3650 / 1336,2 = 2,73$

Nejmenší přípustný součinitel bezpečnosti pro rázové zatížení a klidný chod je $\mu = 2$.

Z dynamické a statické kontroly ložisek vychází, že zvolené ložisko vyhovuje,protože hodnoty C, C_o jsou větší než požadované.

3.7.4. Výpočet pák otvíracího mechanismu.

Svary a průřezy jednotlivých pák jsou navrženy dle maximálních sil při sepnutí.
Páky jsou vyrobeny z materiálu 11 373.

Páka klapačky.

Kontrola svaru.

Svar je namáhán smykovým napětím

$$\tau_{1D} = \frac{k_d \cdot F_{pkI}}{1,4 \cdot t_D \cdot b_D} = \frac{1,2 \cdot 854,1}{1,4 \cdot 0,005 \cdot 0,038} = 3,9 \cdot 10^6 Pa$$

a ohybovým napětím.

$$\tau_{2D} = \frac{k_d \cdot 6 \cdot F_{pkI} \cdot (R_{pI} - n_p)}{1,4 \cdot t_D \cdot b_D^2} = \frac{1,2 \cdot 6 \cdot 854,1 \cdot (0,142 - 0,023)}{1,4 \cdot 0,005 \cdot 0,038^2} = 72,4 \cdot 10^6 Pa$$

Výsledné napětí

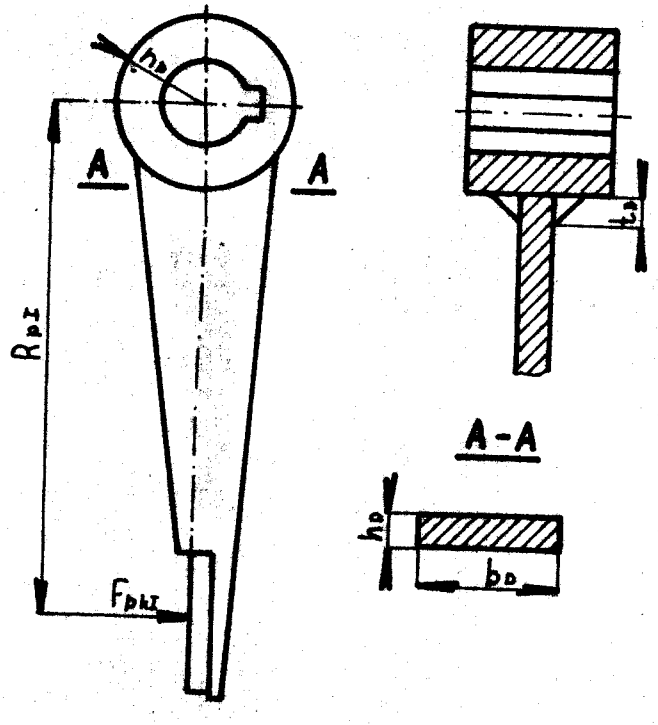
$$\tau_{red\,D} = \sqrt{\tau_{1D}^2 + \tau_{2D}^2} = \sqrt{3,9^2 + 72,4^2} = 72,5 MPa$$

Pro materiál 11 373 je σ_K **= 240 MPa ,** σ_{DO} **= 120 MPa**

$\tau_{DS} = 0,65 \cdot \sigma_{DO} = 0,65 \cdot 120 = 78 MPa$

$\tau_{red\,D} < \tau_{DS}$ ..... **navržený svar vyhovuje.**

Délka svaru b_p **je určena jako průmět svaru do roviny rovnoběžné s působící silou.**



obr. 17 Páka klapačky

Kontrola průřezu pilky A - A.

Průřez je namáhán smykovým napětím

$$\tau_o = \frac{k_d \cdot F_{DKI}}{b_o \cdot h_o} = \frac{1,2 \cdot 854,1}{0,038 \cdot 0,008} = 3,4 \cdot 10^6 Pa$$

a ohybovým napětím

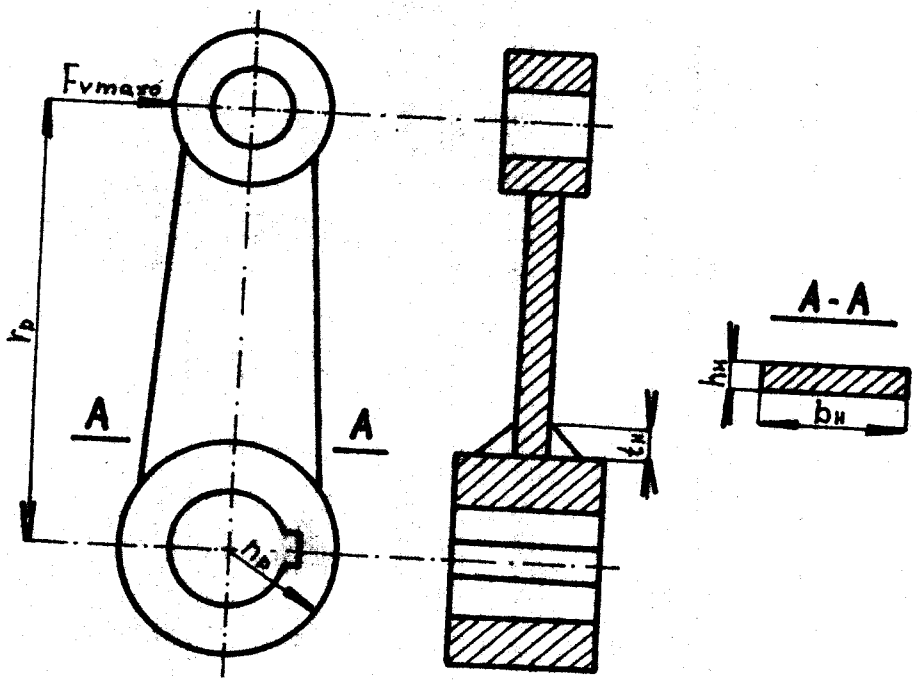
$$\sigma_{oo} = \frac{6 \cdot k_d \cdot F_{DKI} \cdot (R_{PK} - n_D)}{h_o \cdot b_o^2} = \frac{6 \cdot 1,2 \cdot 854,1 (0,142 - 0,023)}{0,008 \cdot 0,038^2} = 63,4 \cdot 10^6 Pa$$

Pro Mohrovu hypotézu je redukované napětí :

$$\sigma_{red\,D} = \sqrt{\sigma_{oo}^2 + 4 \cdot \tau_o^2} = \sqrt{63,4^2 + 4 \cdot 3,4^2} = 63,3\ MPa$$

$\sigma_{red\,D} < \sigma_{Do}$ ..... průřez A - A vyhovuje.

Páka pístu.



obr. 18 Páka pístu

Na páku pístu působí síla F_{vmaxo} a F_{vmax}.

Radiální síla F_{vmaxo} způsobuje tlakové napětí, které vzhledem k ostatním je zanedbáno.

Kontrola svaru.

Svar je namáhán smykovým napětím

$$\tau_{1H} \frac{k_d \cdot F_{vmaxo}}{1,4 \cdot t_H \cdot b_H} = \frac{1,2 \cdot 1011}{1,4 \cdot 0,005 \cdot 0,038} = 4,7 \cdot 10^6 Pa$$

a ohybovým napětím .

$$\tau_{2H} = \frac{6 \cdot k_d \cdot F_{vmaxo} \cdot (r_p - h_p)}{1,4 \cdot b_H^2 \cdot t_H} = \frac{6 \cdot 1,2 \cdot 1011 \cdot (0,12 - 0,023)}{1,4 \cdot 0,038^2 \cdot 0,005} = 73,8 \cdot 10^6 Pa$$

Výsledné napětí

$\tau_{redH} = \sqrt{\tau_{1H}^2 + \tau_{2H}^2} = \sqrt{4,7^2 + 73,8^2} = 73,8$ MPa

$\tau_{redH} < \tau_{DS}$ ..... svar vyhovuje.

