

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní

Katedra: sklářských a keramických strojů Školní rok: 1986/87

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Marcela Kratochvíla

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: Manipulace s výrobky v lince IMI

Zásady pro vypracování:

V současné době se výroba lisofoukacích osvětlovacích těles provádí na ručních nebo poloautomatických tvarovacích strojích s ruční manipulací. Předpokládá se automatizovaná výroba na tvarovacím stroji fy IMI.

Úkolem Vaší diplomové práce bude:

1. Zhodnotit současný stav manipulace s výrobky v lince IMI.
2. Na základě analýzy navrhnout několik variant řešení systému manipulace s výrobky v lince.
3. U optimální varianty provést koncepční návrh řešení.
4. Navrhnout a konstrukčně zpracovat pracovní hlavici pro manipulaci s výrobky.
5. Provést technickoekonomické zhodnocení.

V 108 / 87 S

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

Rozsah grafických prací: cca 40 stran textu doplněných výpočty, grafy,
Rozsah průvodní zprávy: obrázky a výkresovou dokumentací

Seznam odborné literatury:

Technologický postup výroby osvětlovacích těles v lince IMI

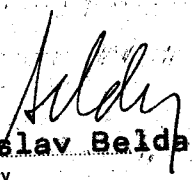
Bachtík, Pospíchal: Zušlechťování skla, SNTL Praha, 1974

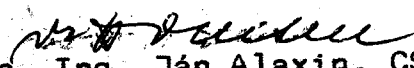
Matička, Talácko: Konstrukce manipulátorů a průmyslových robotů

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Nosek, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 1.10. 1986

Termín odevzdání diplomové práce: 11.5. 1987


Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc.
Vedoucí katedry


Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.
Děkan

V Liberci dne 1.10. 1986

8	ŠROUB M8x20	ČSN 021143.51	21
6	ŠROUB M6x12	ČSN 021143.51	22
4	ŠROUB M6x16	ČSN 021143.71	23
1	MATICE M10x1,25	ČSN 021401.20	24
1	MATICE M10x1,25	ČSN 021411.20	25
8	MATICE M6x	ČSN 021401.20	26
4	MATICE M16x1,5	ČSN 021401.40	27
3	ČEP 8x20x16	ČSN 022111.10	28
6	ČEP 6x16x12	ČSN 022111.10	29
1	ZÁVLAČKA 2,5x30	ČSN 021781.00	30
1	PRUCHODKA 9x3	ČSN 633881.1	31
2	ROZVADEČ FBSTO	MF-4-1/8	32
10	KONCOVKA MECMAN	AN 818	33
2	VÁLEC MECMAN	166(132-25)	34
1	ROT. JEDNOTKA ZÁPĚSTÍ PR 16P	1-57048- -00.0000 a)	35
1	OPTOELEKTRICKÝ SNÍMAČ		36
2	INDUKČNÍ SNÍMAČ	270048 00-3	37
1	PÁS. DOPRAVNÍK IMI 1		38
1	PÁS. DOPRAVNÍK IMI 2		39

KRATOCHVÍL

a) změna rozměru

VŠST

PŘEKLADAČ

4-DP 123/87-01-00

1	PATKA P15-220x200	ČSN 425310.12	11 375.1	1
2	BOČNICE P8 -100x1360	ČSN 425310.12	11 375.2	2
2	BOČNICE P8 - 100x1020	ČSN 425310.12	11 375.1	3
1	DESKA P 20 - 130x130	ČSN 425310.12	11 474.1	4
3	ČELIST P3 - 16x85	ČSN 425301.22	11 500.1	5
3	PÁKA P 3 - 55x10	ČSN 425301.22	11 500.1	6
2	CLONA P 2 - 20x18	ČSN 425301.21	11 343.1	7
2	CLONA P 2 - 20x40	ČSN 425301.21	11 343.1	8
2	CLONA P 2 - 20x40	ČSN 425301.21	11 343.1	9
1	DRŽÁK P 2 - 30x70	ČSN 425301.21	11 343.1	10
1	DRŽÁK P 2 - 30x90	ČSN 425301.21	11 343.1	11
1	DRŽÁK P 3 - 110x60	ČSN 425301.21	11 343.1	12
4	PODLŮŽKA P 3 - 15x15	ČSN 425301.21	11 500.1	13
1	PŘÍRUBA KR 115-20	ČSN 425510.10	11 523.1	14
1	POUZDRO KR 40-50	ČSN 425510.10	11 523.1	15
1	POUZDRO KR 40-20	ČSN 425510.10	11 500.1	16
2	DORAZ 4 HR 20-60	ČSN 425519.10	12 050	17
3	RAMENO 4 HR 16-80	ČSN 425510.10	11 500.1	18
1	RAMENO TR 4HR 45x3-330	ČSN 426720.3	11 453.0	19
8	PODLŮŽKA 8	ČSN 021741.00		20

KRATOCHVÍL

VŠST PŘEKLADAČ

4-DP 123/87-01-00

1	TAVÍČÍ AGREGÁT		1
1	NABÍRACÍ BUNKA		2
1	NABĚRAČ LINDNER 302		3
1	TVAROVACÍ STROJ IMI SGCD-1		4
1	ODNÍMAČ IMI		5
1	PÁS. DOPRAVNÍK 1 IMI		6
1	PŘEKLADAČ	1-DP 123/87- -01-00	7
1	PÁS. DOPRAVNÍK 2 IMI		8
1	ZAKLADAČ	1-DP 123/87- -02-00	9
1	CHLADÍČÍ PĚC PPOS 81/200-444		10
1	ŘÍDÍČÍ JEDNOTKA		11

KRATOCHVÍL

VŠST

PRACOVISTĚ -
- LINKA IMI

4- DP 123/87-00-00

1 FRÉMA

1

1 HORIZONTÁLNÍ
JEDNOTKA PR 16P

0-57004-
-00.0001

2

1 ZAKLÁDACÍ
MECHANISMUS

1-DP 123/87-
-02-01

3

1 OPTOELEKTRICKÝ
SNÍMAČ

4

KRATOCHVIL

VŠST

ZAKLADAČ

4-DP 123/87-02-00

1

1

1	DESKA P 20-130x130	ČSN 425301.12	11 474.1	1
3	ČELIST P 3-16x85	ČSN 425301.22	11 500.1	2
3	PÁKA P 3-55x10	ČSN 425301.22	11 500.1	3
2	CLONA P 2-20x18	ČSN 425301.21	11 343.1	4
2	CLONA P 2-20x40	ČSN 425301.21	11 343.1	5
1	DRŽÁK P 2-30x70	ČSN 425301.21	11 343.1	6
1	DRŽÁK P 2-30x90	ČSN 425301.21	11 343.1	7
4	PODLOŽKA P 3-15x15	ČSN 425301.21	11 500.1	8
1	PŘÍRUBA KR 115-20	ČSN 425510.10	11 523.1	9
1	POUZDRO KR 40-50	ČSN 425510.10	11 523.1	10
1	POUZDRO KR 40-20	ČSN 425510.10	11 500.1	11
1	NOSNÁ TRUBKA TR KR 32x3-100	ČSN 425715.01	11 353.1	12
1	TYČ KR 12-250	ČSN 425510.10	11 523.1	13
1	NÁBOJ KR 24-20	ČSN 425510.10	11 523.1	14
1	HŘÍDEL KR 30-130	ČSN 425516.10	12 020.1	15
1	POUZDRO TR KR 38x3-70	ČSN 425715.01	11 523.1	16
2	DORAZ 4HR 20-60	ČSN 425519.10	12 050	17
3	RAMENO 4HR 16-80	ČSN 426520.10	11 500.1	18
1	POUZDRO 4HR 50-50	ČSN 426520.10	11 523.1	19
1	POUZDRO 4HR 60-70	ČSN 426520.10	11 523.1	20

KRATOCHVÍL

VŠST

ZAKLÁDACÍ
MECHANISMUS

4-DP 123/87-02-01

1	PÁKA OBD 18x7-100	ČSN 425522.10 11 375.0	21
2	VIDLICE OBD 30x20-40	ČSN 425522.10 11 372.0	22
1	NÁBOJ OBD 50x30-40	ČSN 425522.10 11 375.0	23
1	RAMENO TR 4HR 50x4-300	ČSN 426720.3 11 453.0	24
1	PODLOŽKA 10	ČSN 021702.10	25
2	PODLOŽKA 8	ČSN 021702.10	26
8	PODLOŽKA 8	ČSN 021740.00	27
8	ŠROUB M8x20	ČSN 021143.51	28
3	ŠROUB M6x10	ČSN 021143.51	29
6	ŠROUB M6x12	ČSN 021143.51	30
4	ŠROUB M6x16	ČSN 021143.71	31
2	ŠROUB M8x40	ČSN 021103.51	32
1	MATICE M10x1,25	ČSN 021401.20	33
1	MATICE M10x1,25	ČSN 021411.20	34
8	MATICE M6	ČSN 021401.20	35
1	MATICE M10x1,25	ČSN 021403.20	36
3	ČEP 8x20x16	ČSN 022111.10	37
6	ČEP 6x16x12	ČSN 022111.10	38
2	ČEP 10x30x25	ČSN 022111.10	39
1	KROUŽEK 17	ČSN 022931	40

KRATOCHVÍL

VŠST ZAKLÁDACÍ
MECHANISMUS

4-DP 123/87-02-01

2	KROUŽEK 40	ČSN 022930		41
2	LOŽISKO 6203-2RS	ČSN 024640		42
2	ROZVADĚČ FESTO	MF-4-1/8		43
10	KONCOVKA MECMAN	AN 818		44
2	VÁLEC MECMAN	166 (•32-25)		45
1	ROT. JEDNOTKA PR 16P		1-57048- -00.0000 a)	46
2	INDUKČNÍ SNÍMAČ		270048 00-3	47

—
KRATOCHVÍL

a) změna rozměru

VŠST

ZAKLÁDACÍ
MECHANISMUS

4-DP 123/87-02-01

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositelka Řádu práce

FAKULTA STROJNÍ

Obr 23 - 21 - 8

Výrobní stroje a zařízení
zaměření

Sklářské a keramické stroje

Katedra sklářských a keramických strojů

MANIPULACE S VÝROBKY V LINCE IMI

Marcel K R A T O C H V Í L
DP 123/87

Vedoucí práce : Ing. Jaroslav Nosek, CSc. - VŠST Liberec
Konzultant : Ing. František Drbohlav - VÚSU Liberec

Rozsah práce a příloh :

Počet stran	43
Počet příloh	
a tabulek	5
Počet obrázků	16
Počet výkresů	4
Počet modelů	
nebo jiných příloh	0

11.5. 1987

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

Marcel Kratochvíl
Marcel Kratochvíl

V Liberci dne 11. 5. 1987

O b s a h

Seznam použitých zkratk a symbolů	5
1. Úvod	6
2. Linka IMI + LINDNER	8
2.1 Popis strojního zařízení v lince IMI + LINDNER	8
2.2 Výroba osvětlovacích těles v lince IMI + LINDNER	12
2.3 Zhodnocení současného stavu manipulace v automatické lince	16
3. Základní požadavky na manipulaci v lince IMI + LINDNER, návrh systému schopného zajistit požadované parametry	17
3.1 Zakládání osvětlovacích těles do chladicí pece, schema rozmístění těles na pásu	17
3.2 Základní charakteristiky manipulačního prostředku k zakládání do chladicí pece ...	22
3.3 Přemisťování osvětlovacích těles mezi pásovými dopravníky	22
4. Návrh řešení manipulátoru určeného k zakládání do chladicí pece	23
4.1 Využití manipulátoru M 63	23
4.2 Využití průmyslového robota PR 16P	25
4.3 Využití stavebnicových jednotek systému PR 16P	27
5. Výběr optimální varianty	29
5.1 Kritéria pro bodovou analýzu	30
5.2 Vlastní zhodnocení variant	32
6. Konstrukce manipulátoru určeného k zakládání do chladicí pece	33

