

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

obor 23-07-8

Strojírenská technologie

zaměření

tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastů

NAVRHNĚTE TECHNOLOGICKÝ POSTUP

PŘI OVĚŘOVÁNÍ PROTOTYPOVÝCH TENKOSTĚNNÝCH

VÝSTŘÍKŮ

PAVEL KREJČÍ (15.11.)
KPT 345

Vedoucí práce: Prof. Ing. Jaroslav Tměj, CSc, KPT VŠST Liberec

Konzultant : Ing. Jaroslav Borovička

Rozsah práce a příloh

Počet stran	46
Počet příloh a tabulek	8
Počet obrázků	7
Počet výkresů	1
Počet modelů nebo jiných příloh	0

10. května 1988

Vysoká škola: strojní a textilní

Fakulta: strojní

Katedra: tváření a plastů

Školní rok: 1987/88

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE.

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Pavla K r e j č í h o

pro

obor 23 07 - 8 Strojírenská technologie

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

Název tématu: Navrhněte technologický postup při ověřování

prototypových tenkostěnných výstřiků

Zásady pro vypracování:

- 1) Seznamte se s problematikou výroby a odzkoušováním forem pro ověřování funkčnosti navrhovaných výrobků.
- 2) Hlavní pozornost věnujte technologickým postupům při použití nízkotavitelných slitin.
- 3) Vymezte vliv zpracovatelských podmínek na kvalitu výstřiků.
- 4) Ekonomické zhodnocení.

V 214/885

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

KPT/TP

Rozsah grafických prací:
Rozsah průvodní zprávy:
Seznam odborné literatury:


Výkres
40 - 60 stran


- 1) Hendrych, J., Weber, A., Doležal, J.: Standardi-
zace rámu a součást forem pro vstřikování
termoplastů. SNTL, Praha, 1978.
- 2) Krebs, J.: Polymery, VŠST, Skripta.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 11. 9. 1987
Termín odevzdání diplomové práce: 10. 5. 1988




Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.
Vedoucí práce


Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.
Děkan

Li dne 12. 9. 1987

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

Krejčí Pavel

V Liberci, dne 10. května 1988

OBSAH

	strana
Seznam použitých značek	6
1. Úvod	7
2. Podmínky pro výrobu a odzkoušování prototypových forem	9
2.1. Technologické metody	9
2.1.1. Strojní vybavení závodu	10
2.1.2. Materiálová základna	12
2.2. Aplikace forem pro malosériové součásti	13
2.3. Odzkoušování forem	13
3. Nízkotavitelné slitiny	15
3.1. Všeobecně o MCP slitinách	16
3.2. Konstrukční prvky nástrojů	18
3.2.1. Vložky	18
3.2.2. Šoupátka	19
3.2.3. Vyhazovače	20
3.3. Technologické zásady pro výrobu forem systémem MCP	21
3.3.1. Dělicí rovina	21
3.3.2. Zařízení v DR	23
3.3.3. Sražené hrany na modelu	23

3.3.4.	Upevnění modelu	24
3.3.5.	Vyjmutí modelu z formy	24
3.3.6.	Vlastní stříkání	24
3.4.	Technologický postup výroby tenkostěnného výstřiku	26
3.5.	Ověřování funkčnosti formy z nízkotavitelných slitin	29
4.	Vliv zpracovatelských podmínek na kvalitu výstřiku	31
4.1.	Vlastnosti použitého plastu	32
4.1.1.	Struktura plastu	32
4.1.2.	Stav napjatosti	33
4.1.3.	Tuhost materiálu	33
4.2.	Technologický režim	35
4.2.1.	Teplota taveniny	35
4.2.2.	Teplota formy	37
4.2.3.	Vstřikovací tlak a dotlak	38
4.2.4.	Rychlost vstřikování	38
4.2.5.	Vstřikovací cyklus	39
4.3.	Geometrie výrobku a konstrukce formy	41
4.4.	Vliv strojního zařízení na jakost výrobků	41
5.	Ekonomické zhodnocení	43
6.	Závěr	46

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK

PP	polypropylen
PE	polyetylen
PVC	polyvinylchlorid
PA6	polyamid 6
PS	standardní polystyren
SB	houževnatý polystyren
DR	dělicí rovina
ZD	základová deska
TP	technologický postup
MCP	Metall spritz verfahren
L	délka zkušební tyče
L_m	počáteční délka zkušební tyče
α	koeficient teplotní roztažnosti
S	smrštění
IT	stupeň přesnosti
p_v	vstřikovací tlak
p_d	dotlak
T_v	teplota vstřikované taveniny
$T_{1,2,3}$	teplota topných pásem 1,2,3
T_f	teplota formy
t_v	čas vstřikování
t_d	čas dotlaku
t_{ch}	doba chlazení
t_{pi}	doba plastikace
t_m	doba manipulace
v	vstřikovací rychlost
σ_{Pt}	mez pevnosti v tahu

1. ÚVOD

Prudký rozvoj petrochemického průmyslu ve světě i v ČSSR, provázený uvedením nových druhů konstrukčních plastů na světový trh, a vývoj v oblasti strojů na zpracování plastů způsobily, že z plastů lze vyrábět stále kvalitnější a složitější výrobky.

