

Fakulta strojní

Obor

Konstrukce strojů a zařízení

Zaměření

Balící a polygrafické stroje

JEDNOÚČELOVÝ MANIPULÁTOR

Tomáš Hlava

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Stehlík, CSc.

VŠST Liberec

Konzultant:

František Minařík, LIPO Liberec

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 66

Počet tabulek: 2

Počet obrázků: 17

Počet výkresů: 11

Počet příloh: 8

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075384

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra balicích a polygrafických
strojů

Školní rok: 1993/94

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro

Tomáš Hlavá

obor

Konstrukce strojů a zařízení

zaměření Balicích a polygrafické stroje

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Obchodní balení komprimátů do skládaček

Zásady pro vypracování:

Komprimáty LIPO jsou baleny na strojích Siebler s výkonem cca 100 balení za minutu. Spotřebitelské balení má tvar hranolku a hmotnost okolo 7,5 g. Do skládačky pro obchod je pak složeno celkem 200 hranolků v 10 vrstvách, ve dvou řadách po deseti v každé vrstvě. Do skládačky jsou v současnosti hranolky skládány ručně. Za předpokladu, že bude možné přenášet jednotlivé hranolky pomocí obdélníkové podtlakové savky navrhnete zařízení, které by řadilo a vkládalo hranolky komprimátů do skládaček automaticky.

Zpracujte:

1. Základní technologické schema zařízení, návrh funkčních orgánů, jejich pohon a prostorové uspořádání.
 2. Časový diagram.
 3. Výkresy sestavení rozhodujících skupin.
 4. Některé důležité dílenské výkresy.
 5. Zadání pro zpracování schema elektrického, případně pneumatického obvodu.
- Do 21.1.1994 vypracujte body 1 a 2, ev.5.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PSC 461 17

KRP/ BP

V125/94

Rozsah grafických prací: výkres sestavy a podsestavy hlavních fur
části
Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran
Seznam odborné literatury: firemní literatura, katalogy FESTO
B. Chvála: Automatizace

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Stehlík, CSc.

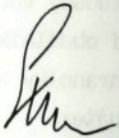
Konzultant: František Minařík, LIPO Liberec

Zadání diplomové práce: 29.10.1993

Termín odevzdání diplomové práce: 27.5.1994


Doc. Ing. Štěpán Beneš, CSc.
Vedoucí katedry




Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.
Děkan

V Liberci

dne 29.10. 1993

Prohlášení

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

V Liberci 27. 5. 1994

Podpis *Hlava*

Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Františku Novotnému, CSc., vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Stehlíkovi, CSc. a konzultantovi Františku Minaříkovi za pomoc a cenné rady, které mi pomohly při vypracování diplomové práce.

<u>Úvod</u>	1
<u>1. Rozbor současného stavu</u>	3
1.1 Popis výrobní linky	3
1.2 Popis činnosti obsluhy	5
<u>2. Koncepční návrh balícího zařízení</u>	7
2.1 Zpřesněná formulace požadavků na balící zařízení	7
2.1.1 Rozdělení balícího zařízení (dle činnosti)	7
2.1.2 Určení požadovaných parametrů bal. zařízení	8
2.2 Alternativní návrh koncepce řešení vkládacího zař.	12
2.2.1 Rozdělení vkládacího zařízení	12
2.2.2 Varianty jednotlivých funkčních částí	13
2.3 Výběr nejvhodnější varianty	24
<u>3. Konstrukční řešení</u>	26
3.1 Podrobný návrh balícího zařízení s rozdělením do konstrukčních uzlů	26
3.1.1 Konstrukční řešení rámu zařízení	26
3.1.2 Konstrukční řešení manipulačního vozíku	32
3.1.3 Konstrukční řešení uchopovací hlavy	39
3.1.4 Konstrukční řešení přesouvače	41

3.1.5 Konstrukční řešení manipulátoru	41
-	-
3.2 Řešení pneum. pohonu vkládacího zařízení	42
3.2.1 Pneumatický výkonný obvod	45
3.2.2 Návrh řídicího obvodu	50
3.2.3 Pokyny pro obsluhu	61
<u>Závěr</u>	63
Seznam použité literatury	65
Seznam příloh	66
Přílohy	67

V souvislosti s privatizací bývalého státního podniku, Oborový podnik Čokoládovny Praha, se závod LIPO Liberec stal akciovou společností se zahraniční majetkovou účastí firem NESTLE (Švýcarsko) a BSN (Francie).

Díky zahraničnímu kapitálu se vytvořily nové možnosti modernizace a automatizace technického zařízení. Zároveň s touto inovací technologie dochází v jednotlivých závodech k modernizaci balících procesů čokoládových a nečokoládových výrobků, včetně zavádění nových zahraničních obalových materiálů, které jsou konkurenceschopné zahraničním výrobkům. Jednotlivé fáze výroby a výrobních programů jsou postupně nahrazovány modernějšími technologiemi procesů s cílem zvýšit hlavně kvalitu výrobků. Při technologických procesech je všude nahrazována převážně lidská síla za pomocí modernizace a vývoje jak nového strojního zařízení, tak i úpravou dosavadního strojního zařízení. Lidský činitel působí pouze jako kontrolní článek výrobního procesu k zajištění maximální kvality vyráběného zboží. Na dosavadní strojní zařízení jsou zpracovány harmonogramy a vyhlášeny konkursy k zajištění zlepšení jejich současného stavu.

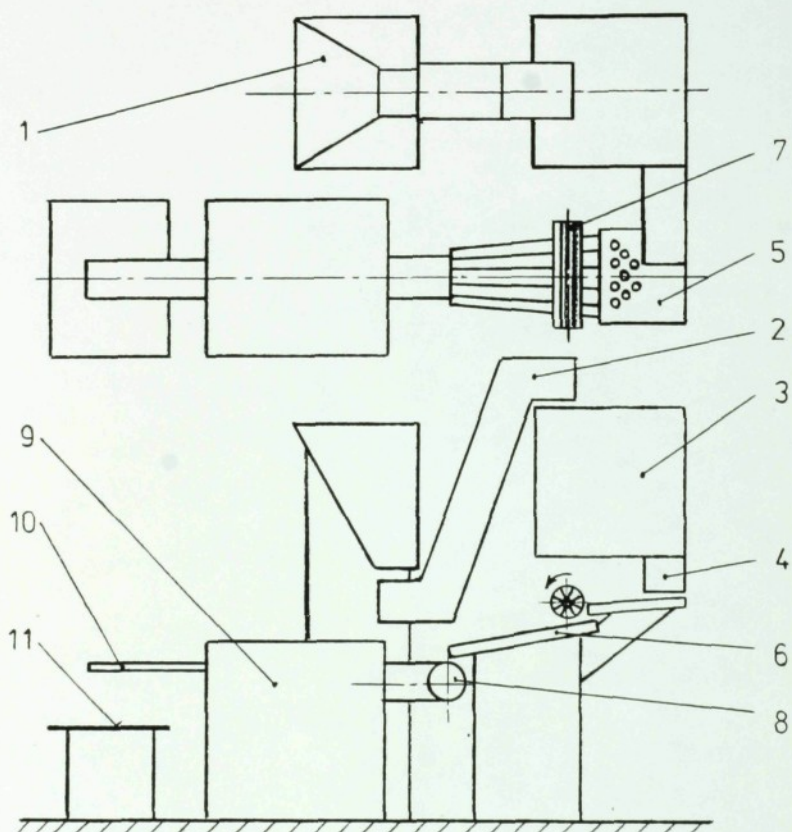
Z těchto uvedených důvodů mi byla zadána diplomová práce, jejímž tématem je částečně automatizovat odběr hranatých komprimátů rozměrů 15 x 8 mm balených do tvarových roliček o různých gramážích (dáno různým počtem komprimátů) na balících strojích SIEBLER - 31 (firma SIEBLER SRN). Tyto stroje jsou využívány jak pro tuzemskou výrobu, tak i pro exportní úkoly včetně využití pro spotřebitelská balení do

célofánu (použití do samoobslužného prodeje). Balicí stroje SIEBLER balí jednotlivé tablety v různých počtech a obsluha jednotlivé roličky ukládá ručně do skupinového balení kartonového systému.

Úkolem zadání diplomové práce bylo vyřešit odstranění manuálního odběru roliček a navrhnout strojní zařízení, které by zajistilo pravidelný odběr vyráběného zboží na jednotlivých strojích EZ - 31.

1. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

1.1 Popis výrobní linky



- Legenda: 1 - zásobní násypka 7 - válcový kartáč
2 - korečkový elevátor 8 - pásový dopravník
3 - detekční zařízení 9 - balicí stroj
4 - skluz 10 - výstupní kanál
5 - vibrační násypka balicího stroje
6 - vibrační skluz 11 - stůl obsluhy

Obr. č. 1 - Schéma výrobní balicí linky

Popis činnosti výrobní linky

Volně smíchané ovocné komprimáty jsou sypány ručně z přenosek do vibrační zásobní násypky (1). Odtud vypadávají do korečkového elevátoru (2), jenž je vynáší do detekčního zařízení (3), které má za úkol detekovat a vyčlenit kovové předměty. Ty mohou být volně mezi komprimáty nebo jsou do komprimátů zalisovány.

Z detekčního zařízení sjedou komprimáty po skluzu (4) do vibrační násypky (5), v které jsou otvory pro odvod poškozených komprimátů do odpadu. Z vibrační násypky jdou komprimáty na vibrační skluz (6), jenž je rovná a řadí vedle sebe tak, aby mohly být následně zabaleny. Nad vstupem do vibračního skluzu je umístěn válcový kartáč, který se otáčí proti pohybu komprimátů. Tím sráží komprimáty postavené na výšku, takže pod ním projdou pouze komprimáty správně orientované. Ve vibračním skluzu jsou kmitající lišty, které řadí komprimáty maximálně do 14 drah. Tyto podélné lišty vytvářejí dráhy, jejichž počet určuje počet komprimátů v jedné hranaté roličce. Seřazené komprimáty jdou z vibračního skluzu na krokově pracující pásový dopravník (8), který je transportuje do balícího stroje (9). Ten komprimáty balí do hranatých roliček tak, že komprimáty zabalí nejdříve do papíru a přebalí je etiketou, kterou musí zalepit. Tím je vytvořeno spotřebitelské balení komprimátů.

Z balícího stroje postupují hranaté roličky (dále jen komprimáty) výstupním kanálem (10) v řadě za sebou tak, že poslední zabalený komprimát o 1 krok posune řadu ostatních, již zabalených komprimátů. Výstupní kanál balícího stroje sloužící jako zásobník ústí nad stůl, kde jsou komprimáty ručně odebírány a vkládány do krabic.

1.2 Popis činnosti obsluhy

Výrobní balicí linku obsluhují dvě pracovní síly. Jedna obsluhuje balicí stroj a druhá na výstupu balicího stroje odebírá komprimáty a vkládá je do krabic.

Obsluha balicího stroje musí zajišťovat následující činnosti:

- zapíná a vypíná balicí linku,
- nastavuje a seřizuje balicí stroj tak, aby prováděl balení komprimátů kvalitně,
- programuje detekční zařízení
- do balicího stroje průběžně doplňuje etikety, balicí papír a lepidlo,
- kontroluje, zda ve drahách vibrační násypky nejsou úlomky bonbonů,
- do zásobní násypky průběžně doplňuje komprimáty z přenosek,
- kontroluje kvalitu provedeného slepu etikety a provádí případné seřízení balicího stroje.

Obsluha na výstupu musí zajišťovat následující činnosti:

- ručně odebere z výstupního kanálu balicího stroje deset kusů komprimátů a vloží je do krabice, toto opakuje několikrát za sebou, až odebere celý výstupní kanál,
- v čase, než se kanál opět naplní, skládá krabice nebo plné ukládá na paletu,
- při vkládání komprimátů do krabice zároveň provádí náhodnou kontrolu kvality slepu etikety (špatné komprimáty vyčleňuje),
- v případě poruchy nebo jiného nenadálého stavu vypíná balicí linku nouzovým tlačítkem "STOP".

Činnosti obsluhy na výstupu musí být prováděny velmi rychle, neboť z taktu balicího stroje, který je 100 až 110 kusů komprimátů za minutu, vyplývá, že deset kusů komprimátů stroj zabalí za 5,5 až 6 sekund. V tomto časovém úseku musí obsluha komprimáty urychleně odejmout z výstupního kanálu, vložit je do krabice a naplněnou krabici umístit na paletu.

Tato monotónní činnost je pro obsluhu velmi náročná a unavující, a proto mi bylo zadáno navrhnout zařízení, které tuto namáhavou práci nahradí.

2. KONCEPČNÍ NÁVRH BALÍČÍHO ZAŘÍZENÍ

2.1 Zpřesněná formulace požadavků na balicí zařízení

2.1.1 Rozdělení zařízení (dle činnosti)

K řešení úkolu je třeba balicí zařízení rozdělit podle vykonávaných činností na několik funkčních celků, které se budou řešit jako samostatné části.

