

Výtah z diplomové práce

1. Rámcové zadání: Racionalizace a automatizace výroby vstříkovaných uzávěrů
2. Jméno diplomanta: Jiří N ý v l t
3. Vedoucí DP: Ing. Josef Krebs CSc
4. Stručný výtah z DP:

Práce provádí rozbor současného stavu výroby závito-
vých uzávěrů a navrhuje racionalizační opatření upla t-
něním nových zásad pro konstrukci vstřikovacích forem
a použitím jednoúčelových strojů. Provádí optimaliza-
ci výroby v závislosti na roční výrobní dávce a v tech-
nicko-ekonomickém rozboru vyčísluje úspory pracovníků,
pořizovacích a výrobních nákladů proti stávajícímu
stavu výroby. V příloze uvádí vzor pro řešení automa-
ticky pracující formy.

5. Místo vypracování a obhajoby DP: KTM VŠST Liberec

DIPLOMOVÝ ÚKOLpro s. Jiřího N í V L T Aodbor strojírenská technologie

Protože jste splnil..... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Racionalizace a automatizace výroby vstřikovaných uzávěrů

Pokyny pro vypracování:

1. Proveďte rozbor současného stavu výroby uzávěrů.
2. Navrhněte racionalizační opatření při výrobě s přihlédnutím k uplatnění nových zásad při konstrukci forem.
3. Proveďte vzorový návrh řešení formy pro zvolený typ uzávěru.
4. Vypracujte ekonomický rozbor navrženého postupu a porovnejte jej se stávajícím výrobním postupem.

Autorské právo se řídí směrnici MŠK č. 100/1962 Sb. a
závěrečné zkoušky z. j. 31. 7. 1962/62-III/2 z. j. 1962
13. července 1962-Věstník MŠK VIII, část 24. č. 1962
31. 8. 1962 § 15 autorského zákona č. 115/58 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
USÍPĚNÍ LIDŮV
LIBEREC - STUDENTSKÁ 5

Rozsah grafických laboratorních prací: 30 až 60 stran včetně výkresů a tabulek

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

1. STOECKHERT: Formenbau für die Kunststoff. Verarbeitung Carl Hanser Verlag München 1965
2. KULHÁNEK: Formy pro tváření plastických hmot, SNTL 1966
3. SCHAAF-HAHNEMANN: Verarbeitung von Plasten, VEB Deutsch. Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1970

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Josef Krebs CSc

Konzultanti:

Ing. Viktor Mikeš CSc

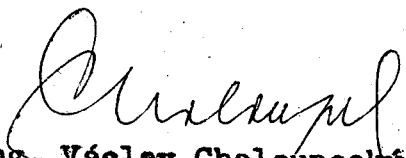
Datum zahájení diplomové práce:

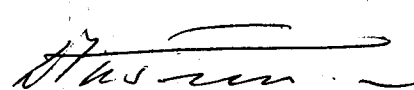
5. 3. 1973

Datum odevzdání diplomové práce:

6. 7. 1973




Doc. Ing. Václav Chaloupecký CSc
vedoucí katedry


Prof. Ing. Dr. techn. František Kotátník
děkan

V Liberci

dne 15. 3.

1973

VŠST Liberec

DP ST - 1020/73

Fakulta strojní

KTM

DIPLOMOVÝ ÚKOL

RACIONALIZACE A AUTOMATIZACE VÝROBY

v s t ř i k o v a n ý c h u z á v ě r ů

1973

Vypracoval: N ý v l t Jiří

VŠST Liberec	- 1 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

O B S A H :

	Strana:
1. Úvod	2
2. Rozměry a vlastnosti vstřikovaných uzávěrů	3
3. Potřeba uzávěrů, pracovních sil a prostředků na jejich zajištění v roce 1975 při stávající technické úrovni - ALTERNATIVA A	8
4. Rozbor možností racionalizace výroby uzávěrů	16
5. Vstřikovací formy - rozbor a vytyčení nových zásad pro konstrukci	24
6. Nová koncepce forem na závitové uzávěry - ALTERNATIVA B	46
7. Vstřikovací stroje	55
8. Přehled výkonů, pracovních sil a prostředků při použití jednoúčelových strojů s rotační hlavou - ALTERNATIVA C	58
9. Optimalizace alternativ B a C - výsledná ALTERNATIVA D	63
10. Automatická kontrola a registrace chodu strojů	71
11. Prestorová struktura výrobního procesu	73
12. Porovnání stávající a navrhované úrovně výroby podle jednotlivých alternativ a ekonom. rozbor	76
13. Návrh opatření a závěr	80
14. Přehled podkladů a literatury	84
15. Přílohy - obrázky a výkres formy	86

Vysvětlivky zkratek:

PH plastické hmoty	PP polypropylen
TS termosety	Tk tvárník
TP termoplasty	Tc tvárnice
PS polystyren	ZP základní prostředek
PE polyetylen	P příloha.

Odkazy na obrázky zařazené v příloze jsou v textu označeny "P" a číslem obrázku.

1. Ú V O D

Výroba uzávěrů je součástí výrobního programu celé řady zpracovatelů plastických hmot. Tvoří také významnou složku ve struktuře výrobního programu n.p. Plastimat Liberec, na jehož návrh bylo vypsáno i zadání tohoto diplomového úkolu. Následující řešení proto sleduje zcela konkrétní podmínky tohoto podniku, při formulaci závěrů řešení je však uplatněna snaha o vyjádření všeobecné platnosti výsledků práce.

N. p. Plastimat zajišťuje již tradičně výrobu lisovaných šroubovacích uzávěrů na lahve, flakony, tuby a pod. V souladu s celosvětovým trendem uskutečňuje v poslední době přechod výroby lisovaných uzávěrů na vstřikované.

Tento proces změny vyvolaly v podstatě dva důvody:

a) vnější:

Odběratelé uzávěrů požadují stále bohatší sortiment uzávěrů jak po tvarové stránce, tak co do jejich barevnosti, což nelze v uspokojivé míře z termosetů zajistit. U lisovaných uzávěrů bylo nutné používat tvary, které umožňují částečné vyšroubování uzávěrů při otevírání lisovací formy. Sortiment barev je velmi omezen. U vstřikovaných uzávěrů lze provést poměrně snadno tvarovou změnu výměnou desky tvárnice a je možné zajistit prakticky jakoukoliv barvu uzávěrů dle přání zákazníka.

b) vnitropodnikové:

Přestože lisování uzávěrů je v n.p. Plastimat vysoce automatizováno speciálním přídatným zařízením k lisům, zůstávají na lisovaných uzávěrech otřepty, které je třeba dodatečně odstraňovat. Vzniká tak potřeba další operace, meziskladování a dopravy.

U vstřikovaných uzávěrů tyto úkony odpadají.

Vstřikovací stroje umožňují plnoautomatický výrobní cyklus a náklady na údržbu jsou podstatně nižší.

V neposlední řadě je významným faktorem i kultura a čistota pracovního prostředí, která je u vstřikování podstatně lepší. Odpadá zejména prašnost, která je vyvolána manipulací s lisovacími prášky a výpary volného fenolu do pracovního prostoru.

V původním úmyslu n.p. Plastimat byl úplný přechod výroby uzávěrů z technologie lisování na vstřikování. Jak však ukázaly zkoušky výrobků a jednání se zákazníky, bude třeba z různých příčin, zejména chemické odolnosti a z důvodů cenových, část výroby lisovaných uzávěrů zachovat. Těžiště výroby se však přenesse na uzávěry vstřikované.

V širším pohledu na výrobu uzávěrů je třeba připomenout, že mimo vstřikování a lisování vlastních uzávěrů zajišťuje n.p. Plastimat u některých druhů ještě t. zv. vložkování těsníci vložkami. Tyto pracné operace vyžadují také provedení racionalizačních opatření. Jednou z možností by byla realizace vynálezu s. Jana Kulhánka podle patentového spisu číslo 134 377, který řeší způsob a zařízení k vložkování uzávěrů vstřikovanou vložkou. Princip spočívá v tom, že v třídičné vstřikovací formě se v jedné poloze vystříkne vložka a po otočení formy o 180° se ihned zasune do uzávěru, který je do pracovní polohy přisunut ze zásobníku.

S ohledem na zadání diplomového úkolu není však vložkování uzávěrů předmětem této práce. Její rozsah je vymezen na vlastní vstřikování uzávěrů a cílem je navrhnout racionalizační opatření, která by zajistila jejich efektivní plnoautomatickou výrobu.

2. R O Z M Ě R Y A VLASTNOSTI VSTŘIKOVANÝCH UZÁVĚRŮ

Uzávěry vstřikované z termoplastů, dodávané n.p. Plastimat lze rozdělit do dvou skupin. Podle technických podmínek TPF 16-559-72 platných od 26. 2. 1971 /1/, které jsou přidruženy k ČSN 64 0011, dodává uzávěry typizované. Ostatní t. zv. atypické uzávěry vyrábí podle individuálních přání zákazníků a všeobecných technických přejímacích podmínek, platných pro výrobky

z plastických hmot.

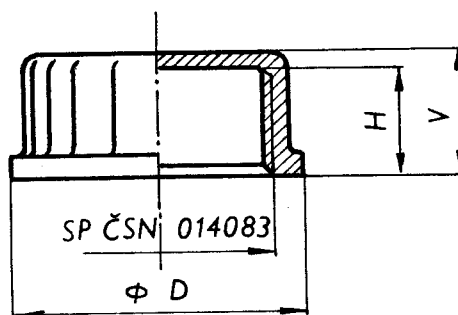
Typizované uzávěry lahví jsou určeny pro uzavírání skleněných lahví a lahví z plastických hmot naplněných tekutými nebo sypkými látkami, jsou vyráběny v různých velikostech a barvách a opatřeny vnitřním závitem pro obaloviny dle ČSN 01 4081 z roku 1957. V současné době je připravován nový návrh této normy, který vstoupí v platnost pravděpodobně od roku 1975. V souvislosti s touto novou ČSN je v n.p. Plastimat připravena i nová podniková norma závitů uzávěrů a připravují se formy na jejich vyzkoušení. Jedná se zejména o stanovení správných rozměrů závitů s ohledem na smrštění a dosmrštění plastických hmot, ověření jistoty proti přeskokování uzávěrů vzhledem k jejich poddajnosti, pružnosti a pod.

Podle požadavků odběratelů jsou typizované uzávěry prozatím vyráběny a dodávány z polystyrenu nebo z polypropylenu.

Atypické uzávěry jsou na zvláštní přání zákazníků vyráběny také z nízkotlakého nebo vysokotlakého polyetyleny.

Jednotlivé materiály se liší pevností, houževnatostí, chemickou a tepelnou odolností.

Tvar typizovaných uzávěrů je dán následujícím náčrtem:



obr. č. 1

Uzávěry a tvarově podobné výrobky různých velikostí a provedení ukazují obr. P 1 (v příloze).

2.1 R o z m ě r y typizovaných vstřikovaných uzávěrů

Jmenovitý průměr mm	číslo výrobku pro materiál		øD	H	V	váha
	polystyren	polypropylen	mm	mm	mm	g
1	2	3	4	5	6	7
14	353 146		18,8	9,0	10,7	1,8
18	353 187	353 188	21,7	10,5	12,0	2,0
20	354 206		25,0	12,3	14,0	2,8
22	353 226	353 228	27,2	10,5	12,3	3,0
24	353 246	353 248	29,4	10,5	12,3	3,5
28 a	353 286	353 288	33,8	13,0	14,8	3,7
28 b	354 306	354 308	33,8	12,2	14,0	3,9
32	353 326	353 327	36,0	13,0	14,5	4,5
36	354 366		41,8	11,8	13,7	5,0
40	353 406	353 408	46,4	13,0	14,5	6,0
50	353 506	353 508	56,5	13,0	14,5	7,0
63	353 636	353 638	70,2	18,0	20,0	9,0

Poznámka: Uzávěr o průměru 28 provedení b je s výpustním krčkem.

2.2 V l a s t n o s t i typizovaných vstřikovaných uzávěrů

2.2.1 Mechanické a tepelné vlastnosti

materiál - typ	pevnost v tahu	rázová houžev- natost	bod měknutí dle VICATA	rozsah teplot pro použití	
				krátko- dobé	dlouho- dobé
a) Polystyren					
-standardní	380 kp/cm ²	16 kpcm/cm ²	+86°C	-10°C až +70°C	-10°C až +60°C
Krasten 1.4 ČSN 640120		ČSN 640125	ČSN 640321		
-houževnatý	250 kp/cm ²	40 kpcm/cm ²	+83°C	-10°C až +70°C	-10°C až +60°C
Krasten 2.2 ČSN 640120		ČSN 640125	ČSN 640321		
b) Polypropylen					
Daplen AT 10	280 kp/cm ²	100kpcm/cm ²	+95°C	+10°C až +10°C	+10°C až +10°C
K 92	ASTM D 412	ASTM D 256	ASTM D 1525		

Polystyrenové uzávěry jsou převážně vyráběny ze směsi 50% Krastenu 1.4 a 50% Krastenu 2.2. Je to kompromis mezi nižší cenou Krastenu 1.4 a lepšími vlastnostmi Krastenu 2.2.

Podle oznámení firmy Hoechst z NSR byla nyní zahájena výroba nového typu polyetylenu s označením GD 7255 pro šroubové uzávěry, který bude mít nízkou korozi za napětí. Jistě najde uplatnění i při výrobě uzávěrů v n.p. Plastimat.

2.2.2 Chemická odolnost

a) Polystyren

odolává působení	odolává částečně	neodolává působení
zřed. minerál. kyselin	koncentr. kysel. octové	nasycen. uhlovod.
50% kyseliny octové	kyseliny máslové	aromat. uhlovodíků
50% louhu draselného	parafinových olejů	diesellových olejů
25% roztoku NH_3		terpentin. olejů
atd.		

b) Polypropylen

30% amoniaku	kyseliny fluorovodík.	50% kysel. dusičné
kyseliny borité	kyseliny fosforečné	100% olea
hydroxydu sodného	30% kysel. dusičné	benzinu
chloridu sodného	kyseliny octové	benzenu
85% kyseliny sírové	dvochromanu drasel.	chloroformu
95% etylalkoholu	acetonu	toluenu
kyseliny mravenčí	acetofenonu	terpentýnu
kyseliny jablečné	fenolu	
atd.		

2.2.3 Zdravotní nezávadnost

Uzávěry přicházející do styku s potravinami musí být zdravotně nezávadné. Zdravotní nezávadnost je v podstatě závislá na použití stabilizátorů a barevných pigmentů. Pro jednotlivé typy a barvy materiálu musí být individuálně schválena Hlavním hygienikem.

2.2.4 Koroze za napětí

U některých vysokomolekulárních látek dochází působením atmosféry nebo některých chemikálií za současného mechanického namáhání k narušování povrchu materiálu jemnými trhlinkami a následně potom k prasknutí a úplnému rozrušení výrobku, způsobenému t. zv. korozí za napětí. Z tohoto důvodu je třeba použití uzávěrů pro jednotlivé aplikace odzkoušet dlouhodobě u odběratelů a to jak z hlediska použití chemikálií, tak i použití utahovacích momentů.

2.2.5 Provedení a vzhled

Podle ČSN 64 0011 jsou povoleny tyto technologicky nutné vzhledové vady:

- a) stopy po vyhazovačích, dělicí rovině a vložkách nástroje
- b) drobné mechanické nečistoty v materiálu
- c) stopy po vtoku a přetoky max. do výše 0,5 mm.

2.3 B a l e n í u z á v ě ř ů

Uzávěry se volně sypou:

- a) do lepenkových skládacích beden dle ČSN 50 5000, které se uzavírají lepící páskou a převazují motouzem, nebo
- b) do papírových pytlů dle ČSN 50 5663, které se uzavírají úvazkem.

Dávka v obalu je stanovena podle velikosti uzávěrů tak, aby bto váha nepřesahovala 15 kg, což je stanoveno s ohledem na přípustnou váhu břemene, se kterým mohou manipulovat ženy.

Lepenkové skládací bedny jsou vratným přepravním obalem, papírové pytle jsou obalem nevratným.

3. P O T Ř E B A U Z Á V Ě Ř Ů, P R A C O V N Í C H S I L A P R O S T Ř E D K Ů
na jejich zajištění v roce 1975 při stávající technické
úrovni - ALTERNATIVA A

Podle harmonogramu postupného přechodu výroby uzávěrů ze setů na plasty /2/ proběhne v letech 1973 až 1975 přechod převážné části výroby uzávěrů z lisování na vstřikování. Dožité lisovací formy již nebudou obnovovány, ale budou nahrazeny formami vstřikovacími. Celková potřeba uzávěrů do roku 1975 se sice podstatně nezvýší, nárůst výroby vstřikovaných uzávěrů se však musí v roce 1975 proti roku 1973 více jak zdvojnásobit. V úvaze o zajištění výroby se vychází z předpokladu, že není žádná volná výrobní kapacita a bude proto nutné zajistit nové formy (vstřikovací nástroje) i nové stroje.

Vstřikovací formy na uzávěry nejnovější koncepce, na kterých se již vyrábí nebo které se v současné době dokončují v technické přípravě výroby, jsou konstruovány na stroje KuASY 100/125 z NDR, které mají být obnoveny stroji CS 195/100 z n.p. TOS Rakovník. U každého stroje je obsluha, která třídí výstřiky od vtokových zbytků a kontroluje, aby nedošlo k zastříknutí nebo poškození formy, když z formy nevypadne vtoková soustava, což se stává velmi často. Tato okolnost je nejzávažnějším nedostatkem stávající úrovně výroby, která je velmi náročná na pracovní síly.

Celkovou potřebu uzávěrů a objem výroby, jakož i výkony forem stávající koncepce udává následující tabulka, ve které je pro orientaci uvedeno i požadované množství lisovaných uzávěrů.

VŠST Liberec												DP ST - 1020/73	
Fakulta strojní												KTM	
- 9 -													
3.1 Potřeba uzávěrů													
3.1.1 Uzávěry typizované													
Jmenovitý průměr mm	mate- riál	číslo výrobku	potřeba tis.kg v roce	násob- nost formy	výkon kusů/hod.	VC za tis.kusů Kčs	Výroba zboží Kčs/hod.	Potřebný čas výrob. zař. hod. v roce	Objem výroby zboží tis.Kčs v roce				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
14	TS	353 142	1 200	42	1 407	41,6	59	850	50				
18	TS	353 182	11 000	42	1 935	42,6	82	5 680	465				
	PS	353 187	24 000	16	3 504	52,0	182	9 680	1 765				
	PP	353 188	10 000										
20	PS	354 206	1 700	12	1 800	96,5	174	945	165				
22	PS	353 226	4 500	12	1 706	99,0	169	5 280	892				
	PP	353 228	4 500										
24	TS	353 242	9 000	35	1 610	47,4	76	5 600	425				
	PS	353 246	5 000	12	1 706	107,0	183	5 860	1 065				
	PP	353 248	5 000										
28	TS	353 281	13 000	24	1 200	50,3	60	10 820	649				
a	PS	353 286	10 000	12	1 284	144,0	185	20 250	3 740				
	PP	353 288	16 000										
b	PS	354 306	800	10	1 145	137,0	157	1 580	247				
	PP	355 285	1 000										

VŠST Liberec										DP ST - 1020/73	
Fakulta strojní										KTM	
- 10 -											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
32	PS	353 326	2 000	10	1 800	185,0	333	1 670	555		
	PP	353 327	1 000								
36	PS	354 366	2 000	6	810	202,0	164	2 470	405		
40	PS	353 406	1 800	6	632	249,0	157	3 160	498,-		
	PP	353 408	200								
50	PS	353 506	300	4	439	343,0	151	1 370	206		
	PP	353 508	300								
63	PS	353 636	300	3	309	520,0	161	1 620	260		
	PP	353 638	200								
Celkem	TS	-	34 200	-	-	-	-	22 950	1 589		
	TP	-	90 600	-	-	-	-	53 885	9 798		
Typizované celkem	TS+TP	-	124 800	-	-	-	-	76 835	11 387		

Zpracováno podle /2/ a podkladů plánovacího a cenového útvaru podnikového ředitelství n.p. Plastimat.

Zpracováno podle /2/ a podkladů plánovacího a cenového útvaru podnikového ředitelství n.p. Plastimat.

3.1.2 Atypické uzávěry z termoplastů

Jmenovitý průměr mm	číslo výrobku	potřeba tis. ks v roce	Stanoveno aproximativně dle 3.1.1			
			násob- nost formy	výkon <u>kusů</u> hod.	potřebný čas.výr. zař. hod. v roce	objem výroby zboží tis.Kčs v roce
1	2	3	4	5	6	7
10	355 104	1 000	16	3 700	270	
12 a	355 124	4 000	16	3 600	1 170	
b	355 126	200				
16	354 167	50	16	3 500	15	
22 a	355 227	100				
b	355 228	2 400	12	1 700	1 470	
32 a	354 324	800				
b	355 324	1 340				
c	355 326	6 000	12	1 600	5 830	
d	355 328	1 200				
33	355 330	4 000	10	1 500	2 670	
45	355 456	2 300	6	600	3 830	
48 a	353 481/10	120				
b	/20	600	4	450	1 870	
c	/30	120				
56	355 567	1 200	3	330	3 630	
58	355 586	150	3	320	470	
60	354 600	120	3	310	390	
90	354 901	120	3	290	420	
Atypické celkem		-	25 820	-	-	22 035 2 900

3.1.3 Typizované a atypické uzávěry z termoplastů celkem

C e l k e m	116 420	-	-	75 920	12 698
-------------	---------	---	---	--------	--------

Zpracováno podle podkladů odbytového útvaru podnik. ředitelství.
 Průměrná cena 1 kusu uzávěru z 3.1.1 $9798 : 90600 = 0,108$ Kčs.
 Atypické budou dražší, uvažují průměrnou cenu $0,112$ Kčs.
 Objem výroby atypických uzávěrů $25820 \cdot 0,112 = 2 900$ tis.Kčs
 2 směnný provoz, efektivní fond prac. doby stroje 3500 hod./rok.

3.2 Výrobní prostředky

Jmeno- vité průměr mm	Forma násob- nost	Forma vytáčení cena Kčs	Počet uzávěrů za dob.živ. 1 formy tis.kusů	Odpisy formy na tis. ks uzáv. Kčs	6	7	8	9	10	11	12	13
18	16	73 325	11 200	6,53	3 200	0,91	4	1,33	2,8	56,8	1,72	8,25
20	12	73 910	8 400	8,80	4 670	1,33	1	4,94	0,3	6,1	3,58	12,38
22	12	73 910	8 400	8,80	4 920	1,4	2	1,85	1,5	30,4	3,38	12,18
24	12	74 200	8 400	8,85	4 920	1,4	2	1,68	1,7	34,5	3,45	12,30
28 a	12	77 080	8 400	9,20	6 550	1,87	6	1,94	5,8	118,-	4,52	13,72
b	10	88 800	7 000	12,70	6 120	1,75	1	3,9	0,5	10,15	5,64	18,34
32	10	84 720	7 000	12,10	3 900	1,12	1	2,34	0,5	10,15	3,40	15,50
36	6	56 670	4 200	13,50	5 200	1,49	1	2,1	0,7	14,25	7,10	20,60
40	6	59 870	4 200	14,20	6 650	1,9	1	2,1	0,9	18,3	9,15	23,35
50	4	51 070	2 800	18,30	6 370	1,82	1	4,65	0,4	8,15	13,6	31,90
63	3	55 780	2 100	26,60	6 800	1,94	1	4,2	0,5	10,15	20,30	46,90
Typiz.		769 335					21		15,6			
Atyp.							21		6,4			
Celkem							42		22,0			

Životnost vytáčení formy 700 tis. otisků. Průměrná cena jedné formy 769335 : 11 = 70 000 Kčs.

Ceny forem převzaty z podkladů technické přípravy výroby a nástrojárny závodu Liberec.

3.2.1 Stroje a formy

a) stroje: CS 195/100	cena	260 tis. Kčs
	montáž	<u>15 tis. Kčs</u>
	celkem	275 tis. Kčs

při dvousměnném provozu životnost 14 let

roční odpis 19,6 tis. Kčs

celková potřeba strojů 22 kusů

pořizovací hodnota s montáží 6 090 tis. Kčs

(Poznámka:

V současné době již závod Liberec uplatnil v investičním útvaru podnikového ředitelství požadavek na zakoupení deseti těchto strojů pro rok 1974 s určením pro výrobu uzávěrů.)

b) formy: průměrná cena formy	70 tis. Kčs
potřeba forem	42 kusů
pořizovací hodnota forem	2 940 tis. Kčs.

3.2.2 Výrobní plochyPořizovací hodnota 1 m² výrobní haly 2 700 Kčs.

Životnost 50 let.

Roční odpis z 1 m² výrobní haly činí 54 Kčs.

Počet strojů CS 195/100	na 1 stroj		na všechny stroje	
	plocha m ²	roční odpis Kčs	plocha m ²	roční odpis Kčs
22	12	648	264	14 300

Roční odpis z hodnoty stroje a potřebné výrobní plochy

na 1 stroj celkem 20,3 tis. Kčs.

3.3 Údržba strojů

Velmi zhruba lze odhadnout roční náklady na údržbu při dvousměnném provozu:

4% z hodnoty základních prostředků	t.j.	242 tis. Kčs
20% z odpisů základních prostředků	t.j.	86 tis. Kčs
Celkem náklady na opravy a údržbu		328 tis. Kčs.

3.4 Elektrická energie

CS 195/100	Instal. příkon kW	Využití %	Spotřeba kWh/hod.
motor šneku	4	40	1,6
motor čerpadla	22	45	9,9
topení	6	35	2,1
Celkem pro 1 stroj	32		13,6
Celkem pro 22 strojů			299,-

Při dvousměnném provozu činí spotřeba elektrické energie

$$3500 \cdot 299 = 104,5 \text{ tis. kWh/rok.}$$

$$1 \text{ kWh stojí } 0,294 \text{ Kčs.}$$

Náklad na elektrickou energii činí 308 tis. Kčs/rok.