V současné době lze odhadnout objem světové produkce na 70 milionů tun za rok, což představuje více než trojnásobek světové produkce neželezných kovů. Československá socialistická republika se svou produkcí 1 milion tun plastů řadí mezi přední státy světa.

Racionální využívání poznatků o vlastnostech plastů umožňuje, že se uplatňují v aplikacích dosud vyhrazených kovům, v mnoha případech se využívají i ve zcela nových oblastech např. v letectví, v automobilovém průmyslu, ve spotřebním zboží, kde svými vlastnostmi plně nahrazují díly vyráběné dosud z kovových materiálů. Ze zvyšujících se požadavků na záměnu kovových dílů za díly z plastů a na lícování součástí z obou typů materiálu vyplývají zákonitě požadavky na větší přesnost výrobků z plastů.

Problematika výroby dílů z kovových materiálů je teoreticky dobře zpracována jak z technologického hlediska, tak z hlediska normalizace tolerancí a lícovacího systému. Nástup plastů jako konstrukčních materiálů nového typu však vyvolal mnoho nových problémů, vyplývajících z rozdílné povahy materiálových vlastností a zpracovatelských technologií plastických materiálů. Zatímco v případě výroby dílů z kovů jde převážně o opracování hmoty mechanickou cestou, spočívá tváření plastů na výrobky v přeměně fyzikálního popř. chemického stavu hmoty.

2
1
Proc

V této diplomové práci se pokusím nastínit některé otázky související s výrobou a odzkoušováním nástrojů pro vstřikování prototypových výstřiků z plastů.

2. PODMÍNKY PRO VÝROBU A ODZKUŠOVÁNÍ PROTOTYPOVÝCH FOREM

2.1. Technologické metody

Vzhledem k tomu, že výroba tvářecích nástrojů pro zpracování plastů je dlouhodobou a ekonomicky náročnou záležitostí, podniky se snaží ověřit si nově navrhované díly ještě před zahájením sériové výroby. K tomuto účelu používají jednotlivé zkušební formy, které mohou být vyrobeny různými technologiemi např. třískovým obráběním, odléváním forem z pryskyřice, nástřikem nízkotavitelných kovů na model.

Pro názornost uvedu charakteristiky jednotlivých technologií.

Třískové obrábění

Je to nejstarší a nejpoužívanější metoda. Formy jsou vyráběné z lehké dostupných a sériovým formám obdobných materiálů. Při vhodné konstrukci nevyžaduje většinou složitá strojní zařízení, je však časově i výrobně náročná. Velký odpad materiálu a větší náročnost při opravách se podílí na vyšších výrobních nákladech.

Metoda odlévání pryskyřice

Použití různých druhů pryskyřic umožňuje obměnu různých vlastností formy. Formy jsou levné, snadno opravitelné i výrobně jednoduché. Malý odvod tepla vyžaduje delší pracovní cyklus, jinak by došlo k "změknutí formy". Při větších opravách je nutno opravit model a

vyrobit novou formu. Materiál je nevratný.

Nástřik kovů

K výhodě této metody patří nízké náklady, časová nenáročnost, dobrá opravitelnost, možnost regenerace materiálu a velmi dobrý odvod tepla.

Pro nástřik kovů se nehodí všechny druhy nízkotavitelných slitin, životnost forem závisí na složitosti výstřiku a druhu zpracovávaného materiálu.

Zvolená technologie závisí na složitosti výrobku, vybavení závodu strojním zařízením, časové náročnosti a materiálové základně.

2.1.1. Strojní vybavení závodu

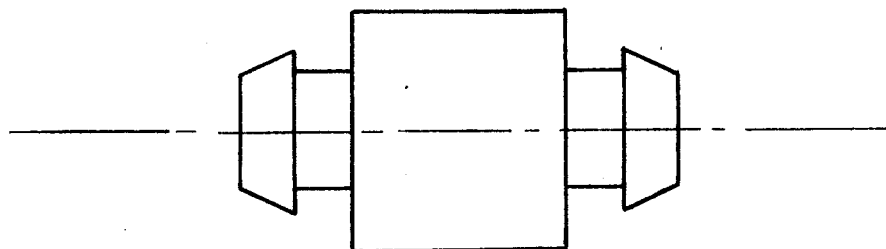
Zkušenosti z praxe ukazují, že vhodnou konstrukcí prototypových forem, správnou volbou výrobních strojů můžeme ušetřit jak finanční náklady, ovlivnit kvalitu konečného výrobku, tak i zkrátit dobu výroby formy, což má vliv na ekonomickou stránku výroby.

Práce každého konstruktéra je omezena podmínkami, které mu podnik dává k dispozici. Ideální by samozřejmě bylo, kdyby každý závod disponoval všemi nejmodernějšími prostředky, ale protože tento předpoklad je v praxi nesplnitelný, práce konstruktéra spočívá ve správné volbě technologického postupu a volbě strojů. Jeho cílem je, aby konstrukční řešení vstřikové formy umožnilo a usnadnilo výrobu.

Strojní vybavení, používaná technologie, materiálové požadavky, časová náročnost ovlivňují způsob výroby do té míry, že se může stát, že jedna součást je ve dvou závodech vyráběna úplně odlišnými technologiemi. Uvedu příklad:

Národní podnik Plastimat Liberec má dlouholetou tradici ve zpracovávání plastů a na výrobu výrobků z plastických hmot je proto dostatečně vybaven. Oproti tomu AZNP Mladá Boleslav je závod, který vyrábí osobní automobily, jeho strojní zařízení není tak úzce specializováno na výrobu součástí z plastických hmot.

Na obr. 1 je uvedena součást, která byla vyrobena v těchto dvou podnicích různou technologií.



obr. 1 Spojovací čep

Plastimat Liberec zvolil technologii vyjiskřování, která umožňuje vyrobit dutinu nedělenou, což je přesnější, rychlejší, ale i výhodnější pro vstřikování. V AZNP neměli možnost dutinu vyrobit tímto způsobem v důsledku nedostatečného vybavení. Proto každou část vyrobili odděleně a potom spojili v jeden celek. Výhodou tohoto řešení je používání strojů lehce dostupných (soustruh, frézka, vrtačka).

2.1.2. Materiálová základna

Jednou z hlavních charakteristik současného světového vývoje je vyčerpávání surovinových zásob. Dále dochází k růstu cen paliv, energie, základních surovin a zejména ropy. S ohledem na tyto skutečnosti je nezbytné, aby se každý podnik podílel na jejich úspoře.

U forem určených pro hromadnou a sériovou výrobu je velice důležitá volba správného materiálu, která má vliv na spolehlivost a trvanlivost formy.

U prototypových forem nemusí konstruktér v takové míře brát v úvahu životnost materiálu, odolnost proti otěru, opotřebení, tvrdost. Není nutné ani tepelné zpracování částí forem a proto je možná i dodatečná úprava dílů formy. Z hlediska funkčnosti forem není nutné používat vracecí kolíky, vyhazovací systémy, omezovače pohybu, chladicí a vyhřívací systémy, tím se stává forma jednodušší a dochází i k šetření kvalitních materiálů. Cílem je, aby se v co nejkratším čase a co nejlevněji získal výrobek z definitivního materiálu.

Na úsporu materiálu má velký vliv i násobnost formy. Sériové nástroje vyrábíme dle velikosti a složitosti většinou vícenásobné, tím se zkracuje a usnadňuje výrobní cyklus. Pro potřeby malosériové a prototypové plně postačí nástroje jednonásobné, maximálně dvojnásobné, které jsou oproti sériovým levné, jednoduché a rozměrově výhodné.

2.2. Aplikace forem pro malosériové součásti

- 1) Zkoušky týkající se:
 - a) funkční způsobilosti, ověření konstrukce funkčních a mechanických vlastností plastových dílů
 - b) technologičnosti konstrukce a technologických podmínek výroby dílů
- 2) Určení nejvýhodnějších výrobních podmínek
- 3) Výroba prototypů
- 4) Realizace ověřovacích sérií
- 5) Průzkum trhu
- 6) Výroba na zakázku
- 7) Realizace malých sérií

Takto zhotovené výrobky můžeme najít ve všech oblastech průmyslu.

2.3. Odzkoušování forem

Ověřovací zkoušky spočívají v činnosti, která má za výsledek hotový výstřik. Snažíme se optimalizovat vstřikovací parametry, při kterých vznikne výrobek odpovídající zadání. Při vstřikování přichází v úvahu celá řada technologických parametrů, z nichž každý se podílí na vlastnostech a podobě finálního výrobku.

Jednotlivé parametry se navzájem ovlivňují, proto není možné brát je izolovaně. K nejdůležitějším, které ovlivňují celý proces patří vstřikovací tlak, doba dotlaku, teplota formy, vstřikovací teplota, doba plnění formy, druh zvoleného plastu a stroje, na kterých se proces odzkoušování provádí.

Vliv vstřikovacích parametrů a vstřikovaného plastu rozeberu později podrobněji - ve čtvrté části této práce.

Volba vstřikovacího stroje je ovlivněna velikostí výsledného výrobku a druhem zpracovaného plastu.

Pro těžce vstřikovatelné např. vyztužované materiály se používají účinnější šnekové stroje. Pro klasické materiály (PE, PP, ...) převládají stroje jednodušší, pískové.

Vstřikovací kapacitu ovlivňuje pouze množství vstřikovaného plastu.

V AZNP Mladá Boleslav se pro ověřování prototypových forem používají následující typy vstřikovacích lisů:

- pro malé lehce vstřikovatelné výstřiky:

WONISCH P 100

AUST+SHUTLER RN 30-10-800

- pro malé výstřiky z materiálů, které vyžadují zpracování na šnekových strojích a pro rozměrnější výstřiky se používají:

ENGEL ES 90/150

TOS CS 1025/320.