1. Kontrolní zařízení
2. Vkládací zařízení
3. Vykládací zařízení
4. Paletizační zařízení

ad1) Abychom mohli efektivně realizovat automatizaci balicího procesu, je nezbytné zajistit požadavek zhotovení kvalitního spotřebitelského balení. To znamená, že na výstupu výrobní linky by se neměly objevovat zmetky. Pokud tohoto požadavku nelze v daných podmínkách na daném zařízení dosáhnout, musí být před vkládacím zařízením začleněno kontrolní zařízení. Jeho úkolem je kontrola kvality provedeného slepu etikety spotřebitelského balení. Pokud je detekován chybný slep nebo etiketa úplně chybí, musí být tento zmetek vyřazen z proudu kvalitních výrobků.

ad2) Úkolem vkládacího zařízení je odejmutí komprimátů z výstupního kanálu balicího stroje a jejich následné vložení do skládačky kartonového systému (krabice).

ad3) Úkolem vykládacího zařízení je skládání krabic a jejich umístění do vkladacího zařízení a odebírání plných krabic.

ad4) Úkolem paletizačního zařízení je ukládání odebraných, plných krabic na paletu.

Ve své práci se budu dále zabývat pouze vkladacím zařízením. V řešení tohoto úkolu je předpokládáno, že pracovní činnosti zařízení 1, 3, a 4 bude jako doposud provádět obsluha výrobní linky ručně.

2.1.2 Určení požadovaných parametrů zařízení

Výkon vkladacího zařízení musí vyhovovat taktu výrobního stroje, který cca 100 kusů komprimátů za minutu, tzn. že jeden komprimát je zabalen do spotřebitelského balení za 0,6 sekundy.

V případě, že vkladací zařízení nebude z jakýchkoliv příčin stačit odebírat komprimáty, např. v důsledku poruchy některé z jeho funkčních částí, musí být zajištěn volný odvod komprimátů z pracovního stolu vkladacího zařízení do zásobníku, aby nedošlo k jejich vzpříčení, po němž by mohlo nastat poškození komprimátů nebo některé části balícího stroje. V případě poruchy zařízení nebo po jakémkoliv jiném náhodném porušení pracovního cyklu nebo po přerušení pracovního cyklu vkladacího zařízení stisknutím tlačítka "NOUZOVÝ STOP" by měl řídicí systém vkladacího zařízení

umožnit jeho zastavení i zastavení celé výrobní linky.

Vkládací zařízení musí být konstruováno tak, aby umožňovalo vkládání dvou velikostí komprimátů (s rozdílnou délkou danou počtem balených kusů) do krabic o různé výšce dané počtem vkládaných vrstev, tj. po 8 nebo 10 vrstvách.

Zhotovení skupinového balení

Skupinové balení je složeno z 8 nebo 10 vrstev dle druhu krabice. V jedné vrstvě balení jsou dvě řady vedle sebe. V každé je deset kusů komprimátů, tj. v jedné vrstvě je dvacet kusů komprimátů. Ve skupinovém balení je celkem 160 nebo 200 kusů spotřebitelských balení.

Balené zboží

Spotřebitelské balení (komprimáty LIPO) má tvar hranolku o rozměrech:

a) hranolky tablet "CANDY TABS"

šířka x výška x délka: 15 x 8 x 49 mm

hmotnost: 5,75 g

obsah: 10 ks tablet

b) hranolky tablet "FRU LIPO"

šířka x výška x délka: 15 x 8 x 62 mm

hmotnost: 7,5 g

obsah 13 ks tablet

Obal skupinového balení

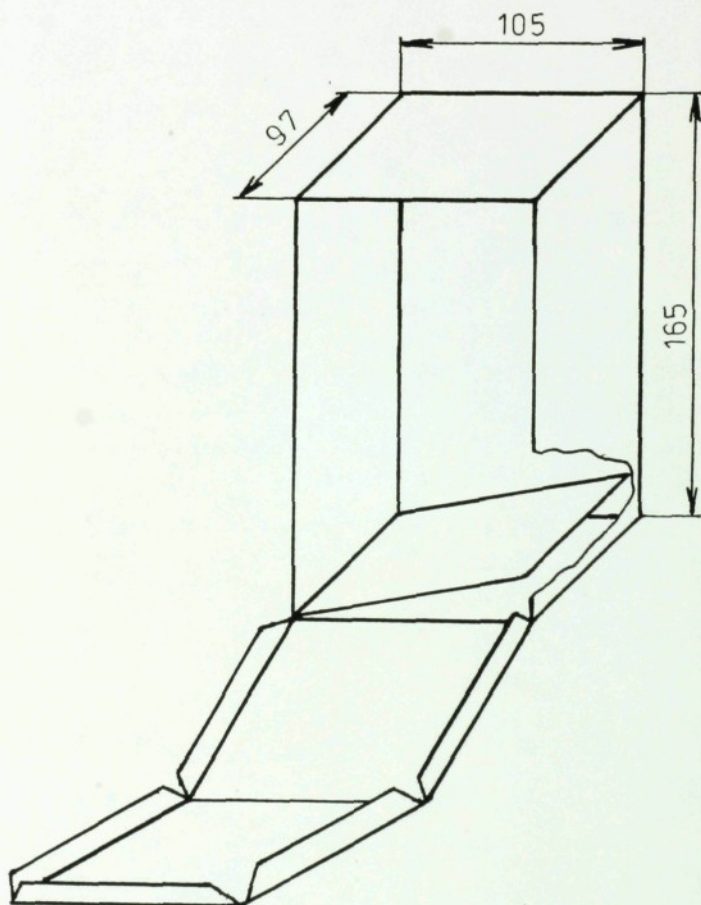
Obalem skupinového balení je skládačka kartonového systému ve formě krabice s víkem.

1. Krabice na 200 ks komprimátů v deseti vrstvách

Vnitřní rozměry: délka 163 mm

šířka 103 mm

výška 92 mm



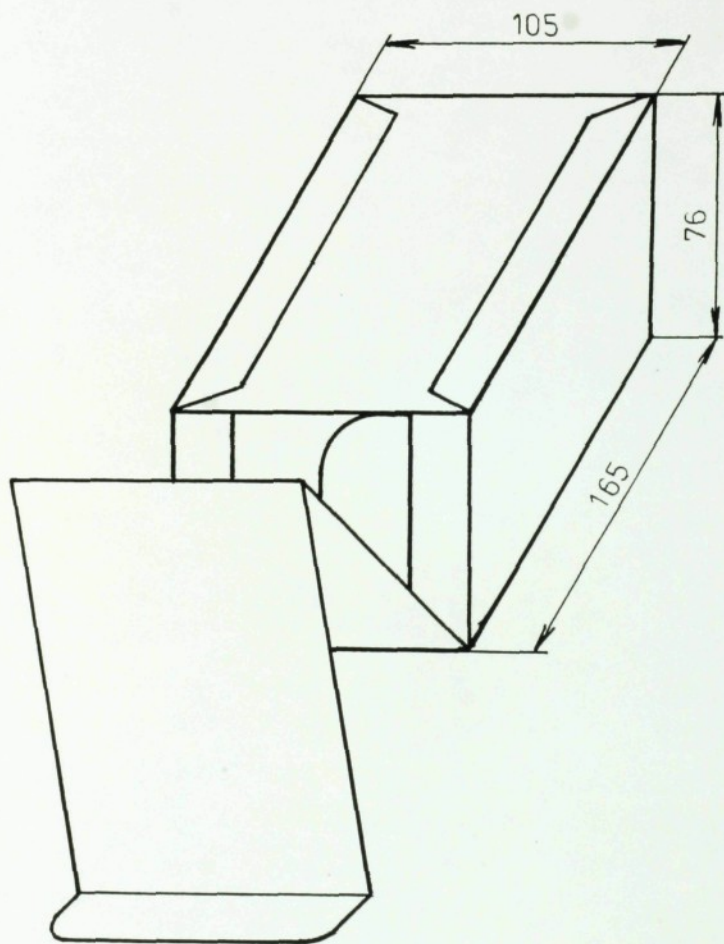
Obr. č. 2 - Skica krabice ad1)

2. Krabice na 160 ks komprimátů v osmi vrstvách

Vnitřní rozměry: délka 163 mm

šířka 102 mm

výška 74 mm



Obr. č. 3 - Skica krabice ad2)

2.2 Alternativní návrh koncepce řešení vkládacího zařízení

2.2.1 Rozdělení vkládacího zařízení

V koncepčním řešení bylo rozděleno vkládací zařízení na 3 funkční celky:

1. První funkční část je tzv. přesouvač, který na pracovním stole vkládacího zařízení rozděluje tok komprimátů vystupujících z výstupního kanálu balícího stroje na dva symetrické proudy. Postupně se tak vytváří na pravé a levé straně pracovního stolu vrstva komprimátů, která bude následně vložena do krabice.

2. Druhá funkční část je tzv. manipulátor, který má za úkol uchopit připravenou vrstvu komprimátů a vložit ji do krabice. Manipulátor je složen ze dvou symetrických částí. Každá plní jednu krabici.

3. Třetí funkční část je tzv. manipulační vozík, který z důvodu bezpečnosti práce obsluhy při výměně krabic odvádí naplněné krabice z pracovního prostoru manipulátoru a přivádí tam krabice prázdné.

Ze všech výše uvedených požadavků jsem se zaměřil zejména na spolehlivost a kontinuitu činnosti vkládacího zařízení, na bezproblémové zvládnutí činností všech jeho funkčních částí tak, aby neovlivnily plynulý chod výrobní linky. Z těchto důvodů a dále z nutnosti vyčlenit zmetky z řady posouvajících se komprimátů, čímž se přeruší kontinuita toku (komprimáty se zastaví na dobu, než se zaplní místo po vyřazeném zmetku), se mi jevilo nevhodné použít pro

pohon a řízení jednotlivých funkčních částí tvrdé mechanické vazby realizované pomocí váček nebo různých n-kloubových mechanismů. Tyto mechanismy bylo sice možné použít, ale technická řešení se jeví značně složitá. Daleko vhodnější je použít pneumatické nebo elektrické krokové motory, vhodně řízené elektricky nebo elektropneumaticky.

2.2.2 Varianty jednotlivých funkčních částí

V této části diplomové práce jsou uvedeny tři varianty řešení vkládacího zařízení. Varianty se liší v řešení zařízení pro vkládání vrstev do krabic, tj. manipulátoru. Pro všechny varianty je shodně vyřešen přesouvač. Manipulační vozík lze řešit pro každou variantu několika způsoby.

Přesouvač

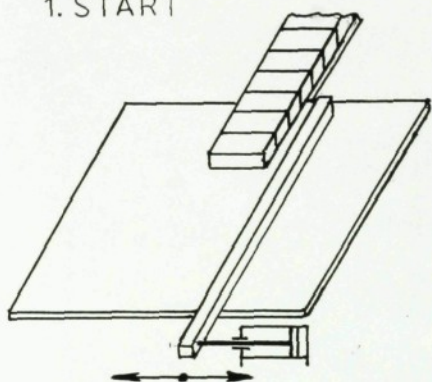
Pracovní rytmus přesouvače je dán dobou pracovního kroku balícího stroje, který je cca 0,6 sekundy. Pokud není kontrolním zařízením (činnost popsána v kapitole 2.1.1) vyřazen žádný zmetek, tak za dobu šesti sekund najede na pracovní stůl deset kusů komprimátů. Po jejich najetí se přesouvač vysune, tím je odsune mimo dráhu toku výrobků, a zůstane v této pozici stát. Zpátky se přesouvač vrátí až po najetí dalších deseti kusů komprimátů, tj. za dalších šest sekund (celkem 12 sekund). Na obou stranách pracovního stolu je první řada vrstvy (vrstva je složena ze dvou řad) složená z deseti kusů komprimátů.

Za dalších šest sekund, když najelo deset kusů

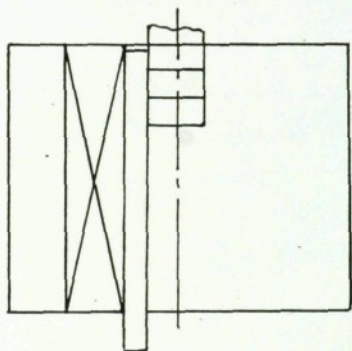
komprimátů se přesouvač vysune, první řada je odsouvána druhou řadou a na jedné straně pracovního stolu tak vzniká jedna úplná vrstva komprimátů připravená k vložení do krabice. Po najetí posledních deseti kusů komprimátů se přesouvač podruhé vrátí zpět a na druhé straně pracovního stolu je rovněž připravena vrstva komprimátů. Tento cyklus se stále opakuje a přesouvač tak postupně vytváří dvě vrstvy najednou.

První vrstva komprimátů se vytvoří nejdříve za 18 sekund a obě vrstvy jsou připraveny nejdříve za 24 sekund. Z toho vyplývá, že manipulátor má 12 sekund na to, aby odebral připravenou vrstvu z pracovního stolu a celkem 24 sekund na její vložení do krabice a na návrat do základní polohy. Tento proces je schematicky znázorněn na obr. č. 4.