Délka svaru b_H byla vzata jako průmět svaru do roviny rovnoběžné s působící silou.

Kontrola průřezu A - A.

Průřez je namáhán smykovým napětím

$$\tau_H = \frac{k_d \cdot F_{vmaxo}}{b_H \cdot h_H} = \frac{1,2 \cdot 1011}{0,038^2 \cdot 0,008} = 4,1 MPa$$

a ohybovým napětím

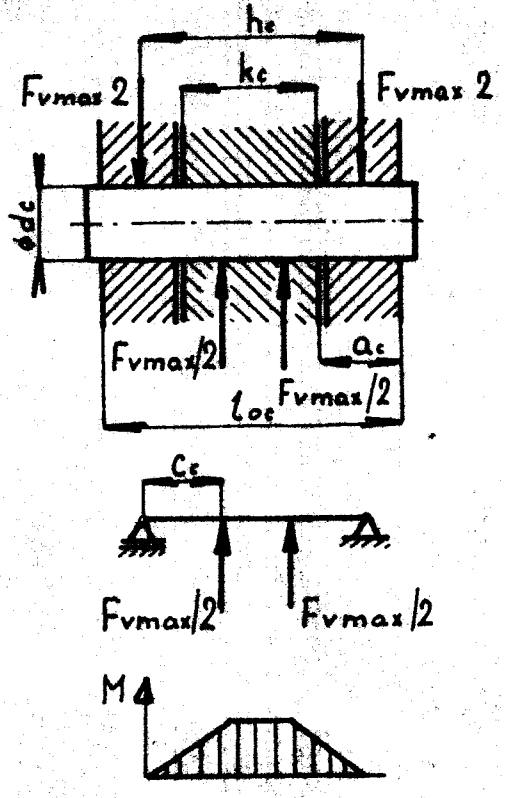
$$\sigma_{oH} \frac{6 \cdot k_d \cdot F_{vmaxo} \cdot (r_p - h_p)}{b_H^2 \cdot h_H} = \frac{6 \cdot 1,2 \cdot 1011 \cdot (0,12 - 0,023)}{0,038^2 \cdot 0,008} = 64,5 \cdot 10^6 Pa$$

Pro Mohrovu hypotézu je redukované napětí:

$\sigma_{redH} = \sqrt{\sigma_{oH}^2 + 4\tau_H^2} = \sqrt{64,5^2 + 4 \cdot 4,1^2} = 65$ MPa

$\sigma_{redH} < \sigma_{Do}$ ..... průřez A - A vyhovuje

3.7.5. Výpočet čepu páky a zadní pístnice.



obr. 19 Čep páky a zadní pístnice

Kontrola čepu na ohyb.

$$\sigma_{oc}=\frac{32\cdot k_d\cdot F_{vmax}\cdot c_c}{2\cdot\pi\cdot d_c^3}=\frac{32\cdot 1{,}2\cdot 1060\cdot 0{,}011}{2\cdot\pi\cdot 0{,}01^3}=71{,}3\cdot 10^6\,Pa$$

Pro materiál čepu 11 600 je σ_{DO} = 150 MPa.

$\sigma_{oc}<\sigma_{DO}$ ..... **navržený ϕ čepu vyhovuje.**

Kontrola čepů na průhyb.

Průhyb čepu nesmí překročit vůli čepu v ojnici.

Pro uložení čepu v klikového ložiska je zvolena pravděpodobná vůle 10 . 10^{-6}m.

$$J_c=\pi\cdot d_c^4/64=\pi\cdot 0{,}01^4/64=4{,}9\cdot 10^{-10}\,m^4$$

$$w_{max\,c}=\frac{k_d\cdot F_{vmax}\cdot c_c}{2\cdot 24\cdot E\cdot J_c}\left(3\cdot l_c^2-4\cdot c_c^2\right)=\frac{1{,}2\cdot 1060\cdot 0{,}011}{2\cdot 24\cdot 2{,}1\cdot 10^{11}\cdot 4{,}9\cdot 10^{-10}}\left(3\cdot 0{,}031^2-4\cdot 0{,}011^2\right)=6{,}8\cdot 10^{-6}\,m$$

Kontrola čepu a kluzného ložiska na otlačení.

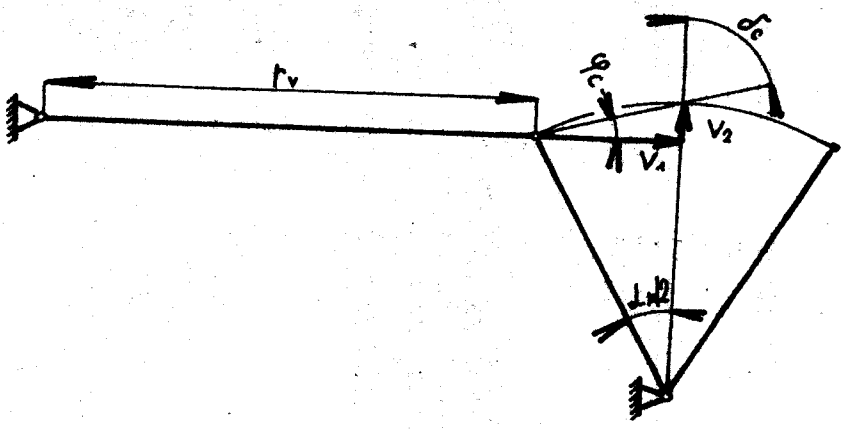
Čep a kluzné ložisko jsou namáhány stejným tlakem.

$$p_c = \frac{k_d \cdot F_{vmax}}{2 \cdot d_c \cdot a_c} = \frac{1,2 \cdot 1060}{2 \cdot 0,01 \cdot 0,009} = 7 \cdot 10^6 Pa$$

Dovolené otlačení pro materiál : kalená ocel na ocel je 9 MPa. Maximální zatížení, které kluzné ložisko M - DX při dynamickém zatížení a jednosměrném namáhání při montáži snese je 20 MPa.

3.7.5.1. Určení životnosti ložiska.

Při určení životnosti se vychází z obvodové rychlosti čepu a z měrného otlačení ložiska.
Podle součinu těchto veličin se určí z diagramu /6/ životnost ložiska.



obr. 20 Kinematické schema horní páky

Průměrná pracovní síla

$$F_{sv} = \frac{2}{3} F_{vII} = \frac{2}{3} 596,3 = 397 N$$

Dle F_{sv}, průměru válce a užitého ventilu se určí z diagramu katalogu fy. Festo Pneumatic rychlost pístnice v_1.

Pro uvažovaný vnitřní 1/8" je v_1 = 100 mm/sec.

$$v_2 = v_1 \cdot tg\,\varphi_c = 100\,tg\,8{,}75° = 15{,}4\ mm \cdot sec^{-1}$$

$$\delta_c = \frac{180 - \lambda_n/2}{2} = \frac{180 - 35/2}{2} = 81{,}25°$$

$$\varphi_c = \pi/2 - \delta_c = \pi/2 - 81{,}25 = 8{,}75°$$

Úhlová rychlost čepu :

$$\omega_c = v_2 \cdot r_v^{-1} = 15{,}4 \cdot 591^{-1} = 0{,}026\ 1 \cdot s^{-1}$$

Obvodová rychlost čepu :

$$v_c = \frac{d_c \cdot \omega_c}{2} = \frac{0{,}01 \cdot 0{,}026}{2} = 0{,}0001\ m/s$$

Otlačení kluzného ložiska při působení síly F_{Sv} .

$$p_s = \frac{F_{sv}}{d_c \cdot k_c} = \frac{397}{0{,}01 \cdot 0{,}018} = 2{,}2 \cdot 10^6\ Pa$$

$$v_c \cdot p_s = 0{,}0001 \cdot 2{,}2 \cdot 10^6 = 2{,}2 \cdot 10^2\ Pa \cdot m/s$$

Pro součin $p_s \cdot v_s$ = 2,2.10^{-4} MPa.m/s je odečtena z diagramu /6/ životnost kluzného ložiska 50 000 hod.

