

silnostěnných pak 60° až 80°C . U lisů se doporučuje vyhřívaná násypka, aby materiál nepřijímal vlhkost z ovzduší.

Obchodní označení: Cellidor CP - tabulka 10 str.133.

Kontrolní otázky:

1. Které druhy brýlí vyrábíme převážně z polyamidu?
2. K čemu v opticko mechanické výrobě používáme acetátcelulózu?
3. Které jsou hlavní přednosti acetopropionátu v porovnání s acetátcelulózou?

4.3. Formy pro vstřikování plastů

Konstrukce forem pro vstřikování plastů je ovlivněna řadou faktorů. Patří sem především typ stroje, pro který je forma určena, velikost a tvar výstřiku, zpracováváný plast a řada dalších.

Z hlediska konstrukce rozeznáváme dva základní typy vstřikovacích forem.

1. Formy pro lisy, které provádějí vstřik do dělicí roviny (stroje vertikální). Hlavní vtok u těchto forem leží v dělicí rovině.
2. Formy pro lisy, které provádějí vstřik kolmo na dělicí rovinu (stroje horizontální). Hlavní vtok prochází středem jedné poloviny formy, kolmo k dělicí rovině.

Vstřikovací forma se skládá ze dvou základních částí

- a) pevná část formy - je to ta část, která je připevněna na nepohyblivé desce vstřikovacího stroje
- b) odjížděcí část formy - je to ta část, která je připevněná na odjížděcí desce vstřikovacího stroje

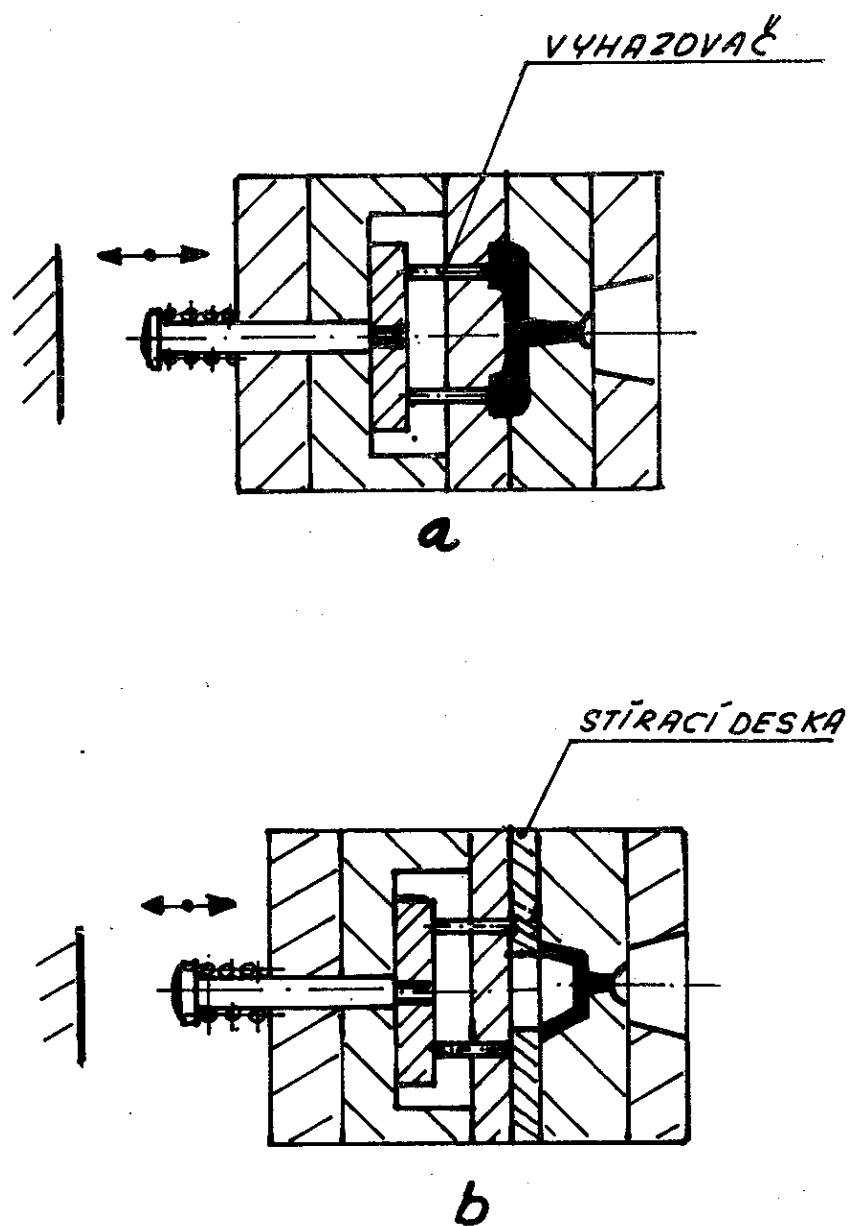
Pevnou část formy - tvoří upínací deska nebo rám a na ní je připevněna deska s tvarovými částmi. Tvarovou částí může být dutina nebo trn. Tvarové části formy jsou negativním otiskem vyráběného výrobku a jsou nejdůležitější a nejdražší částí vstřikovací formy.

Odjížděcí část formy - má upínací desku nebo rám, vyhazovací mechanismus a tvarové části formy.

Upínací desky slouží k upnutí formy na desky lisu. Upnutí provádíme šrouby a upínkami. U moderních strojů se někdy používá upínačů ovládaných hydraulickými válci.

Vyhazovací mechanismus slouží k usnadnění vyjímání výstřiku z dutiny formy nebo stahování z tvarovaného trnu. Vyhazovací mechanismus je zabudován v odjížděcí části formy. Vlastní vysunutí výstřiku z dutiny formy se provádí pomocí kolíků (vyhazovačů) nebo stírací desky. Stírací desky používáme u forem, kde výstřík zůstává na trnu. Na obrázku 76 je znázorněna konstrukce formy s vyhazovači a se stírací deskou.

Obrázek č. 76 Vstřikovací forma: a - s vyhazovačem
b - se stírací deskou



Dělicí rovina formy - je rovina, ve které se forma rozděljuje na část pevnou a odjížděcí. U tvarově jednoduchých výrobků tvoří dělicí rovinu rovná plocha (cívky, uzávěry, kelímky) u složitých výrobků může být dělicí rovinou zborcená plocha (střed obruby, očné sportovních brýlí).

Podle toho, kolik je ve formě umístěno výstřiků (dutin) rozeznáváme formy jednonásobné - ve formě je umístěn pouze jeden výstřik,
vícenásobné - ve formě je umístěno více výstřiků.

Vtokový kanál a jeho vyústění do dutiny formy

Roztavený plast je do dutiny formy přiváděn vtokovým kanálem, u vícenásobných forem pak soustavou kanálů. Konstrukce vtokových kanálů a vyústění vtoku má vedle vstřikovacího tlaku rozhodující vliv na rychlost plnění dutiny formy, tlakové poměry ve formě a celkovou kvalitu vyráběného dílce. Z těchto důvodů se konstrukci vtokových kanálů a vyústění vtoku musí věnovat velká pozornost.

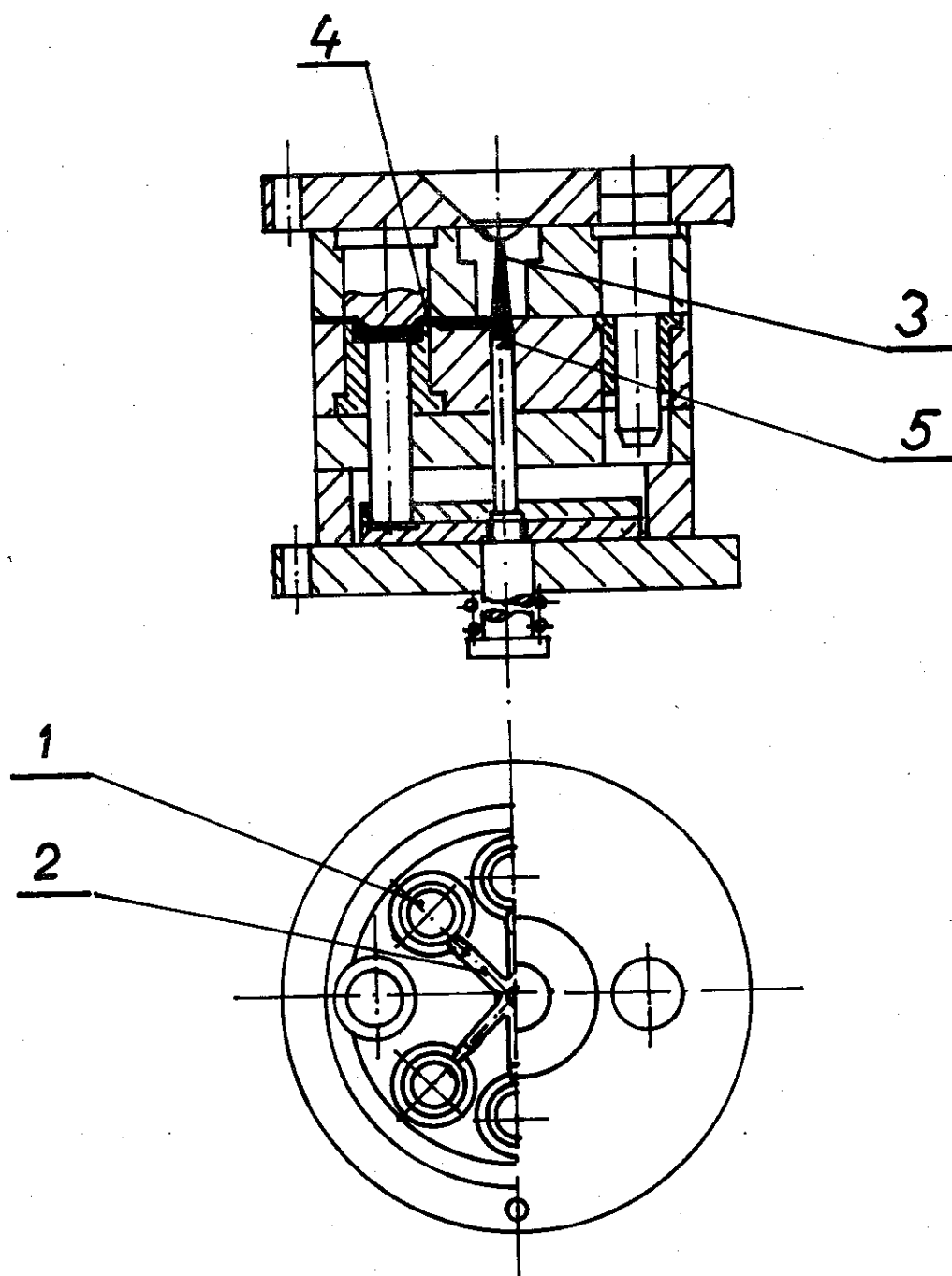
Příklad provedení vtokového systému vícenásobné formy je znázorněn na obrázku 77.

Tvar vtokového kanálu

Nejčastěji se používá lichoběžníkového nebo kruhového průřezu vtokového kanálu obrázek 78-str.101. Kruhový průřez vtokového kanálu je výhodný z hlediska dobrého tečení roztaveného plastu, ale jeho výroba je náročnější než u lichoběžníkového průřezu. Kanál kruhového průřezu je vypracován v obou částech formy (pevné i odjížděcí) zatímco lichoběžníkový se frézuje nebo vyjiskřuje pouze na jedné straně (nejčastěji pevné) formy.

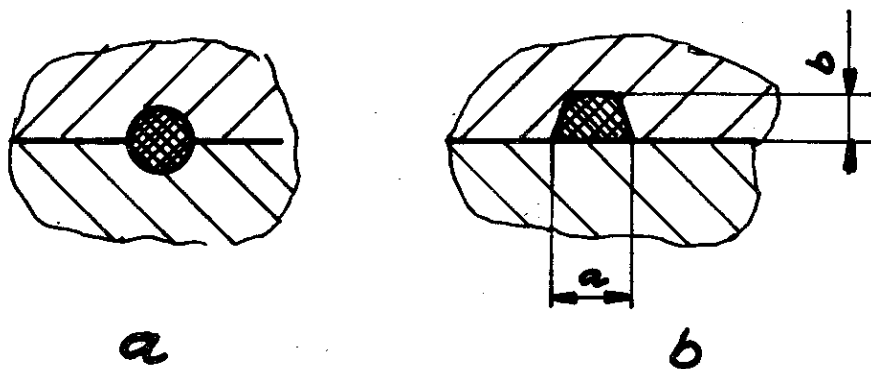
Obrázek č. 77 Vtokový systém vícenásobné formy:

- 1 - stříkaný dílec
- 2 - vtokový kanál
- 3 - hlavní vtok
- 4 - vyústění vtoku
- 5 - vytahovač vtoku



Obrázek č. 78 Tvar vtokového kanálu:

- a - kruhový
- b - lichoběžníkový

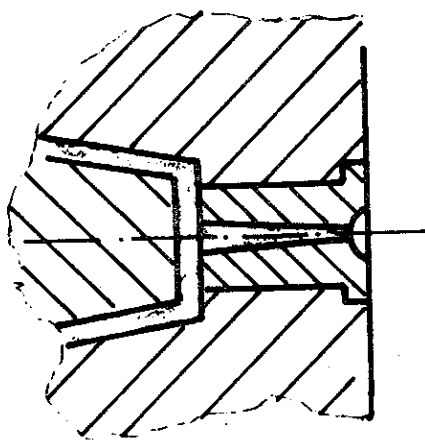


Vyústění vtoku

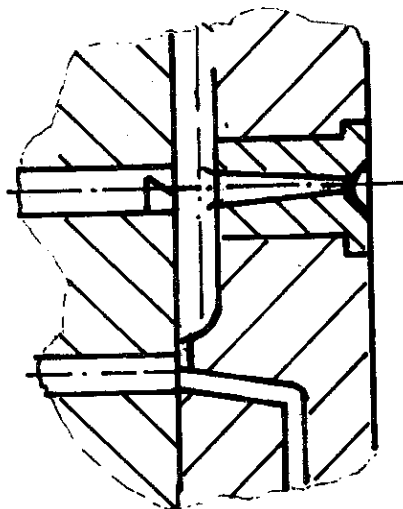
Vyústění vtoku je místo, kterým tavenina proudí do dutiny formy. Správný tvar vyústění a jeho poloha na výstřiku rozhodují o budoucí kvalitě výstřiku. Tavenina musí být připravena do dutiny co nejrychleji a tok taveniny při vyplňování dutiny musí být takový, aby nedocházelo k uzavírání vzduchu nebo k tzv. studeným spojům. Na obrázku 79 jsou příklady možného vyústění vtoku na výrobku. Na obrázku 79 a je kuželový vtok zaveden přímo do středu výstřiku. Tohoto vyústění lze použít pouze u jednonásobných forem, kde výstřik má vhodný tvar a větší rozměry. Předností tohoto provedení je dobré plnění dutiny formy. Nevýhodou je to, že vtok musí být od výstřiku oddělen uštípnutím nebo odříznutím a na výrobku zůstává stopa po vtoku.

Boční vyústění je na obrázku 79 b. Tohoto vyústění používáme pro ploché výrobky. Vyústění (někdy nazýváme branka) má čtvercový nebo obdélníkový průřez. Od výstřiku vtok odštípujeme štípacími kleštěmi nebo odřezáváme. Nesprávný způsob oddělování je odlomení vtoku. Odlomením může dojít k poškození výstřiku. Na obrázku 79 c je příklad použití tak zvaného tunelového vyústění. Výhodou tohoto provedení je to, že vtok je od výstřiku odříznut při rozjíždění formy. Stopa po vyústění vtoku je nepatrná. Použití tohoto způsobu umožňuje automatizovat výrobní proces a obsluhu více strojů jedním pracovníkem.

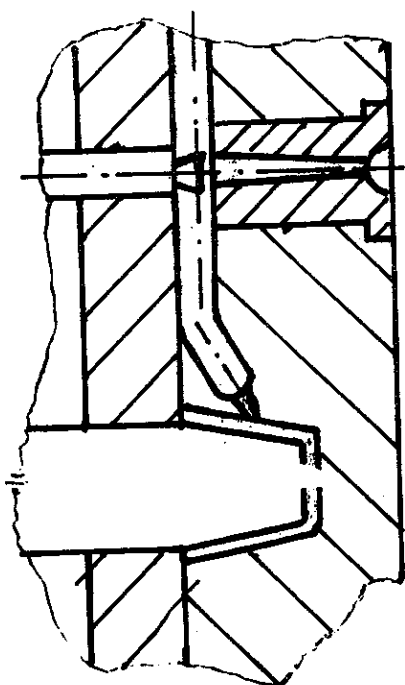
Obrázek č. 79 Vyústění vtoku: a - kuželový vtok
b - boční vyústění vtoku
c - tunelové vyústění vtoku
d - bodový vtok



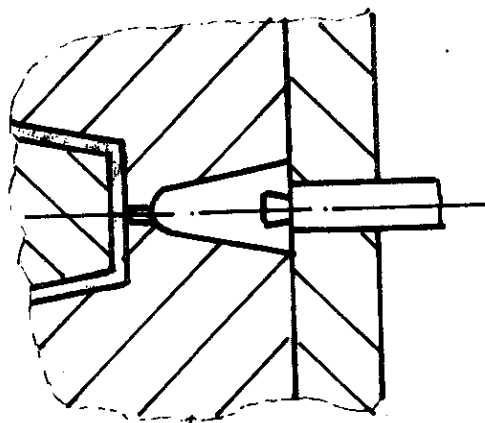
a



b



c



d

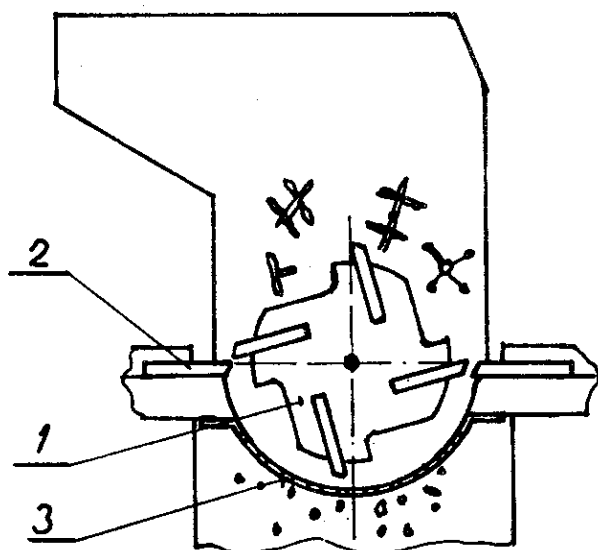
Tak zvaný bodový vtok je na obrázku 79d. K odtrhnutí vtoku od výstřiku dochází při rozjíždění formy. Bodový vtok používáme zejména u menších rotačních výrobků. Vtok je umístěn ve středu výstřiku, což umožňuje dobré plnění dutiny formy. Další předností je možnost automatizovat výrobní proces a tedy i zrychlení pracovního cyklu. Po odtržení vtoku zůstává na výstřiku jen nepatrná stopa.

Zpracování vtoků

Vtok, oddělený od výstřiku je z hlediska zpracovatele vratným odpadem, to znamená, že po určitých úpravách je materiál možné dále zpracovávat vstřikováním.

Vtoky drtíme na nožových mlýnech buď přímo u lisů nebo v centrální drtírně. Na obrázku 80 je schema nožového mlýnu. Vtoky jsou dopravovány do pracovního prostoru a noži rotoru drceny na menší části. Rozdrcený materiál propadá sítí 3 do kontejneru, nebo je z prostoru pod sítí odsáván a dopravován do cyklonu. Rozdrcený materiál dále zpracováváme přímo vstřikováním, nebo jej přetavujeme a granulujeme na regeneračních linkách. Při přímém zpracování přidáváme drť do nového materiálu v určitém poměru. Poměr drtě v originálu stanovuje technolog na základě zkoušky. Při velkém podílu drtě v originálu by u některých výrobků mohlo dojít k zhoršení jejich mechanických vlastností.

Obrázek č. 80 Schema nožového mlýna: 1 - rotor s noži
2 - statorový nůž
3 - síto



Kontrolní otázky:

1. Z kterých hlavních částí se skládá vstřikovací forma?
2. Co je to dělicí rovina formy?
3. Jaké znáš druhy vyústění vtoku?
4. Jak se dále zpracovává vratný odpad?

4.3.1. Volba materiálu pro vstřikovací formy

Výroba vstřikovacích forem patří z hlediska pracnosti a nároků na výrobu, zejména tvarových částí, mezi nejnáročnější nástrojařské práce. Průměrná pracnost na vyrobení středně složitě vstřikovací formy je přibližně 400 až 600 normohodin a cena formy se pohybuje kolem 30 až 50 tisíc korun. Vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům je samozřejmým požadavkem, aby životnost formy, zvláště jeho tvarových částí, byla dostatečně dlouhá. Životnost formy je závislá na konstrukčním řešení, ale hlavně na materiálu, z kterého jsou jednotlivé součásti vyrobeny.

Funkční části formy jsou při vstřikování namáhány silami vyvozenými tlakem taveniny v dutině formy a vystaveny teplotám 180° až 200°C. Z těchto důvodů je nutné věnovat materiálu náležitou pozornost.

Materiál pro funkční části forem

Funkční části forem jako tvárnice, vyhazovače, tvarové trny a podobně vyrábíme z nástrojových ocelí určených k dalšímu zpracování kalením, cementováním, nebo nitridováním. Tvarové části - materiál volíme podle předpokládaného způsobu výroby dutiny.

- a) Tvárnice vyráběné technologií lisování za studena - vhodný materiál třídy ČSN 14 221
ČSN 12 010

Tento materiál je určen k cementování.

- b) Tvárnice vyráběné technologií vyjiskřování nebo třískového obrábění - vhodný materiál ČSN 19 312
Materiál je určen k přímému kalení.

- c) Vyhazovače, trubkové vyhazovače
vhodný materiál ČSN 19 452

d) Stírací desky

vhodný materiál ČSN 12 060 - zušlechtěno

e) Upínací desky, rámy a jiné nefunkční části

vhodný materiál ČSN 12 060 - zušlechtěno

4.3.2. Temperování forem

Při zpracování plastů na vstřikovacích strojích je nezbytné udržovat v průběhu vstřikování stálou teplotu formy. Stálá teplota (provozní) je závislá na druhu zpracovávaného materiálu a může být ovlivněna i tvarem a velikostí výstřiku.

Správný tepelný režim formy zajistíme vhodnou temperací.

Rozeznáváme dva základní způsoby temperace forem

a) formy chlazené

b) formy vyhřívané

Formy chlazené

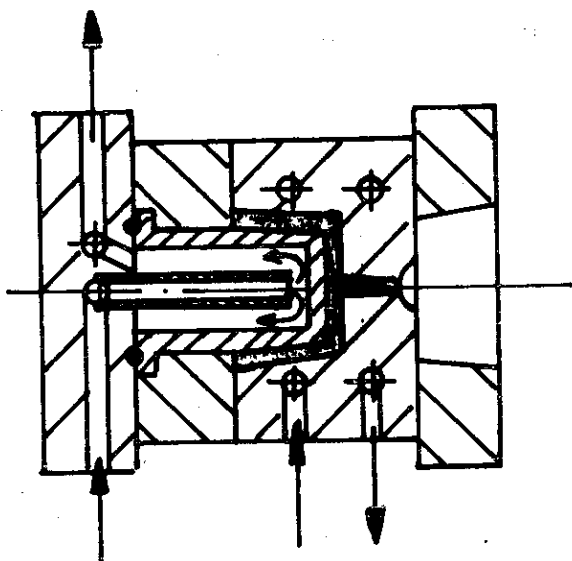
Optimální teploty forem při vstřikování acetátcelulózy, polystyrénu, polyetylenu, polypropylenu a acetopropionátu se pohybují v rozmezí 40° až 60°C . Abychom udrželi formy na této teplotě po celou dobu vstřikování, je nutné formu intenzivně chladit. Množství odvedeného tepla tedy musí být stejné, jako množství tepla přivedené do formy. Množství přivedeného tepla do formy je odvislé od hmotnosti výstřiku, rychlosti pracovního cyklu a teploty roztaveného plastu. Formy chladíme vhodným chladicím médiem (zpravidla vodou), které protéká chladicími kanály formy. Soustava kanálů ve formě je řešena tak, aby nejintenzivněji byly chlazeny tvarové části forem a vtokový kanál. Zejména dlouhé tvarové trny vyžadují dokonalý odvod tepla, aby nedocházelo k jejich přehřívání. Příklad chlazení formy je patrný z obrázku 81.

Regulaci teploty formy provádíme změnou průtočného množství chladicího média. Prakticky se to děje ručním otvíráním nebo přivíráním uzavíracího kohoutu na přívodu vody do formy. V praxi postupujeme tak, že při zahájení vstřikování (t.z. rozjždění formy) necháme chlazení do formy buď úplně uzavřené nebo jen mírně otevřené a postupně intenzitu chlazení zvyšujeme. Podle uspořádání rozvodu chladicího média rozeznáváme chladicí obvody

a) otevřené (vyskytuje se jen při chlazení vodou)

b) uzavřené

Obrázek č. 81 Chladicí soustava formy



Otevřený chladicí obvod - chladicí voda je do formy přiváděna z rozvodu užitkové vody. Chladicí voda protéká soustavou kanálů ve formě a odvádí z ní teplo, které bylo převedeno běžným pracovním cyklem. Z formy voda odtéká do odpadního potrubí a dále do kanalizace. Tento způsob chlazení je nejjednodušší, ale má řadu nevýhod. Hlavní nevýhody tohoto způsobu jsou:

- a) vodu nelze chemicky upravit a chladicí kanály se zanáší vodním kamenem
- b) teplota vody v letních měsících je jiná než v zimě
- c) ekonomicky nevýhodné (velká spotřeba vody, kterou podnik musí platit)
- d) reálné nebezpečí znečištění vodních toků olejem.

Uzavřený chladicí obvod - chladicí medium je do formy přiváděno z uzavřeného okruhu. Chladicím medium v uzavřeném okruhu může být voda chemicky upravená, olej nebo jiná chladicí kapalina. Medium protéká soustavou kanálů ve formě a vrací se odpadním potrubím přes chladicí zařízení zpět do zásobníku. Tohoto způsobu se užívá tam, kde je do okruhu zapojeno větší množství strojů a kde průtočné chlazení užitkovou vodou by bylo neekonomické.

Formy vyhřívané

Při zpracování některých plastů je nutné vstřikovací formy vyhřívát a trvale je na stanovené provozní teplotě udržovat po celou dobu stříkání. Ohříváme například formy pro vstřikování polyamidu (chceme-li výrobek o vysokém lesku) nebo aceto-
propionátu. Ohřívání forem provádíme:

- a) elektrickými topnými tělesy nebo topnými patronami
- b) termoregulátory

Oba způsoby umožňují regulaci provozní teploty s dostatečnou přesností.

Vyhřívání forem elektrickými topnými tělesy nebo patrony

Do obou částí formy jsou zabudována keramická tělesa s topnými spirálami nebo topné patrony. Topný systém je přes vhodnou regulaci napojen na zdroj elektrického proudu. Topení je nutné zapínat před zahájením vstřikování. Vstřikování může začít až teplota formy dosáhne požadované hodnoty.

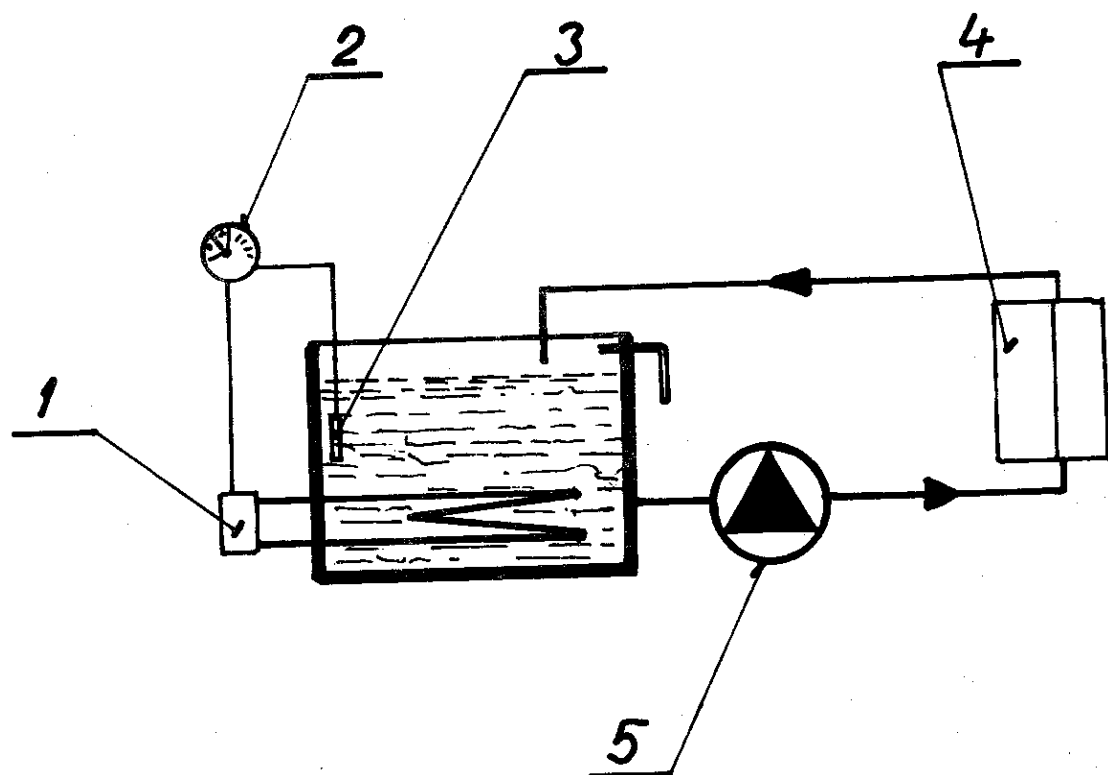
Termoregulátory

Zvláštním případem uzavřeného okruhu je termoregulátor. Je to zařízení, kterým lze formy buď chladit nebo vytápět. Pro chlazení je médiem voda, pro vytápění voda nebo olej.

Činnost termoregulátoru je patrná z obrázku 82. Z nádrže je čerpadlem dopravováno temperační medium do kanálů formy a z formy se vrací zpět do nádrže. Medium je v nádrži ohříváno nebo chlazeno na požadovanou teplotu.

Termoregulátory používáme v těch případech, kdy požadujeme docílit výstřiky o vysoké rozměrové přesnosti a kvalitě povrchu. Přesným dodržením potřebné teploty formy dosáhneme, že již první výstřiky opustí formu v bezvadném stavu. Díky termoregulátorům nejsme závislí na citu nebo zkušenosti osoby, která stroj obsluhuje.

Obrázek č. 82 Termoregulátor: 1 - topné těleso
2 - teploměr
3 - čidlo teploměru
4 - forma
5 - čerpadlo



4.3.3. Formy pro brýlové středy a stranice

Formy pro brýlové obruby a sluneční brýle patří z hlediska pracnosti mezi náročné. Dělicí rovina tvarových částí je velmi členitá a tvoří ji v podstatě nepravidelné zborcené plochy.

Tvarové části vyrábíme několika způsoby - třískovým obráběním
vyjiskřováním
odléváním ze zinkových slitin.

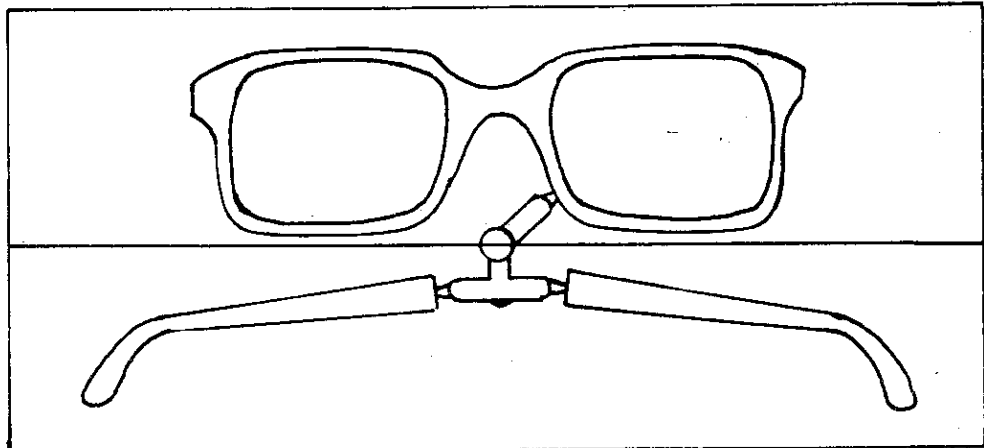
Nejpřesnější a nejrychlejší způsob výroby je vyjiskřování. Odlévání tvarových částí ze slitin zinku se používá pouze u typů, u kterých se předpokládá výroba menšího množství obrub nebo slunečních brýlí.

Z hlediska konstrukce a umístění výstřiků ve formě se vyskytují tyto varianty:

- a) forma s jedním středem a párem straníc
- b) forma s dvěma středy (stejně nebo různé velikosti)
- c) forma na stranice (ve formě je umístěno 6 - 8 straníc nebo polotovarů straníc)

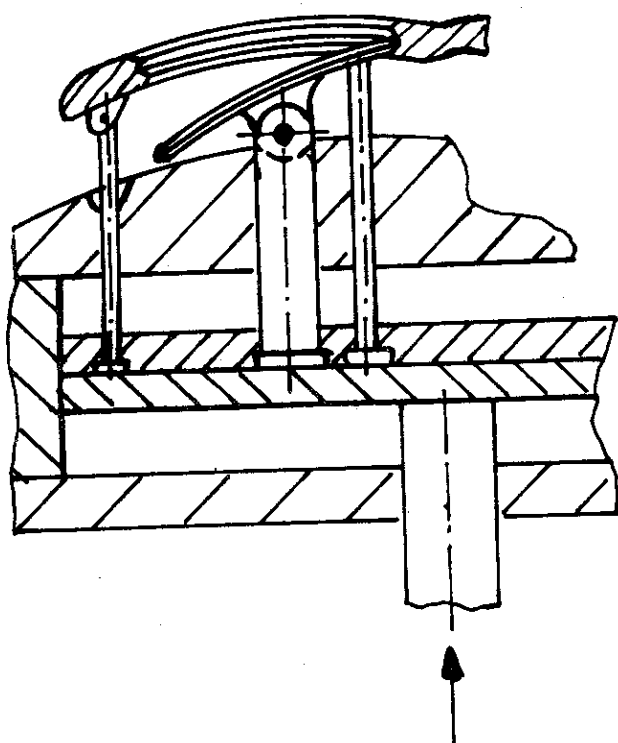
Forma s jedním středem a párem straníc

Obrázek č. 83 Umístění středu a straníc ve formě



Této varianty se zpravidla užívá pro vstřikování slunečních brýlí, u kterých jsou stranice bez vložky. Umístění výstřiku ve formě je patrné z obrázku 83. K vytvoření drážky pro skla jsou do formy vsazeny vyjímací nebo vyklápěcí očníce. Stranice jsou ve formě v konečném tvaru, to je prohnuté a ohnuté, střed je rovněž prohnutý válcově nebo kulově. Vyjímací očníce je nutné z výstřiku vylomit ručně nebo v přípravku a znovu vložit do formy. Pro jednu formu jsou dva páry vyjímacích očnic. Obsluha lisu vylamuje očníce mimo prostor lisu z hotového výstřiku v době, kdy na lisu provádí stříkání dalšího výrobku. Vyklápěcí očníce naopak zůstávají trvalé ve formě a střed je z očníce stažen tak, že se očníce vyklápí a současně vyhazovač umístěný v místě kloubu, střed z očníce stahuje. Princip vyklápěcí očníce je patrný z obrázku 84.

Obrázek č. 84 Princip vyklápěcí očnice

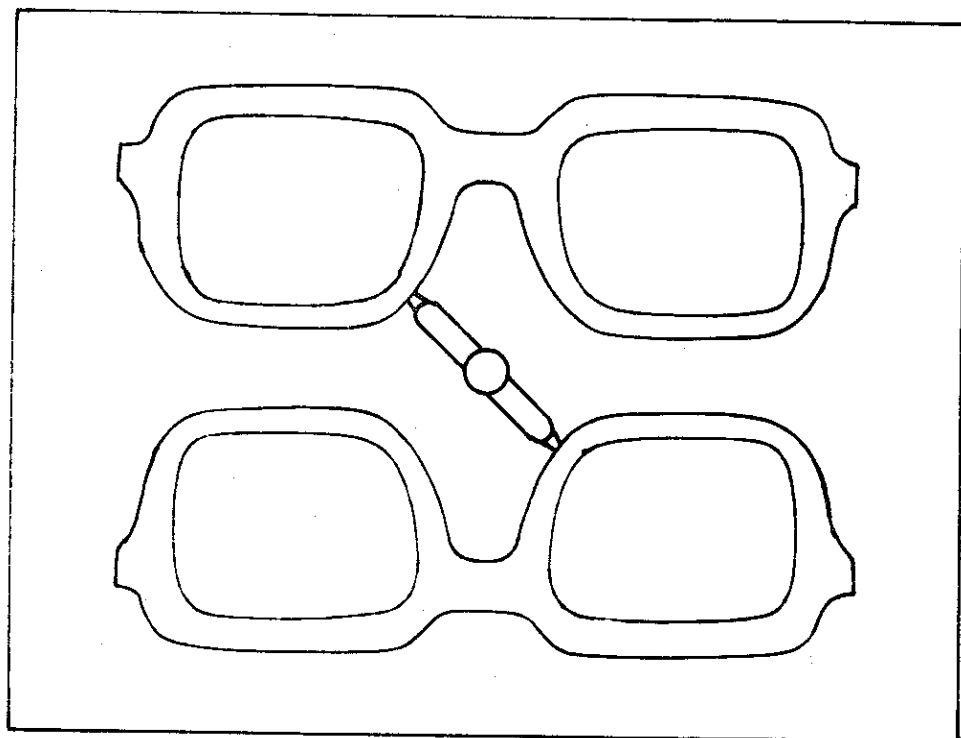


Forma s dvěma středy

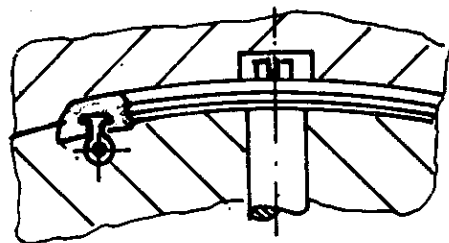
Této varianty se používá pro vstřikování obrub nebo slunečních brýlí s kovovou stranicí nebo stranicí z plastu s vložkou. Rozmístění středů ve formě je znázorněno na obrázku 85. Forma je konstrukčně řešena tak, že střed je vystříknutý hotově, to je s drážkou pro sklo, drážkami pro stěžečky nebo dírami pro kolíky. V některých případech se do formy vkládají stěžečky (obrázek 86), které jsou pak přímo zastříknuté do středu. Výstřik je z formy vytlačen očnicemi (u vyjímacích očnic) nebo očnicemi a vyhazovači (u vyklápěcích očnic). U forem na brýlové středy je nutné při konstrukci věnovat zvýšenou pozornost správnému umístění vyústění vtokového kanálu do dutiny formy. Vyústění musí být voleno s ohledem na tvar a profil očnice tak, aby k spojení tekoucího plastu došlo v místě kloubu (obrázek 87-str.112). Při spojení v dolní části očnice dochází při montáži nebo hromadných úpravách povrchu k praskání středu v místě tak zvaného studeného spoje. Vyústění vtoku

volíme zpravidla do sedla. Přesné místo a průřez vyústění stanoví technolog na základě zkušeností.

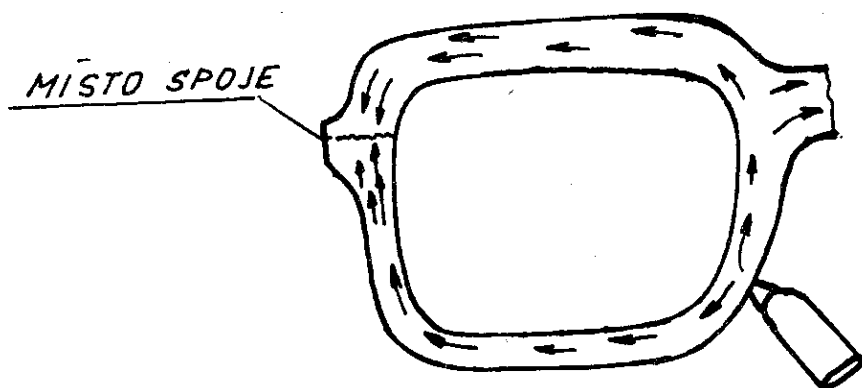
Obrázek č. 85 Schema umístění dvou středů ve formě



Obrázek č. 86 Střed se zastříknutou půlstěžejkou

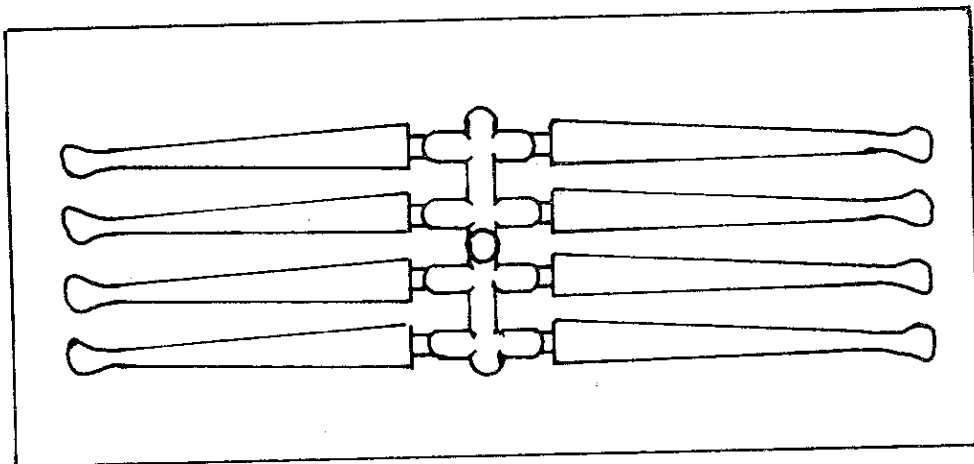


Obrázek č. 87 Vyústění vtoku na středu



Forma na stranice (obrázek 88)

Obrázek č. 88 Schema rozmístění stranic ve formě



Ve formě bývá umístěno 6 až 8 stranic nebo polotovarů stranic (předlisků), do kterých budou v dalších operacích vtlačeny vložky. V porovnání s formami na střed jsou formy na stranice jednoduché. Dělicí rovinou je rovná plocha, dutina není členitá. Výstřiky jsou umístěny po obou stranách vtokového kanálu. Z formy hotové výstřiky vytlačuje vyhazovač. Vyústění vtoku je vždy zavedeno do čela stranice, aby se

snížilo nebezpečí praskání stranic v dalších operacích. V poslední době jsou pro stranice s vložkami, u kterých se předpokládají velké výrobní série, vyráběny formy, kde v průběhu vstřikování jsou do stranic vtlačeny vložky.

Tento způsob je zatím zaveden pouze pro stranice s vložkami bez půlstěžek.

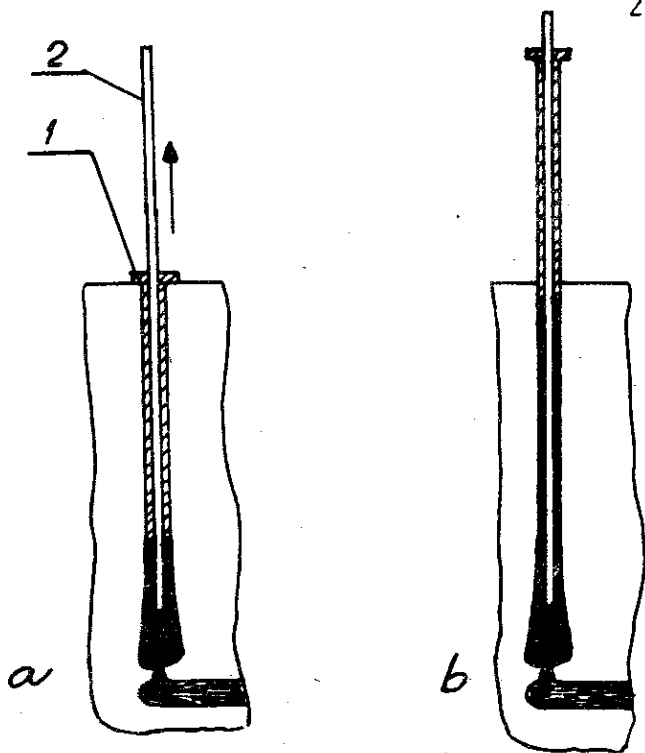
4.3.4. Formy na koncovky

Formy pro výrobu koncovek jsou konstrukčně poměrně složité. Konstrukční složitost spočívá v tom, že v ose koncovky je díra pro stranici. Dlouhý trn, který díru tvoří (kruhového nebo obdélníkového průřezu), se nesmí v průběhu nástřiku vychýlit z osy koncovky. Zajistit tuto polohu je velmi obtížné. V praxi se vyskytují dvě různé řešení.

a) Koncovky s kruhovým průřezem díry i koncovky

U koncovek s kruhovým průřezem zajišťují středění trnu (drátu) v průběhu nástřiku pohyblivá pouzdra (obrázek 89). Výchozí poloha pouzder je v poloze 1 (obrázek 89 a). Při nástřiku je dutina formy postupně plněna roztaveným plastem a ten vytlačuje pouzdro do polohy podle obrázku 89 b. Po ukončení nástřiku jsou trny hydraulicky vytaženy z koncovek a následuje otevření formy a vysunutí výstřiků.

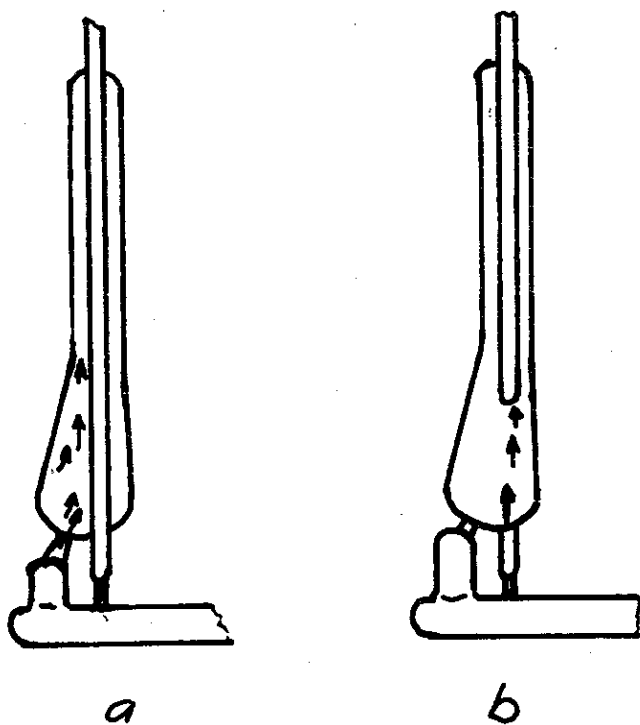
Obrázek č. 89 Středění trnu ve formě: 1 - vodící pouzdro
2 - trn



b) Koncovky s obdélníkovým průřezem díry

Konstrukční řešení forem pro tento druh koncovek je odlišné. