

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní
Katedra: sklářských a keramických strojů Školní rok: 1987/88

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMELECKÉHO DÍLA, UMELECKÉHO VÝKONU)

pro Romana H o v o r k u
obor 23-21-8 Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební průmysl

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

Název tématu: Přístroj pro úpravu vnitřního povrchu skleněných obalů

Zásady pro vypracování:

Skleněné obaly používané pro výrobky vyžadují vysokou čistotu, jako jsou např. léky, lidská krev a jiné, se musí vyznačovat vysokou chemickou odolností jejich vnitřního povrchu. To lze v podstatě zajistit buď odpovídajícím složením skla a nebo úpravou vnitřního povrchu skleněných obalů vyráběných ze sodnovápenatého skla.

1. Seznamte se se současnými způsoby úpravy vnitřního povrchu skleněných obalů ze sodnovápenatého skla zejména pomocí tablet vyvinutých na VŠCHT v Praze.
2. Na základě alternativního rozboru navrhnete dávkovač tablet a jeho nejvhodnější umístění na jeho dráze mezi tvarovacím strojem a chladicí pecí s příslušnými výpočty.
3. Proveďte konstrukční řešení dávkovače tablet zvolené alternativy, které podpořte dílčím funkčním laboratorním ověřením.
4. Proveďte technickoekonomické zhodnocení.

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

V 38/885
stroje sklářské
dávkovače

Rozsah grafických prací: Sestavné výkresy konstrukce a návrhu umístění dávkovače tablet

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran textu včetně obrázků, schémat a výpočtů

Seznam odborné literatury:

Staněk, J.: Foukání a lisofoukání skla. SNTL, Praha, 1971.

Informace z cestovních zpráv a informace o technologickém výzkumu SU - OBAS k.p.

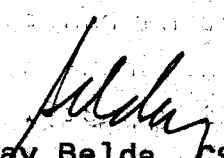
Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc.

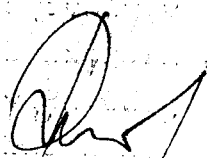
Datum zadání diplomové práce: 1.10. 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 10.5. 1988

L.S.


Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc.

Vedoucí katedry


Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Děkan

v Liberci dne 1.10. 1987

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
NOSITELKA ŘÁDU PRÁCE

Fakulta strojní

Obor 23 - 21 - 8

Stroje a zařízení pro chemický ,
potravinářský a spotřební průmysl
zaměření

Sklářské a keramické stroje

PŘÍSTROJ PRO ÚPRAVU VNITŘNÍHO POVRCHU SKLENĚNÝCH OBALŮ

Roman Hovorka

DP 143 / 88

Vedoucí práce : Doc.Ing. Jaroslav Belda, Csc. vedoucí KSK
Konzultant : Dr. J. Kada , technolog - OBAS Teplice

Rozsah práce :

Počet stran		45
Počet tabulek		1
Počet obrázků		20
Počet výkresů		3
Počet modelů		0

datum odevzdání 10. 5. 1988

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

Roman Hovorka

v Liberci 17. května 1968

Obsah

	Strana
1. Úvod	6
2. Způsoby vnitřní úpravy skleněných obalů	7
2.1 I.T. Process firmy BALL	8
2.2 Dávkovač firmy SGD	9
2.3 Dávkovač na tablety	10
3. Popis strojního zařízení AL 106	12
4. Možnosti umístění dávkovacího zařízení	15
5. Varianty dávkovacího zařízení	17
5.1 Dávkovač se zásobujícím bubnem	17
5.1.1 Zásobující buben	18
5.1.2 Mechanický odměřovač	19
5.2 Dávkovač se zásobujícím kotoučem	20
5.2.1 Zásobující kotouč	21
5.2.2 Dávkovač	22
5.3 Dávkovač se šikmým nabíracím kotoučem	23
5.4 Rozhodovací analýza	24
5.5 Umístění vybraného dávkovacího zařízení	26
6. Popis dávkovacího stroje	28
6.1 Popis jednotlivých částí dávkovače	29
6.1.1 Vibrátor	29
6.1.2 Motor s převodovkou- HEYNAU 2V 4M	30
6.1.3 Pneumatické zařízení	32
6.1.4 Optoelektronické zařízení	34
7. Výpočtová zpráva	37
7.1 Výpočet pohybového zvedacího šroubu	37
7.2 Výpočet svěrného spoje	38
7.3 Výpočet těžiště působících sil	38
7.4 Kapacitní výpočet tabletek	40
7.5 Výpočet kuželového soukolí	40
8.0 Technickoekonomické zhodnocení	42
8.1 První způsob	42
8.2 Druhý způsob	43
9. Závěr	44
10. Seznam použité literatury	45

Seznam použitých symbolů a značek

m	hmotnost
V	objem
h	výška
δ_1	úhel roztečného kužele
D_a	průměr hlavové kružnice
R_d	poloměr základního kola
ϑ_a	úhel hlavy
ϑ_f	úhel paty
ϑ	úhel zubu
δ_a	úhel hlavového kužele
δ_f	úhel patního kužele
δ_d	úhel doplňkového kužele
b	šířka ozubení
D_{ai}	průměr hlavové kružnice na vnitřním obvodu věnce
T_u	doba návratnosti
F_o	zatěžující osová síla
d	velký průměr šroubu
D_1	malý průměr matice
p_{Dov}	dovolený měrný tlak
i	počet závitů
G_{Dov}	dovolené napětí
f	součinitel smykového tření
k	bezpečnost
V_c	celkový objem
z	počet zubů

1. Úvod

Sklářský průmysl zaujímá důležité postavení v našem národním hospodářství. Uspokojuje nejen domácí spotřebu skla, ale je zároveň důležitým činitelem pro vývoz. Přispívá velkou měrou ke kultuře života a vytváří též mnoho výrobků důležitých pro nejrozličnější průmyslová odvětví. Současný rozvoj sklářského průmyslu klade stále vyšší nároky na odborné vzdělání pracovníků a zvláště pak v dnešní době, kdy musíme řešit vysoké požadavky současnosti při realizaci závěrů XVII.sjezdu KSČ a při zavádění principů přestavby. Tento rozvoj by nebyl však možný bez zavádění nových, výkonných strojů a zavádění nových technologií. Je zdůrazněn význam rozvoje surovinové základny, která využívá z velké části surovin přírodních a snaží se co nejvíce omezit dovoz a využívat surovin domácích. Předpokládá to hledat nové cesty k náhradě surovin dovážených a při manipulaci se surovinami dbát maximální hospodárnosti jak při jejich úpravě a zhodnocování, tak bezprostředně ve výrobním cyklu.

Jedním z oborů je průmyslová výroba obalového skla. V ČSSR je největší výrobce koncernový podnik OBAS, který zajišťuje převážnou část naší výroby nápojových lahví a sklenic pro konzervaci potravin a drobných obalových výrobků. Obalové sklo má ve srovnání s ostatními klasickými obalovými materiály řadu výhod. Jednou z nich je dostupnost surovin k výrobě a možnost využívání skla ve formě střepů. Také se velmi často používá jako vratný obal, hlavně pak u nápojového skla. Dá se snadno a rychle čistit a nemění přitom své užité vlastnosti. Důležitá je jeho chemická odolnost působením různých látek a estetické vlastnosti. Nevýhodou je větší hmotnost a menší odolnost proti poškození, hlavně pak při manipulaci s ním.

2. Způsoby vnitřní úpravy povrchu skleněných obalů

V dnešní době se stále více klade důraz na vnitřní povrch obalů ze sodnovápenatého skla, které se používají např. pro lihoviny nebo léky. Proto se provádí vnitřní úprava skleněného povrchu za účelem zlepšení chemické odolnosti.

Některé produkty narušují povrch sodnovápenatého skla. Za určitých okolností lihoviny naruší povrch sodnovápenatého skla a vyvolají nežádoucí zakalení hydratovaným kyslíčným křemičitým. Jiné produkty, např. farmaceutické výrobky, nebo lidská krev, vyžadují naprostou čistotu. Pro tyto produkty nutno používat chemicky velmi odolné sklo.

Kromě toho se provádí tento proces k odstranění "vykvětu", k němuž dochází při skladování v hodně vlhkém prostředí. Občas tam, kde stupeň vlhkosti je značně vysoký, normální celodenní cyklus teploty způsobuje, že obaly ze sodnovápenatého skla se zakalí nebo "vykvetou" při skladování. Toto "vykvétání" nastává vlivem atmosféry.

Jelikož je možné, za určitých podmínek, vyloužit látky z povrchu sodnovápenatého skla, mají výrobci lihovin a léků opodstatněné požadavky na chemickou odolnost, kterým dodávané obaly musí odpovídat.

Výrobce skleněných obalů má na vybranou dvě možnosti, aby obaly obstály při zkoušce dle požadavků.

a/ Změnit složení skla: To znamená "tvrdší" sklo, jehož výroba je složitější, z toho vyplývá pomalejší rychlost výroby a tím snížení celkové produktivity. Problémy navíc ztěžuje čas, potřebný k přechodu z jedné vsázky tavicí pece na jinou.

b/ Povrchová úprava skla: Chemicky vázat látky, které možno vyloužit. Tato metoda nevyžaduje změnu složení skla, a je to výhodný způsob jak vyhovět požadavkům, a zvláště pro sklárnu, která

vyrábí sklo pro rozmanité uživatele.

Existují dvě normálně proveditelné techniky pro povrchovou úpravu. Jedná metoda užívá síru, druhá fluorid. V obou případech se výrobky upravují před vstupem do chladicí pece. U metody s použitím síry, sirné pelety nebo sirný plyn přeměňují rozpustnou sodu na povrchu v síran sodný, který se pak musí odstranit výplachem.

Tato metoda je nejen nákladná, ale zároveň se při ní vytváří nežádoucí pracovní podmínky.

2.1 I. T. Process firmy BALL

Používá organický plynný fluorid. Plyn se ředí vzduchem a zavádí se do horkých výrobků při postupu směrem k chladicí peci. Tento plyn je zaručeně bez pachu a nedráždivý.

Reakce na skleněném povrchu je velmi rychlá. Výsledek se projevuje v tom, že povrch je chemicky mnohem odolnější, plynná směs nezanechává na povrchu stopy, a výplach není zapotřebí. Vybavení sestává z rozvodného panelu, kde se mísí plynný fluorid s provozním vzduchem. Směs plynu se vede k dopravníku trubkou a dál do trysky, umístěné přímo nad lahví. Vodicí lišta z uhlíka zajišťuje průchod lahví přesně pod tryskou. Dva válce pro úpravu plynu jsou propojeny na automatický přepínací ventil a na indikační přístroj objemu.

Potřebné množství plynu závisí na velikosti a tvaru obalu, který se má upravovat. Obvykle tato spotřeba činí 20 dm³ až 60 dm³ za hodinu. Plyn se mísí se vzduchem v množství cca 600 dm³ za hodinu. Hotová směs se plynule dává, když lahve procházejí pod směšovací tryskou. Teplota skleněného povrchu má při úpravě převyšovat 500 °C.

Zvýšení chemické odolnosti sodnovápenatého skla se projevuje v redukci vyloužených alkalií. Nejpersvědčivěji se to prokázalo při zkouškách provedených Americkou společností pro zkoušení materiálů, a Americkou společností PHARMACOPOEA.

Při provádění zkoušek se upravené lahve naplní destilovanou vodou a po dobu 1 hodiny jsou v autoklavu při 125°C.

Alkalie vyloužená vodou je pak titrována kyselinou sírovou, aby se stanovilo množství. Tato zkouška odpovídá podmínkám při vystavení obalu po dobu jednoho roku 40 °C.

2.2 Dávko vač firmy SGD

Tento přístroj byl zkonstruován pro dávkování síranu amonného ve formě prášku do lahviček. Fotoelektronická buňka snímá průchod hrdla lahvičky a vyvolá elektrický impuls, který způsobí prostřednictvím dvou lopatek, uváděných do pohybu cívkami, spadnutí prášku v množství potřebném pro proces do lahvičky. Tento systém umožňuje rychlosti 180 taktů za minutu pro lahvičky s otvorem hrdla o průměru 15 mm. Hmotnost dávkovaného materiálu je řádově od 0,10 do 0,15 g, což je bohatě dostatečné pro lahvičky od 50 ml do 2 litrů.

Násypka obsahující dvanáct kilogramů materiálu je konstruována tak, aby dovolila nezávislou funkci přístroje po dobu 7 až 8 hodin bez vnějšího zásahu. Z této první násypky je plněn druhý vibrátor prostřednictvím sondy "Végator", která vysílá potřebné impulsy pro jeho plnění podle spotřeby. Pro síran amonný, který je materiálem velmi citlivým na stupeň vlhkosti je nutno učinit některá opatření. V sušce, která není součástí dodávky přístroje, má být trvale instalována v blízkosti s otřeby, má být síran amonný, který má být použit, je zabezpečen proti vzdušné vlhkosti a nepřetržitě promícháván s teplým vzduchem / asi 40 °C /.

Použitý síran má být čistý a v krystalické formě. Zvláštní fyzikální a chemické vlastnosti síranu amonného a jeho chování při skladování z něj činí materiál velmi choulostivý na skladování a použití. Provoz přístroje je jednoduchý a jistý až do 180 cyklů za minutu. Zkušenost prokázala, že ojedinělá lahvička, která by neobdržela svou dávku prášku, je právě tak správně zpracována, neboť v peci je atmosféra nasycena výpary. Teplota zpracování je táž, jako teplota chlazení skla.

Po zpracování v chladicí peci je nutno tuto vyčistit pro neutralizaci účinku síranového nálevu /olafování / na lahvičkách.

Proto se rozprašuje voda smísená s octanem sodným v poměru 1 kg na 3 litry vody. Směs se umístí pod tlakem v nádobě a rozprašuje se do vnitřku pece co možná nejdéle.

2.3 Dávko vač na tablety

Z předcházejících informací vyplývá, že každý způsob má své v hody i nevýhody. Použití jednotlivých způsobů závisí na konkrétních podmínkách v jednotlivých podnicích. V koncernovém podniku OBAS Rudolfova huť Dubí pracují na dávkování tuhými tabletami.

Rozměry tablet budou různé dle průměru ústí lahve a objemu lahve. Průměr tabletek se bude pohybovat v rozmezí 5 až 10 mm a výška bude přibližně 3 mm. Rozměry jsou zatím informativní, poněvadž jsou tyto tabletky ve fázi výzkumu na Vysoké škole chemické v Praze.

Pokud jsou podmínky úpravy dávkováním tablet voleny tak, aby byly dostatečně účinné, je možné získat výrobky, které mohou nahradit výrobky z borosilikátového skla. V praxi se k tomuto účelu využívají dva typy sloučenin:

a/ Sloučeniny síry, ze kterých může za podmínek úpravy vzniknout oxid siřičitý nebo sírový.

Výsledkem procesu je extrakce alkalií z povrchu skla za vzniku alkalického síranu. Proces se realizuje buď působením plynného SO_3 /nebo SO_2 za přítomnosti kyslíku a katalyzátoru/ a vodní páry nebo se využívá pevných sloučenin síry, ze kterých SO_2 nebo SO_3 při teplotě úpravy vzniká. Nejčastěji je to síran amonný $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

b/ Úprava sloučeninami obsahujícími fluor. V tomto případě lze využít široké škály sloučenin fluoru, organických i anorganických.

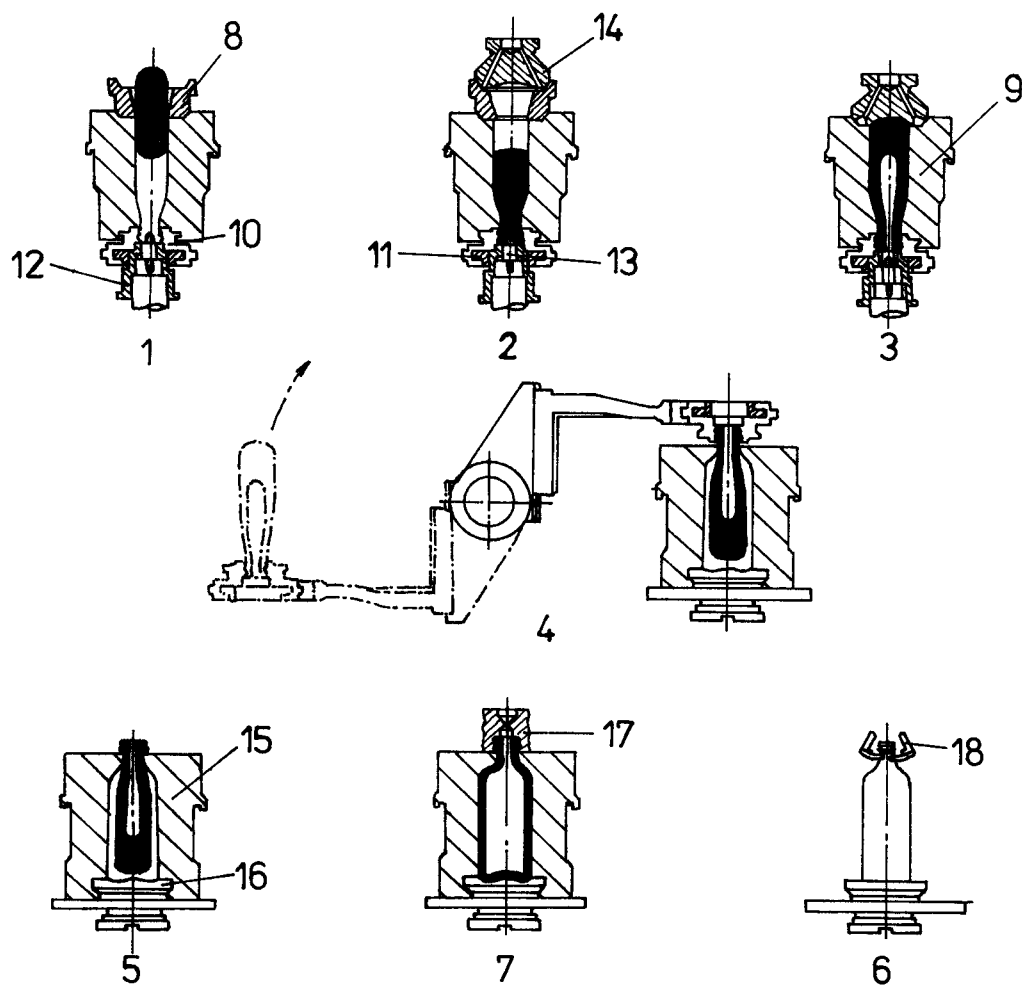
V našem případě se jedná o úpravu vnitřních povrchů skleněných obalů aplikací síranu amonného ve formě tablet, vhazených do výrobků mezi tvarovacím strojem a chladicí pecí.



3. Popis strojního zařízení AL 106

Výrobní postup

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1...plnění | 10...ústní forma |
| 2...zafukování | 11...vodící deska |
| 3...předfuk | 12...vodítko ústníku |
| 4...přenášení baňky | 13...ústník |
| 5...prohřívání baňky | 14...zafukovací hlava |
| 6...vyjímání | 15...konečná forma |
| 7...výfuk koneč. tvaru | 16...dno konečné formy |
| 8...nálevka | 17...foukací hlava |
| 9...přední forma | 18...čelisti odebírajících
kleští |



Obr. 1. Výrobní postup láhve na řadovém stroji

Úzkohrdlé obalové sklo se vyrábí na strojích AL 106 výrobou dvakrát foukací. Tento stroj se liší tím, že jednotlivé stanice nejsou uspořádány na otáčivém stole ale vedle sebe v jednotlivých stabilních sekcích. Formy se neotáčejí, ale stojí a pouze se otevírají nebo zavírají. Kapky skloviny se rozvádějí do jednotlivých stanic výsuvnými žlábkami, stabilními žlábkami a odchylovači. Baňka se přenáší z přední formy do konečné půlkruhovým pohybem pomocí ramena a ústní formy.

Stroj je řízen automaticky otáčením řídicího bubnu, který stavitelnými palci otevírá a uzavírá vzduchové ventily. Každá stanice má samostatný řídicí buben. Všechny řídicí bubny jsou umístěny na společném hřídeli, avšak vzájemné natočení bubnů jednotlivých sekcí lze měnit. Pohyb bubnu je odvozen od elektromotoru, který současně pohání hlavu dávkovače.

Sběrný dopravník hotových výrobků k chladicí peci má samostatný pohon. Stroj je vybaven automatickým mazacím systémem. Jako příslušenství stroje se dodává automatický zasouvač výrobků do chladicí pece.

Velkou výhodou stroje je možnost vypínat jednotlivé sekce nezávisle na celkovém chodu stroje, což je důležité pro bezpečnou práci při výměně forem, popřípadě při menších opravách a seřizování. Řadové provedení umožňuje velmi dobrý přístup ke všem mechanismům, a tím zároveň dobrou kontrolu funkce stroje. Řadové stroje jsou vlastně stavebnicovým uspořádáním jednotlivých stanic vedle sebe a z toho vyplývá jejich výhoda, že se mohou bez podstatných změn dodávat jako jednostanice, dvoustanice i vícestanice. Omezení počtu stanic /šest/ je způsobeno současnou konstrukcí rozdělovacího zařízení dávkovače.

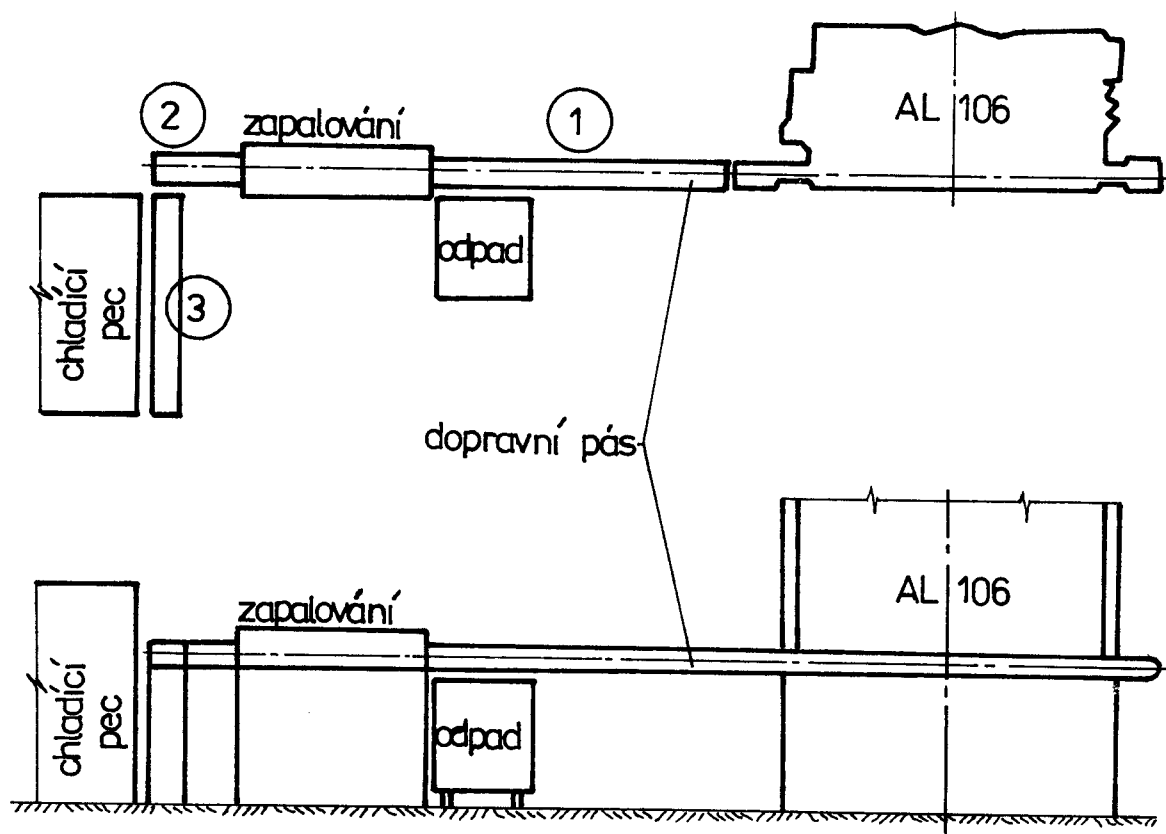
U řadových strojů je možno též u určitých výrobků zvýšit výkon výrobním systémem Duplex. V tom případě je však nutná též úprava dávkovače tak, aby se dávkovaly současně vždy dvě kapky.

Hlavní technické údaje stroje AL 106

Průměr těla výrobku	40 - 175 mm
Výška výrobku	40 - 350 mm
Počet sekcí stroje	6
Výkon stroje	12 - 70 ks/min
Tlakový vzduch	0,28-0,31 MPa
Spotřeba tlakového vzduchu	14 m ³ /min
Tlak chladicího vzduchu	3,8 kPa
Spotřeba chladicího vzduchu	450 m ³ /min
Výška dopravníku k chladicí peci	990 - 1170 mm
Hmotnost stroje	16 000 kg
Rozměry /délka x šířka x výška/	4980 x 2625 x x3220 mm

4. Možnosti umístění dávkovacího zařízení

Při prohlídce možností umístění dávkovacího zařízení na pracovišti vyšly tři možné varianty umístění. Tato umístění jsem posuzoval dle základních rozměrů dávkovacího stroje a dle základních parametrů efektivnosti.



Obr. 2. Pracoviště s možnostmi umístění dávkovacího stroje

1. varianta

- výhody
 - dobrý přístup k dávkovacímu stroji /plnění/
 - výhodnější kontrola zařízení /možnost opravy mimo dosah stroje /
 - umístění dvou přístrojů vedle sebe / v případě zvýšení taktu nebo při poruše /
 - výhodnější přívod elektrické energie
 - nezabráňuje přístupu k dalším zařízením

- nevýhody - rychlé spínání fotobuňky /není možnost mechanického doteku/
- není možnost přichycení lahve držákem v důsledku poškození lahve
- nepravidelné seřazení lahví

2. varianta

- výhody - pomalejší spínání snímače /více možností konstrukce/
- pravidelně seřazené lahve
- nevýhody - malý prostor pro manipulaci obsluhy a možnosti opravy
- není možné umístit dva přístroje vedle sebe /v případě poruchy delší doba bez tabletek než u 1. varianty/
- při poruše obraceče nutno odstavit i dávkovač
- láhev má menší teplotu než je nutná na rozklad tabletky

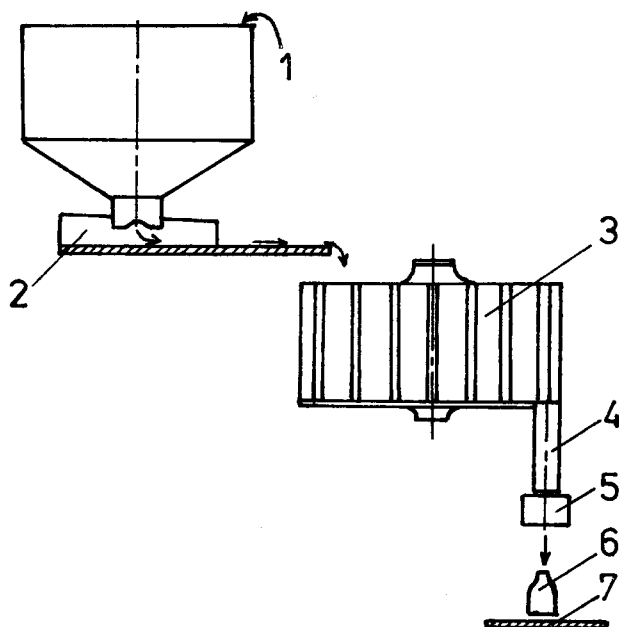
3. varianta - tato možnost je nereálná z hlediska univerzálnosti přístroje. V závodě, kde se budou dávkovače používat je různá šířka předpecí a tím nutnost různého dávkovacího zařízení. Je sice dobrá přístupnost k dávkování, ale tento přístroj by byl větších rozměrů než u předcházejících variant.

Závěr: po zhodnocení všech kladů a protikladů jednotlivých variant a po zhodnocení nejlepších vlastností jsem dospěl k závěru, že nejvýhodnější varianta z hlediska univerzálnosti je varianta č. 1. Nejdůležitější hledisko je též velký prostor k umístění dávkovacího zařízení.

5. Varianty dávkovacího zařízení

5.1 Dávkovač se zásobujícím bubnem

Toto zařízení je konstruováno na principu dávkovacího zařízení na tablety z národního podniku SPOFA PRAHA HOLEŠOVICE. Tento přístroj se skládá s násypníku, který má objem zhruba 14 dm^3 . Při průměrné dávce tabletek 120 kusů za minutu /AL 118/ je zásobník vyprázdněn přibližně za jednu směnu. Je to zásobník kruhového charakteru a dole je zúžen na násypný otvor. Tímto otvorem dopadají tablety na vibrační podavač, který je veden nad zásobujícím bubnem. Tento buben se otáčí přibližnými otáčkami 7 otáček/min. Pod tímto bubnem je nástavec, který připravuje tabletky k dávkování. Dávkování tabletek je zařízení mechanickým odměřovačem, jehož pohyb je podmíněn sepnutím optoelektronického snímače.

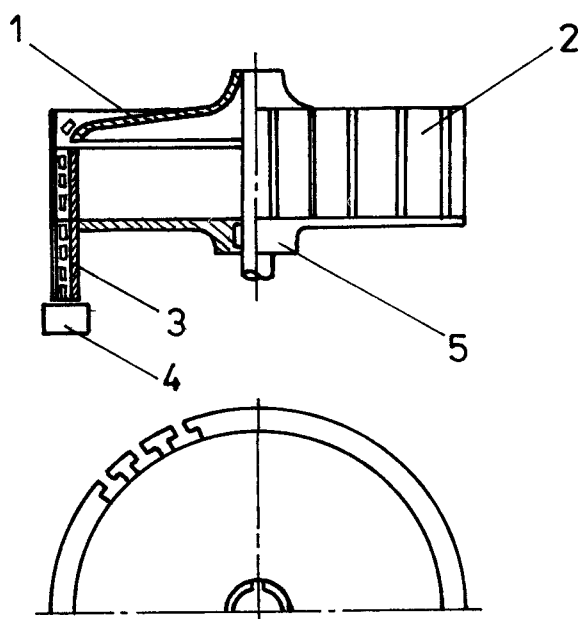


Obr. 3. Dávkovač se zásobujícím bubnem

- 1...tablety
- 2...mechanický vibrátor
- 3...zásobující buben
- 4...zásobující nástavec
- 5...odměřovací zařízení
- 6...lahvička
- 7...pás

5.1.1 Zásobující buben

Motor otáčí hřídelí, na které je nasazen plechový skluz. Vlivem otáčení se tablety posouvají k obvodu, kde zapadávají do třídícího bubnu, který se rovněž otáčí. Třídící buben má na obvodě T drážky, u kterých je velikost /především šířka/ dána velikostí tablety. Počet drážek je dán průměrem tabletek a tento počet se pohybuje v rozmezí 30-50. Tento zásobovací buben bude vysoký přibližně na 4 tabletky, aby zásobník mohl zajistit vždy požadovaný počet tablet v nastavci. Tento buben i nastavec bude výměnný pro každý druh tabletky. Pod tímto bubnem je připevněno víko bubnu, aby tablety po odvodě samovolně nevypadávaly. V místě dávkování je ve víku otvor pro dávkování.



Obr. 4. Zásobující buben

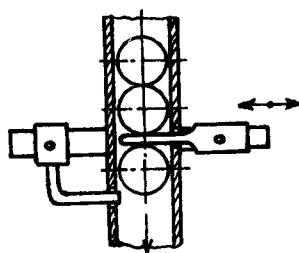
- 1...plechový skluz
- 2...zásobující buben
- 3...nastavec
- 4...odměřovací zařízení
- 5...víko bubnu

Výhody - přesné seřazení tabletek v zásobníku
 - možnost vysokých dávek a změna rychlosti otáčení
 - dobrá tuhost soustavy

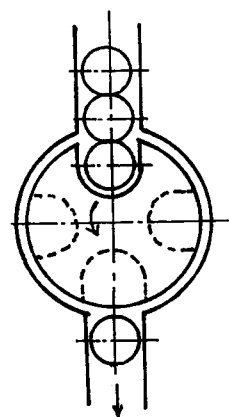
Nevýhody - vysoké náklady na materiál v důsledku měnění zásobujících bubnů se změnou tabletek
 - vysoká hmotnost soustavy
 - nutno zajistit nízké otáčky bubnu /převody/

5.1.2 Mechanický odměřovač

a/



b/



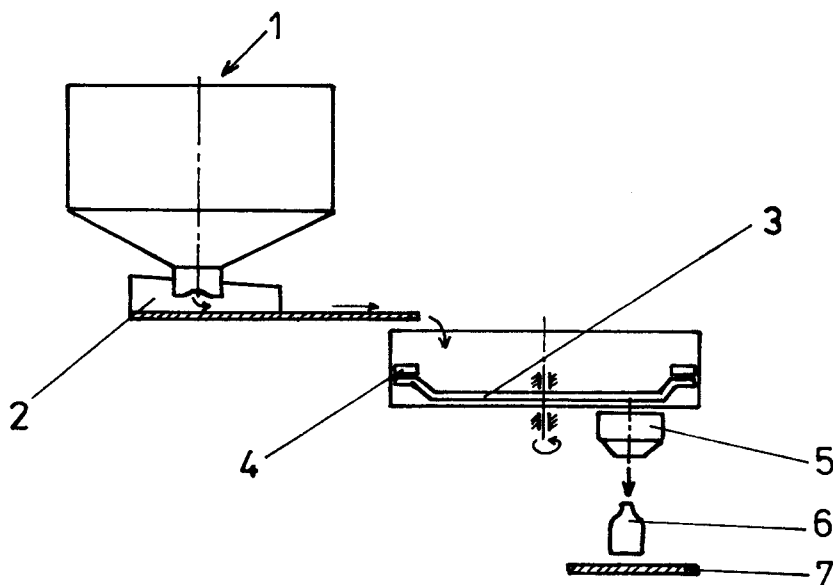
Obr.5. Typy mechanických odměřovačů

ad a/ Tuhost tabletek umožňuje, aby probíhalo dávkování bez drobení tabletek. Tento odměřovač však není schopen zajistit větší množství dávek za minutu, což není perspektivní pro budoucnost. Zpětný chod je zajištěn pružinou, která nezajistí tak rychlý chod, aby opětné dávkování mohlo proběhnout během několika desetin sekundy.

ad b/ Toto zařízení se pootáčí na podnět fotobuňky. Není možné aby toto zařízení rychle dávkovalo, i když jeho výhoda je, že zajišťuje vždy jednu tabletu do lahve. Musel by se použít krokovací motor, který má určitou rozběhovou a doběhovou křivku, což je nepříznivé pro tak malé časy.

5.2 Dávko vač se zásobujícím kotoučem

Toto dávkovací zařízení je konstruováno na základě principu dávkovače z národního podniku SPOFA PRAHA HOLEŠOVICE na čočkovité tabletky. Tento přístroj by měl sloužit však na klasické tabletky tzv. "acylpirinky". Násypník je shodný jako u předcházející varianty a též vibrační podavač má stejný charakter. Z tohoto podavače přicházejí tabletky nad zásobník, do kterého padají a zde jsou uspořádány do otvorů. Pak pomocí speciálního dávkovače jsou spouštěny do teplých lahví, kde probíhá náležitý proces povrchové úpravy.