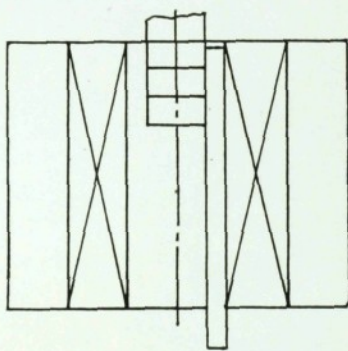
1. START



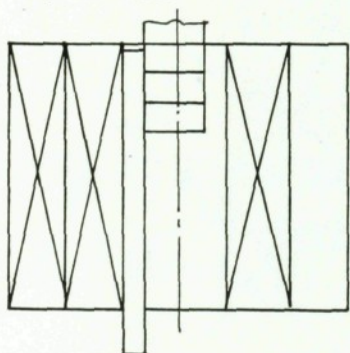
2. PO 6s



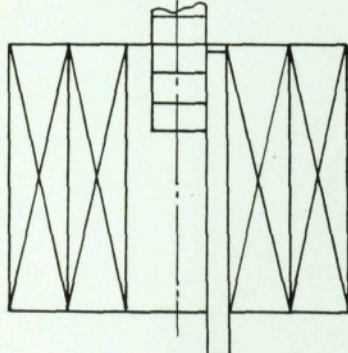
3. PO 12s



4. PO 18s



5. PO 24s



Obr. č. 4 - Postup vytvoření vrstvy přesouvačem

K pohonu přesouvače je použit pneumatický motor, který musí být dostatečně rychlý, aby umožnil přesunutí přesouvače maximálně v čase jednoho kroku výrobního stroje.

Manipulátor

Manipulátor, který vkládá jednotlivé vrstvy do krabic, je realizován pomocí pneumatických motorů, u nichž je možné nastavit maximální sílu redukcí provozního tlaku tak, aby první vrstva najela na dno krabice, další vrstvy se zastavovaly vždy o vrstvu předchozí, aniž by se jednotlivé vrstvy poškodily. Postupně se tak zmenšuje vysunutí pneumotoru vždy o výšku jedné vrstvy. K těmto pneumotorům jsou připevněny uchopovací hlavice (efektory) osazené podtlakovými přísavkami. K nim jsou vrstvy komprimátů přisáty a potom vkládány do krabice. Podtlaku je v přísavkách dosaženo pomocí ejektoru, který vytváří vakuum pro všechny přísavky jedné uchopovací hlavice.

Variant A - příčně orientovaný manipulátor

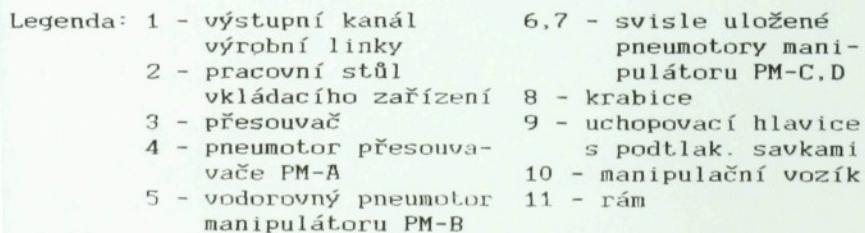
Schema varianty je na obr. č. 5.

Nad pracovním stolem (2) vkladacího zařízení je příčně ke směru toku komprimátu uložen vodorovný pneumotor (5). K němu jsou připojeny dva svislé pneumotory (6,7), které jsou umístěny tak, že jeden je nad pracovním stolem a druhý nad krabicí. Po obou stranách pracovního stolu jsou umístěny manipulační vozíky (10). Na každém vozíku jsou dvě krabice (8), z nichž jedna je plněna a druhá je připravena na plnění.

Popis činnosti

Když je na pracovním stole vkladacího zařízení přesouvačem vytvořena vrstva komprimátů, začnou se současně vysouvat oba svislé pneumotory. Jeden sjíždí na připravenou vrstvu. Jakmile se o ní zastaví, spouští se vakuum, komprimáty jsou přisáty a pneumotor se zasouvá s přisátou vrstvou. Druhý pneumotor sjíždí do krabice s přisátou vrstvou (v prvním cyklu tam vrstva ještě není) a po dojetí na dno se zruší vakuum, komprimáty odelnou a pneumotor se vrací zpět. V okamžiku, kdy jsou oba svislé pneumotory zasunuty, vysouvá se vodorovný pneumotor. Tím se dostane jeden svislý pneumotor s přisátou vrstvou nad krabicí a druhý se dostane nad pracovní stůl, kde čeká, až bude připravena další vrstva. Jakmile je vrstva připravena, celý cyklus se opakuje.

Když je naplněna krabice, obsluha posune příslušný vozík, a tím se do pracovního prostoru manipulátoru dostane prázdná krabice. Plná krabice je mimo pracovní prostor manipulátoru a obsluha zařízení ji může bezpečně vyjmout a zařadit na paletu. Na její místo připraví prázdnou krabici.



Obr. č. 5 - Schema varianty A

Varianta B - podélně uspořádaná dvojice manipulátorů

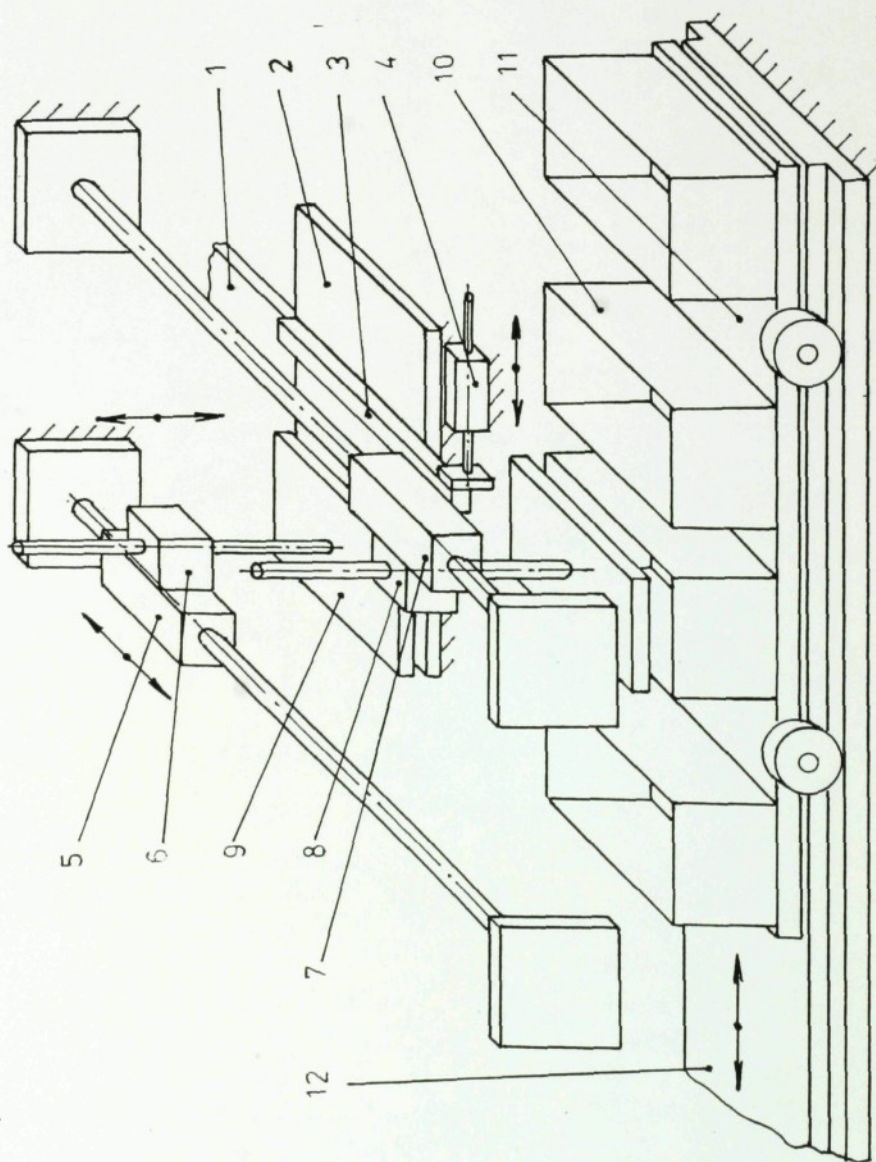
Schema varianty je na obr. č. 6.

Nad pracovním stolem (2) vkladacího zařízení jsou podélně se směrem toku komprimátů uloženy dva vodorovné pneumotory (5,7). Ke každému z nich je připojen jeden svislý pneumotor (6,8), na kterém je uchycena uchopovací hlavice (9). Takto uspořádané pneumotory tvoří dva nezávislé manipulátory M1, M2. Před pracovním stolem je umístěn manipulační vozík (11), na němž jsou čtyři krabice (10). Dvě krabice jsou vždy v pracovním prostoru obou manipulátorů a jsou jimi plněny, druhé dvě leží mimo pracovní prostor manipulátorů, jsou prázdné a připravené po přemístění manipulačního vozíku k plnění.

Popis činnosti

Činnost jednoho manipulátoru začíná v okamžiku, kdy je na jedné straně pracovního stolu vkladacího zařízení vytvořena vrstva komprimátů. Začne se vysouvat příslušný svislý pneumotor, který se zastaví o připravenou vrstvu, zapne se vakuum a komprimátory jsou přisáty. Po jejich přisátí se svislý pneumotor zasune a potom se začne vysouvat vodorovně uložený pneumotor, který přisátou vrstvu umístí nad krabicí. Když je vrstva nad krabicí, vysune se svislý pneumotor a vrstva najede na dno krabice. Tam se uchopovací hlavice zavzdušní a vrstva komprimátů od ní odelne. Svislý pneumotor se může zasunout a po jeho zasunutí se zasouvá i vodorovně uložený pneumotor. Tím je činnost prvního manipulátoru ukončena a manipulátor čeká, až bude připravena další vrstva. Analogicky pracuje i druhý manipulátor.

Jakmile jsou obě krabice naplněny, manipulační vozík se přesune. Plné krabice se dostanou z pracovního prostoru manipulátorů a na jejich místo se dostanou připravené prázdné krabice, které mohou manipulátory ihned plnit. Plné krabice obsluha vyndá a zařadí na paletu. Na jejich místo připraví prázdné krabice.



- Legenda:
- | | |
|---|--|
| 1 - výstupní kanál výrobní linky | 6,8 - svisle uložené pneumotory PM-B,D |
| 2 - pracovní stůl vkladacího zařízení | 9 - uchopovací hlavice |
| 3 - přesouvač | 10 - krabice |
| 4 - pneumotor přesouvače PM-A | 11 - manipulační vozík |
| 5,7 - podélně uložené vodorovné pneumotory PM-B,D | 12 - rám |

Obr. č. 6 - Schema varianty B

Varianta C - s kývavým pohybem ramen

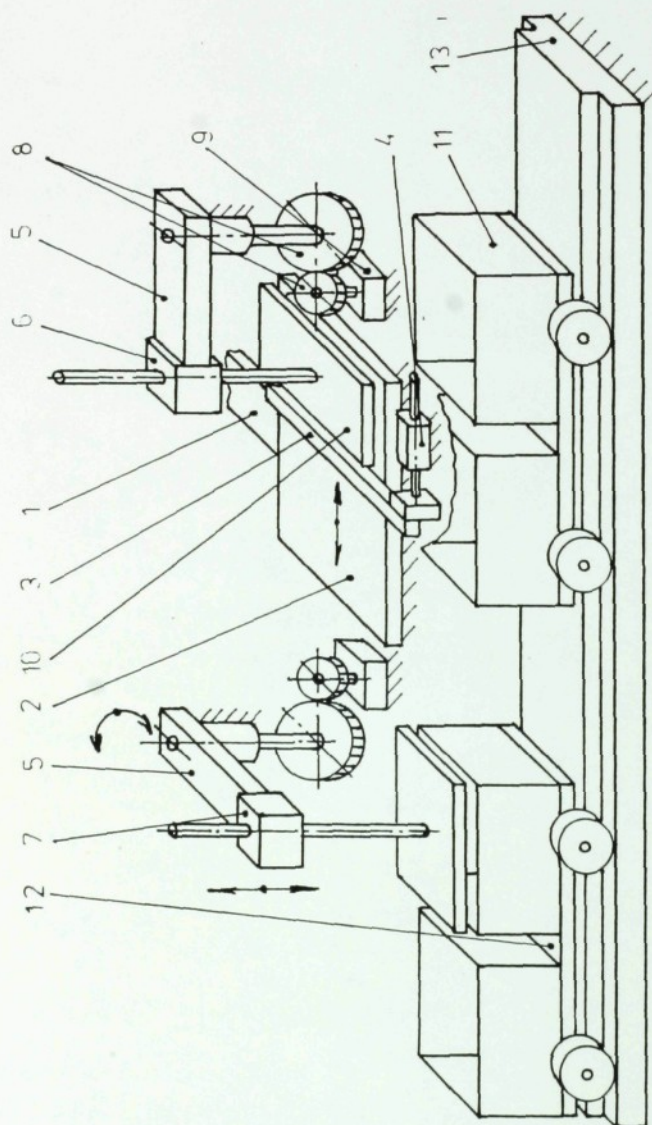
Schema varianty je na obr. č. 7

Vedle pracovního stolu (2) jsou umístěna dvě kyvná ramena (5), která umožňují kývavý pohyb o 90 nebo 180 stupňů dle volby varianty umístění manipulačních vozíků (12). Pro natočení ramen o 90 stupňů jsou manipulační vozíky před pracovním stolem, jak je znázorněno na obr. č. 7. Pro natočení ramen o 180 stupňů jsou manipulační vozíky po stranách pracovního stolu. Na kyvných ramenech jsou uchyceny svislé motory (6,7) a na nich umístěny uchopovací hlavice (10) s podtlakovými savkami. Kyvná ramena jsou spojena s elektrickým krokovým motorem (9) přes ozubená kola (8). Na manipulačním vozíku jsou dvě krabice (11), z nichž jedna je plněna a druhá je připravena pro plnění.

Popis činnosti (ramen s výkyvem o 90 stupňů)

Je-li na pracovním stole vkládacího zařízení vrstva komprimátů, spustí se svislý pneumotor. Když uchopovací hlavice najede na vrstvu, zastaví se o ní a po spuštění vakua jsou komprimáty přisáty. Svislý pneumotor se zasune s přísátou vrstvou a potom se rameno otočí o 90 stupňů a dostane se tak nad krabici. Vrstva je nad krabicí a svislý pneumotor se s ní vysouvá, až najede na dno krabice, kde se zruší vakuum a komprimáty odelnou. Svislý pneumotor se může zasunout a rameno se natočí zpět, kde čeká na připravení další vrstvy. Tento proces je analogický pro druhé rameno.

Po naplnění krabic se mohou vozíky jednotlivě nebo v případě, že je použit jeden, přesunout. Tím se na místo plných krabic dostávají prázdné krabice, které se mohou ihned plnit. Plné krabice jsou mimo pracovní dosah ramen a obsluha je může bezpečně vyjmout a nahradit prázdnými.



- Legenda:
- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 - přívodní kanál výrobního stroje | 8 - ozubená kola |
| 2 - prac. stůl vkladacího zařízení | 9 - krokový elektromotor |
| 3 - přesouvač | 10 - uchopovací hlavice s podtlak. savkami |
| 4 - pneumotor přesouvače PM-A | 11 - krabice |
| 5 - kyvná ramena | 12 - manip. vozík |
| 6, 7 - svislé pneumotory PM-B, C | 13 - rám |

Obr. č. 7 - Schema varianty C

2.3 Výběr nejvýhodnější varianty

Varianta A

Výhody:

- minimální počet pneumatických prvků,
- jednodušší způsob řízení,
- nižší pořizovací náklady na prvky pneumatického obvodu,
- nezávislý odběr jedné nebo druhé krabice.

Nevýhody:

- složitější a tedy dražší realizace další automatizace zařízení,
- složitější konstrukce,
- při výměně krabic musí obsluha přecházet od jednoho vozíku k druhému.

Varianta B

Výhody:

- jednodušší a levnější realizace další automatizace zařízení,
- jednodušší konstrukce,
- vysoká spolehlivost zařízení a kontinuita procesu vkládání,
- možnost zvýšení výkonu zařízení.

Nevýhody:

- větší počet prvků a tedy i vyšší cena pneumatického obvodu (oproti var. A),
- náročnější způsob řízení.

Varianta C

Výhody:

- nižší pořizovací náklady.

Nevýhody:

- nutnost několika řídicích systémů při použité kombinaci elektrických a pneumatických pohonů,
- nevhodný rotační pohyb ramen z hlediska dynamických účinků,
- ne zcela zaručená spolehlivost zařízení.

Největší váha je přikládána kritériu další snadné automatizace balicího procesu, spolehlivosti a kontinuitě chodu zařízení a jednoduchosti obsluhy. Z těchto výše uvedených důvodů, kladů a záporů jednotlivých variant, byla k řešení daného úkolu vybrána varianta B se dvěma podélně uspořádanými manipulátory.

3. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

3.1 Podrobný návrh balícího zařízení s rozdělením do konstrukčních uzlů

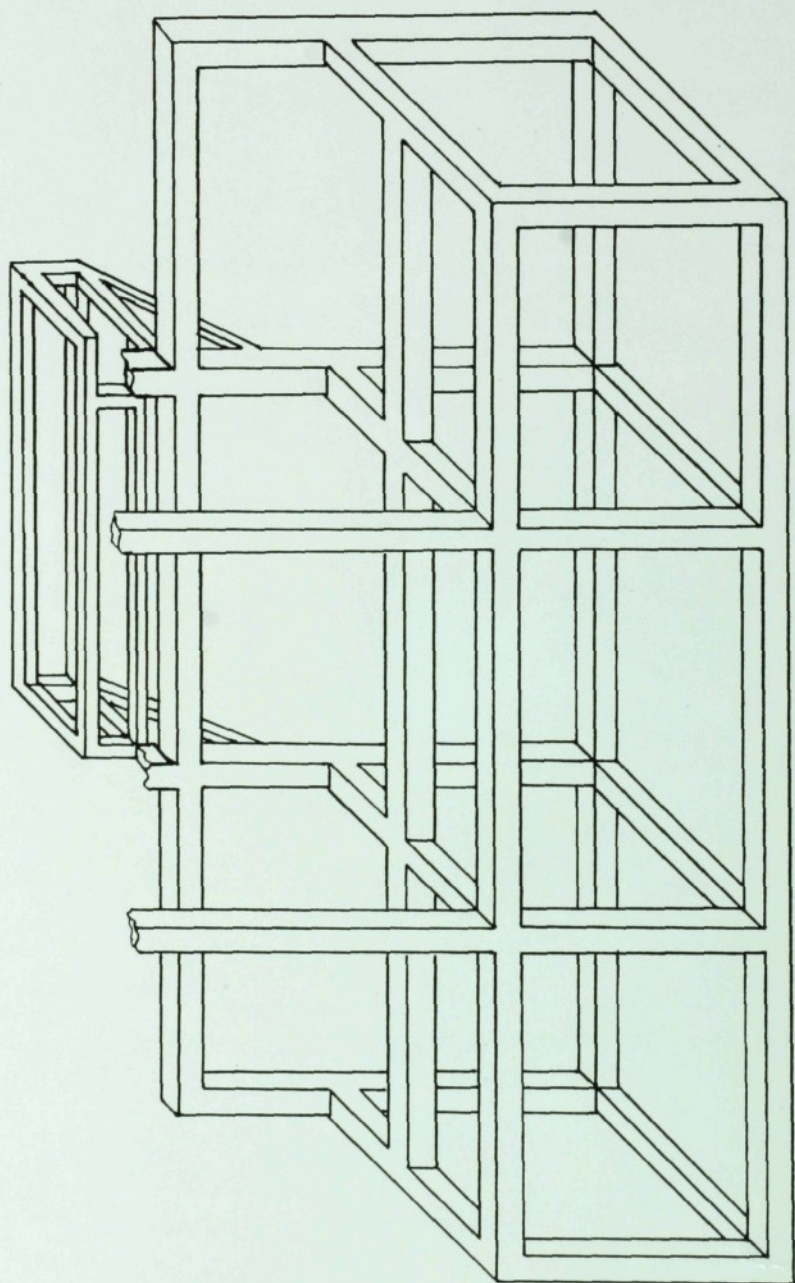
Konstrukční řešení balícího zařízení dle varianty B je rozpracována na výkresech sestavení. V dalším popisu bude odkazováno k jednotlivým pozicím těchto výkresů sestavení (pozice a číslo).

3.1.1 Konstrukční řešení rámu zařízení

Rám celého vkládacího zařízení (poz. 1) je svařen z ocelových tenkostěnných profilů čtvercového průřezu. Součástí rámu je pracovní stůl, přidržovač, rámeček, v němž jsou ukotveny oba manipulátory. K rámu je šrouby připevněno prizmatické vedení, po kterém se pohybuje manipulační vozík. Dále je k rámu připevněna křivková dráha. Jako dorazy manipulačního vozíku jsou použity odpružené permanentní magnety.

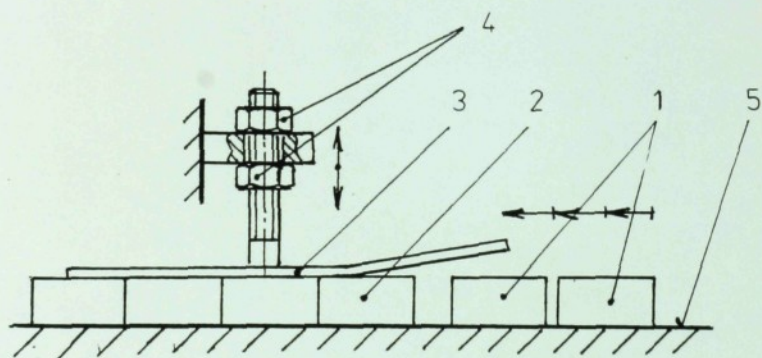
Schéma rámu je na obr. č. 8.

K pracovnímu stolu je šrouby připevněna deska (poz. 6), kterou je možné vyměňovat podle velikosti balených komprimátů. Na desce jsou přesouvačem vytvářeny vrstvy. Deska je tvarována tak, aby se komprimáty seřadily těsně k sobě a mohly být snadno a bezpečně dopraveny do krabice.



Obr. č. 8 - Schema rámu manipulačního zařízení

Přidržovač (poz. 10) je umístěn nad - koncem desky pracovního stolu a slouží k brždění a seřazení komprimátů těsně za sebe. Komprimáty se po výstupním kanále po desce smykají. Kloužou po dráze větší než je zdvih balícího stroje (je roven šířce komprimátu). Pro správnou funkci přesouvače se musí komprimáty pohybovat jen o zdvih a musí se seřadit těsně za sebe tak, aby na desce bylo právě deset kusů komprimátů. Na výkrese sestavení je nakreslena nejjednodušší varianta přidržovače, jehož schema je na obr. č. 9.



Legenda: 1 - volné komprimáty

2 - komprimáty bržděné přidržovačem

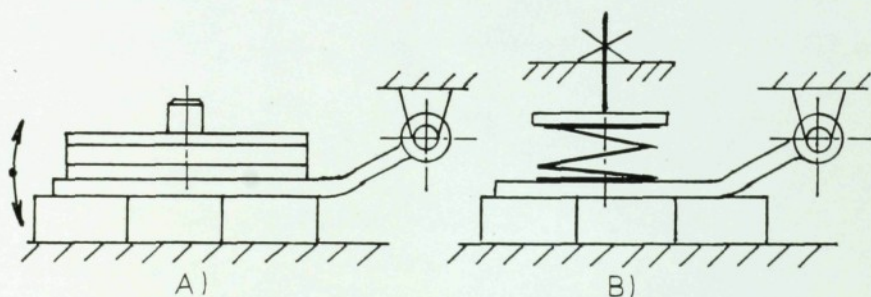
3 - přidržovač se šroubem

4 - matice

5 - deska pracovního stolu

Obr. č. 9 - Schema přidržovače

Dotažením matic (4) na šroubu přidržovače se nastaví potřebná vůle mezi přidržovačem a komprimáty tak, aby byly bržděny a nemohly se volně smykat po desce pracovního stolu, ale pohybovaly se pouze o zdvih daný balícím strojem. Pokud by činnost přidržovače nebyla dostačující, lze jej nahradit jiným dle schemat na obr. č. 10.



Obr. č. 10 - Návrhy přidržovače

V návrzích dle obr. č. 10 je místo pevného přidržovače použit přidržovač kyvný. K dosažení potřebné třecí síly je použito

A) přidavných závaží,

B) pružiny s nastavitelným předpětím.

Rámeček je umístěn v horní části rámu a jsou k němu šrouby připojena kluzná vedení (poz. 37), v nichž jsou uchyceny pneumatické motory PM B,D. Mezi rámečkem a vedením jsou podložky (poz. 33). Jejich výměna se provádí při

seřizování balícího zařízení na jiný druh balených komprimátů. V rámečku jsou vyvrtány podélné otvory, umožňující při seřizování balícího zařízení nastavit kluzná vedení (tím i manipulátory) dle potřeby.

V úrovni pracovního stolu je k rámu šrouby připevněno prizmatické vedení typu "FS" (poz. 54). Po prizmatickém vedení se odvalují čtyři kladky typu "FR" (poz. 55) a "FRR" (poz. 56). Vedení i kladky jsou výrobky firmy ISOTEC. Technická dokumentace je uvedena v příloze.

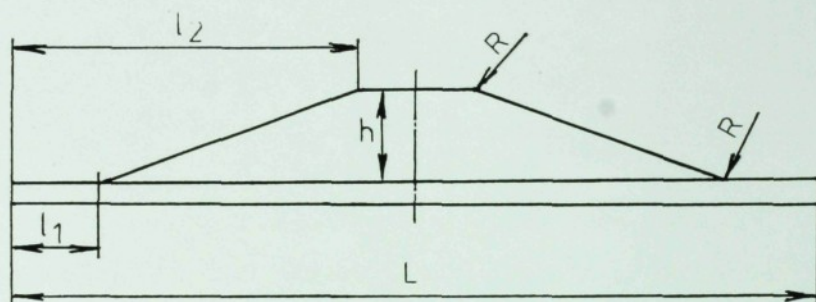
Dorazy manipulačního vozíku jsou tvořeny permanentními magnety. Síly vyvozené permanentními magnety drží manipulační vozík v krajních polohách. Pokud by síly nebyly dostatečné, je možné zvýšit počet per magnetů nebo magnety nahradit mechanickou aretací manipulačního vozíku. Magnety (poz. 82) jsou uloženy v miskách (poz. 17), kde jsou odpruženy pryžovými podložkami. Polohu misek (tedy i magnetů) lze seřídít nastavitelnými šrouby zajištěnými kontramaticí.

