

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 21 - 8

stroje a zařízení pro chemický,
potravinářský a spotřební průmysl
zaměření

sklářské a keramické stroje

Katedra sklářských a keramických strojů

MANIPULACE S BRÝLOVÝMI VÝLISKY NA VÝSTUPU

Z PÁSOVÉ CHLADÍCÍ PECE

Tomáš T E S A Ř

DP 133/87

Vedoucí práce: Doc. Ing. František Novotný, CSc.

Rozsah práce a příloh:

počet stran	53
počet obrázků	14
počet tabulek	11
počet výkresů	5

MDT:

11. května 1987

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 Tomáše T e s a ř e
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 brýlovými výlisky na výstupu z pásové
chladičí pece

Zásady pro vypracování:

V současné době jsou brýlové výlisky ručně odbírány na studeném konci chladičí pásové pece, předběžně tříděny a ukládány ručně do přepravek. Cílem Vaší diplomové práce bude automatizace manipulačního procesu, t.j. odbírání a plnění přepravek brýlovými výlisky srovnanými do sloupců tak, aby bylo možno obsáhnout celý sortiment kulatých výlisků s průměry 50-70 mm tloušťky 3-11,5 mm.

V práci se zaměřte na:

1. Rozbor stávajících podkladů, určení požadavků na řešení a alternativní studii.
2. Konstrukční zpracování vybrané alternativy formou sestavných výkresů a podsestav hlavních skupin, popř. ověření funkčního principu zařízení na modelu zařízení.
3. Technickoekonomické zhodnocení přínosu řešení.

1.300 Kč
LIDANED
PŘÍLOHA 17

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

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

Maruška a kol.: Manipulace s brýlovými výlisky
/Technická zpráva/, VÚSU pracoviště Liberec 1986

Konstrukční podklady ze SKLOTAS k.p. Nový Bor, závod Skalice

Chvála, B. - Nedbal, J. - Dunay, G.: Automatizace, SNTL 1985

Vedoucí diplomové práce:

Ing. František Novotný, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 1.10. 1986

Termín odevzdání diplomové práce: 11.5. 1987

L.S.

Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc.

Vedoucí katedry

Doc. Ing. Ján Alexin, CSc.

Děkan

V Liberci dne 1.10. 1986

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

V Pardubicích 3. května 1987

Tomáš T E S A R



OBSAH

	str.
ÚVOD	6
1. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU	6
1.1. Výroba	8
1.2. Sortimentní rozdělení	9
1.3. Odpady a výtěžnost	12
1.4. Tok výrobků a manipulace	13
1.5. Počty pracovníků	14
1.6. Prostorové podmínky a technické údaje	15
2. FORMULACE POŽADAVKŮ NA MANIPULAČNÍ ZARÍZENÍ	17
2.1. Konstrukční podmínky a požadavky	17
2.2. Technologické podmínky	18
3. ALTERNATIVNÍ STUDIE	19
3.1. Varianty způsobu orientace a řazení výlisků	19
3.1.1. Rozbor variant řazení výlisků	20
3.1.2. Volba nejvhodnější varianty	26
3.2. Alternativní návrh manipulace a plnění přepravek	27
3.2.1. Rozbor jednotlivých variant	28
3.2.2. Výběr nejvhodnější varianty	34
4. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	35
4.1. Ověření vybraného způsobu orientace a řazení brýlových výlisků	35

4.1.1.	Návrh modelových zkoušek	36
4.1.2.	Výsledky modelových zkoušek	39
4.2.	Konstrukční řešení manipulačního zařízení	40
4.2.1.	Koncepční návrh zařízení a popis konstrukčního řešení	40
4.2.2.	Výpočty hlavních skupin	45
5.	TECHNICKOEKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	47
	ZÁVĚR	51
	Seznam použitých zkratk	52
	Seznam použité literatury	53

Ú V O D

Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR schválené 17. sjezdem KSČ a podrobně rozpracované na 5. zasedání Ústředního výboru KSČ, stanovily rozvíjení průmyslových odvětví zpracovávajících domácí surovinovou základnu. Mezi ně patří i sklářský a keramický průmysl. V rámci rozvoje se nahrazuje ruční výroba strojní výrobou polotovarů a k zajištění návaznosti operací se zavádí mezioperační manipulace a automatizace.

Strojní výroba sklářských polotovarů na automatických linkách je realizována v řadě sklářských závodů. Výstup z tohoto automatizovaného výrobního procesu, který spočívá v manipulaci s polotovarem, je však ve většině případů proveden s minimálním stupněm mechanizace. Tím je dána značná spotřeba živé práce s vysokými nároky na vynaložení fyzických sil pracovníků. Z těchto důvodů v řadě podniků vyrůstá problém naléhavého řešení dané situace.

Jedním ze sklářských podniků řešících tyto problémy je také Sklotas k. p. v Novém Boru. Jeho závod v České Skalici je mimo jiné monopolním výrobcem brýlových výlis-
ků, polotovarů na výrobu brýlových skel. Poptávka po tomto druhu výrobků neustále vzrůstá, a to především na kapitalistickém trhu, kam směřuje v současné době zhruba 67 % výroby. Jedná se o cca 9,5 milionů kusů, což vytváří nemalé devizové příjmy podniku a celému národnímu hospodářství. Z těchto důvodů je prováděna celá řada technických a technologických zlepšení ve výrobě. S ohledem na situování závodu v relativně malé obci a nepřetržitý charakter výroby, činí plynule se zvyšujícím úkolům nemalé

potíže nedostatek pracovních sil.

Na základě těchto faktů, bylo formulováno zadání diplomové práce, jehož cílem je řešení automatizace manipulačního procesu na konci pasového dopravníku chladicí pece. Jedná se o proces řazení volně položených brýlových výlisků do sloupců a jejich rovnání do přepravek. Řešení musí obsáhnout veškerý sortiment vyráběných brýlových výlisků na automatickém lisu.

V řešení diplomové práce jsem se zaměřil na výrobu modelu pro reálné ověření procesu rovnání a orientace brýlových výlisků a na konstrukční zpracování procesu manipulace a plnění přepravek formou sestavných a podsestavných výkresů.

1. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

V současné době je stojní výroba brýlových výlisků výhradně zajišťována na třech plynem vytápěných rekupera-
tivních vanách. Vana I. a IV. je osazena po jednom šest-
nácti pozicovém automatickém lisu typu "LYNCH" a vana III.
dvěma šestnácti pozicovými lisy typu "WALTER". Ke chlaze-
ní brýlových výlisků slouží na každé vaně jedna elektric-
ká chladicí pásová pec. Rozměrové a kapacitní údaje jsou
čerpány z /1/ a /4/.

1.1. VÝROBA

Výrobní plán ukládá záводу ve Skalici vyrobit zboží
v roce 1987 za 41,15 miliónů Kčs, z toho ve strojních
brýlových výliscích /Tab.1/ za 25,34 miliónů Kčs.

Tab.1. Rozdělení strojní výroby na jednotlivé agregáty

agregát	tis.Kčs	tun	tis.kusů
I	6300	144	5600
III	9680	207	4960
IV	9360	132	3940
celkem	25340	483	14500

Výroba je operativně plánována podle THN, ročně pro-
věřovaných, a proto odráží při normálním chodu produkce
přibližně skutečnost.

Počet výlisků nalisovaných za 1. hodinu, je závislý na jejich hmotnosti a výkonu agregátu /Tab.2./, který činí u vany I a IV 39[kg/hod] a u vany III 47[kg/hod] z každého z obou lisů. Podle toho činí bruto výroba, procházející pasovou pecí různou hodnotu.

Tab.2. Závislost hmotnosti výlisků na výkonu agregátů

hmotnost/g/	ks/hod	
	vana I a IV	vana III
22,5	1740	- -
26,5	1500	1800
30,5	1320	1680
34,5	1140	1560
38,5	1020	1260
41,5	900	1200
43,5 a výše	- -	1080

Odhadnuté prostoje zahrnuté v plánu / výměny forem, poruchy, opravy apod./ činí 15 - 20% celkového časového fondu.

1.2. SORTIMENTNÍ ROZDELENÍ

A/ Běžně vyráběná skla

- rozdělení dle dioptrické hodnoty :

- | | |
|--|-----------|
| a/ Výrobky bez dioptrické hodnoty | tvoří 20% |
| b/ Výrobky plusové do 6 DPT / spojky / | tvoří 35% |

- c/ Výrobky mínusové do 6 DPT / rozptylky / tvoří 25%
- d/ Výrobky nad 6 DPT / vysoké mínusky / tvoří 10%
- e/ Výrobky nad 6 DPT / vysoké plusky / tvoří 10%

- rozdělení dle průměrů výrobků a jejich procentuelní zastoupení ve výrobě :

50 [mm] - 10% , 52 [mm] - 1% , 55 [mm] - 1% ,
56 [mm] - 10% , 60 [mm] - 30% , 63 [mm] - 1% ,
65 [mm] - 37% , 66 [mm] - 6% , 70 [mm] - 4%

Základní rozdělení brýlových výlisků / Obr.1. / lze charakterizovat takto :

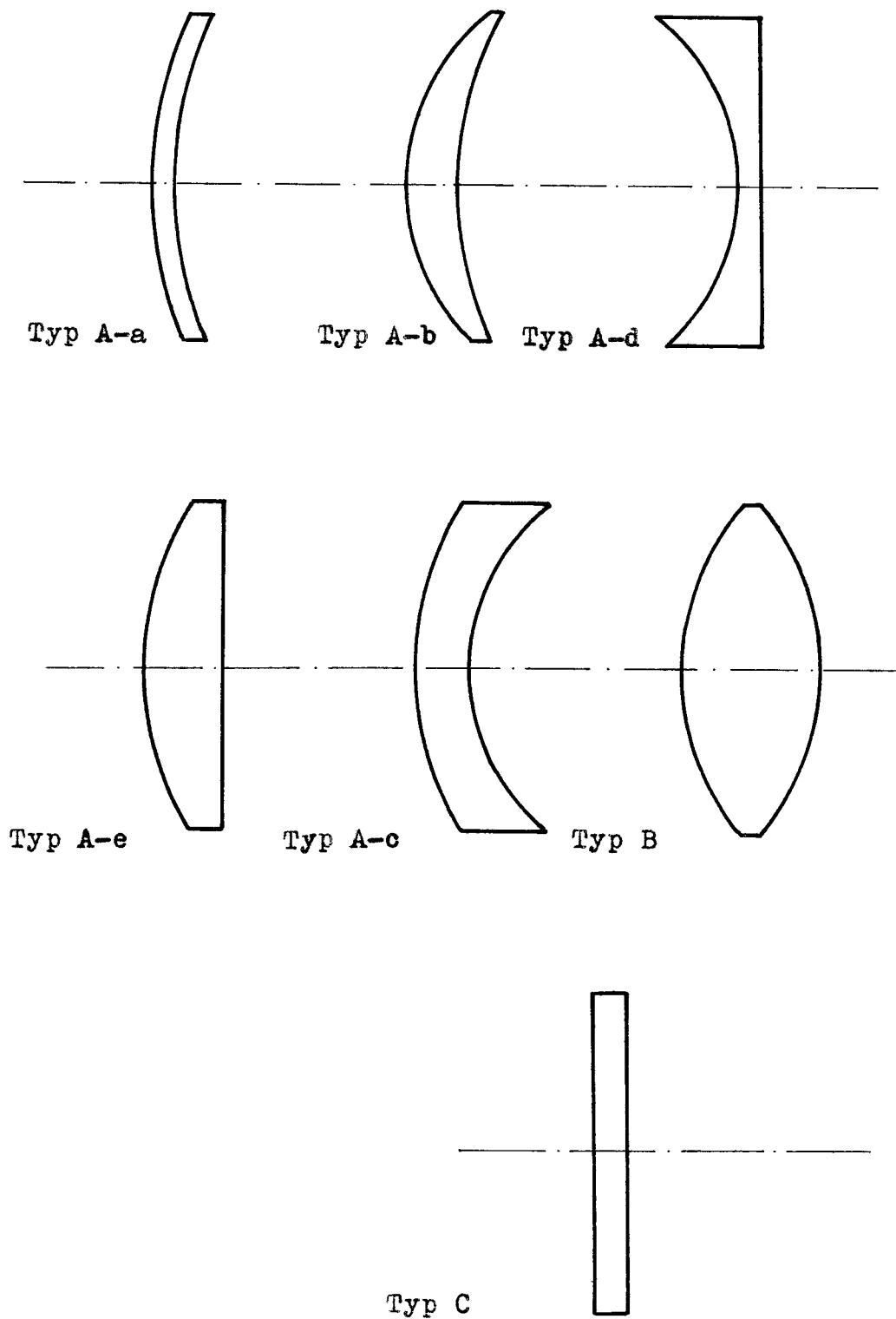
ad a/ Výrobky nemají dioptrickou hodnotu, radius konkávní i konvexní plochy je přibližně stejný a kolísá okolo 85 [mm]. Středová tloušťka bývá téměř shodná s okrajovou a kolísá od 2,5 [mm] do 10 [mm].