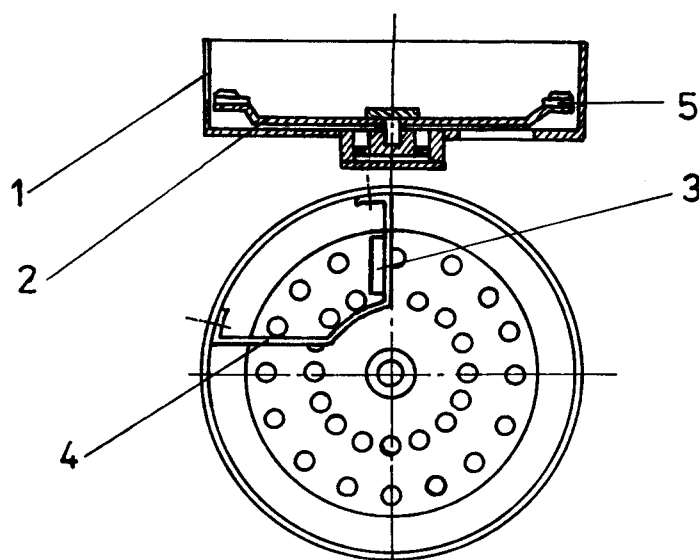


Obr. 6. Dávko vač se zásobujícím kotoučem

- 1... tablety
- 2... mechanický vibrátor
- 3... zásobující kotouč
- 4... převodové ozubené kolo
- 5... odměřovací zařízení
- 6... lahvička
- 7... pás

5.2.1 Zásobující kotouč

Motor otáčí hřídelí, na které je nasazen příslušný dávkovací kotouč. Tento kotouč má vyvrtány dokola otvory ve dvou řadách. Na tomto kotouči je připevněn ozubený náboj, který zaručuje pohonnou otáčení kotouče. V násypném místě tabletek je plechový zátaras, který se zužuje na šířku příslušných dvou řad otvorů. Tabletky propadávají do otvorů a na konci plechového vodička jsou uvnitř srovnávány kartáči /pro případ kdyby se tableta v otvoru vzpříčila/. Pod kotoučem je pevný plechový kotouč, po kterém tablety obíhají dokola. V místě dávkování má 4 otvory, kterými tablety propadávají do dávkovacího zařízení. Zásobující bubny jsou a pro každý typ tabletky mají různé počty otvorů i jejich průměry. Počet děr se bude pohybovat v rozmezí 50-90 na jednom kotouči.



Obr. 7. Zásobující kotouč

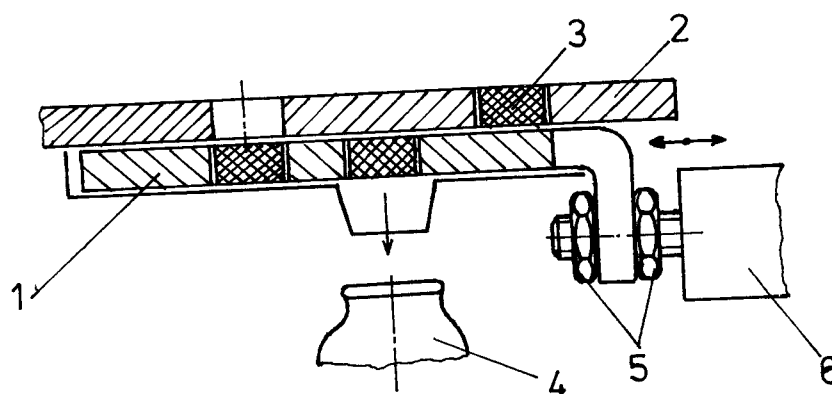
- 1... ochranný plech
- 2... zásobující kotouč
- 3... usměrňovací kartáč
- 4... vodící plech
- 5... ozubený náboj

Výhody - možnost vysokých dávek a změna rychlosti otáčení
 - univerzálnost na různé typy tablet
 - přístupnost celé soustavy a nenáročnost na údržbu
 - nízká hmotnost soustavy

Nevýhody - nutno zajistit nízké otáčky kotouče /převody/
 - velké rozměry soustavy a přesnost výroby

5.2.2 Dávkovač

Tento dávkovač je složen ze dvou částí pro případ zajištění rychlého dávkování. Podnět dávkovači dává fotobuňka, která vyvolá elektrický impuls. Tento elektrický impuls způsobí pomocí pneumatického obvodu pohyb dávkovacího šoupátka, které má jednoduchou konstrukci a možnost rychlého dávkování. Šoupátko může být zapojeno pouze jedno, což záleží na taktu lahví. Elektrický obvod je možný zapojovat i na více šoupátek, což má výhodu neomezeného dávkování.



Obr. 8. Dávkovač tablet

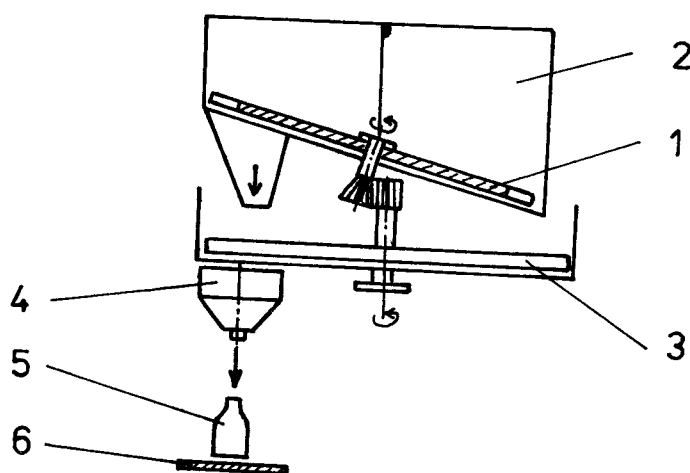
- 1... odměřovací zařízení
- 2... zásobující kotouč
- 3... tabletka
- 4... lahvička
- 5... přídržné matice
- 6... pneumatický válec

- Výhody - rychlost a množství lahviček za minutu
 - jednoduchost konstrukce a nenáročnost na výrobu a materiál
 - nejsou zde mechanické části na pohyb, což zajišťuje větší bezpečnost a bezporuchovost chodu

- Nevýhody - složité zapojení elektrického obvodu
 - nutná přesná výroba

5.3 Dávkovač se šikmým nabíracím kotoučem

Způsob tohoto plnění není náročný na prostor a umístění, ovšem je obtížné zajistit srovnávání tabletek. Násypná část se skládá z plechového krytu, jehož spodní část je skloněna pod úhlem 30° . Uprostřed je otvor pro rotující hřídel na němž je nasazen výměnný kotouč, který nabírá do drážek tabletky. Počet drážek se pohybuje od 40 do 60 otvorů na obvodu a jejich tvar zajišťuje plynulé nabírání tabletek. Pohon tohoto kotouče je zajištěn přes soustavu ozubených kol, které vedou na spodní dávkovací kotouč, jehož princip je stejný jako u varianty č. 2. Na horní straně násypné části je v krytu otvor, na kterém je přidělena násypka. Do tohoto otvoru padají tabletky a padají na dávkovací kotouč.



Obr. 9. Dávkovač se šikmým nabíracím kotoučem

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1... nabírací kotouč | 4... odměřovací zařízení |
| 2... násypná část | 5... lahvička |
| 3... zásobující kotouč | 6... dopravní pás |

Výhody - nenáročnost na umístění /malé rozměry/
- možnost vysokých dávek
- jednoduchost konstrukce

Nevýhody - malé počty tabletek na dávkovacím kotouči, tím
je menší možnost zasunutí tabletek do otvorů
- nutnost šikmého ozubení při převodu ze záso-
bovacího na naběrací kotouč

5.4 Rozhodovací analýza

Pro nalezení optimálního řešení varianty pro dávkování tabletek bylo použito rozhodovací analýzy. Bylo nutno stanovit nejdůležitější kritéria, vztahující se k náročnosti dávkování tablet, provozním nákladům, spolehlivosti a pod. Přesto, že jsou názory na splnění jednotlivých požadovaných vlastností do určité míry subjektivní, zaručuje použitý způsob provádění rozhodovací analýzy poměrně objektivní hodnocení.

V první části analýzy byla sestavena kritéria užitnosti, bylo nutno vyloučit málo významná kritéria, která se navzájem překrývají a omezit jejich počet tak, aby se pohyboval mezi 5 - 8.

Druhá část obsahuje párové srovnání kritérií, kterým získáme počet voleb, z něho pořadí a vyplývající váhu kritéria. Ideálnímu splnění kritéria odpovídá 100 %, v ideálním případě je tedy váha jednotlivých kritérií rovna své váze násobené stem. Ideální případ však nenastane nikdy, může nastat pouze nejideálnější řešení daných variant, což je spojení nejlepších vlastností jednotlivých variant. Tyto procenta se pak blíží 100 %.

Matice užitnosti je třetí částí rozhodovací analýzy. U jednotlivých variant, označených A, B, C určíme míru splnění daného kritéria. Z této hodnoty vyjádřené v % vypočítáme váhu kritéria u každé varianty.

Párové srovnání kritérií										Matice užítlosti							
Varianty										X		A		B		C	
Díličí kritéria										užitnost díličích kritérií							
Název	a	b	c	d	Pr	Važ	Pr	Važ	Pr	Važ	Pr	Važ	Pr	Važ			
univerzálnost	1	5	5	1	100	500	30	150	100	500	80	500	80	400			
údržba	2	3	3	3	100	300	60	180	40	120	80	150	80	150			
provozní náklady	3	1	1	5	100	100	70	70	80	80	60	60	60	60			
životnost	4	2	2	4	100	200	80	160	90	180	70	140	70	140			
bezpečnost	5	4	4	2	100	400	80	320	90	360	70	280	70	280			
Celková užítlost absolutní					1500		880		1240		1030						
Celková užítlost relativní					1		0,586		0,826		0,686						
Pořadí podle užítlosti							3		1		2						

1

1 2

1 2 3

1 2 4 5

1 2 4 5 6

a ... číslo vlastnosti
b ... počet voleb
c ... váha
d ... pořadí

A ... Dávkovač se zásobujícím bubnem
B ... Dávkovač se zásobujícím kotoučem
C ... Dávkovač se šikmým nabíracím kotoučem

Tab.1 Rozhodovací analýza variant dávkovacího stroje

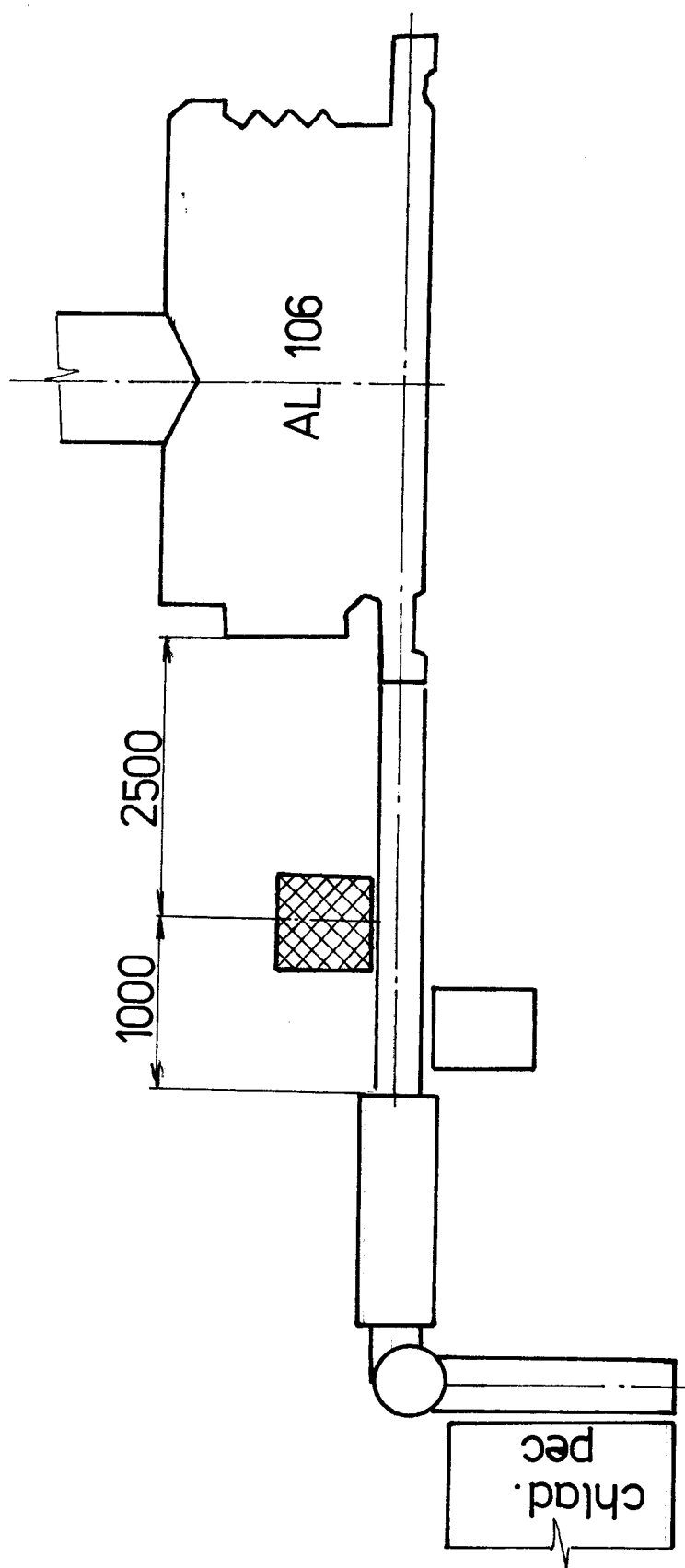
V poslední části analýzy určíme celkovou užitnost jednotlivých variant a užitnost relativní, kterou lze vyjádřit:

$$\text{relativní užitnost} = \frac{\text{užitnost varianty}}{\text{užitnost v ideálním případě}}$$

Na závěr seřadíme jednotlivé varianty dle užitnosti a vybereme optimální. V našem případě /tab. 1/ je nejvýhodnější řešení varianta B, poněvadž má nejvyšší užitnou hodnotu a tím nejlépe splňuje požadované vlastnosti.