Ve spodní části je k rámu šrouby připevněna **křivková dráha**, po které se odvalují kladky (poz. 57). Kladka je připojena k podložce krabic (poz. 8) manipulačního vozíku. Odvalováním kladky po vačce (během přesouvání manipulačního vozíku) je zvedána podložka krabic. Na ní jsou dvě krabice a ty se buď nasouvají nebo sjíždějí z límců pevně uchycených na desce manipulačního vozíku.

Křivková dráha je vyrobeno z oceli 11 500. Byl proveden výpočet souřadnic křivkové dráhy pro předpokládaný sinusový průběh zrychlení. Vypočtené souřadnice dávají přibližně přímkový tvar křivky. Na zrychlení a rychlost zvedáku nejsou kladeny zvláštní požadavky. Z těchto důvodů má křivková dráha klínovitý tvar (křivka je nahrazena přímkou). Náběhy klínů

jsou opatřeny rádiusy. Schema křivkové dráhy je na obr. č.

11.



Rozměry křivkové dráhy:

$h = 40 \text{ mm}$

$L = 860 \text{ mm}$

$l_1 = 70 \text{ mm}, l_2 = 320 \text{ mm}$

$R = 70 \text{ mm}$

Obr. č. 11 - Schema křivkové dráhy

Kontrola pevnosti rámu

Jde vesměs o bezsilová zařízení, u nichž pracovní síly jsou buď nulové, nebo plně srovnatelné s pasívními odpory, které jsou spojené s vnitřní konstrukcí pneumatických prvků a příslušných vedení, která jsou v konstrukci použita. Celé zařízení je konstruováno nikoliv z hlediska pevnostního, ale výhradně s důrazem na zajištění potřebné tuhosti zařízení.

Z hlediska pevnosti je konstrukce vesměs mnohonásobně

předimenzována, avšak zároveň musí konstrukce vyhovět provozním nárokům, které souvisí s nahodilými zatíženími jednotlivých prvků konstrukce, v případě běžné, šetrné obsluhy. Důraz je současně kladen na bezpečnost zařízení pro obsluhu a počítá se s použitím prvků aktivní a pasívní bezpečnosti.

Aktivní bezpečnost spočívá v zakrytování nebezpečných částí zařízení, kam by v průběhu činnosti neměl být běžně umožněn přístup obsluhy. V případě, že obsluha bude nucena řešit kolizní situace, je umožněno zastavit činnost zařízení v kterémkoli okamžiku zavedením tlačítka "NOUZOVÝ STOP" (pasívní bezpečnost). Zároveň byl návrhem řídicího systému kladen důraz na to, aby z libovolné nestandardní situace bylo možné přejít do výchozího stavu.

3.1.2 Konstrukční řešení manipulačního vozíku

Rám manipulačního vozíku (poz. 2) je svařen z ocelových tenkostěnných profilů čtvercového průřezu. K rámu jsou připevněny čtyři kladky typu "FR" a "FRR". Kladky typu "FRR", umístěné dole, jsou uloženy v excentrických pouzdrech umožňujících jejich natočením posun kladek, a tím vymezení provozních vůlí mezi vedením a kladkami.

K rámu manipulačního vozíku je šrouby připevněna deska (poz. 7), kterou lze vyměnit dle velikosti balených komprimátů. V desce jsou čtyři otvory, v nichž jsou umístěny límce, na které se nasazují krabice. Límce jsou použity pro přesné polohování krabic a pro snadnější a bezpečnější zasunutí uchopovacích hlavic do krabic.

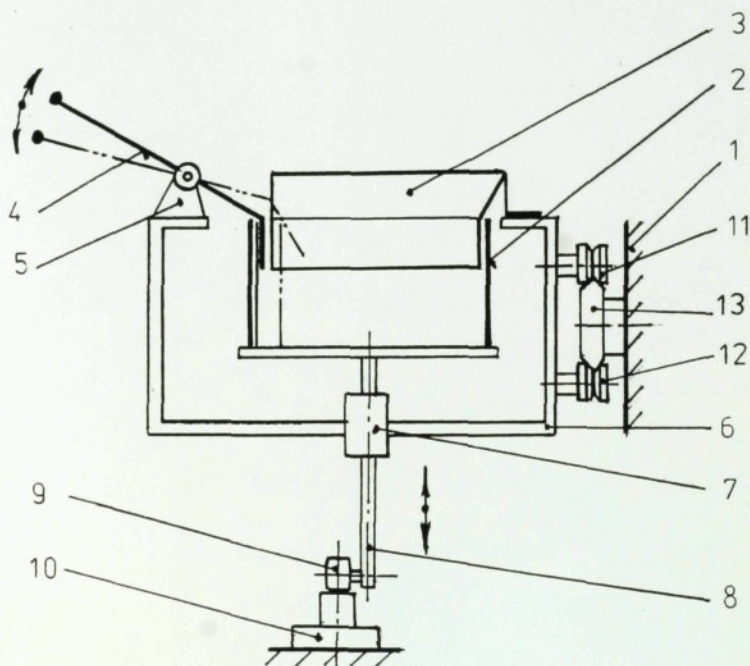
V navrženém způsobu řešení je vypracováno automatické

nasazování krabic na límce. Toto řešení usnadňuje další automatizaci procesu balení komprimátů. Pro automatické nasazování krabic bylo nezbytné vyřešit následující problém. V krabici je jedna chlopeň (viz obr. č. 2), která nedoléhá ke stěně krabice. Při automatickém nasazování krabice na límec by mohla nedoléhající chlopeň způsobit vzpříčení a následné poškození krabice.

Tento problém je řešen rozdělením límce na pevnou a sklopnou část. Tři strany límce tvoří pevnou část (poz. 11), která je šrouby připevněna k desce manipulátoru. Čtvrtá strana límce je sklopná část (poz. 12) a je spojena (svěrným spojem) s hřídelí (poz. 21). Hřídel je otočná v pouzdrech umístěných v tělese (poz. 16), a to je šrouby připevněno k desce manipulátoru. Hřídelí, a tedy i sklopnou částí límce je natáčeno pomocí páky (poz. 13) s aretací polohy. Páka je k hřídeli připevněna pomocí svěrného spoje. Sklopná část límce je umístěna nad nedoléhající chlopni krabice.

Při automatickém nasazování krabice musí být sklopná část límce natočena tak, aby nedošlo ke kolizi z nedoléhající chlopni krabice. Natočení je ručně provedeno obsluhou pomocí páky (poloha páky je zaaretována). Po nasunutí krabice na tři pevné strany límce se páka přemístí do druhé polohy a sklopná část límce nedoléhající chlopeň přimkne ke stěně krabice. Tím je krabice bezpečně držena ze všech čtyř stran.

Na desce manipulačního vozíku jsou čtyři límce umístěné po dvojicích. Pro dvojici límců je společná jedna hřídel. Na každé hřídeli jsou tedy dvě sklopné části límců a hřídel je ovládána jednou pákou. Schema manipulačního vozíku je na obr. č. 11.



Obr. č. 11 - Schema manipulačního vozíku

Popis činnosti

Manipulační vozík je obsluhou ručně přesouván po naplnění dvou krabic komprimáty. Během přesouvání vozíku naplněné krabice sjíždějí z límců a prázdné krabice na límce najíždějí. Proto je nutné, aby obsluha před přesunutím vozíku zkontrolovala, zda je páka sklopných límců u prázdných krabic v takové poloze, aby sklopné límce, které jsou v poloze "z krabice ven", nebyly v kontaktu s nedoléhajícími chlopněmi.

Po přesunutí vozíku musí obsluha změnit polohu páky

a otočit tak sklopné límce do polohy "do krabice", aby nedošlo k jejich kontaktu s vyjíždějícími uchopovacími hlavicemi. Potom obsluha vyndá plné krabice a na jejich místo umístí prázdné krabice. U těchto krabic musí obsluha přesunutím páky nastavit sklopné límce do polohy "z krabice ven", aby při dalším přemístění vozíku nedošlo ke vzpříčení chlopní s límcí.

V dalším řešení by bylo možné nahradit ruční ovládání páky sklopných límců automatickým pomocí pneumotory s mikrozdvihem. Tím by se značně zmenšila možnost přerušení pracovního cyklu stroje v důsledku chyby způsobené obsluhou (obsluha může zapomenout nastavit páku do správné polohy, což může způsobit poškození krabice při nasouvání, atd.). Řízení pneumotoru by bylo prováděno na základě impulsů snímačů koncových poloh manipulačního vozíku.

Další možností automatizace procesů balení, a tím usnadnění činností obsluhy, by bylo použití pneumotoru k přesunutí manipulačního vozíku s řízením buď automatickým nebo ručním.

Výpočet kladek vedení manipulačního vozíku

Návrh kladek vedení je proveden dle návodu výrobce z podmínky:

$$P \leq F_o \quad (3.1),$$

kde P - je ekvivalentní zatížení kladek a F_o - je dovolená statická síla (stanovená výrobcem)

$$P = 0.5 \cdot P_r + 2 \cdot P_a \quad (3.2),$$

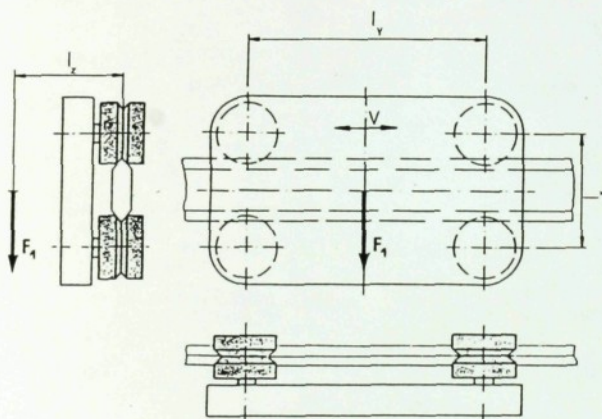
kde P_r a P_a jsou složky ekvivalentního zatížení.

Podle zákona superpozice platí, že:

$$P_r = P_{r1} + P_{r2} \quad (3.3) \quad \text{a} \quad P_a = P_{a1} + P_{a2} \quad (3.4),$$

kde P_{r1} a P_{a1} jsou složky ekv. zatížení od zatížení kladek vlastní vahou vozíku a P_{r2} a P_{a2} jsou složky ekv. zatížení kladek od zatížení vozíku silami (maximálními) vyvozenými svislými pneumaty PM-B, nebo PM-D.

Schema zatížení kladek vlastní vahou vozíku je na obr.č.12



obr.č.12

$$P_{r1} = \frac{F_1}{2} + \frac{F_1 \cdot l_z \cdot \tan 40^\circ}{2 \cdot (l_x - D_m)} \quad (3.5),$$

$$P_{a1} = \frac{F_1}{4 \cdot \tan 40^\circ} + \frac{F_1 \cdot l_z}{2 \cdot (l_x - D_m)} \quad (3.6),$$

kde F_1 - je síla vyvolaná vlastní vahou vozíku, l_x - je příčná vzdálenost os kladek stanovená z rozměrů kladky a vedení, l_y - je vzdálenost os kladek ve směru pohybu vozíku, l_z - je vzdálenost zatěžující síly ke středu kladek v příčném směru na směr pohybu, D_m - je střední průměr kladek a $\tan 40^\circ$ - je tangenta polovičního vrcholového úhlu vedení.

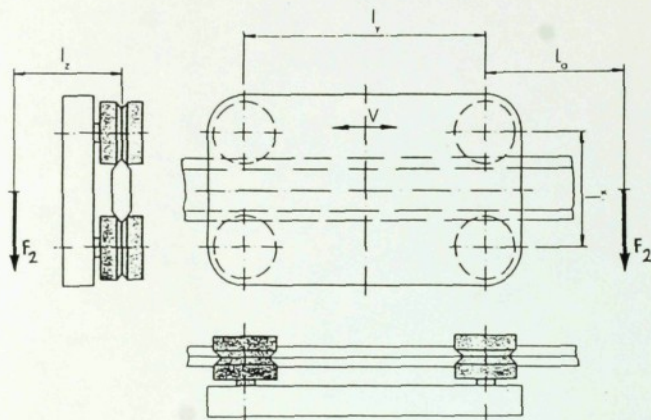
Dáno: $F_1 = 100 \text{ N}$
 $l_x = 102,78 \text{ mm}$
 $l_y = 350 \text{ mm}$

$l_z = 100 \text{ mm}$
 $D_s = 28,8 \text{ mm}$

Dosazením těchto hodnot do vztahů (3.5) a (3.6) dostaneme:

$P_{r1} = 106,7 \text{ N}$ a $P_{s1} = 97,4 \text{ N}$

Schema zatížení kladek silou od pneumotoru PM-B je na obr.č.13



obr.č.13

$$P_{r2} = \frac{F_2 \cdot (l_a + l_y)}{l_y} + \frac{F_2 \cdot l_z \cdot \tan 40^\circ}{2 \cdot (l_x - D_s)} \quad (3.7),$$

$$P_{s2} = \frac{F_2 \cdot (l_a + l_y)}{2 \cdot l_y \cdot \tan 40^\circ} + \frac{F_2 \cdot l_z}{2 \cdot (l_x - D_s)} \quad (3.8),$$

kde l_a - je vzdálenost zatěžující síly k ose kladek ve směru pohybu

Dáno: $F_2 = 55 \text{ N}$ $l_z = 130 \text{ mm}$
 $l_x = 102,78 \text{ mm}$ $l_a = 125 \text{ mm}$
 $l_y = 350 \text{ mm}$ $D_s = 28,8 \text{ mm}$

Dosazením do vztahů (3.7) a (3.8) dostaneme:

$P_{r2} = 115,2 \text{ N}$ a $P_{s2} = 92,8 \text{ N}$

Dosazením těchto hodnot do vztahů (3.3) a (3.4) dostaneme hodnoty složek ekv. zatížení:

$P_r = 221,9 \text{ N}$ a $P_s = 190,2 \text{ N}$

Výsledné ekv. zatížení kladek je ze vztahu (3.2) rovno:

$P = 491,4 \text{ N}$

Pro zvolené kladky typu "FR-32" je dovolená stat. síla $F_o = 895 \text{ N}$.
Bezpečnost pro kladky je daná vztahem :

$$k = \frac{F_o}{P} \quad (3.9)$$

Z podmínky (3.1) vyplývá, že navržené kladky vyhovují.
Bezpečnost daná vztahem (3.9) je rovna $k = 1,8$.

3.1.3 Konstrukční řešení uchopovací hlavice

Konstrukční řešení uchopovací hlavice je na výkrese podsestavy a na výrobních výkresech. Hlavní části uchopovací hlavice jsou těleso, příruba, doraz, přísavky a šrouby dorazu.

Těleso (poz. 1) uchopovací hlavice je vyrobeno z hliníkového kvádru, do něhož jsou vyvrtány otvory pro rozvod podtlakového vzduchu. Otvory jsou při montáži uchopovací hlavice zaslepeny vlepením zátek (poz. 4). Do horní strany tělesa uchopovací hlavice je zašroubován T-kus (poz. 47 - sestavy). Na jednu stranu T-kusu je přiveden hadicí podtlak z ejektoru (poz. 44 - s.), který je připojen šrouby k držáku (poz. 15 - s.) a ten je přišroubován k horní straně tělesa úchopné hlavice. Z druhé strany T-kusu je hadicí veden podtlak do podtlakového spínače (poz. 43 - s.), který je z nedostatku místa připojen pomocí držáku (poz. 14 - s.) k svislému vedení pneumotoru PM-B. Tím, že podtlakový spínač není umístěn přímo u ejektoru, se prodlužuje délka hadice, která musí být při vakuaci úch. hlavice odvodušněna, čímž se zvětšuje čas potřebný k vakuaci uchopovací hlavice, tj. čas k přisátí komprimátů.

Do spodní části tělesa je zašroubováno 40 kusů miniaturních podtlakových přísavek (poz. 7) kruhového průřezu. Jedno spotřebitelské balení komprimátů je uchopeno dvěma přísavkami z důvodu bezpečného uchopení a držení i během transportu do krabice.

V zadání dipl. práce bylo předpokládáno uchopování komprimátů pomocí obdélníkové přísavky. Protože však vyžaduje přesné dosednutí na komprimát, byly použity podtlakové

přísavky kruhového průřezu, jejichž pryžová část je tvořena vlnovcovitě. Tento tvar umožňuje větší deformaci přísavky než je možná deformace obdélníkových přísavek. Velikost deformace přísavky po dosednutí na komprimát je seříditelná pomocí čtyř šroubů dorazu (poz. 9).

Doraz (poz. 3) je vyroben z ocelového plechu třídy 17. Jsou v něm vyvrtány otvory umožňující deformaci přísavek.

Výpočet úchopné síly přísavky

Výpočet vychází ze vztahu:

$$p = \frac{F}{S} \quad (3.10), \text{ z něhož je odvozen vztah pro sílu:}$$

$$F = p \times S \quad (3.11),$$

kde F je úchopná síla přísavky,

p je podtlak dosažený ejektorem,

S je plocha přísavky.

Za předpokladu, že ejektor dosáhne podtlaku $p = 0,03 \text{ MPa}$ a plocha přísavky pro průměr $d = 8 \text{ mm}$ je $S = 50,3 \text{ mm}^2$. Ze vztahu (3.11) vyjde velikost úchopné síly

$$\underline{F = 1,5 \text{ N}}.$$

Tato síla je naprosto dostačující pro uchopení komprimátu o hmotnosti $m = 7,5 \text{ g}$.

K horní stratě tělesa je šrouby připevněna příruba (poz. 2), která je k tělesu zcentrována pomocí dvou kolíků. Při montáži se příruba nejprve šrouby připojí k desce vedení svislého pneumotoru a potom se pomocí kolíků ustředí k tělesu uch. hlavice a zajistí šrouby.

3.1.4 Konstruktivní řešení přesouvače

Pravítko přesouvače (poz. 9) se pohybuje nad deskou pracovního stolu. Pravítko je vyrobeno z ocelového plechu třídy 17 a je šrouby připevněno k vedení pneumotoru PM-A. K vedení (poz. 39) typu "FEN 8/10" (FESTO) je přišroubován pneumotor PM-A (poz. 42) typu "DNSU-10". Vedení je šrouby připevněno k rámu vkladacího zařízení. Technická dokumentace vedení i pneumotoru je v příloze.

3.1.5 Konstruktivní řešení manipulátoru

Konstruktivní řešení obou manipulátorů M1 a M2 je naprosto shodné a je patrné z výkresu sestavení. Vodorovně uložená vedení (poz. 37) pneumotorů PM-B,D (poz. 40) jsou šrouby připevněna přes podložku (poz. 33) k rámečku, jenž je součástí rámu balícího zařízení.

K těmto vodorovným vedením jsou šrouby připevněna svislá vedení (poz. 38) pneumotorů PM-C,E (poz. 41), na nichž jsou uchyceny uchopovací hlavice. Technická dokumentace vedení i pneumatů je v příloze.

pneumatického pohonu balicího zařízení

Formulace požadavů:

- spolehlivost a činnost na pneumatický obvod:

namístě pravidlo kontinuita pneum. obvodu taková, aby nebyl

- nečinnost /významný chod balicího stroje,

- zastavení kvůli výkonu balicího stroje,

zestavení vkladných situací funkcí nouzový stop, která

nachází a sondací zařízení v poloze, v jaké se právě

- z nestandardní situace se zastavuje i výrobní balicí linka,

z nestandardní situace je možné přejít do základní polohy

nebo pokračování obsluhy (z důvodu možného ohrožení obsluhy

- zastavit /zastavit zařízení),

přesouvání komprimátů na pracovním stole

přesouvání komprimátů se odvíjí činnost

(bezkontaktní i obou manipulátorů):

komprimátů snížení polohy krokujícího sloupce

bezkontaktní činnost přesouvače,

bezkontaktní snížení polohy komprimátů v odnímavých

bezkontaktní startující činnost obou manipulátorů,

pneumatiky snížení krajních poloh pístů jednotlivých

Detektorů

- odnímavý polohy:

přesouvání komprimátů přesouvače jsou prázdné (tzn. na desce

- všechny pneumatiky nejsou žádné komprimáty,

- všechny pneumatiky jsou v zasunutém stavu,

Detektorů vzdušněny.

Detektorů postup činností při přechodu z nestandardní

Detektorů

Detektorů vzdušněny pneumatiky PM-B,D a zavzdušňují

Detektorů (přesouvací hlavice),

- poté se zasouvají vodorovné pneumatory PM-C,E,
- zasouvá se pneumatorem přesouvače PM-A.

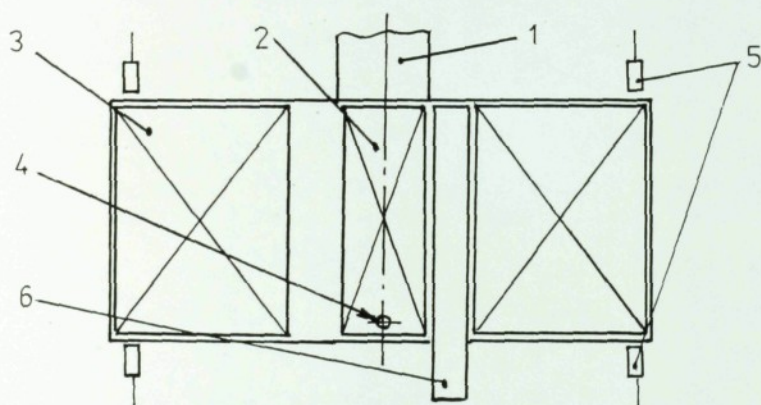
Předpoklady pro činnost vkládacího zařízení:

- doba trvání cyklu manipulátorů M1, M2 je daleko kratší než doba zaplnění odnímacích pozic manipulátorů OPM₁ a OPM₂, tzn. kratší než 12 s pro odejmutí vrstvy z desky pracovního stolu a kratší než 24 s pro vykonání celého cyklu (s uložení vrstvy do krabice a návratem do základní polohy),
- manipulátor M1 je uveden do chodu signálem zaplnění odnímací pozice OPM₁,
- manipulátor M2 je uveden do chodu signálem zaplnění odnímací pozice OPM₂,
- oba manipulátory pracují zcela nezávisle (z hlediska řízení mají obdobné řídicí systémy),
- zaplňování pozic OPM₁, OPM₂ přesouvačem se děje nezávisle na činnosti manipulátorů.

Z požadavků na řízení a chod pneumatického obvodu vyplývá nezbytnost použití bezdotykových snímačů k naprosto jasnému definování počtu a polohy komprimátů na desce pracovního stolu. Z těchto důvodů jsou v prostoru pracovního stolu umístěny tři optické snímače.

Optický snímač OS1 (poz. 85) slouží k signalizaci zaplnění přesouvací pozice pracovního stolu krokujícím sloupcem postupujícím z výstupního kanálu v počtu 10 kusů komprimátů, což je impuls pro přesunutí přesouvače. Optický snímač OS1 je uchycen v držáku a připevněn k desce pracovního stolu zespoda v místě pod desátým komprimátem. Optický snímač OS1 v sobě obsahuje vysílač i přijímač infračerveného světla a pracuje na bázi odrazu paprsku od daného předmětu.

Optické snímače OS2, OS3 (poz. 86) slouží k signalizaci zaplnění odnímacích poloh OP_{M1} , OP_{M2} (tj. polohy, kdy je vytvořena celá vrstva komprimátů), což je impulsem pro odstartování činnosti obou manipulátorů. Optické snímače OS2 jsou zašroubovány do držáků (poz. 20), které jsou připevněny k rámu pracovního stolu. OS2 je složen ze dvou kusů, kde jeden je vysílač a druhý je přijímač, umístěných proti sobě, pracující také s infračerveným světlem. Od všech snímačů vedou světlovody k ovládacím krabičkám, které musí být uchyceny k rámu do vzdálenosti 500 mm od snímače. Rozmístění snímačů na pracovním stole je patrné z obr. č. 14.



- Legenda: 1 - výstupní kanál bal. stroje
 2 - přesouvací pozice prac. stolu
 3 - odnímací pozice OP_{M1} , OP_{M2}
 4 - optický snímač OS1
 5 - přijímač a vysílač opt. snímačů OS2, OS3
 6 - pravítko přesouvače

3.2.1. Pneumatický výkonný obvod

Je možné provádět teoretické výpočty spotřeby vzduchu jednotlivých pracovních prvků obvodu, ale všechny tyto výpočty jsou zatíženy značnými okrajovými chybami a mají omezenou platnost. Proto nejsou tyto výpočty uvedeny.

Popis pneumatického obvodu

Výkonný pneumatický obvod se skládá z pěti dvojčinných přímočarých pneumatik s jednostrannou pístnicí, které jsou značeny postupně PM-A,B,C,D,E. Toto pracovní označení je používáno v popisu činnosti přesouvače a manipulátoru.

Dvojčinný pneumatik PM-A přesouvače je patřičně předimenzován z hlediska průtoku a vybaven rychloodvětrávacími ventily a impulsním rozvaděčem. Rychloodvětrávací ventily umožňují docílit maximální rychlosti pohybu přesouvače, která je nutná vzhledem ke krokovému chodu balicího stroje. Průměrná rychlost přesouvače $v = 200-300 \text{ mm/s}$ dává předpoklad bezproblémového přesunutí přesouvače. Impulsní rozvaděč je volen proto, aby v nouzových situacích byl s vyšší mírou bezpečnosti zachován aktuální stav rozvaděče i po přerušení elektrického proudu nebo při použití NOUZOVÉHO STOPU.

Pneumatiky PM-B,C spolu s ejektorem EJ1 ovládají manipulátor M1 a pneumatiky PM-D,E s ejektorem EJ2 ovládají manipulátor M2. Oba manipulátory jsou z hlediska pneumatického obvodu naprosto shodné, co se týče činnosti jsou časově posunuté a vzájemně vázané. Dále bude popsána pouze činnost manipulátoru M1. Činnost manipulátoru M2 je analogická.

Pneumotor PM-B zajišťuje pohyb úchopných hlavice a je vícepohový v tom smyslu, že je signalizována krajní poloha zasunutého pneumotoru a dále je signalizována přesným nastavením snímače S6 poloha při odebrání vrstvy z pracovního stolu balícího zařízení, protože není možno snímat přímo polohu odkládací, která je proměnná. Pneumotor PM-B zkracuje své vysunutí o výšku vrstvy po jejím každém uložení. Toto je řešeno nepřímo pomocí tlakového spínače, kdy v okamžiku dosažení příslušného vysunutí (uchopovací hlavice narazí na předchozí vrstvu), dojde ke zvýšení tlaku, kterým se přepne tlakový spínač. Tlakový spínač je zaveden na příslušný vstup řídicího systému.