ad b/ Spojky mají střed silnější než okraj. Konvexní radius se zestrnuje od 88 [mm] do 9 [mm]. Konkávní plocha se zplošťuje od 87 [mm] do 9 [mm]. Síla okraje činí 2 - 7 [mm].

ad c/ Rozptylky jsou charakterizovány slabším středem a silnější okrajovou plochou. Středová tloušťka se pohybuje od 2 [mm] do 8 [mm]. Tloušťka okraje stoupá ke 14 [mm].

ad d/ Jde o rozptylky, ale s radiusem od 120 [mm] až po úplnou rovinu tzv. plan-plochu. Středová tloušťka se pohybuje od 2 [mm] do 4 [mm]. Okrajová tloušťka narůstá až ke 20 [mm].

ad e/ Jde o spojky, ale radius se splošťuje od 100 [mm] až po plan-plochu. Tloušťka středu stoupá až ke 22 [mm]. Tloušťka okraje se pohybuje okolo 2 [mm].



Obr.1. Základní charakteristiky brýlových výlisků

B/ Výrobky dvojvypuklé - čočky

Jejich rozdělení je provedeno v Tab.3. ve které je uveden i počet kusů jednotlivých typů vyrobených za rok.

Tab.3. Rozdělení dvojvypuklých čoček

Typ	ϕ /mm/	R1,R2 /mm/	středová tl.	ks/rok
6/87/50	50	87	13	200000
6/87/60	60,5	87	16	40000
6/131/60	60,5	131	12	50000
6/76/45	45	76	10	75000

C/ Výrobky s rovnoběžnými plochami

Průměry výlisků jsou od 50[mm] do 60[mm]. Tloušťka se pohybuje v rozsahu od 4[mm] do 15[mm] a roční produkce činí zhruba 200000 kusů.

D/ Výrobky s přetokem

Nejsou konkretizovány a tvoří 1% objemu výroby.

Dle Obr.1. je zřejmé, že při kombinacích radiusů a tloušťek vzniká množství nepatrně odlišných tvarů z čehož vyplívá, že sortiment obsahuje v současné době několik stovek typů.

1.3. ODPADY A VÝTEŽNOST

V Tab.4. jsou uvedené skutečné odpady evidované za rok 1986 dle jednotlivých van /2./. K tomuto je nutné poznamenat, že část kapacity levého lisu na vaně III byla

rezervována pro technický rozvoj a údaje tímto nejsou pro posouzení směrodatné. Výraz " lampa " použitý v Tab.4. vyjadřuje vady jako jamky, přetlaky, záprasky a vlny vytříděné vizuálně ihned za pasovou chladicí pecí.

Tab.4. Přehled odpadů z tavících agregátů

	vana I	vana III		vana IV
		pr.lis	l.lis	
btto.nalisováno / kg /	204355	368628	35502	282612
prask.ochlazením / % /	0,4	1,7	14,4	0,3
šlírý	5,8	4,7	10,9	3,3
bublíny	1,6	6,5	2,4	3,9
stříhy	0,7	7,6	9,7	1,2
lampy	23,8	37,2	47,1	14,1
tloušťka	2,5	4,1	1,4	4,8
rovinnost	1,1	1,6	0,6	1,4
přelísování	3,2	1,5	-	4,5
čistá výroba/kg/	124052	129506	4793	187835
čistá výroba /%/	60,7	35,1	13,5	66,5

1.4. TOK VÝROBKŮ A MANIPULACE

V současné době je využíváno více způsobů v pracovním postupu výrobků, pokud se týká třídění a to v závislosti na jejich okamžité kvalitě a dále počtu pracovníků, kteří jsou k dispozici pro nepřetržitý provoz / čtyři směny /.

Nejvýhodnější je způsob při plném obsazení pásových chladicích pecí dvěma pracovníky na směnu a pec, a dále jedním pracovníkem pro namátkovou mezioperační kontrolu. V takovém případě třídící pracovníci u pasu třídí cca. 80% směn. Výrobky se pak transportují v přepravkách na paletách do třídírny, kde se kontrolují na rovinnost a tloušťku. V třídírně se výrobky rovněž balí a jdou do skladu hotových výrobků k expedici.

Budoucí koncepce závodu je taková, že plánuje adaptovat v České Lípě objekt na třídírnu. V takovém případě narovnat výlisky do přepravek a veškeré další operace třídění, balení a expedice se budou provádět v České Lípě. V této koncepci je nutné zachovat mezioperační kontrolu, aby pracovníci prvovýroby byli včas informováni o počtu vad a mohli je operativně odstraňovat.

1.5. POČTY PRACOVNÍKŮ

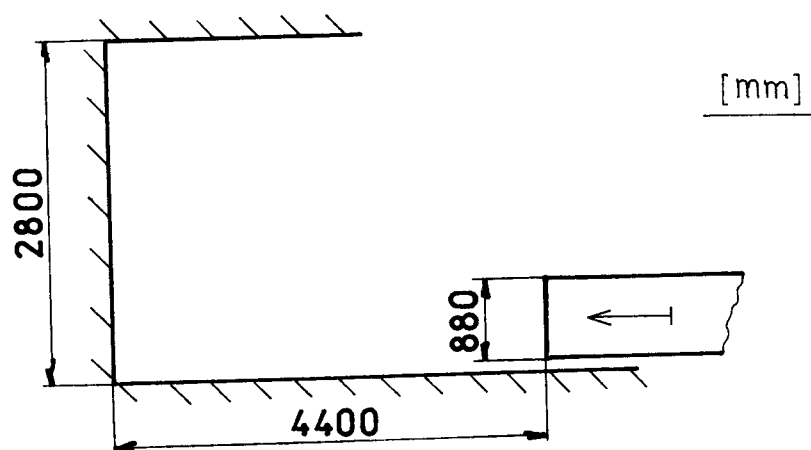
V Tab.5. jsou uvedeny pouze počty dělníků. Některé profese pracují v četách, pro více agregátů současně /kmenáři, kontrola /. U vany III jsou sešteny počty pracovníků na obou linkách, protože pracují s jednou chladicí pecí. V těchto případech jsou na agregáty počty pracovníků rozděleny odhadem. Z tabulky vyplývá, že předmětem racionalizace mohou být pracovníci uvedení pod řádkem 4. a 5. .

Tab.5. Počty dělníků v jedné směně

Profese		vana		
		I	III	IV
1.	kmenaři	1	3	1
2.	taviči	2	3	5
3.	strojníci	5	5	11
4.	odebírači	8	9	13
5.	namát.kontrola	2	1	2
6.	kontr.a balení	2	2	4
celkem		20	23	36

1.6. PROSTOROVÉ PODMÍNKY A TECHNICKÉ ÚDAJE

Pro úvahu o možnosti umístění automatizačních prostředků za pasovou chladicí pecí, byly ověřeny prostorové a některé další podmínky. Na Obr.2 je znázorněn prostor za dopravním pasem vany IV. Rozměrové hodnoty pro všechny tavicí agregáty jsou uvedeny v Tab.6. .



Obr.2. Konec dopravníku chladicí pece IV.

Tab.6. Rozměry konce chladicí pece pro jednotlivé vany

[mm]	Pasovka		
	I	III	IV
šíře pasu	1160	2040	880
šíře konstr.pece	2020	2460	1450
výška pasu	1065	810	740
ø pohon.válce	220	440	420
rychlost pasu [mm/s]	2,33	2,38	4,55
prostor za pasem	200	1380	4400
prostor na levo	1000	3000	2800
prostor na pravo	3000	600	--

Hmotnost prázdné přepravky činí 1,6 kg. Po naplnění přepravky brýlovými výlisky stoupne hmotnost v závislosti na sortimentu na 8 - 9 kg.

2. FORMULACE POŽADAVKŮ NA MANIPULAČNÍ ZAŘÍZENÍ

Podmínky a požadavky na manipulační zařízení jsou formulovány pro konec pasové chladicí pece IV, která byla přednostně vybrána pro mechanizaci výrobního cyklu manipulace s brýlovými výlisky.

2.1. KONSTRUKČNÍ PODMÍNKY A POŽADAVKY

Konstrukční řešení musí plnit veškeré funkce manipulačního procesu s brýlovými výlisky na konci chladicí pece:

- soustřeďovat neuspořádaný tok výrobků na pasovém dopravníku v uspořádaný proud; - v tomto uspořádaném stavu provést řazení výrobků do sloupce ve kterém se jednotlivé brýlové výlisky spolu stýkají plochou a jejich hrany se vzájemně kryjí; - seřazené výrobky rovnat do přepravek po sloupcích určené délky.

V tomto procesu manipulace je řada limitujících požadavků, které musí navržené konstrukční řešení splňovat a z nichž se musí při konstrukčním řešení vycházet. Souhrn těchto konstrukčních podmínek je tento:

- a/ - Celé řešení musí být lehce seřiditelné a to pokud možno během provozu tak, aby nebyl narušován plynulý proces výroby výlisků.
- b/ - Zařízení musí mít možnost pracovat při jakékoliv změně sortimentu výrobků uvedených v kap. 1.2. .
- c/ - Zajistit spolehlivost provozu a vyloučení kolizních stavů na manipulačním zařízení t. j. zapříčzení výlisků, ucpání pracovních drah a pod.

- d/ - Výlisky nesmějí být vystaveny prudkým dynamickým rázům ani velkému statickému zatížení, t. j. mechanizační zařízení nesmí mechanicky poškozovat jednotlivé výlisky a pracovní dráhy musí být bez ostrých výstupků a hran.
- e/ - Při plošném styku výlisků při řazení do sloupce se musí zabránit vzájemnému pohybu mezi jednotlivými výlisky.
- f/ - Při vlastním manipulačním procesu musí být umožněna mezioperační kontrola jakosti výlisků.
- g/ - Konstrukce musí být při zajištění všech funkčních parametrů a spolehlivosti zařízení co nejjednodušší a použité konstrukční prvky i materiály dostupné v tuzemsku.