5.5 Umístění vybraného dávkovacího zařízení

Pomocí rozboru v kapitole 4. je jediné možné řešení umístění vybraného dávkovacího zařízení /obr. 10/. Toto zařízení má dost prostoru okolo sebe a má mnoho dalších předností již uvedených v kapitole 4.



Obr. 10 Rozměrové umístění dávkače

6. Popis dávkovacího stroje

Tabletky se nasypou do plechové násypky, která je součástí vibračního dopravníku. Vlivem vibrace elektromagnetického vibračního žlabového dopravníku tabletky propadávají na dno korýtky a jsou unášeny směrem k rotačnímu zásobníku. Tvar korýtky umožňuje, aby tabletky postupovaly za sebou, nevrstvily se na sobě. Tomu zabráňuje silikonová pryž, která je připevněna na plechovou násypku. Korýtko vibračního dopravníku končí nad rotujícím zásobujícím kotoučem. Tabletky padají do místa ohrazeného plechovým hradítkem. Toto hradítko slouží k tomu, aby se tabletky nedostávaly ve větším množství po celém obvodu kotouče a tím zvětšovaly možnost zadření. Na plechovém hradítku je umístěn kartáč, který usměrňuje tabletky do děr v kotouči. Tyto tabletky přicházejí na místo, kde je umístěn příslušný dávkovač. Tabletky zapadávají buď do vnějšího nebo vnitřního otvoru dávkovače, podle toho, v které poloze dávkovač právě setrvává. Tento dávkovač pohání pneumatický váleček, kterému dává podnět k pohybu optoelektronické zařízení. Toto zařízení je umístěno před dávkováním ve výši hrdla lahvičky. Jakmile přeruší hrdlo lahvičky signál optoelektronického zařízení, vyšle fotobuňka signál k pneumatickému válečku, a ten posune dávkovačem do směru, ve kterém je dávkovač naplněn. Tabletka padá otvorem v dávkovači a ve vodícím zařízení do otvoru lahvičky. Tím je celý cyklus ukončen a může dojít k dalšímu dávkování do následující lahvičky. Cyklus tohoto dávkování se pohybuje v rozmezí od 0,5 až 2 sekund. Je to určeno velikostí lahviček a hustotou výroby. Možnost změny výšky dávkovacího zařízení je zajištěno pohybovým šroubem, jehož rozsah je od 0 do 500 mm. Tímto rozsahem můžeme zajistit dávkování do všech dostupných lahví a tím se zvyšuje univerzálnost zařízení. Tento šroub je v horní části uložen v ložisku, aby otáčení probíhalo co nejlehčeji. Zajištění všech poloh výšek dávkovacího zařízení je realizováno upínacími šrouby. Vedle pohybového šroubu je vodící stojan, který slouží k tomu, aby se při otáčení šroubu nestácel celý dávkovací stroj. Šroub

je veden v matici, ke které je z jedné strany přichycena elektroická skříň a z druhé plechový nosník, na kterém jsou všechny nejdůležitější části dávkovače.

Podstava tohoto přístroje je utvořena ze čtyř čtvercových tenkostěnných profilů, které jsou k sobě přivařeny. Na tento nosník je přivařen plech na kterém je vodící trubka pro vodící stojan dávkovacího stroje. Na spodní části podstavy jsou čtyři kolečka z nichž dvě jsou pevná a druhá dvě otáčecí. V rozích podstavy jsou čtyři upínací nožičky, které slouží k zabránění pohybu dávkovacího stroje. Celý dávkovací stroj je dobře přístupný ze všech stran a je možné ho použít ve všech možných prostorách haly, poněvadž jeho části jsou otočné a dají se přizpůsobit jednotlivým situacím.

6.1 Popis jednotlivých částí dávkovače

6.1.1 Vibrátor / výkres 1-DP 143/88-01-00 /

Tento elektromagnetický vibrační žlabový dopravník se používá pro dopravu sypkých materiálů, drobných součástí do pracovních strojů nebo k mezioperační dopravě. V našem případě slouží k dopravě tabletok ze zásobníku k dávkovači v přiměřeném množství. Tento dopravník vyrábí TRANSPORTA CHRUDIM n. p. a je možno si ho zde objednat. Tento dopravník je typ Js 157 a jeho parametry jsou:

zrnitost 0-8 mm

sypný úhel..... 30°

úhel sklonu žlabu dopravníku +10 až -15°

kolísání napětí a kmitočtu smí být v rozsahu $\pm 5\%$

dopravované množství 5000 až 15000 ks za hodinu

přívod proudu kabelem HLS 3x 0,75 mm³

Technický popis

Žlab dopravníku, ve kterém se dopravuje materiál je pevně spojen s kotvou budiče kmitů, který vyvozuje kmitání. Je složen z litiového tělesa, ve kterém je pevně připojeno k magnetu. Proti němu kmitá kotva uchycená pružinami. Magnet je přes ovládací zařízení napájen pulsačním proudem a tím je

přitahována kotva. Při přitažení jde kotva se žlabem šikmo dolů zpět, žlab pod materiálem podklouzne. Toto proklouznutí je dáno rozdílnou frekvencí při pohybu vpřed a vzad. Zpětný chod zajišťují pružiny, které vrací žlab nazpět. Toto vše se děje frekvencí proudu. Ovládací zařízení umožňuje pomocí kruhového odporu měnit hodnotu amplitudy pulsačního proudu a tím výkon od 0 do maxima.

Dopravníky jsou zavěšeny na 4 táhlech a jsou zde i pryžové tlumiče, které zabráňují přenášení kmitů na ostatní konstrukci. Tento dopravník se nehodí do prostředí s nebezpečím v buchu a nesmí se dotýkat žádných pevných částí. Nesmí pracovat bez přísunu materiálu při nastoupení plného výkonu. Nutno též dodržet mezeru mezi kotvou a magnetem, která činí 1,4 až 2 mm po celé ploše, poněvadž v opačném případě to má vliv na hlučnost.

6.1.2 Motor s převodovkou - HEYNAU 2V 4M

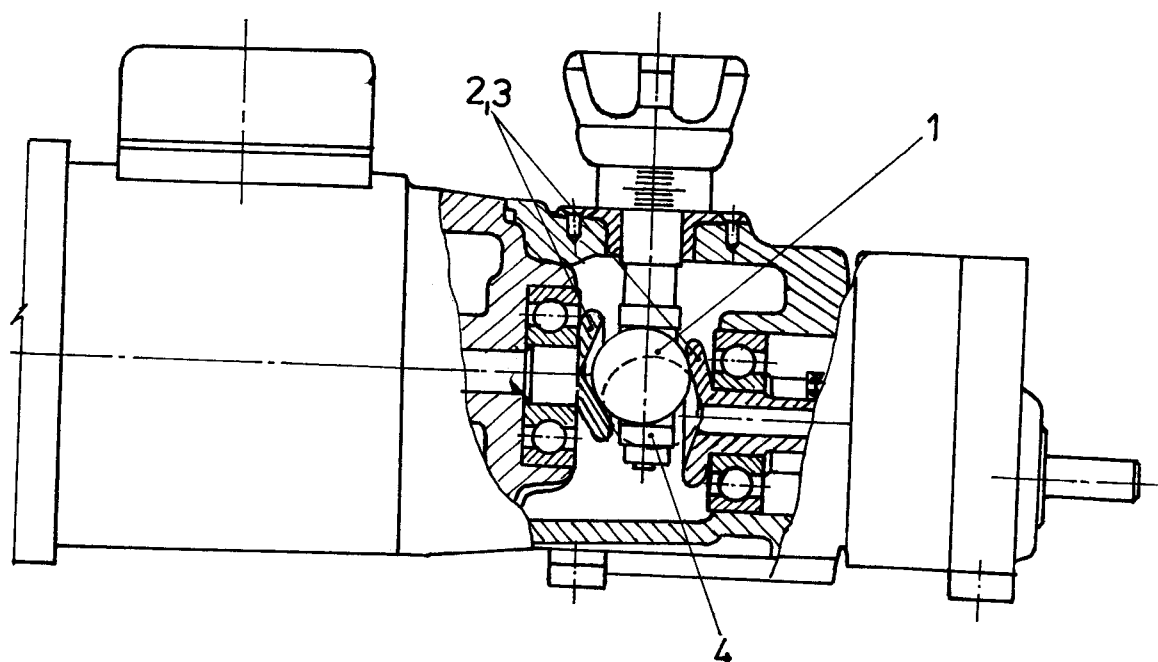
Přenosné prvky MINIDRIVU se otáčejí v uzavřené skříni v olejové lázni. Optimální tepelné podmínky, které se zde dosahují, dávají předpoklad pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu nebo v prašném prostředí.

Základní součástí MINIDRIVU jsou souběžné, k sobě zasažené duté kuželové kotouče /pozice 2,3/, mezi kterými se pohybuje jedna ocelová kulička /pozice 1/ jako přenosný prvek. Kulička se pohybuje již při téměř bodově utvořeném styku na dutých kuželových kotoučích s určitým předpětím. Přenáší tak síly z hnacího hřídele na stejný smysl otáčení při jakémkoliv směru otáčení.

Přenášený vztah mezi hnací a hnanou hřídelí MINIDRIVU bude měněn možností změny polohy vedení kuličky /pozice 4/. Tento vztah může být stupňovitě měněn různými nařízeními odtažovacího průměru na kuželových kotoučích. Převod je stupňovitě stavitelný od 3:1 do 1:3 a má 9 možných variant. Nastavení může být provedeno jak za chodu tak v klidu.

Při zátěži bude přenosná kulička v kuželových kotoučích utvořeným klínovým úhlem více nebo méně svírána, aby byl

předáván proporcionální krouťící moment tlakové síle. Není proto potřeba přidavných odolných zařízení.



Obr. 11. Motor HEYNAU 2V 4M

- 1... ocelová kulička
- 2,3... kuželové kotouče
- 4... vedení kuličky

K mazání, k lepší účinnosti a tepelnému odvodu je potřebný speciální HEYNAU - LONGLIFE olej. Zvláštní fyzikální vlastnosti tohoto oleje umožňují vytvoření tzv. "elasto-hydro-dynamického" efektu, čímž bude zabráněno při chodu přímému kontaktu mezi kovovými částmi přenosných částí.

Z toho vzniká příznivá odolnost proti opotřebení, takže není vyžadována více výměna oleje. Tento pohon je tedy namazán po dobu životnosti stroje a tudíž bez údržby.

Technické údaje

Příkon

..... 0,09 kW

Počet otáček n_2 při $n_1 = 1300 \text{ min}^{-1}$.. 15,4 - 139 min^{-1}

Krouticí moment při n_2 min	 8,8 Nm
Krouticí moment při n_2 max	 2,9 Nm
hmotnost s volnou hnací hřídelí	 2,4 kg
hmotnost s normálním motorem	 6,3 kg
Přenos převodu	 $i = 28,1 : 1$

6.1.3 Pneumatické zařízení

Vzduch jako směs plynů kyslíku, dusíku a menšího množství vzácných plynů je k dispozici v neomezeném množství. Stlačený vzduch vykazuje jako nositel energie různé přednosti. Je především rychlý, se střední hodnotou asi 10 m /sec. rychlosti proudění. Je také bezpečný, nevzniká žádné nebezpečí exploze a tím uspoříme drahé protiexplozivní ochranné opatření. Stlačený vzduch je pohodlný, kdy vyžaduje jen nepatrnou spotřebu energie. Tlačná energie ve válci je jednoduchým způsobem přetvářena v energii pohybovou. Vždy dle ϕ pístu válce a provozního tlaku vzniká příslušná úměrně veliká síla.

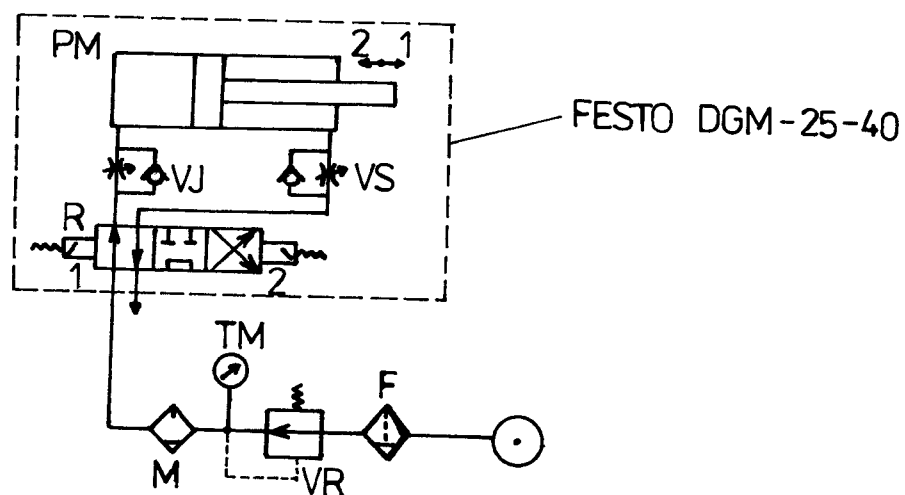
Pneumatickými pracovními a ovládacími prvky lze jednoduchým způsobem stlačeným vzduchem mechanizovat a zracionelnit pracovní úkony místo namáhavé ruční práce.

S pneumatickými válci lze nejjednodušším způsobem docílit přímočarého pohybu přeměnou energie. U dvojčinných válců se pohyb pístnice vpřed i vratný provádí stlačeným vzduchem a síla při vratném pohybu je u jednostranné pístnice menší o plochu pístnice.

U dávkovacího stroje je pneumatické zařízení připojeno k dávkovači dávkovacího kotouče. Podnět k posunu pneumatického válce a tím i dávkovače dává optoelektronické zařízení. Pneumatický válec je typ DGM-25-40. Je to kombinace válec - ventil a ovládací ventil je zabudován přímo na válci. Tím je dána jednoduchá montáž a nepatrná spotřeba vzduchu důsledkem minimální délky rozvodu mezi ventilem a válcem. Rychlost je plynule stavitelná nastaveným ventilem regulačním /regulátorem/.

Technické parametry

průměr válce	25 mm
maximální délka zdvihu	500 mm
síla rázu při 6 atp	240 N
vrátná tažná síla při 6 atp	190 N
rozsah tlaku	2,5 - 8 atp
hmotnost	1,4 - 1,75 kg
ventil - provedení	4/2 cestné
- stejnosměrné napětí	12 - 15 W
- střídavé napětí	21 VA



Obr. 12 Pneumatický obvod dávkovače

- PM pneumatický motor
- VS škrticí ventil
- R rozvaděč
- F čistič s odlučovačem vody
- VR redukční ventil
- M maznice
- TM tlakoměr
- VJ jednocestný ventil

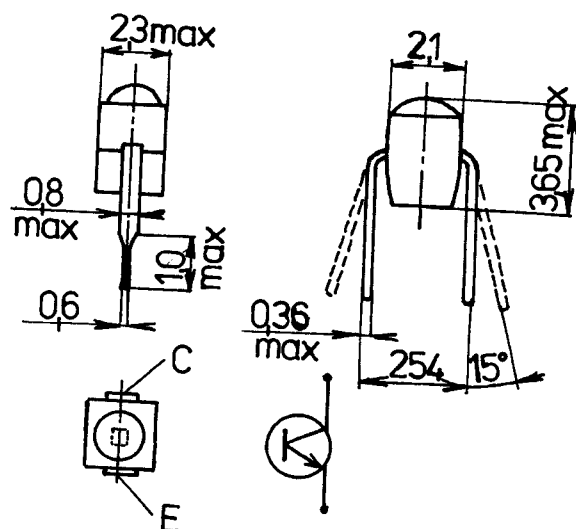
Tento obvod se skládá z přímočarého motoru s reverzací a s plynulým řízením jeho rychlosti v obou směrech. Rozvaděč R který je ovládán pružinou a elektromagnetem, řídí smysl pohybu motoru. Je-li R v poloze 1 pohybuje se motor ve smyslu 1

příčemž vzduch prochází VS /jednosměrný ventil VJ se automaticky uzavře / , kterým řídíme rychlost pohybu motoru v daném smyslu. Tekutina prochází opět rozvaděčem a vystupuje do okolí. Po přestavení rozvaděče do polohy 2 dochází ke změně smyslu pohybu motoru. Vlasnímu obvodu je však předřazena řada prvků jako je např. čistič s odlučovačem vody, redukční ventil, tlakoměr, maznice, které tvoří tzv. zařízení pro úpravu vzduchu. Pneumatické mechanismy pracují s tlaky do 1 MPa, což slouží k manipulaci s menšími objekty.

6.1.4 Optoelektronické zařízení

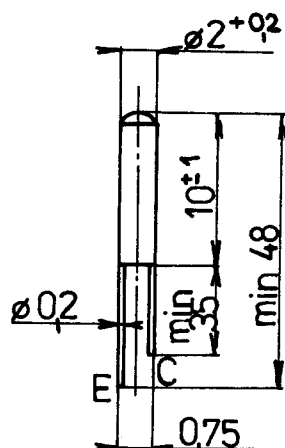
Optoelektronické zařízení slouží ke spínání obvodu pneumatického válce. Toto zařízení je zavěšeno na nosníku, který je po stranách dopravního pásu. Spínací zařízení je vždy umístěno ve výšce hrdla lahvičky a skládá se ze zdroje světla a z fotonky nebo fototranzistoru. Okolo obou je ochranný kryt, který zabraňuje vysokým teplotám okolo optoelektronického zařízení a případnému poškození zařízení.

Návrh optoelektronického zařízení



Obr.13 Křemíkový planární fototranzistor NPN-KPX-81

Rozmezí teplot okolí ... -40 °C až 85 °C



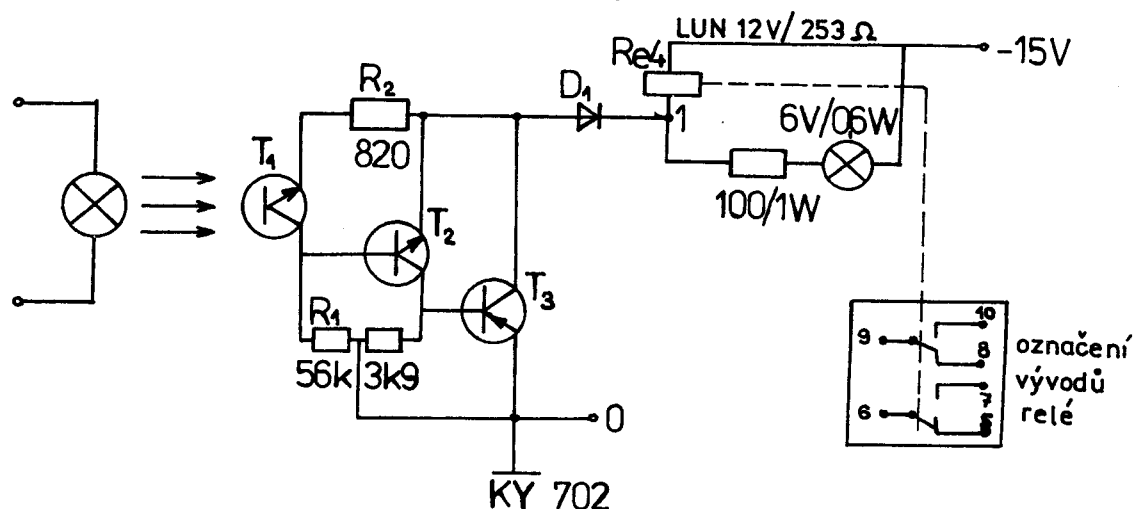
Obr. 14 Křemíková fotonka pro spínací účely - KP 101

Rozmezí teplot okolí ... - 40 °C až 100 °C

Výhodnější je křemíková fotonka pro větší rozsah okolních teplot a také je u ní dvakrát nižší hodnota ztrátového výkonu .

Možnosti zapojení spínacího obvodu

Spínací obvod je tvořen optoelektronickým snímačem, který reaguje na světelný podnět. Tento obvod je utvořen pro spínání vícekrát za krátký časový interval. Tento elektrický signál přichází na rozdělovač, který se pohybuje jedním nebo druhým směrem dle počáteční polohy.



KP101 KC508 KFY16

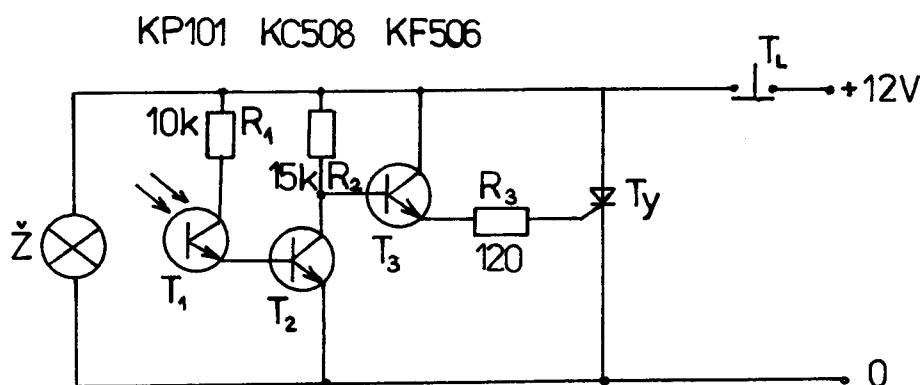
Obr.15 Spínací obvod s fototranzistorem

Spínací obvod je osazen tranzistory T1 až T3. Obvod ovládá
sepnutí relé Re. Tranzistory jsou vázány galvanicky /T2 a T3/
a tvoří zesilovač stejnosměrného napětí. Na bázi T2 se přivá-

|| ||

||

Spínací obvod je osazen tranzistory T1 až T3. Obvod ovládá sepnutí relé Re. Tranzistory jsou vázány galvanicky /T2 a T3/ a tvoří zesilovač stejnosměrného napětí. Na bázi T2 se přivádí přes odpor R1 stejnosměrného napětí, mezi bází a emitorem je zapojen fotoodpor a odpor R2. Dopadne-li světlo na fototranzistor, fototranzistor vede a tranzistor T2 nedostává předpětí, nutné k jeho otevření. Obvod je v klidovém stavu. Nevede-li fototranzistor, T2 má předpětí, které ho otevře. Vede-li tranzistor T2, uvede se do vodivého stavu i tranzistor T3 a sepne relé Re. Dioda D1 slouží jako ochrana proti napěťovým špičkám při spínání relé.



Obr.16 Spínací obvod s křemíkovou fotonkou

Křemíková fotonka T1 je osvětlována světelným paprskem. Z Zdroj světla musí mít dostatečný výkon, aby proud protékající fotonkou otevřel tranzistor T2. Tranzistor T3 pracuje jako emitorový sledovač, který ovládá řídící elektrodu tyristoru Ty. V okamžiku přerušení světelného paprsku se značně zmenší velikost proudu, který protéká fotonkou T1 /ve tmě teče proud menší než 100nA /a tranzistor T2 přechází do nevodivého stavu. Přes odpor R2 se otevírá tranzistor T3 a spíná tyristor. Vzhledem k tomu, že přepálení vlákna žárovky by mělo za následek selhání přístroje, volíme žárovku pro větší napětí.

7. Výpočtová zpráva

7.1 Výpočet pohybového zvedacího šroubu

Pohybové šrouby jsou namáhány tahem nebo tlakem od zatížení osovou silou a krutem od momentu tření v závitech. Průřez šroubu se určí z prosté pevnosti v tahu nebo tlaku se zmenšeným dovoleným namáháním o 20 až 40 %, a to se zřetelem k zanedbatelnému krutu. Potřebný počet závitů v matici se stanoví z podmínky, aby měrný tlak v závitech nepřekročil dovolenou hodnotu p_{Dov} .