6.1 Kontrolní výpočty	35
6.2 Konstrukce manipulátoru určeného k přemísťování mezi pásovými dopravníky	37
6.3 Schema pneumatického obvodu a řídicí systém	37
7. Technickoekonomické zhodnocení	39
7.1 Výpočet doby úhrady	40
8. Závěr	42
Seznam použité literatury	43

Seznam použitých zkratk a symbolů

a	- zrychlení členu / ms^{-2} /
D	- dynamická síla / N /
F	- síla potřebná k ovládní chapacla / N /
F _c	- síla potřebná k ovládní jedné čelisti chapacla / N /
F _{ch}	- síla potřebná k vyzdvižení chapacla / N /
F _n	- nominální časový fond pracovníka / h /
g	- tíhové zrychlení / ms^{-2} /
G	- síla tíže / N /
h	- dráha tlumení / m /
JIN	- jednorázové investiční náklady / Kčs /
k	- součinitel bezpečnosti
m	- hmotnost / kg /
n	- počet kritérií pro bodovou analýzu
N	- celkové náklady na řešení (poměrné)
N _i	- celkové náklady na ideální řešení (poměrné)
q	- zhodnocovací koeficient
RČÚ	- roční časová úspora / h/rok /
s	- celková společenská hodnota
TÚ	- doba úhrady / roky /
u	- koeficient směnlosti
ÚMN	- roční úspora mzdových nákladů / Kčs/rok /
ÚPN	- průměrná roční úspora provozních nákladů / Kčs/rok /
v _u	- ustálená rychlost členu / ms^{-1} /
x	- technická hodnota
y	- společenská hodnota
z _j	- počet bodů pro jednotlivé kritérium
z _i	- počet bodů pro ideální řešení

1. Úvod

V současné době v důsledku vědecko-technické revoluce dochází k radikálním změnám stávajících technologií. Stupňují se požadavky na kvalitu výroby při soustavném zvyšování produktivity práce, věnuje se čaleke větší pozornost pracovnímu prostředí. Rozvíjí se nová epocha průmyslové výroby - to co kdysi znamenal vynález parního stroje, to dnes znamená nástup manipulátorů a robotů. Cílem je vytvoření bezobslužných pracovišť i celých závodů, které budou zabezpečovat výrobky vysoké kvality, bez bezprostřední účasti člověka ve výrobním procesu. Na XVII. sjezdu KSČ byla zdůrazněna nezbytnost rozvoje výroby průmyslových robotů, manipulátorů a zařízení na meziperační manipulaci a především nutnost uplatňování vyššího stupně mechanizace a automatizace ve výrobním procesu. Tento trend se projevuje také samozřejmě ve sklářství. K minulosti patří doby, kdy jedinými nástroji skláře byla pískala a dřevěná forma. Také sklo již není pouze užitkovým nebo uměleckým předmětem, ale stále větší měrou se uplatňuje v dnešní technice, v některých případech dokonce nahrazuje a svými vlastnostmi předčí dosud klasické materiály. Současná strojová výroba užitkového skla je charakterizována velkými sériemi výrobků a menším podílem fyzicky náročné práce oproti ruční výrobě. Mnoho operací je automatizováno (např. zakládání kmene do pecí, natírání a dávkování skloviny, práce tvarovacích strojů), ale k vytvoření automatické linky mnohde zůstává vyřešit problém meziperační manipulace. U menších druhů obalového a užitkového skla se tato situace většinou řeší využitím systému pásového dopravníků a jednoduchých mechanických manipulátorů. Ale u větších a hmotnějších výrobků dosud převládá manipulace ruční. A právě v této oblasti by se měly co nejdříve uplatnit

V výsledky vývoje nových manipulačních prostředků a robotů tak, aby se dále zlepšovat kvalitu výroby a zvyšovat její produktivitu, ale aby také současný sklář mohl pracovat v prostředí, které odpovídá dnešní době.

Snad nejrozšířenější je výroba obalového a užitkového skla. Do této skupiny kromě jiného spadá i výroba osvětlovacích těles na lisofoukacích nebo dvakrát foukacích tvářovacích strojích. Často se právě tyto výrobky povrchově zušlechťují pro zvýraznění žádoucích optických efektů a z tohoto důvodu pro ně většinou nevyhovují klasické manipulační prostředky, které by mohly způsobit poškození povrchové vrstvy.

Tato práce se zabývá řešením mechanizace dopravy v automatické lince na výrobu osvětlovacích těles zušlechťovaných nástřikem termolustru v závodě Libochovice, k.p. OBAS.

2. Linka IMI + LINDNER

OBAS, k.p. závod Libochovice vyrábí užitkové a obalové sklo určené především pro export. Jedním ze zákazníků je firma Light Source z Velké Británie, nakupující prostřednictvím akciové společnosti Skloexport osvětlovací tělesa. Do nedávné doby se tato tělesa vyráběla na polosautomatických tvarovacích strojích, ale firma Light Source předložila rozsáhlou objednávku, kterou závod v Libochovicích se stávajícím strojním zařízením nemohl pokrýt. Bylo jasné, že situaci může vyřešit pouze nákup automatické linky. Protože v ČSSR ani v RVHP neexistuje výrobce vyhovujícího zařízení, bylo nutné potřebné stroje objednat z některého kapitalistického státu. Jako nejvhodnější se ukázaly tvarovací stroj firmy IMI z Itálie a kulový naběrač firmy LINDNER z NSR.

Firma IMI (Industria Macchine Impianti) je výrobce strojů pro sklářský průmysl vzniklá koncem šedesátých let. Zabývá se kusevou výrobou na objednávku a je typickým kompletním závodem - maximum komponentů nakupuje od jiných firem a zabývá se především montáží.

2.1 Popis strojního zařízení v lince IMI + LINDNER

Rezmístění strojů je zřejmé z výkresu

- A. Tavící agregát - jedná se o tavící vanu vytápěnou plynem, opatřenou rekuperačním systémem. Tavící plocha činí $22,5 \text{ m}^2$, tavící výkon je $800 - 1.000 \text{ kg/m}^2/\text{den}$, což je $18 - 20 \text{ t}$ skloviny za den při třísměnném provozu.
- B. Nabírací buňka - je připojena k pracovní části vany a jejím účelem je udržení optimálních parametrů k nabírání a následnému zpracování skloviny. Pro zlepšení homogenizace je vybavena míchadlem.
- C. Naběrač LINDNER, typ 302 - výrobcem je firma W. Lindner

Maschinen GmbH z NSR. Její kulový naběrač je typickým zástupcem této kategorie naběračů.

Je určen pro nabírání skloviny (kapky) pro následující stroje: - lisy

- lisostříky

- foukací stroje

- odstředivky

Naběrač se skládá z masivního rámu zakotveného do podlahy, na tomto rámu se pohybuje vozík s výkyvným ramenem. Rameno se může vůči vozíku také vysouvat ve směru své podélné osy, zakončeno je rotační jednotkou pohánějící hřídel s nabírací koulí. Naběrač působí překvapivě lehkým dojmem, při hmotnosti 800 kg. K vybavení naběrače patří pneumaticky ovládané dvouramenné rotační nůžky obvyklé konstrukce. Celé zařízení je vybaveno elektronickým systémem řízení a kontroly. Programování cyklů u tohoto stroje je snadné pro každý vyráběný předmět, program se ukládá do paměti prostřednictvím nahraných magnetofonových kazet nebo přímo z klávesnice řídicí jednotky. Hmotnost nabírané dávky se může pohybovat od 20 g do 5 kg, maximální rychlost je 12 dávek/min.

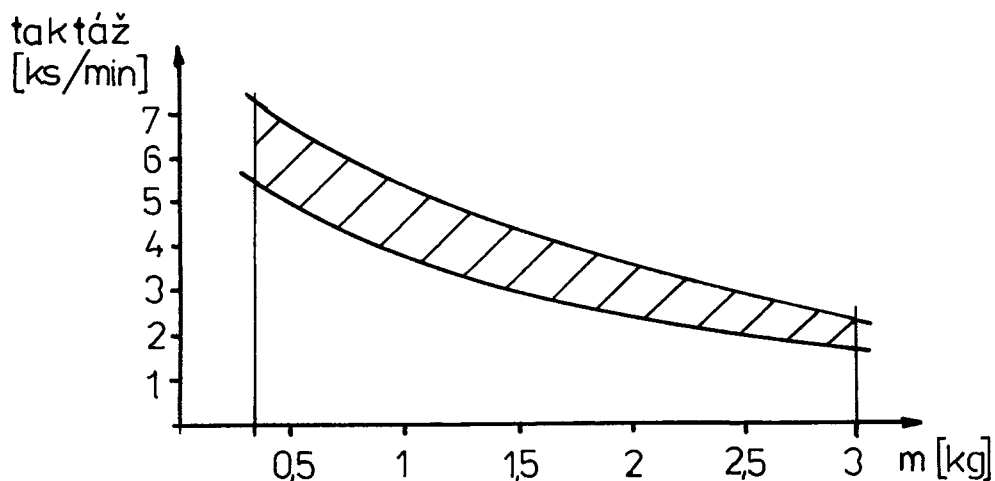
- D. Tvářecí stroj IMI, typ SGCD-1 - výrobcem je firma Industria Macchine Impianti z Itálie. Tvářecí stroj SGCD-1 je jednosekční řadový stroj pro výrobu obalového skla způsobem lisofoukacím (LF) nebo dvakrát foukacím (FF). Jedná se všeobecně o stroj typu IS se sekci poněkud širší a vyšší, aby bylo možné vyrábět větší výrobky.

Při způsobu FF jsou maximální výška výrobku 520mm, maximální průměr 280 mm.

Při způsobu LF je při vnitřním průměru ústí do 150 mm maximální výška 360 mm, maximální průměr 350 mm a maximální uhlopříčka u čtvercových výrobků 370 mm. U výrobků

s vnitřním průměrem ústí 150 až 200 mm je maximální výška jen 120 mm, ostatní rozměry jsou stejné.

Rychlost stroje se pohybuje v závislosti na hmotnosti výrobků podle obr. 2.1.



obr. 2.1

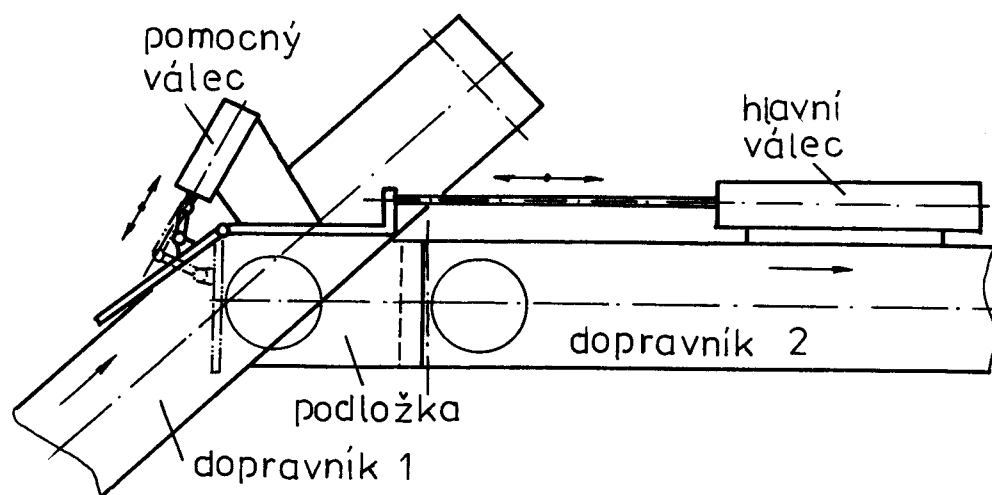
Doporučené hodnoty taktáže v závislosti na hmotnosti výrobku jsou v tabulce 1

m (kg)	taktáž (ks/min)
2,0	3,0
1,5	3,7
1,0	4,7
0,5	5,7

tabulka 1

Tvarevací stroj SGCD-1 je ovládán pneumaticky, je vybaven systémem umožňujícím elektronické řízení a úlohu řídicí jednotky pro svou dostatečnou kapacitu přebírá centrální

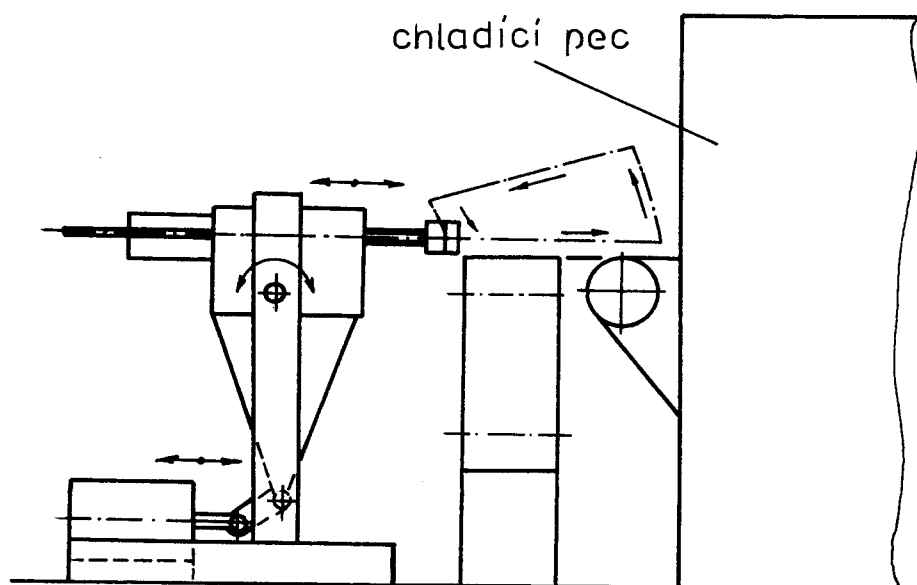
- řídící jednotka natěrače LINDNER.
- E. Odnímač IMI - slouží k odnávání osvětlovacích těles z konečné formy, přenášení k listrovací buňce a dopravě na pásový dopravník. Skládá se z rámu upevněného k podlaže, po němž se (podobně jako u natěrače) pohybuje vozík se svislým ramenem. Dráha vozíku je umístěna 2 m nad úrovní podlahy. Rameno je možné vysouvat ve směru podélné osy, na konci je opatřeno úchopnou hlavici, která těleso uchopuje za vnitřní stěnu ústí a umožňuje jeho rotaci kolem podélné osy.
- F. Listrovací buňka - je umístěna v prostoru mezi konečnou formou a pásovým dopravníkem. Vybavena je zařízením od firmy IMI. Jedná se o klasickou stříkací soupravu složenou z nádrže na listrovací látku, kompresoru a stříkací pistole.
- G. Pásové dopravníky - jsou dodány firmou IMI. Jedná se o běžný typ dopravníku s drátěným pásem s regulovatelnou rychlostí pohybu pásu.
- H. Přesouvač IMI - slouží k přesouvání výrobků z dopravníku od tvarovacího stroje na dopravník k chladicí peci. Dopravníky svírají úhel 135° . - viz obr. 2.2



obr. 2.2

Přesouvač se skládá z hlavního přímočarého pneumatického motoru na jehož pístnici je upevněn pomocný přímočarý pneumatický motor, ovládající výkyvné zachytné zařízení. Po naje-
tí do určené pozice je výrobek tímto zařízením zachycen
a při zasouvání pístnice hlavního motoru je přetažen po
podložce na druhý pásový dopravník.

CH. Zakladač do chladicí pece - i toto zařízení dodala firma
IMI. Jedná se o jednoduchý pneumaticky ovládaný zakladač
se dvěma přímočarými motory. Schema a princip činnosti
jsou na obr. 2.3



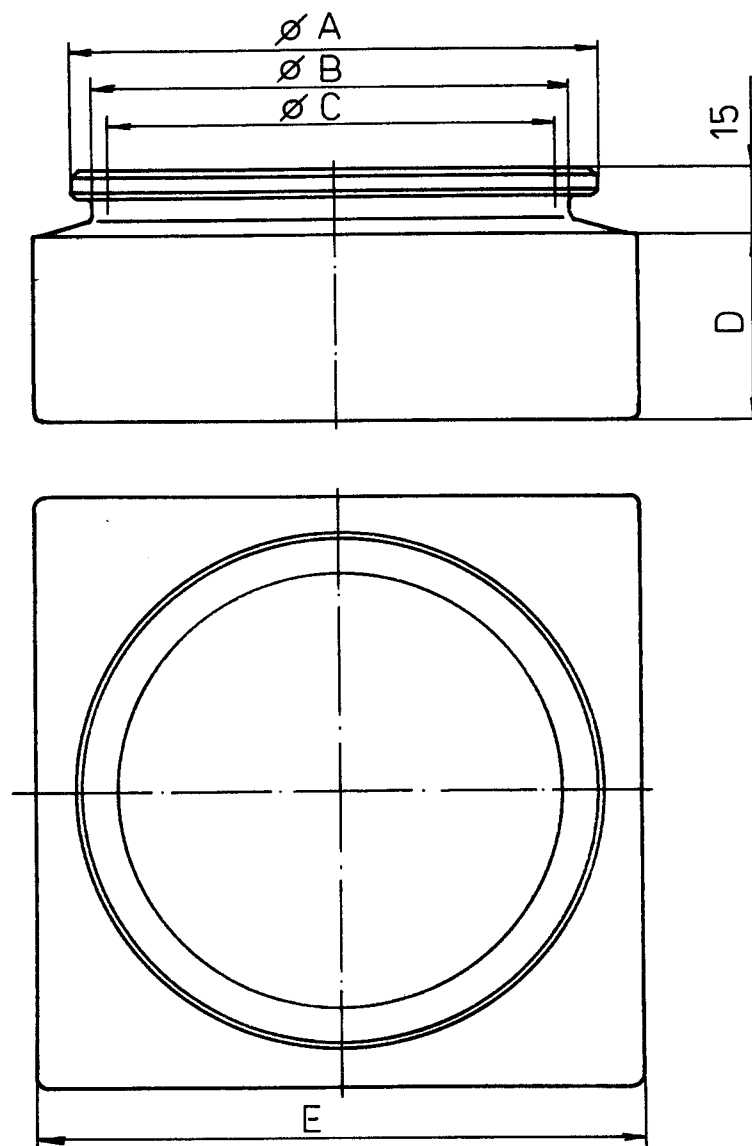
obr. 2.3

I. Chladicí pec - jedná se o pásovou chladicí pec vyhřívanou
elektricky, pracovní šířka pásu je 1800 mm. Pro potřeby
linky IMI je využitelná pouze šíře 1200 mm.

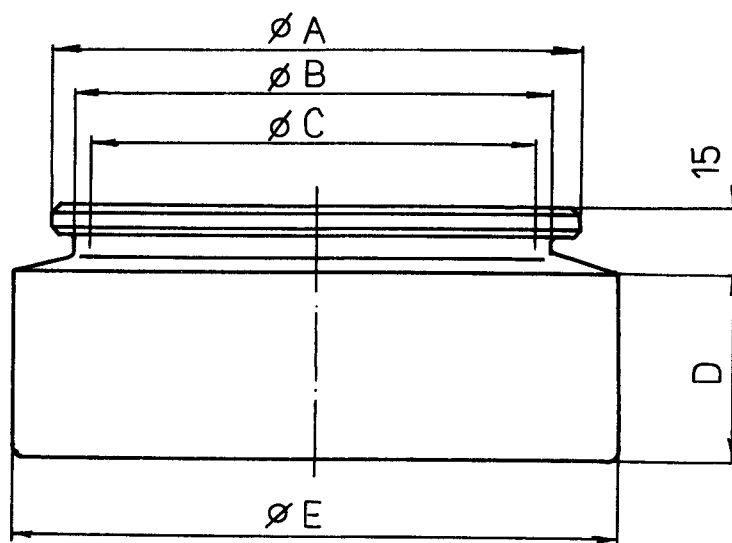
2.2. Výroba osvětlovacích těles na lince IMI + LINDNER

Linka namontovaná v závodě Libechevice slouží k výrobě
osvětlovacích těles určených převážně na vývoz do Velké

Británie. Základní tvary osvětlovacích těles jsou uvedeny
na obr. 2.4 a 2.5.



osvětlovací těleso typ I
obr. 2.4



•osvětlovací těleso typ II.

obr. 2.5

Osvětlovací tělesa stejného tvaru a rozměru se dále mohou lišit povrchovými vzory; ty však pro tuto diplomovou práci nejsou důležité, a proto nejsou zakresleny.

Rozměry příslušející jednotlivým typům jsou uvedeny v tabulce 2

	I ₁	I ₂	II ₁	II ₂	II ₃	II ₄
A (mm)	173 ^{+0,5} _{-1,0}	212 ^{+0,5} _{-1,0}	173 ^{+0,5} _{-1,0}	173 ^{+0,5} _{-1,0}	195 ^{+0,5} _{-1,0}	222 ^{+0,5} _{-1,0}
B (mm)	164	203	164	164	186	213
C (mm)	154	193	154	154	176	203
D (mm)	73	73	73	73	73	73
E (mm)	180	203	200	242	242	242

tabulka 2

Pro zpracování na tvarovacím stroji SGCD-1 by sklovina měla mít složení odpovídající tabulce 3

SiO_2	70 - 75 %
Al_2O_3	0,5 - 1,5 %
CaO	4,0 - 6,0 %
MgO	2,0 - 3,0 %
Na_2O	14 - 16 %
K_2O	2,0 - 3,0 %

tabulka 3

Sklovina je odebírána z nabírací buňky kulovým naběračem a je přenesena nad přední formu tvarovacího stroje. Protože vnitřní průměry ústí (rozměr C na obr. 2.4 a 2.5) jsou značně velké, pracuje tvarovací stroj způsobem lisofoukacím. V předformě je ze skápnuté dávky vylišováno ústí a vyfouknut předtvar, ten je invertem přenesen do čtyřdílné konečné formy a zde je vyfouknut konečný tvar. Vzhledem k tomu, že hmotnost vyráběných těles je v rozmezí 1,5 - 2,5 kg, pohybuje se taktáž tvarovacího stroje přibližně mezi 4 ks/min a 3 ks/min (viz obr. 2.1 a tabulka 1).

Po otevření konečné formy je výrobek vyjímán odnímačem a je dopraven do listrovací buňky, kde je proveden nástřik termolistru. Nástřik je během velmi krátké doby vytvrzen vlastním teplem výrobku, takže je možné osvětlovací těleso přesunout na pásový dopravník vedoucí od tvarovacího stroje směrem k přesouvači. Činnost přesouvače byla popsána v kapitole 2.1. Rychlost dopravníku od tvarovacího stroje je větší než rychlost dopravníku k chladicí peci a výsledkem je seřazení osvětlovacích těles na pomaleji se pohybujícím se dopravníku s takovými vzájemnými vzdálenostmi, jaké mají mít na pásu chladicí pece. Při dosažení polohy před vstupem do

chladicí pece určitým počtem výrobků (počet je dán jejich rozměry) je tato skupina naráz přesunuta z dopravníku na pás chladicí pece zakládačem. Rychlost pásu chladicí pece je 0,25 m/min.

2.3. Zhodnocení současného stavu manipulace v automatické lince

Nesporným přínosem této automatické linky je vyloučení lidského činitele z přímé účasti na výrobě a z toho vyplývající úspora pracovních sil, protože u polosautomatického tvarovacího stroje je třeba ručně provádět dávkování skloviny a zakládání do chladicí pece. Jak již bylo v předchozích kapitolách uvedeno, v lince IMI + LINDNER je tento problém vyřešen využitím progresivního kulového naběrače a systému pásových dopravníků a jednoduchých manipulátorů. Proto je nutné automatickou linku na výrobu osvětlovacího skla vysoce ohodnotit jako přínos pro náš sklářský průmysl, odpovídající trendu dnešní doby.

Nicméně se dá říci, že je možné zlepšit manipulaci v této lince s výsledným zvýšením kvality konečného produktu.

Jedná se o změnu systému hromadného zakládání osvětlovacích těles do chladicí pece a o odstranění tření mezi tělesem a drátěnými pásy při přesouvání a zakládání.

U systému hromadného zakládání by se mohla nepříznivě projevit poměrně dlouhá doba transportu výrobku do chladicí pece (2 min) ve vzniku vnitřního pnutí, které by za určitých podmínek mohlo způsobit popraskání výrobku. Při posouvání osvětlovacích těles po drátěných pásích hrozí nebezpečí otěru velmi tenké vrstvy listu na spodní, opticky nejvíce exponované části osvětlovacího tělesa.

Proto se další části této diplomové práce budou týkat řešení manipulace v lince IMI + LINDNER, které tyto nedostatky odstraní.

3. Základní požadavky na manipulaci v lince IMI + LINDNER, návrh systému k zajištění požadovaných parametrů.

Základní požadavky při manipulaci, ať již jde o zakládání do chladicí pece nebo přesouvání z jednoho dopravníku na druhý jsou: čas jednoho manipulačního cyklu musí být menší než taktáž tvarovacího stroje, čas transportu výrobku od tvarovacího stroje do chladicí pece musí být co nejkratší a manipulace s výrobkem nesmí snižovat jeho kvalitu.

Otěru vrstvy listru ze spodní plochy osvětlovacího tělesa lze zabránit tím, že těleso se při manipulaci nebude po drátěném pásu smýkat, ale bude z pásu zdviženo, přeneseno a opět spuštěno na pás chladicí pece nebo na pás druhého dopravníku.

Zkrácení celkového času transportu výrobku od tvarovacího stroje na pás chladicí pece lze provést několika způsoby:

- a) zvýšením rychlosti pásů dopravníků
- b) zkrácením času manipulace na co nejmenší míru
- c) zakládáním každého výrobku zvlášť, okamžitě po dosažení vstupu do chladicí pece

Jak bylo uvedeno v kapitole 2.2, k vysoké hodnotě celkového času transportu výrazně přispívá systém hromadného zakládání. Proto by zakládání každého výrobku zvlášť příznivě ovlivnilo výše uvedený parametr linky. Navíc, vzhledem ke zdvihání výrobků z pásu a jejich přemísťování, je technicky méně náročné manipulovat s jedním tělesem než s několika najednou.

3.1 Zakládání osvětlovacích těles do chladicí pece, schéma rozmístění těles na pásu.

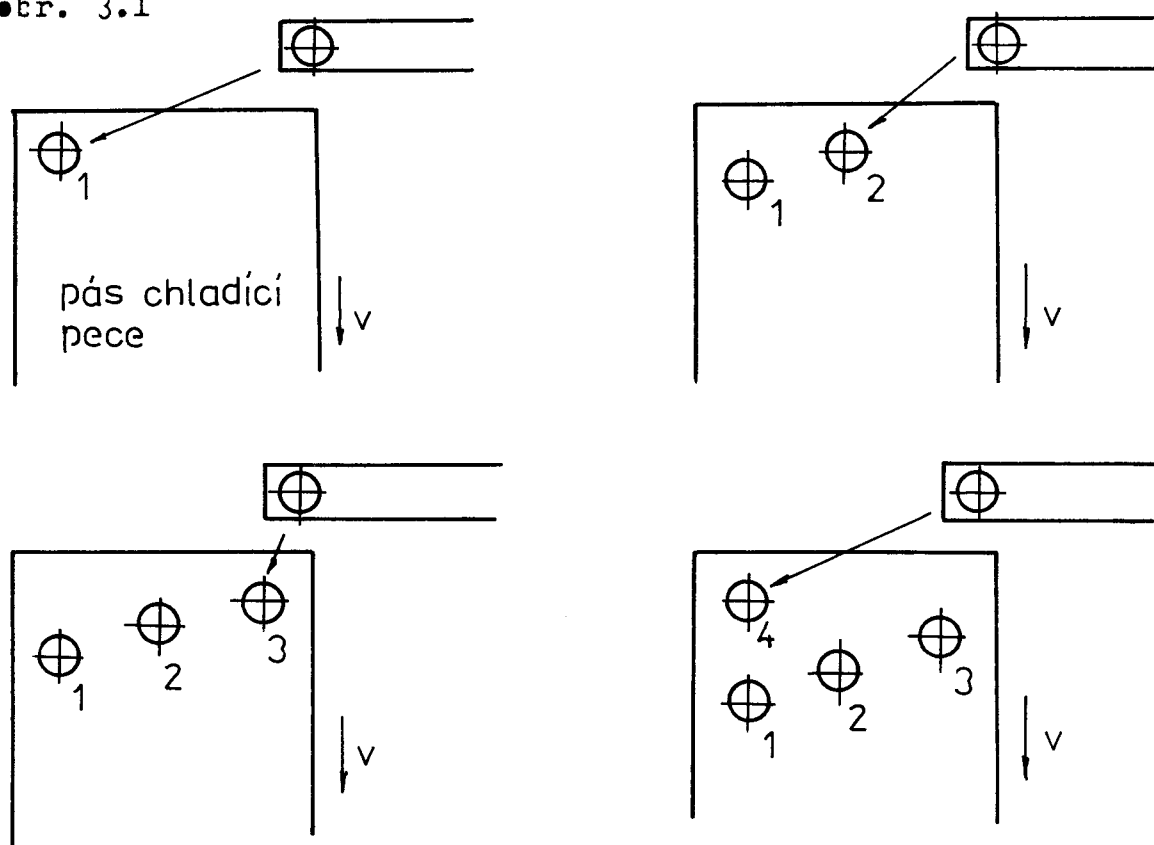
Rychlost pásu chladicí pece je 0,25 m/min a šířka jeho části využívané pro potřeby linky IMI je 1200 mm.

Postup při zakládání každého výrobku samostatně je tento:

- a) uchopení tělesa manipulátorem v pevné odebírací pozici

- na pásové dopravě
- b) vyzdvižení úchopné hlavice s tělesem nad úroveň pásu dopravníku
- c) přemístění úchopné hlavice nad některou z odkládacích pozic na pásu chladicí pece
- d) spuštění hlavice s tělesem na úroveň pásu chladicí pece (stejná jako u pásu dopravníku)
- d) uvolnění tělesa a návrat úchopné hlavice nad pevnou odkládací pozici

Schematicky je zakládání několika výrobků zachyceno na obr. 3.1



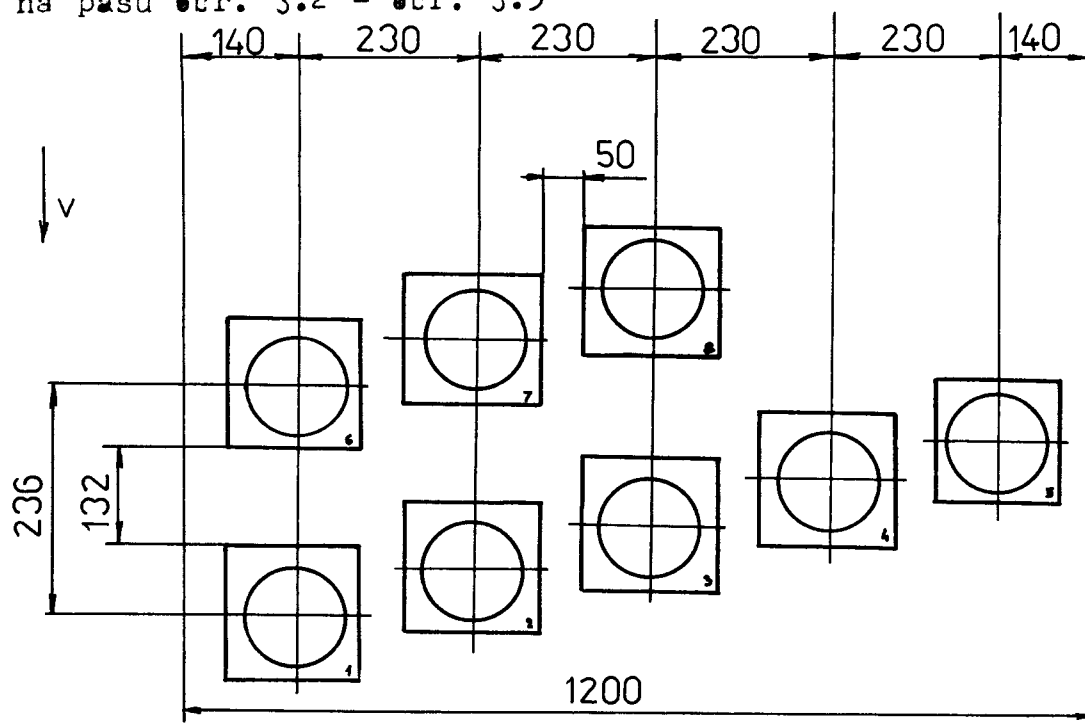
obr. 3.1

Taktáž tvarovacího stroje v závislosti na typu výrobku je uvedena v tabulce 4

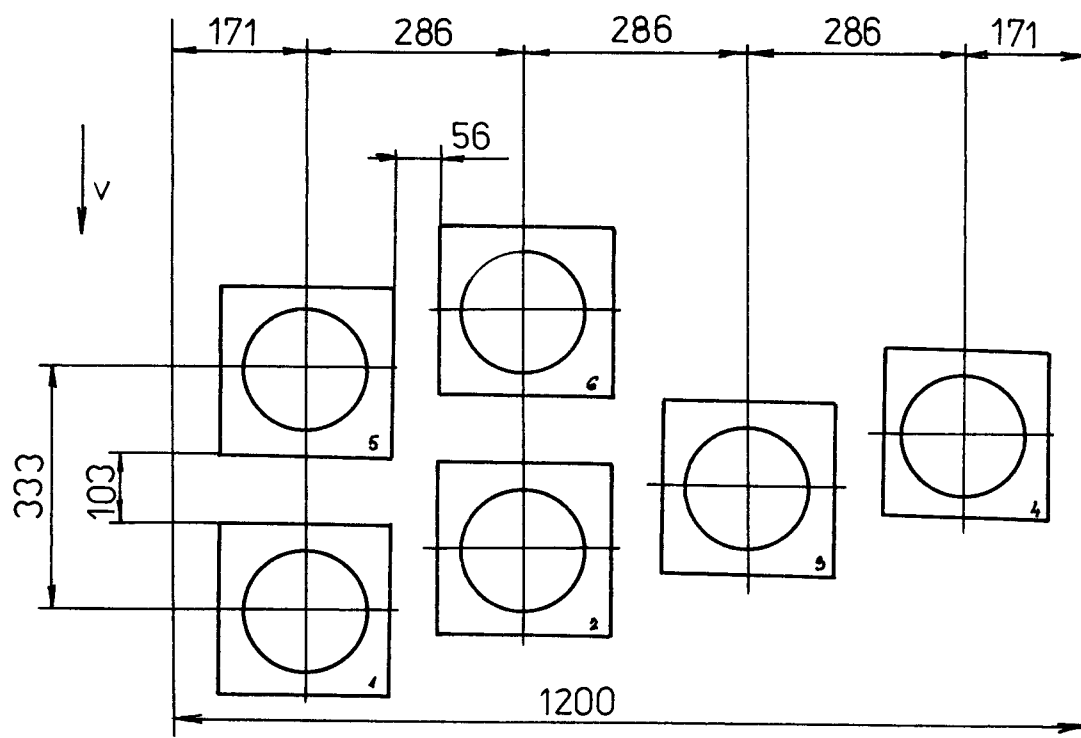
typ osvětlovacího tělesa	taktáž (ks/min)
I ₁	4,0
I ₂	3,5
II ₁	3,5
II ₂	3,0
II ₃	3,0
II ₄	3,0

tabulka 4

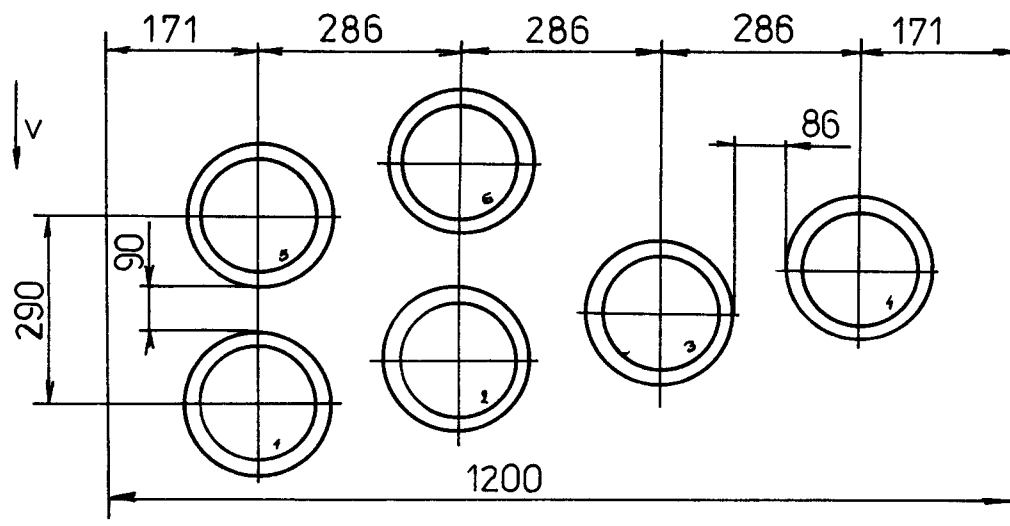
S ohledem na rychlost pásu chladicí pece a taktáž tvarovacího stroje odpovídá rozmístění osvětlovacích těles na pásu obr. 3.2 - obr. 3.5



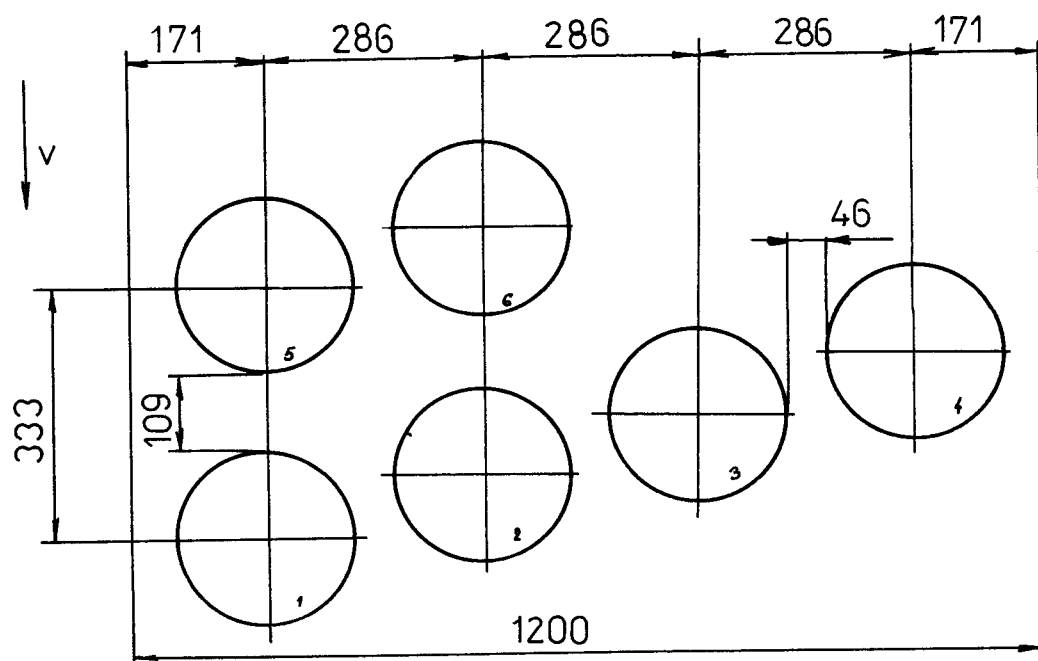
Osvětlovací tělesa typ I₁
obr. 3.2



Osvětlovací tělesa typ I₂
obr. 3.3



Osvětlovací tělesa typ II₁
obr. 3.4



Osvětlovací tělesa typy II₂, II₃, II₄
obr. 3.5

3.2 Základní charakteristiky manipulačního prostředku k zakládání osvětlovacích těles do chladicí pece

Cílem této kapitoly je stanovení charakteristiky manipulačního prostředku s ohledem na dodržení podmínek manipulace s osvětlovacími tělesy v lince IMI + LINDNER. Manipulátor by měl být programovatelný, s vícepolohovou hlavní pohybovou jednotkou, s pneumatickým nebo hydraulickým pohonem, únosností 5 kg (bez úchopové hlavice), s řízením bod po bodu, pracovní prostor by měl být kartézský nebo cylindrický. Bylo by velice vhodné použít, pokud to bude možné, některý dostupný tuzemský manipulátor nebo průmyslový robot nebo jejich pohybové jednotky s potřebnými stupni volnosti.

3.3. Přemisťování osvětlovacích těles mezi pásovými dopravníky

Postup při přemisťování výrobků z dopravníku vedoucího od tvarovacího stroje na dopravník vedoucí k chladicí peci je podobný jako je zakládání do chladicí pece:

- a) uchopení tělesa manipulátorem na pevné odebírací pozici na 1. dopravníku
- b) vyždvižení tělesa nad úroveň pásu dopravníku
- c) přemístění úchopné hlavice s tělesem nad pevnou odkládací pozici na 2. dopravníku
- d) spuštění tělesa na úroveň pásu dopravníku
- e) uvolnění tělesa a návrat na pevnou odebírací pozici

Charakteristiky manipulačního prostředku použitelného k této operaci se v podstatě shodují s charakteristikami uvedenými v kapitole 3.2

4. Návrh řešení manipulátoru určeného k zakládání do chladicí pece

V této části jsou zkoumány možnosti uplatnění dostupných tuzemských manipulátorů a průmyslových robotů v lince IMI + LINDNER.

Ze všech typů uvedených v prospektech a katalozích by svou koncepcí mohly vyhovovat manipulátor M 63 a průmyslový robot PR-16 P.

4.1 Využití manipulátoru M 63

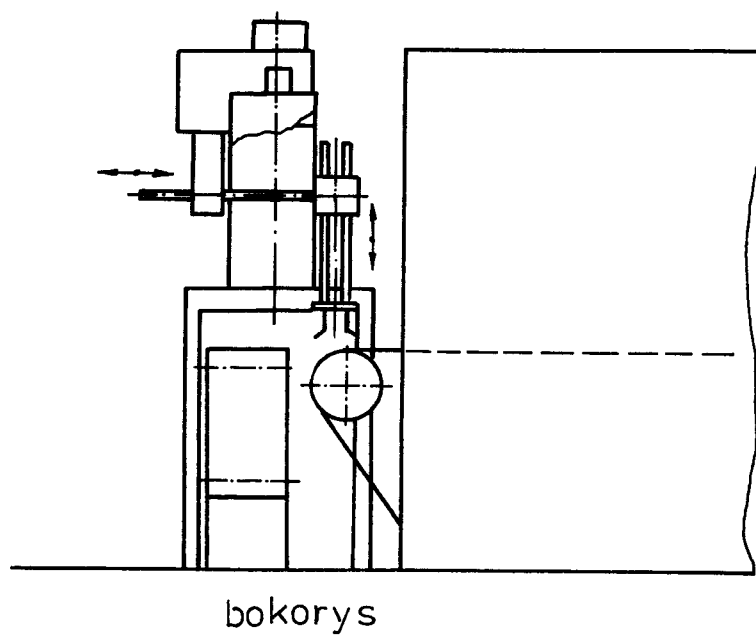
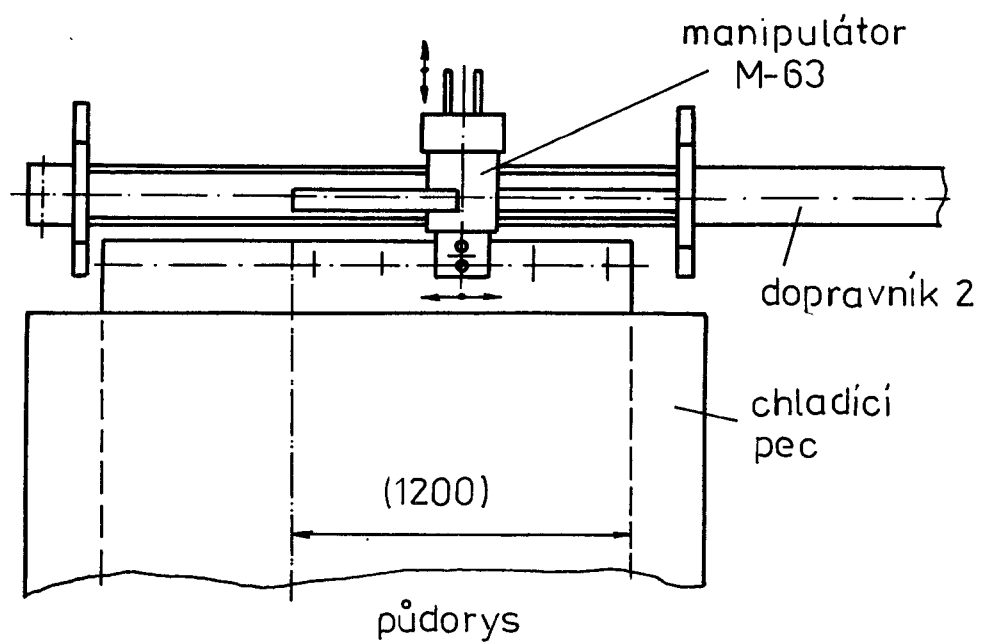
Univerzální stavebnicový systém M 63 umožňuje sestavovat účelové manipulátory portálového, stojanového, popřípadě jiného provedení. Základní sortiment pohybových jednotek a uzlů tvoří:

- posuvné nosníkové jednotky
- posuvné jednotky
- posuvné dvojtyčové jednotky
- posuvná koncová jednotka
- otočné koncové jednotky

Pohon manipulátorů řady M 63 je hydraulický, nosnost je 63 kg (tento údaj má informativní charakter, nosnost záleží na provedení).