3.7.6. Výpočet nosníku.

Nosník je svařence skříňovitého tvaru z tyče průřezu U 6 1/2 vyztužené pásem. Smykové napětí se při výpočtu zanedbává. Nosník je v řezu A - A namáhán napětím ohybovým

$$\sigma_{ON} = \frac{k_d \cdot F_{vmax\check{z}}}{W_{oxN}} + \frac{k_d \cdot F_{vmax}}{S_N} + \frac{F_a \cdot l_N}{W_{oxN}} + \frac{q_N \cdot l_N^2}{2 \cdot W_{oxN}} =$$

$$= \frac{1{,}2 \cdot 1060 \cdot 0{,}084}{1{,}3 \cdot 10^{-5}} + \frac{1{,}2 \cdot 1060}{1{,}1 \cdot 10^{-3}} + \frac{17{,}5 \cdot 0{,}47}{1{,}3 \cdot 10^{-5}} + \frac{99 \cdot 0{,}47}{1{,}3 \cdot 10^{-5}} = 11{,}1 \cdot 10^6\ Pa$$

Pro materiál 10 373 je σ_{DO} = 110 MPa .

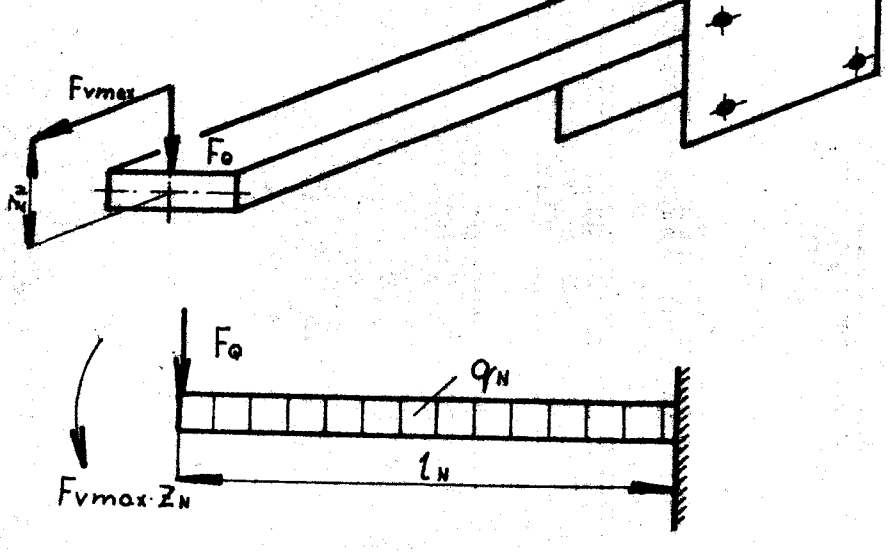
$\sigma_{ON} < \sigma_{DO}$ ..... průřez A - A vyhovuje.

Výpočet průhybu převislého konce.

$$w_N = \frac{1}{E \cdot J_{xN}} \left(\frac{F_{vmax} \cdot z_N \cdot l_N^2}{2} + \frac{F_Q \cdot l_N^3}{3} + \frac{q_N \cdot l_N^4}{8} \right) =$$

$$= \frac{1}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 2,7 \cdot 10^{-7}} \left(\frac{1060 \cdot 0,084 \cdot 0,47^2}{2} - \frac{17,5 \cdot 0,47^3}{3} - \frac{99 \cdot 0,47}{8} \right) = 0,00022\,m$$

Vypočítaný průhyb lze použít, protože povolený průhyb je $l_N/750 = 0,450/770 = 0,0006m$ a to je větší hodnota než vypočítaný průhyb $w_N = 0,00022m$.



obr. 21 Nosník

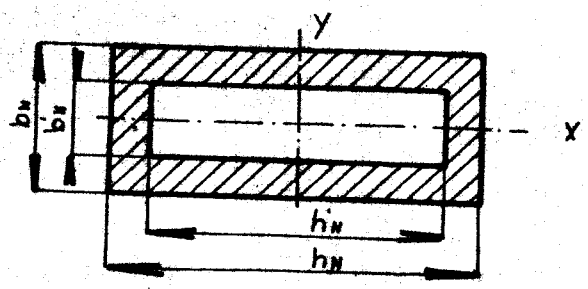
Navržený nosník vyhovuje pevnostním podmínkám, protože $\sigma_{oN} < \sigma_{Do}$; $w_N < \frac{l_N}{750}$

Výpočet průřezových modulů.

$$J_{xN} = \frac{b_N^3 \cdot h_N - b_N'^3 \cdot h_N'}{12} = \frac{0,042^3 \cdot 0,065 - 0,031^3 \cdot 0,054}{12} = 2,7 \cdot 10^{-7}\,m^4$$

$$W_{oxN} = \frac{2 \cdot J_{xN}}{b_N} = \frac{2 \cdot 2,7 \cdot 10^{-7}}{0,042} = 1,3 \cdot 10^{-5}\,m^3$$

$$S_N = b_N \cdot h_N - b'_N \cdot h'_N = 0{,}042 \cdot 0{,}065 - 0{,}031 \cdot 0{,}054 = 1{,}1 \cdot 10^{-3}\ m^2$$



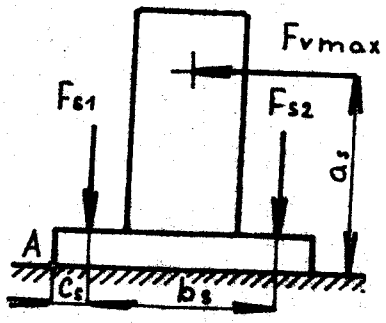
obr. 22 Průřez nosníku

Síla způsobená hmotnostmi působící na stojan válce.

$$F_e = \frac{(G_v + 2 \cdot G_r + 4 \cdot G_s) \cdot n_e \cdot g}{2} = \frac{(2 + 2 \cdot 0{,}38 + 4 \cdot 0{,}04) \cdot 1{,}2 \cdot 9{,}81}{2} = 17{,}5\,N$$

3.7.7. Kontrola šroubu stojanu válce.

Šrouby jsou namáhány na tah. Je zvolen šroub M 10. Pro materiál 11 500 je $\sigma_{Dt} = 130$ MPa .



obr. 23 Stojan válce

Namáhání šroubu na tah od ohybového momentu.