3.5 Pracovní síly a mzdy

Při stávající úrovni techniky je zapotřebí pro obsluhu 22 strojů při dvousměnném provozu a při úvaze částečné dvoustrojové obsluhy:

	na 1 směnu	na 2 směny	1 pracovníka tis. Kčs	roční mzdy celkem tis. Kčs
obsluha stroje	20	40	18,8	752,-
seřizovač	2	4	23,4	93,5
údržbář	1	2	24,9	49,8
Celkem	23	46		895,3

3.6 M a t e r i á l

3.6.1 Uzávěry typizované

Jmeno- vitý průměr mm	Potřeba tis.kusů v roce	Norma spotřeby materiálu kg/1000 ks	z toho vtoky kg/1000 ks	Spotřeba celkem kg/rok	vtoky celkem kg/rok
1	2	3	4	5	6
18	34 000	2,213	0,640	75 500	21 800
20	1 700	3,004	0,600	5 170	1 020
22	9 000	3,532	0,700	31 800	6 300
24	10 000	4,001	0,650	40 010	6 500
28 a	26 000	6,003	1,450	157 000	37 700
b	1 800	5,423	0,800	9 750	1 440
32	3 000	4,750	1,000	14 300	3 000
36	2 000	6,274	0,850	12 600	1 700
40	2 000	6,654	0,800	13 300	1 600
50	600	9,310	0,800	5 600	480
63	500	24,320	0,800	12 200	400
	90 600			377 230	81 940

Spotřeby materiálu převzaty z pracovních instrukcí.

Cena materiálu: PS 50% Krasten 1.4 a 50% Krasten 2.2 10,10 Kčs/kg
 PP Daplen AT 10 K 92 12,70 Kčs/kg
 Průměrná cena PS a PP 11,40 Kčs/kg.

Průměrná cena materiálu na tis. kusů uzávěrů

$$4200000 : 90600 =$$

45,30 Kčs.

Průměrně vtoky činí 22% celkové váhy materiálu.

3.6.2 Celkem

Na všechny TP uzávěry je třeba za 116420 . 45,30 =

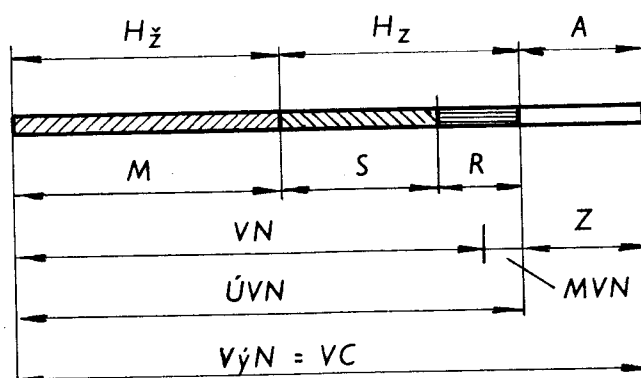
$$= 5\,270 \text{ tis. Kčs materiálu/rok}$$

z toho 22% t.j. 1 110 tis. Kčs na vtoky.

4. R O Z B O R MOŽNOSTÍ RACIONALIZACE VÝROBY UZÁVĚRU^o

4.1 S n í ž e n í výrobních nákladů

Struktura výrobních nákladů:



$H\check{z}$, M hodnota spotřebované živé práce, objem vyplacených mezd a platů

H_z hodnota spotřebované zpředmětnělé práce

S suroviny, materiál

R věcná režie (odpisy, nájemné a pod.)

A , Z akumulace, zisk

MVN mimovýrobní náklady

VN , $\acute{U}VN$... vlastní náklady, úplné vlastní náklady

$V\check{y}N$ výrobní náklady

VC velkoobchodní cena

Snížení výrobních nákladů lze dosáhnout především:

- úsporou živé práce
- úsporou zhmotnělé práce.

4.1.1 K úsporám živé práce vede cesta přes mechanizaci a automatizaci výroby ve všech jejích fázích, t.j.

- a) přípravy a dopravy materiálu do násypek strojů
- b) vlastního pracovního cyklu
- c) odsunu a regeneraci využitelného odpadu
- d) odsunu výrobků od strojů.

Ad a)

Příprava materiálu a jeho doprava do násypek strojů je v n.p. Plastimat technicky zvládnuta. Připravuje se rozšíření pneumatické dopravy materiálu z centrálního skladu ke strojům nebo zavedení spirálových dopravníků u strojů typu TRANSITUBE, které mají nahradit neekonomické ejektory. V této práci se tedy nebudu touto problematikou zabývat, neboť je již záležitostí realizace.

Ad b)

Automatizace pracovního cyklu vstřikovacích strojů je závislá na stroji a nástroji. Stávající stroje již automatický chod umožňují. Nástroje nejnovějších konstrukcí sice také pracují automaticky, ale nespolehlivě a proto se zatím nepodařilo přejít na vícestrojovou obsluhu. Při akutním nedostatku pracovních sil je třeba tuto oblast neprodleně řešit a zajistit spolehlivý automatický chod strojů. Cesta k tomu vede přes uplatnění nových prvků v konstrukci forem nebo použití jednoúčelových vstřikovacích strojů.

Ad c)

Vtokové zbytky a zmetky jsou obsluhou stroje vkládány do beden, ve kterých se dopravují do t. zv. centrální regenerace materiálu, ve které se nejdříve melou na nožových mlýnech a potom barví a granulují na vytlačovacích a granulačních linkách.

Takto zpracovaný materiál se může znovu použít na vstřikování. Regenerace materiálu však nemá dosud v n.p. Plastimat úspěšně zvládnuta a přináší mnoho problémů, neboť je velmi obtížné udržet čistotu vratného materiálu a zamezit smíchání různých typů a barev. Tak dochází k tomu, že z regenerace vychází materiál méně kvalitní, pro jehož zpracování se někdy jen s obtížemi nachází vhodné využití. Podstatné zlepšení v této oblasti může přinést zavedení mletí vtoků a zmetků malých výrobků přímo u strojů a okamžité vrácení drti do násypky stroje. Odpadá tím nebezpečí smíchání barev, znečištění a doprava a manipulace v regeneraci. Obsluhu mlýnků u strojů může zajišťovat přímo obsluha stroje nebo může být zajištěn automatický cyklus mletí a vrácení drti do násypky stroje. Progresivnějším řešením však je vstřikování bez vtokových zbytků. Cesta k němu vede přes uplatnění nového způsobu řešení vtokových soustav forem, na které se v této práci zaměřím.

Ad d)

Odsun výrobků od strojů provádějí v n.p. Plastimat t. zv. manipulanti buď ručně vedenými nebo akumulátorovými vozíky. V této oblasti je vázáno značné množství pracovních sil. Tato okolnost vyplývá z dosavadního charakteru výroby, ve které se neustále mění sortiment a univerzálního prostorového rozmístění strojů pro jedno až dvojstrojovou obsluhu. Pro seriovou výrobu uzávěrů s automatickým výrobním cyklem bude výhodné změnit dosavadní systém rozmístění strojů a realizovat odsun výrobků pomocí pásového dopravníku nebo pneumatické dopravy.

4.1.2 Úspora zhmotnělé práce lze dosáhnout zejména snížením spotřeby materiálu, a to

- a) snížením množství zmetků
- b) snížením váhy vtokových soustav.

Ad a)

Největší procento zmetků vzniká při najíždění výroby, než se správně nastaví technologické parametry a ustálí chod stroje. Při dvousměnném provozu se stroje mezi první a druhou směnou předávají za chodu, zmetky tedy vznikají převážně při najíždění

první směny. Odstranění tohoto nedostatku by umožnil nepřetržitý třísměnný provoz, kterému však brání zákaz noční práce žen. Řešením problému by bylo zavedení automatického třísměnného provozu s minimální potřebou pracovních sil.

Ad b)

Odstranění vtokových zbytků - viz bod 4.1.1 c) t.j. zavedení vstřikování bez vtokových zbytků.

4.2 V y u ž i t í základních prostředků

Pokud v této úvaze do kategorie základních prostředků zahrneme stroj i nástroj, existují k jejich lepšímu využití 2 možnosti:

- extenzivní
- intenzivní.

4.2.1 Extenzivní využití základních prostředků lze zvýšit počtem hodin, ve kterých jsou produktivně zapojeny do výroby. Při zajištění spolehlivého plnoautomatického cyklu bude možné přejít u vstřikování uzávěrů z dvousměnného na třísměnný provoz a roční efektivní pracovní fond strojů a forem zvýšit z 3 500 na 5 250 hodin.

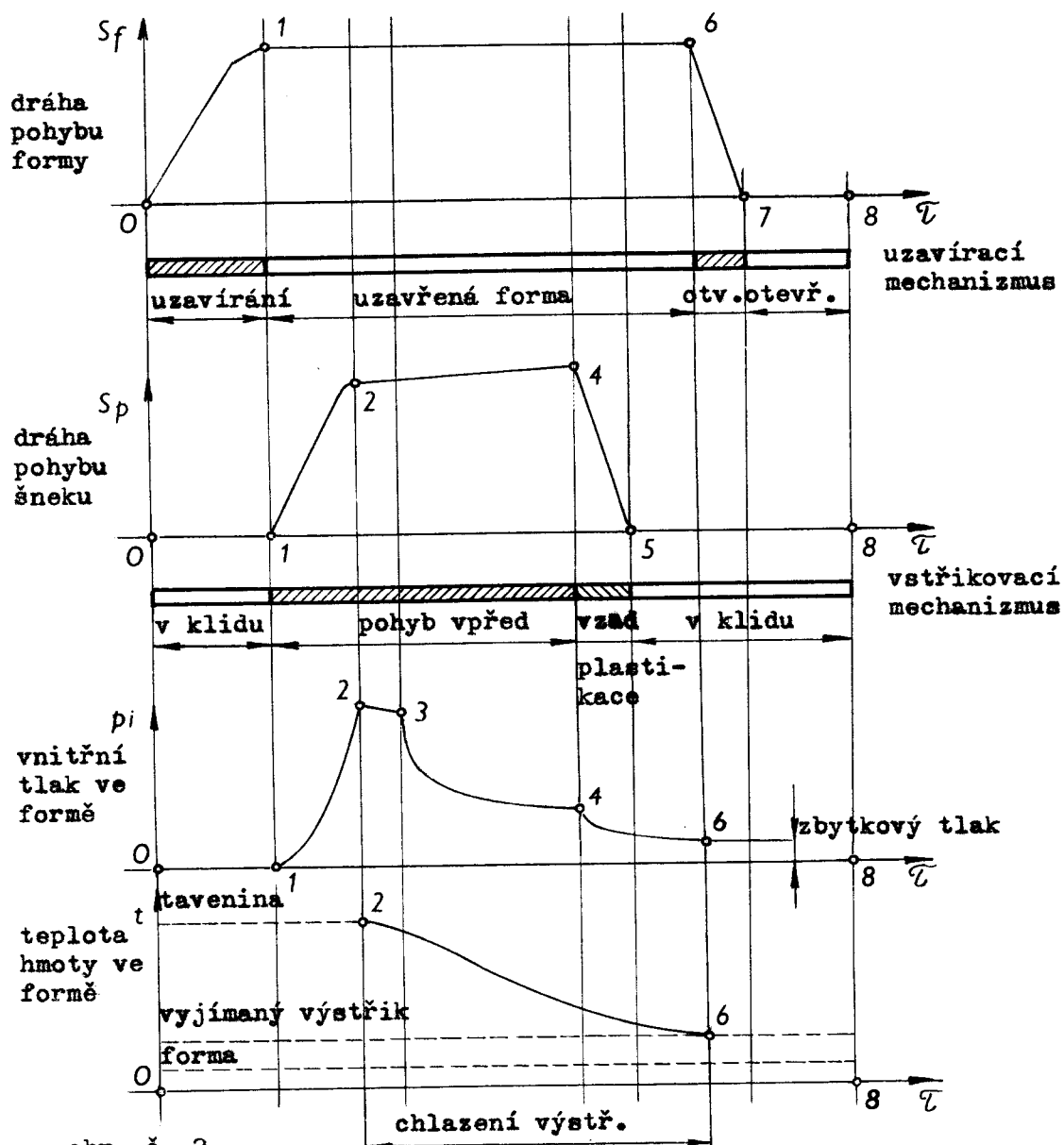
4.2.2 Intenzivní využití základních prostředků lze zvýšit zvýšením výkonu stroje a nástroje za jednotku času.

Cesta k tomu vede přes

- zkrácení pracovního cyklu
- zvýšení násobnosti forem.

4.3 R o z b o r pracovního cyklu vstřikovacího stroje

názorně ukazuje grafické vyjádření dle následujícího obrázku:



obr. č. 2

Legenda:

- 1-2 plnění formy
- 2-3 chladnutí za plného tlaku
- 2-4 doplňování
- 3-4 chladnutí za sníženého tlaku (dotlak)
- 4 zatuhnutí vtoku
- 4-5 plastikace - šnekování
- 6 počátek otevírání formy
- 2-6 chlazení výstřiku ve formě
- 7-8 přestávka.

Pracovní cyklus vstřikovacího stroje lze rozdělit podle časových úseků jednotlivých operací:

τ_s strojní časy (uzavírání formy)

τ_v doba vstřikování (plnění)

τ_{ch} doba chlazení

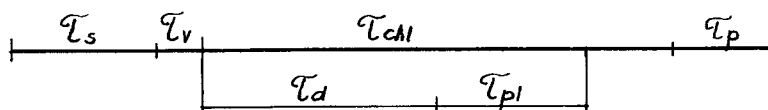
τ_{pl} doba plastikace

τ_d doba dotlaku

τ_p doba přestávky.

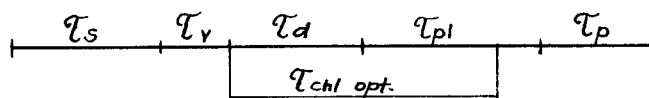
Mohou nastat dva případy:

- a) Pracovní cyklus, kde je určující časovou položkou doba chlazení, která překrývá úplně dobu plastikace a dotlaku.

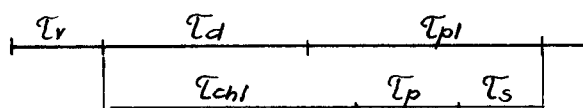


- b) Pracovní cyklus, kde určující časovou položkou je doba plastikace. V tomto případě ovlivňuje skladbu pracovního cyklu konstrukce vstřikovacího stroje:

- b1) Vstřikovací stroj neumožňuje plastikaci při otevřené formě a doba plastikace potom překrývá jen optimálně potřebnou dobu chlazení:



- b2) Vstřikovací stroj umožňuje plastikaci při otevřené formě. V krajním případě potom může překrývat doba plastikace optimální potřebnou dobu chlazení, strojní časy a dobu přestávky:



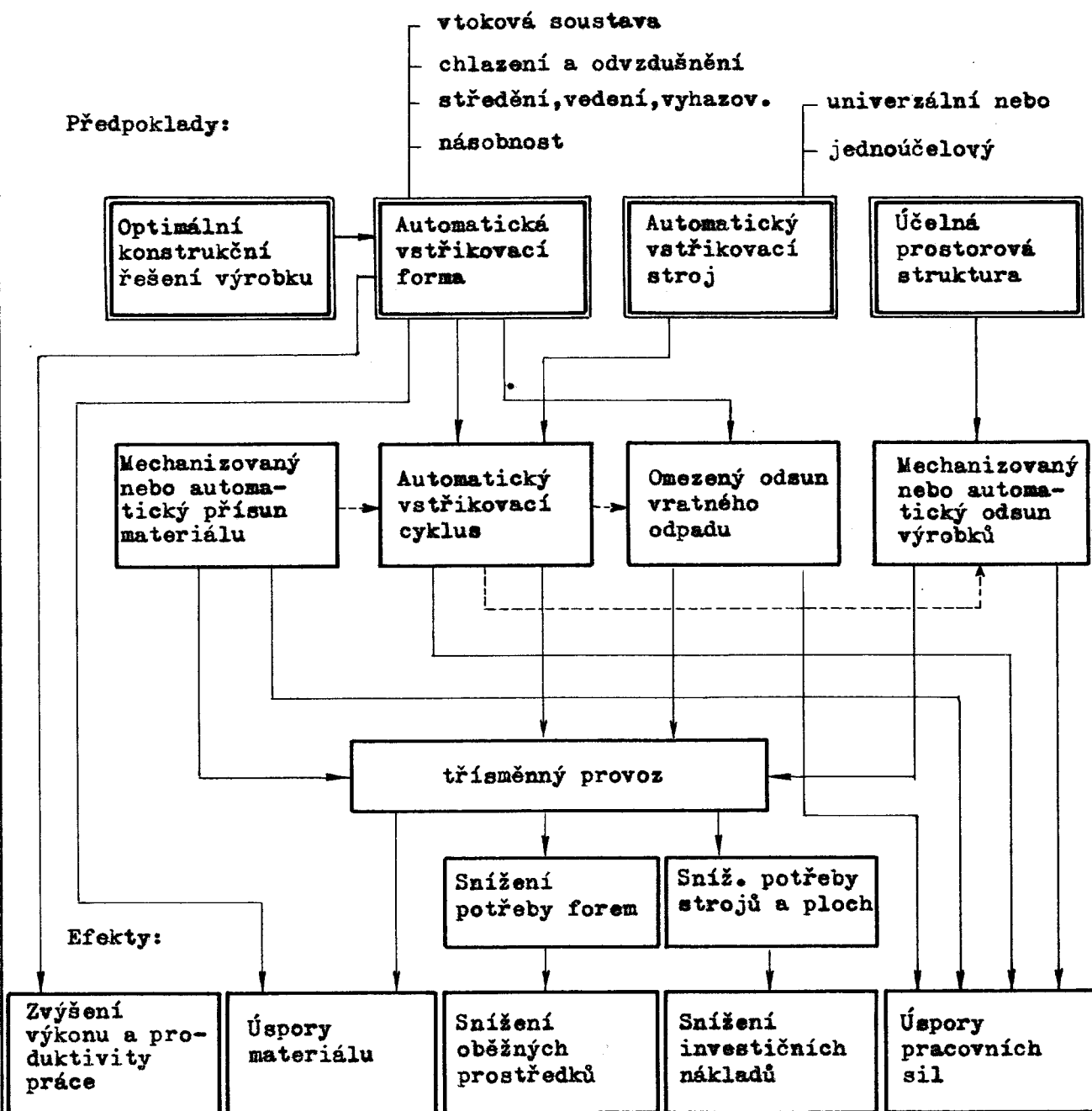
Pokud máme k dispozici dostatečně výkonný stroj, což lze u vstřikování uzávěrů předpokládat, nastane případ ad a), ve kterém jsou jednotlivé fáze ovlivněny následovně:

- τ_s ... určen rychlostí jednotlivých pohybů stroje
- τ_v ... závisí na technických parametrech stroje, řešení vtokové soustavy formy, konstrukci výrobku a tím i tvarové dutiny formy. (Z hlediska formy ho tedy můžeme ovlivnit vtokovou soustavou.)
- τ_{ch} ... závisí na vstřikovaném materiálu, konstrukci a požadovaných vlastnostech výrobku. Stanovená optimální doba chlazení je potom základním údajem pro návrh temperačního systému vstřikovací formy. Z hlediska požadovaných vlastností výrobku není vždy možné ani účelné maximálně intenzivní chlazení formy.
- τ_p ... určen charakterem formy, například vyjmutí výstřiku, vtokové soustavy ale i charakterem výrobku (např. zálisky).

Z toho vyplývá, že rychle pracující stroj není jediným předpokladem pro zajištění maximálního výkonu. Další velmi důležitou podmínkou je moderní, spolehlivě pracující plnoautomatická forma s dokonale řešeným temperačním systémem.

4.4 V y t y č e n í oblastí racionalizace

Z předchozího rozboru vyplývá, že pro zajištění racionalizace výroby vstřikovaných uzávěrů má rozhodující význam vytvoření podmínek pro zavedení spolehlivého automatického třísměnného provozu. Vzájemné vztahy mezi předpoklady a efekty racionální výroby znázorňuje následující schema:



obr. č. 3

5. V S T Ř I K O V A C Í F O R M Y

- ROZBOR A VYTYČENÍ NOVÝCH ZÁSAD PRO KONSTRUKCI

Moderní vstřikovací stroje se šnekovou plastikací a vysokými pracovními rychlostmi umožňují nastavení optimálních technologických parametrů pro plnoautomatický pracovní cyklus. Vstřikovací forma je nezbytným doplňkem vstřikovacího stroje, na jejíž konstrukci a provedení záleží, zda bude možné plnoautomatický cyklus skutečně uplatnit. Forma je klíčem k řešení racionalizačních záměrů pro zvyšování výkonu, úspor materiálu a pracovních sil.

Hlavním konstrukčním úkolem je úspěšné vyřešení:

- a) vtokové soustavy
- b) optimální temperace a odvzdušnění tvarových dutin
- c) tuhé spojení obou polovin formy po jejím uzavření
- d) vyhazování výstřiku z formy
- e) zvýšení násobnosti.

5.1 V t o k o v á s o u s t a v a5.1.1 Bodové a tunelové vtoky

U vstřikovacích forem na uzávěry současné koncepce jsou v n.p. Plastimat použity bodové čelní nebo tunelové boční vtoky - viz obr. P 2 a P 3.

Lze říci, že tyto typy vtoků sice umožňují plnoautomatický vstřikovací cyklus, ale ne s dostatečnou spolehlivostí. Vtoková soustava se od výstřiku automaticky oddělí, ale vzhledem k jejímu značnému rozvětvení se často stává, že ve formě uvázne a nevypadne. Ukázka poměrně jednoduchého rozvětvení vtokové soustavy je na obr. P 3.

Vtokové soustavy tohoto typu mají tyto nevýhody:

- a) velmi nespolehlivou plnoautomatizací, hlavně vypadávání vtokového zbytku a z toho plynoucí nebezpečí poškození formy při sevření vtokového zbytku do formy;

- b) nutnost třídění výstřiků a vtokových zbytků;
- c) prodlužování pracovního cyklu, který není určen dobou chlazení vlastního výstřiku, ale dobou chlazení vtokového rozváděcího kanálu;
- d) pracovní zdvih musí být zvětšen o potřebné otevření pro vyjmutí vtoků;
- e) zvýšení potřeby materiálu na vtokovou soustavu a následné manipulace s vtokovými soustavami jako vratným odpadem.
- f) Určitou nevýhodou tunelového vtoku také je okolnost, že vzhledem k nesymetrickému plnění tvarové části formy taveninou dochází vlivem rozdílných teplot a tuhnutí k částečné tvarové deformaci. U závitových uzávěrů, na které je kladen větší požadavek přesnosti, tuto okolnost nelze zanedbat.

Tyto nevýhody vedou k tomu, že z kontrolních a dalších důvodů je u každého stroje obsluha.

Nebezpečí poškození formy lze do určité míry odstranit automatickou ochranou formy. Existuje již několik principů, které se však nejvíce uplatňují u jednonásobných forem.

Ochranu lze kupříkladu zajistit systémem s mechanickým dotykem (čidlem), fotobuňkou, vážením a pod. Pokud výrobek nevypadne a nedá tím impuls některému z uvedených snímačů, tak stroj formu nezavře. U vícenásobných forem na uzávěry však vzniká komplikace jednak četností výstřiků, jednak vtokovou soustavou, každý by musel být kontrolován zvlášť.

Ostatní nevýhody však ochrana formy stejně neodstraňuje. Odstranění je možné pouze uplatněním vstřikování bez vtokových zbytků.

5.1.2 Princip živého vtoku u vícenásobných forem

Poměrně známé jsou:

- a) izolovaný rozvod vtoků
- b) vytápěný rozvod vtoků.

Ad a)

Izolovaný rozvod vtoků zajišťuje princip průstříkové komůrky. Kanály vedoucí od vtokové vložky k jednotlivým ústím vtoků mají tak velký průřez, aby v nich tavenina zajistila izolační vrstvu a tím zůstala vnitřní plastická duše stále živá. Tyto rozvody lze užít jen u hmot s velmi dobrou tekutostí, jinak dochází k t. zv. zamrzání rozvodu vtoků.

Ad b)

Vytápěný rozvod vtoků má odstranit nedostatky izolovaného rozvodu. Tavenina plní dutinu formy z vtokové vložky prostřednictvím rozváděcích kanálů k jednotlivým ústím pomocí vytápěné rozváděcí hlavy - desky. Rozváděcí deska musí být izolována od ostatních chlazených částí formy a od upínací desky. Vytápění musí být řízeno tepelným regulátorem. Vlastní vyústění z rozváděcí desky může být komůrkové nebo s tyčovým vtokem. Kritické místo u tohoto systému je v místě ústí vtoku do tvářecí dutiny. Na jedné straně musí být teplota špičky trysky tak vysoká, aby tavenina zůstala ještě plastickou, na druhé straně musí však plocha komůrkové vložky být natolik studená, aby se na ní tavenina mohla ochlazovat. Jestliže je teplota špičky příliš nízká, pak ústí vtoku zamrzává, jestliže je komůrková vložka na čelní straně příliš teplá, pak má výstřik v tomto místě nevzhledný až zvlněný povrch. Ukázka tohoto vtoku je na obr. P 4.

V poslední době se začínají uplatňovat:

- c) dotápěné vyústění vtoků
- d) vtoky s jehlovým uzávěrem.

Ad c)

Dotápěné vyústění vtoků /3/, /4/

Jedná se o izolovaný rozvod vtokového systému s dotápěným vyústěním. Odstraňuje se tak nebezpečí zamrzání vtoku. Zavedení je možné díky vývoji miniaturních topných tělísek, která se v zahraničí vyrábějí s označením WATLOW - FIREDOD, u nás se jejich vývojem na požadavek n.p. Plastimat zabývá Ústav pro

rozvoj GŘ Prago - Union.

Miniaturní topné tělísko s vysokým příkonem a maximální životností je zabudováno do ocelové vložky, jejíž špička zasahuje až do vyústění vtoku. Znázorňuje to obr. P 5.

Průměr vepsané kružnice izolovaného rozvodu je až 25 mm a tímtež průměrem navazuje na vyústovací kužel, do kterého je zabudována dotápěná vložka. Z vnější strany je vyústění ochlazováno a tavenina vytváří izolační vrstvu. Vnitřní část vyústění je naopak vytápěná, takže tavenina proudí do dutiny formy podél vloženého vytápěného jádra. Tato technologie byla již zkušebně zavedena v n.p. Plastimat - závod Tachov. Formy pracují v třisměnném nepřerušném provozu s velmi příznivými výsledky. Zajišťují bezporuchový plnoautomatický pracovní cyklus s kadencí 6 až 8 zdvihů za minutu.