Pro zakládání do chladicí pece by vyhovovalo portálové provedení s jednou příčnou a jednou svislou dvoutyčovou jednotkou. Pracoviště s manipulátorem M 63 s kartézským pracovním prostorem je na obr. 4.1. Portálový systém je pro daný účel velice výhodný a je velká škoda, že se v podobném provedení nevyrábí některý manipulátor s pneumatickým pohonem. Nevýhodou manipulátoru M 63 je nutnost připojení hydraulického agregátu (na pracovišti je jen rozvod tlakového vzduchu), dále robustnost a velká nosnost, které by zůstaly nevyužity. Lze proto konstatovat, že systém M 63 je obecně vhodný k podobné aplikaci, avšak v tomto případě

by jeho nasazení bylo neúčelné.



obr. 4.1

4.2 Využití průmyslového robota PR - 16P

Konstrukce robota je stavebnicového typu a skládá se z těchto částí:

- fréma
- vertikální jednotka
- rotační jednotka
- horizontální jednotka
- posuvná jednotka zápěstí
- rotační jednotka zápěstí

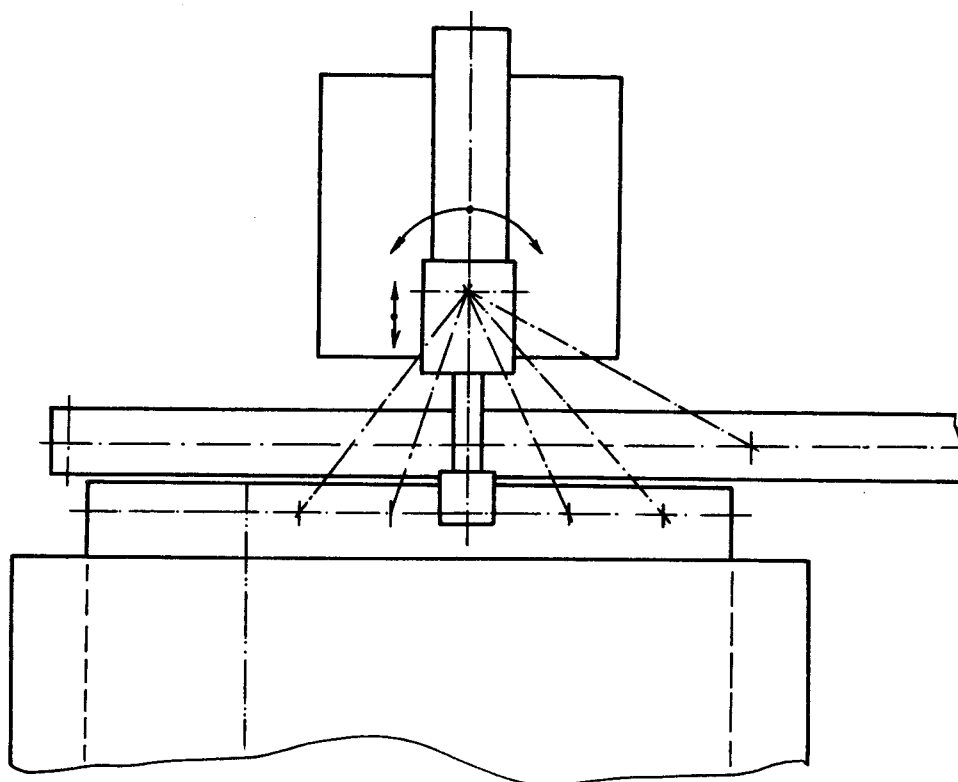
Pohony všech jednotek jsou pneumatické, nosnost je 16 kg. Jednotlivé stavebnicové jednotky jsou konstrukčně řešeny tak, že mohou pracovat samostatně. Průmyslový robot PR 16 P pracuje v cylindrickém souřadnicovém systému. Pracoviště s PR 16 P je na obr. 4.2

Při tomto uspořádání vzniká hned několik problémů. Jak je patrné z obr. 3.3 a obr. 3.2 jsou všechna osvětlovací tělesa typu I_1 a I_2 na pásu chladicí pece shodně orientována. Ovšem aplikace robota PR-16 P vzhledem k použitelnému cylindrickému pracovnímu prostoru, tuto jednotnou orientaci porušuje.

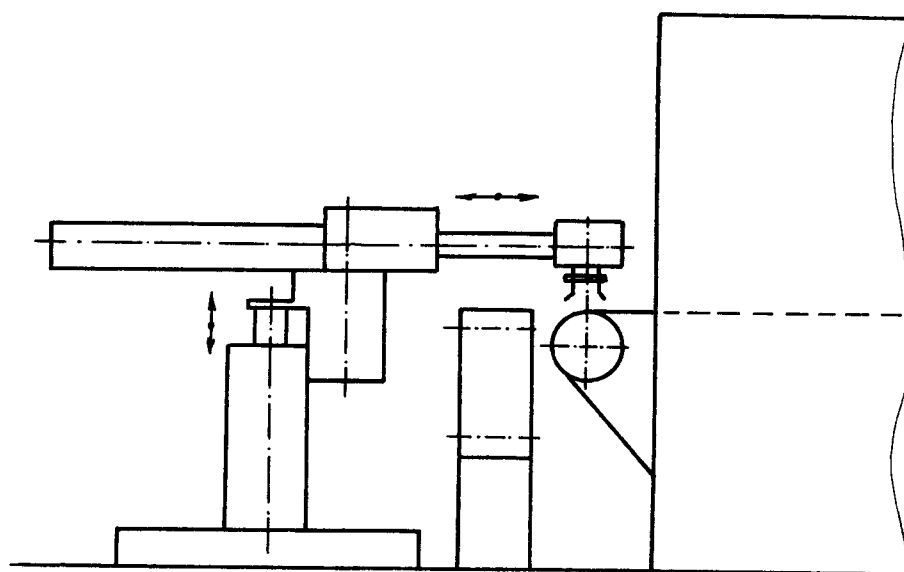
Potom by nebylo možné na pás pece umístit 4 (respektive 5) výrobků v řadě, ale pouze 3 (respektive 4), a to ještě za předpokladu, že rychlost pásu pece bude zvýšena na 0,4 m/min. Aby se zabránilo rozdílné orientaci těles typu I_1 a I_2 muselo by být zápěstí opatřeno rotační jednotkou schopnou zaujmout minimálně 6 poloh.

Další problém spočívá v tom, že pootočení mezi dvěma odkládacími pozicemi je menší než 20° a pootočení ramene u PR 16-P menší než 20° není z konstrukčních důvodů realizovatelná. Z těchto důvodů nelze pro toto pracoviště využít ani robot PR 16 P.

Ostatní představitelé robotů s cylindrickým pracovním prostorem nevyhovují ať již pro nízkou nosnost nebo pro malý počet programovatelných bodů pohonných jednotek.



pūdorys



bokorys

obr. 4.2

4.3 Využití stavebnicových jednotek systému PR 16 P

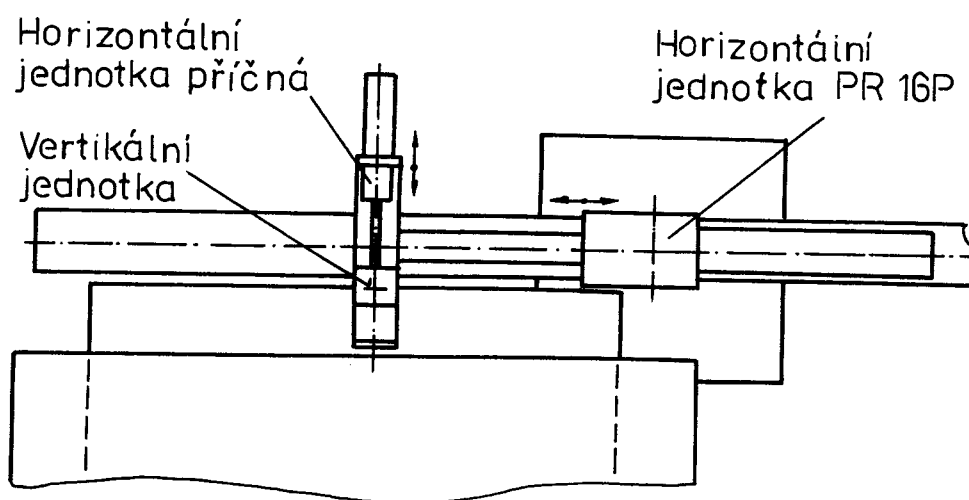
Jak již bylo uvedeno, průmyslový robot PR 16 P je pro dané pracoviště nevhodný, ale jeho velkou výhodou je, že se skládá z několika stavebnicových jednotek, schopných pracovat samostatně, a dále, že pohon těchto jednotek je pneumatický a lze tedy využít centrální rozvod tlakového vzduchu.

Maximální vzdálenost dvou krajních odkládacích ploch na pásu chladicí pece je 980 mm a maximální zdvih horizontální jednotky robota PR 16 P je 1000 mm. Horizontální jednotku lze tedy použít pro zajištění pohybu podél vstupu do chladicí pece a lze ji umístit nad pás dopravníku.

Na konzolu horizontální jednotky lze dále upevnit:

- a) horizontální jednotku vlastní konstrukce s krátkým zdvihem, vykonávající pohyb kolmý na dopravník + vertikální jednotku vlastní konstrukce pro vyzdvižení výrobku z pásu a jeho spuštění + chapače.

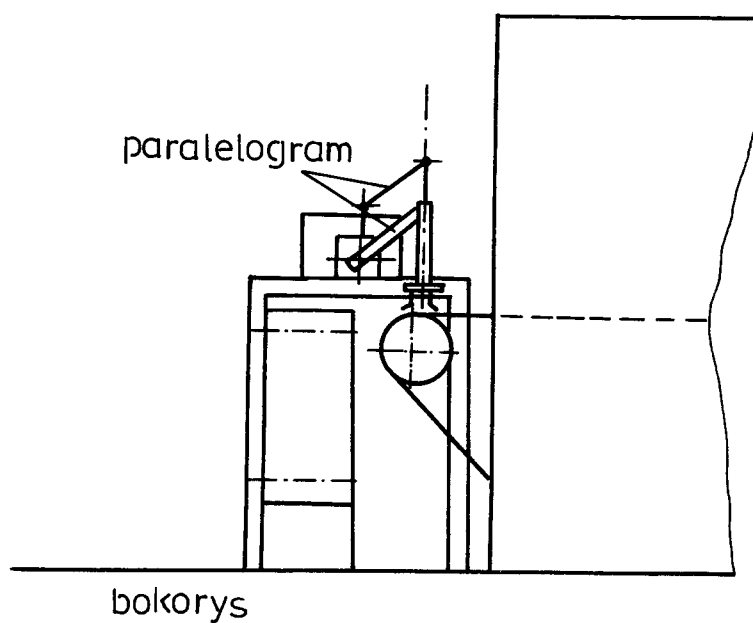
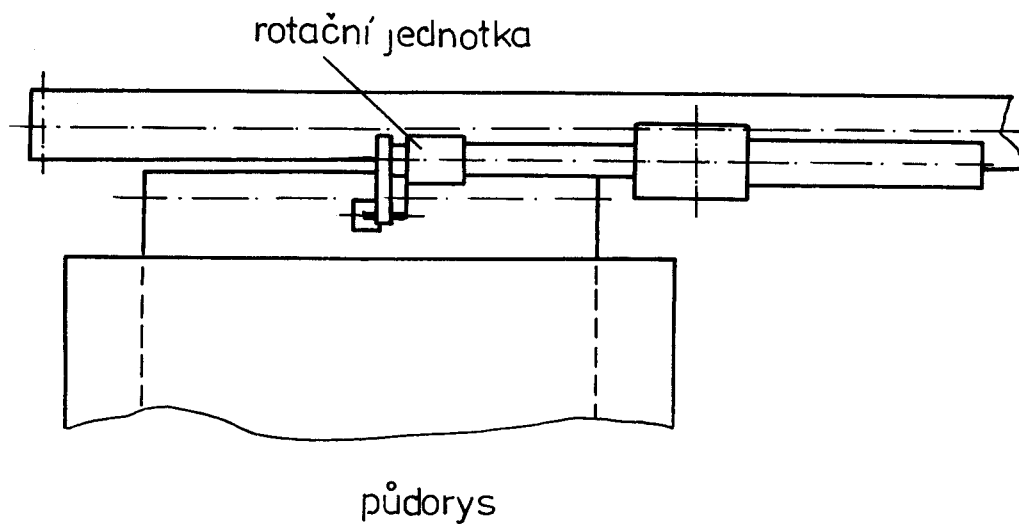
Tato varianta je zachycena na obr. 4.3 a je označena A.



obr. 4.3

b) dvoupolohovou rotační jednotku zápního systému
PR-16 P + paralelogram + chapadlo.

Varianta je na obr. 4.4 a je označena jako B



obr. 4.4

5. Výběr optimální varianty

Je-li možné vyjádřit užité hodnoty jednotlivých alternativ nějakým měřitelným parametrem, je výběr optimální varianty jednoduchý. V praxi se však užité hodnota zpravidla nedá vyjádřit jediným parametrem a obvykle není možné přepočíst jeden parametr na druhý. Proto je třeba provést výběr podle některé z metod, které byly vypracovány pro co nejobjektivnější hodnocení alternativ, např. podle bodové analýzy.

Postup hodnocení je založen na porovnávání hodnocených variant řešení s takzvaným ideálním řešením. Pro hodnocení je nutné zvolit kritéria (funkční vlastnosti), počet kritérií je označen n .