Momentová rovnice k bodu A.

$$k_d \cdot F_{vmax} \cdot a_s = F_{s1}^{I} \cdot c_s + F_{s2}^{I} (c_s + b_s)$$

$$\frac{F_{s1}^{I}}{F_{s1}^{F}} = \frac{c_s}{c_s + b_s}$$

$$F_{s2}^{I} = \frac{k_d \cdot F_{vmax} \cdot a_s}{\frac{c_s^2}{c_s + b_s} + c_s + h_s} = \frac{1.2 \cdot 1060 \cdot 58}{\frac{13^2}{13+80} + 13 + 80} = 778,1\,N$$

Namáhání šroubu na tah od posouvající síly.

$$F_{s2}^{II} = \frac{k_d \cdot k_b \cdot F_{vmax}}{2f} = \frac{1.2 \cdot 2 \cdot 1060}{2 \cdot 0.15} = 8480\,N$$

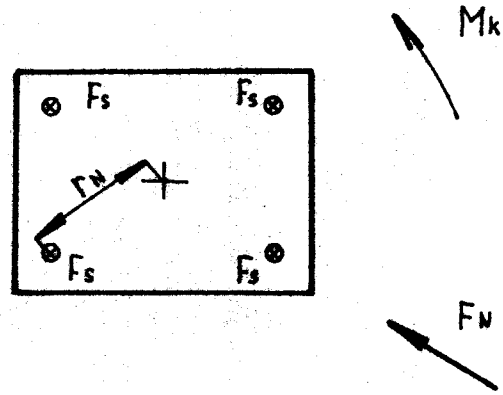
$$F_{s2} = F_{s2}^{I} + F_{s2}^{II} = 778,1 + 8480 = 9\,258,1\,N$$

$$d_s = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{s2}}{\pi \cdot \sigma_{Dt}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9258,1}{\pi \cdot 130 \cdot 10^6}} = 0,0095\ m$$

Navržený šroub vyhovuje, protože zvolený ∅ šroubu je větší než d_s.

3.7.8. Kontrola šroubu nosníku.

Šrouby jsou namáhány na tah. Je navržen šroub M 12.
Pro materiál šroubu 11 500 je σ_{Dt} = 130 MPa.
Šrouby přenáší kroutící moment a sílu třením mezi styčnými deskami a nosníku.



obr. 24 Styčná deska nosníku

Kroutící moment M_{kN} je moment od hmotností jednotlivých částí nosníku a od reakce páky v nosníku vztažené ke středu styčné desky.

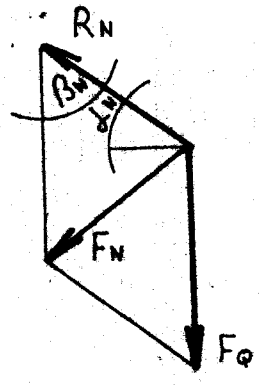
$$F_S^I = \frac{k_d \cdot k_D \cdot M_{kN}}{4 \cdot r_N \cdot f} = \frac{1.2 \cdot 2 \cdot 123}{4 \cdot 0,087 \cdot 0,15} = 5655\,N$$

$$F_S^{II} = \frac{k_d \cdot k_D \cdot F_N}{4 \cdot f} = \frac{1.2 \cdot 2 \cdot 1718,9}{4 \cdot 0,15} = 6875,6\,N$$

$$F_S = F_S^I + F_S^{II} = 5655 + 6875,6 = 12530,6\,N$$

$$d_N = \sqrt{\frac{4 \cdot F_S}{\pi \cdot \sigma_{Dt}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12530,6}{\pi \cdot 130 \cdot 10^6}} = 0,011\,m$$

Navržený šroub vyhovuje, protože zvolený ϕ šroubu je větší než vypočítaný ϕ d_N.



obr. 25 Silový obrazec

$$\beta_N = \frac{2\pi - 2(\alpha_N + \pi/2)}{2} = \frac{2\pi - 2(19,95 + \pi/2)}{2} = 70°$$

$$F_N = \sqrt{R_N^2 + F_Q^2 - 2 \cdot R_N \cdot F_Q \cdot \cos\beta_N} = \sqrt{1770,4^2 + 173,5^2 - 2 \cdot 1770,4 \cdot 173,5 \cdot \cos 70°} = 1719\,N$$

Síla F_Q je síla od hmotností jednotlivých částí nosníku.

3.7.9. Zadání a popis ovládání otvíracího mechanismu klapaček.

Pneumatický obvod ovládání otvíracího mechanismu je navržen tak, aby se klapačka otvírala jen při otevřených ramenech lisovacího mechanismu a zaaretovaném otočném stolu ve správné poloze. Dále nesmí dojít k zavření klapačky, jsou-li v prostoru mezi tvárnicemi rameny lapače kapky.
Tím se zabrání případné destrukci jednotlivých mechanismů karuselového lisu. Pracovní obvod pneumatického motoru (M) je připojen k rozvodu tl.vzduchu o tlaku 0,6MPa.
Ovládání rozvaděčů (R1,R2) a ventilů (VB1, VB2) je pneumatické a dále ventilů (V1 - V7) mechanické.
Rychlost pneumatického motoru je regulována pomocí škrticích ventilů (VS1 - VS4) a zpětných ventilů (VZ1 - VZ4).
Pneumatický motor má zabudované tlumení koncových poloh. K zabránění nadměrnému silovému zatížení jednotlivých mechanismů v I. stanici karuselového lisu je použito obvodu s blokovacími ventily (VB1, VB2) a s redukčním ventilem (VR), který zreduku-je tlak na 0,2 MPa.
Činnost karuselového lisu je řízena programovým ústrojím, jehož pohyb je synchronizován s pohybem dávkovače.

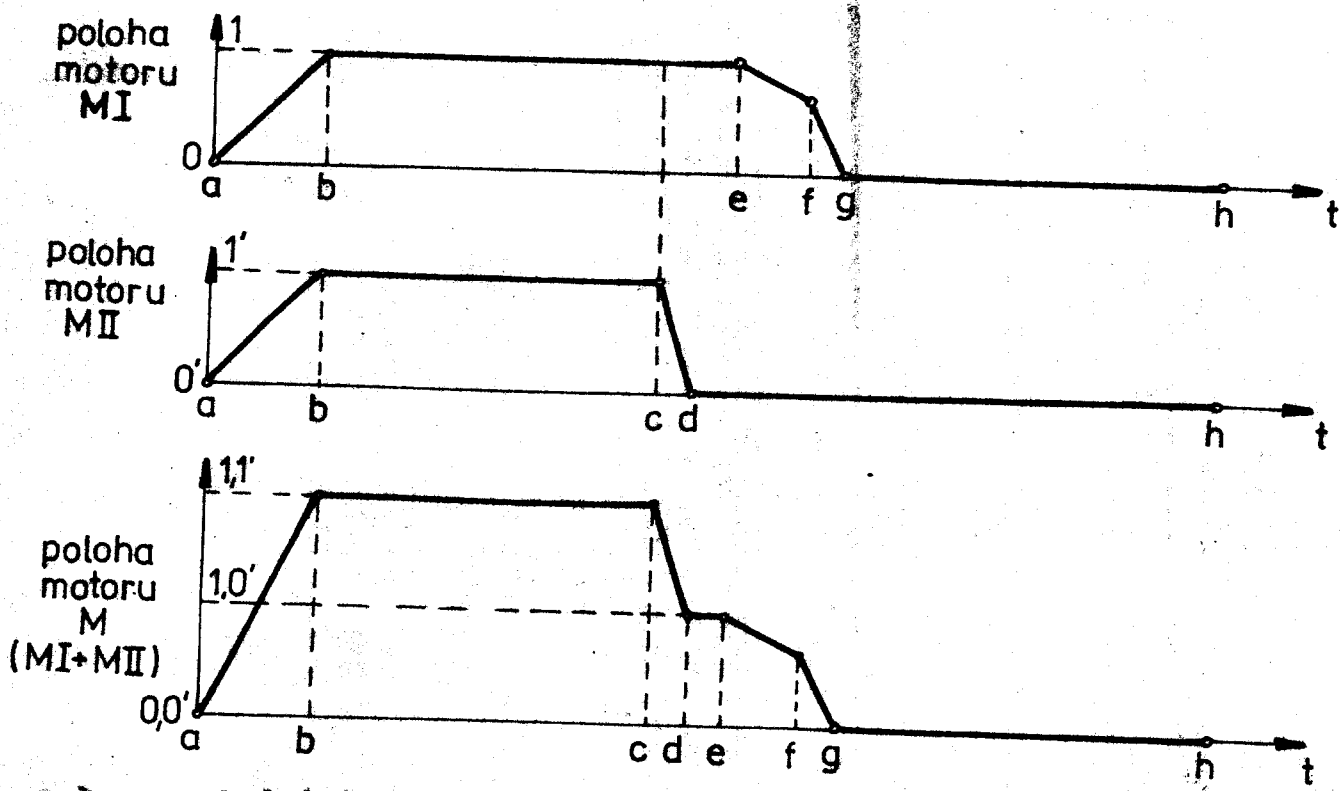
Popis činnosti.