3. NÍZKOTAVITELNÉ SLITINY

Třískové technologie výroby prototypových forem jsou již dostatečně propracovány a popsány v mnohé technické literatuře, proto se budu zabývat netradičními technologiemi výroby, hlavně systémem MCP .

Při výrobě prototypových a malosériových dílů z plastů se v posledním období velice úspěšně rozvíjí technologie s použitím nízkotavitelných slitin. Poskytují široké možnosti uplatnění od výroby malých jednoduchých dílů až po velkorozměrné a složité výrobky.

Touto problematikou se nejvíce zabývají západoněmecké firmy Hek a Wonisch. Obě firmy vyrábí zařízení pro výrobu forem pomocí nástřiku nízkotavitelných slitin. Firma Wonisch používá pro nástřik kovu stříkací pistoli s plynovým ohřevem kovu a Hek s ohřevem elektrickým. Obě technologie jsou si velice podobné a je těžké rozhodnout se pro jednu z nich. V AZNP Mladá Boleslav se rozhodli pro technologii firmy Wonisch, protože lépe vyhovuje jejich podmínkám.

Systém MCP (Metall spritz verfahren) umožňuje velice rychlou prototypovou a malosériovou výrobu. Během několika hodin se prostřednictvím metalizace vyrobí nástroj při úspoře 60 - 90 % nákladů.

3.1. Všeobecně o MCP slitinách

Většina nízkotavitelných slitin MCP obsahuje wismut, kov té vlastnosti, že jeho objem po ztuhnutí se zvýší o 3,3 %. Podle složení je slitina rozměrově stabilní, rozpínavá nebo smršťivá. Tato vlastnost umožňuje neobvyklé a velmi užitečné oblasti použití ve výrobní technice.

Další vlastností slitiny MCP je to, že výborně kopíruje povrch modelu. Tato vlastnost je velmi výhodná při výrobě dezénovaných součástí, kdy se již nemusí dezén pracně vyrábět v dutině formy.

Teplota tavení MCP slitiny je podle aplikace mezi 20 - 300°C. Nízkotavitelné slitiny byly dosud vedeny pod následujícími názvy : Woods, Parcet, Roses, Lipowitz, Cerro.

Použití ve výrobní technice je široce rozvětveno, MCP slitiny lze najít jak v mechanice, tak v elektrotechnice.

Příklady :

- pojiva a těsnění
- nástroje pro tvarování plechu
- odstínění radioaktivního záření
- ukotvení mechanických součástí
- zhotovování forem a nástrojů
- metalizace
- opravy povrchů

Vlastnosti slitin MCP jsou uvedeny pro orientaci v tabulce č. 1. Z důvodu firemního tajemství není možno uvést procentuální zastoupení prvků v MCP slitině.

Tab. č.1 Vlastnosti MCP slitin

	MCP 137		MCP 200		jednotky
tavicí teplota	138		199		° C
specifická tavná energie	44 800		71 200		J.kg ⁻¹
kapacita spec.tepla pro pevné skupenství	167		239		J.kg ⁻¹ .K ⁻¹
kapacita specifického tepla pro tekuté skupenství	201		272		J.kg ⁻¹ .K ⁻¹
tepelná vodivost	18,5		61,0		W.m ⁻¹ .K ⁻¹
specifický odpor	59,0		12,2		μ.Ohm.cm
σ _{pt} pro roztažnost 2 % a čas stárnutí 2 dny-2 vzorky	32,0	60,1	48,4	64,2	N.mm ²
σ _{pt} pro roztažnost 2 % a čas stárnutí 70 dnů-2 vzorky	42,1	62,2	42,6	54,7	N.mm ²
specifická váha smrštění za čas ^{1/}	8,6		7,3		--
2 min	-0,3		-		
6 min	-0,1		-2,2		
20 min	0,0		-2,2		
1 hod.	0,15		-2,2		
3 hod.	0,3		-2,2		
8 hod.	0,45		-2,2		
1 den	0,6		-2,25		
3 dny	0,7		-2,25		
10 dnů	0,8		-2,25		
30 dnů	0,9		-2,30		
60 dnů	0,95		-2,25		
360 dnů	1,0		-2,25		

Poznámka 1/: údaje jsou v tisícinách mm a vycházejí ze vztahu - $\frac{L-L_m}{L_m} \cdot 1000$; L=délka zk.tyče ; L_m=počáteční délka
: vše měřeno při 20 °C

3.2. Konstrukční prvky nástrojů

Při výrobě nástroje musí výrobce rozhodnout, jak nástroj postavit, zda použije vložky, šoupátka, vyhazovače nebo zda může být díl zjednodušen.