Dané hodnoty:

$F_o = 600 \text{ N}$ zatěžující osová síla
 $d = 20 \text{ mm}$ velký průměr šroubu
 $D_1 = 17,294 \text{ mm}$ malý průměr matice
 $p_{Dov} = 5 \text{ MPa}$ dovolený měrný tlak / pro ocelový šroub pevnosti 370 až 500 MPa /

Potřebný počet závitů

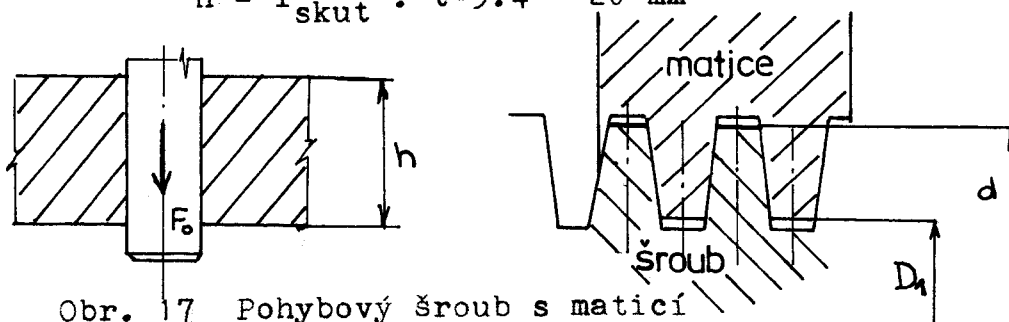
$$i = \frac{4 F_o}{\pi (d^2 - D_1^2) \cdot p_{Dov}} = \frac{4 : 600}{\pi (20^2 - 17,294^2) \cdot 5} = 1,5$$

Pro bezpečnost zvedacího šroubu volíme bezpečnost $k=3$ a potom počet závitů bude

$$i_{skut} = k \cdot i = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \approx 5 \text{ závitů}$$

Výška matice

$$h = i_{skut} \cdot t = 5 \cdot 4 = 20 \text{ mm}$$



Obr. 17 Pohybový šroub s maticí

7.2 Výpočet svěrného spoje

Jsou to rozebíratelné spoje založené na využití sil tření ve stykových plochách . Hodí se k přenosu kroutících momentů a axiálních sil . Používá se u součástí u nichž se musí jejich poloha měnit .

Dáno:

$F_o = 600 \text{ N}$, zatěžující osová síla

$\sigma_{Dov} = 150 \text{ MPa}$ dovolené napětí u materiálu 11 373

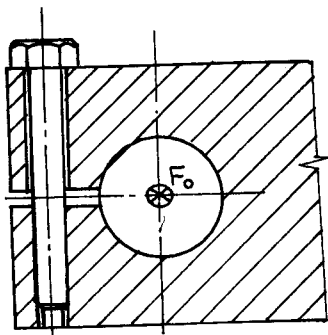
$f = 0,2$ smykové tření /kov na kovu za sucha/

$k=3$ bezpečnost

Průřez šroubu s jednostranně rozříznutým nábojem

$$S = \frac{F_o \cdot k}{f \cdot 2 \cdot \sigma_{Dov}} = \frac{600 : 3}{0,2 \cdot 2 \cdot 150} = 40 \text{ mm}^2$$

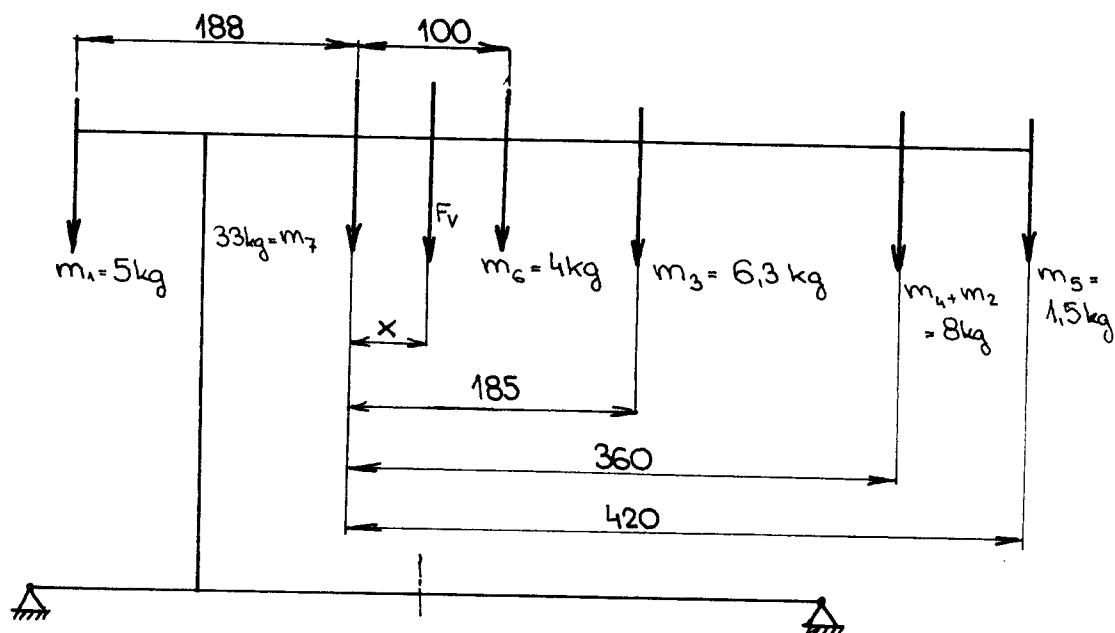
Této ploše odpovídá šroub M 10



Obr. 18 Svěrný spoj

7.3 Výpočet těžiště působících sil

Hledáme těžiště, poněvadž dle jeho polohy musíme zvolit délku podstavy stojanu . Výsledná síla bude působit uprostřed podstavy , aby nedošlo k porušení stability stroje .



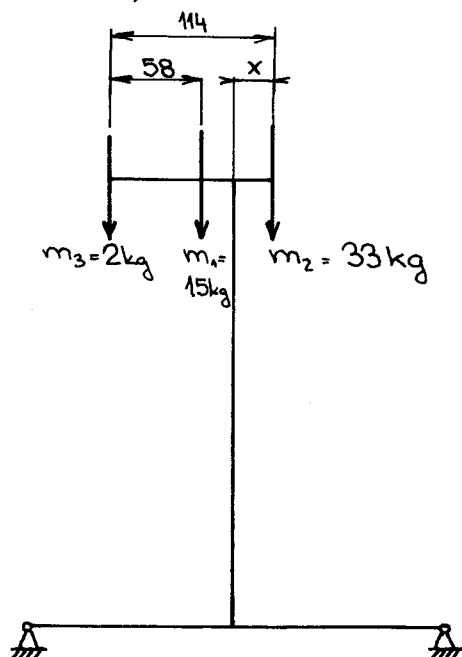
Obr. 19 Rozložení sil u dávkovacího stroje

Výpočet x

$$m_7 \cdot x + m_1 \cdot 188 + x = m_6 \cdot 100 - x + m_3 \cdot 185 - x +$$

$$+ m_4 + m_2 \cdot 360 - x + m_5 \cdot 420 = x$$

$$x = \frac{400 + 1165,5 + 2880 + 630 - 940}{52,8} = 78,32 \cdot 2 = 156,64 \text{ mm}$$



Obr. 20 Rozložení sil v příčném směru

Výpočet x'

$$m_2 \cdot x' = m_3 \cdot /114 - x' / + m_1 \cdot /48 + 8 - x' /$$
$$x' = \frac{/1068/.2}{50} = 21,36 \cdot 2 = 42,72 \text{ mm}$$

7.4 Kapacitní výpočet tabletek

Průměrné množství lahví za den70 000 kusů
Hmotnost jedné tabletky0,2 g
Rozměr tabletek/průměr x výška/5 x 3 mm

Hmotnost tabletek

$$M = 0,2 \cdot 70\,000 = 14\,000 \text{ g} \approx 14 \text{ kg}$$

Objem tabletek

$$V = 70\,000 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 70\,000 \cdot 58,9 = 4,123 \text{ dm}^3$$

Jelikož se počítá ještě asi 30 % na mezerovitost bude celkový objem

$$V_c = V + 0,3 \cdot V = 4,123 \cdot 1,3 = 5,36 \text{ dm}^3$$

Objem tabletek na denní výrobu bude 5,4 dm³

7.5 Výpočet kuželového soukolí

Kuželových kol se používá ,jde-li o různoběžné osy hřídelů. Vzájemný pohyb kol lze převést na valení dvou kuželů , které mají společný vrchol a dotýkají se na společné povrchové přímce . Úhel os může být libovolný , nejčastěji však je 90°.

Na počátku výpočtu si volím průměr roztečné kružnice $D_1 = 28 \text{ mm}$ a $D_2 = 328 \text{ mm}$. Jestliže znám modul ozubení $m=2$ počítám počet zubů

$$z = \frac{D}{m}$$

$$z_1 = 14 \text{ zubů}$$

$$z_2 = 164 \text{ zubů}$$

Výška hlavy $h_a = m = 2 \text{ mm}$

Výška paty $h_f = 1,2 m = 2,4 \text{ mm}$

Výška zubu $h = h_a + h_f = 4,4 \text{ mm}$

Úhel roztáčného kužele

$$\operatorname{tg} \tilde{\sigma}_1 = \frac{z_1}{z_2} = 0,085 \quad \tilde{\sigma}_1 = 4^\circ 52' 45,3''$$

$$\tilde{\sigma}_2 = 90^\circ - \tilde{\sigma}_1 = 85^\circ 7' 14,7''$$

Průměr hlavové kružnice na vnějším obvodu věnce

$$D_{ae} = D + 2h_a \cdot \cos \tilde{\sigma} \quad D_{ae1} = 31,98 \text{ mm} \quad D_{ae2} = 328,34 \text{ mm}$$

Délka povrchové přímky kužele = poloměr základního kola

$$R_d = \frac{D_1}{2 \cdot \sin \tilde{\sigma}_1} = 164,597 \text{ mm}$$

Úhel hlavy $\operatorname{tg} \tilde{\nu}_a = \frac{h_a}{R_d} = 0,012 \quad \tilde{\nu}_a = 0^\circ 41' 46,1''$

Úhel paty $\operatorname{tg} \tilde{\nu}_f = \frac{h_f}{R_d} = 0,0145 \quad \tilde{\nu}_f = 0^\circ 50' 7,35''$

Úhel zubu $\tilde{\nu} = \tilde{\nu}_a + \tilde{\nu}_f = 1^\circ 31' 53,4''$

Úhel hlavového kužele

$$\tilde{\sigma}_{a1} = \tilde{\sigma}_1 + \tilde{\nu}_a = 5^\circ 34' 31,4'' \quad \tilde{\sigma}_{a2} = 85^\circ 49' 08''$$

Úhel patního kužele

$$\tilde{\sigma}_{f1} = \tilde{\sigma}_1 - \tilde{\nu}_f = 4^\circ 2' 37,95'' \quad \tilde{\sigma}_{f2} = 84^\circ 17' 7,3''$$

Úhel doplňkového kužele

$$\tilde{\sigma}_{d1} = 90^\circ - \tilde{\sigma}_{a1} = 84^\circ 25' 28'' \quad \tilde{\sigma}_{d2} = 4^\circ 10' 59,2''$$

Šířka ozubení $b = 0,4 R_d$ volím $b = 20 \text{ mm}$

Průměr hlavové kružnice na vnitřním obvodu věnce

$$D_{ai1} = D_{ae1} - 2b \cdot \frac{\sin \tilde{\sigma}_{a1}}{\cos \tilde{\nu}_a} = 30,036 \text{ mm} \quad D_{ai2} = 288,48 \text{ mm}$$

8. Technickoeekonomické hodnocení

Při styku skla s vodními roztoky dochází k vyluhování některých složek, zejména alkálií, ze skla. Proto farmaceutický průmysl a zdravotnictví používá dražší borito-křemičité sklo, které vyhovuje náročným předpisům.

Běžné obalové sklo lze vysokým nárokům přizpůsobit úpravou vnitřního povrchu tabletkami pomocí síranu amonného. Takto upravené lahve podrobené autoklávovému testu vykazují chemickou odolnost plně vyhovující náročným požadavkům pro použití v lékařství.

Dávkovací stroj na tyto tabletky přináší tedy určitý efekt, který se posuzuje dle určité doby návratnosti a úspory což můžeme učinit dvěma způsoby.