Pneumotory PM-B a PM-C sloužící k podélnému pohybu jsou vybaveny škrtkovými ventily na výstupu v paralelním řazení s jednosměrným ventilem, které umožňují nezávislé řízení rychlosti zasouvání a vysouvání, a tím i patřičné seřízení požadované rychlosti manipulátoru, jehož pracovní cyklus je časově omezen rychlostí balícího stroje.

Uchopovací hlavice je vybavena 40 kusy miniaturních podtlakových přísavek. Zdrojem podtlaku pro ně je jeden společný ejektor, na němž je umístěn monostabilní 2.2 rozvaděč, tlumič výfuku vzduchu. V těsné blízkosti ejektoru je umístěn podtlakový spínač, který zajišťuje sepnutí příslušného vstupu v okamžiku dosažení příslušného podtlaku. Pokud podtlaku není dosaženo, je signalizována závada a dojde k zastavení systému v daném aktuálním kroku použitím dohlížecího času, po jehož překročení je sepnut signál nouzového stopu.

Dále výkonný pneumatický obvod obsahuje dva redukční ventily zařazené do pracovních větví společně pro pneumotory

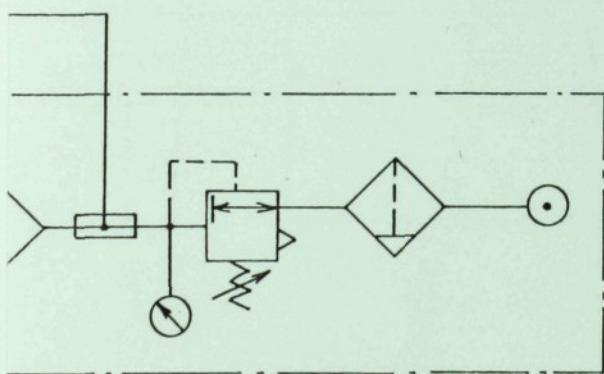
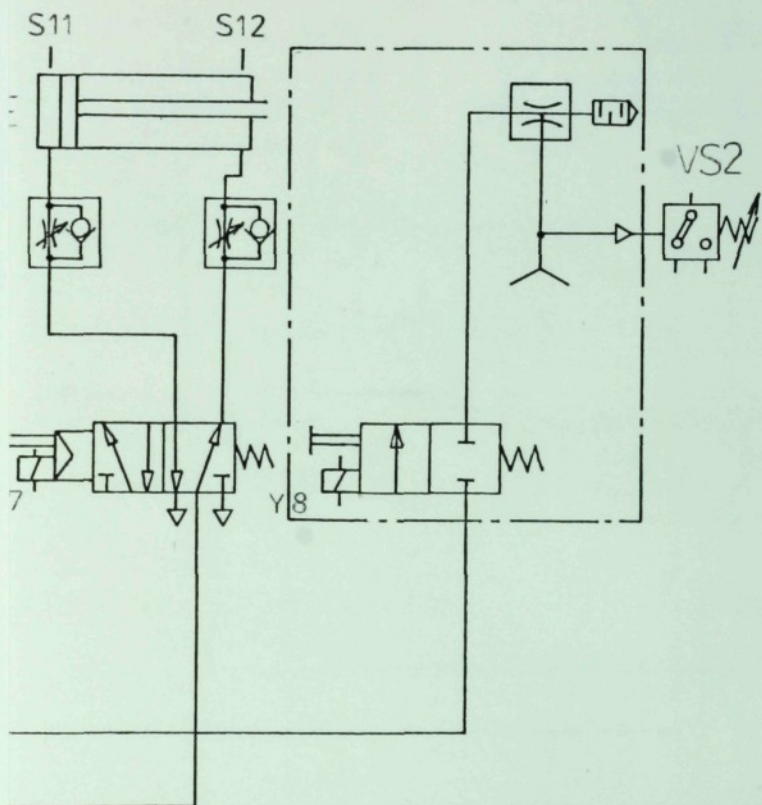
PM-B,D a ejektory EJ1,2. Redukční ventil pro PM-B,D umožňuje nastavit velikost pracovního tlaku, a tím velikost uchopovací síly. Redukční ventil pro ejektory umožňuje nastavit minimální provozní tlak z důvodu snížení hlučnosti obvodu a z důvodu nastavení optimální nezbytné spotřeby vzduchu úchopných hlavice. Při změně nastavení redukčních ventilů pro PM-B,D je nezbytné seřídít tlakové spínače.

Vstup pneumatického obvodu je vybaven jednotkou úpravy vzduchu, která obsahuje filtr s odlučovačem vody, redukční ventil, následuje odbočka do větve s ejektory, aby byl pro ejektory zajištěn nemazaný vzduch a přes tlakovou maznici je zajištěno mazání všech pěti pneumotorů v systému, pro něž je mazaný vzduch nutností k zajištění požadované živostnosti zařízení. Tato jednotka úpravy vzduchu byla dimenzována tak, že jmenovitý průtok 900-1100 l/min s naprosto dostatečnou rezervou přesahuje aktuální spotřebu celého systému.

Výpočet spotřeby vzduchu ejektorů je opět značně problematický. Z charakteristik dodávaných výrobcem bylo odečteno, že spotřeba pro obě uchopovací hlavice by neměla přesáhnout při pracovním tlaku nižším než 0,6 MPa hodnotu 350-400 l/min.

V pneumatickém obvodu jsou u jednotlivých motorů označeny signální vstupy, koncové spínače (induktivní snímače upevněné přímo na motorech), které umožňují sledovat vazbu výkonového pneum. obvodu na řídicí systém. U jednotlivých rozvaděčů jsou označeny signální výstupy jejich ovládacích solenoidů.

Schema pneumatického obvodu je na obr. č. 15.



Legenda k obr. č. 15:

- 1 - jednotka úpravy vzduchu, typ: FRC-A-1/8-S-B
- 2 - redukční ventil, typ: LR-1/8 S
- 3 - impulsí bistabilní rozvaděč, typ: JMVH-5-1/8-B
- 4 - monostabilní rozvaděč, typ: MVH-5-1/8-B
- 5 - ejektor, typ: VAD-MYZ-1/8
- 6 - podtlakový spínač, typ: VPEV-1/8
- 7 - tlakovýs spínač, typ: PE-1/8-1N
- 8 - škrtící ventil, typ: GRLA-1/8
- 9 - rychloodvětrávací ventil, typ: SEU-1/8
- 10 - dvojčinný přímočarý pneumotor s jednostrannou pístnicí, řiditelným tlumením krajních poloh a snímačem krajních poloh typu DNSU-PPV-A

Prvky pneumatického obvodu, které nejsou umístěny přímo v konstrukci vkládacího zařízení, jsou umístěny spolu s řídícím systémem FPC-101-B a releovým obvodem přesouvače v rozvodné skříni. Ta je postavena v blízkosti vkládacího zařízení tak, aby umožňovala obsluze snadný přístup k ovládacím prvkům releového obvodu (tlačítka pro nastavení polohy PM-A) a k panelu řídícího systému FPC-101-B.

3.2.2 Návrh řídicího obvodu

Volbě koncepce ovládacího obvodu předcházely tyto systémové činnosti:

- a) verbální popis požadavků na řídicí obvod,
- b) zhodnocení úrovně a způsobu vazby vkladacího zařízení na balící linku,
- c) volba počtu a způsobu realizace vstupů-výstupových signálů,
- d) definování okrajových podmínek včetně způsobu řešení poruchových situací.

Posouzením uvedených požadavků a s přihlédnutím k ekonomickým hlediskům lze uvažovat s následujícími variantami řešení.

1. varianta: 3 nezávislé, ale spolupracující releové obvody přesouvače a obou manipulátorů
2. varianta: releový obvod přesouvače a 2 FPC-101 pro manipulátory
3. varianta: 2 řídicí systémy FPC-101 v zapojení MASTER/SLAVE (jeden je nadřazen druhému)
4. varianta: releový obvod přesouvače a jeden FPC-101 pro oba manipulátory
5. varianta: 1 FPC-101 s použitím nepravého multitaskingu (možnost kvaziparalelního řízení několika programů)
6. varianta: výkonnější řídicí systém s možností paralelního běhu několika programů s řádně definovanou komunikací

Kriteria pro výběr koncepce

- možnost snadného přechodu na nový sortiment,
- přizpůsobení pro případ rozšíření rozsahu automatizace

bal. procesu,

- cena řídicího systému,

- možnost rozšíření okrajových podmínek.

Po zhodnocení těchto kritérií u jednotlivých variant byly vybrány jako nejvhodnější varianty 2 a 4, z nichž se zvýrazněním cenového hlediska byla vybrána varianta 4.
Úspora jednoho FPC-101 je cca 25 000 Kč.

Přiřazení jmen a adres řídicímu systému

Vstupy

Označení prvku/význam	zkratka	adr. /FPC	poznámka
Optosnímač manip. zásoby	OS1		
Optosnímač zaplnění OP _{M1}	OS2	E13	
Optosnímač zaplnění OP _{M2}	OS3	E14	
Koncový spínač PM-A -	S1		
Koncový spínač PM-A +	S2		
Ruční ovládání PM-A +	S3		
Ruční ovládání PM-A -	S4		
Koncový spínač PM-B -	S5	E1	
Koncový spínač PM-B +	S6	E2	od. pozice OP _{M1}
Tlakový spínač TSB	TS1	E3	
Podtlakový spínač UH1	VS1	E4	
Koncový spínač PM-C -	S7	E5	nad OP _{M1}
Koncový spínač PM-C +	S8	E6	nad OP _{M2}
Koncový spínač PM-D -	S9	E7	
Koncový spínač PM-D +	S10	E8	od. pozice OP _{M2}
Tlakový spínač TSD	TS2	E9	
Podtlakový spínač UH2	VS2	E10	
Koncový spínač PM-E -	S11	E11	
Koncový spínač PM-E +	S12	E12	

Tabulka č. 1

Výstupy

Označení prvku/význam	zkratka	adr. /FPC	poznámka
Solenoid ventilu PM-A +	Y1		
Solenoid ventilu PM-A -	Y2		
Solenoid ventilu PM-B +	Y3	01	
Solenoid ventilu PM-C +	Y4	02	
Sol.ventilu ejektoru UH1	Y5	03	
Solenoid ventilu PM-D +	Y6	04	
Solenoid ventilu PM-E +	Y7	05	
Sol.ventilu ejektoru UH2	Y8	06	
Signál naplnění krabic	H	07	rozsvícení žár.
Start signál přesouvače	START	08	vstupní signál přesouvače

Tabulka č. 1

Pozn: v tabulce č.1 a č.2 je použito zkratk:

PM + ... příslušný PM je vysunut

PM - ... příslušný PM je zasunut

Do rel. obvodu přesouvače je zařazeno 5 snímačů. 3 jsou optosnímače a 2 koncové induktivní snímače umístěné na liště pneumatického obvodu. Tyto snímače mají dostatečné proudové zatížení, aby mohly přímo ovládat solenoidy rozvaděčů, ale vzhledem k využívání některých signálů pro vstupy řídicího systému FPC-101 jsou všechny vstupní signály ošetřeny zařazením relé na jejich výstup. Kontakty těchto relé jsou použity pro realizaci kombinační funkce shrnuté do relé K6, K7 a jejich spínací kontakty jsou použity pro nepřímé ovládání solenoidů Y1 a Y2 bistabilního impulsního rozvaděče pneumotoru PM-A. Kromě toho je releový obvod vybaven zařazením nouzového stopu, který umožňuje nezávislé ruční seřizování polohy přesouvače do výchozího stavu prostřednictvím ručních nearetovaných tlačítek S3 a S4. Další kontakt nouzového stopu vede na příslušný vstup (emergency) řídicího systému FPC-101-B a další kontakt je možné použít k zastavení balící linky.

Na obr. č. 16 je schema zapojení rel. obvodu.

Řídicí systém je volně programovatelný automat, který umí zpracovávat logické signály. Důležitým parametrem je počet vstupů a výstupů. Zvolený řídicí systém umožňuje v nerozšířené verzi zpracovávat 16 vstupních a 8 výstupních signálů. Navržený systém ukazuje, že lze vystačit se základní konfigurací řídicího systému FPC-101-B s tím, že pokud by došlo k rozšíření automatizace zařízení o další prvky, je možné doplnit řídicí systém rozšiřovací kartou, která obsahuje 24 vstupů a 16 výstupů.

Karta řídicího systému je standartně vybavena některými obslužnými funkcemi, jako je typ provozu (jednotlivě/trvale, automaticky/manuálně), umožňuje předem volit mód (běžný pracovní chod/seřizovací chod).

Seřizovací program se automaticky spouští po předchozím stisknutí tlačítka nouzový stop dalším stisknutím tlačítka "RUN". Hlavní i seřizovací program řídicího systému se vytváří standartním softwareovým vybavením dodávaným firmou FESTO přes PC v maticovém módu.

Maticový mód je pohodlnější, jednodušší, má méně možností, usnadňuje volit na příslušném programovém řádku rozhodující kombinaci logických vstupů a po jejich splnění zařazení příslušné kombinace logických výstupů. Dále umožňuje v případě nutnosti ignorovat z dané vstupní informace určité vstupy, jejichž hodnota je v aktivním stavu ne zcela jasná, tzv. **maskováním**.