3.2.1. Vložky

Používání vložek ve formě komplikuje a prodlužuje dobu výroby formy. Přesto existují případy, kdy se bez nich neobejdeme:

- když stříkacím postupem MCP nemohou být bezvadně naplněny všechny zářezy, kontury a prohlubně
- aby se vytvořily ze stříkacího-technického hlediska nutné prohlubně kvůli propadlinám
- když se vložky horní a dolní části formy tušírají (tak se zamezí opotřebení hran)
- aby se dosáhlo dobré kvality povrchu - hladkost
- aby se působilo proti vysokému povrchovému tlaku ve formě
- aby se dosáhly přesné rozměrové tolerance
- aby se získaly vyšší počty kusů

Vlastnosti vložek:

vyrábí se převážně z hliníku, při použití musí být dobře zakotveny v obstříknutém materiálu, měly by být opatřeny úkosem z důvodu lepšího vyjmutí z formy, musí se leštit, aby nedocházelo k obtiskům nerovností.

Vložky se musí vyrobit v odpovídající míře větší z důvodů smrštění plastu.

3.2.2. Šoupátka

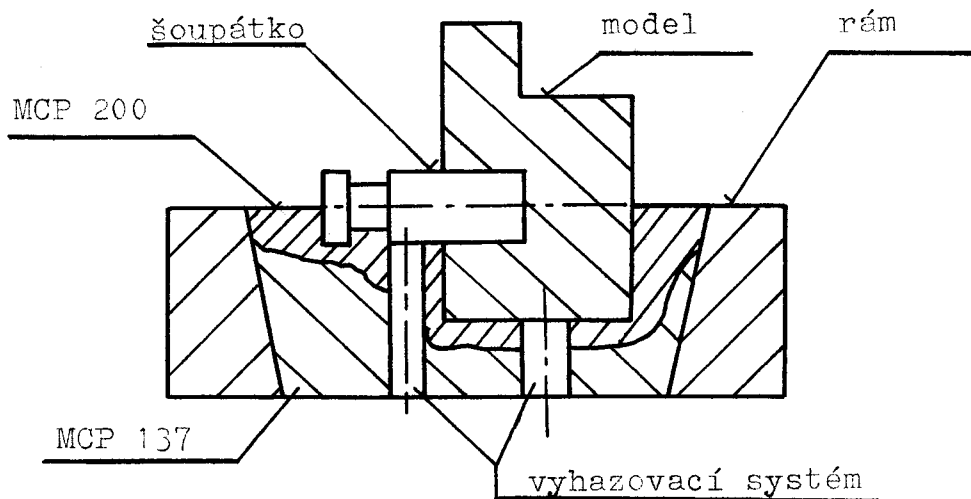
Kdy jsou nutná šoupátka:

- při zaříznutí všech druhů
- k vytvoření bočních čepů
- aby se vytvořily v dílu otvory
- pro výrobu závitů
- pro výrobu drážek

Vlastnosti šoupátek

musí být velmi dobře opracována, musí se nechat dobře vyjmout a opět vložit do formy. Šoupátka musí být dobře ukotvena a před stříkáním natřena separačním prostředkem.

Na obr.2 je znázorněn příklad použití.



obr. 2 Příklad použití šoupátek

3.2.3. Vyhazovače

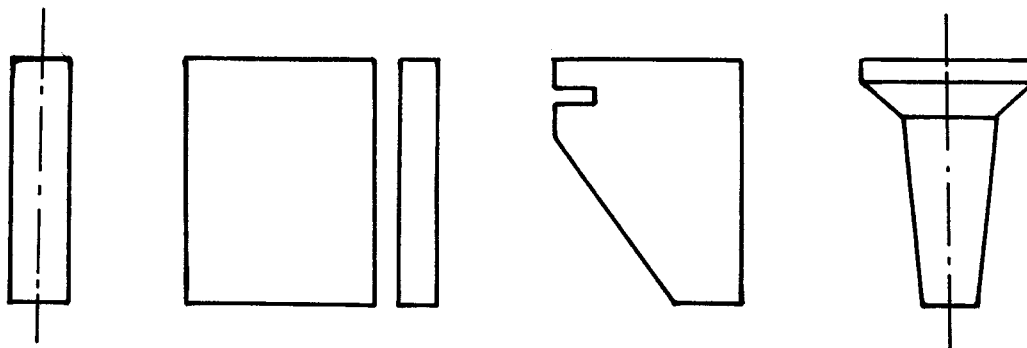
Aby se dostal díl z formy snadno a bez poškození, je velmi důležité při postavení nástroje připevnit vyhazovač. Vyhazovač se před obstríknutím připevní na model.

Použití vyhazovačů:

- u velkoplošných dílů
- u dílů, které nelze bez poškození vyjmout z formy
- u dlouhých prohlubní, aby nedošlo k odtržení dílu
- aby se dosáhlo stejnoměrného vyjmutí z formy
- u dílů, které se mohou působením smrštění usadit na jádru formy