8.1 První způsob

Je to porovnání výroby jedné lahvičky z drahého borito-křemičitého skla a z normálního skla.

Normální sklo	 390 Kčs/ tunu
	 1 lahev stojí 0,156Kčs
	 hmotnost 1 lahve = 400 g
Simax sklo	2137 Kčs / tunu
	 1 lahev stojí 0,854 Kčs
Úspora na jedné lahvi.....	0,698 Kčs
Cena jedné tabletky	0,002 Kčs
Provozní náklady na tabletku...	0,002 Kčs
Jednorázové náklady na zařízení	150 000 Kčs
Počet lahví za den	70 000 kusů

Doba návratnosti

$$T_u = \frac{150\,000}{0,698 \cdot 70\,000 - 0,004 \cdot 70\,000} = 3,09 \text{ dnů}$$

Doba je velice malá, protože Simax sklo je o mnoho dražší než normální a tím se nám stroj zaplatí jen z uspořené suroviny.

8.2 Druhý způsob

JE u klasických penicilínek, které se i nyní vyrábějí z klasického skla, čili kdybychom dávkovali nyní také do normálního skla, byla by výroba prodělečná. Jestliže však tabletkami zlepšíme povrch skla, má právo výrobce zvýšit prodejnou cenu lahviček až o 3 %. Tím vlastně získá určitý zisk, ale návratnost bude mnohem delší než u první varianty.

Náklady na jednu lahev	0,004 Kčs
Jedna lahev stojí	0,156 Kčs
Zvýšení ceny o 3 % u lahve	0,00468 Kčs

Doba návratnosti

$$T_u = \frac{150\,000}{0,00468 \cdot 70\,000} = 457,9 \text{ dní} \approx 1,25 \text{ roku}$$

Poněvadž stroj má být amortizován za 3 roky a předpokládá se, že bude pracovat přibližně polovinu času, tedy 1,5 roku je návratnost za 1,25 roku ještě výhodná . Tyto výpočty jsou samozřejmě přibližné , protože u každého druhu lahvičky to bude různé, hlavně pak doba návratnosti.

9. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vykonstruovat dávkovací stroj na tablety ze síranu amonného. Doufám , že se mi tato problematika podařila vyřešit a byl bych rád , kdyby se toto zařízení realizovalo . Tímto dávkováním se ušetří mnoho peněz za drahé borito-křemičité sklo což je v poslední době hlavním úkolem všech sklářských kombinátů . Za tyto ušetřené peníze je pak možné zmodernizovat již zastaralý strojový park a tím zefektivnit výrobu.

Chěl bych touto cestou také poděkovat svému konzultantu v podniku OBAS Teplice Dr. J. Kadovi a zvláště pak svému vedoucímu diplomové práce Doc.Ing.Jaroslavu Beldovi Csc. vedoucímu KSK , kteří mě odkazovali na doporučenou literaturu.

10. Seznam použité literatury

- /1/ Černoch S. : Strojně technická příručka,
SNTL Praha , 1981
- /2/ Smrček A. : Strojní tvarování skla, SNTL Praha
1981
- /3/ Vávra P. a kol.: Strojnické tabulky,
SNTL Praha , 1983
- /4/ ing. Hlaváček J. : Sklářské stroje, SNTL Praha
1970
- /5/ Polovodičové součástky - katalog , Tesla
Rožnov, 1984/1985
- /6/ Zpravodaj o výrobcích firmy BALL BROTHERS, 1985
- /7/ Zpravodaj o výrobcích firmy SGD
- /8/ Pneumatické prvky - katalog FESTO , 1986

2	MATICE 26	ČSN 243536	41
4	HVĚZDICE 100	ČSN243602.1	42
1	ZÁVLAČKA 13x80	ČSN 021781.0	43
1	KOLÍK 5 x 30	ČSN 022150.2	44
4	KOLÍK 6 x 40	ČSN 022150.2	45
1	PLSTĚNÝ KROUŽEKØ30	ČSN023655	46
1	PLSTĚNÝ KROUŽEKØ20	ČSN023655	47
10	MATICE M 8	ČSN 021401.40	48
1	PODLOŽKA 13	ČSN 021702.10	49
1	PERO4e7 x 4 x 25	ČSN 022562	50
1	LOŽISKO 6003	ČSN 024630	51
1	SVĚTELNÝ ZDROJ 220 V , 12 V		52
1	KŘEMÍKOVÁ FOTONKA PRO SPÍNACÍ ÚČELY - KP 101		53

HOVORKA

KUSOVNÍK

0-DP 143/88 - 00-00

3

2	POSUVNÝ DRŽÁK 45 x 32	ČSN 420002 11 500	-	001	0,3	-	21
1	LEVÝ KRYT P1,5x 60-300	ČSN 425310 11 373	-	001	0,5	-	22
1	PRAVÝ KRYT P1,5x 60 300	ČSN 425310 11 373	-	001	0,5	-	23
2	NOSNÍK KOTOUČE 4HR 20 - 360	ČSN 426935 11 320.0	-	005	0,5	-	24
1	NOSNÍK FOTOBUŇKY TR 22 x 2,5-1000	ČSN425715 11353	-	007	1,2	-	25
1	VIBRAČNÍ ZÁSOBNÍK ÚCHYTKA TRUBKY			33		1-DP143/88-01	26
1	50x40x70	ČSN 420002 11 500	-	001	0,5	-	27
1	DÁVKOVACÍ KOTOUČ			8		1-DP143/88-02	28
1	KUŽELOVÉ KOLO ø28	ČSN420002 12050	-	002	0,3	-	29
1	ELEKTRICKÁ SKŘÍŇ P 2 x 70 - 600	ČSN 427302 42 4005	-	001	5,0	-	30
2	ŠROUB M6x 20	ČSN021103.52					31
4	ŠROUB M6 x 35	ČSN021101.10					32
4	ŠROUB M6 x 25	ČSN021103.52					33
2	ŠROUB M4 x 28	ČSN021101.10					34
4	ŠROUB M6 x 18	ČSN021103.52					35
16	ŠROUB M8 x 25	ČSN021131.21					36
4	ŠROUB M6 x 16	ČSN021151.15					37
4	MATICE M 20	ČSN021401.40					38
4	MATICE M 6	ČSN021401.40					39
1	MATICE M 20x1,5	ČSN021411.20					40

HOVORKA

KUSOVNÍK

0-DP 143/88-00-00

2

1	PODSTAVA	SVAŘENEC							
	4 HR 30 - 3100	ČSN 426935	11 320:0	-	005	4,7	-		1
1	P4x480-480	ČSN 425310	11 373	-	001	5	-		2
1	P3x200-480	ČSN 425310	11373	-	001	2,0	-		3
2	PŘEDNÍ KOLEČKO	ø 140	TECHNOMAT						4
2	ZADNÍ KOLEČKO	ø 140	TECHNOMAT						5
	VZPĚRY								
4	P3x180x360	ČSN 425310	11373	-	001	1,0	-		6
	JISTICÍ NOŽKA								
4	ø 20 - 290	ČSN 425510	11 343	-	007	0,6	-		7
4	PODLOŽKA ø 40	ČSN 420002	11 500	-	001	0,01	-		8
1	NOSNÁ TRUBKA	SVAŘENEC	11 353	-	007	0,8	-		9
	TR 60x6x - 400	ČSN 425715							
2	UPÍNACÍ ŠROUB	ČSN 420002	11373	-	001	0,3	-		10
	M 10								
1	UPÍNACÍ ŠROUB	ČSN 420002	11373	-	001	0,5	-		11
	M 10								
1	ZVEDACÍ ŠROUB	ČSN 420002	11 550	-	001	25	-		12
	Tr 20x2-800								
1	NOSNÝ SLOUP	ČSN 420002	11373	-	001	50	-		13
	ø 50 - 1250								
1	ZVEDACÍ MATICE	ČSN 420002	11 550	-	001	10	-		14
	Tr 20x2 - 30								
2	Ø P2x300x420	ČSN 425310	11 320	-	005	0,3	-		15
	NOSNÝ PLECH								
1	P3x360x 2200	ČSN 425310	11373	-	001	10	-		16
1	VÍČKO ø72x8	ČSN 420002	11500	-	001	0,5	-		17
	ULOŽENÍ ŠROUBU								
1	135 x 72	ČSN 420002	11373	-	001	2,0	-		18
	ZVEDACÍ KOLO								
1	ø 200	TECHNOMAT							19
1	ZÁTKA ø 30-20	ČSN 425510	10 370	-	001	0,01	-		20

HOVORKA

KUSOVNÍK

0-DP 143/88-00-00

1

6	ŠROUB M4 x 14	ČSN 021151.15	21
2	MATICE M5	ČSN 021401.40	22
1	MATICE M10	ČSN 021401.40	23
6	MATICE M4	ČSN 021401.40	24
2	MATICE M4	ČSN 021665.20	25
6	PODLOŽKA 4	ČSN 021740.00	26
2	PODLOŽKA 5	ČSN 021740.00	27
2	LOŽISKO 6003	ČSN 024630	28
1	PNEUMATICKÝ VÁLEC DGM-25-40		29

HOVORKA

KUSOVNÍK

1-DP 143/88 - 02 - 00

2

1	RÁM DÁVKOVAČE	ČSN 425310	11 373	-	001	2,5	-	1
1	P 2 x 400-800							
1	KOTOUČ DÁVKOVAČE	ČSN 425319	11 370.0	-	001	2,0	-	2
1	P 8 x 400-400							
1	KRYT OZUBENÍ	ČSN 425310	11 373	-	001	0,5	-	3
1	P1,5 x 200-200							
1	KRYT	ČSN 425310	11 373	-	001	0,7	-	4
1	P 2 x 100- 400							
1	DÁVKOVAČ	ČSN 420002	17 618	-	026	0,3	-	5
1	40 x 30 x 4							
1	VEDENÍ DÁVKOVAČE	ČSN 420002	17 618	-	026	0,3	-	6
1	68 x 50 x 6							
1	TR 10 x 1,5-50	ČSN 425715	11 353	-	007	0,4	-	7
1	KRYT	ČSN 420002	17 255	-	026	1,5	-	8
1	180 x 200 x 2							
1	STAHOVACÍ ŠROUB	ČSN 425510	10 340.0	-	001	0,2	-	9
1	ø 32 - 20							
1	STAHOVACÍ MATICE	ČSN 425510	10 340.0	-	001	0,3	-	10
1	ø 32 - 30							
1	ROZPĚRNÝ KROUŽEK	ČSN 425715	11353		007	0,01	-	11
1	TR ø16x2,5-3							
1	ø 58 - 30	ČSN 425510	11 343	-	007	0,3	-	12
1	VÍČKO ø55 - 5	ČSN 425510	11 343	-	007	0,1	-	13
1	STÍRACÍ KARTÁČ	L= 40	TECHNOMAT					14
1	KUŽELOVÉ KOLO	ČSN 420002	12 050	-	002	0,8	-	15
1	ø 328							
4	ŠROUB M5 x 16	ČSN 021103.52						16
2	ŠROUB M5 x 45	ČSN 021131.20						17
4	ŠROUB M5 x 20	ČSN 021103.52						18
2	ŠROUB M4 x 10	ČSN 021103.52						19
2	ŠROUB M3 x 12	ČSN 021226						20

HOVORKA

1	STOJAN ZÁSOBNÍKU SVARENEC 4HR 20 -20000 ČSN 426935	11 343	-	007	1,7	-	1
1	NÁSYPKA P2 x 500 - 500 ČSN 425301	11 373	-	001	0,9	-	2
1	ÚPRAVA KORÝTKA P1,5 x 100-500 ČSN 425301	11 373	-	001	0,4	-	3
2	ČEP Ø 10 x 22 ČSN 022102	11 500	-	001	0,01	-	4
1	P 1 x 15 x 52 ČSN 425350	11343	-	007	0,01	-	5
1	ELEKTROMAG. VIBRAČNÍ ŽLABOVÝ DOPRAVNÍK TYP Js 157 /TRANSPORTA n.p./						6
4	PRYŽOVÁ LEMOVKA 8-145 ČSN 633882						7
1	SILIKONOVÁ PRYŽ 2 x 47 x 40 ČSN 622015.03						8
2	ŠROUB M4 x 6 ČSN 021226						9

HOVORKA

1:2

VŠST

LIBEREC

KUSOVNÍK

1-DP 143/88-01-00