2.2. TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY

Z technologického hlediska výroby je proces manipulace prováděn již z hotovými výrobky, které mají teplotu 35°C. Vlastním manipulačním procesem již tedy nelze zasáhnout do technologického procesu výroby výlisků. Je však nutné zabránit tvorbě kazů a vad mechanickým způsobem, na což jsou brýlové výlisky značně náchylné. V kap. 1.3. jsou uvedeny jednotlivé odpady výrobků za rok 1986. Na těchto hodnotách, které nejsou nijak malé, se vlastní proces manipulace prováděný ručně v podstatě nepodílel. Zvýšení počtu poškozených výrobků je v zásadě vyloučeno. Z této úvahy vycházejí tyto technologické podmínky:

- a/ - Výlisky musí zůstat při manipulaci tepelně stabilizo-

vány t. j. nesmí docházet k jejich ohřívání nebo ochlazování.

b/ - Nesmí docházet k narušení kontinuity chladicího procesu uvnitř chladicí pece vypínáním pohonu dopravníku.

c/ - Hrany výlisků nesmí narážet na ostré hrany a výstupky.

3. ALTERNATIVNÍ STUDIE

Pro vlastní alternativní studii mechanizačního procesu jsem se rozhodl pro rozdělení zadaného úkolu na dvě části. Jako samostatný celek vyřešit problém soustředění neuspořádaného toku výrobků na dopravním pasu a následné řazení do sloupce. Ve druhé části řešit problém uchopení uspořádaného sloupce výlisků v určité dané velikosti a naplnění přepravky těmito soubory.

Řešení první části zadaného úkolu bylo ověřováno na funkčním modelu, část druhá zpracována formou výkresů sestavení.

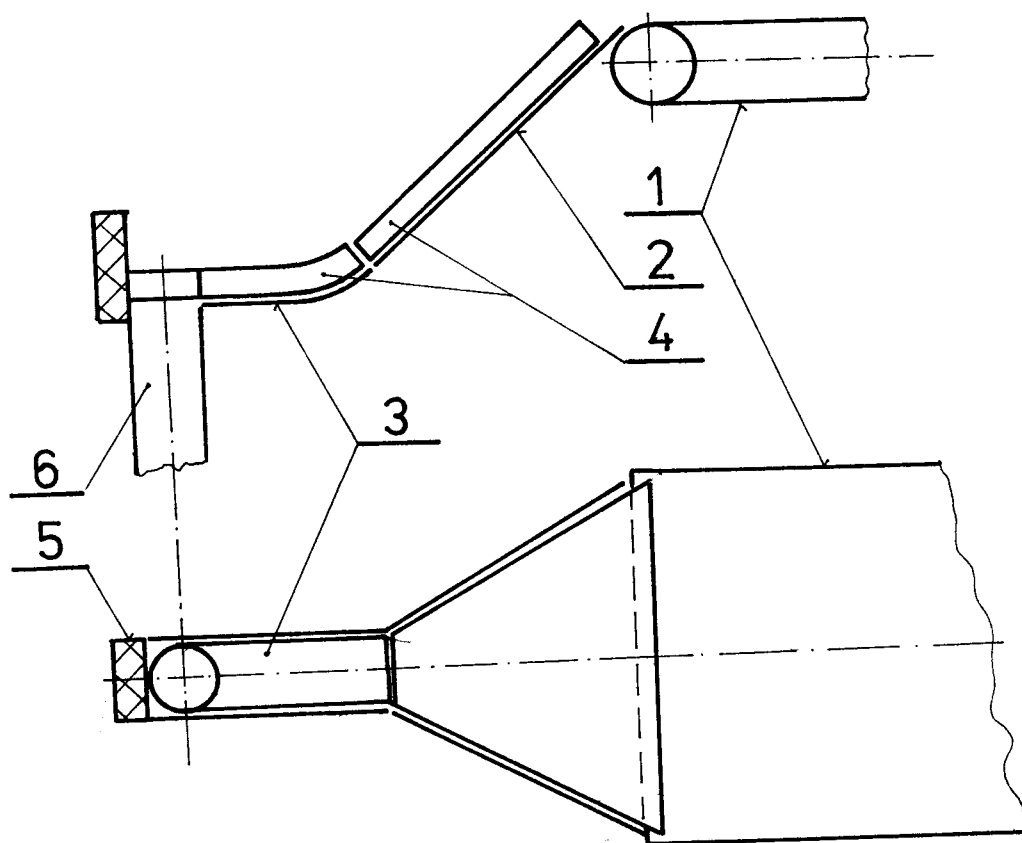
3.1. VARIANTY ZPŮSOBU ORIENTACE A ŘAZENÍ VÝLISKŮ

Způsob uspořádání toku jednotlivých výlisků na dopravníkovém pasu lze nejvýhodněji řešit pomocí gravitačního pozvolna se zužujícího skluzu. Jednotlivé výlisky jsou tímto skluzem orientovány na dráhu jejíž šířka odpovídá průměru výlisku. Tímto způsobem jsou výlisky soustředěny z náhodné pozice na dopravníku do přesně defino-

vané dráhy. Tento způsob vyniká svou jednoduchostí a spolehlivostí. Byl vzat jako základ pro rozpracování jednotlivých variant řazení brýlových výlisků.

3.1.1. ROZBOR VARIANT ŘAZENÍ VÝLISKŮ

Varianta A/1 - s gravitačním skluzem



Obr.3. Schema gravitačního skluzu: 1 - dopravník; 2 - rovnací skluz; 3 - gravitační skluz; 4 - bočnice směřující výlisek; 5 - pryžový doraz; 6 - plnicí válec

Popis funkce / Obr.3. / :

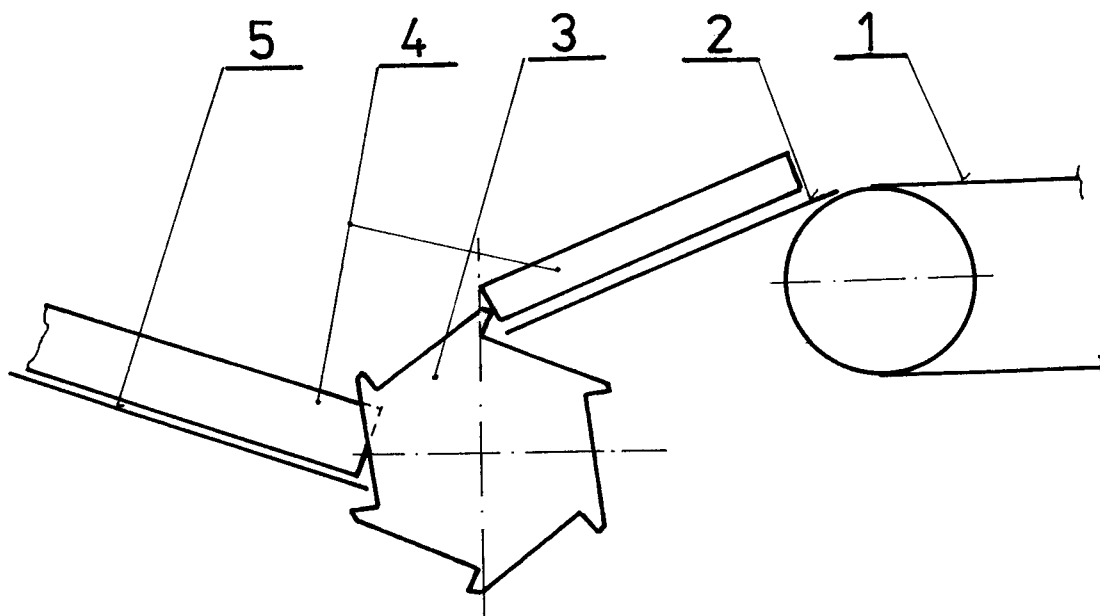
Výlisek přichází z chladicí pece po dopravníku 1 na rovnací skluz 2 z leštěného ocelového plechu. Zde dochází k orientaci pohybu výlisku do přesně vymezené dráhy. Tato orientace je dosažena pomocí zužujících se bočních vodících lišt 4. Výlisek po projití vymezeným prostorem rovnacího skluzu je přiveden na počátek gravitačního skluzu 3. Na gravitačním skluzu získává potřebnou rychlost. Takto urychlený výlisek je zabržděn nárazem do pryžového dorazu 5. Zabržděný propadává otvorem na konci gravitační dráhy do plnicího válce 6. V plnicím válci dochází k postupnému řazení výlisků ve vertikálním směru. Poměrně značné rázy mezi výlisky vzhledem k tomu, že působí na plochu nepoškozuji výrobek.

Výhodou této varianty je jednoduchost konstrukce. Zařízení nepotřebuje vlastní náhon a pozbývá jakýchkoliv mechanických částí, což v podstatě vylučuje možnost poruchy.

Nevýhody varianty A/1 :

- Při změně sortimentu výroby a to i v rámci uvažovaných rozměrů v kap. 1.2., zde vyvstává poměrně složitý problém dynamického ladění konce gravitačního skluzu. Jakákoliv změna sortimentu si vyžádá změnu profilu a délky gravitačního skluzu.
- Při vertikálním způsobu řazení je poměrně složitý způsob následujícího odnímání určité části sloupce.

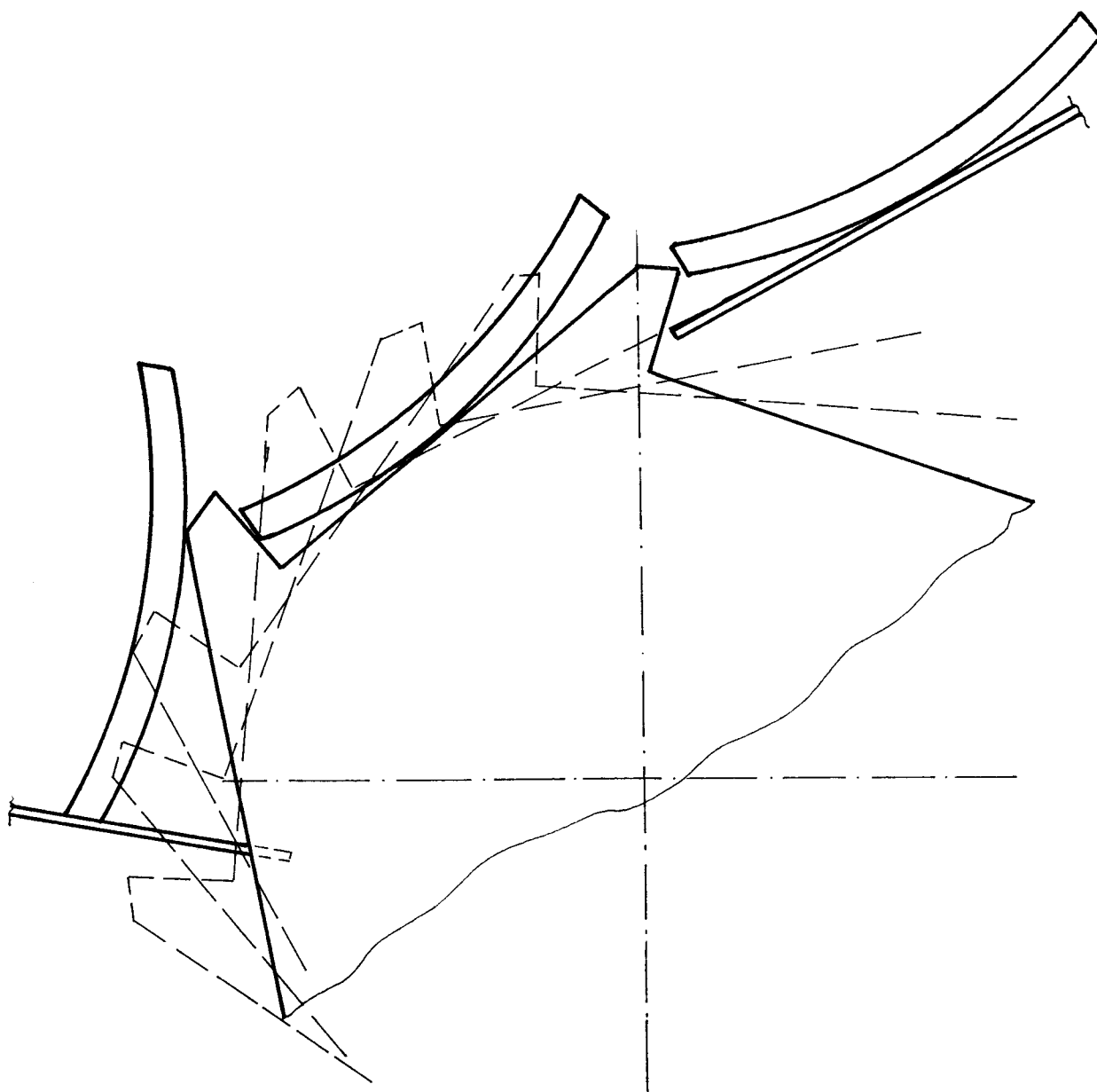
Varianta A/2 - s manipulační hvězdí



Obr.4. Schema manipulační hvězdice: 1 - dopravník; 2 - rovnací skluz; 3 - manipulační hvězdice; 4 - boční vodič lišty; 5 - výstupní dráha

Popis funkce / Obr.4. / :

Výlisek je přiveden dopravníkem 1 na rovnací skluz 2, který je obdobný jako u varianty A/1. Výlisek je orientován do středu skluzu. Na konci skluzu je umístěna manipulační hvězdice 3, která provádí vlastní proces orientace a plnění výstupní dráhy. Tento proces je znázorněn na Obr.5. Výlisek je na konci rovnacího skluzu nabrán do sečného výřezu manipulační hvězdice. Hvězdice je přímo napojena na el. motor a má konstantní otáčky. Vlivem otáčení je výlisek



Obr.5. Mechanismus orientace brýlového výlisku manipulační hvězdicí.