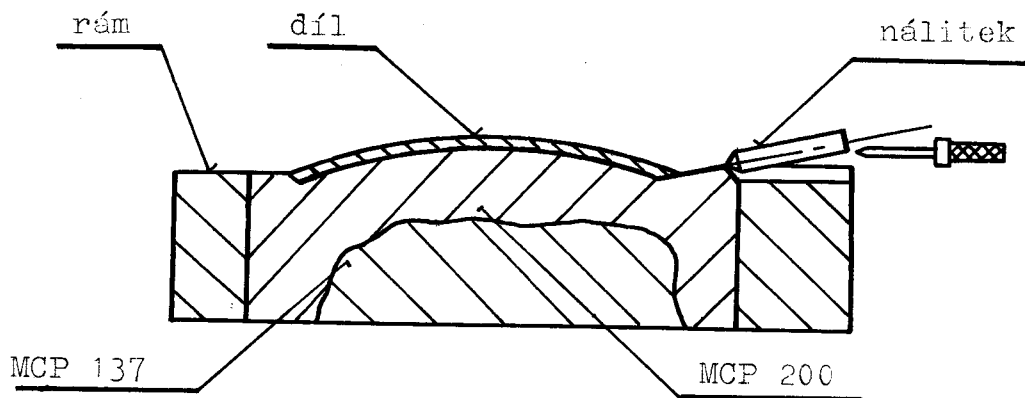
Vyhazovače by měly mít průměr větší než 2 mm, aby nedocházelo k obtiskům do vstřikovaného dílu, to znamená že by měly být konické. U velkoplošných dílů je možné vyjmout výrobek pomocí nálitku. Měly by být natřeny separačními prostředky, aby se dobře oddělily od výstřiku.

Na obr. 3 jsou znázorněny tvary vyhazovačů.



obr. 3 Tvary vyhazovačů

Vyjímání velkoplošných jednoduchých výrobků může být realizováno pomocí nálitku - viz obr. 4.



obr. 4 Použití nálitků

3.3. Technologické zásady pro výrobu forem systémem MCP

Pro správné postavení nástroje je nutné, aby se při výrobě dbalo na některá technologická opatření, bez kterých by práce nemohla mít dobrý výsledek.

3.3.1. Dělicí rovina

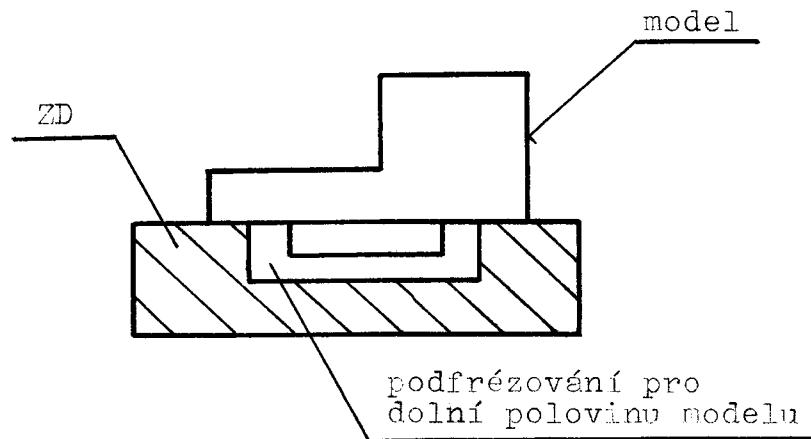
Správná volba DR je spolurozhodující pro úspěšnou formu ve vstřikovacím postupu MCP.

Dělicí rovina může být na modelu dosažena dvěma způsoby:

- a/ přímá DR
- b/ nastavená DR

a/ Přímá DR

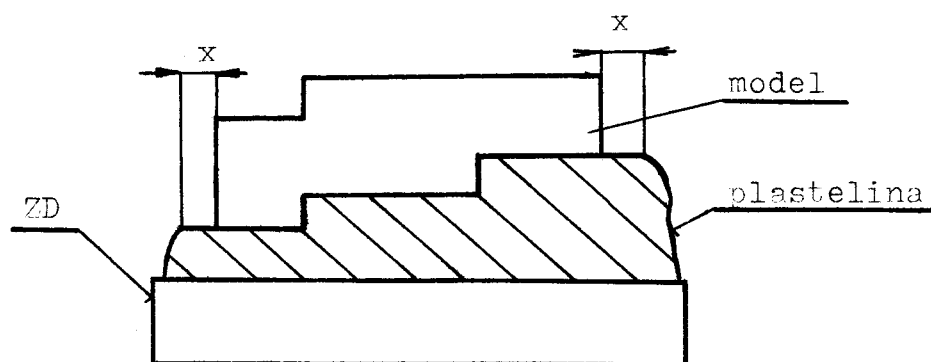
Tato se praktikuje, když může být položena DR kolem modelu v jedné výšce - viz obr.5.



Obr. 5 Přímá DR

b/ Nastavená DR

Tato je potřebná, když DR formy musí vést na modelu v různých výškách. Model se pošadí na desku a pokryje se až na požadovanou DR kolem plastelínou - viz obr.6.