Akčním členem pneumatického obvodu je atypický čtyřpolohový pneumatický válec. Pístnice jedné části (M I) je zakotvena na rámu stroje. Pístnice druhé části (M II) je pevně připojena k ovládací páce. Po otevření ventilu (V 6) v programovém ústro-jí pomocí vačky se tlakový vzduch dostává do levé strany řídícího prvku (L 1) - signál y_1 - .

Je-li pod tlakem i pravá strana - signál x_1 - , t.j. je-li stůl zasunutý, dostane se přes ruční ventil (VV) do pravé strany řídícího prvku (L 3) - signál x_3- . Na opačnou stranu - signál y_3 - je přiváděn tlakový vzduch přes ventil (V 1).
Otevření ventilu zajišťují otevřená ramena lisovacího mechanismu.
Z řídícího prvku (L 3) se tlakový vzduch dostává - signály i_1,i_2- k čtyřcestnému dvojpolohovému pneumatickému rozvaděči (R 1,R 2).
Oba rozvaděče jsou přestaveny do polohy "2" a tlakový vzduch o hodnotě 0,6 MPa se dostává do obou částí pneumatického motoru.
Pomocí části (M I) je tělesno válce vytlačováno od středu stolu a pomocí pístu části (M II) je zároveň vytlačována stejným směrem i pístnice druhé části.
Tím dojde k otevření klapačky.

Pro zavření klapačky do mezipolohy musí být kapkolapka otevřena a vačka v řídícím sloupku musí zasunout ventil (V 7).
Řídící tlak prochází přes ventily (V 3, V 4, V 7) k prvku (L 2).
Je-li na (L 2) signál x_2, y_2, pak řídící tlak přestaví rozvaděč (R 2) a blokovací ventily (VB1,VB2) do polohy "1". Tlakový vzduch přestaví píst (M II) do polohy"O"a současně se uzavře přívod pracovního tlaku o hodnotě 0,6 MPa (VB1) a otevře se pomocí ventilu (VB2) větev s redukovaným tlakem na 0,2 MPa, kterou proudí redukovaný tlak do (M I).
Při tvarování výrobku překonává lis tlak ve válci (M II), jehož pohyb se koná ve směru 1-O.
Před vlastním dolisováním přestaví rameno lisovacího mechanismu ventil (V2), kterým proudí řídící tlak - signál z_1 - k (R 1).
Signál z_1 přestaví pneumatický rozvaděč (R 1) do polohy "1" a vzduchina o tlaku 0,6 MPa proudí do válce (M I). Tím vzniká protitlak, který přestaví válec (M I) do polohy O.

Nyní je sražen styk klapačka - páka a otočný stůl karuselového lisu je připraven k otočení do další pracovní polohy.



a-b ... otvírání klapačky

b-c ... klapačka v otevřené poloze

c-d ... zavírání klap. do mezipolohy

d-e ... klapačka v mezipoloze

e-f ... lisování

f-g ... odjíždění páky do počáteční polohy

g-h ... páka v počáteční poloze

obr. 26 Pracovní diagram pneumatického čtyřpolohového válce

Spotřeba energie.

Pneumatický čtyřpolohový válec nového otvíracího mechanismu má spotřebu 314,2 cm^3 tlakového vzduchu na jeden pracovní cyklus. Spotřeba současného otvíracího a stavěcího mechanismu činí 966 cm^3 tlakového vzduchu.

Použitím nového rekonstruovaného otvíracího mechanismu tak vzniká 67,5% úspora energie.

4. Závěr.

Zavedení strojní linky na výrobu lustrových ověsů přineslo zvýšení produktivity práce, snížení zmetkovitosti, zvýšení jakosti výlisků, přičemž byla odstraněna těžká fyzická práce sklářských dělníků.

Jedním ze stěžejních úkolů při řešení konstrukce karuselového lisu KL - 1 byl návrh lisovací stanice.
Původní řešení a rekonstrukce, která byla provedena v průběhu zkušebního provozu za použití stavěcího mechanismu, nesplňovalo požadavky kladené na technologii výroby a konstrukční uspořádání, což vedlo k zmetkovitosti výroby.

Dané problémy jsou řešeny v této diplomní práci.
V úvodní části je proveden rozbor a popis současného stavu a jsou zde zachyceny nedostatky a jednotlivé problémy.
V další části práce je proveden návrh jednotlivých variant a nejvhodnější způsob řešení zpracován početně a konstrukčně ve formě sestavného výkresu s přílohou pneumatického obvodu ovládání otvíracího mechanismu klapačky v první stanici s návazností na ostatní činnosti a mechanismy karuselového lisu.
Pneumatický obvod je navržen tak, aby při nedodržení sledu jednotlivých operací výrobní technologie nedošlo k destrukci jednotlivých mechanismů karuselového lisu.

Hlavním přínosem vyřešení tohoto problému je snížení zmetkovitosti a poruchovosti celé výrobní linky, snížení spotřeby tlakového vzduchu o 67,5% vzhledem ke spotřebě tlakového vzduchu současného otvíracího a stavěcího mechanismu, realizovatelnost seřízení polohy klapačky i za chodu stroje a tím zdokonalení karuselového lisu, který jinak jako celek má špičkové parametry.

Výrobou lustrových ověsů na karuselovém lisu získáme výrobky o stejných rozměrech a tvarech v užší toleranci, než při ruční výrobě.

Tím je umožněna realisace vývoje nového zařízení na broušení a leštění lustrových ověsů a další radikální zvýšení produktivity práce a zároveň snížení počtu potřebných pracovních sil při dokončovacích operacích lustrových ověsů.

5. Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce s. Ing. Jaroslavu Beldovi, CSc, konsultantovi s. Ing. Antonínu Havelkovi z VŠST Liberec a konsultantovi s. Ing. Miloslavu Bauerovi z k.p. Jablonecké sklárny Desná, kteří mi svými radami a věcnými připomínkami pomohli při vypracování diplomové práce.

6. Seznam použité literatury

/ 1 / ČERNOCH S. : Strojně technická příručka.
I a II svazek
SNTL Praha 1977.

/ 2 / BARTOŠ J. a kol. : Strojnické tabulky.
SNTL Praha 1970.

/ 3 / PÍŠNÝ A. : Části strojů.
SZN Praha 1972.

/ 4 / VRZAL B. a kol. : Strojnické tabulky.
I a II svazek
SNTL Praha 1972.

/ 5 / PEŠINA E. - REIF P. : Sbírka příkladů z pružnosti a
VALENTA F. pevnosti.
SNTL Praha 1964.

/ 6 / ZVLO - Mokrad : Ložiska M - DK .