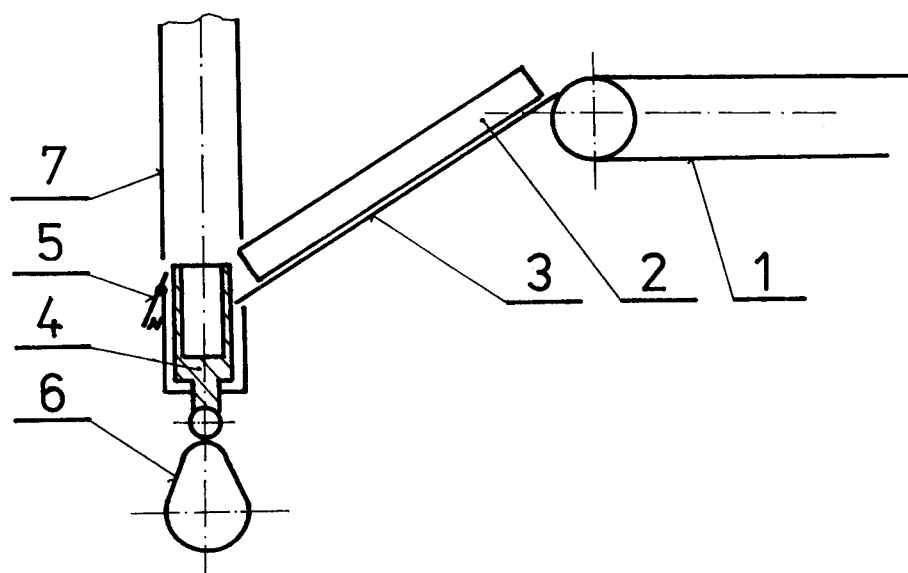
nabrán do výřezu v němž je rotován z polohy horizontální do polohy vertikální. V této poloze je založen do výstupní dráhy. Zároveň s rotací výlisku je manipulační hvězdicí zajiště posun celého, již seřazeného, souboru výlisků.

Výhodou tohoto zařízení je veliká adaptabilita na jakýkoliv sortimentní rozsah. Rozhodující vliv zde má pouze průměr výlisku. Průřezy jednotlivých výlisků nemají vliv na funkčnost popisované varianty. Výstup řazeného souboru výlisků je vzhledem k dalšímu manipulačnímu procesu výhodnější než ve vertikální orientaci.

Nevýhody varianty A/2 :

- Zařízení má vlastní náhon.
- Při změně sortimentu rozdílných průměrů je nutné seřízení bočních vodících lišt.

Varianta A/3 - s vačkovým mechanismem



Obr.6. Schema vačkového mechanismu: 1 - dopravník; 2 - boční vodící lišta; 3 - rovnací skluz; 4 - zdvihátko; 5 - zpětné klapky; 6 - vačka; 7 - plnicí válec

Popis funkce / Obr.6. / :

Po dopravníku 1 je přiveden výlisek na rovnací skluz, který stejně jako v předchozích případech orientuje výrobek do středu dráhy. Na konci rovnacího skluzu 2 je umístěn vačkový mechanismus. Výlisek, který je přiveden na zdvihátko 4 je zvednut nad zpětnou klapku 5. Tímto pohybem, který zajišťuje vačka 6, je plněn plnicí válec 7. Výlisek jež je vsunován do plnicího válce posunuje celý soubor srovnaných výrobků, které jsou již ve válci. Zpětné klapky zabraňují propadnutí souboru zpět na zdvihátko. Při procesu plnění válce je konec rovnacího skluzu uzavřen zdvihátkem a tím je zabráněno vniknutí dalšího výlisku před ukončením plnicího cyklu.

Výhodou této varianty je, že při manipulačním procesu plnění válce je pracovní prostor uzavřen a tím se zabrání vzniku kolizní situace.

Nevýhody varianty A/3 :

- Složitá seřaditelnost při změně sortimentu výroby.
- Verikální výstup řazeného souboru výlisků.
- Značná mechanická složitost, nutnost výpočtu vačkového mechanismu v závislosti na taktáži plnění.
- Při uzavření pracovního prostoru může dojít k mechanickému poškození výlisku.

3.1.2. VOLBA NEJVHODNEJŠÍ VARIANTY

Volba nejvhodnějšího řešení je provedena pomocí rozhodovací analýzy, pro kterou jsou stanovena tato kritéria:

1. Minimální rozsah seřízení při změně sortimentu.
2. Možnost jednoduchého seřizování za chodu.
3. Minimální náročnost na údržbu a provoz.
4. Maximální jednoduchost konstrukčního provedení a z ní vyplývající minimální možnost poruchy.
5. Minimální nároky na obsluhu a dozor.
6. Splnění technologických podmínek.

Pro vyhodnocení jednotlivých variant rozhodovací analýzou / Tab. 7. / je použito systému bodového ohodnocení. Při hodnocení jednotlivého kritéria může varianta obdržet 1 až 5 bodů. 5 bodů získává při maximálním splnění kritéria / ideální varianta /.

Tab. 7. Rozhodovací analýza.

Kriterium	Varianta			
	A/1	A/3	A/2	id.varianta
1.	1	2	4	5
2.	1	2	2	5
3.	4	1	3	5
4.	4	1	3	5
5.	1	3	4	5
6.	3	2	3	5
Suma	14	11	19	30

Z Tab. 7. je zřejmé, že ideální variantě se nejvíce blíží varianta A/2, tedy varianta s manipulační hvězdicí. Vyniká především adaptabilitou na velkou šíři výrobního sortimentu s minimálními požadavky na seřizování, obsluhu a dozor.

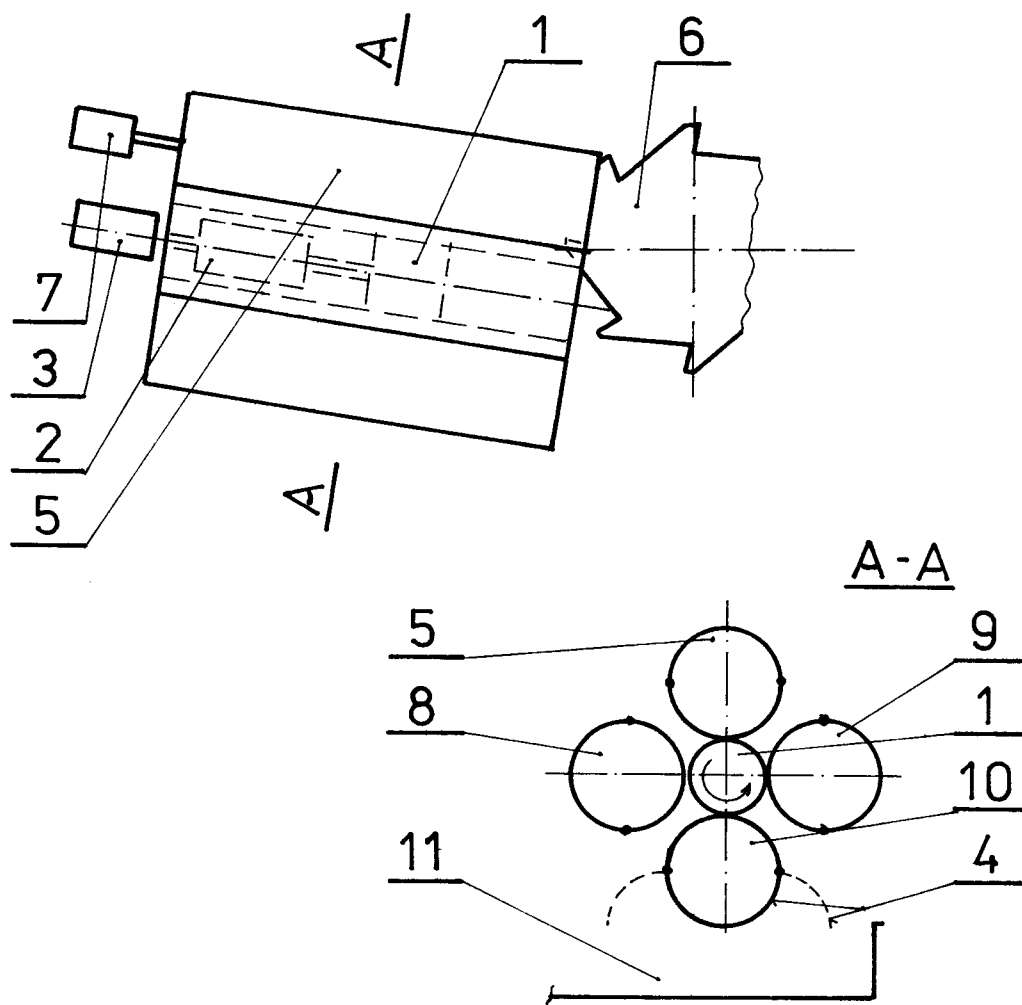
3.2. ALTERNATIVNÍ NÁVRH MANIPULACE A PLNĚNÍ PŘEPRAVEK

Při návrhu variant manipulace a plnění přepravek je nutné navázat na vybranou variantu A/2 z kap. 3.1.1. . Jsou zde určité specifika, která je nutno akceptovat. Především se jedná o :

- Řazený sloupec brýlových výlisků se pohybuje krokově v přímé závislosti na plnění.
- Sloupec svírá s horizontální rovinou úhel α , který je upřesněn v kap. 4.1.3. .
- Brýlová skla seřazená ve sloupec se pohybují ve vodící dráze plechového skluzu.

3.2.1. ROZBOR JEDNOTLIVÝCH VARIANT

Varianta B/1 - s plnicím bubnem



Obr. 7. Schema plnicího bubnu: 1 - rám; 2 - přímočarý motor; 3 - rotační motor; 4 - otevírací bočnice; 5 - plnicí pozice; 6 - manipulační hvězdice; 7 - koncový spínač; 8 - mezipoloha; 9 - předplnicí poloha; 10 - plnicí poloha; 11 - přepravka

Popis:

Manipulační a plnicí zařízení / Obr. 7. / je tvořeno čtyřmi plnicími válci rozmístěnými na kružnici se vzájemným úhlem 90° , tvořícími tak čtyři pozice manipulačního procesu. Válce jsou uchyceny na rámu 1. Rám je připevněn na přímočarém motoru 2, který jej vysunuje z plnicí polohy. Při vysunutí je provedena změna pozic rotací o 90° pomocí rotačního motoru 3. Každý válec tvoří dno a otevírací bočnice 4.