Obr. 6 Nastavená DR

- a) obložení musí být hladké
- b) obložení musí být směrem dolů kónické
- c) rozměr x musí být minimálně 10 mm

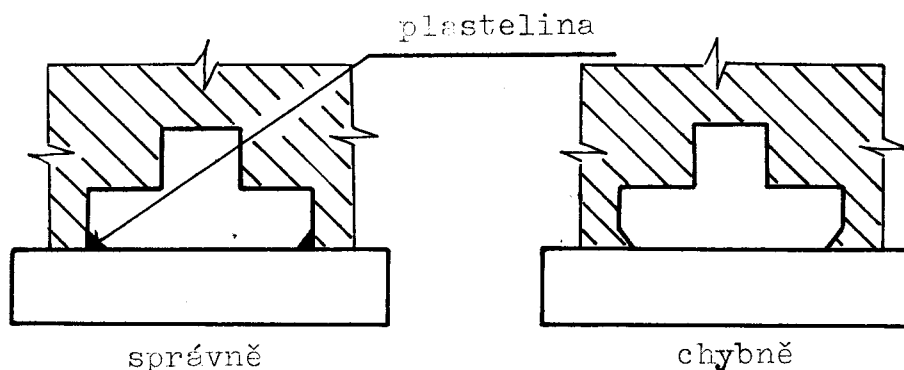
3.3.2. Zaříznutí v DR

Probíhá-li DR podél hrany, musí se pracovat pečlivě, protože když se při obstříkování modelu slitina MCP dostane pod dělicí hranu, nelze již model vyjmout z formy.

3.3.3. Sražené hrany na modelu

Zvlášť nebezpečné jsou sražené hrany na modelu, když leží na hranách, které se zároveň používají jako dělicí hrany. Pokud je ještě tak malá hrana nebo fazeta na modelu, vede to vždy k problémům v důsledku zaříznutí v DR formy.

Sražené hrany v dělicí rovině musí být zatmeleny plastelinou.



Obr. 7 Příklad použití plasteliny

3.3.4. Upevnění modelu

Aby se zamezilo sklouznutí modelu na základové desce, je model připevněn rychlolepidlem na základovou desku. Po obstříknutí je nutné odstranit zbytky lepidla. Pokud se působením stříkaného kovu nadzdvihne model, vznikne v DR zaříznutí.

3.3.5. Vyjmutí modelu z formy

Při vyjmutí modelu z nastavené poloviny formy je opět třeba dávat pozor zvláště na zaříznutí na hraně DR. Tyto zaříznutí se odstraní ostrým nožem.

3.3.6. Vlastní stříkání

Při obstříknutí modelu k výrobě forem musí být zohledněny důležité skutečnosti:

1. Jak nastříknu model
2. Jak silný musí být obal
3. Jak musí obal vypadat

ad 1) Na první pohled vypadá stříkání kovu jako stříkání barvy. Vytvořené jemné částičky tvoří na povrchu modelu velmi homogenní strukturu. Vytvoří se přitom nejjemnější obtisky na obalu, který je upevněn na modelu.

S obstříkováním se začíná s velmi jemným nastavením trysky a dávka se zvyšuje vrstvou od vrstvy.

Důležitá je vzdálenost trysky od modelu a správný úhel stříkání. Příliš velká vzdálenost netvoří čistou strukturu, malá vzdálenost vede téměř k roztavení obalu. Při stříkání by měl být pokud možno dodržen pravý úhel, aby se částice kovu mohly dobře spojovat.

ad 2) Silnější vrstva se řídí v ^{volí} první řadě podle zatížení nástroje. Protože kov je velmi drahý, měla by se při stříkání nanášet větší vrstva jen tam, kde je to potřeba. K nanášení kovu pod 2 mm by nemělo docházet, protože je zde velké nebezpečí prolomení a tím se ztratí úspora nákladů.

ad 3) Obal musí vykazovat homogenní strukturu, aby vydržel požadované zatížení. Předpokladem proto je, aby používaný materiál byl v bezvadném stavu. Smí se používat jen nový nebo starý roztavený a obhacovaný materiál MCP 200.

Homogenní povrch se dosáhne tím, že se dodržuje správný úhel a vzdálenost trysky od modelu. Především se musí zamezit turbulencím na povrchu formy. Hlavní je zde správná poloha pistole a správný stříkací tlak.

Při stříkání na velké plochy je nutno dávat pozor na usazování prachu. Tyto usazeniny tvoří při obstříkávání porézní povrch. Proto se pracuje v prostoru neustále odsávaném a model se zde ofukuje.

Vystříknutí dílů

Při vstřikování plastů se musí brát v úvahu některé skutečnosti, důležité pro úspěšné dokončení výrobků.

Co je nutno dodržet:

- formu při prvním použití nastříkat dělicím prostředkem a vyleštit
- forma musí dokonale uzavírat
- je třeba zamezit vzniku vzduchových bublin v dutině formy. Toho se dosáhne odvzdušnáním na ohrožených místech prohlubněmi na okrajích formy nebo zhotovení odvzdušnání na vyhazovačích.
- vyhazovače musí bezpodmínečně přiléhat na přídržovací desce, protože jinak zasahují do dílů nebo tvoří nežádoucí čepy.

3.4. Technologický postup výroby tenkostěnného výstřiku

Technologický postup byl zpracován pro díl - kryt tlumiče. Jedná se o rotační tenkostěnný díl z materiálu PEN LITEN MB 62. Požadavek byl zhotovit 40 kusů a proto byla zvolena technologie MCP.