/ 7 / FESTO - Maschinenfabrik : Pneumatické prvky pro
Ges.m.b.H. automatizaci.
1171 Wien
Haslingergasse 11

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. hmota	Hr. hmota	Číslo výkresu	Poz.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	ŠROUB M8x20	ČSN 02 1101							29
8	ŠROUB M6x20	ČSN 02 1101							30
2	ŠROUB M5x30	ČSN 02 1101							31
4	ŠROUB M5x15	ČSN 02 1101							32
2	ŠROUB M5x75	ČSN 02 1101							33
4	ŠROUB M4x60	ČSN 02 1101							34
4	ŠROUB M4x22	ČSN 02 1101							35
2	ŠROUB M4x8	ČSN 02 1101							36
6	ŠROUB M4x12	ČSN 02 1101							37
2	ŠROUB M4x10	ČSN 02 1101							38
2	ŠROUB M4x10	ČSN 02 1185							39
2	MATICE M20x1,5	ČSN 02 1401							40
4	MATICE M12x1,25	ČSN 02 1401							41
2	MATICE M10x1,25	ČSN 02 1401							42
4	MATICE M5	ČSN 02 1401							43
6	MATICE M4	ČSN 02 1401							44
1	MATICE KM5	ČSN 02 3630							45
2	KOLÍK 8x28	ČSN 02 2151							46
2	KOLÍK 6x32	ČSN 02 2151							47
4	PODLOŽKA 5,3	ČSN 02 1702.11							48
4	PODLOŽKA 13,2	ČSN 02 1714							49
3	PODLOŽKA 13,2	ČSN 02 1714							50
2	PODLOŽKA 10,2	ČSN 02 1714							51
4	PODLOŽKA 8,2	ČSN 02 1714							52
8	PODLOŽKA 6,1	ČSN 02 1714							53
4	PODLOŽKA 4,1	ČSN 02 1714							54
1	KROUŽEK 47	ČSN 02 2931							55
1	KROUŽEK 25	ČSN 02 2930							56

Kreslil M. ŠOUŘEK

1:1

MECHANISMUS OTVÍRÁNÍ KLAPAČEK V I. POSICI DP 352/80-01-00

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. hmota	Hr. hmota	Číslo výkresu	Poz.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	ŠROUB M8x20	ČSN 02 1101							29
8	ŠROUB M6x20	ČSN 02 1101							30
2	ŠROUB M5x30	ČSN 02 1101							31
4	ŠROUB M5x15	ČSN 02 1101							32
2	ŠROUB M5x75	ČSN 02 1101							33
4	ŠROUB M4x60	ČSN 02 1101							34
4	ŠROUB M4x22	ČSN 02 1101							35
2	ŠROUB M4x8	ČSN 02 1101							36
6	ŠROUB M4x12	ČSN 02 1151							37
2	ŠROUB M4x10	ČSN 02 1151							38
2	ŠROUB M4x10	ČSN 02 1185							39
2	MATICE M20x1,5	ČSN 02 1403							40
4	MATICE M12x1,25	ČSN 02 1401							41
2	MATICE M10x1,25	ČSN 02 1401							42
4	MATICE M5	ČSN 02 1401							43
6	MATICE M4	ČSN 02 1401							44
1	MATICE KM5	ČSN 02 3630							45
2	KOLÍK 8x28	ČSN 02 2153							46
2	KOLÍK 6x32	ČSN 02 2153							47
4	PODLOŽKA 5,3	ČSN 02 1702 .11							48
4	PODLOŽKA 12,2	ČSN 02 1714							49
3	PODLOŽKA 12,2	ČSN 02 1714							50
2	PODLOŽKA 10,2	ČSN 02 1714							51
4	PODLOŽKA 8,2	ČSN 02 1714							52
8	PODLOŽKA 6,1	ČSN 02 1714							53
4	PODLOŽKA 4,1	ČSN 02 1714							54
1	KROUŽEK 47	ČSN 02 2931							55
1	KROUŽEK 25	ČSN 02 2930							56

Měřítko 1:1

Kreslil M. ŠOUREK

Přezkoušel

Výr. projednal

Čís. zmn.

Liberec

MECHANISMUS OTVÍRÁNÍ KLAPAČEK V I. POSICI

DP 352/80-01-00

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. hmota	Hr. hmota	Číslo výkresu	Poz.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NOSNÍK	SVAŘENEC							1
1	STOJAN	SVAŘENEC							2
1	LOŽISKOVÉ TĚLESO	SVAŘENEC							3
1	OTVÍRACÍ PÁKA KLAPAČKY	SVAŘENEC							4
1	PÁKA VÁLCE	SVAŘENEC							5
1	STOJAN VÁLCE	SVAŘENEC							6
1	NOSNÍK ROZVADĚČU	SVAŘENEC							7
1	KLUZNÝ SEGMENT	SVAŘENEC							8
1	NARÁŽKA	SVAŘENEC							9
1	KRYT PLECH 3	ČSN 42 53[illegible]	11 370.1		001				10
1	VIDLICE PÁKY 4HR 45-90	ČSN 42 552[illegible]	11 500.0		001				11
1	VIDLICE STOJANU 4HR 45-75	ČSN 42 5520	11 500.0		001				12
1	VODÍCÍ ČLEN 30x60-68	ČSN 42 5522	11 500.0		001				13
1	DESTIČKA 28x8-48	ČSN 42 5523	12 020.4	12 020.1	002				14
1	ŠROUBOVÁ SPOJKA Ø 40-100	ČSN 42 5510	11 500.0		001				15
1	HŘÍDEL Ø 30-180	ČSN 42 5510	11 500.0		001				16
2	ČEP ø 14-54	ČSN 42 5510	11 600.4	11 600.0	001				17
1	MATICE 6HR 30-14	ČSN 42 6530	11 500.2		001				18
1	VÍKO TĚSNĚNÍ ø 80-17	ČSN 42 5510	11 500.0		001				19
1	PŘÍRUBA TĚSNĚNÍ ø 80-15	ČSN 42 5[illegible]10	11 500.0		001				20
1	ROZPĚRKA TRUBKA ø 38x7-18	ČSN 42 5715	11 416.1		001				21
1	ROZPĚRKA TRUBKA ø 38x7-29	ČSN 42 5715	11 416.1		001				22
1	ROZPĚRKA TRUBKA ø 38x7-15	ČSN 42 5715	11 416.1		001				23
1	PODLOŽKA TRUBKA ø 38x7-4	ČSN 42 5715	11 416.1		001				24
1	PODSTAVEC 40x60-53	ČSN 42 5522	10 370.0		001				25
4	ŠROUB M12x3[illegible]	ČSN 02 110[illegible]							26
3	ŠROUB M12x25	ČSN 02 1101							27
2	ŠROUB M10x35	ČSN 02 1101							28

M. ŠOUREK

1:1

MECHANISMUS OTVÍRÁNÍ KLAPAČEK V I. POSICI

DP 352/80-01-00

2	PS-1020 DX								
1	HLAVICE M6	ČSN 02 7451							64
1	VÁLEC DPC-50-20/60PPV							FESTO 1.346	65
2	SPINAČ V3-M5							FESTO 2.124	66
1	BLOKOVACÍ VENTIL VL-2-1/8							FESTO 2.310	67
2	ROZVADĚČ JP-4-1/8							FESTO 2.340	68
4	ŠKRTÍCÍ VENTIL GR-1/8							FESTO 2.612	69
3	TLUMIČ U-1/8							FESTO 3.210	70
4	SPOJKA E-1/8-1/8							FESTO 3.315	71
1	HADICE PP6-2000							FESTO 3.305	72
11	PŘÍPOJKA CK-1/8-PK-6							FESTO 3.307	73
4	PŘÍPOJKA CK-1/8-PK-4							FESTO 3.307	74
4	PŘÍPOJKA LCK-1/8-PK-6A1							FESTO 3.308	75
1	PŘÍPOJKA TCK-1/8-PK6A1							FESTO 3.308	76
2	PŘÍPOJKA G-1/8-a/1							FESTO 3.312	77
Poznámka: FESTO = katalog "Pneumatické prvky pro automatizaci "									
fa. FESTO - Maschinenfabrik Ges.m.b.H. 1171 Wien, Haslingergasse 11.									
Další příslušenství - pneumatické prvky: SPINAČ V3-M5								FESTO 2.124	
				BLOKOVACÍ VENTIL VL-2-1/8				FESTO 2.310	
				REDUKČNÍ VENTIL LR-1/8				FESTO 3.127	
POVRCHOVÁ ÚPRAVA: - 1x základní nátěr S-2000-ČSN 673 900									
LOŽISKA, POZICE 62, 63 - mazat tukem TPH 2.									