Další označení: Z_j - počet bodů pro jednotlivé kritérium

Z_i - počet bodů pro ideální řešení

Po sečtení počtu bodů přidělených jednotlivým kritériím daného řešení lze vypočíst technickou hodnotu x

$$x = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n \cdot Z_i} \leq 1$$

Společenská hodnota řešení je dána vztahem

$$y = \frac{N}{N_i} \geq 1$$

kde N - celkové náklady na hodnocené řešení (poměrné, $N > 1$)

a N_i - celkové poměrné náklady na ideální řešení ($N_i = 1$)

Pro další řešení se vybere ta varianta, která má nejvyšší technickou hodnotu x a současně nejmenší společenskou hodnotu y

Pro snadnější orientaci a výběr alternativy se často zavádí celková společenská hodnota řešení s

$$s = \frac{x}{y} \geq 1$$

Z hodnocených alternativ řešení se vybere ta, která má nejvyšší celkovou společenskou hodnotu řešení s.

5.1 Kritéria pro bodovou analýzu

Výběr kritérií by se měl řídit zásadou, že kritéria mají vystihnout nejdůležitější funkční vlastnosti, nemají se navzájem překrývat a do výběru by neměla být připuštěna kritéria, jejichž poměrné ohodnocení je u všech variant stejné.

Hodnocení se bude týkat variant A a B z kapitoly 4.3 a současného manipulátoru z linky IMI + LINDNER (označen C)
Kritéria pro bodovou analýzu budou tato:

- spolehlivost (postihuje délku převozu mezi dvěma peruchami)
- velikost zastavěného prostoru
- možnost náhradního převozu (vyjadřuje míru obtížnosti udržení nouzového a obnovení normálního převozu po poruše)
- nežádoucí vlivy na objekt manipulace
- převozní bezpečnost (udává bezpečnost obsluhy ručně zakládající výrobky na část pásu nevyužívané automatickou linkou)
- dostatek náhradních dílů (určuje dostupnost náhradních součástek)

Hodnocení podle kritéria č. 1 - je velice těžké určit spolehlivost nějakého mechanismu, ale vzhledem ke složitosti konstrukce, počtu ovládacích prvků, atd. lze odhadnout, že varianta C bude mít spolehlivost vyšší než varianty A a B

Hodnocení podle kritéria č. 2 - vzájemným porovnáním vyplývá (viz obr. 2.3, 4.3 a 4.4), že největší zastavěný prostor má varianta C, následuje varianta B, u níž se sice většina zastavěného prostoru nachází nad pásovým dopravníkem, ale část tohoto prostoru zasahuje před vstup do chladicí pece

Hodnocení podle kritéria č. 3 - ani u jedné varianty nebude udržení nouzového a obnovení normálního provozu bezproblémové. Manipulátor totiž musí být sejmut ze svého lože, musí být přemístěn mimo pracoviště a během opravy se zakládání musí provádět ručně. Přesto však lze říci, že obnova normálního provozu po poruše se bude snáze realizovat u varianty C, protože ostatní varianty jsou náročnější na seřízení.

Hodnocení podle kritéria č. 4 - vlivy jednotlivých manipulátorů na manipulovaný objekt byly rozetřány v předchozích kapitolách.

Hodnocení podle kritéria č. 5 - vzhledem k tomu, že se na část pásu chladičí pece zakládají výrobky ručně, je nutné posoudit, do jaké míry může být ohrožena bezpečnost obsluhy činností manipulátoru. Zcela nejhorší situace je u varianty C, u které je ruční zakládání ztěžováno pohybující se lištou (obr. 2.3) a hrozí zde i nebezpečí styku obsluhy s dalšími pohybujícími se částmi manipulátoru v důsledku nepozornosti pracovníků.

U varianty A se toto nebezpečí zredukuje na možnost střetu obsluhy s přečnívající částí přímočarého motoru příčné horizontální jednotky.

Hodnocení podle kritéria č. 6 - u variant A a B je využito mnoho prvků sériově vyráběných nebo snadno vyrobitelných z tuzemských materiálů. Manipulátor IMI (varianta C) je dovezen z kapitalistického státu.

Z těchto faktů jasně vyplývá dostupnost náhradních dílů pro opravy u jednotlivých variant.

5.2 Vlastní zhodnocení variant

Hodnocení variant je přehledně uspořádáno v tabulce 5

číslo	kritérium	A	B	C	ideál
1	spolehlivost	3	3	4	4
2	zastavěný prostor	3	4	2	4
3	náhradní provoz	2	2	3	4
4	nežádoucí vlivy na objekt	4	4	2	4
5	pravezní bezpečnost	3	4	1	4
6	náhradní díly	4	4	1	4
součet bodů		19	21	13	24
technická hodnota $\underline{x}$		0,791	0,875	0,542	1
společn. hodnota $\underline{y}$		1,5	1,5	2,0	1
celková společenská hodnota $\underline{s}$		0,53	0,58	0,28	1

tabulka 5

Jak je z tabulky patrné, nejlépe pro dané podmínky vyhovuje varianta B.

6. Konstrukce manipulátoru určeného k zakládání do chladicí pece

Podle kap. 4.3 se manipulátor bude skládat z horizontální jednotky průmyslového robota PR 16 P, rotační jednotky zápěstí téhož robota, paralelogramu a úchopné hlavice.

Horizontální jednotka PR 16 P je použita bez jakýchkoliv úprav. Je schopna pracovat maximální operační rychlostí $0,55 \text{ ms}^{-1}$, maximální výsuv je $1,0 \text{ m}$, operační rychlost při minimálním výsuvu $0,07 \text{ m}$ je $0,1 \text{ ms}^{-1}$ a maximální počet programovatelných bodů výsuvu je 8.

Tato jednotka se skládá z rámu, vedící tyče, pneumatického válce, nárazkového systému, rozvodu energie a bloku pneumatických prvků. Vedící tyč je na konci opatřena konzolou na které je v běžném provedení upevněna rotační jednotka zápěstí. Celá horizontální jednotka je upevněna na stojanu nad dopravníkem IMI 2 jak je patrné z výkresu 1-DP 123/87-02-00.

Rotační jednotka zápěstí PR 16 P je upravena tak, aby bylo možné v malém rozmezí seřizovat polohu dorazu. V sériovém provedení lze pootočení rotační jednotky seřizovat jen skokově po 15° přemisťováním dorazu z jedné pevné pozice do druhé. To však nevyhovuje požadavkům na seřizování navrhovaného manipulátoru. Proto je nutné z kotouče nesoucího dorazy odcoustružit opěrné výstupky dorazů a použít dorazy přestavitelné (poz. 17, č.v. 1-DP 123/87-02-01)

Rotační jednotka se skládá z pneumatického reverzačního motoru, převodovky a systému dorazů. Na výstupní hřídel jednotky je připevněno nosné rameno paralelogramu.

Maximální operační rychlost rotační jednotky zápěstí je $1,05 \text{ rad s}^{-1}$

Paralelogram je řešen tak, aby zajistil svislou polohu úchopné hlavice při výkyvech nosného ramene v rozmezí $\pm 45^\circ$. Úchopná hlavice plní dva úkoly. Za prvé musí být schopna manipulovaný objekt uchopit a pustit a za druhé musí dokázat uchopený objekt vyzdvihnout nad úroveň dopravníku a opět ho spustit. Toho je dosaženo použitím dvou přímočarých pneumatických motorů - jeden je určen k ovládní čelistí a druhý pro zdvih uchopeného předmětu.

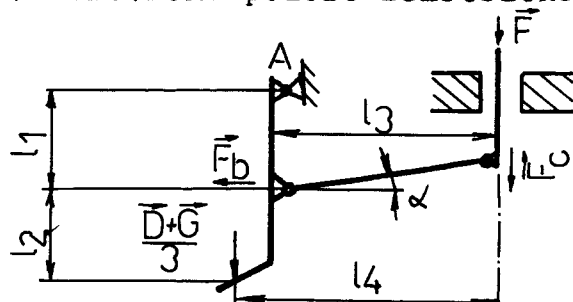
Prvky pneumatického obvodu nelze bohužel využít tuzemské, protože buď neexistuje jejich výrobce nebo svou konstrukcí nevyhovují pro daný účel. Proto jsou použity přímočaré pneumatické motory vyráběné v MLR v licenci firmy MECMAN a dvoupolohové čtyřcestné rozvaděče firmy FESTO. Přívod tlakové větve k rozvaděčům je proveden od horizontální jednotky dutým hřídelem rotační jednotky zápěstí.

Signalizace koncových poloh přímočarých motorů je zajištěna indukčními snímači a systémem stavitelných clonek, snímání polohy osvětlovacího tělesa na pásovém dopravníku IMI 2 je provedeno pomocí optoelektrického snímače. Oba snímače jsou výrobky VUKOVU Prešov.

6.1 Kontrolní výpočty

A. Výpočet síly nutné k ovládnutí čelistí úchopné hlavice.

Konstrukce chapacla je patrná z výkresu 1-DP 123/87-02-01; chapacla se skládá z nosné desky (poz.1), tří ramen (poz.18) a soustavy pák (poz.3) připevněné k pouzdru (poz.11). Pouzdro je připevněné k pístnici pneumatického válce určeného k ovládnutí chapacla (poz.45). Schematicky je část chapacla v rozevřené poloze zakreslena na obr. 6.1.



$$\begin{aligned} m &= 2,5 \text{ kg} \\ &= 10^3 \\ l_1 &= 40 \text{ mm} \\ l_2 &= 70 \text{ mm} \\ l_3 &= 60 \text{ mm} \\ l_4 &= 103 \text{ mm max.} \end{aligned}$$

obr. 6.1

Výpočet síly na pístnici potřebné k uchopení osvětlovacího tělesa bude proveden pro těleso typu II₄ a pro počátek zvedání chapacla nad pás dopravníku. Vztah pro výpočet zrychlení je uveden v /6/ a má tvar

$$a = \frac{v_u^2}{2 \cdot h} \quad \text{kde } h - \text{dráha tlumení} \\ v_u - \text{ustálená rychlost}$$

Podle katalogu je dráha tlumení u použitého typu válce $h = 8 \text{ mm}$

$$\text{pak } a = \frac{0,1^2}{2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$$

Výsledná síla na pístnici F bude rovna

$$F = 3 \cdot F_c \cdot k \quad \text{kde } k - \text{součinitel bezpečnosti} \\ (\text{voleno } k = 2)$$

Díloží síla na pístnici je rovna (viz obr. 6.1)

$$F_c = F_b \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

a sílu F_b je možné vyjádřit z rovnováhy momentů k bodu A

$$\frac{D+G}{3} \cdot R = F_b \cdot l_1 \quad ; \quad R = l_4 - l_3$$

kde D je dynamická síla, G je síla tíže

Dosažením do první rovnice je získán vztah pro výpočet výsledné síly potřebné k ovládání čelistí

$$F = 3 \cdot k \cdot \frac{m \cdot (a+g)(l_4-l_3)}{3 \cdot l_1} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

Podosažení konkrétních hodnot

$$F = 10,8 \text{ N}$$

B. Výpočet síly nutné ke zvižení chapadla s tělesem nad pás dopravníku

Tato síla bude dána vztahem

$$F_{ch} = G + D$$

$$m = 4,0 \text{ kg}$$

$$a = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$$

kde $D = m \cdot a$ a $G = m \cdot g$

potom

$$F_{ch} = m \cdot (g+a) = 26,1 \text{ N}$$

Vypočtené hodnoty sil jsou v obou případech malé, ale přesto jsou použity pneumatické válce s větším průměrem pístu než je nutné, protože jak je patrné z výkresu 1-DP 123/87-02-01, jsou přímočaré motory součástí nosné konstrukce hlavice.