1. Pro správnou volbu TP je nutno prostudovat výkres a stanovit konstrukci nástroje. Svrštění vstříkovaného materiálu je 2 %.

Z hlediska způsobu zaformování bude použito vnitřní vyjímatelné ocelové jádro a nebudou použity vyhazovače.

2. Zhotovení modelu

S ohledem na kvalitu povrchu je model zhotoven z hliníku soustružením a přešetěním. Model se zhotoví i se zámky pro vkládání vnitřního jádra.

3. Zaformování modelu

Zaformování modelu se provede dle DR na ZD. Nerovnosti v DR jsou vytmeleny tepelně odolnou plastelinou. Zároveň zaformováním na ZD byly vytvořeny rozvodné kanály.

4. Úpravy

Model a DR je nutno odmastit a vyleštit speciálním odmašťovacím prostředkem.

Pro lepší vyjímání modelu ze zhotovené formy je na model nastříkán separační prostředek, který to unožňuje.

Aby nebylo nutné provádět ořezávání nastříkané plochy před usazením rámu, použije se zaclonění plochy plechovým rámečkem přilepeným na ZD.

5. Zařízení se uvede do chodu, nataví se materiál, který se používá pro stříkání - MCP 200 s teplotou tavení 200 o C. Model ze ZD se pro lepší manipulaci umístí na otočný stojánek ve stříkací kabině.

6. Provede se nástřik první nejjemnější vrstvy. Tato vrstva je důležitá pro kvalitu dutiny. Od nástřiku první vrstvy se zvyšuje množství nastříkaného kovu, aby se docílilo silnější nástřikové vrstvy. Nastříkané vrstva má vzhledem k velikosti výstřiku 3-4 mm tloušťky.

7. Sejmeme clonící rámeček, nasadíme zalévací rám formy a provedeme opětovný nástřik slitinou MCP 200 pro docílení rovnoměrné plochy v DR.

Od zbytku práškového kovu očistíme formu prou -

dem ztlačeného vzduchu.

8. Pro lepší spojení nastříkané vrstvy se zalévá - cím kovem MCP 137 s teplotou tavení 137°C se nastříkaná vrstva natře speciálním lepidlem.

9. Slitina MCP 137 se neleje na model, ale na rám formy, aby došlo k rovnoměrnému zaplnění a nedocházelo ke tvoření vzduchových bublin.

Po vychladnutí se rám sejme z formovací desky. DR s modelem se očistí a stejným postupem se provede druhá polovina formy a model se vyjme.

10. U takto zalité formy se provede odfrézování přeteklého kovu MCP 137, přišroubují se upínací desky, vloží vtoková vložka a forma je připravena ke stříkání. Pro vstřikování je použito vstřikovacího stroje ENGEL.

3.5. Ověřování funkčnosti formy z nízkotavitelných slitin

Na formě, zhotovené podle předcházejícího TP, jsem prakticky ověřoval její funkčnost a vyrobil jsem několik výstřiků při různých technologických podmínkách vstřikování. Materiálem je PE LITEN MB 62.

Praktické výsledky této zkoušky jsou zaneseny v tab. č. 2.

Tab. č. 2 Vliv technolog. parametrů na jakost výstřiků

Poř.č.	P_v (MPa)	P_d (MPa)	t_v (s)	t_d (s)	Poznámka
1.	400	300	4	5	Nedostříknuto, studené spoje, špatné vyjímání výstřiku
2.	600	350	4	5	Vady stejné, ale v menší míře než u vzorku č. 1
3.	700	400	4	5	Kvalita dobrá, výronky v DR
4.	700	400	4	5	Nedostříknuto, studené spoje
5.	700	400	4	5	Vystříknut pouze vtok, došlo ke stuhnutí plastu v rozvodném kanále
6.	700	400	4	5	Velké deformace výstřiku, nedostříknuto, studené spoje
7.	700	400	14	7	Nedostříknuto, studené spoje, kvalita lepší než u vzorku č. 6
8.	700	400	30	10	Nedostříknuto, nejsou studené spoje, kvalita dobrá do 1/2 výšky výstřiku
9.	700	400	30	10	Destříknuto, ale praskliny ve studených spojích
10.	700	400	4	5	Kvalita výborná

Poznámka: $T_v = 220^\circ\text{C}$, $T_1 = 210^\circ\text{C}$, $T_2 = 170^\circ\text{C}$, $T_3 = 150^\circ\text{C}$, $T_f = 60^\circ\text{C}$

V tabulce nejsou uvedeny vstřikovací rychlosti pro jednotlivé vzorky, protože je nebylo možno na použitém stroji odečíst. Pro informaci mohu uvést pořadí rychlostí od nejnižší k nejvyšší : $v_5 = v_{\min}$, v_4 , $v_1 = v_2 = v_3$, $v_6 = v_7 = v_8$, v_9 , $v_{10} = v_{\max}$.

Ze zkoušky vyplývá, že volba vstřikovacích podmínek je velice důležitá pro konečnou výrobu.