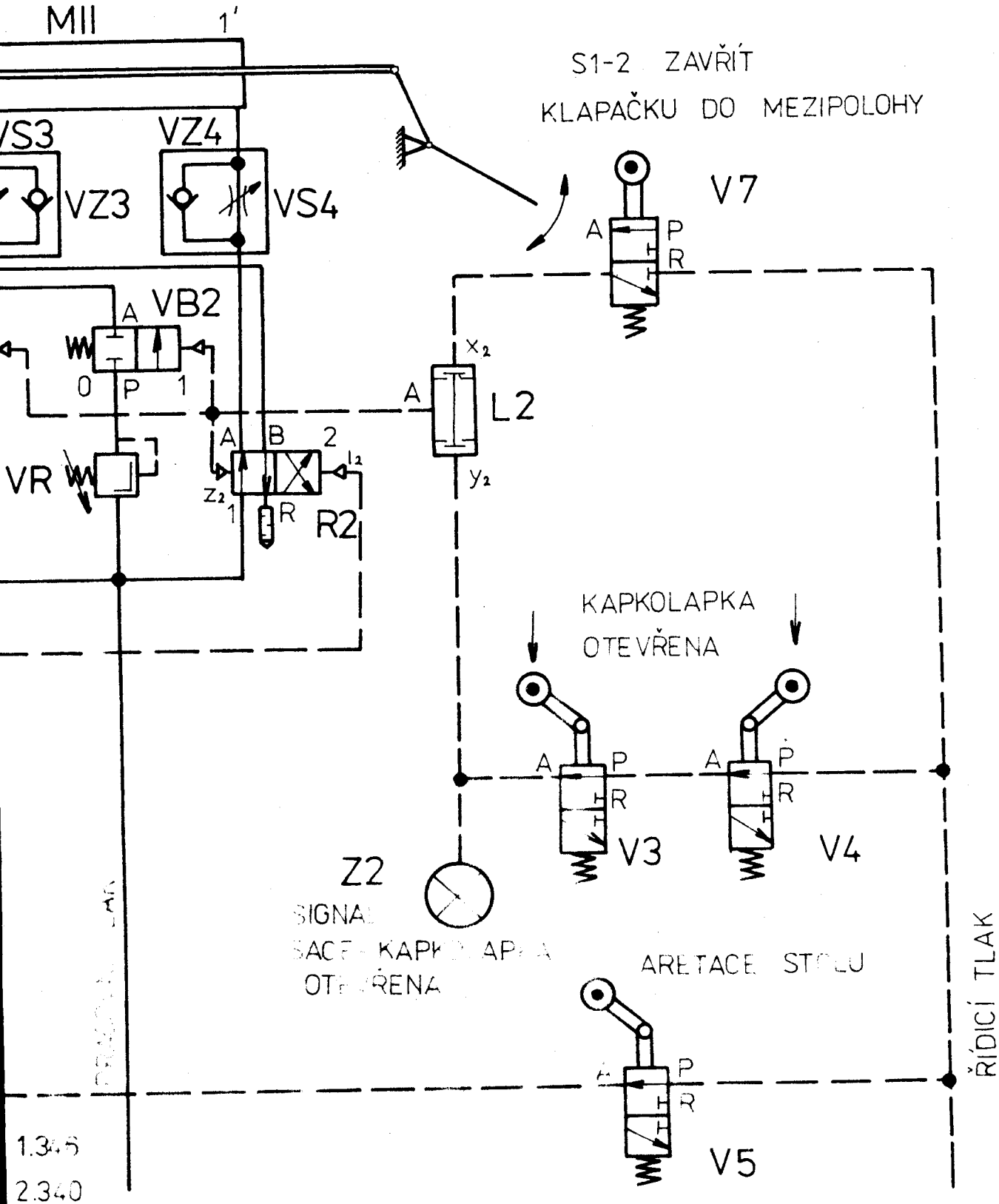
M. ŠOUREK

1:1

MECHANISMUS OTVÍRÁNÍ KLAPAČEK V I. POSICI

DP 352/80-01-00

NÍ KLAPAČKY V 1. POSICI č.v – DP 352/80-02-00



1.345

2.340

Festo 2.612

8 Festo 2.310

M5 Festo 2.124

3-M5 Festo 2.124

Z2-signálka OH-22-ZELENÁ Festo 3.340

VV-vypinač N-3-M5 Festo 2.124

VR-redukční ventil LR-1/8 Festo 3.127

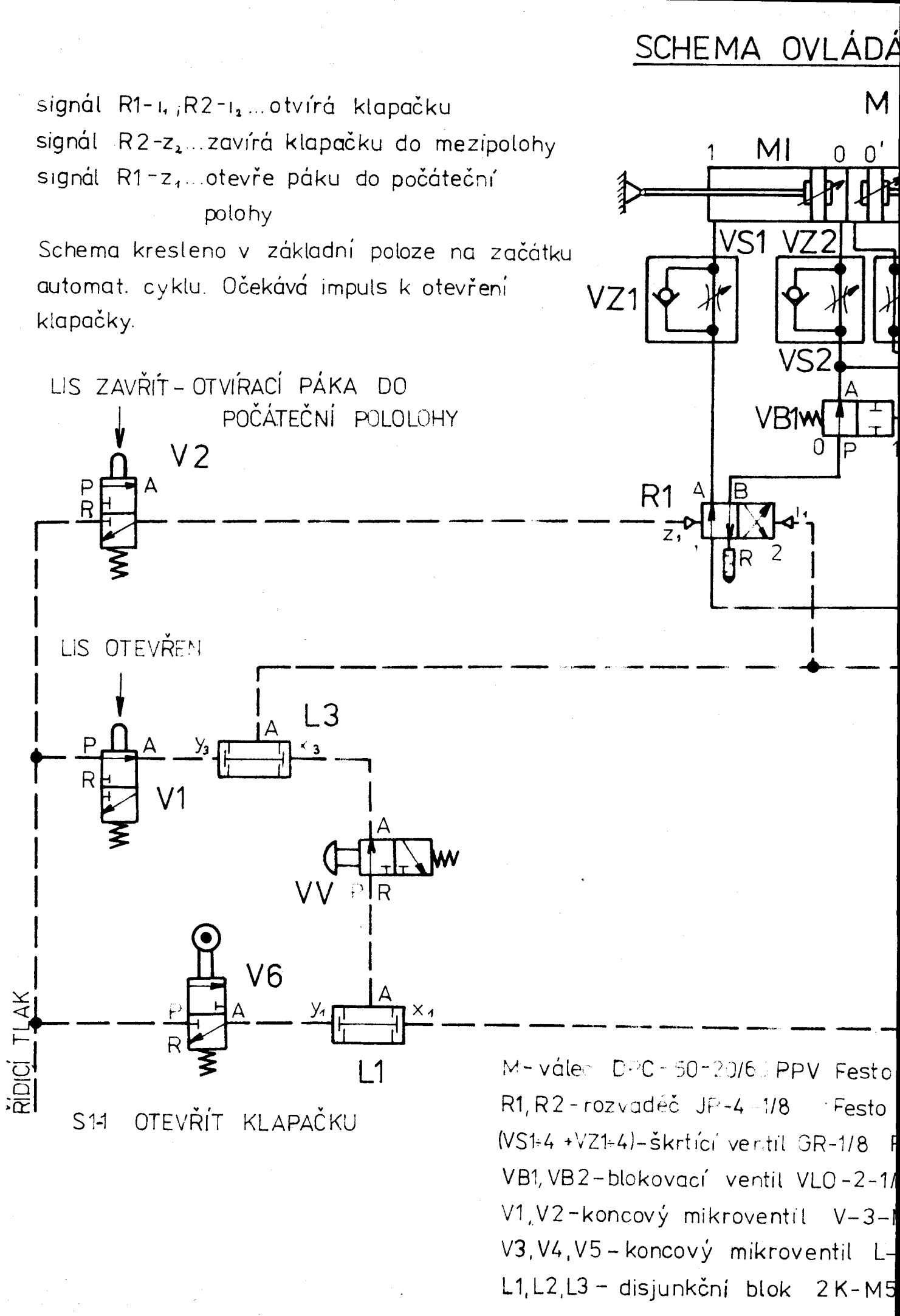
V6,V7-ventil v řídícím sloupku

c12 Festo 2.803

SCHEMA OVLÁDÁ

signál R1-i_1 ; R2-i_2 ... otvírá klapačku
signál R2-z_2 ... zavírá klapačku do mezipolohy
signál R1-z_1 ... otevře páku do počáteční polohy

Schema kresleno v základní poloze na začátku automat. cyklu. Očekává impuls k otevření klapačky.



M - válec DPC-50-20/6 PPV Festo
R1, R2 - rozvaděč JP-4-1/8 Festo
(VS1÷4 + VZ1÷4) - škrtící ventil GR-1/8
VB1, VB2 - blokovací ventil VLO-2-1/
V1, V2 - koncový mikroventil V-3-
V3, V4, V5 - koncový mikroventil L-
L1, L2, L3 - disjunkční blok 2K-M5

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. hmota	Hr. hmota	Číslo výkresu	Poz.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	KROUŽEK 10	ČSN 02 2930							57
1	POJISTNÁ PODLOŽKA MB5	ČSN 02 3640							58
2	KROUŽEK 5x6.5-130	ČSN 02 3655							59
4	TĚSNÍCÍ KROUŽEK 10x16	ČSN 02 9310 .3							60
2	PERO 8e7x7x36	ČSN 02 2562							61
2	LOŽISKO 16 005	ČSN 02 4630							62
2	POUZDRO PS-1020 DX							ZVLO-MOKRAĎ	63
1	HLAVICE M6	ČSN 02 7451							64
1	VÁLEC DPC-50-20/60PPV							FESTO 1.346	65
2	SPINAČ V3-M5							FESTO 2.124	66
1	BLOKOVACÍ VENTIL VLO-2-1/8							FESTO 2.310	67
2	ROZVADĚČ JP-4-1/8							FESTO 2.340	68
4	ŠKRTÍCÍ VENTIL GR-1/8							FESTO 2.612	69
3	TLUMIČ U-1/8							FESTO 3.210	70
4	SPOJKA E-1/8-1/8							FESTO 3.315	71
1	HADICE PP6-2000							FESTO 3.305	72
11	PŘÍPOJKA CK-1/8-PK-6							FESTO 3.307	73
4	PŘÍPOJKA CK-1/8-PK-4							FESTO 3.307	74
4	PŘÍPOJKA LCK-1/8-PK-6A1							FESTO 3.308	75
1	PŘÍPOJKA TCK-1/8-PK6A1							FESTO 3.308	76
2	PŘÍPOJKA G-1/8-a/1							FESTO 3.312	77
Poznámka: FESTO = katalog "Pneumatické prvky pro automatizaci "									