Princip funkce:

Plnicí válec v poloze 5 je plněn manipulační hvězdíci 6. Po naplnění je sepnut koncový spínač 7, který vypne pohon manipulační hvězdice a zapne přímočarý motor 2. Ten provede vysunutí z plnicí polohy. Dále rotační motor provede rotaci, která přemístí plnicí válec z polohy 5 do polohy 8. Přímocharý motor 2 zasune rám 1 zpět do plnicí polohy na kterou přišel prázdný plnicí válec z polohy 9. Pohon manipulační hvězdice je zapnut a po naplnění se cyklus opakuje. K plnění přepravek v poloze 10 dochází během plnění válce v plnicí poloze 5. U naplněného válce v poloze 10 jsou otevřeny bočnice 4 a celý sloupec brýlových výlisků propadne do přepravky 11. Po vyprázdnění jsou bočnice uzavřeny a válec připraven na přetočení do předplnicí polohy 9.

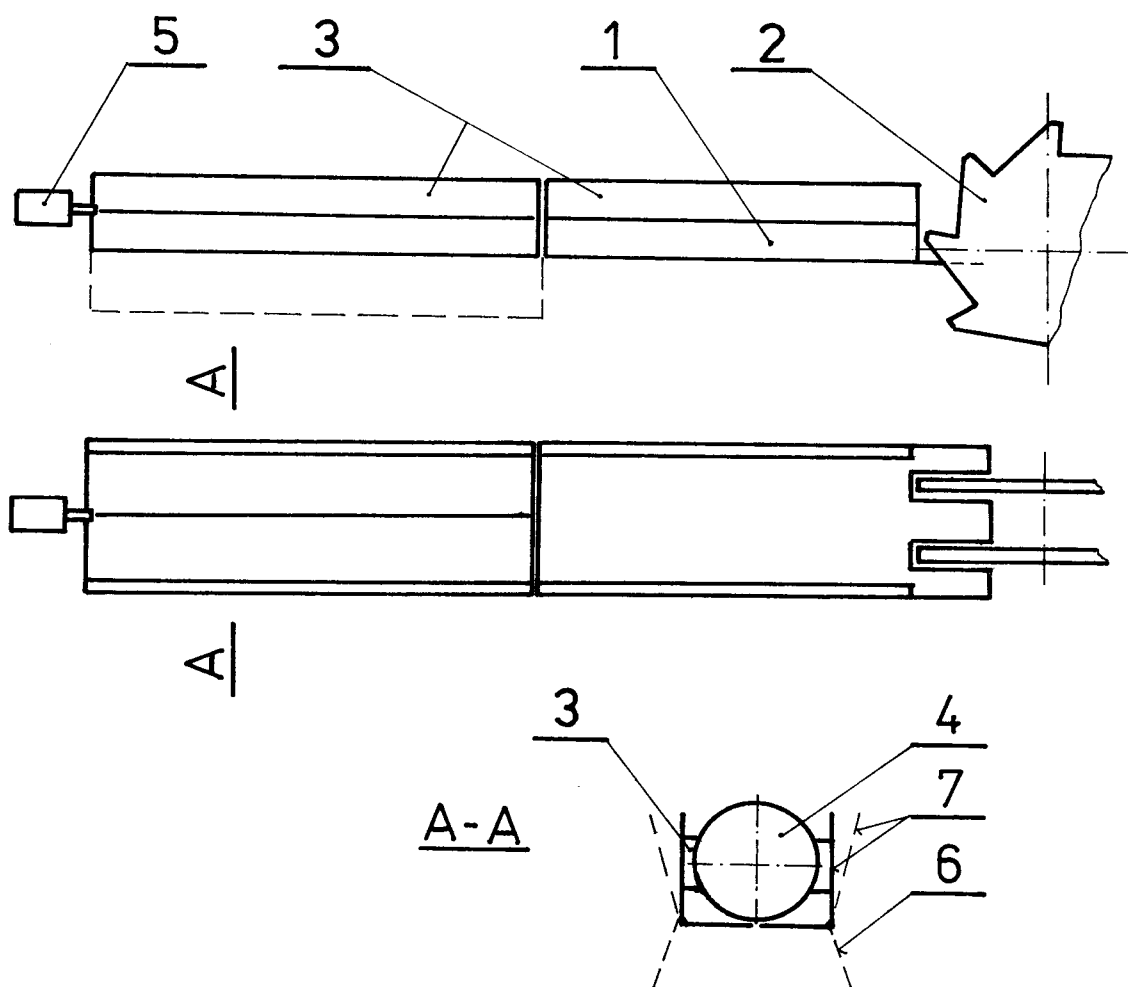
Výhodou této varianty je především současně probíhající plnění válce a plnění přepravky.

Nevýhody varianty B/1 :

- složitost konstrukce

- problematické plnění přepravek pouze za pomoci gravitace /nestabilita sloupce během pádu do přepravky/
- komplikovanost řízení celého systému
- nutnost vypínání náhonu manipulační hvězdice

Varianta B/2 - s propadlem



Obr. 8. Schema propadla: 1 - plnicí skluz; 2 - manipulační hvězdice; 3 - stabilizační kartáče; 4 - brýlové výlisky; 5 - koncový spínač; 6 - spodní otevírací část skluzu / propadlo /; 7 - rozevírací bočnice

Popis:

Zařízení / Obr. 8. / se skládá z plnicího skluzu 1, který je plněn manipulační hvězdicí 2. Brýlová skla 4 jsou plněna mezi stabilizační kartáče 3. Na konci plnicího skluzu je spínač 5, který ovládá otevírání spodní části plnicího skluzu 6 a rozevírání bočnic 7.

Princip funkce:

Manipulační hvězdice 2 plní brýlové výlisky 4 do plnicího skluzu 1 mezi stabilizační kartáče 3, které udržují stabilitu sloupce. Po naplnění celého skluzu je sepnut koncový vypínač 5. Signál z koncového vypínače vypne náhon manipulační hvězdice a spustí mechanismus, který otevře spodní část konce skluzu 6 a rozevře bočnice 7 se stabilizačními kartáči 3. Pod rozevřenou spodní částí skluzu je přepravka do které seřazený sloupec brýlových skel propadne. Po propadnutí mechanismus uzavře spodní část skluzu 6 a sevře bočnice 7. Je zapnut náhon manipulační hvězdice 2 a dochází k dalšímu plnění plnicího skluzu.

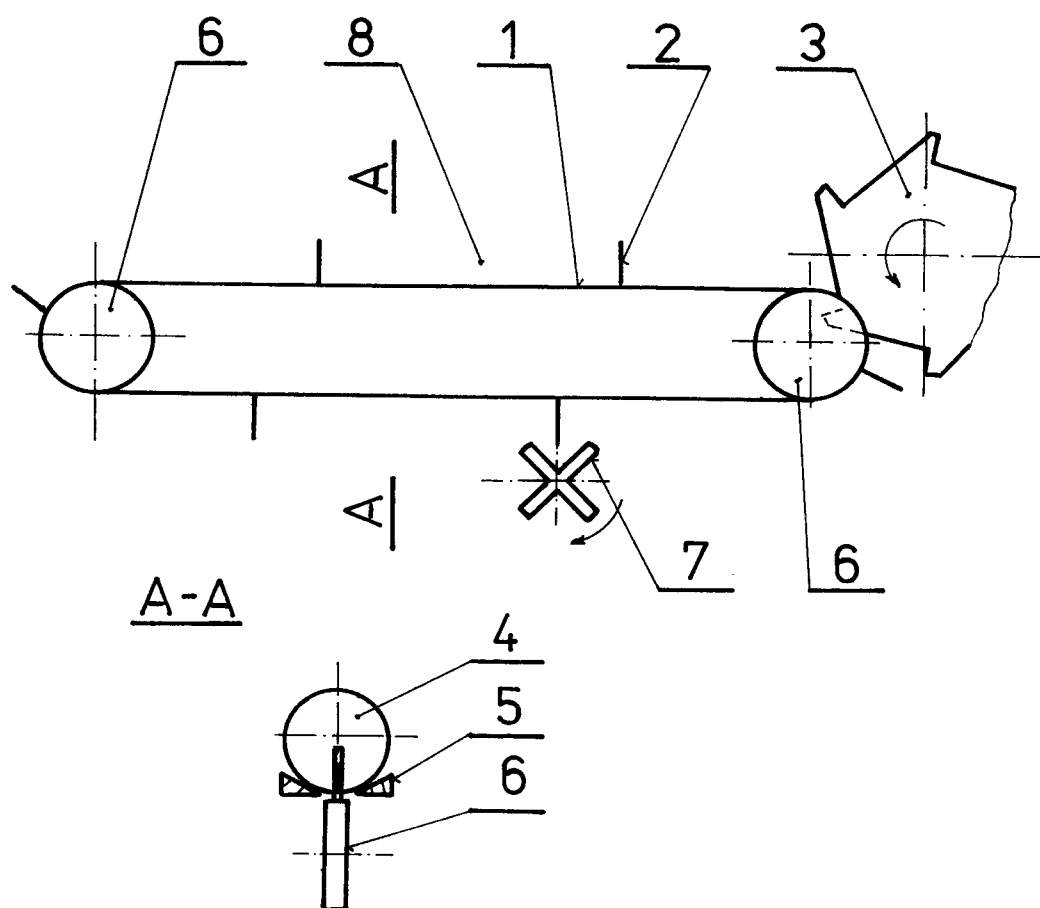
Výhodou této varianty je, že plnění přepravek a manipulaci se sloupcem brýlových výlisků provádí jeden konstrukčně jednoduchý celek.

Nevýhody varianty B/2:

- Problematické plnění pomocí gravitace obdobně jako u varianty B/1 .
- Přerušování chodu manipulační hvězdice.
- Přejechod mezi pevným dnem skluzu a otevírací spodní částí je značně problematickým místem z hlediska plnění přepravky a stability zbývajícího sloupce ve skluzu.

- nutnost seřazení při změně sortimentu

Varianta B/3 - s řetězovým dopravníkem



Obr. 9. Schema řetězového dopravníku: 1 - řetěz; 2 - fixační zuby; 3 - manipulační hvězdice; 4 - brýlové výlisky; 5 - vodící lišty; 6 - řetězové kolo; 7 - křížový náhon; 8 - odebírací pozice

Popis :

Manipulační zařízení / Obr. 9 / se skládá z řetězu 1 vypínacích nepoháněných řetězových kol 6. Na řetězových člancích jsou v daných roztečích fixační zuby 2. Dopravník je nepřímo poháněný manipulační hvězdicí 3, při řazení brýlových výlisků 4, které jsou stabilizovány vodíci lištami 5 a fixačními zuby 2.

Princip funkce:

Manipulační hvězdice řadí brýlové výlisky do sloupce, jehož čelo je opřeno o fixační zub 2. Tímto způsobem je řetězový dopravník krokově posunován. Uzavření sloupce brýlových výlisků fixačním zubem je provedeno pomocným křížovým náhonem 7, který provede posunutí dopravníkového pasu. Uzavírací fixační zub se stane zároveň čelní opěrou dalšího sloupce. Posunutím se vytvoří prostor pro zařazení několika brýlových výlisků aniž by docházelo k pohybu dopravníku. Během této doby je aktivován manipulátor, který chapadlem sevře sloupec na pozici 8 a přene- se jej do přepravy.