6.2 Konstrukce manipulátoru určeného k přemisťování mezi pásevními dopravníky

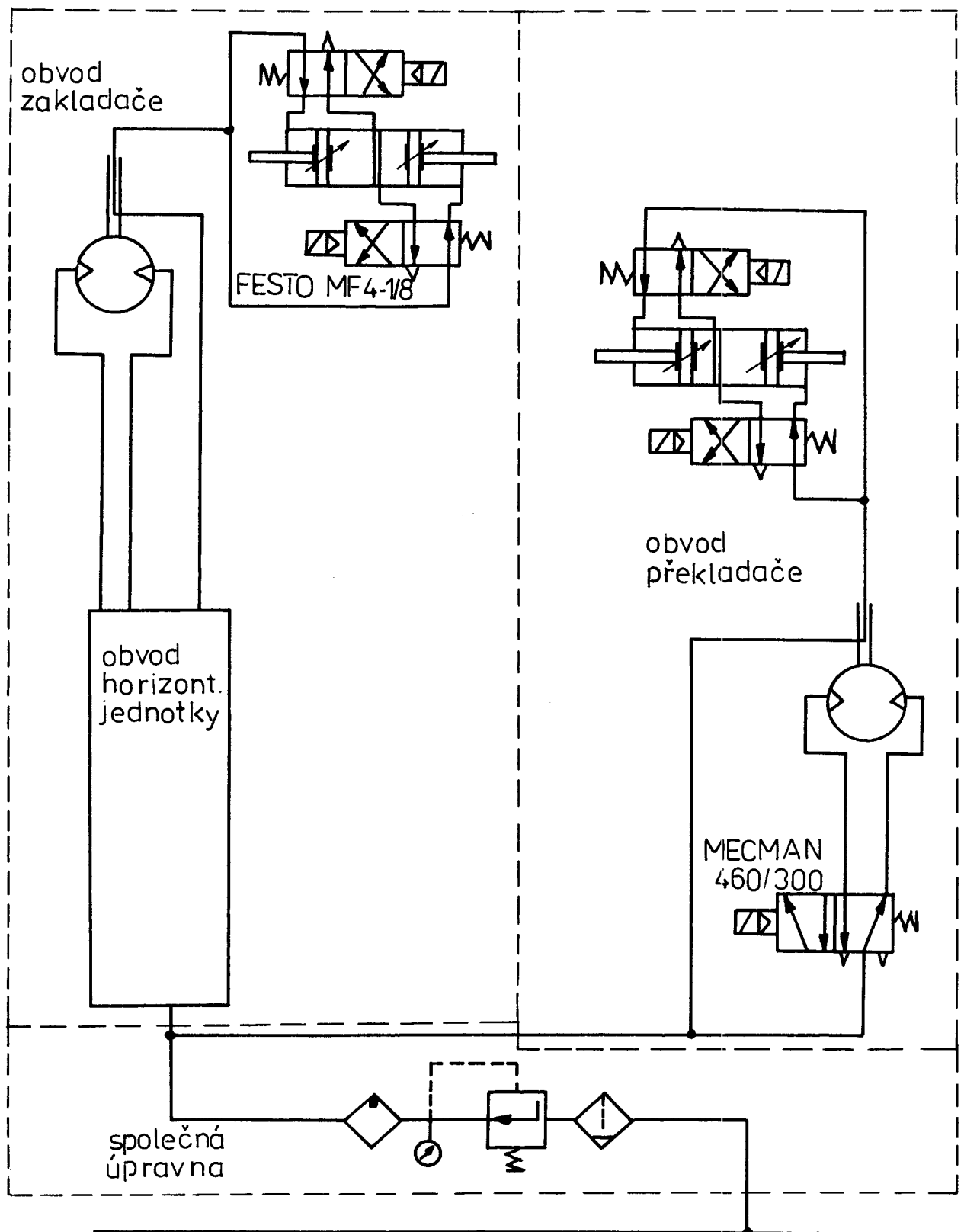
V konstrukci tohoto překladače je použito mnoho prvků využitých i u zakladače.

Překladač (č.v. 1-DP 123/87-01-00) se skládá z frémy, rotační jednotky zápěstí PR 16P, ramena a úchopné hlavice. Rotační jednotka zápěstí je opět upravená pro plynulé seřizování polohy dorazů, úhel rotace je $\pm 67,5^\circ$. Jednotka je uchycena ve svislé poloze na frémě a na výstupním hřídeli jednotky je upevněno rameno s úchopnou hlavicí shodnou s hlavicí zakladače.

6.3 Schema pneumatického obvodu a řídicí systém

Protože oba manipulátory tvoří společně manipulační systém, budou mít společnou i část svých pneumatických obvodů a řídicí systém. Schema celkového pneumatického rozvodu je na obr. 6.2.

K řízení je možné využít v případě dostatečně velké volné kapacity centrální řídicí jednotku linky IMI + LINDNER, pokud by její volná kapacita nedostačovala, musela by se k řízení použít samostatná malá řídicí jednotka.



obr. 6.2

7. Technickoekonomické zhodnocení

Manipulační prostředky, které jsou navrženy v této diplomové práci, zabráňují otěru povrchových vrstev nanášených na výrobek při zušlechťování a zkracují čas transportu výrobku od tvarovacího stroje do chladicí pece. Obě tyto vlastnosti manipulačního systému přinášejí významný ekonomický efekt.

Stávající manipulátory v lince IMI nejsou schopny operovat s osvětlovacími tělesy, která jsou povrchově zušlechtěna nástřikem termolustru, aniž by došlo k optickému znehodnocení povrchu těchto těles. Zušlechťování povrchu se provádí jen asi u 30% výrobků z celkového objemu výroby tohoto sortimentu, ale pokud by nebyl vyřešen problém manipulace s těmito osvětlovacími tělesy, ekonomický přínos linky IMI by byl velmi malý. Při výrobě na lince IMI v současnosti existují dvě možnosti:

- zušlechtěné výrobky zakládat do chladicí pece ručně, což umožní vyrábět kvalitní zboží, ale to je krokem zpátky a zcela tím zaniká charakter automatickosti dovezeného výrobního zařízení
- používat manipulátory IMI a podstoupit riziko poškození povrchu výrobků, kdy lze předpokládat velké procento neprodejného zboží (zmetků) a přínos automatické linky je tedy velmi diskutabilní.

Nový systém manipulace tyto problémy odstraňuje a navíc vzhledem ke zkrácení doby transportu lze očekávat úsporu elektrické energie při vytápění chladicí pece. V porovnání s celkovou spotřebou by úspora byla velmi malá, ale s ohledem na rostoucí ceny energií by v budoucnu mohla nabýt výraznějšího významu.

7.1. Výpočet doby úhrady

Doba úhrady je definována jako podíl jednorázových investičních nákladů a průměrné roční úspory převozních nákladů.

$$T_u = \frac{\text{jednoráz. investiční náklady}}{\text{roční úspora provoz. nákladů}} = \frac{JIN}{ÚPN}$$

Jednorázové náklady zahrnují:

- pořizovací hodnotu
- náklady na zprovoznění

Převozní náklady obsahují:

- náklady na materiál
- náklady mzdové
- nepřímé náklady

Při výpočtu jednorázových nákladů nebude pro jednoduchost uvažovány náklady na zprovoznění. Pak pořizovací náklady navrhovaného řešení budou:

horizontální jednotka PR 16 p	... 80 000,- Kčs
2 rotační jednotky zápěstí PR 16 P	... 40 000,- Kčs
pneumatické prvky	... 20 000,- Kčs
ostatní	... 25 000,- Kčs
	165 000,- Kčs

Pokud by nebylo možné použít pro řízení překladače a zakladače centrální jednotku, je nutné do jednorázových nákladů zahrnout i pořizovací cenu samostatné řídicí jednotky

řídicí jednotka	... 100 000,- Kčs
-----------------	-------------------

Úsporu převozních nákladů lze vyjádřit jako úsporu mzdových nákladů na pracovní síly, které by při nevyužití navrhovaného řešení prováděly ruční manipulaci s výrobky.

Pro linku IMI se počítá s koeficientem směnnosti $u = 3$.
Nominální časový fond pracovníka má pak hodnotu

$$F_n = 259.3.8 = 6\ 216\text{ h}$$

Vzhledem k tomu, že výroba zušlechťovaných osvětlovacích těles představuje 30 % z celkového objemu výroby na lince IMI a že by v této části došlo k úspoře dvou pracovních sil, je roční časová úspora

$$RČÚ = 6\ 216.2.0,3 = 3\ 730\text{ h/rok}$$

Roční úspora mzdových nákladů při uvažování průměrné hodinové mzdy manipulačního pracovníka 10,60,- Kčs/h a zhodnocovacího koeficientu $q = 1,6$ činí

$$ÚMN = 3\ 730.10,60.1,6 = 63\ 261,-\text{ Kčs/rok}$$

Doba úhrady potom bude v případě využití centrální řídicí jednotky

$$TÚ = \frac{165\ 000}{63\ 261} = 2,6\text{ roku}$$

v případě využití samostatné řídicí jednotky

$$TÚ = \frac{265\ 000}{63\ 261} = 4,2\text{ roku}$$

Teoretická doba úhrady vyšla tedy velice příznivá, je však třeba uvažovat, že se jedná o předběžné určení a že do jednorázových nákladů nebyly zahrnuty náklady na zprovoznění.

8. Závěr

Sklářský průmysl představuje pro naše hospodářství významný devizový zdroj, protože velká část produkce sklářských podniků je vyvážena. S ohledem na vývoj situace na světových trzích je jasné, že naše výrobky budou konkurenceschopné, pokud je bude možné vyrábět levněji a kvalitněji.

Toho lze dosáhnout pouze v tom případě, když strojní vybavení našich sklářských podniků bude na světové úrovni a ve výrobě se budou důsledně uplatňovat poznatky vědeckotechnické revoluce. A využití průmyslových robotů a manipulátorů na pracovištích, která jsou svým charakterem pro toto využití vhodná, je potvrzením správnosti této cesty. Dosahuje se vysoké produktivity práce, zvyšuje se kvalita, zlepšuje se pracovní prostředí.

Linka na výrobu osvětlovacího skla v závodě Libochovice, OBAS k.p., musí tedy s ohledem na požadavky současné doby pracovat jako automatická i při výrobě povrchově zušlechťovaných výrobků. Cílem této diplomové práce bylo navržení manipulačního systému, který by problémy spojené s touto výrobou odstranil a přispěl tak k plnému zhodnocení výhod, jež automatická výroba přináší.

Závěrem bych chtěl poděkovat s. Ing. Jaroslavu Noskovi, CSc a pracovníkům VÚSU Liberec za odborné vedení této diplomové práce.

Seznam použité literatury

- /1/ BACHTÍK, S.-POSPÍCHAL, V.: Zušlechťování skla. SNTL, Praha 1964
- /2/ BENEŠ, Š.: Teorie stavby strojů. VŠST, Liberec 1986
- /3/ HLAVÁČEK, J.: Sklářské stroje. SNTL, Praha 1982
- /4/ KAREL, P.: Cestovní zpráva ze služební cesty do Itálie ve dnech 9. - 13.2. 1985. Sklo Union OBAS, únor 1985
- /5/ LUBOJACKÝ, O. a kol.: Základy robotiky. VŠST, Liberec 1986
- /6/ MATIČKA, R.-TALÁČKO, J.: Konstrukce manipulátorů a průmyslových robotů. ČVUT, Praha 1981
- /7/ VRZAL, B. a kol.: Strojnické tabulky, díl I. SNTL, Praha 1971
- /8/ VRZAL, B. a kol.: Strojnické tabulky, díl II. SNTL, Praha 1972
- /9/ Prospekt tvarevacího stroje SGCD-1. Industria Macchine Impianti, Milano
- /10/ Prospekt kulového naběrače typ 302 a nůžek typ 304. W. Lindner Maschinen GmbH, Grafenau
- /11/ Výkresová dokumentace průmyslového robota PR 16P. VUKOV, Prešov

Seznam příloh

Výkresy sestav:

2-DP 123/87-00-00 + kusevník

Výkresy podsestav:

1-DP 123/87-01-00 + 2 kusevníky

1-DP 123/87-02-00 + kusevník

Výkresy detailní:

1-DP 123/87-02-01 + 3 kusevníky