fa. FESTO - Maschinenfabrik Ges.m.b.H. 1171 Wien, Haslingergasse 11.									
Další příslušenství - pneumatické prvky: SPINAČ V3-M5								FESTO 2.124	
				BLOKOVACÍ VENTIL VL-2-1/8				FESTO 2.310	
				REDUKČNÍ VENTIL LR-1/8				FESTO 3.127	
POVRCHOVÁ ÚPRAVA: - 1x základní nátěr S-2000-ČSN 673 900									
LOŽISKA, POZICE 62 63- mazat tukem TPH 2.									

M. ŠOUREK

1:1

MECHANISMUS OTVÍRÁNÍ KLAPAČEK V I. POSICI

DP 352/80-01-00

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. hmota	Hr. hmota	Číslo výkresu	Poz.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NOSNÍK	SVAŘENEC							1
1	STOJAN	SVAŘENEC							2
1	LOŽISKOVÉ TĚLESO	SVAŘENEC							3
1	OTVÍRACÍ PÁKA KLAPAČKY	SVAŘENEC							4
1	PÁKA VÁLCE	SVAŘENEC							5
1	STOJAN VÁLCE	SVAŘENEC							6
1	NOSNÍK ROZVADĚČU	SVAŘENEC							7
1	KLUZNÝ SEGMENT	SVAŘENEC							8
1	NARÁŽKA	SVAŘENEC							9
1	KRYT PLECH 3	ČSN 42 53[illegible]	[illegible] 370.1		001				10
1	VIDLICE PÁKY 4HR 45-90	ČSN 42 552[illegible]	11 500.0		001				11
1	VIDLICE STOJANU 4HR 45-75	ČSN 42 5520	11 500.0		001				12
1	VODÍCÍ ČLEN 30x60-68	ČSN 42 5522	11 500.0		001				13
1	DESTIČKA 28x8-48	ČSN 42 5523	12 020.4	12 020.1	002				14
1	ŠROUBOVÁ SPOJKA Ø 40-100	ČSN 42 5510	11 500.0		001				15
1	HŘÍDEL Ø 30-180	ČSN 42 5510	11 500.0		001				16
2	ČEP ø 14-54	ČSN 42 5510	11 600.4	11 600.0	001				17
1	MATICE 6HR 30-14	ČSN 42 6530	11 500.2		001				18
1	VÍKO TĚSNĚNÍ ø 80-17	ČSN 42 5510	11 500.0		001				19
1	PŘÍRUBA TĚSNĚNÍ ø 80-15	ČSN 42 5[illegible]10	11 500.0		001				20
1	ROZPĚRKA TRUBKA ø 38x7-18	ČSN 42 5715	11 416.1		001				21
1	ROZPĚRKA TRUBKA ø 38x7-29	ČSN 42 5715	11 416.1		001				22
1	ROZPĚRKA TRUBKA ø 38x7-15	ČSN 42 5715	11 416.1		001				23
1	PODLOŽKA TRUBKA ø 38x7-4	ČSN 42 5715	11 416.1		001				24
1	PODSTAVEC 40x60-53	ČSN 42 5522	10 370.0		001				25
4	ŠROUB M12x35	ČSN 02 1101							26
3	ŠROUB M12x25	ČSN 02 1101							27
2	ŠROUB M10x35	ČSN 02 1101							28

M. ŠOUREK

1:1

MECHANISMUS OTVÍRÁNÍ KLAPAČEK V I. POSICI

DP 352/80-01-00