Výhodou této varianty je jednoduchost vlastního konstrukčního řešení a schopnost práce při změně sortimentu s minimálními nároky na seřízení.

Nevýhody varianty B/3:

- Nutnost aplikace manipulátoru

3.2.2. VÝBER NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY

Volba nejvhodnější varianty je provedena opět pomocí rozhodovací analýzy pro kterou jsou stanovena tato kritéria:

1. Minimální rozsah seřízení při změně sortimentu.
2. Minimální náročnost na údržbu a provoz.
3. Maximální zaručení stability sloupce při manipulaci a plnění přepravky.
4. Minimální nároky na obsluhu a dozor.
5. Maximální jednoduchost konstrukčního provedení.
6. Celkové splnění technologických podmínek.

Systém vyhodnocení rozhodovací analýzy / Tab. 8 / je stejný jako v kap. 3.1.2. .

Tab. 8. Vyhodnocení nejlepší varianty manipulace.

Kriterium	Varianta			
	B/1	B/2	B/3	id.varianta
1.	3	1	4	5
2.	1	4	3	5
3.	2	2	4	5
4.	2	3	3	5
5.	1	4	3	5
6.	4	3	4	5
Suma	13	17	21	30

Po vyhodnocení rozhodovací analýzy v Tab. 8. je zřejmé, že nejlépe stanovené požadavky splňuje varianta B/3, tedy varianta s řetězovým dopravníkem. Vyniká především stabilitou sloupce brýlových výlisků při manipulaci a plnění přepravky. Možnosti změny sortimentu při minimálních požadavcích na seřízení a nepřetržitým procesem plnění manipulační hvězdici.

4. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

4.1. OVĚŘENÍ VYBRANÉHO ZPŮSOBU ORIENTACE A ŘAZENÍ BRÝLOVÝCH VÝLISKŮ

Princip varianty A/2 využívající k řazení a orientaci brýlových výlisků manipulační hvězdici, byl zpracován formou funkčního modelu / Obr. 10. , výkres 3 - DP 133/87-10-00/.

Při konstruování modelu byl kladen důraz na seřiditelnost jednotlivých částí vyplývající z šíře výrobního sortimentu brýlových výlisků a dále na možnost optimalizace geometrických vazeb při procesu řazení a orientace. Rozsahy menitelnosti jednotlivých geometrických vazeb modelu jsou uvedeny v Tab. 9. .

Dle uvedeného sortimentního rozdělení / Kap. 1.2. / a jeho procentuálního zastoupení byly navrženy dvě velikosti manipulační hvězdice pro výlisky průměrů pod a nad 60 [mm].

Vlastní model je umístěn na vertikálně seřiditelném stole / v rozsahu 300 [mm] / a je vyroben s konstrukčních ocelí třídy 10, 11 a duralu. Manipulační hvězdice je uložena letmo z důvodu snadné vyměnitelnosti / Obr. 11 / a je poháněna třífázovým asynchronním motorem opatřeným šne-

kovou převodovkou. Výstupní skluz se seřiditelnými bočnicemi má délku 1000 [mm], aby bylo možné sledování řazeného sloupce při reálné provozní délce. Vstupní skluz je opatřen rovněž seřiditelnými bočnicemi, umožňujícími nastavení na příslušný průměr brýlového výlisku. Při záměně hvězdice se provádí nastavení výšky skluzu na manipulační hvězdici pomocí distančních kroužků navlečených na nosné šrouby skluzu. Podrobný rozpis částí a použitých konstrukčních materiálů je uveden na kusovníku podsestavného výkresu / 3 - DP 133/87 - 11 - 00 /.

Dopravníkový pas chladičí pece na němž vyjíždějí brýlové výlisky byl nahrazen periferním zařízením průmyslového robota PR 16. Jedná se o dopravník s možností plynulé změny rychlosti pasu / šíře 200 [mm] , délka 1000 [mm] /, který plně umožňuje reálnou simulaci toku brýlových výlisků přicházejících z chladičí pece.

Tab. 9. Rozsah seřiditelnosti geometrických veličin na modelu.

Geom.veličina	Rozsah	
	vstupní skluz	výstupní skluz
Rozteč bočnic [mm]	50 - 85	50 - 82
Úhel skonu	10° - 30°	0° - 18°

4.1.1. NÁVRH MODELOVÝCH ZKOUŠEK

Úkolem modelových zkoušek při simulaci reálného procesu je ověřit funkčnost použité varianty rovnání a mani-

pulace, potvrdit správnost principu při reálném mechanickém procesu a určit základní geometrické veličiny a vazby.

Pro modelové zkoušky dle možnosti dosažitelného sortimentu, byla použita manipulační hvězdice pro průměry od 60 [mm]. Aby bylo možné simulovat proces řazení a orientace v reálné podobě, musela být dodržena kadence/ 40 ks/min / brýlových výlisků vstupujících z dopravníku na vstupní skluz modelu.

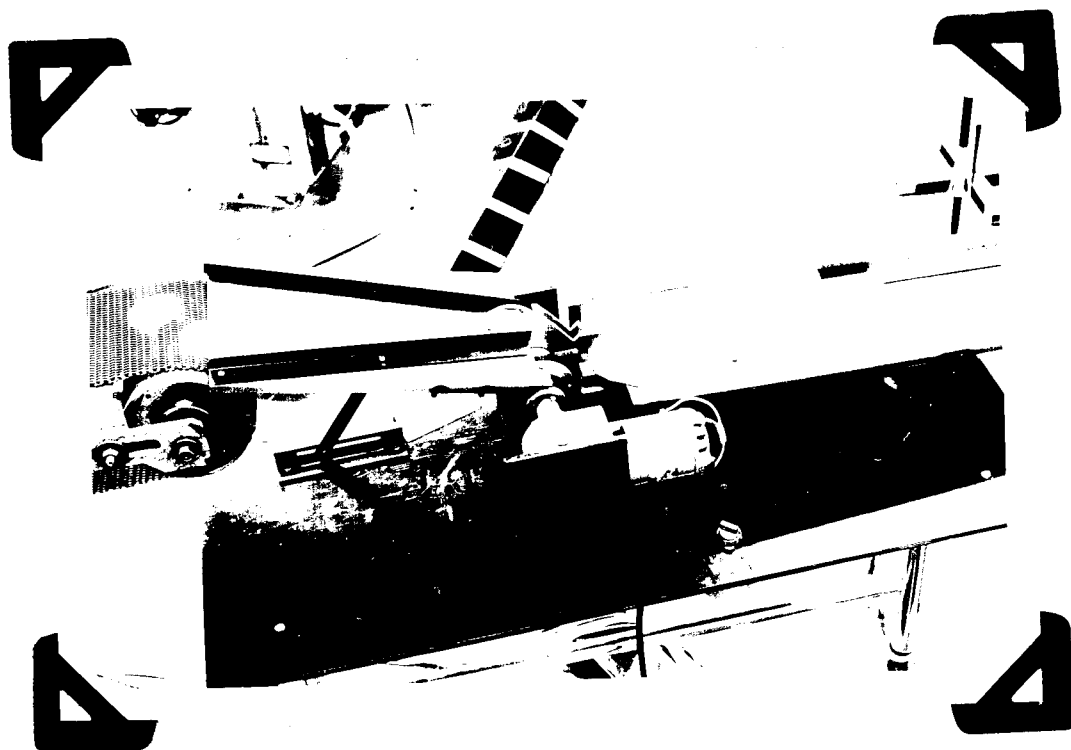
Celo řazeného sloupce bylo drženo ocelovým hranolem o hmotnosti 3 kg, který byl posunován plněným sloupcem. Tím byl rovněž simulován pohyb přidržujícího palce ve vybrané variantě manipulace a plnění přepravek s řetězovým dopravníkem v Kap. 3.2. .

Jednotlivé úkoly modelových zkoušek byly rozděleny takto:

- a/ - odzkoušení funkce a účinnosti řazení a orientace brýlových výlisků
- b/ - zjištění nutnosti a rozsahu seřízení při změně sortimentu
- c/ - optimalizace úhlů sklonu vstupního a výstupního skluzu
- d/ - odzkoušení kolizních stavů nahromadění brýlových výlisků na vstupním skluzu
- e/ - optimalizace otáček manipulační hvězdice
- f/ - vliv procesu řazení a orientace na mechanické poškození brýlových výlisků



Obr. 10. Celkový pohled na modelové pracoviště



Obr. 11. Detail mechanismu rovnání brýlových výlisků

4.1.2. VÝSLEDKY MODELOVÝCH ZKOUŠEK

Modelové zkoušky byly provedeny na funkčním modelu v laboratoři Katedry sklářských a keramických strojů. Dostatečný počet brýlových výlisků nutný k objektivní modelové zkoušce je nejméně 20 kusů. V tomto počtu byly použity typy brýlových výlisků uvedených v Tab. 10. .

Tab. 10. Brýlové výlisky použité při modelových zkouškách.

Typ výrobku	Průměr /mm/	Tloušťka /mm/
B	55	12
Aa	65	10
Aa	60	9
Ac	70	13

Vlastní výsledky modelových zkoušek jsou vyhodnoceny podle výše uvedených hledisek / Kap. 4.1.1. / a lze je formulovat do těchto závěrů:

- a/ - Funkci orientace a řazení brýlových výlisků plní zařízení v plné míře.
- b/ - Manipulační hvězdice použitých rozměrů plně vyhovuje všem brýlovým výliskům použité sortimentní skladby. Seřazení vstupního skluzu je nutné při rozdílu použitých průměrů větším než 5 [mm] . Seřazení rozteče bočnic na výstupním skluzu je nutná vždy pro udržení stability řazeného sloupce v radiálním směru. Tuto podmínku je nutné dodržet vzhledem k následné manipulaci se sloupcem.

- c/ - Jako optimální sklon vstupního skluzu byl určen úhel 22° sevřený mezi vstupním skluzem a horizontální rovinou. V případě výstupního skluzu vzhledem k fixaci čela sloupce vyhovuje nejlépe úhel 0° .
- d/ - Zkouškami kolizních stavů při procesu orientace a řazení, bylo zjištěno, že možnost poruchy funkce je prakticky vyloučena a to i při vyšších kadencích než 40 ks/min., která je dána konstrukcí výrobního lisu.
- e/ - Otáčky byly stanoveny empiricky v závislosti na uvažované kadenci a činí cca 40 otáček za minutu. Protože manipulační hvězdice má 6 pozic je teoretická max. kadence, která je ještě zvládnutelná za těchto otáček, 240 ks/min. Z tohoto důvodu má hvězdice velkou rezervu a může s úspěchem zvládat poměrně velké výkyvy v plynulosti dodávky brýlových výlisků.
- f/ - Mechanické poškození při uvažovaných geometrických parametrech nenastává. Rázy při nárazu výlisku na hvězdici nemají destrukční účinky.

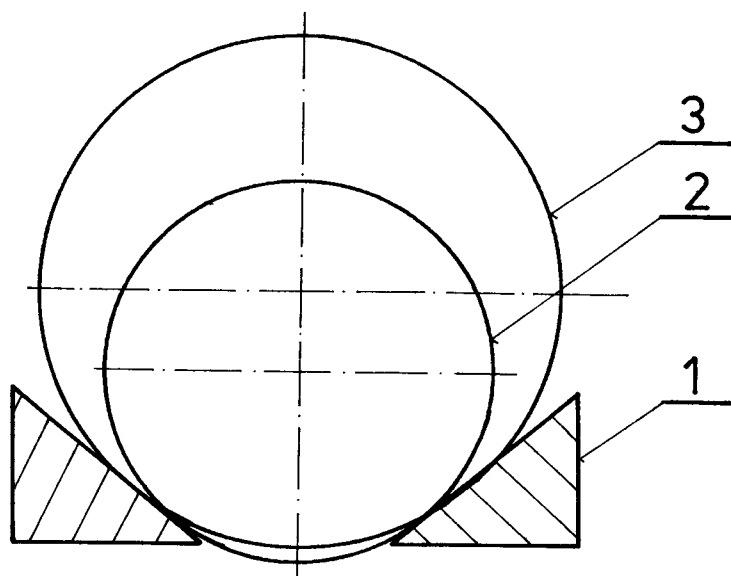
4.2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ MANIPULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ

4.2.1. KONCEPČNÍ NÁVRH ZAŘÍZENÍ

Navržené manipulační zařízení je syntézou varianty řazení a orientace a varianty řetězového dopravníku vycházející ze závěrů rozhodovací analýzy a modelových zkoušek. Konstrukční návrh řešení je na sestavném výkrese

3 - DP 133/87 - 00 - 00.

Manipulační zařízení je tvořeno svařeným rámem z ocelových profilů, který je usazen na konci dopravníkového pasu 1 chladicí pece. Na tomto pasu jsou směřující bočnice, které usměrňují tok brýlových výlisků nad střed dopravníku. Na konec dopravníku navazuje vstupní skluz 2 manipulačního zařízení, který je konstrukčně vyřešen stejně jako na funkčním modelu popsáném v Kap. 4.1. . Brýlové výlisky jsou rovnány manipulační hvězdici 3 do výstupní dráhy, která je tvořena dvojicí prizmatických tyčí. Geometrie průřezu vodících tyčí umožňuje vedení brýlových výlisků v celé šíři sortimentu bez jakéhokoliv seřizování / Obr. 12. /.



Obr. 12. Schema uložení brýlových výlisků na vodících lištách: 1 - vodící lišty; 2 - výlisek min. průměru; 3 - výlisek max. průměru

Mezi vodícími lištami pod jejich úrovní je na dvou řetězových kolech natažen řetěz s vodícími palci 4.

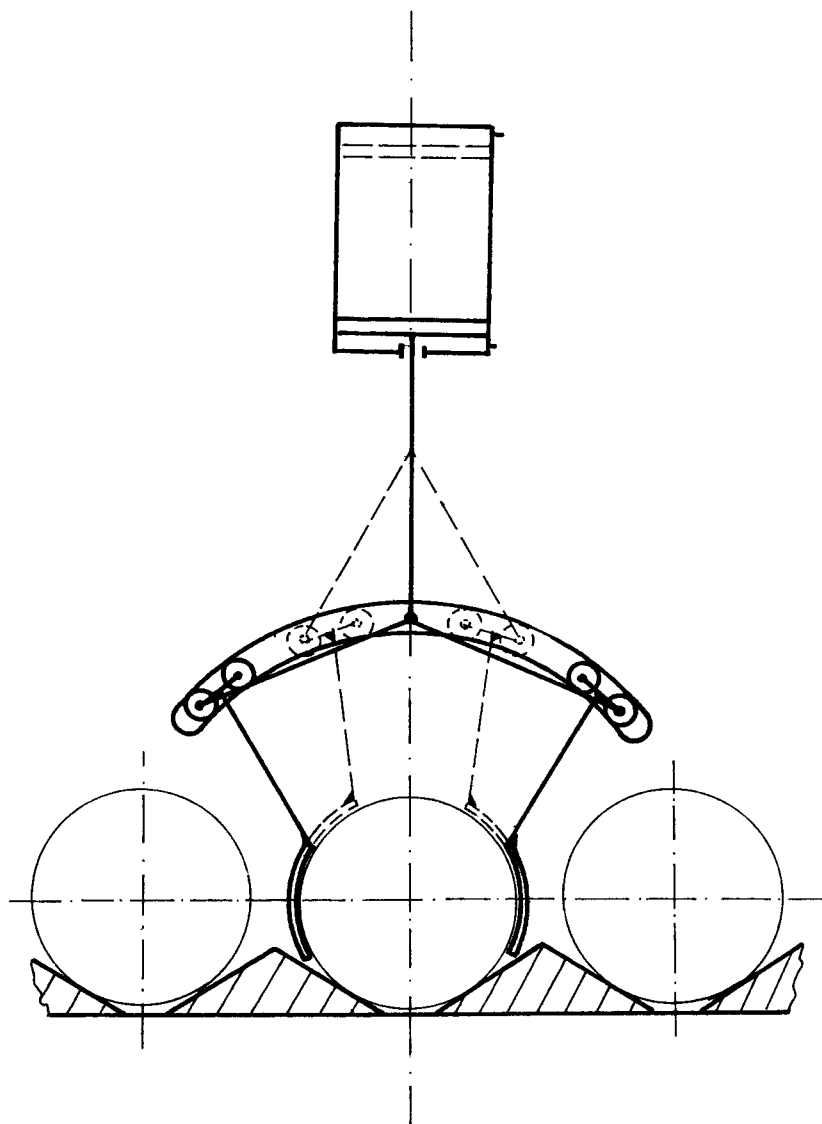
Pod řetězovým dopravníkem je umístěn pneumatický přímočarý motor a bezkontaktní snímač. Pod rámem je na podlaze uložen elektromotor pohánějící pomocí řetězového převodu manipulační hvězdici 3. Na pravé straně je umístěn manipulátor 6, který provádí uchopení seřazeného sloupce brýlových výlisků. Na levé straně je umístěna přepravka 7 na rámovém stole, kam manipulátor ukládá sloupce výlisků.

Popis funkce:

Brýlový výlisek přijíždí na dopravníkovém pasu a je naveden na vstupní skluz. Manipulační hvězdice se otáčí konstantními otáčkami 40 ot./min. Brýlový výlisek je nabrán hvězdici a přetočen do vertikální polohy. Výlisek se opře o vodící lišty a hvězdice jej posune k opěrnému palci. Palec je nastaven před hvězdici ručně, jestliže se jedná o první zaváděný výlisek do zařízení, další pohyb palců je prováděn již automaticky. Hvězdice postupně zaplní určenou délku sloupce, při které najede ve spodní části řetězového dopravníku palec před bezdotykový snímač, který vyšle signál do řídicího systému manipulátoru. Je sepnut ventil ovládající přímočarý pneumatický motor, jež pomocí jednoduchého pákového mechanismu přesune řetězový dopravník. Tímto přesunutím je uzavřen naplněný sloupec brýlových výlisků. Uzavírací palec se stává zároveň čelním palcem nově plněného sloupce. Zároveň se sepnutím pneumatického motoru je vypnut náhon manipulační hvězdice, která po zastavení uzavře konec vstupního skluzu. Po přesunutí řetězového je aktivován manipulátor, který chapadlem / Obr. 13. /

uchopí seřazený sloupec a vyzvedne jej z pozice mezi dvěma palci. Následně je spuštěn náhon manipulační hvězdice, která začne plnit nový sloupec na vodících lištách. Manipulátor dokončí manipulaci, uloží na volnou pozici do přepravky sloupec brýlových výlisků / Obr. 13. / a vrátí se do polohy nad pozici naplněného sloupce na vodících lištách. Na závěr je nastaven přímočarý motor do výchozí pozice. Řídicí systém manipulátoru vyčkává další signál od bezdotykového snímače k opakování celého cyklu.

Celý tento proces, kromě již zmíněného nastavení při počátečním plnění, se děje zcela automaticky. Jediná činnost kterou musí vykonávat obsluha pracoviště je výměna naplněné přepravky za prázdnou na rámovém stole.

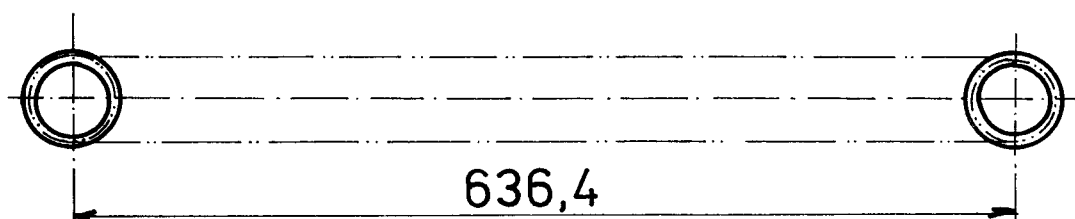


Obr. 13. Kinematické schéma chapadla manipulátoru
v pozici plnění přepravky. | 3. |

4.2.2. VÝPOČTY HLAVNÍCH SKUPIN

Navrhované manipulační zařízení je fixováno ve svařeném rámu z uzavřených ocelových profilů, zaručujících dokonalou tuhost. Vzhledem k malé hmotnosti brýlových výlisků / Tab. 2. / s nimiž je manipulováno jsou veškeré konstrukční prvky značně předimenzovány. Výpočty se z těchto důvodů týkají pouze geometrie řetězového dopravníku / Obr. 14. /, řetězu a tuhosti pružiny v třecí spoje.

Výpočet geometrie řetězového dopravníku:



Obr. 14. Geometrie řetězového dopravníku.

Použitý řetěz - B10 rozteč $t = 15,875 \text{ mm}$

Řetězové kolo - roztečná kružnice $D = t \cdot x$

$$D = 15,875 \cdot 5,756$$

$$D = 91,408 [\text{mm}]$$

počet zubů

$$z = \frac{\pi \cdot D}{t}$$

$$z = \frac{3,14 \cdot 91,408}{15,875}$$

$$z = 18,089$$

$$z \doteq 18$$

patní kružnice $D_f = D - d_1$

$$D_f = 91,408 - 10,16$$

$$D_f = 81,248 \text{ [mm]}$$

hlavová kružnice

$$D_a = D + 0,6d_1$$

$$D_a = 91,408 + 0,6 \cdot 10,16$$

$$D_a = 97,506 \text{ [mm]}$$

Řetěz -

délka řetězu $l = 260 \cdot 6$

$$l = 1560 \text{ [mm]}$$

osová vzdálenost

$$l_o = \frac{l - (\pi \cdot D)}{2}$$

$$l_o = \frac{1560 - (\pi \cdot 91,408)}{2}$$

$$l_o = 636,416 \text{ [mm]}$$

počet článků $n = \frac{l}{l_o}$

$$n = \frac{1560}{15,875}$$

$$n = 98,26 \approx 98$$

Výpočet pružiny:

Při výpočtu pružiny použité ve třecí spojce vycházíme z experimentu při modelových zkouškách. Na výstupním skluzu byl simulován pohyb palce řetězového dopravníku přidržujícího čelo plněného sloupce pomocí volně položeného ocelového hranolu / Kap. 4.1.1. /. Z hmotnosti hranolu je určena síla přitlačné pružiny, která se rovná jeho tíze, za předpokladu tření kovu na kov v obou případech.

- hmotnost hranolu $m = 3 \text{ [kg]}$

- gravitační síla působící na hranol $G = m \cdot g$
 $G = 3 \cdot 9,81$
 $G = 29,43 \text{ [N]}$
- předpoklad při $f_H = f_S$; $G = F_Q$
- střední průměr pružiny $D_s = 18 \text{ [mm]}$
- průměr drátu / předběžně $d = 1,8 \text{ [mm]}$ /

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_Q \cdot D_s \cdot \varphi}{\pi \cdot \tau_{\text{dov}}}}$$

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 29,43 \cdot 18 \cdot 1,15}{\pi \cdot 300}}$$

$$d \approx 1,72 \text{ [mm]}$$

5. TECHNICKOEKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Navržená varianta mechanizačního zařízení řeší zadaný úkol tzn. automatizaci manipulačního procesu s brýlovými výlisky. Při jejím použití v závodě k.p. Sklotas jsou odhadnuté náklady a účinky u následujících ukazatelů tyto:

- a/ - Potřeba pracovníků při zachování objemu výroby $Q_o = Q_n$ je uvedena v Tab. 11. . Navrhovaný současný stav je uvažován při čtyřsměnném provozu.

relativní úspora pracovníků $L_r = \left(H_o \cdot \frac{Q_n}{Q_o} \right) - H_n$

$$L_r = (15 \cdot 1) - 6$$

$$L_r = 9$$

Tab. 11. Počty pracovníků

Profese	Současnost	Navrhovaný stav
Odebírači z pasu	13	0
Namátková kontrola	2	2
Obsluha nov.zařízení	0	4

absolutní úspora pracovníků $L_a = H_o - H_n$

$$L_a = 13 - 4$$

$$L_a = 9$$

b/ - Mzdové náklady :

Při průměrné roční mzdě dělníka 20 tis. Kčs a úspo-
ře 9 pracovníků, se sníží mzdové náklady o 180 tis.
Kčs.

c/ - Náklady na řešení:

Jednorázové náklady jsou charakteru investičního a
neinvestičního.

investiční náklady - horizontální jednotka PR 16

80 tis. Kčs

- řídicí systém - RS 1A

25 tis. Kčs

- periferní zařízení ATP / navr-
žené manipulační zařízení /

48 tis. Kčs

neinvestiční náklady - výkresová dokumentace, účetné
vývoje a ověřovacích zkoušek
300 tis. Kčs

f/ - Náklady na energii:

Nová zařízení budou klást požadavky na zvýšení el.
energie a stlačeného vzduchu.

N_{el} = spotřeba energie za rok kWh sazba

$N_{el} = 28000 \cdot 0,38$

$N_{el} = 11 \text{ tis. Kčs}$

N = objem vzduchu za rok $[m^3]$ sazba

$N = 140000 \cdot 0,06$

$N = 9 \text{ tis. Kčs}$

celkové zvýšení nákladů na energii $N_v = N_{el} + N$

$N_v = 20000 \text{ tis. Kčs}$

g/ - Návratnost vynaložených prostředků:

jednorázové náklady = investiční + neinvestiční

jednorázové náklady = 453 tis. Kčs

$$T_r = \frac{\text{jednorázové náklady}}{1,4 \cdot M - (N_o + N_{oo} + N_v)}$$

$$T_r = \frac{453}{1,4 \cdot 180 - (15,3 + 4,59 + 20)}$$

$$T_r = 2,13 \text{ roků}$$

Náklady na vývoj, konstrukci a zakoupení nového ATP
se vrátí podniku za 2,13 roků.

Z konstrukčního hlediska je navržená varianta manipulačního zařízení použitelná po minimálních úpravách i pro ostatní tavící agregáty. A to především pro vanu I. Pro tavící agregát III, by bylo nutné vyřešit rozčleňování různých typů brýlových výlisků vycházejících ze dvou automatických lisů / Tab. 4. /.

ZÁVĚR

Na základě analýzy problematiky manipulačního procesu s brýlovými výlisky, bylo řešení úkolu rozděleno na dvě části. Řešení orientace a řazení brýlových výlisků a řešení manipulace a plnění přepravek srovnaným sloupcem výlisků. V obou případech řešení bylo navrženo několik variant a po posouzení jednotlivých kladů a záporů, bylo rozhodovací analýzou vybráno optimální řešení.

Varianta řešící orientaci a řazení, byla ověřena na modelu simulujícím reálný mechanizační proces. Na základě výsledků modelových zkoušek a vybrané varianty manipulace a plnění přepravek, bylo navrženo mechanizační zařízení splňující veškeré požadavky na něj kladené a to formou sestavných a podsestavných výkresů.

Na závěr bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Doc.ing. F. Novotnému, CSc. za podmětné rady, konkrétní připomínky a usměrnění celé diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

L_r	- relativní úspora pracovníků
L_a	- absolutní úspora pracovníků
PR 16P	- průmyslový robot
RS 1A	- řídicí systém průmyslového robotu
ATP	- automatizované pracoviště
N_o	- zvýšení odpisů ze základních prostředků
N_{ou}	- náklady na opravy a údržbu
N_{el}	- náklady na elektrickou energii
N_v	- celkové zvýšení nákladů na energie
T_r	- návratnost vynaložených prostředků
M	- uspořené mzdy pracovníků
m	- hmotnost
g	- tíhové zrychlení
f_H	- třecí odpor ve výstupním skluzu
f_s	- třecí odpor ve třecí spojení
F_q	- pracovní síla pružiny
D_s	- střední průměr pružiny
d	- průměr drátu pružiny
l	- délka řetězu
l_o	- osová vzdálenost řetězových kol
n	- počet článků řetězu
DPT	- dioptrie
THN	- technicko hospodářská norma

SEZNAM POUZITÉ LITERATURY

- | 1. | MARUŠKA a kol. : Manipulace s brýlovými výlisky, VÚSU pracoviště Liberec
- | 2. | Konstrukční podklady ze Sklotas k. p. Nový Bor, závod Česká Skalice
- | 3. | MATIČKA R. - TLÁČKO J. : Konstrukce manipulátorů a průmyslových robotů, skripta ČVUT 1982

1	RÁM	SVARENEČ		1
		CSN		
2	LISTA 4-4-850	42652213	11370.0	2
	MOTOR			
1	DGS-40-100			3
1	VIDLICE SG-M16			4
	HVEZDICE	CSN		
2	P1.4-140-140	421301	424401.01	5
	RETEZOVÉ KOLO	CSN		
2		425310	12020.27	6
	P1.5-20-250	CSN		
1		425301	11423.1	7
	RETEZ 99-10B	CSN		
1		023311.1		8
	PALEC	CSN		
12	P1.2-30-100	425301	11423.1	9
	PRYZOVÝ BLOK	CSN		
6		622000		10
	TYC L 80-50-6	CSN		
4		425545.01	10370.0	11
	TYC ø20-150	CSN		
2		425510.1	11373.0	12
	POUZDRO 20H7-28	CSN		
1		023499.46	423018.21	13
	MATICE M20-1,5	CSN		
2		021403		14
	TYC ø20-200	CSN		
1		425510.1	11474.0	15
	TYC ø20-250	CSN		
1		425510.1	11373.0	16
	TYC ø18-200	CSN		
1		425510.1	11474.0	17
	TYC ø16-50	CSN		
1		425510.1	11474.0	18
	TYC ø30-320	CSN		
1		425510.1	11474.0	19
	PERO 6h8-6-20	CSN		
3		022562		20
	TESAR			

/

VSST
LIBEREC

RETEZOVÝ DOPRAVNÍK

3-DP 133/87-01-00

1	SNÍMAC RMSV001A			21
2	TYC ø32-5	CSN 425510.1	10373.0	22
1	TYC ø80-40	CSN 425510.0	11523.1	23
1	VÍČKO TYC ø80-20	CSN 425510.0	10373.0	24
1	VÍČKO TYC ø80-10	CSN 425510.1	10373.0	25
1	TYC ø30-450	CSN 425510.1	11473.0	26
1	TYC ø20-10	CSN 425510.1	11373.0	27
4	POJISTNÝ KR. ø20	CSN 022931		28
1	ŠROUB M8-30	CSN 021157		29
1	PRUŽINA	CSN 026003		30
2	POUZDRO 20H8-28-6-20	CSN 023496.3	423036.1	31
12	KOLÍK DR. ø4-30	CSN 426403	11340.0	32
2	SPOJOVACÍ ČLEN RETEZ 10B	CSN 023321		33
1	PÁKA TYC 5-20-250	CSN 425522.1	11373.0	34
4	MATICE M8	CSN 021401		35
1	MATICE M16-1,5	CSN 021401		36
1	VÍČKO TYC ø80-10	CSN 425510.1		37
1	MATICE M12-1,5	CSN 021401		38
1	VÍČKO TYC ø80-15	CSN 425510.1		39
1	RETEZOVÉ KOLO	CSN 425310	12020.27	40
	TESAR			

VŠST
LIBEREC

RETEZOVÝ DOPRAVNÍK

3-DP-133/87-01-00

1	ROZPĚRA TYČ Ø30-70	CSN 425510.1	10340.0
1	DRŽÁK Pl. 2-150-200	CSN 425301	11373.1

TESAR

/

VSST
LIBEREC

KETEZOVI DOPRAVNÍK

3-DP-133/87-01-00

1	DOPRAVNÍK CHL. PECE		1
1	VSTUPNÍ SKLUZ		2
1	MANIPULAČNÍ HVEZDICE		3
1	RETEZOVÝ DOPRAVNÍK	3-DP 133/87- -01-00	4
1	CHAPADLO		5
1	MANIPULÁTOR		6
1	PREPRAVKA		7

TESAR

VSST
LIBEREC

MECHANIZAČNÍ ZARÍZENÍ

1-DP 133/87-00-00

1 EL.MOTOR
1 MANIPULAČNÍ
HVEZDICE
1 VSTUPNÍ SKLUZ
1 VÝSTUPNÍ SKLUZ
1 DOPRAVNÍK

1
2
3
4
5

TESAR

/

VSST
LIBEREC

MODEL

3-DP 133/87-10-00

1	TYC 630-60	CSN 425510.1	11343.0	1
1	TYC 690-100	CSN 421401	424201.0	2
2	HVEZDICE Pl.4-140-140	CSN 421301	424201.11	3
1	TYC 655-100	CSN 425510.1	11343.0	4
1	TYC 100-8-200	CSN 425522.11	11370.0	5
1	TYC 100-8-210	CSN 425522.11	11370.0	6
1	TYC 670-5	CSN 425510.1	11373.0	7
1	TYC 655-40	CSN 425510.1	11373.0	8
1	TYC 630-150	CSN 425510.1	11373.0	9
2	DRŽÁK	SVARENEC		10
1	TYC 20-5-300	CSN 425510.1	11370.0	11
1	TYC 18-5-180	CSN 425522.11	11370.0	12
1	TYC 18-5-270	CSN 425522.1	11370.0	13
1	TYC 614-100	CSN 425510.1	11373.0	14
1	TYC 150-8-240	CSN 425522.1	11373.0	15
1	TYC U 12-155	CSN 420076	10373.0	16
1	TYC L 56-56-6	CSN 425541	10373.0	17
1	TYC 30-5-260	CSN 425522.1	11425.0	18
1	TYC L 56-56-6	CSN 425541	10 373.0	19
2	KR.642	CSN 022931		20

TESAR

/

VSST
LIBEREC

UCHYCENÍ SKLUZU A
MANIPULAČNÍ HVEZDICE

2-DP 133/87-11-00

6	SROUB M4-9	CSN 021146		21
1	KR. ø20	CSN 022930		22
3	SROUB M8-35	CSN 021101		23
2	SROUB M8-30	CSN 021101		24
3	PODLOŽKA 8,2	CSN 021740		25
1	PERTINAX 10-510-1000	CSN 643212		26
2	LOŽISKO 6004	CSN 024633		27
2	TYC L 40-25-5	CSN 425545	10370.0	28
1	Pl. 2-280-400	CSN 425301.21	11343.1	29
1	Pl. 2-280-1000	CSN 425301.21	11343.1	30
4	PODLOŽKA 5,3	CSN 021702		31
4	PODLOŽKA 4,3	CSN 021702		32
10	SROUB M5-20	CSN 021101		33
6	MATICE M8	CSN 021401		34
20	PODLOŽKA 8,4	CSN 021702.11		35
1	TYC ø5-30	CSN 425510		36
4	SROUB ø4-12	CSN 021151		37
1	EL.MOTOR			38
1	DOPRAVNÍK			39

TESAR

/

VŠST
LIBEREC

UCHYCENÍ SKLUZU A
MANIPULAČNÍ HVEZDICE

2-DP 133/87-11-00