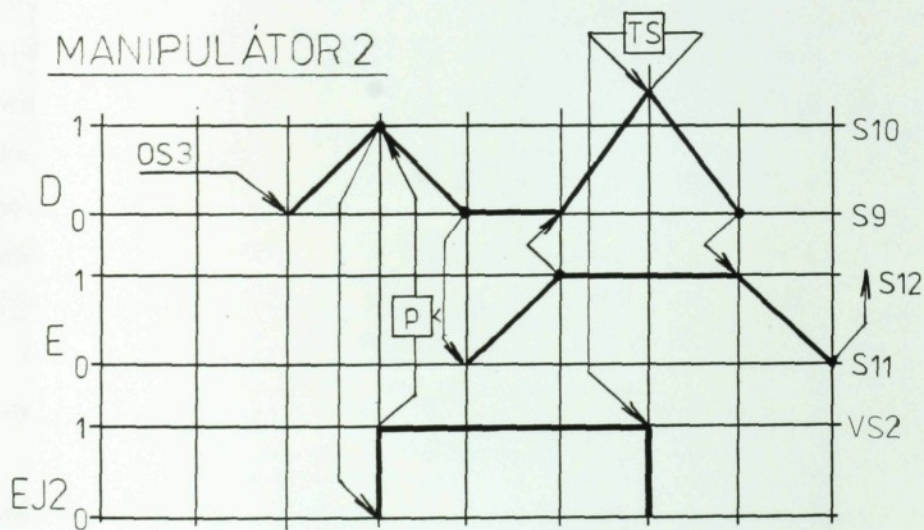
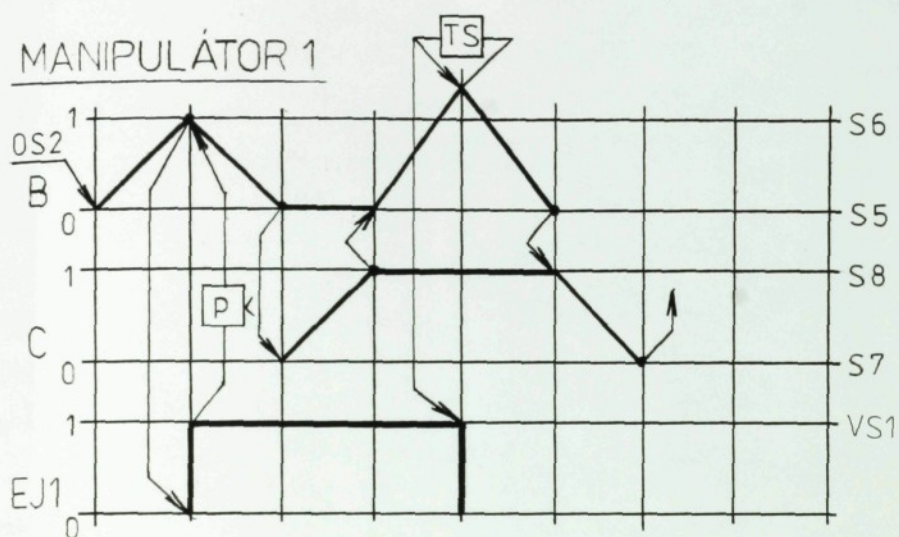
Navíc umožňuje řadit program pomocí skoků, které jsou podmíněny pravdivou nebo nepravdivou vstupní kombinací. Dále lze zařazovat tzv. **časovače**, tj. časové prodlevy mezi

jednotlivými kroky, takže k splnění žádané výstupní kombinace dojde po uplynutí nastaveného času od okamžiku splnění potřebné vstupní kombinace.

Kromě toho lze nastavit tzv. **dohlížecí čas**, jimž lze ošetřit příslušný programový řádek tak, že pokud je skutečný čas od dosažení výstupní kombinace předchozího řádku k dosažení vstupní kombinace následujícího řádku delší než nastavený dohlížecí čas, je hlášen chybový stav a je sepnut nouzový stop.

Řídící systém umožňuje čítat počet cyklů celého programu, a tím lze nastavit např. počet vkládaných vrstev do krabice a při dosažení daného počtu cyklů se rozsvítí žárovka (krabice jsou plné). Počet programovacích kroků je asi 100 a pro základní program je to 80 kroků. Lze odhadnout, že požadovaný maticový program bude obsahovat asi 25 kroků a 10 kroků seřizovacího programu. Z toho vyplývá, že 50 % kapacity by pokryla navrhovaný rozsah řešení a ještě zbývá programová rezerva na další případnou automatizaci.

Na obr. č. 17 je zdvihový diagram manipulátorů M1 a M2 v průběhu jednoho cyklu, který je roven jedné smyčce programu řídícího systému FPC-101.



Obr. č. 17 - Zdvihový diagram manipulátorů M1, M2

Zjednodušený popis činnosti vkládacího zařízení

Předpokladem pro spuštění vkládacího zařízení je pracovní stůl bez komprimátů, přesouvač i oba manipulátory jsou nastaveny v základní poloze (zasunuto), v manipulačním vozíku jsou řádně uloženy krabice a páka sklopných límců u krabic, do nichž budou manipulátory vkládat, je nastavena do polohy "do krabice". Po splnění všech těchto požadavků může obsluha spustit výrobní linku, řídicí systém FPC-101 a releový obvod přesouvače.

Činnost přesouvače je nezávislá na činnosti obou manipulátorů, ale releový obvod spolupracuje s FPC-101. Po najetí 10 kusů komprimátů se zaplní přesouvací pozice na pracovním stole. Objeví se signál na optosnímači přesouvací zásoby OS1 a pneumotor přesouvače PM-A se vysune a zůstává v této pozici stát. Zpět se vrací až po najetí dalších 10 kusů komprimátů na přesouvací pozici pracovního stolu opět signalizované impulsem na optosnímači OS1. Takto pracuje neustále do okamžiku vypnutí stroje tlačítkem nouzový stop, po němž musí obsluha pneumotor PM-A nastavit do základní polohy pomocí tlačítek S3 nebo S4.

Činnost obou manipulátorů je schematicky popsána zdvihovým diagramem na obr. č. 17. Činnost manipulátoru M1 začíná v okamžiku, kdy se objeví signál optosnímače OS2 signalizující, že v odnímací pozici OP_{M1} je celá vrstva komprimátů. Potom se začne vysouvat pneumotor PM-A. Když úchopná hlavice připevněná na vedení PM-A narazí na vrstvu komprimátů, signalizováno koncovým snímačem S6, začíná činnost ejektoru EJ1.

Po dosažení vakua, signalizované podtlakovým spínačem

1, se začne pneumotor PM-A s přísátou vrstvou zasouvat. Po jeho zasunutí, signalizovaném koncovým spínačem S5, se začne souvat podélný pneumotor PM-C a pokud se objeví signál z optosnímače OS3, že v odnímací pozici OP_{M2} je celá vrstva komprimátů, začíná také činnost manipulátoru M2. Současně s pneumotorem PM-C se začne vysouvat svislý pneumotor PM-D.

Oba manipulátory dále postupují po krocích současně. Následkem toho musí v daném kroku jeden manipulátor počkat, až bude dokončena činnost manipulátoru druhého a až poté mohou oba manipulátory přejít k činnosti dané dalším krokem. To má za následek mírné prodloužení celkového času cyklu obou manipulátorů. V případě potřeby lze tento jev odstranit vhodnou úpravou programu řídicího systému.

Pro zjednodušení bude dále popsána pouze činnost manipulátoru M1. Činnosti druhého manipulátoru M2 je naprosto analogická, pouze je časově posunutá. Po vysunutí pneumotoru PM-C, signalizovaném snímačem S8, se začne vysouvat svislý pneumotor PM-B a uchopovací hlavice s přísátou vrstvou vjíždí do krabice. Po dojetí na dno krabice se začne zvyšovat tlak ve válci pneumotoru PM-B. Po dosažení nastaveného tlaku se na tlakovém spínači TS1 objeví signál. Ten způsobí, že je zavzdušněn ejektor, komprimáty odelnou a zároveň se začne pneumotor PM-B zasouvat. Po zasunutí pneumotoru PM-B, signalizovaném koncovým snímačem S5, se začne zasouvat vodorovný pneumotor PM-C. Po jeho zasunutí, signalizovaném koncovým snímačem S7, je činnost manipulátoru M1 v prvním cyklu ukončena.

Manipulátor M1 je v základní poloze, čeká na ukončení činnosti manipulátoru M2 a na další signál optosnímače OS2, který startuje jeho další cyklus. Další cykly se opakují.

řídící systém umožňuje čítat počet cyklů (smyček) a po
plynutí nastaveného počtu signalizuje obsluze, že budou
naplněny krabice rozsvícením žárovky.

Obsluha přemístí manipulační vozík a postupem uvedeným
kapitole 3.1.2 vymění plné krabice za prázdné. Ve volných
chvilkách průběžně kontroluje kvalitu provedení slepu etikety,
vkládá prázdné krabice a plné ukládá na paletu.

3.2.3 Pokyny pro obsluhu

Pro bezporuchový chod zařízení musí obsluha dbát pokynů
uvedených v jednotlivých kapitolách. Zejména musí dbát na
správné dodržení postupu činnosti při výměně krabic. V
případě nenadálého kolizního, poruchového stavu obsluha
zastavuje chod zařízení i celé výrobní linky stisknutím
tlačítka NOUZOVÝ STOP, které je umístěno dle potřeby obsluhy
i na několika místech.

Po zastavení vkládacího zařízení a zvážení dané situace
obsluha stisknutím tlačítka "RUN" na ovládacím panelu
řídícího systému spouští seřizovací program, který uvede
manipulátory M1, M2 do základní polohy. Do základní polohy
uvede obsluha také přesouvač pomocí tlačítek S3 nebo S4. Dále
odstraní komprimáty z pracovního stolu přesouvače a může
postupně startovat výrobní linku i vkládací zařízení.

Při přechodu na balení jiného druhu komprimátů je nutné
vyměnit části konstrukce tak, jak bylo uváděno v jednotlivých
kapitolách. Je nutné znovu seřadit polohy jednotlivých prvků,
nastavit potřebné rychlosti pneumotoru a při změně nastavení

pracovních tlaků pneumotorů PM-B,D je nutné seříditi tlakové
spínače TS1,2. Dále je nutno seříditi potřebnou vůli mezi
komprimáty a přidržovačem pro jeho dobrou funkci.

První kapitola předkládá rozbor současného stavu s popisem výrobního procesu a důrazem, který je kladen na činnost obsluhy při skupinovém balení komprimátů. Kapitola druhá předkládá koncepční návrh balícího zařízení, kde jsou nejprve zpřesněny formulace požadavků a následuje alternativní koncepce řešení. Jsou předloženy tři varianty a nejvýhodnější varianta je v kapitole 3 zpracována konstrukčně. Je uveden podrobný návrh balícího zařízení s rozdělením do konstrukčních uzlů. Hlavní pozornost je věnována konstrukci rámu a manipulačního vozíku. Kromě toho je podrobně řešena úchopná hlavice. Další část řešení je zaměřena na návrh pneumatického pohonu, jeho výkonové a řídicí části, u níž je proveden výběr jedné z několika možných variant. Stručně jsou zde uvedeny pokyny pro obsluhu zařízení.

Tuto diplomovou práci lze chápat jako výchozí studii návrhu prototypu vkládacího zařízení. Je v ní ukázán způsob, jak jím lze nahradit nebo usnadnit činnost obsluhy daného zařízení. Tento systém je možné použít v různých variantách i pro další zařízení, kterých se v podniku LIPO vyskytuje daleko více.

Zároveň diplomová práce dává předpoklad pro racionální řešení eventuelního problému s pracovními silami pro tyto monotónní namáhavé práce. Lze předpokládat vývoj mezd směrem nahoru a v důsledku celkového oživení ekonomiky je možný nedostatek pracovních sil pro tyto činnosti. Z těchto důvodů lze považovat návrh zadání podniku LIPO za racionální a lze konstatovat, že základní požadavky byly rámcově, formou

studie splněny.

Studie otevřela cesty k další automatizaci balícího procesu. Postupně je možné nahradit ruční obsluhu manipulačního vozíku automatickou použitím dalších pneumatických motorů. Volba řídicího systému umožňuje jeho další rozšíření na tyto obslužné procesy za poměrně příznivých finančních podmínek. Při řešení nahrazení ručního vkládání a vykládání krabic do vkládacího zařízení by mohl být použitý manipulační vozík nahrazen krokovým pásovým dopravníkem. Cesta řešení kontrolního zařízení je pravděpodobně v použití kapacitních čidel.

Seznam použité literatury:

Fiala J., Bebr A. a Matoška Z. : Strojnické tabulky

SNTL Praha 1987

Vávra P. : Strojnické tabulky

SNTL Praha 1984

Ing. Z. Pustka, CSc. : Základy strojního inženýrství II.

Liberec 1988

Chvála B. : Automatizace

Katalogy firem: FESTO

ISOTEC

Seznam příloh:

1. Podtlakové přísavky typu VASB (FESTO)
2. Vedení pneumotoru PM-A typu FEN (FESTO)
3. Vedení pneumotorů PM-B,D typu SLE (FESTO)
4. Vedení pneumotorů PM-C,E typu SLZ (FESTO)
5. Kladky typu FR/FRR (ISOTEC)
6. Vedení FS (ISOTEC)