Miniaturní topné tělísko vyvinuté v Ústavu pro rozvoj ukazuje obr. P 6.

Prozatím bylo poloprovozně vyrobeno 15 těchto tělísek a hledá se jejich výrobce v ČSSR.

V Ústavu pro rozvoj se pracovalo i na vývoji snímacích čidel a několik jich již bylo pokusně vyrobeno a odzkoušeno v závodě Plastimat Tachov. Ke snímacím čidlům byl také zhotoven elektronický regulátor.

Při zkouškách /5/ byla použita dotápěná vložka s mikrotělískem, přičemž do otvoru jednoho žebra byl zasunut miniaturní snímač - viz obr. P 7. Teplota dotápěného ústí vtoku byla střídavě regulována autotransfornátorem, elektronickým regulátorem a simerstatem. Průběh sledované teploty je znázorněn na grafu podle obrázku P 8. a je rozdělen do pěti úseků.

1. úsek - regulace autotransfornátorem.

Tento časový úsek je vlastně rozběh nástroje, při kterém se zkusmo nastaví větší příkon a po částečném rozběhu se postupně snižuje na optimální hodnotu. Z náběhu teploty až na 500°C je patrné, jak je tato operace bez kontroly teploty náročná, přičemž vzniká vždy nebezpečí přetížení topných článků, popřípadě jejich zničení. Další nevýhodou takového rozběhu je nežádoucí prodlužování seřizovací doby.

VŠST Liberec	- 28 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

2. úsek - regulace autotransformátorem.

Vstřikování bylo postupně uvedeno do normálního cyklu. Z průběhu teploty však stejně vyplývají vyšší tepelné výchylky, které jsou způsobeny různými zásahy obsluhy a tím, že topení pracuje bez odvodu tepla.

3. úsek - regulace elektronickým regulátorem vyvinutým v Ústavu pro rozvoj.

Vstřikování probíhalo v plynulém cyklu. Změnou tepelné hladiny byla hledána optimální hodnota, při střední teplotě cca 250°C bylo dosaženo nejvhodnějších parametrů a zkrácení vstřikovacího cyklu asi o 25%.

4. úsek - regulace simmerstatem.

Citlivost, t.j. hladinu nastavení teplot je možno plynule regulovat. Nežádoucí je kolísání průměrné teploty, které je způsobeno různým odvodem tepla a nestabilitou elektrické sítě.

(Simmerstat je bezčidlová regulace vyráběná v NSR v anglické licenci. Spínání a vypínání proudu při určité teplotě zajišťuje bimetalický prvek. Teploty spínání lze nastavovat mechanickým předпруžením bimetalického prvku vačkou.)

5. úsek - regulace autotransformátorem.

Průběh ukazuje postupné snižování teploty až do zamrznutí hmoty.

Výsledek zkoušky potvrdil, že nové topné články nahradí dovážené vzorky, bylo však doporučeno vyzkoušet ještě možnost přímého spojení topného článku s dotápěnou vložkou vtokového ústí, čímž by se dosáhlo vyšší mechanické pevnosti vložky a zvýšení životnosti. Odpadlo by tím i lícování topného článku do vložky. Snímací čidlo se také osvědčilo a umožnilo snímat teplotu z činné části vytápěného vtoku, což nebylo dosud možné. Tímto způsobem bude možné odstranit potíže při rozběhu vstřikovacího nástroje a přesně řídit tepelné režimy, což se musí projevit v produktivitě práce a kvalitě výrobků. Dále bude možné použít vícenásobných vtokových soustav i při nesymetrickém uspořádání. Prozatím totiž musí být u vícenásobných forem přísně dodržována zásada,

aby se všechny tvářecí dutiny začaly plnit současně a zajišťuje se to stejnou dráhou toku taveniny.

Ad d)

Vtoky s jehlovým uzávěrem u vícenásobných forem /3/, /4/

Jsou aplikací použití trysky s jehlovým uzávěrem u jednonásobné formy. Plastikovaný materiál se při vstřikování dostává příslušným vybráním do prostoru před jehlou. Vlivem existujícího vstřikovacího tlaku působícího na mezikruží, dané rozdílem průměru jehly, posune se jehla do zadní polohy, čímž se otevře vlastní ústí vtoku a nastává plnění dutiny formy. Při poklesu tlaku ve vstřikovacím válci, tedy i v prostoru před jehlou posune se působením tlaku pružin jehla do přední polohy, čímž uzavře vtokové ústí. Vhodnou úpravou dorazu jehly se může docílit zarovnání vtoku v úrovni výstřiku, t. zv. zažehlení nebo jeho zahloubení. Jehlu ovládají pružiny, které jsou voleny tak, aby při stlačeném stavu, t. j. v zadní poloze dávaly sílu 60 kp, v přední poloze pak působí silou 30 kp, což umožňuje na čele jehly dostatečný tlak při uzavření vtokového ústí. Aby bylo zaručeno vyvážené vstřikování, t. j. současné a rovnoměrné plnění jednotlivých dutin formy je třeba, aby pružiny byly seřiditelné. Výhodou tohoto způsobu je, že při použití trysky s jehlovým uzávěrem nevzniká žádná stopa po vtoku. Místo ústí vtoku je čisté a hladké. To dává možnost použití i v případech, kdy je kladen nárok na vzhled i v místě ústí vtoku. I u tohoto způsobu není nebezpečí zamrzání ústí vtoku, protože je otevřeno pouze při plnění dutiny, jinak je zavřeno. Tento způsob umožňuje bezvtokovým způsobem spolehlivě zpracovávat i polystyren, u kterého se při vstřikování se stále otevřeným ústím může projevit t. zv. tahání vlasu. To je velká přednost tohoto způsobu. Oproti bodovému vtoku dává tento systém dále možnost vytvořit poměrně velký vstupní průměr do formy a zabezpečit takové průtoky taveniny, které je možno jinak zabezpečit pouze kuželovým přímým vtokem. Nevýhodou tohoto systému je velký nárok na přesnost provedení vtokového systému. Příklad řešení vtoku s jehlovým uzávěrem je na přiloženém výkresu formy uzávěru o průměru 32 mm.

Systém vtoku s jehlovým uzávěrem nebyl v n.p. Plastimat ještě uplatněn ani vyzkoušen.

Závěrem k bodům 5.1.2 c) a d) si dovoluji vyslovit názor, že dalším vývojem vtoků c), d) a jejich vzájemnou kombinací bude možné vytvořit vtok, který bude spojovat přednosti obou řešení. Vytvořením uzavírací jehly dotápěné mikrotělískem by byla umožněna jednak přesná regulace teploty vtokového ústí, jednak i tak zvané "zažehlení" stopy po vtoku u vzhledově náročných výrobků.

5.2 T e p e l n ý výpočet formy s horkými kanály /4/

Tepelnému výpočtu, jakož i v dalším odstavci chlazení věnuji zvýšenou pozornost proto, že jsou to oblasti dosud často opomíjené.

Při zahájení provozu vstřikovací formy musí topení ohřívající topný systém horkých kanálů ohřát kovové součásti, t.j. rozváděč a trysky a plastickou hmotu, nacházející se v kanálech na provozní teplotu. V průběhu vstřikovacího cyklu má topení za úkol udržovat taveninu v rozváděcích kanálech na konstantní teplotě. Ohřev rozváděcí desky a vtokových trysek se provádí elektricky pomocí topných tělísek různých velikostí a tvarů.

a) Ohřev topných částí (5.2 - 1)

$$Q_K = Q_T + Q_Z + Q_D \quad /kcal/$$

$$Q_T = G_K \cdot C_{pm} \cdot \Delta t \quad /kcal \quad (5.2 - 2)$$

kde: Q_K teplo potřebné k ohřátí kovové hmoty /kcal/

Q_T teoretické množství tepla /kcal/

Q_Z teplo vyzařené za dobu ohřevu /kcal/

Q_D teplo nutné pro průchod rozváděcí deskou /kcal/

G_K hmotnost /kg/

C_{pm} střední měrné teplo /kcal/kg °C/

$\Delta t = t_1 - t_2$... teplotní rozdíl / °C/

Ztrátám tepla vyzařováním je třeba zamezovat vhodnou izolací. Množství tepla potřebné k průchodu deskou je poměrně nízké. Přesný výpočet je obtížný a prakticky lze použít součinitele účinnosti.

Množství tepla k ohřevu ocelového bloku lze vypočíst:

$$Q_M = \frac{Q_T}{\eta} = \frac{G_K C_{pm} \Delta t}{\eta} \quad /kcal/ \quad (5.2 - 3)$$

kde: $\eta \doteq 0,75$ pro rozmezí teplot do 200°C
 $\eta \doteq 0,65$ pro rozmezí teplot od 200 do 300°C

$$1 \text{ kcal} = 1/860 \text{ kWh} = 1000/860 \text{ Wh.}$$

Potřebný elektrický příkon pro ohřev čini:

$$N_K = \frac{Q_K}{860 \cdot Z \cdot 0,9} \quad /kWh/ = \frac{1000 Q_K}{860 Z \cdot 0,9} \quad /Wh/ \quad (5.2 - 4)$$

kde: Z doba ohřevu /hod./

0,9 .. účinnost topných tělísek.

b) Ohřev plastické hmoty

Množství tepla potřebné k ohřátí plastické hmoty čini:

$$Q_P = \frac{G_P \cdot C_{pm} \cdot \Delta t}{\eta} \quad /kcal/ \quad (5.2 - 5)$$

kde: Q_P teplo k ohřátí plastické hmoty /kcal/

G_P hmotnost plastické hmoty /kg/

C_{pm} ... střední měrné teplo plast. hmoty /kcal/kg $^{\circ}\text{C}$ /

Δt ... teplotní rozdíl

η účinnost, vzhledem ke ztrátám tepla sdílením
a vedením se předpokládá 0,7.

Potřebný elektrický příkon pro ohřev plastické hmoty:

$$N_P = \frac{Q_P}{860 \cdot Z \cdot 0,9} \quad /kWh/ = \frac{1000 \cdot Q_P}{860 \cdot Z \cdot 0,9} \quad /Wh/ \quad (5.2 - 6)$$

Množství tepla k ohřátí PH lze také stanovit pomocí diagramu entalpií plastických hmot, který je na obr. P 9 podle /4/ a /20/.

c) Ohřev kompletního rozváděče horkých vlekových kanálů

Topný příkon kompletního rozváděče se stanoví ze součtu elektrických příkonů pro ohřev kovových částí a pro ohřev příslušného množství plastické hmoty.

$$N = N_K (\text{topné desky}) + N_K (\text{trysky}) + N_p (\text{hmoty v kanálech}) \\ + N_p (\text{hmoty v trysce} \quad /Wh/ \quad (5.2 - 7)$$

Při výpočtu topného příkonu k ohřevu topné desky se uvažuje s dobou ohřevu asi 30 minut a provozní teplotou 180°C.

U vtokových trysek se počítá doba ohřevu kratší jak 5 minut a s teplotou nad 200°C. Topný příkon se tudíž neřídí jen velikostí vstřikovací formy, ale je podstatně ovlivněn počtem vtoků.

Tepelné hodnoty vybraných materiálů, které mají význam pro tepelný výpočet formy:

mate- riál	hustota g/cm ³	stř.měrné spec.teplo kcal/kg °C při tepl. °C	koef.tep. vodivosti kcal/mh °C	koef. tep. roztah. 10 ⁻⁶ mm/°C
PS	1,05	0,53	220	0,13
PE	0,92-0,96	0,7	240	0,35
PP	0,905	0,7	240	0,26
ocel	7,85	0,110		40 - 50
měď	8,9	0,094		320
mosaz	8,5	0,092		70 -100

d) Roztažnost teplem

Ve formě se vyskytují různě teplé části, což je dáno tím, že rozváděč je ohříván a partie kolem tvářecích částí formy jsou chlazené. Je proto třeba brát ohled na rozdíly v teplotní roztažnosti. Praktické řešení závisí na konstrukčním principu a délce vtokových kanálů. Jsou-li vtokové kanály dlouhé, je nutné konstrukčně řešit rozdíly v roztažení kupř. tím, že se použije pevných vtokových částí ve formě, které jsou spojeny s pohyblivými částmi v horkém rozváděči. U konstrukcí s tuhými tryskami nebo tryskami s jehlovými uzávěry je třeba brát vždy ohled na rozdíly v tepelném roztažení.

5.3 T e m p e r a c e f o r e m

Dokonalé řešení temperace vstřikovacích forem je velmi důležitým faktorem, který ovlivní nejen kvalitu hotového výrobku, ale podstatným způsobem i délku pracovního cyklu a tím i výkon. Potřebná doba chlazení je ovlivněna rychlostí odvádění tepla, které bylo přivedeno do tvářecí části formy. Rychlost odvádění závisí na teplotní vodivosti plastu, na převodu tepla z taveniny do povrchu dutiny formy, na vedení tepla ocelí formy a na převodu tepla do chladicí kapaliny. Vyjdeme-li z předpokladu, že druh a typ používaného termoplastu na vstřikování uzávěrů je dán technickými podmínkami a konstrukční materiál formy byl vhodně zvolen i s ohledem na teplotní vodivost, dojdeme k závěru, že dobu chlazení můžeme ovlivnit jedinečně teplotou chladicí kapaliny a správnou konstrukcí a provedením temperačního systému formy.

Množství tepla přivedené do tvářecí části formy s teplým termoplastem musí být odvedeno chladicí kapalinou, aby výstřik ztuhl. Při plnění dutiny formy odevzdává tavenina část svého tepla již cestou. Toto množství tepla je závislé na tloušťce stěny výstřiku, na délce dráhy toku taveniny a na plnicí rychlosti. V místech kudy protéká tavenina se přivádí větší část tepla, proto musí být z míst přívodu taveniny zajištěn intenzivnější odvod tepla. Dále musí být k dispozici větší množství chladicí kapaliny v místech, kde má výstřik tlustší stěny, což lze zajistit větší chladicí plochou. Chladicí systém formy se proto rozděluje na několik teplotně regulovaných obvodů.

5.3.1 Určení doby chlazení výstřiku pomocí nomogramu /7/

Čas potřebný pro celkové chlazení lze zjišťovat z nomogramu podle obr. P 10, který graficky vyjadřuje vztah:

$$\tau_{chl} = \frac{S^2}{\pi^2 a} \ln \left(\frac{4}{\pi} \frac{v_e - v_w}{v_s - v_w} \right) \quad (5.3.1 - 1)$$

kde: S síla stěny

v_s ... teplota výstřiku při vyhazování /°C/

v_w ... teplota formy /°C/

v_e ... teplota taveniny /°C/

Vztah (5.3.1 - 1) byl odvozen z podmínek sdílení tepla pro nestacionární děje.

Teplotní vodivost "a" je charakteristickou veličinou pro nestacionární sdílení tepla.

$$a = \frac{\lambda}{c \rho} \quad /cm^2/sec/ \quad (5.3.1 - 2)$$

kde: λ tepelná vodivost PH $/cal/cm \sec ^\circ C/$

c specifické teplo PH $/cal/g ^\circ C/$

ρ měrná tíha $/g/cm^3/$

Protože všechny veličiny λ, c, ρ jsou závislé na teplotě, je i teplotní vodivost "a" funkcí teploty. Aby ji bylo možné ve výpočtu prakticky použít s přijatelnou přesností, je třeba zjistit její průměrnou hodnotu v intervalu teplot <teplota taveniny, teplota vyjímání výstřiku z formy>. (S rostoucí teplotou hmoty teplotní vodivost "a" klesá.)

Na nomogramu je naznačen následující příklad:

materiál polystyren, tloušťka stěny 2 mm, číslo teplotní vodivosti pro polystyren $a = 1,22 \cdot 10^{-3} /cm^2/S/$

$$\nu = \frac{\nu_s - \nu_w}{\nu_e - \nu_w} = \frac{40 - 25}{200 - 25} = 0,09 \quad (5.3.1 - 3)$$

Spojíme-li tloušťku stěny výstřiku 2 mm s $\nu = 0,09$

a průsečík této spojnice se "Zapfenlinie" spojíme s $a = 1,22 \cdot 10^{-3}$, pak průsečík této spojnice s časovou stupnicí tk udává čas ochlazení 8 sec.

5.3.2 Kontrola účinnosti chlazení formy

Chlazení výstřiku ve formě je děj nestacionární. Pro rychlou kontrolu a orientační výpočet účinnosti chlazení formy lze však provést zjednodušení, nestacionární děj nahradit stacionárním a postupovat takto /6/:

- rozčleníme výstřik na pásma se stejnou tloušťkou stěny;
- rozmístíme chladicí kanály tak, aby v pásmech stejné tloušťky stěny výstřiku vytvářely uzavřený systém a aby účinný povrch

chladících kanálů měl pokud možno stejnou plochu, jako plocha určená ke chlazení;

c) empiricky zjistíme přibližné množství chladicí kapaliny, které je možné vysílat do daného chladicího systému za jednotku času;

d) vypočteme množství tepla, které může odvést tato kapalina, přičemž rozdíl mezi vstupní a výstupní teplotou kapaliny nemá překročit 3 až 5°C

$$Q_K = m \cdot c \cdot \Delta t_K \quad / \text{kcal/hod.} / \quad (5.3.2 - 1)$$

kde: m průtočné množství kapaliny /kg/hod./

c spec. teplo chladicí kapaliny /kcal/kg °C/

Δt_K ... rozdíl mezi výstupní a vstupní teplotou kapaliny /°C/;

e) vypočteme množství tepla odvedeného vzduchovou spárou vzniklou smrštěním hmoty při chladnutí

$$Q_v = \lambda_v \frac{F}{d_v} \Delta t_v \quad / \text{kcal/hod.} / \quad (5.3.2 - 2)$$

kde: λ_v součinitel tepelné vodivosti vzduchu
/kcal/m hod.°C/

F plocha části výstřiku s největší tloušťkou stěny /m²/

d_v šířka vzduchové spáry /m/

Δt_v rozdíl teplot povrchu výstřiku a formy /°C/;

f) vypočteme množství tepla odvedeného ocelí od povrchu dutiny formy k vrtání chladících kanálů

$$Q_o = \lambda_o \frac{F}{d_o} \Delta t_o \quad / \text{kcal/hod.} / \quad (5.3.2 - 3)$$

kde: λ_o součinitel tepelné vodivosti oceli
/kcal/m hod.°C/

F účinný povrch chladících kanálů /m²/

d_o tloušťka stěny formy mezi vrtáním chladicího kanálu a tvářecí dutinou /m/ (odstup kanálů)

Δt_o rozdíl teplot povrchu formy na straně tvářecí dutiny a chladicího kanálu /°C/;

g) Zjistíme množství tepla potřebného k odvedení z výstřiku při dané teplotě zpracování a vyhovující teplotě vyhazování podle diagramu entalpií PH - viz obr. P.91.

h) Porovnáme teplo určené k odvedení s možným odvodem tepla, kterým rozumíme nejnepříznivější hodnotu určenou výrazy d, e, f.

Při teplotách formy pod 40°C by měly být hodnoty možného odvodu tepla za jistý časový úsek a tepla určeného k odvedení přibližně v rovnováze, protože sálání odvodu tepla z formy již nepomáhá. Při teplotách formy nižších než je teplota okolí by měl být možný odvod tepla chladicí kapalinou o 20% až 40% vyšší, neboť dochází k toku tepla z okolí do formy. V tomto případě se vyplatí udělat izolaci formy.

i) Zjistíme přibližnou dobu chladnutí podle vzorce

$$\tau_{chl} = \frac{Q}{Q_{min.}} \quad (5.3.2 - 4)$$

kde: Q teplo určené k odvedení /kcal/

Q_{min} .. minimální hodnota z hodnot Q_k , Q_v a Q_o /kcal/hod./

Tento vztah byl prověřen praxí a je pro přibližný výpočet zcela dostačující.

Na vysvětlenou je však třeba dodat, že vztah (5.3.2 - 4) neuvažuje schopnost vedení tepla v plastické hmotě a lze ho použít pouze pro zjištění množství tepla, které je schopna odvést forma ve vypočteném čase. Aby forma měla dostatečnou chladicí účinnost, musí být tento čas menší, než skutečný potřebný čas chlazení daného výrobku, který lze stanovit pomocí nomogramu popsaného v předcházejícím bodě 5.3.1.

Pro výpočet a konstrukci formy z toho lze vyvodit některé praktické závěry. Aby se Q_k a Q_o nestaly limitujícím činitelem, musíme zabezpečit:

- co největší průřez a povrch kanálů, kterými může proudit dostatečné množství chladicího média

- turbulentní proudění media, aby součinitel přestupu tepla z formy do media byl dostatečně vysoký
- je třeba se vyvarovat míst v chladicím systému, ve kterých by medium ztrácelo rychlost proudění nebo dokonce stálo
- co nejmenší vzájemnou vzdálenost chladicích kanálů, abychom dostali co největší chladicí plochu
- co nejpríznivější odstup kanálů od povrchu tvarové dutiny formy, abychom nesnižovali množství tepla odváděného ocelí Q_0 .

5.3.3 Uspořádání chladicích kanálů

Zatímco chladicí výkon lze určit pomocí rovnic a přibližných výpočtů, lze správné uspořádání chladicích kanálů ztěžít pochytit aritmeticky a volí se prakticky citem.

Jednoduchou pomůckou pro dosahování příznivého uspořádání chladicích kanálů a pro kontrolu účinnosti chlazení je elektrická analogová metoda, při níž je potenciální pole měřeno na elektricky vodivém papíře /8/.

Při značném zjednodušení lze touto metodou zkoumat rovná dvou-dimensionální teplotní pole ve vstřikovací formě. Teplotní pole lze simulovat tak, že kontury výstřiku a chladicích kanálů v průřezu nanese vodivým stříbrem na odporový papír. Ekvipotenciální linie, t.j. čáry se stejným potenciálem napětí, které odpovídají izotermám, se snímají snímačem - viz obrázek P 11. Potenciál ukazuje měřič napětí.

Zjednodušené dvoudimensionální
stacionární teplotní pole
dle Fouriera:

Stacionární potenciální
pole:

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$$

kde: ϑ teplota
x, y souřadnice.

U potenciál

Uspořádání chladicího kanálu je příznivé tehdy, když izotermy, t.j. ekvipotenciální čáry, mají v blízkosti výstřiku pokud možno konstantní vzdálenost od povrchu výstřiku. Pak je zaručeno, že hustota tepelného proudu je všude stejná. V praxi se na rozích a hranách často vyskytuje nestejněměrné ochlazování, protože na konvexní straně rohů výstřiků je nahuštění izoterm a tím dochází k intenzivnějšímu odvádění tepla. Naproti tomu na konkávní straně se zvětšuje vzdálenost izoterm a tím dochází ke snižování chladicího výkonu. Tyto příčiny se nutně projevují především jako vnitřní pnutí, proto je žádoucí, aby podmínky ochlazování byly co nejvyrovnanější.

Ukázky průběhu izoterm při rozdílné vzdálenosti chladicích kanálů ukazují obrázek P 12.

Řešení chlazení u forem na uzávěry s rotujícími tvárníky je zvláště obtížné. Je totiž třeba utěsnit rotující části proti vytékání chladicí kapaliny. V n.p. Plastimat se pro tento účel používaly Gufero kroužky, což není vyhovující, protože v ČSSR nejsou vyráběny pro tlak a agresivní prostředí, které je v chladicí kapalině. Lépe se osvědčuje těsnění O kroužky. Ukázka nepříliš vyhovujícího těsnění je na obr. P 13. Tato komplikace odpadá u forem, které nemají otočný tvárník.

5.4 Odvzdušnění tvarových dutin /3/

Pro splnění podmínky co nejkratší doby plnění dutiny formy musí být forma dobře odvzdušněna. V místech, kde tavenina naposledy vyplňuje dutinu formy, což je nejčastěji v dělicí rovině nebo v místě, kde obtéká překážku, musí být vytvořeny odvzdušňovací kanálky, které vyústí do sběrných kanálků většího průřezu. Hloubka těchto odvzdušňovacích kanálků se pohybuje od 0,02 až do 0,08 mm.

5.5 S t ř e d ě n í a vedení

Tlak, kterého je zapotřebí, aby tavenina vyplnila v co nejkratší době dutinu formy, je závislý na materiálu a tloušťce stěny výstřiku. Rozdíly v tloušťce stěny jsou dány konstrukcí výrobku, avšak v celé řadě případů i u výrobků se stejnou tloušťkou stěny může dojít výrobními nepřesnostmi nebo přesazením tvárníku vůči tvárnici k rozdílnému plnění bočních stěn, začnou působit jednostranné tlaky, které rozdílnou tloušťkou stěn ještě napomáhají. Vstřikovací formy si proto vyžadují dokonalé tuhé středění pomocí kuželových nebo klínových ploch, které musí zabezpečit dostatečné sevření obou polovin formy. Účelné je tyto plochy opatřit výměnnými kalenými lištami, které umožní přesné dolícování stejnoměrné tloušťky stěny. Správné vedení rotujících tvárníků u vstřikovacích forem na uzávěry je obzvláště důležité, neboť na rotující tvárník působí boční síla ozubeného kola nebo hřebenu. Při nesprávném konstrukčním nebo i dílenském provedení formy může dojít k tomu, že se tvárník časem uvolní a vzhledem k tvárnici se jeho osa vychýlí.

5.6 V s t ř i k o v a c í formy na uzávěry s vnitřními závity

Vnitřní závit je v širším slova smyslu vnitřním podkosem, protože závit je zúžením profilu, které brání přímému shození výstřiku z tvárníku.

5.6.1 Vyšroubovací formy

Většina výrobků s vnitřními závity se tváří ve formách, které jsou vybaveny otočnými závitovými tvárníky. Při jejich otáčení se výstřik uzávěru z tvárníku vyšroubuje. Jen výjimečně lze u mělkých a oblých závitů výstřik z dostatečně pružného materiálu strhnout z tvárníku bez vyšroubování.

a) Existují v podstatě tři základní možnosti konstrukce vyšroubovacích forem /9/:

- tvárník se otáčí, aby se výstřík vyšrouboval. Mimoto je třeba uvolnění výstříku napomoci vyhazovákem nebo stírací deskou
- tvárník se nejen otáčí, ale také osově ustupuje. Znázornění je na obrázku P 14 podle /10/.
- otáčí se tvárnice, vtok musí procházet středem pevného závitového tvárníku - viz obr. P 15.

Rychlost vyšroubování výstříku musí být synchronizována s otevíracím pohybem formy.

b) Uspořádání tvářecích dutin lze realizovat v podstatě dvěma způsoby:

- uspořádání na roztečných kružnicích tak, že příslušné pastorky připojené na jednotlivé otočné tvárníky se dají uvádět do pohybu jedním ústředním kolem - viz obr. P 16
- uspořádání v řadách tak, že příslušné pastorky tvárníků jsou otáčeny pohybem ozubené tyče - viz obr. P 17.

c) Pohon vytáčecího systému lze zajistit několika způsoby:

- strojním pohonem, při kterém se využije otevíracího pohybu vstřikovacího stroje. Převod pohybu se odvodí buď od ozubené tyče nebo vícechodého šroubu. Výhodou je automatické vyšroubování při otvírání desek formy, aniž by se tím prodloužil pracovní cyklus stroje.
- hydraulickým nebo pneumatickým pohonem
- elektrickým pohonem.

Poslední dva způsoby vyžadují zvláštní přídavné pohonné jednotky.

d) Dosavadní koncepce forem n.p. Plastimat používá pro uzávěry do průměru 32 mm ustupující rotační tvárníky, pro větší průměry rotační tvárníky bez axiálního pohybu. Převody jsou prováděny pomocí ozubených kol, takže tvářecí dutiny jsou uspořá-

dány na roztečných kružnicích, jak to znázorňuje obr. P 18. U vícenásobných forem toto uspořádání neumožňuje úspěšné vyřešení izolovaného nebo vyhřívaného rozvodu vtokové soustavy pro vstřikování bez vtokových zbytků, u kterých musí být zabezpečena naprosto stejně dlouhá dráha ke všem výstřikům. Ani využití upínací plochy stroje není u tohoto způsobu optimální.

Z těchto důvodů je účelnější konstruovat formy s řadovým uspořádáním tvářecích dutin, s pohybem tvárníků odvozeným od ozubených tyčí, neboť umožňují maximální četnost tvářecích dutin ve formě.

Příklad takového řešení ukazuje obrázek P 19, na kterém je zobrazena dvaatřicetinasobná vyšroubovací forma.

5.6.2 Formy bez vyšroubování

Vyšroubovací mechanismy pochopitelně komplikují konstrukci formy. Snahou proto je vyšroubování odstranit. Mimo již zmíněné strhávání přes závit existuje konstrukce s děleným tvárníkem podle obrázku P 20.

Tento způsob se však v n.p. Plastimat příliš neosvědčil. Vzhledem k tomu, že se tvárník nedá chladit, je výkon z takovéto formy příliš nízký.

Diametrálně odlišné a kvalitativně nové řešení forem na závitové uzávěry poskytuje použití t. zv. rozpínacích tvárníků.

Tento nový konstrukční prvek přináší převrat v tváření výrobků z PH, které mají vnitřní závity, podkoso, výstupky nebo výřezy. Umožňuje automatický provoz a ekonomickou velkoseriovou výrobu. U běžných závitových částí je možné pracovní cyklus zkrátit až o 30%. Při použití pružných rozpínacích tvárníků odpadnou složité vyšroubovací a manipulační mechanismy, ozubené převody a pod., takže se i cena formy podstatně sníží.

Další výhodou rozpínacích tvárníků je:

- a) odpadá pracné a obtížné těsnění chladicí kapaliny rotačních částí při stávajícím způsobu vytáček forem.

S tím souvisí snadnější údržba a oprava forem.

- b) snadnější seřizování tloušťky dna uzávěrů, které je u vytáček forem velmi pracné
- c) do prostorů, které u vytáček forem zabírají vytáček mechanismy lze umístit další tvarové dutiny a tím dosáhnout vyšší násobnosti forem
- d) životnost forem se téměř zdvojnásobí.

5.7 R o z p í n a c í z á v i t o v é t v á r n í k y

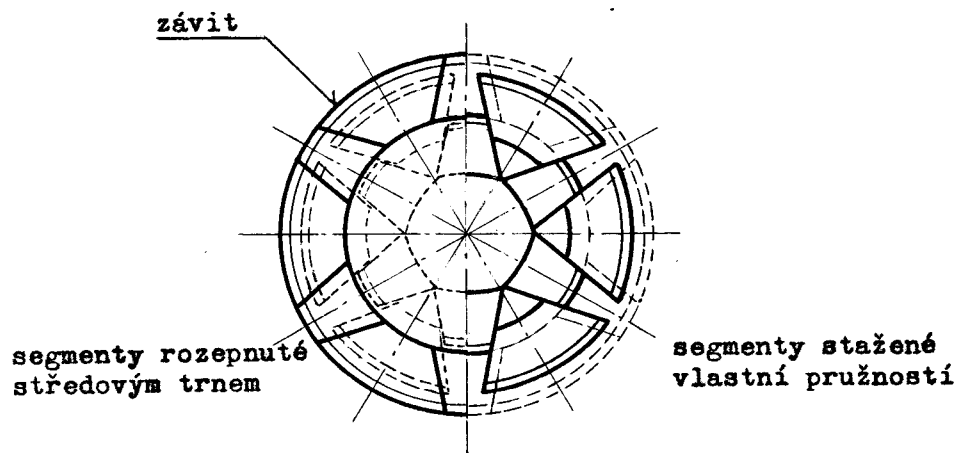
5.7.1 Rozpínací tvárník o průměru větším jak 32 mm /11/

Rozpínací tvárník sestává ze 3 částí:

- a) pružného rozpínacího pouzdra
- b) středového vodícího trnu
- c) pojistného kroužku.

Ad a)

Pružné rozpínací pouzdro je základní funkční částí. Na jeho jednom konci je vytvořen vlastní tvárník. Pouzdro má zvláštní tvar, přibližně polovina se skládá ze serie lícujících svislých segmentů, úplně obklopujících jeho průměr. Segmenty jsou dvojí, široké a úzké a střídají se kolem obvodu pouzdra, jak znázorňuje řez na následujícím obrázku:



obr. čís. 4
Další schema je na obr. P 21.

Segmenty jsou volné na konci, který tvaruje vnitřní závit a v němž je vyřezán profil závitu. Druhé konce segmentů jsou vzájemně spojeny a tvoří část pevného dílu pouzdra. Volné konce segmentů jsou dokonale slícovány s dotykovými plochami sousedních segmentů, takže mezi ně nemůže vniknout žádná tavenina. Vzhledem ke zvláštnímu tvaru a tepelnému zpracování působí segmenty jako listové pružiny s jedním volným a druhým upnutým koncem. Tato vlastnost způsobuje funkční stahování rovněž naznačené na předchozím obrázku.

Ad b)

Vodící trn se pohybuje uvnitř pouzdra a na jeho rozpínacím konci je kužel odpovídající vnitřnímu kuželu vytvořenému na rozpínacím konci pouzdra. Při vstřikování je trn zasunut do pouzdra tak, že segmenty jsou jím rozepruty do pracovní polohy. Po ukončení vstřikování se trn a pouzdro vzájemně posunou tak, že je umožněno samovolné stažení segmentů jejich vlastní pružností.

Ad c)

Úkolem pojistného kroužku, který se posouvá po vnějším průměru rozpínacího pouzdra je napomoci a zabezpečit sevření segmentů pouzdra pro případ, kdyby se nezačaly včas stahovat, kupříkladu v důsledku možné adheze taveniny. Funkce kroužku je zabezpečena tak, že se svým zkoseným okrajem vnitřního průměru opře do vnějších výstupků provedených na segmentech a působí jako vačka tím, že nutí segmenty, aby se stáhly.

Pro úplnost je třeba ještě podotknout, že když je při vyhazování výstřiku vodící trn vytažen, stáhnou se užší segmenty více (na menší průměr) a širší segmenty méně (na větší průměr), jak je výše znázorněno. Tato skutečnost spolu s další nezbytností, kterou je přesný úhel na bocích, umožňuje segmentům pouzdra stahovat se bez namačkání, které by nastalo, kdyby se všechny segmenty snažily stáhnout na stejnou vzdálenost. Užší segmenty svým větším stažením vytvářejí prostor pro stažení širších segmentů.

Schema rozpínacího tvárníku a formy s tímto tvárníkem je na obr. P 21 a P 22.

Rozpínací tvárník je také použit u formy popsané v bodě 6.1, nakreslené na přiloženém výkresu.

Použití těchto tvárnků je možné pouze do průměru 32 mm. Při určité úpravě rozpínacího tvárnku se však využití tohoto vynikajícího principu nabízí i pro menší průměry.

5.7.2 Rospínací tvárník o průměru menším jak 32 mm /námět/

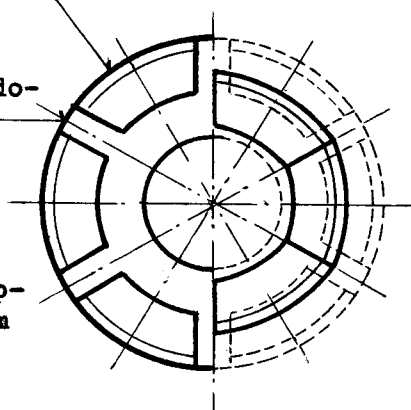
Pokud se spokojíme s přerušovaným závitem, nabízí se jako další zcela nová varianta, dosud nikde nepublikovaná, použití principu rozpínacího pouzdra i na průměry menší jak 32 mm. V tomto případě by pružné rozpínací pouzdro bylo vytvořeno segmenty, které zcela nevyplní obvod, ale zůstanou mezi nimi mezery. V rozepnutém stavu by se do těchto mezer zasunula žebra, vytvořená na středovém vodícím trnu. Tato žebra by také při vstřikování vytvořila přerušování závitů. Mezery mezi segmenty by umožnily jejich stažení při vysunutí středového vodícího trnu jako v předchozím případě. Znázornění je na řezu podle následujícího obrázku:

závit na rozpínacím
pouzdra

žebro na středo-
vém trnu
(bez závitu)

segmenty rozep-
nuté středovým
trnem

segmenty stažené
vlastní pružností



obr. čís. 5

Další princip je obdobný jako v případě 5.7.1.

Aplikací těchto tvárnků by se zcela vyloučilo používání vyšroubovacích forem s jejich dříve popsanými nevýhodami.

5.8 V y t y č e n í nových zásad pro konstrukci vstřikovacích
forem na závitové uzávěry

Na základě doposud získaných praktických zkušeností ze závodů n.p. Plastimat, případně i Lisoven nových hmot, jakož i na podkladě dostupných literárních pramenů lze vytyčit následující zásady pro konstrukci plnoautomatických vstřikovacích forem na závitové uzávěry:

- a) V maximální míře zavádět vstřikování bez vtokových zbytků aplikací dotápěných vyústění vtoků nebo vtoků s jehlovými uzávěry. Umožnit tak spolehlivý třisměnný plnoautomatický provoz, zvýšení výkonu a úsporu materiálu.
- b) Dokonalým řešením chlazení tvarových partií formy zajistit maximální zkrácení pracovního cyklu.
Správnou dimenzí topného systému zajistit zkrácení doby potřebné k jeho ohřátí na pracovní teplotu při zahájení provozu.
- c) Použitím řadového uspořádání tvářecích dutin umožnit splnění bodu a) a zvýšení násobnosti forem.
- d) Pro zvýšení spolehlivosti a životnosti forem, zjednodušení jejich konstrukce, zvýšení násobnosti a výkonu konstruovat formy s rozpínacími tvárníky.

Dlužno však připomenout, že náklady na vícenásobné formy jsou značně vysoké a jejich efektivní využití záleží na velikosti výrobní série. Tato problematika bude rozvedena v dalších odstavcích.

6. N O V Á KONCEPCE FOREM NA ZÁVITOVÉ UZÁVĚRY

- ALTERNATIVA B

S využitím zásad vytyčených v bodě 5.8 lze formy na uzávěry podle provedení odjížděcí části rozdělit do 2 skupin:

- a) Formy řadové vytáčeční pro uzávěry do průměru 32 mm.
- b) Formy s rozpínacími tvárníky pro uzávěry o průměru 32 mm a větším.

Za předpokladu souhlasu zákazníka s použitím přerušovaného závitu bude možné přejít na použití rozpínacích tvárníků i u skupiny a), o což by měl Plastimat intenzivně usilovat.

Jako příklad řešení formy s uplatněním nových konstrukčních zásad uvádím formu na uzávěry o průměru 32 mm. Zvolil jsem ji proto, že je to minimální velikost, u které lze použít rozpínací tvárník dle bodu 5.7.1 a u typizovaných uzávěrů o průměru větším jak 32 mm je na tuto velikost uzávěrů nejvyšší roční požadavek dodávek.

6.1 F o r m a na uzávěry o průměru 32 mm

- viz výkres v příloze.

Popis a funkce formy

Forma je sestavena z typizovaných desek a středících prvků podle připravené podnikové normy n.p. Plastimat. Pevnou část formy tvoří rám 17, vytápěná rozváděcí deska 16, ve které jsou umístěny vtoky s jehlovým uzávěrem ve smyslu bodu 5.1.2 d) a vložková deska s vloženými tvárníci 15. Zdvih uzavírací jehly lze nastavit vymešovacím šroubem 47, uzavírání zajišťuje pružina 46. Vytápění rozvodné desky je zajištěno pomocí topných patron popsanych v bodě 5.1.2 c) - viz obr. P 6, které jsou zasa-zeny do vyvrtaných otvorů. Teplotu lze regulovat pomocí snímače teploty a regulátorem. Pro udržení stálé teploty trysky 38 je kolem ní vytvořen izolační obal z plastické hmoty, který brání

tepelným ztrátám. Přestupu tepla do tvárnice 5 je bráněno vzduchovou mezerou vytvořenou drážkami na tvarové vložce 6. Chlazení tvárnice je provedeno obvodovou chladicí drážkou, ve které je přepážka 49.

V odjížděcí části formy jsou umístěny pružné tvárníky ve smyslu bodu 5.7.1. Tvoří je pružné rozpínací pouzdro 1, středový vodící trn 2 a pojistný svírací kroužek 3. Trn je pevně ukotven v upínací desce 9, rozpínací pouzdro ve vyhazovací desce 12 a pojistný svírací kroužek v pouzdru 20 umístěném ve stírací desce 14.

Otevírání formy začíná v dělicí rovině I. V první fázi nastane sevření rozpínacího pouzdra a uvolnění výstřiku z tvárníku.

V druhé fázi se rozevře dělicí rovina II a nastane setření výstřiku z tvárníku. Rozdělení relativních pohybů jednotlivých částí odjížděcí strany formy na dvě fáze je umožněno středícím pouzdrem 27, v němž je ve výřezu umístěn váleček 48, který na konci první fáze pohybu zapadne do drážky v pouzdru 26. Tento mechanismus je již v n.p. Plastimat vyzkoušen a pracuje následovně:

1. fáze:

Vyhazovací čep stroje působí při otevírání formy na vyhazovací trn 34, který s sebou unáší přes váleček 48 pouzdro 27 a s ním vyhazovací desky 11, 12 a rozpínací pouzdro 1, které se po vyjetí ze středového trnu 2 sevře. Na konci první fáze pohybu zapadne váleček 48 do drážky v pouzdru 26.

2. fáze:

Po zapadnutí válečku vykonává další pohyb pouze trn 34, čep 32 a stírací deska 14, která prostřednictvím kroužků 4 dokončí setření výstřiku. Protože přeběhne o celou výšku uzávěru, nastane bezpečné vypadnutí výstřiku z formy.

Při uzavírání formy nejdříve narazí stírací deska 14 v dělicí rovině I na vložkovou desku 15 a nastávají relativní pohyby v obráceném sledu.

Vrácení desek 12 a 10 a tím i rozpínacího pouzdra 1 do původní polohy zprostředkuje vracecí kolík 31. Pohyb je přenesen prostřed-

nictvím čepu 33 a desky 11 i na pouzdro 27. Rovněž váleček 48 se působením pouzdra dostane do výchozí polohy.

Chlazení tvárníku je provedeno chladicím otvorem vyvrtaným do vodicího trnu 2 s přepážkou 50.

Dokonalé středění formy je zajištěno systémem středících prvků 29, 21, 22, 18. Vyhazovací deska je vedena vodicími sloupky 30.

6.2 Přehled výkonů strojů a forem při uplatnění nových konstrukčních zásad

Jmenovitý průměr mm	Číslo výrobku	Potřeba tis. ks v roce	násob- nost formy	výkon kusů/hod.	VC za 100 kusů Kčs	Výroba zboží Kčs/hod.	Potřeb.čas výr. zař. hod. v roce	Objem výroby zboží tis. Kčs v roce
1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	353 187	34 000	32	7 700	5,20	400	4 420	1 765
	353 188							
20	354 206	1 700	32	5 400	9,65	542	315	165
22	353 226	9 000	24	3 750	9,90	371	2 400	892
	353 228							
24	353 246	10 000	24	3 750	10,70	400	2 670	1 065
	353 248							
28 a	353 286	26 000	24	3 400	14,40	490	7 630	3 740
	353 288							
b	354 306	1 800	24	3 400	13,70	465	530	247
	355 285							
32	353 326	3 000	16	3 500	18,50	648	860	555
	353 327							
36	354 366	2 000	12	1 950	20,20	394	1 025	405

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	353 406	2 000	12	1 500	24,90	373	1 330	498
	353 408							
50	353 506	600	8	1 050	34,30	360	570	206
	353 508							
63	353 636	500	6	750	52,-	390	670	260
	353 638							
Typizované celkem	-	90 600	-	-	-	-	22 420	9 798
Atypické	-	25 820	-	-	11,20	-	-	2 900
C e l k e m	-	116 420	-	-	-	-	-	12 698

Hodinové výkony odvozeny od výkonů nynějších forem jednak s ohledem na zvýšenou násobnost, jednak s ohledem na zkrácení pracovního cyklu (u forem vytáček o 10%, u forem s rozpínacím tvárníkem o 20%). Pro splnění těchto výkonů je třeba zajistit 2 až 4 cykly za minutu. Z toho vyplývá, že u těchto výkonů jsou ještě **rezervy**.

Tříměsíční fond pracovní doby 5 250 hodin za rok.

Podle /L 6/ je životnost kleštinových tvárnků 1 500 tis. otisků.

6.3.2 Odpisy strojů a celkové odpisy zařízení

Jmeno- vitý průměr uzávěru mm	Potřeba strojů na 3sm. provoz kusů	Roční odpis základních prostředků tis. Kčs	Odpis zákl. prostředků na tis. ks uzávěrů Kčs	Celkový odpis výr. prostř. na tis. ks uzávěrů	
				a Kčs	b zvýšený Kčs
1	2	3	4	5	6
18	0,84	33,4	0,99	5,46	-
20	0,06	2,4	1,41	5,88	13,21
22	0,457	15,9	1,77	7,37	-
24	0,508	20,2	2,02	7,62	-
28 a	1,46	58,-	2,23	8,06	-
28 b	0,1	3,97	2,23	8,06	13,08
32	0,164	6,52	2,17	6,49	8,17
36	0,195	7,74	3,87	9,00	11,87
40	0,253	10,05	5,02	10,47	13,52
50	0,108	4,28	7,12	14,34	32,12
63	0,128	5,08	10,15	19,10	38,05
Typiz.	4,28				
Atyp.	1,2				
Celkem	5,48				

Zvýšení odpisu ad b/ při zkrácení odpisové lhůty na 5 let.

6.3.3 Celková pořizovací hodnota strojů a zařízení

a) stroje: CS 371/60	cena	323 tis. Kčs
	montáž	27 tis. Kčs
	celkem	350 tis. Kčs
při třisměnném provozu životnost	9 let	
roční odpis	38,9 tis. Kčs	
celková potřeba strojů	6 kusů	
Pořizovací hodnota strojů		
	s montáží	2 100 tis. Kčs.

VŠST Liberec	- 53	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

b) formy : průměrná cena formy 90 tis. Kčs
potřeba forem 32 kusů
Pořizovací hodnota forem 2 880 tis. Kčs.

6.3.4 Výrobní plochy

Pořizovací hodnota 1 m² výrobní haly 2 700 Kčs.
Životnost 50 let.
Roční odpisová hodnota 1 m² výrobní haly 54 Kčs.

Počet strojů CS 371/160	na 1 stroj		na všechny stroje	
	plocha m ²	roční odpis Kčs	plocha m ²	roční odpis Kčs
6	15	810	90	7 300

Roční odpis z hodnoty stroje a potřebné výrobní plochy 39,7 tis. Kčs.

6.4 Údržba strojů

Velmi zhruba lze odhadnout roční náklady na údržbu při třísměnném provozu:

6% z hodnoty základních prostředků, t.j. 126 tis. Kčs
20% z odpisů základních prostředků 47 tis. Kčs
Celkem náklady na opravy a údržbu 173 tis. Kčs.

6.5 Elektrická energie

CS 371/160	Instalovaný příkon kW	Využití %	Spotřeba kWh/hodin
motor šneku	7,5	30	2,3
motor čerpadla	30,-	45	13,5
topení	7,6	30	2,3
Celkem 1 stroj	45,1		18,1
Celkem 6 strojů			108,5

VŠST Liberec	- 54 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

Při třísměnném provozu činí spotřeba el. energie

$$5250 \cdot 108,5 = 570 \text{ tis. kWh/rok}$$

$$1 \text{ kWh stojí } 0,294 \text{ Kčs.}$$

Náklad na elektrickou energii činí 167,5 tis. Kčs/rok.

6.6 Pracovní síly a mzdy

nové

Při realizaci koncepce forem a tím zajištění plnoautomatického nepřerušovaného provozu je pro obsluhu 6 strojů zapotřebí

	na 1 směnu	na 3 směny	roční mzdy	
			1 pracovníka tis. Kčs	celkem tis. Kčs
obsluha strojů	2	6	18,8	113,-
seřizovač	1	3	23,4	70,2
údržbář	1	3	24,9	74,7
C e l k e m	4	12		257,9

6.7 Materiál

Při bezvtokovém vstřikování lze ušetřit celou váhu vtoků. Procento technologických zmetků ponechávám stejné, i když by se mohlo snížit vzhledem k nepřerušovanému provozu.

Náklady na materiál se tedy sníží na

$$5270 - 1110 = 4160 \text{ tis. Kčs/rok,}$$

$$\text{což je } 4160000 : 11,40 = 365 \text{ tis. kg /rok.}$$

7. VSTŘIKOVACÍ STROJE

Stávající výroba vstřikovaných uzávěrů se realizuje na vstřikovacích strojích z produkce NDR KuASY 100/125. Pro obnovu a rozšíření výroby mají být zajištěny nové stroje, neboť kapacitní rezervy jsou již vyčerpány nebo budou použity na realizaci jiné výroby. V rámci sjednocení typů strojů v n.p. Plastimat mají být pořízeny stroje řady CS z n.p. TOS Rakovník.

7.1 Univerzální vstřikovací stroje CS z n.p. TOS Rakovník -----

Nevýhodou použití univerzálních strojů ve velkoseriové výrobě je, že nelze ekonomickým způsobem využít všech jejich parametrů. V případě plnoautomatizované výroby vstřikovaných uzávěrů je pro určení velikosti stroje kritickým parametrem uzavírací zdvih. Vytáčecí formy i formy s rozpínacími kleštinovými tvárníky a vytápěnými rozváděcími hlavami vyžadují značnou stavební výšku formy, která si vynucuje použití strojů velikosti CS 371/160, i když by všechny ostatní parametry u stroje o 1 stupeň menšího, t.j. CS 195/100, byly zcela dostačující /12/. Některé světové firmy vyrábějí stroje ve dvou variantách ve stejné velikosti:

- a) velká upínací plocha, velký tlak, malý zdvih
- b) menší upínací plocha a menší tlak, větší zdvih.

Z devizových důvodů není možné uskutečnit dovoz těchto strojů. Bylo by však účelné s n.p. TOS Rakovník projednat možnost úpravy stroje CS 195/100 a zvýšení jeho uzavíracího zdvihu. Výrobu uzávěrů by pak bylo možné efektivnějším způsobem realizovat na těchto strojích.

7.2 J e d n o ú č e l o v é vstřikovací stroje - - - - - s rotační hlavou -

7.2.1 Francouzská firma Sté ROTOJET PARIS Xe vyvinula speciální stroje s rotační hlavou /13/. Na otočné upínací hlavě je připevněno 6 jednoduchých jednonásobných vstřikovacích forem, které se s touto hlavou otáčí.

Stroje jsou určeny pro vstřikování jednoduchých výrobků rotačních tvarů, jak názorně ukazuje obrázek P 1. Jednúčelnost zde tedy není dána jedním výrobkem nebo jedním druhem, ale poměrně širokou škálou výrobků.

Výrobce dodává ke stroji jako zvláštní příslušenství vyšroubovací přípravky na výrobu výstřiků se závitem. Pro výrobu uzávěrů přichází v úvahu stroje 2 velikostí T 5 a T 12. Stroje pracují plnoautomaticky a jsou poměrně jednoduché konstrukce s úspornými půdorysnými rozměry. Stroj T 5 ukazuje obrázek P 23, na kterém je znázorněn bez krytu i s krytem.

Schema funkce stroje vyplývá z obr. P 24.

Jak je vidět ze znázornění vyšroubovacího zařízení podle obr. P 25, přebírá stroj funkci vyšroubovací formy, přičemž rotující částí je tvárnice. Nespornou výhodou těchto strojů je jednoduchost, malé rozměry a skutečnost, že prakticky odpadá výroba velmi nákladné formy, která se redukuje na jednoduchý tvárník a jednoduchou tvárnici, které se upnou jako hlavice na funkční části stroje. Rotační stroj účelným způsobem odstraňuje časovou ztrátu nečinnosti univerzálních strojů při chladnutí výstřiku. Na tomto stroji se totiž ihned po vystříknutí pootočí výstřik do další polohy a uvolní místo pro vstřikování dalšího výrobku. Zatímco se některé výstřiky chladí, další se již vstřikují.

Podle prospektu firmy dosahují stroje asi tyto hodinové výkony:

uzávěr o váze g	stroj	výkon ks/hod.
2 - 5	T 5	1200 - 1800
5 - 8	T 12	1300 - 1500

Ceny strojů podle údajů z roku 1969:

T 5 s příslušenstvím	49 700 F frs, t.j.	311 860 Kčs
T 12 s příslušenstvím	70 350 F frs, t.j.	441 000 Kčs.

7.2.2 Stroje založené na stejném principu, t.j. s formami vykonávajícími rotační pohyb s revolverovou hlavou, dodává také firma NOTHELPER z NSR /14/. Pro typ stroje P 25 N ve svém prospektu uvádí výkon 30 až 40 vstřikovacích cyklů za minutu, což by znamenalo 1 800 až 2 400 vstřiků za hodinu. Jsou to výkony vyšší než udává firma ROTOJET.

Vzhledem k tomu, že však neznám pořizovací hodnotu stroje a další údaje, nemohu provést ekonomický rozbor použití těchto strojů, na které by bylo zapotřebí opatřit nabídku a další podklady.

8. PŘEHLED VÝKONU, PRACOVNÍCH SIL A PROSTŘEDKŮ
PŘI POUŽITÍ JEDNOÚČELOVÝCH STROJŮ S ROTAČNÍ HLAVOU

- ALTERNATIVA C

8.1 Výrobní prostředky

Uzávěr	stroj				potřebná výrobní stroje		Roční odpis		Odpis ZP		formy		Celkový	
	jmeno- vity průměr mm	váha tis.kusů g	potřeba tis.kusů za rok	typ	výkon kusů/hod.v r.	čas hod.v r.	potřeba výrobní stroje	základ. prostř. tis.Kčs	odpis na tis. ks uzáv. Kčs	na tis. ks uzáv. Kčs	poč. sad	odpis na tis. ks uzáv. Kčs	odpis na tis. ks uzáv. Kčs	odpis na tis. ks uzáv. Kčs
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	2,0	34 000	T 5	1 700	20 000	3,81	136,-	4,00	5	1,12	5,12	1,12	5,12	5,12
20	2,8	1 700		1 600	1 060	0,20	7,1	4,18	1	1,12	5,30	1,12	5,30	5,30
22	3,0	9 000		1 500	6 000	1,15	41,8	4,53	2	1,67	6,20	1,67	6,20	6,20
24	3,5	10 000		1 400	7 150	1,36	48,2	4,82	2	1,67	6,49	1,67	6,49	6,49
28 a	3,7	26 000		1 300	20 000	3,8	131,2	5,03	4	2,22	7,25	2,22	7,25	7,25
28 b	3,9	1 800		1 250	1 440	0,27	9,6	5,33	1	2,22	7,55	2,22	7,55	7,55
32	4,5	3 000		1 200	2 500	0,48	17,1	5,70	1	2,22	7,92	2,22	7,92	7,92
Typiz.			T 5		59 390	11,10			16					
36	5,0	2 000		1 400	1 430	0,27	13,6	6,80	1	2,78	8,58	2,78	8,58	8,58
40	6,0	2 000		1 300	1 540	0,29	14,6	7,30	1	2,78	10,08	2,78	10,08	10,08
50	7,0	600		1 250	480	0,09	4,53	7,55	1	3,33	10,88	3,33	10,88	10,88
63	9,0	500		1 200	415	0,08	4,03	8,06	1	3,33	11,39	3,33	11,39	11,39
Typiz.			T 12		3 865	0,74			20					
Atyp.			T 5		16 123	3,07			20					
			T 12		3 765	0,72			20					
Celkem			T 5		75 513	14,17			40					
			T 12		7 630	1,46								

8.1.1 Potřeba strojů pro atypické uzávěry

Jmenovitý průměr mm	Potřeba tis.kusů v roce	Typ stroje	Výkon kusů/hod.	Potřebný čas výrob. zař. v roce	Jmenovitý průměr mm	Potřeba tis.kusů v roce	Typ stroje	Výkon kusů/hod.	Potřebný čas výrob. zař. v roce
10	1 000	T 5	1 800	555	45	2 300	T 12	1 300	1 770
12 a	4 000		1 700	2 350	48 a	120		1 250	96
b	200		1 600	125	b	600		1 250	480
16	50		1 500	34	c	120		1 250	96
22 a	100		1 400	72	56	1 200		1 220	980
b	2 400		1 400	1 720	58	150		1 220	123
32 a	800		1 200	667	60	120		1 200	100
b	1 340		1 200	1 120	90	120		1 000	120
c	6 000		1 200	5 000					
d	1 200		1 200	1 000					
33	4 000		1 150	3 480					
T 5			16 123		T 12			3 765	

8.1.2 Odhad ceny Tk a Tc hlavice

Jmenovitý průměr mm	Cena 6 kusů tvář.hlavice tis.Kčs	Odpis tvář.hlavice na tis.kusů uzávěrů Kčs
A 10,12,16 T 18,20	10	1,12
A 22 T 22,24	15	1,67
A 32,33 T 28,32	20	2,22
A 45 T 36,40	25	2,78
A 48,56,58,60 T 50,63	30	3,33
A 90	35	3,90

Životnost tvář. hlavice 1 500 otisků, t.j. při 6ti hlavících na stroji 9 000 tis. kusů uzávěrů.

8.1.3 Celková pořizovací hodnota strojů a forem

a) stroje:	T 5	: výrobní čas	75 513 hod.
		potřeba strojů	14,17, volím 14
		cena stroje	311,8 tis. Kčs
		montáž stroje	5,2 tis. Kčs
		celkem	317,- tis. Kčs
		při třísměnném provozu životnost 9 let	
		roční odpis	35,2 tis. Kčs za stroj
		pořizovací hodnota	
		strojů s montáží	4 430,- tis. Kčs;
	T 12	: výrobní čas	7 630 hod.
		potřeba strojů	1,46, volím 2
		cena stroje	441,- tis. Kčs
		montáž	9,- tis. Kčs
		celkem	450,- tis. Kčs
		roční odpis	50,- tis. Kčs za stroj
		pořizovací hodnota	
		strojů s montážní	900,- tis. Kčs;
b) tvářecí hlavice:	průměrná cena 6ti kusů		
		tvářecích hlavic	20 tis. Kčs
		potřeba sad tvář. hlavic	40
		pořizovací hodnota tvář. hlavic	
			40.20 = 800 tis. Kčs

8.2 V ý r o b n í p l o c h y

Pořizovací hodnota 1 m ² výrobní haly	2 700 Kčs.
Životnost	50 let.
Roční odpisová hodnota 1 m ² vyr. haly	54 Kčs.

VŠST Liberec	- 61 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

Typ stroje	Počet strojů	na 1 stroj		na všechny stroje	
		plocha m ²	roční odpis Kčs	plocha m ²	roční odpis Kčs
T 5	14	5,5	300	77	4 150
T 12	2	7,-	380	14	1 080
Celkem	16			91	5 230

Roční odpis z hodnoty stroje a potřebné výrobní plochy

T 5 : 35,5 tis. Kčs

T 12 : 50,4 tis. Kčs.

8.3 Údržba strojů

Velmi zhruba lze odhadnout roční náklady na údržbu při třísměnném provozu:

3% z hodnoty základních prostředků, t.j. 160 tis. Kčs

17% z odpisů základních prostředků, t.j. 102 tis. Kčs

Celkem náklady na opravy a údržbu 262 tis. Kčs.

8.4 Elektrická energie

	T 5			T 12		
	instal. příkon kW	využití %	spotř. kWh/hod.	instal. příkon kW	využití %	spotř. kWh/hod.
motor šneku	3	70	2,1	5	70	3,5
motor čerpadla	4	70	2,8	8	60	4,8
topení	2	50	1,0	2,6	50	1,3
Celkem						
1 stroj	9		5,9	15,6		9,6
14 strojů T 5			82,5			
2 stroje T 12						19,2

Při třísměnném provozu činí spotřeba el. energie

5250 . 101,7 = 533 tis. kWh/rok

1 kWh stojí 0,294 Kčs.

Náklad na elektrickou energii činí 157 tis. Kčs.

8.5 Pracovní síly a mzdy

Stroje pracují plnoautomaticky, pro zajištění jejich nepřetržitého provozu by bylo zapotřebí:

	na 1 směnu	na 3 směny	roční mzdy	
			1 pracovn. tis. Kčs	celkem tis. Kčs
obsluha	2	6	18,8	113,-
seřizovač	1,5	4,5	23,4	110,-
údržbář	1	3	24,9	75,-
Celkem	4,5	13,5		298,-

8.6 Materiál

Při tomto způsobu vstřikování sice odpadají rozvětvené vstřikovací soustavy typické pro vícenásobné formy s bodovými nebo tunelovými vtoky, přesto se však potřeba materiálu proti alternativě B částečně zvyšuje o ostříhovaná vtoková ústí. Lze předpokládat, že proti stávajícímu způsobu vstřikování by se potřeba materiálu na vtoky snížila asi na čtvrtinu.

Náklady na materiál

$$5270 - (1110 \cdot 0,75) = 4\,440 \text{ tis. Kčs/rok,}$$

$$\text{což je } 4440000 : 11,40 = 390 \text{ tis. kg /rok.}$$

VŠST Liberec	- 63 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

9. OPTIMALIZACE ALTERNATIV B a C

výsledná ALTERNATIVA D

Z porovnání uvedených hodnot alternativ A, B, C vyplývá, že obojí nová řešení, t.j. alternativa B i C, přinesou proti stávajícímu stavu výroby A podstatné ekonomické efekty, které jsou co do celkové výše přibližně stejné, liší se však strukturou nákladů, což má podstatný význam pro porovnání výhodnosti alternativ B a C vzájemně mezi sebou.

Zatímco u alternativy B jsou kupříklad. nižší investiční náklady než u C, u nákladů na pořízení forem je tomu naopak. Alternativa B by byla nejvýhodnější, ale za splnění velmi důležité podmínky, že požadovaná roční výrobní dávka neklesne pod určitou minimální hranici, která je dána ekonomickým využitím nákladné vícenásobné formy. Uvážíme-li, že pro výrobky spotřebního charakteru je inovační cyklus maximálně 5 let, je tím dána i doba morálního opotřebení formy. Tam, kde životnost formy daná počtem otisků přesahuje tuto lhůtu s ohledem na malou roční výrobní dávku, stává se výroba neekonomickou.

Pro menší výrobní dávky je proto výhodnější alternativa C, u které je náklad na formy asi třetinový proti B a nedochází tak k neekonomickému vázání oběžných prostředků v podobě nevyužitých forem. Nespornou výhodou alternativy C mimo úspory nástrojářské práce také je snadná a poměrně rychlá přizpůsobivost požadavkům trhu, což se příznivě projevuje zejména u atypických uzávěrů, které jsou převážně požadovány v malých dávkách a často se tvarově mění.

Správné rozhodnutí o výhodnosti alternativ B a C nelze učinit pro výrobu všech uzávěrů vcelku, ale musí být s ohledem na požadovanou dávku a životnost formy provedeno pro každý druh uzávěru zvlášť.

9.1 R o z d ě l e n í nákladů podle závislosti na objemu výroby

Podle závislosti na objemu výroby lze výrobní náklady rozdělit na variabilní, které se v časovém úseku mění se změnou produkce a fixní, jejichž objem se ve své úhrnné výši nemění nebo jen nepatrně.

Variabilní náklady tvoří zejména materiál, mzdy výrobních dělníků a energie. Předpokládáme-li, že základní prostředky jsou trvale využity, lze v našem případě jejich odpisy také zahrnout do variabilních nákladů. Vycházím přitom z úvahy, že pokud se na stroji přestane vyrábět jeden výrobek, okamžitě se vymění forma a začne se vyrábět jiný výrobek. Tato úvaha však již neplatí pro vstřikovací formu. Když se přestane vyrábět výrobek, pro který je forma určena, tak zůstane nevyužitá a uložena ve skladu a musí se na daný výrobek stejně odepisovat. Odpis formy je tedy nákladem fixním. Tato skutečnost není v n.p. Plastimat dostatečně respektována. Formy se odepisují podle počtu otisků, čímž se stává, že u malých výrobních dávek zůstávají na skladě ležet nevyužité neodepsané formy, které zbytečně zvyšují objem oběžných prostředků a čekají na odhodnocení nebo jednorázový odpis zbytkové hodnoty.

9.2 P ř í k l a d vyhodnocení výhodnosti alternativy B a C v závislosti na roční výrobní dávce

Jako příklad uvádím zhodnocení pro uzávěr průměru 20 mm.

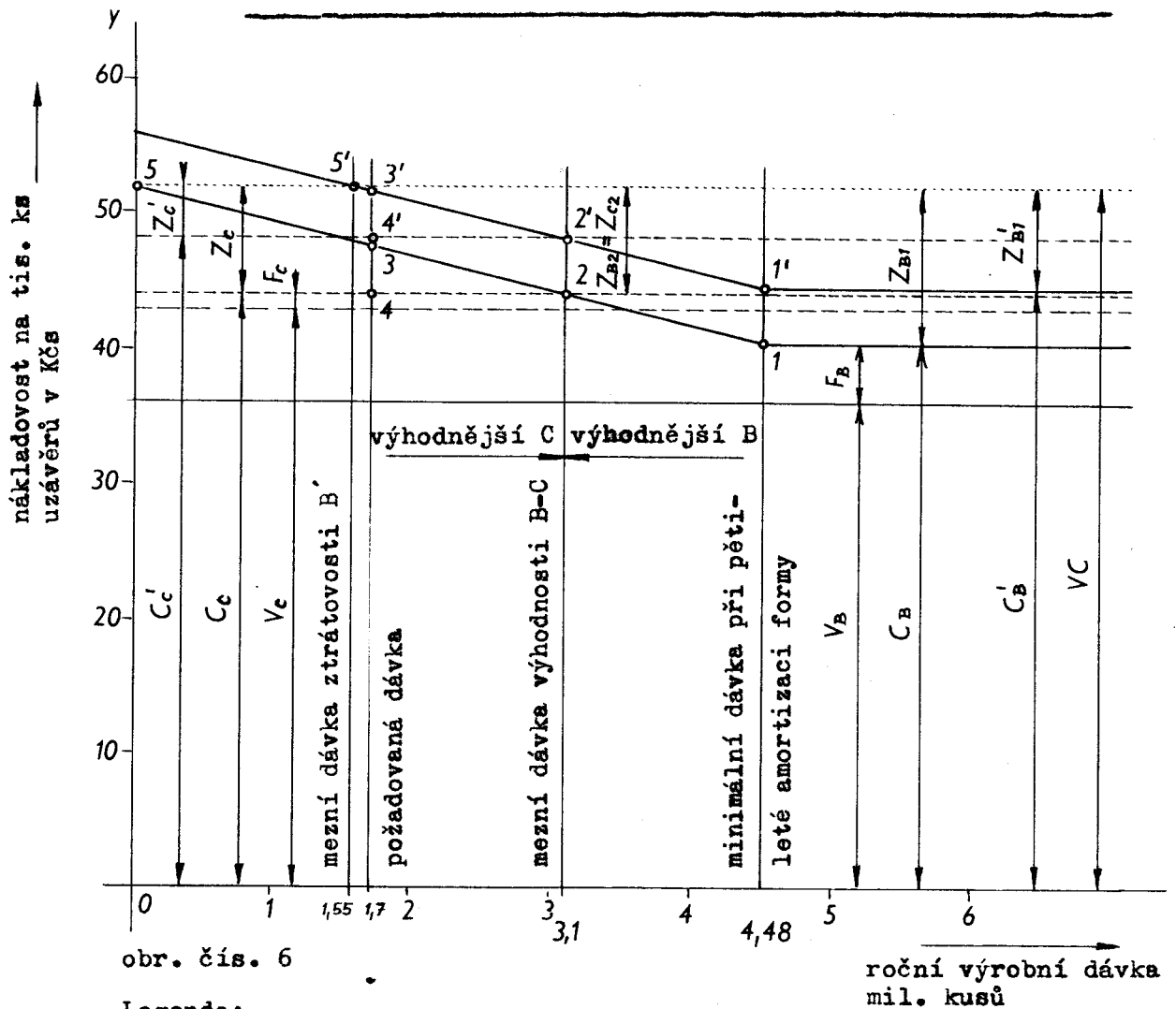
9.2.1 Rozhodující náklady na tisíc kusů uzávěrů průměru 20 mm
v Kčs

Druh nákladu	Alternativa			
	B		C	
	PS (11,10Kčs)	PP (12,70Kčs)	PS	PP
a) Variabilní:				
- materiál (B 2,44 kg C 2,60 kg)	27,10	31,-	28,90	33,-
- mzdy včetně prémie	2,58		3,70	
- 25% přísp.soc.zabezp.	0,65		0,92	
- odpisy zákl. prostř.	2,38		4,18	
- údržba zákl. prostř.	1,73		3,30	
- elektrická energie	1,68		1,96	
Variabilní celkem	36,12	40,02	42,96	47,06
b) Fixní odpis formy:				
b1) Pro větší dávku než minim. při pětileté amort. formy (4480 tis. ks/rok)	4,47		1,12	
b2) Pro požadovanou výrobní dávku (1700 tis. ks/rok)	11,80		1,12	
c) Součet nákladů				
c1) Pro větší dávku jak minimální	40,59	44,49		
c2) Pro požadovanou výr. dávku	47,92	51,82	44,08	48,18
Velkoobchodní cena			52,-	

Odpis vstřikovacích strojů patří v podmínkách n.p. Plastimat do variabilních nákladů proto, že stroje jsou neustále vytíženy tou nebo jinou výrobou. Bylo by tomu tak i u jed noučelových rotačních strojů.

Nejpodstatnější položkou je náklad na materiál. Jednotné ceny pro uzávěry z polystyrenu a z polypropylenu, tak jak jsou nyní v n.p. Plastimat stanoveny, se mi proto nejev í jako správné, neboť polypropylen je dražší a mimo to bude třeba při jeho zpracování použít poněkud delší vstřikovací cyklus s ohledem na dobu chlazení.

9.2.2 Grafické vyjádření závislosti nákladovosti rozhodujících položek na roční výrobní dávce pro uzávěry o průměru 20 mm



obr. čís. 6

Legenda:

VC velkoobchodní cena V variabilní náklady
Z zisk F fixní náklady
C celkové náklady (při zjednodušení je považují za ÚVN)
polystyren bez indexu
polypropylen s indexem

Pro rozbor grafu činím zjednodušující předpoklad, že vyčíslené celkové náklady C jsou rovny úplným vlastním nákladům ÚVN.

Jelikož $Z = VC - \text{ÚVN}$, platí při zjednodušení $Z = VC - C$.

Jsem si přitom vědom, že nemám všechny nákladové položky vyčísleny, jenom položky rozhodující.

Z grafu nákladovosti velmi názorně vyplývá:

- a) Vpravo od bodu 1 (1'), směrem k větším výrobním dávkám, je nákladovost alternativy B nižší než u alternativy C a výroba se uskutečňuje s největším ziskem Z_{B1} (Z_{B1}).
- b) Vlevo od bodu 1 (1'), směrem k menším výrobním dávkám, dochází u alternativy B ke zvyšování odpisů formy a tím i celkových nákladů. V bodě 2 (2') jsou nákladovost a tím i zisk v obou alternativách stejně velké ($Z_{B2} = Z_{C2}$).
- c) Vlevo od bodu 2 (2') je již u alternativy C nákladovost nižší a zisk vyšší než u alternativy B, je proto efektivnější, výrobní dávky nižší než udává tento bod, realizovat podle alternativy C.
- d) Rozdíl souřadnic 3 - 4 (3' - 4') stanovuje rozdíl nákladovosti jednotlivých alternativ pro požadovanou výrobní dávku.
- e) V bodě 5' jsou již náklady na výrobu polypropylenových uzávěrů v alternativě B stejně velké jako velkoobchodní cena, zisk je nulový.
- f) Vlevo od bodu 5' je výroba polypropylenových uzávěrů podle alternativy B ztrátová, neboť náklady jsou vyšší jako velkoobchodní cena.

Na ose x lze k jednotlivým bodům vyčíst odpovídající roční výrobní dávky, na ose y příslušnou nákladovost a zisk na tisíc kusů uzávěrů. V daném případě pro polypropylenové uzávěry:

Bod	Výrobní dávka		nákladovost		Zisk	Kčs/tis.ks
	označení	mil.ks/rok	B	C		
1	minimál.při pěti- leté amort.formy	4,48	44,49		7,51	
2	mez výhodnosti alternat. B-C	3,1	48,18	48,18	3,82	3,82
3	požadovaná	1,7	51,82		0,18	
4	mez ztrátovosti pro polypropylen	1,55	52,-		0,0	

VŠST Liberec		DP ST - 1020/73
Fakulta strojní	- 68 -	KTM

9.3 Výsledná optimální ALTERNATIVA D

Posoudíme-li analogicky jako v bodě 9.2 celý sortiment uzávěrů, můžeme pro jednotlivé druhy stanovit, podle které alternativy je výhodnější s ohledem na výrobní dávku výrobu zajišťovat. Dospějeme tak k optimální výsledné alternativě výroby uzávěrů D, která je vlastně účelnou kombinací alternativ B a C.

9.3.1 Vícenásobné formy na stroje CS 371/160 (podle ALTER. B)

U z á v ě r			F o r m a			Počet strojů kusů
Druh	Jmeno- vitý průměr mm	Potřeba tis. ks v roce	Druh	Násob- nost	Počet kusů	
1	2	3	4	5	6	7
Typ.	18	34 000	V	32	2	0,84
	22	9 000	V	24	1	0,457
	24	10 000	V	24	1	0,508
	28 a	26 000	V	24	2	1,46
	32	3 000	K	16	1	0,164
Atyp.	32 c	6 000	K	16	1	0,37
	33	4 000	K	16	1	0,225
Celkem		92 000			9	4,024

9.3.2 Rotační stroje (podle ALTER. C)

U z á v ě r			S t r o j		F o r m a
Druh	Jmeno- vitý průměr mm	Potřeba tis. ks v roce	Typ	Počet kusů	Počet sad kusů
1	2	3	4	5	6
typ.	20	1 700	T 5	0,21	1
	28 b	1 800		0,27	1
atyp.	10 až 32 mimo 32 c	11 090		1,43	9
Celkem		14 590	T 5	1,91	11
typ.	36	2 000	T 12	0,27	1
	40	2 000		0,29	1
	50	600		0,09	1
	63	500		0,08	1
atyp.	45 až 90	4 730	T 12	0,72	8
Celkem		9 830	T 12	1,45	12

9.3.3 Stroje a formy

a) Stroje CS 371/160 4 kusy à 350 tis. Kčs = 1 400 tis. Kčs

T 5 2 kusy à 317 tis. Kčs = 634 tis. Kčs

T 12 2 kusy à 450 tis. Kčs = 900 tis. Kčs

Celkem 8 kusů 2 934 tis. Kčs

b) Formy na CS 371/160 9 kusů à 90 tis. Kčs = 810 tis. Kčs

na T 5 11 kusů à 15 tis. Kčs = 165 tis. Kčs

na T 12 12 kusů à 30 tis. Kčs = 360 tis. Kčs

Celkem 32 kusů 1 335 tis. Kčs

9.3.4 Výrobní plochy

Typ stroje	Počet strojů	na 1 stroj		na všechny stroje	
		plocha m ²	roční odpis Kčs	plocha m ²	roční odpis Kčs
CS 371/160	4	15	810	60	3 240
T 5	2	5,5	300	11	600
T 12	2	7	380	14	760
Celkem	8			85	4 600

Roční odpisová hodnota na 1 m² výrobní haly činí 54 Kčs.9.3.5 Údržba strojů

Velmi zhruba lze odhadnout roční náklady na údržbu při třísměnném provozu:

4 až 6% z hodnoty základních prostředků, t.j. 145

20% z odpisů základních prostředků, t.j. 65

Celkem náklady na opravy a údržbu 210

VŠST Liberec	- 70 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

9.3.6 Elektrická energie

Typ stroje	Počet strojů	Spotřeba	
		na 1 stroj kWh/hod.	na všechny stroje kWh/hod.
CS 371/160	4	18,1	72,4
T 5	2	5,9	11,8
T 12	2	9,6	19,2
Celkem	8		103,4

Při třísměnném provozu činí roční spotřeba el. energie

$$5250 \cdot 103,4 = 542 \text{ tis. kWh/rok}$$

1 kWh stojí 0,294 Kčs.

Náklad na elektrickou energii činí 159 tis. Kčs.

9.3.7 Pracovní síly a mzdy

	na 1 směnu	na 3 směny	roční mzdy	
			na 1 pracovníka tis. Kčs	celkem tis. Kčs
obsluha	2	6	18,8	113,-
seřizovač	1	3	23,4	70,2
údržbář	1	3	24,9	74,7
Celkem	4	12		257,9

9.3.8 Materiál

Pro tuto alternativu, která je kombinací alternativ B a C se potřeba materiálu proti alternativě B poněkud zvýší

na 370 tis. kg, t.j. 4 220 tis. Kčs.

10. A U T O M A T I C K Á KONTROLA A REGISTRACE CHODU STROJŮ

V současné době se klade nejen důraz na vysokou technickou úroveň strojů a zařízení, ale i na racionalizaci celých provozů v souvislosti s nedostatkem pracovních sil. Hledá se cesta k tomu, aby vysoce automatizované stroje pracovaly bez obsluhy nebo s minimální obsluhou v bezdozorovém provozu. Snahou je doplnit stroj kontrolním zařízením které by úplně nebo částečně nahradilo funkci obsluhy.

Kupř. firma Rafeld KG z NSR vyrábí zařízení pro centrální elektronickou kontrolu produkce. Centrálně počítá výpadkové časy bez registrace příčiny. Funkci stroje nekontroluje.

Maďarský výrobek Prozessograph (Metroimpex) je centrální zařízení ke kontrole skupiny strojů. Má centrální registraci výpadkových časů a ruční zařízení pro určení příčiny poruchy jsou decentralizovány na stroje.

Nejdokonalejší přístroj je KORA 1 firmy Polyplaste Oederan z NDR, který kontroluje funkci stroje, kontroluje produkci a zaznamenává příčiny prostojů. Umožňuje tak bezdozorový provoz strojů. Podle údajů výrobce lze pomocí tohoto přístroje uspořít pracovní síly, zajistit vyšší a stálou kvalitu výstřiků, snížit prostoje a lze také předpokládat lepší využití časů seřizovačů.

V ČSSR je v rámci výzkumného programu STROJPLAST vývojem podobného zařízení pověřeno Výzkumné a vývojové středisko ZMA Ostrov n./Ohří /15/. Přístroj je v podstatě registrační zařízení se zdrojem napětí a obsahuje určitý počet tlačítek. Při stisknutí tlačítka se k zapisovači připojí určité napětí a příslušná stopa určí, které tlačítko bylo stisknuto. Tlačítkům se přiřadí určitý význam, jako např.: nedostatek materiálu, výměna formy, údržbářské práce, oprava, přestávka a pod. Za předpokladu, že obsluha při každé nečinnosti stroje stiskne příslušné tlačítko, dostane na registračním zařízení záznam o práci stroje během celé směny nebo delšího časového úseku.

Automaticky přístroj sleduje pět různých poruch a ukazuje je světelným signálem. Jsou to poruchy hydraulicko-mechanické, elektrické, vysoká teplota, nízká teplota a ochrana formy. Při zjištění

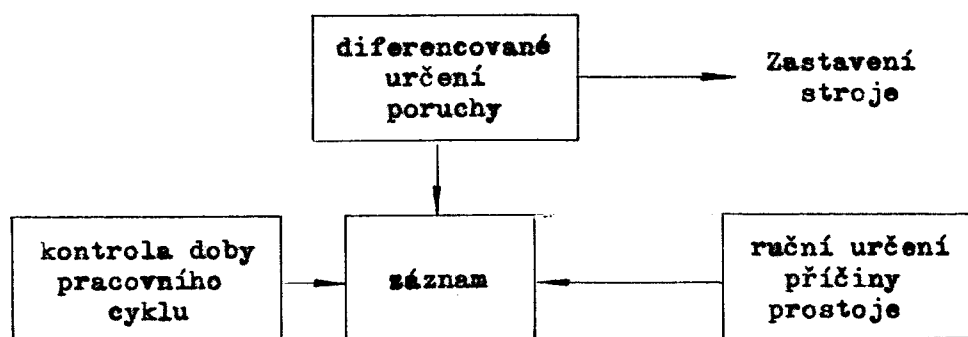
poruchy zasahuje přístroj do činnosti stroje a zajišťuje jeho vypnutí, což má nesmírný význam při automatickém provozu, ve kterém má obsluha na starosti více strojů.

Přístroj také registruje i změny v pracovním cyklu, které byly způsobeny poruchou nebo zásahem nepovolaných osob.

Význam přístroje tedy spočívá v tom, že:

- a) nahrazuje kontrolní funkci obsluhy při automatickém provozu stroje. Obsluha se může vzdalit na delší čas, aniž musí stroj zastavit.
- b) registruje příčiny prostojů stroje, z čehož se pak dají činit organizační a jiné závěry;
- c) registruje dobu pracovního cyklu stroje v procentech původně nastavené doby, což zajišťuje kvalitu výstřiků při optimální produkci.

Přístroj prakticky sestává ze čtyř částí. Je to registrační zařízení pro záznam o provozu stroje, časové relé pro kontrolu doby pracovního cyklu, zařízení pro diferencované určení poruchy a tlačítkové ovladače pro určení příčiny prostoje.



Obr. čís. 7

Konstrukčně je přístroj řešen jako nastavná skříň na stávající ovládací skříně strojů.

Účelem racionální práce strojů je, aby při minimálním počtu pracovních sil byla zajištěna maximální produkce. To je umožněno jednak zařízením pro automatický provoz strojů a dále patřičnou organizací práce, což je nezbytnou podmínkou úspěchu při nasazení registračních a kontrolních přístrojů. V případě automatizovaného vstřikování uzávěrů s pneumatickou dopravou materiálu a mechanizovaným odsunem výrobků jsou všechny předpoklady dobré organizace výrobního procesu. Nasazení kontrolních a registračních přístrojů lze v plném rozsahu doporučit jako vysoce efektivní opatření, které může přinést další úspory pracovních sil proti stavům, které jsou prozatím i ve výsledné alternativě racionalizované výroby v této práci uvažovány.

11. P R O S T O R O V Á S T R U K T U R A V Ý R O B N Í H O P R O C E S U

Prostorovou strukturu výrobního procesu tvoří určité rozmístění výrobních sil. Pohyb pracovních předmětů je určen rozmístěním jednotek výrobního zařízení a směrem a intenzitou toku pracovních předmětů. K zajištění nejlepších hospodářských výsledků je nezbytné dosáhnout dynamického spojení pracovních předmětů a pracovních sil v čase, t. zn. najít pro daný typ výroby nejlépe vyhovující formu organizace výrobního procesu. Při řešení prostorové struktury výrobního procesu je třeba zajistit, aby:

- výroba byla hospodárná
- řízení výroby bylo přehledné
- mezioperační kontrola i doprava byla účelná
- prostředí bylo hygienické
- lidé aby pracovali bez fyzické námahy a pod.

Prostorovou strukturu do značné míry ovlivňuje druh a specializace výroby.

11.1 S t á v a j í c í s t a v

N.p. Plastimat zajišťuje technické výlisky a výstřiky pro strojírenskou kooperaci a výrobky spotřebního charakteru. Většina výrobků dostává ihned po vylisování nebo vystříknutí finální podobu a jen část objemu výroby tvoří výrobky kompletované z několika dílů. I tyto díly jsou však vyrobeny v jediné operaci, t.j. vylisování nebo vystříknutí. Sortiment výrobků je velmi rozsáhlý, často se obměňuje a seriovost se pohybuje od malých přes střední až po velké serie.

Tomuto charakteru výroby odpovídá i prostorová struktura výrobního procesu.

Rozmístění pracovišť není provedeno předmětným způsobem pro výrobu určitých dílů, ale způsobem technologickým. Stroje jsou seřazeny do skupin prakticky podle velikosti, takže tvoří t. zv. vstřikovnu malou, střední a velkou. V řadách strojů jsou vždy střídavě dva stroje postaveny proti sobě tak, aby byla umožněna jedno nebo dvoustrojová obsluha.

Takovéto uspořádání strojů však již není vhodné pro vícestrojovou obsluhu plnoautomaticky pracujících strojů, při které by příslušný pracovník měl pouze procházet mezi stroji a kontrolovat jejich chod a nevyhovuje ani mechanizaci odsunu výrobků, které se doposud plní u strojů do kartonů nebo pytlů a odváží ručně vedenými vozíky.

11.2 R o z b o r možností změny prostorové struktury

Podle výsledné alternativy by pracovišti vstřikovaných uzávěrů měly být 4 stroje CS 371/160 (případně CS 195/100), 2 stroje T 5 a 2 stroje T 12 (nebo stroje jím odpovídající). Stroje by pracovaly plnoautomaticky. Na pracovišti by byly dvě pracovní síly na obsluhu strojů, 1 seřizovač a 1 údržbář.

1 pracovník obsluhy by prováděl dozor a kontrolu správné funkce strojů, druhý pracovník by se věnoval manipulaci s výrobky a jejich odsunu.

Přísun materiálu uvažují pseudopravou.

Pro odsun výrobků od strojů se nabízí několik řešení.

11.2.1 Odsun pásovým dopravníkem

- a) U strojů CS lze pásový dopravník umístit přímo pod formy tak, že se protáhne průběžnými otvory v rámech strojů. Pro 4 různé uzávěry, které by byly na těchto strojích současně vystřikovány by byly na dopravníku vymezeny čtyři dráhy. Na konci zařízení by bylo jednoduché třídící zařízení, které by uzávěry shrnovalo z pásu do připravených obalů. Na dopravníku by také bylo možné provádět vizuální kontrolu uzávěrů. Způsob řešení názorně ukazuje obrázek P 26, na kterém je vyobrazena linka firmy Facon podle /16/.

- b) Další možnost řešení odsunu výrobků poskytují malé boční pásové dopravníky, jak je provádí firma HUSKY dle obrázku P 27 - viz /17/.

Dopravník může vyústit nad boční průběžný sběrný dopravní pás nebo z něho mohou výrobky padat přímo do obalů.

U starých forem, které produkují mimo výrobků i vtokové zbytky, lze dopravníček napojit na třídičku, ve které se automaticky odděluje výrobek od vtokových zbytků. Výrobky propadnou do připraveného obalu nebo na průběžný pás, vtoky spadnou přímo do mlýnku.

11.2.2 Odsun pneumatickou dopravou

Pokud by bylo třeba podle místních podmínek při řešení konkrétního projektu uzávěry dopravovat na větší vzdálenost a přes překážky, jako zdi, dopravní ulice a pod., pak by bylo možné použít pneumatické dopravy. Tento způsob dopravy uzávěrů byl již v n.p. Plastimat vyzkoušen v souvislosti s vývojem pseudopravy vyfukovaných lahví a lze ho obdobným způsobem realizovat. Konkrétní řešení prostorového uspořádání lze řešit jedině při znalosti konkrétních podmínek, jako výrobní plochy, která bude pro tuto výrobu uvolněna, komunikací skladů a pod. Tyto předpoklady prozatím nejsou známy a proto nemohu prostorové uspořádání řešit a zůstávám jen u naznačení možností.

12. P O R O V N Á N Í STÁVAJÍCÍ A NAVRHOVANÉ ÚROVNĚ VÝROBY
PODLE JEDNOTLIVÝCH ALTERNATIV A EKONOMICKÝ ROZBOR

12.1 V y b r a n é u k a z a t e l e

	měrná jednotka		A	B	C	D	úspory A - D	index D, 100 A, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Potřeba uzávěrů	tis.ks/rok			116 420				
2. Výroba zboží	tis.kčs/rok			12 698				
3. Počet strojů	ks		22		16	8	14	36,4
4. Pořizovací hodnota	tis.Kčs		6 050	2 100	5 330	2 934	3 116	48,5
5. Výrobní plocha	m ²		264	90	91	85	179	32,2
6. Pořizovací hodnota	tis.Kčs		713	243	246	229	484	
7. Investiční náklad (součet 4 + 6)	tis.Kčs		6 763	2 343	5 576	3 163	3 600	46,8
8. Počet forem	ks		42	32	40	32	10	
9. Pořizovací hodnota	tis.Kčs		2 940	2 880	800	1 335	1 605	45,3
10. Průměrná doba odpisů	roky		2,1	a) 6,65 b) 3,38	1,5	2		
11. Potřeba materiálu	tis.kg/rok		462	365	390	370	92	80
12. Pracovní síly vstř.	počet		46	12	13,5	12	34	26
13. Spotřeba el.energie	tis.kWh/r. 1 047			570	533	542	505	52
14. Potřeba normohodin na obnovu forem	tis.Nh		21,9	a) 6,8 b) 13,3	8,3	10,3	11,6	47
15. Pracovní síly nástr. na obnovu forem	počet		11	a) 3,4 b) 6,7	4,2	5,1	5,9	53,6
16. Pracovníci celkem (součet 12 + 15)	počet		57	a) 15,4 b) 18,7	17,7	17,1	39,9	30

1 Nh nástrojárny stojí 64 Kčs.

Pro výpočet potřeby nástrojářů jsem vyšel z Nh potřebných na roční obnovu forem, nikoliv z pořizovacích nákladů, které jsou vynaloženy jednorázově.

12.2 V y h o d n o c e n í rozhodujících nákladů
v tis. Kčs/rok

	A	B	C	D	Úspory D-A	Index $\frac{D}{A} \cdot 100$ %	
1	2	3	4	5	6	7	8
17. Materiál	5 270	4 160	4 440	4 220	1 050	80	
18. Mzdy prac.vstř. včetně prémie	896	258	298	258	638	28,8	
19. 25% příspěvek soc. zabezpečení	224	65	74	65	159	28,8	
20. Odpisy forem SDKP	1 400	a) 432 b) 850	533	657	743	47	
21. Odpisy základ. prostředků	446	238	592	331	115	74,2	
22. Údržba základ. prostředků	328	173	262	210	118	64	
23. Elektrická energie	308	168	157	159	149	52	
24. Rozhodující náklady celkem	8 872	a) 5 494 b) 5 912	6 356	5 900	2 972	66	
25. Mzdové fondy nástr.	330	a) 102 b) 201	126	153	177	46,4	
26. Mzdové fondy celkem (součet 18+25)	1 226	a) 360 b) 459	424	411	815	33,5	

U alternativy B: a) bez přihlédnutí k morálnímu zastarání forem
b) se zkrácením doby odpisů forem maximálně
na 5 let.

Vyčísleny byly pouze rozhodující náklady, další nebyly při hodnocení posuzovány, neboť u nich v jednotlivých alternativách nedochází ke změnám nebo zcela nepatrným, což nemá vliv na posuzování alternativ ani na ekonomiku navrženého řešení.

12.3 V y h o d n o c e n í ekonomických ukazatelů

	A	B	C	D	
1	2	3	4	5	6
1. Výroba zboží na 1 Kčs invest. nákladů v Kčs (řádek 2 : řádek 7)	1,88	5,42	2,28	4,08	
2. Produktivita práce na pracovníka vstřik. v tis.Kčs (řádek 2 : řádek 12)	276	1 058	938	1 058	
3. Dtto na pracovníka vstřik. a nástroj. v tis.Kčs (řádek 2 : řádek 16)	223	679	716	743	
4. Rozhodující náklady na 1 Kčs výroby zboží v Kčs (řádek 24 : řádek 2)	0,70	0,46	0,502	0,46	
5. Mzdové náklady prac. vstříkovny na 1 Kčs výr.zb. v Kčs (řádek 18 : řádek 2)	0,071	0,020	0,0235	0,020	
6. Dtto pracovn. vstříkovny a nástrojární (řádek 26 : řádek 2)	0,097	0,036	0,0335	0,032	
7. Spotřeba materiálu na 1 Kčs výroby zboží v Kčs (řádek 17 : řádek 2)	0,415	0,328	0,350	0,332	
8. Spotřeba el. energie na 1 Kčs výroby zboží v Kčs (řádek 23 : řádek 2)	0,024	0,012	0,012	0,012	
9. Potřeba Nh nástrojární pro obnovu forem na tis. Kčs výroby (řádek 14 : řádek 2)	1,72	1,05	0,65	0,81	

12.4 B o d o v é ohodnocení alternativ podle nejdůležitějších hledisek

Pro zhodnocení si volím bodovací tabulku, která rozlišuje váhu důležitosti jednotlivých hledisek.

	Počet bodů za pořadí									
	Pořadí:	1.	2.	3.	4.	5.				
Úspora pracovních sil		6	4,75	3,5	2,25	1				
Úspora investic		5	4,0	3	2	1				
Úspora elektrické energie		4	3,25	2,5	1,75	1				
Úspora materiálu		3	2,5	2	1,5	1				
O b o d o v á n í alternativ :										
	A		B		C		D			
	P	bodů	P	bodů	P	bodů	P	bodů		
Úspora prac. sil	5	1	1	6	4	2,25	3	3,5	2	4,75
Úspora investic	4	2	1	5	1	5	3	3	2	4
Úspora el.energie	4	1,75	3	2,5	3	2,5	1	4	2	3,25
Úspora materiálu	4	1	1	3	1	3	3	2	2	2,5
Celkem	17	5,75	6	16,5	8	12,75	11	12,5	8	14,50
Pořadí alternativ podle bodů	5		1		3		4		2	

P pořadí.

Z bodového ohodnocení vyplývá, že nejvýhodnější by byla alternativa B, pokud by se podařilo výrobu uskutečnit v optimálních dávkách. Vzhledem k tomu, že u atypických uzávěrů zřejmě bude zapotřebí trvale vyrábět i dávky menší, lze doporučit alternativu D jako nejvýhodnější. Nevýhodou alternativy C jsou nejvyšší investiční náklady a devizová náročnost.

12.5 Z á v ě r e ě n ě zhodnocení ekonomických ukazatelů

Z porovnání ekonomických ukazatelů lze vyvodit závěr, že navržené výsledné řešení dle alternativy D vykazuje proti srovnatelné základně alternativy A vysoké úspory investičních nákladů, provozních nákladů, podstatné snížení potřeby pracovníků a to jak při vlastní výrobě uzávěrů, tak při výrobě nástrojů, podstatné snížení spotřeby elektrické energie a v neposlední řadě snížení spotřeby výrobního materiálu.

Výsledná varianta D, která vyplývá ze vhodné kombinace alternativy B a C vykazuje ve všech ukazatelích lepší nebo shodné výsledky s alternativou B kromě ukazatele výroby zboží na 1 Kčs investičních nákladů a spotřeby materiálu na 1 Kčs výroby. Ostatní ukazatelé, zejména produktivita práce, mzdové náklady a potřeba Nh nástrojárny jsou výhodnější podle alternativy D navržené k realizaci.

Doporučení této varianty opírá se zejména o skutečnost, že v n.p. Plastimat se projevuje trvalý nedostatek pracovníků.

Navržené řešení umožní vysoce produktivní a efektivní výrobu uzávěrů a uvolnění pracovních sil ve prospěch plnění jiných úkolů. Racionalizace výroby uzávěrů tak podstatnou mírou přispěje k úspěšnému plnění stále rostoucích výrobních úkolů bez nárůstu pracovních sil.

13. N Á V R H O P A T Ř E N Í A Z Á V Ě R

Výsledná alternativa D je navržena na objem výroby uzávěrů v roce 1975. Další trend výroby není zatím znám, je však jisté třeba počítat s dalším rozvojem výroby uzávěrů, pro kterou si dovoluji doporučit následující opatření:

- a) neakceptovat požadavek závodu Liberec na zakoupení deseti strojů CS 195/100 pro rok 1974;

- b) vzhledem k nevyužití všech parametrů strojů CS 371/160 pro vstřikování uzávěrů je zapotřebí s n.p. TOS Rakovník projednat možnosti úpravy stroje CS 195/100 tak, aby při prodloužení uzavíracího zdvihu bylo možné výrobu uzávěrů realizovat na těchto menších strojích a tím docílit další úsporu investic a výrobních ploch. Podle výsledku jednání zajistit pouze čtyři potřebné stroje.
- c) Pro operativní a efektivní zajišťování výroby menších dávek než t. zv. minimálních je třeba zajistit potřebnou kapacitu jednoúčelových rotačních strojů. Pro rok 1975 je nutno zajistit 2 stroje T 5 a 2 stroje T 12 z dovozu. Pro další rozvoj výroby by však bylo možné, s ohledem na poměrnou jednoduchost, další stroje zajišťovat ve vlastních dílnách a v kooperaci v rámci ČSSR.
- d) Pro konstruktéry forem je třeba stanovit nekompromisní zásadu, že všechny formy musí být navrhovány pro plnoautomatický chod. K výjimkám by mělo dávat souhlas vedení podniku. Při konstrukci forem na uzávěry je třeba uplatňovat zásady vytyčené v bodě 5.8 a provádět optimalizační výpočty ve smyslu bodu 9.
- e) Projednat s odběrateli, zda by souhlasili s dodávkami uzávěrů s přerušovanými závity a tím rozšířit možnost použití nejefektivnějšího způsobu výroby pomocí kleštinových rozpínacích tvárníků i na menší průměry uzávěrů jak 32 mm.
- f) Již při sjednávání zakázek pro výrobu pracovníky obchodního úseku je třeba usilovat o to, aby bylo dosaženo překročení t. zv. minimálních ročních výrobních dávek s ohledem na amortizaci vysoce výkonných, ale drahých forem, neboť jenom v tom případě lze výrobu realizovat nejefektivnějším způsobem. Za tím účelem by bylo vhodné uskutečnit delimitační dohody s ostatními podniky zajišťujícími výrobu uzávěrů, případně i v rámci RVHP.

- g) Sledovat vývoj kontrolních a registračních přístrojů KORA, vyzkoušet je v n.p. Plastimat a uplatnit je i v plnoautomatizované výrobě vstřikovaných uzávěrů.
- h) Výrobu vstřikovaných uzávěrů soustředit v jediném závodě n.p. Plastimat. Je třeba určit konkrétní výrobní plochu, která bude pro tuto výrobu vyčleněna a s přihlédnutím k místním podmínkám vyřešit umístění strojů, přísun materiálu a odsun výrobků ve smyslu bodu 11., ve kterém jsou možnosti řešení pouze naznačeny.

Závěrem bych chtěl vyslovit názor, že tato práce alespoň zčásti ukázala, jak k úspěšnému řešení toho kterého problému je zapotřebí komplexní přístup z technického i ekonomického hlediska. Bylo by asi nerozumné se domnívat, že by mohla nějak zvlášť poradit konstruktérovi forem, jak je má konstruovat, neboť on má ve svém oboru nejlepší zkušenosti. Mohla by však posloužit jako poučení, že každou práci je třeba začínat ekonomickým rozбором a optimalizačním výpočtem, což je prozatím velmi často opomíjeno. V tomto směru nelze spoléhat jen na cit a odhad, neboť může vést k nesprávným závěrům. Tak kupř. již v roce 1969 byl na základě povrchního rozboru a pohledu v n.p. Plastimat učiněn závěr, že nákup jednoúčelových rotačních strojů je neúčelný, protože jsou příliš drahé. Přiznám se, že ještě na počátku této práce jsem byl tomuto názoru také poplaten. Skutečností je, že vzhledem k jednoduchosti, rozměrům a váze stroje je to stroj drahý a mohl by být podstatně levnější. Z porovnání alternativ B a C však vyplývá, že výrobce těchto strojů má velmi dobře vypočítány efekty, které tyto stroje přinesou v oblasti úspor nástrojů a prostojů univerzálních strojů a že si je ze svého hlediska velmi dobře a dá se říci i citlivě zakalkuloval do ceny stroje.

Při této příležitosti vyslovuji poděkování vedení n.p. Plastimat za umožnění dálkového studia a jmenovitě technickému náměstkovi s. ing. Snětivému za ochotné uvolnění ze zaměstnání a poskytnutí studijního volna za účelem vykonání této práce. Potěšením by pro mne bylo, kdyby navržená opatření byla akceptována a v n.p. Plastimat realizována, abych již touto prací začal společnosti splácet úlevy, které mi byly v zájmu mého dálkového studia poskytovány.

P R O H L Á Š E N Í

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedených podkladů a literatury.


N ý v l t Jiří

V Liberci dne 1. července 1973.

VŠST Liberec	- 84 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

14. P Ř E H L E D P O D K L A D Ů A L I T E R A T U R Y

/1/ FIREMNÍ PODKLAD:
Technické přejímací podmínky TPF 16-559-72,
Plastimat n.p. Liberec, 1971.

/2/ FIREMNÍ PODKLAD:
Harmonogram postupného přechodu výroby uzávěrů
ze setů na plasty, Plastimat n.p. Liberec, 1972.

/3/ SBORNÍK PŘEDNÁŠEK:
Nové poznatky o výrobě a konstrukcie forem na spracovanie PH, Dom techniky SVTS Bratislava, 1972.

/4/ MÖRWALD K.:
Heisskanalwerkzeuge, přednáška autora od firmy
Chemische Werke Huls AG, TEI Plastimat n.p., 1971.

/5/ VÝZKUMNÁ ZPRÁVA:
Vývoj miniaturních topných elementů a vývoj elementů
pro regulaci teploty forem při vstřikování TP,
Ústav pro rozvoj GŘ Prago - Union, 1971.

/6/ HARTIG G.:
Werkzeugtemperierung bei der Spritzgussverarbeitung.
Plastverarbeiter 1967: 695 - 706.

/7/ HORNDASCH M.:
Kalkulation von Spritzgussteilen.
Plastverarbeiter 1968: 841 - 850.

/8/ MENGES G., WÜBCHEN G.:
Einfaches elektrisches Analogmodell zur Optimierung
der Kühlkanalordnung in Spritzgiesswerkzeugen.
Plastverarbeiter 1972: 394 - 395.

/9/ PYE R. G. W.:
Injection mould design, Iliffe Books LTD London, 1968.

/10/ FIREMNÍ LITERATURA:
Kunststoff - Verarbeitung im Gespräch, 1 Spritzguss,
BASF AG Ludwigshafen, 1970.

/11/ ANDRAS J.:
A collapsible core. SPE Journal 1967, č. 5: 35-42.

VŠST Liberec	- 85 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM

/12/ FIREMNÍ PODKLAD:

Prospekty strojů n.p. TOS Rakovník, ČSSR, 1973.

/13/ FIREMNÍ PODKLAD:

Prospekty strojů Sté ROTOJET, Paris Xe, Francie, 1969.

/14/ FIREMNÍ PODKLAD:

Prospekt strojů NOTHELPER KG, Ravensburg - Württ, NSR, 1964.

/15/ VÝVOJOVÁ ZPRÁVA:

Studie vyhodnocení přístroje KORA 1.
Výzkumné a vývojové středisko ZMA Ostrov nad Ohří, 1971.

/16/ SMORAWIŃSKI A.:

Technologia wtrysku. Wydawnictwa naukowo-techniczne Warszawa, 1970.

/17/ FIREMNÍ PODKLAD:

Prospekty fy HUSKY Manufacturing & Tool Works Limited, Canada, 1972.

/18/ STOECKHERT K.:

Formenbau für die Kunststoff - Verarbeitung, Carl Hauser Verlag München, 1965.

/19/ GASTROW H.:

Biespiesammlung für der Spritzguss - Werkzeugbau, Carl Hauser Verlag München, 1966.

/20/ FRENKLER D., ZAWISTOWSKI H.:

Konstrukcja form wtryskowych. Wydawnictwa naukowo-techniczne Warszawa, 1971.

/21/ SCHAAF W. - HANNEMANN A.:

Verarbeitung von Plasten, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1968.

/22/ MINK W.:

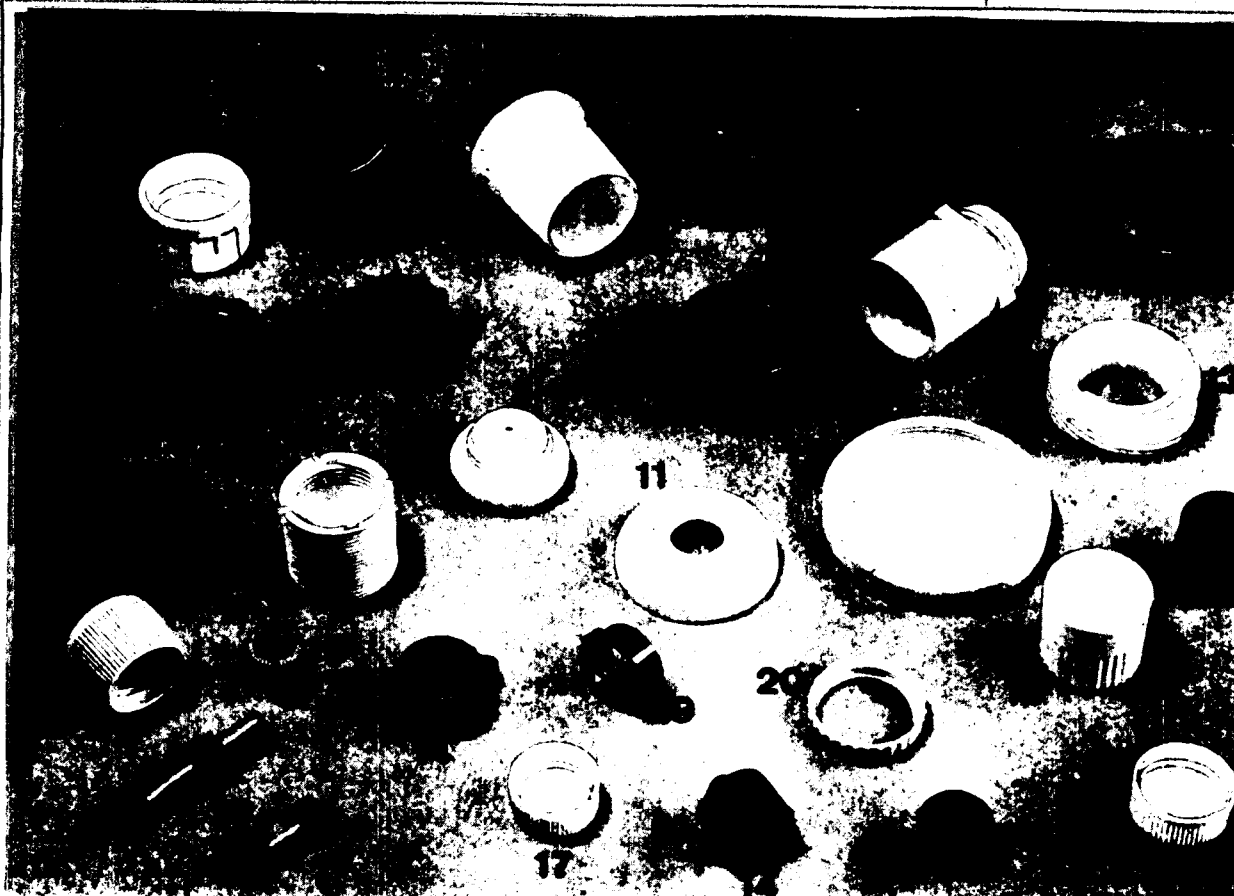
Grundrüge der Spritzgießtechnik, Zechner & Hüthig Verlag GmbH Speyer/Rhein, 1971.

VŠST Liberec	- 86 -	DP ST - 1020/73
Fakulta strojní		KTM
15. <u>PŘÍLOHY</u>		
15.1 <u>Obrázky</u>		
Obrázek číslo:		strana přílohy:
1	Uzávěry a tvarově podobné výrobky	1
2	Bodový čelní vtok	1
3	Rozvětvení vtokové soustavy a tunelový boční vtok	2
4	Vytápěný rozvod vtoků	2
5	Dotápěné vyústění vtoků	3
6	Miniaturní topné tělísko	3
7	Dotápěné vtokové ústí s miniaturním snímačem	3
8	Graf průběhu teploty dotápěného ústí při různých regulacích	4
9	Diagram entalpií PH	5
10	Nomogram pro stanovení doby chlazení výstřiků z PH	5
11	Schema elektrického spínání při simulaci stacionárních teplotních polí	5
12	Ukázky průběhu izoterm při rozdílné vzdálenosti chladičských kanálů	5
13	Těsnění rotujícího tvárníku proti úniku chladičí vody	6
14	Otočný a ustupující tvárník	6
15	Otočná tvárnice	7
16	Převod s ústředním kolem	7
17	Převod s ozubenými tyčemi	7
18	Tvářecí dutiny na rostečných kružnicích	8
19	Dvaatřicetinásobná vyšroubovací forma s tvářecími dutinami v řadách	8
20	Forma s děleným tvárníkem	9
21	Schema rozpínacího tvárníku	10
22	Forma s rozpínacím tvárníkem	10
23	Jednouúčelový vstřikovací stroj s rotační hlavou	11
24	Schema jednouúčelového stroje ROTOJET	12
25	Vyšroubovací zařízení stroje ROTOJET	12
26	Odsun výrobků pásovým dopravníkem	13
27	Boční pásové dopravníky HUSKY	13

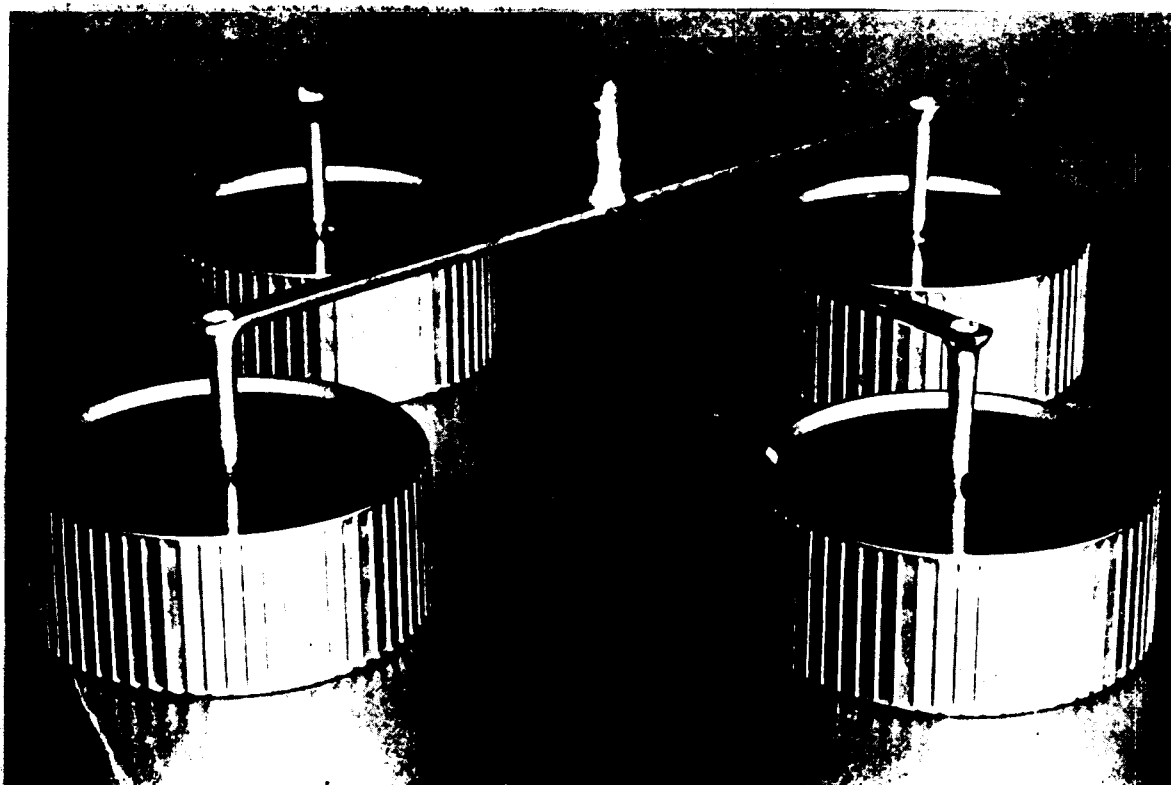
15.2 V ý k r e s šestnáctinásobné formy na uzávěry
o průměru 32 mm

Označení hlavních posic formy:

Pos. čís.	N á z e v	Pos. čís.	N á z e v
1	pouzdro pružné rozpínací	28	pouzdro střední
2	trn středový vodící	29,30	sloupek vodící I, II
3	kroužek pojistný svírací	31	kolík vracecí
4	kroužek stírací	32,33	čep vyhazovací I, II
5	tvárnice	34	trn vyhazovací
6	vložka tvarová	35	rozpěrka kruhová
7,8	kroužek středící I, II	36	doraz
9	deska upínací	37	pouzdro těsnící
10	deska opěrná	38	tryska
11,12	deska vyhazovací I, II	39	podložka
13	deska nosná	40	opěrka
14	deska stírací	41	sedlo pružiny
15	deska vložková	42	pouzdro jehly
16	deska vytápěná	43	kroužek opěrný
17	rám	44	vložka vtoková
18	trubka vodící	45	jehla
19	rozpěrka plochá	46	pružina
20-25	pouzdro vodící I až VI	47	šroub vymežovací
26	pouadro	48	váleček
27	pouzdro středící	49,50	přepážka chlazení I, II.



1



2

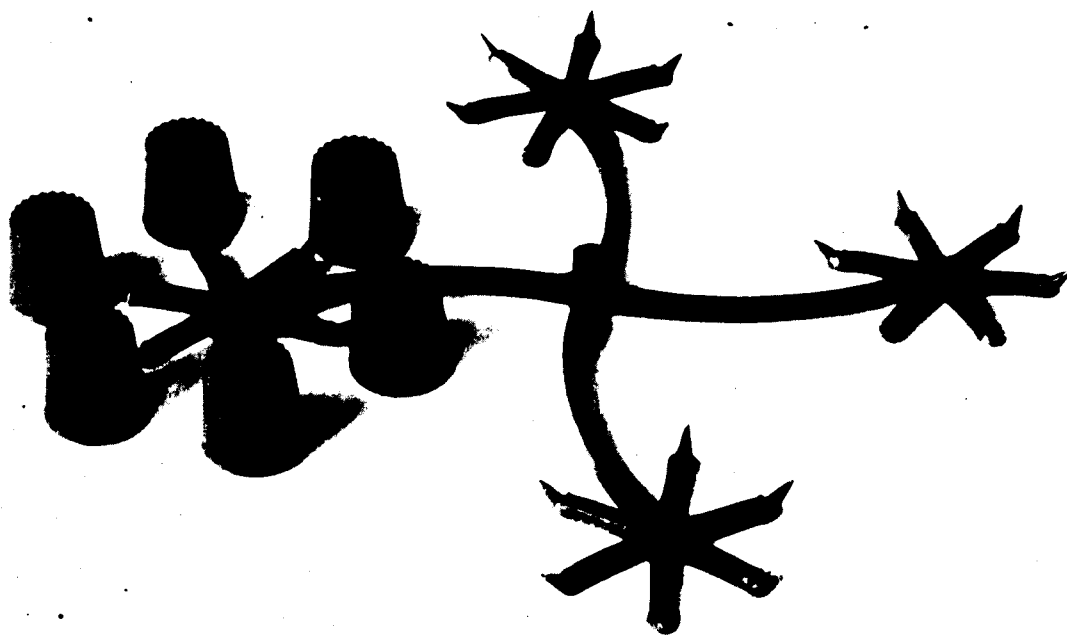
VŠST Liberec

Fakulta strojní

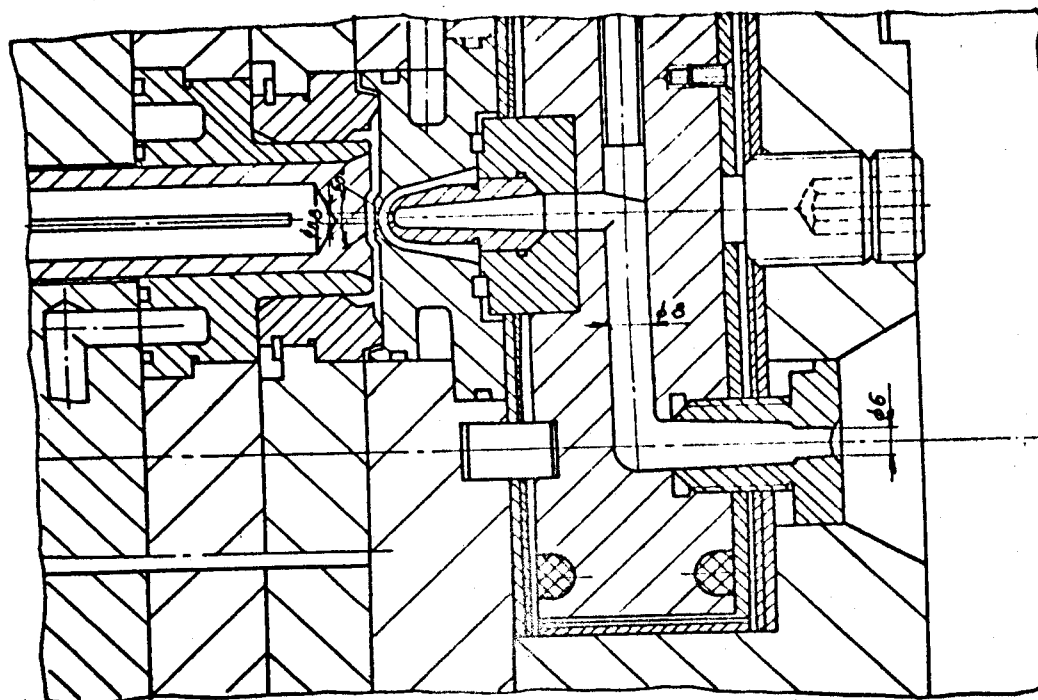
Příloha
- 2 -

DP ST - 1020/73

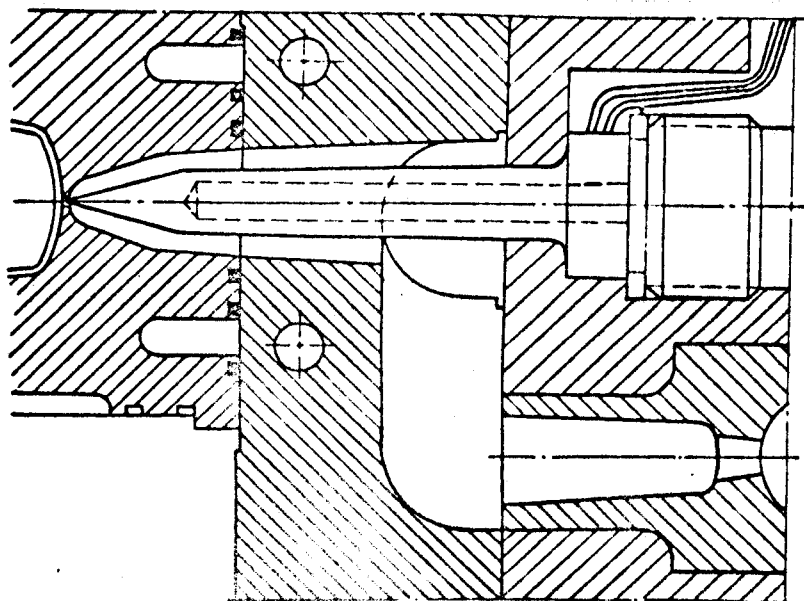
KTM



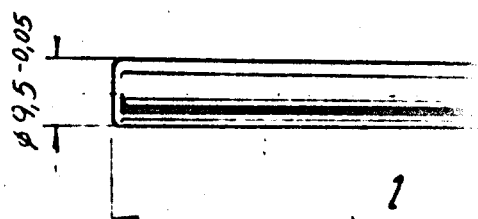
3



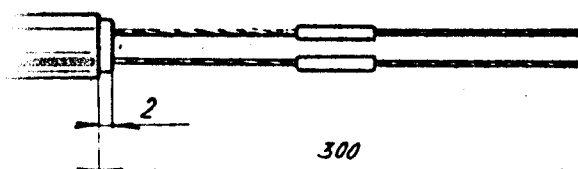
4



5



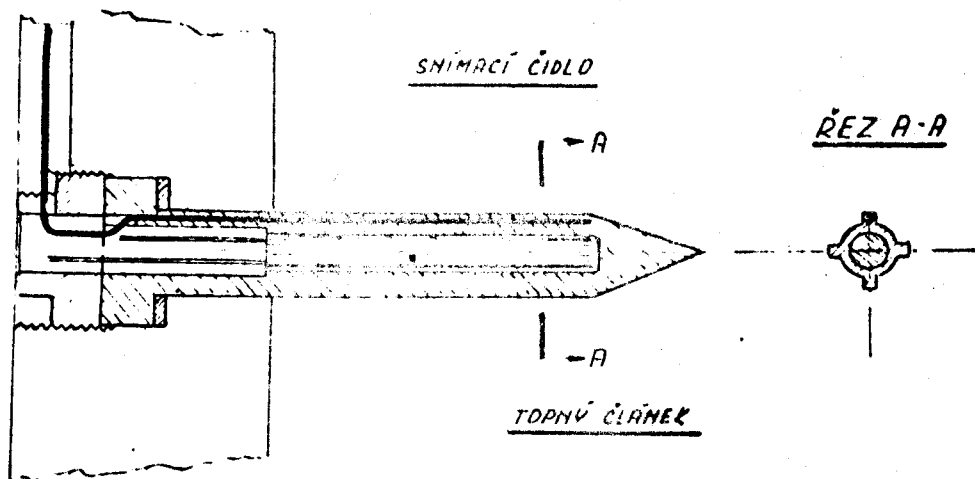
1



2

300

6

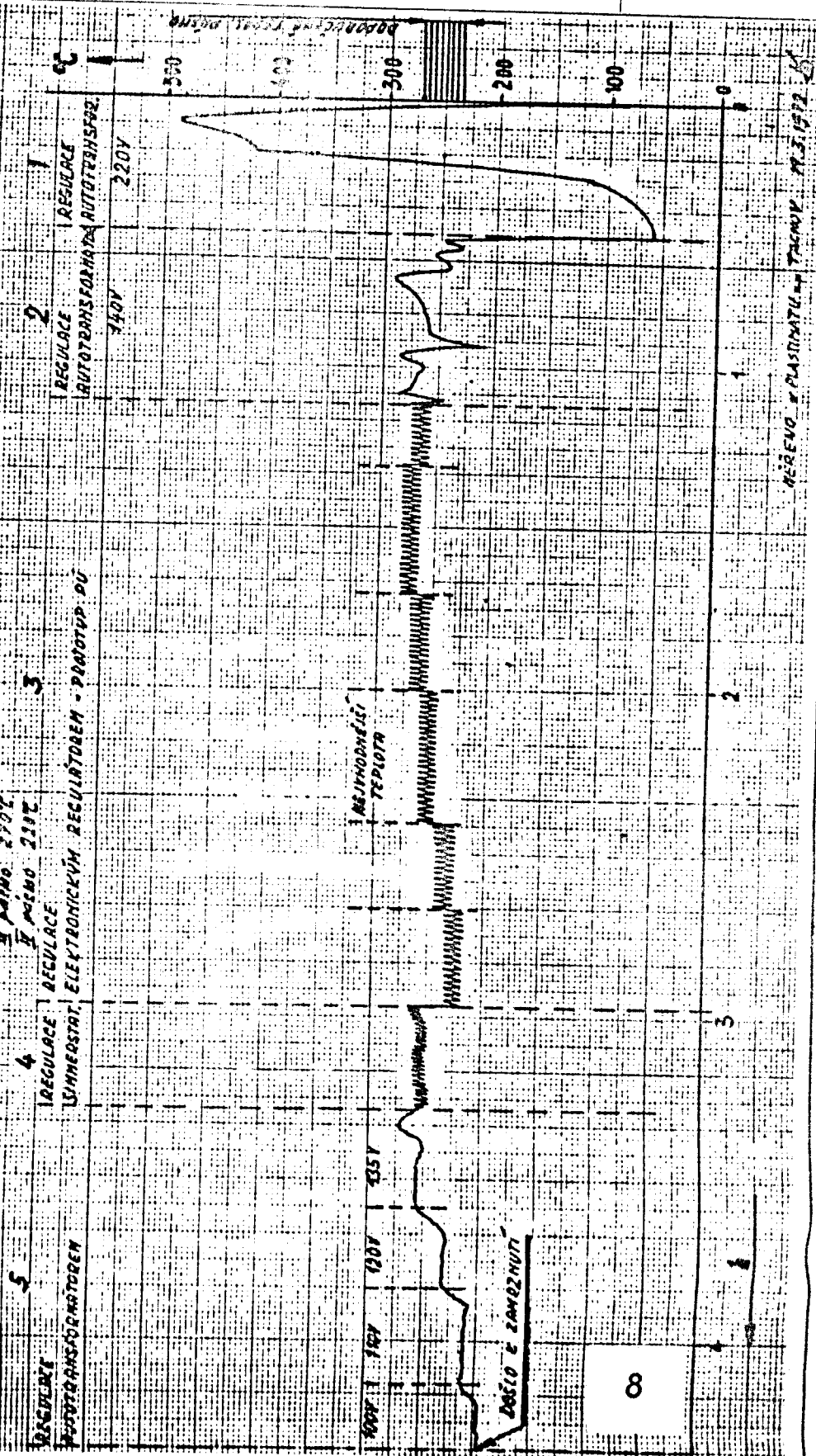


7

GRAFICKÝ PRŮBĚH TEPLOTY PRSTU U PŘITÁPENÉHO VTOKU PŘI RŮZNÉ REGULACI

PLUVIOMETROVA FORMA - DOKUM. MATERIÁL 2114 9001 - ČISTA VÁHA 2650,00g/1000g
PRASTAVENÁ TEMNOTA VESTROVACOVÁ

TERMOCLÁNEK Pá-kú VÍRSINÍ FÉRENY 2,2 \$ mm
DOL ZASUNUT DO TOLÉINÓHO ŽELEZA VÍRSINÍ



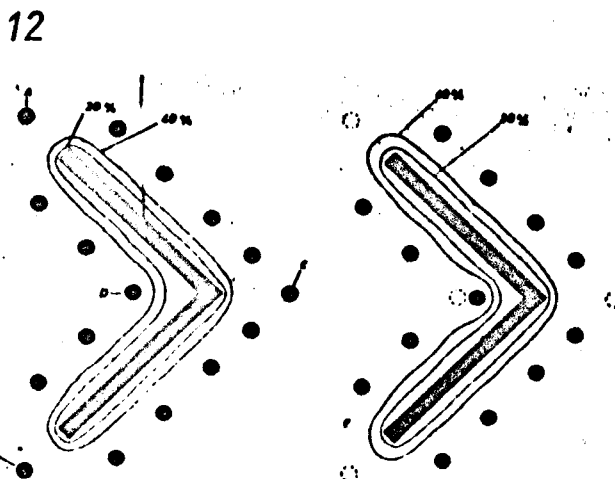
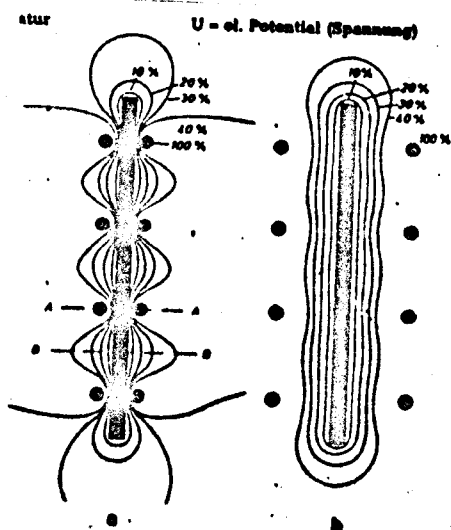
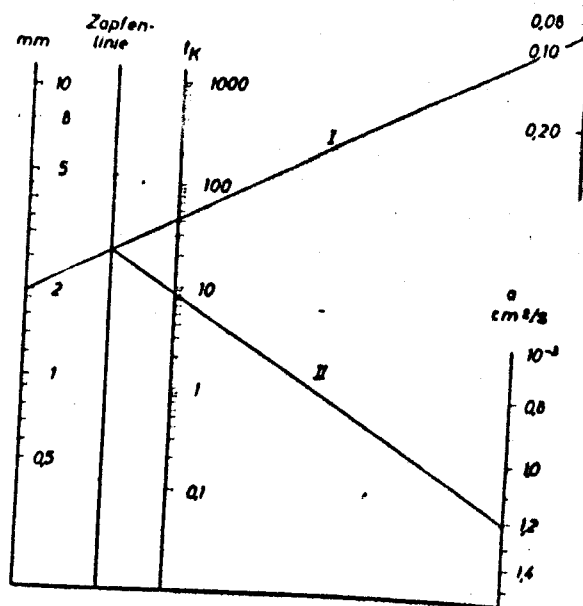
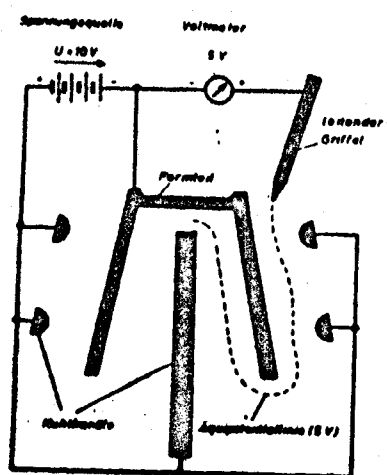
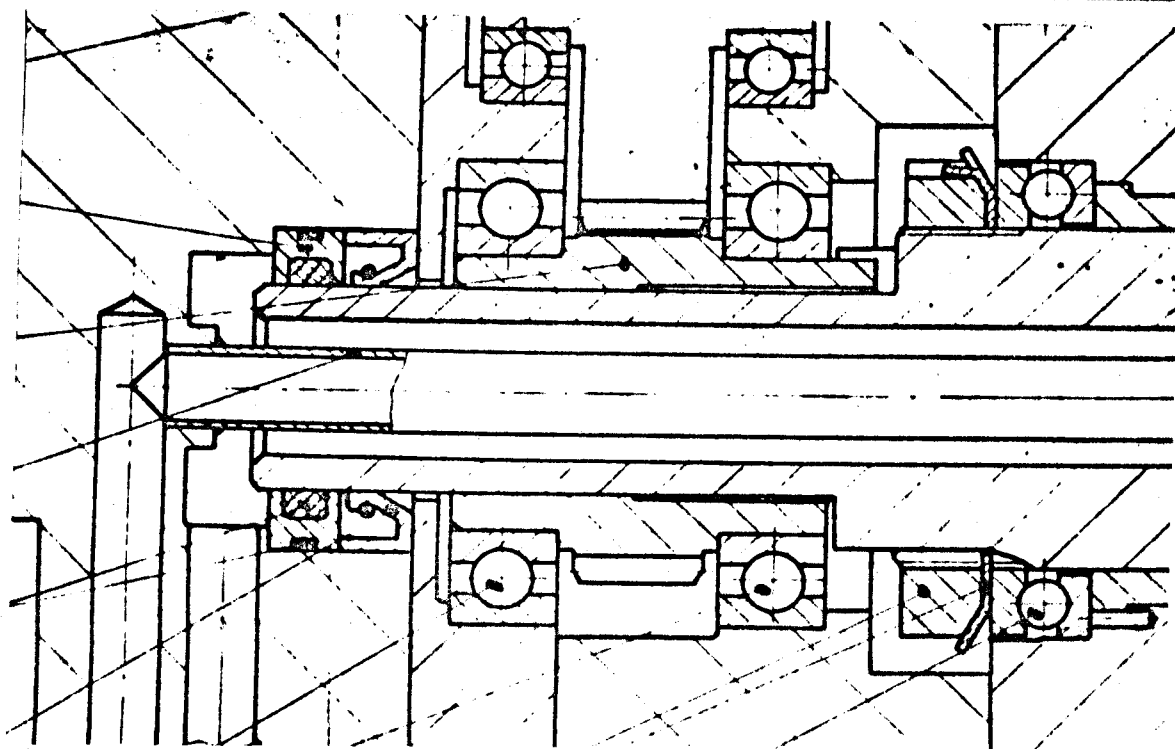
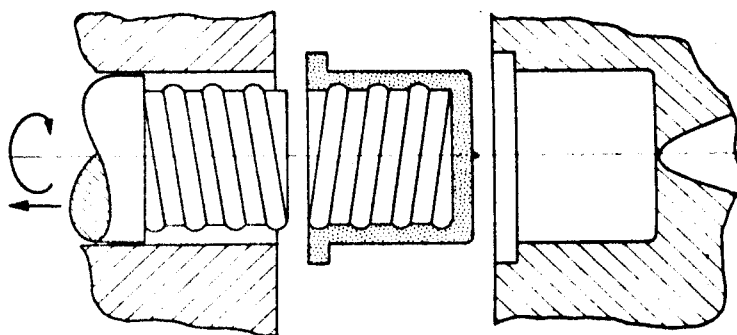
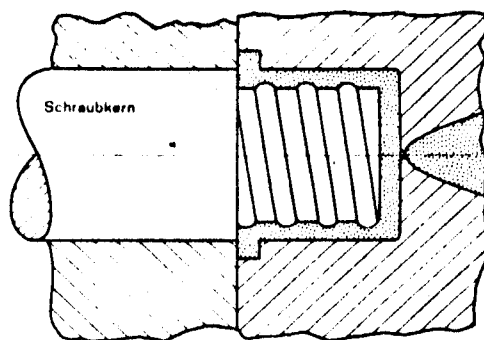


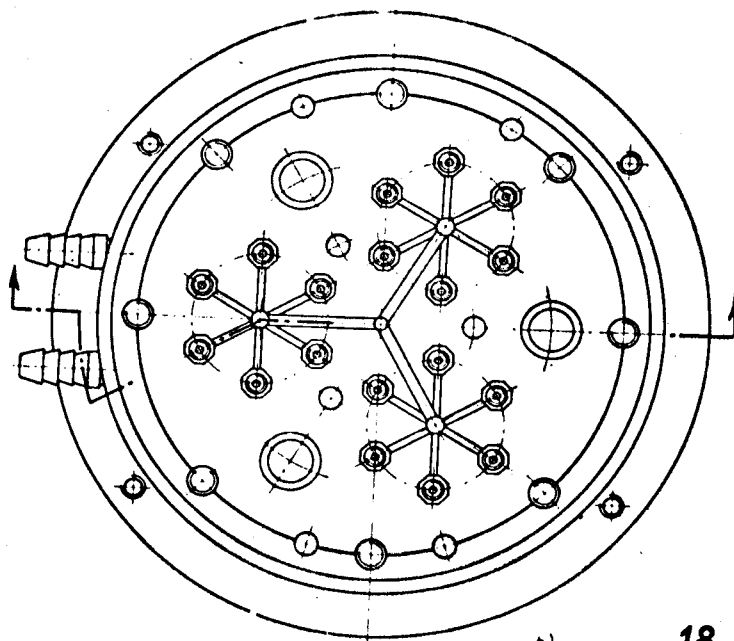
Abb. 4a ungünstige Kälkanalan-
ordnung.

**Abb. 4b günstigere Kühlkanal-
anordnung.**

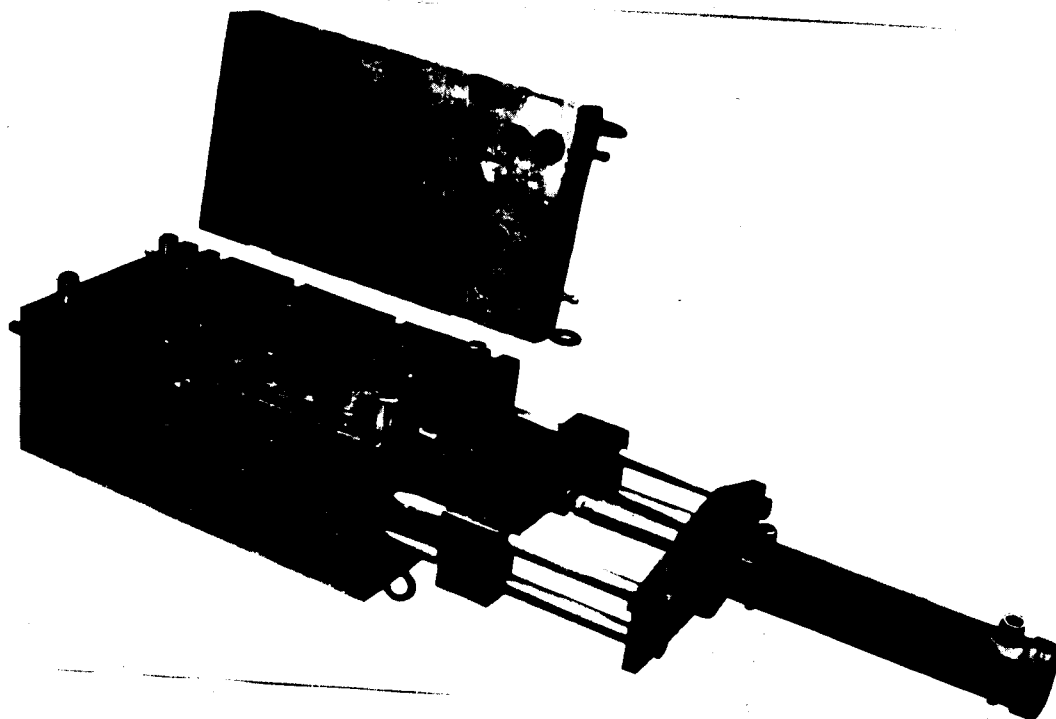


13

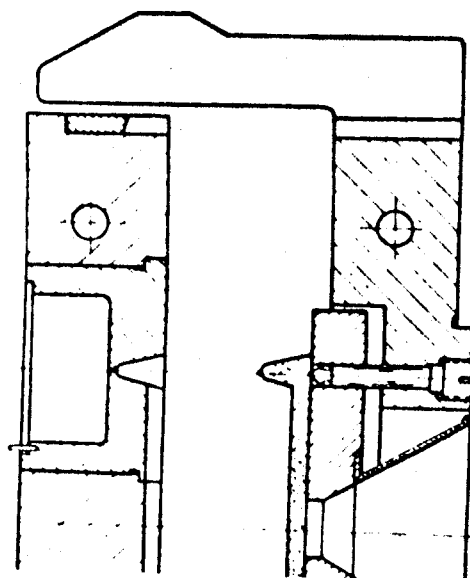
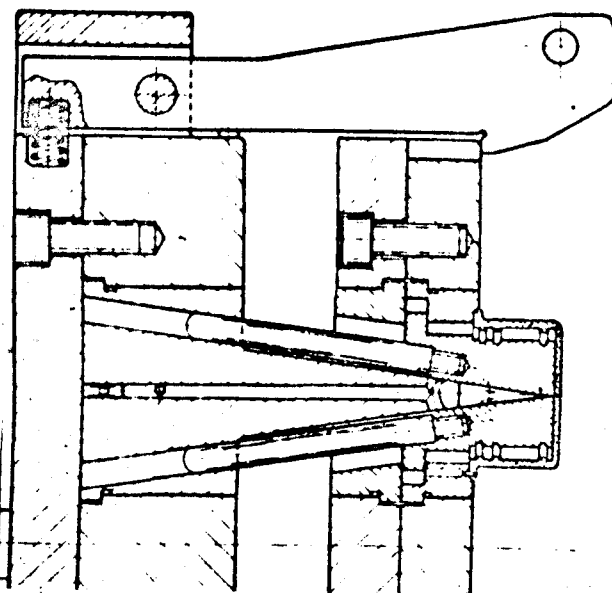
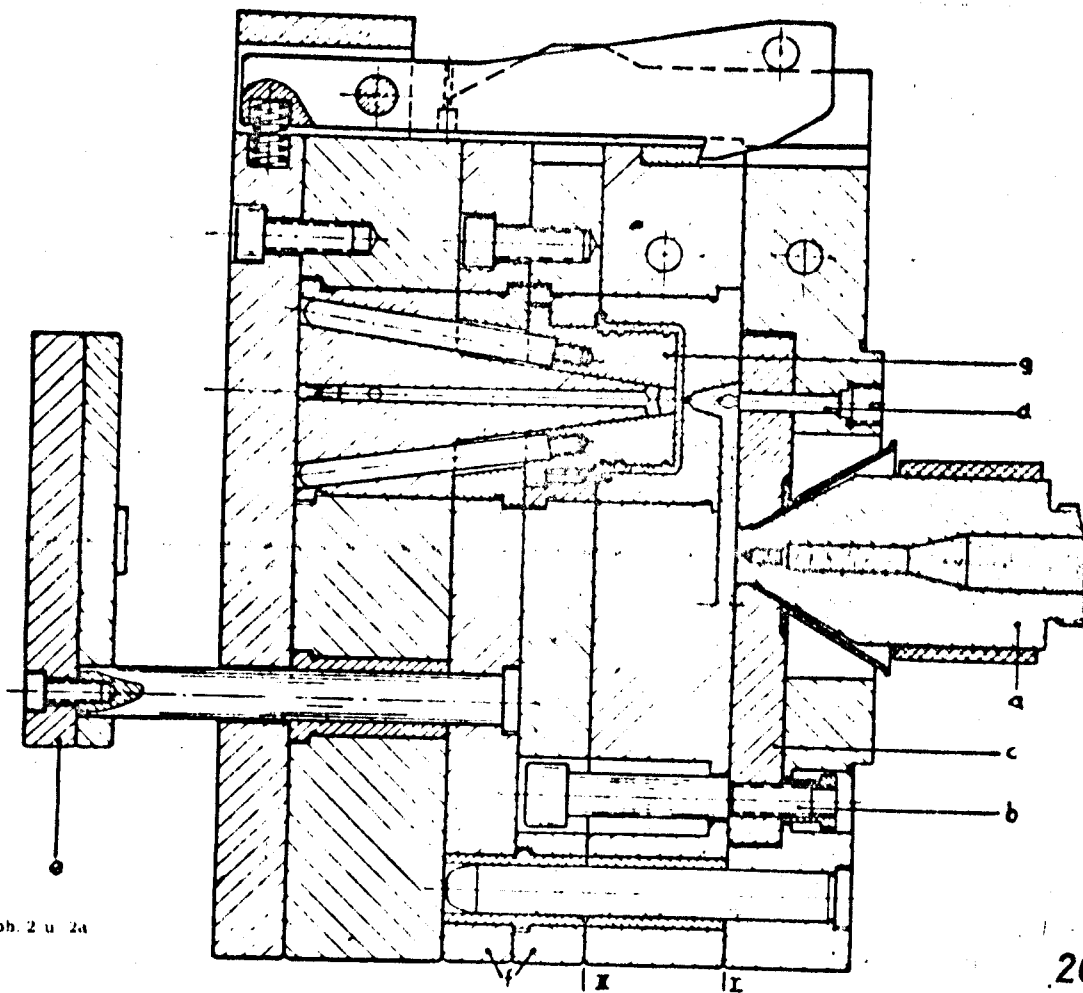
15
14

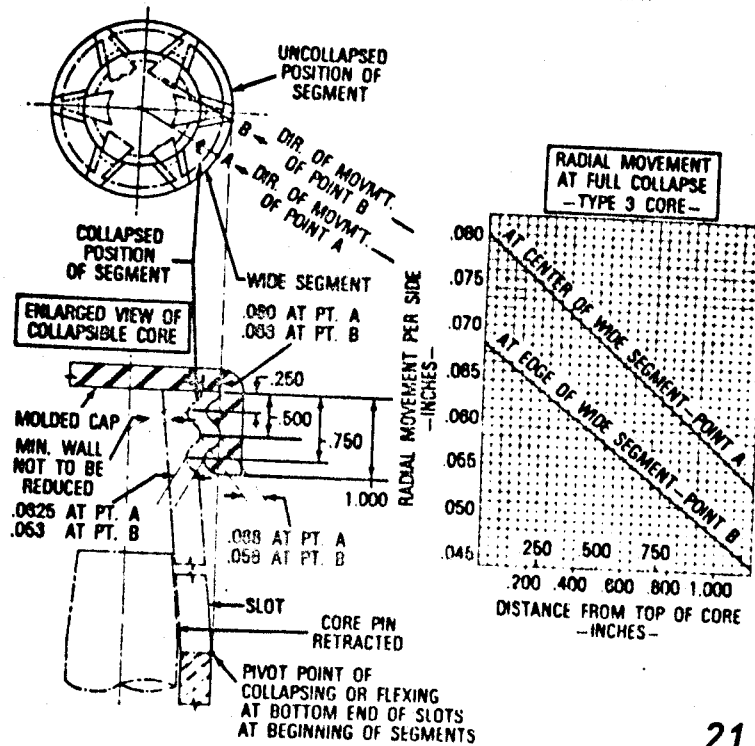


d) 18 ,

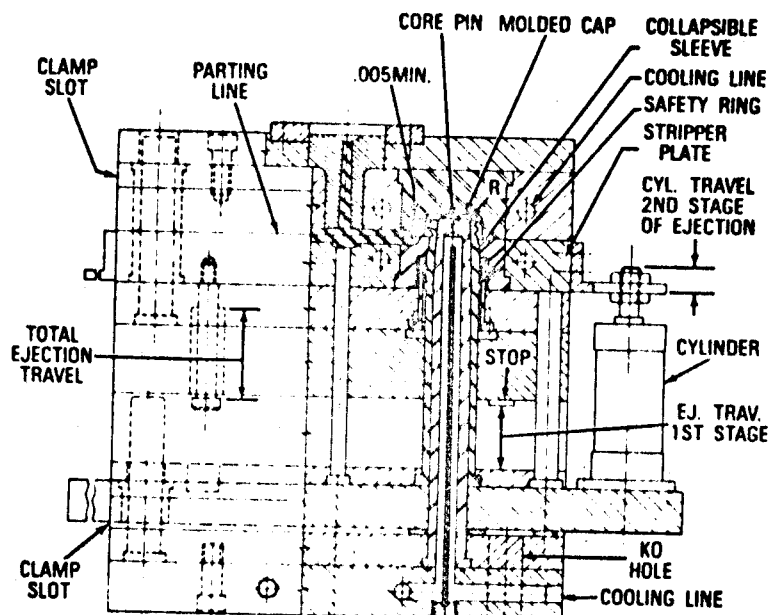


19





21



22

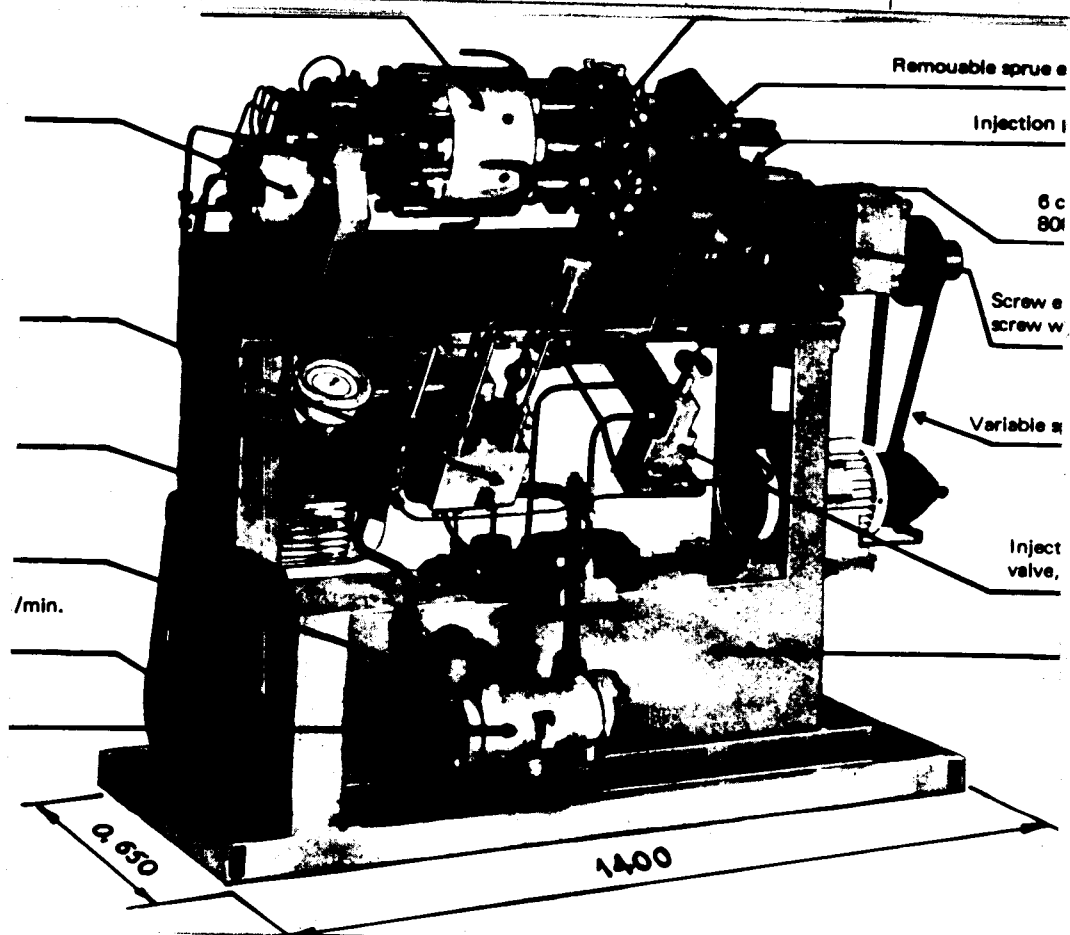
VŠST Liberec

Fakulta strojní

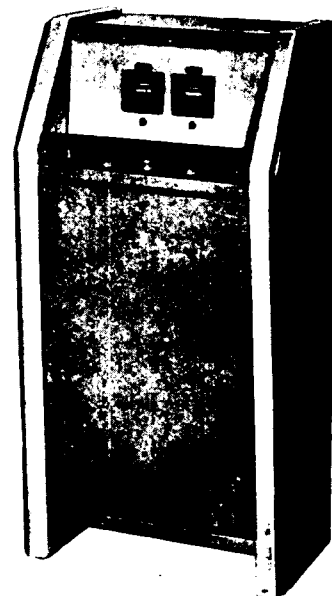
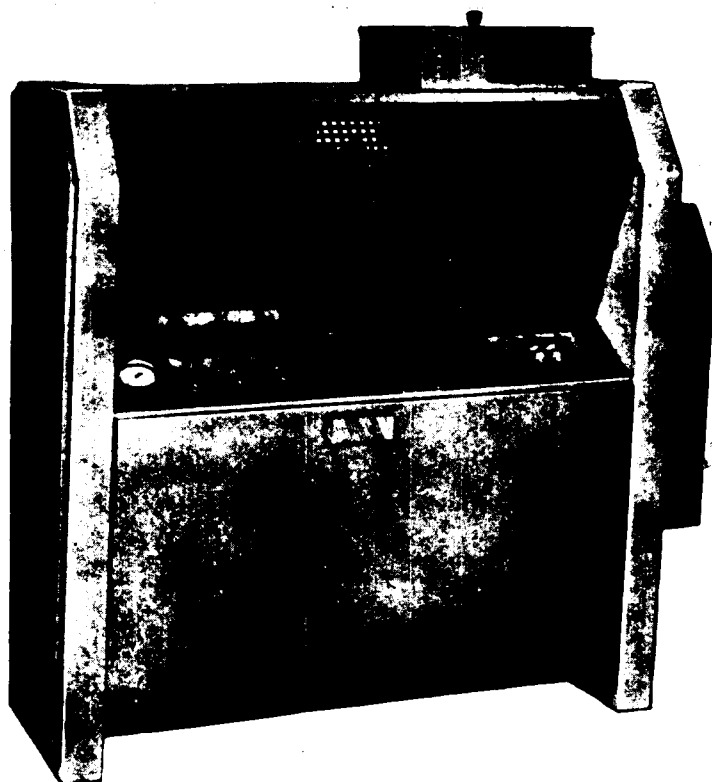
Příloha
- 11 -

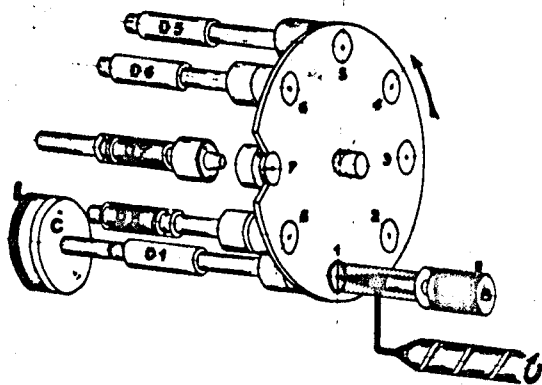
DP ST - 1020/73

KTM

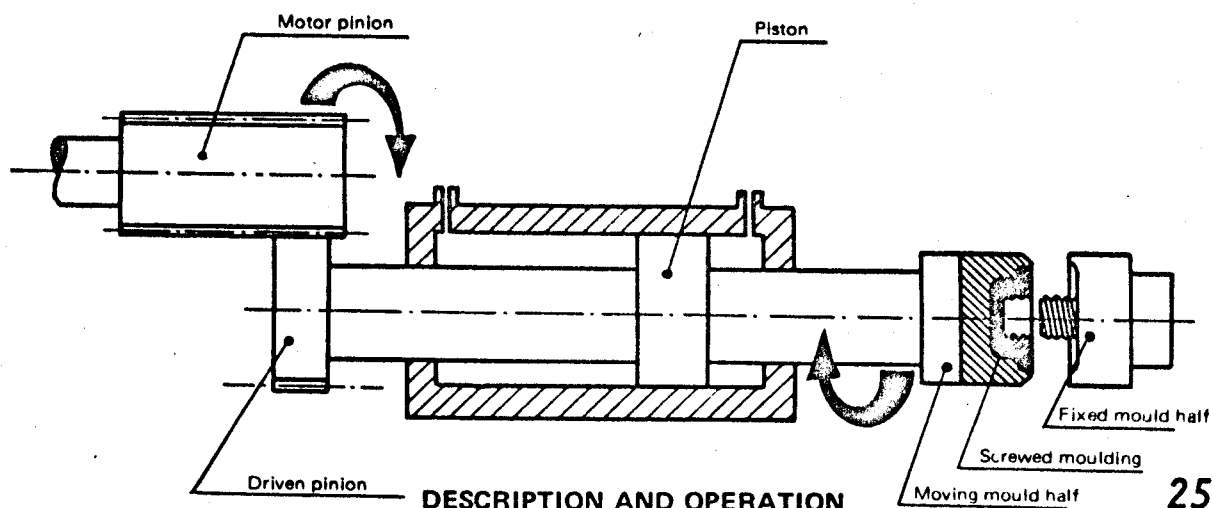
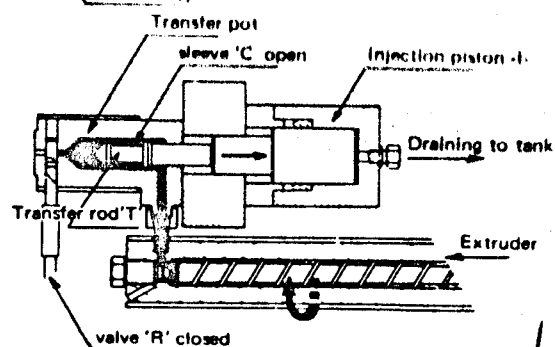
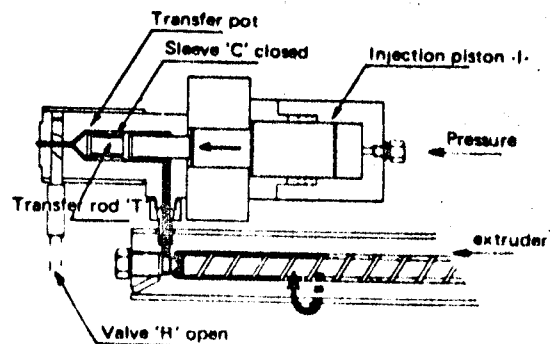


23





24



DESCRIPTION AND OPERATION

25

VŠST Liberec

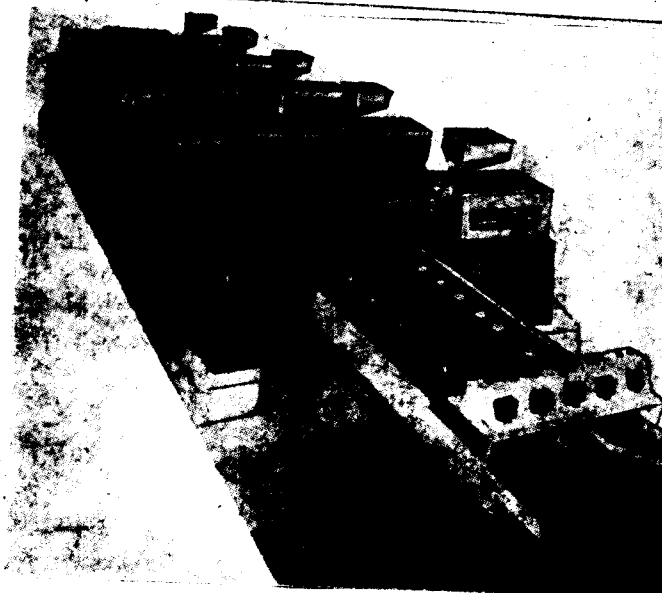
Fakulta strojní

Příloha

- 13 -

DP ST - 1020/73

KTM



26



27

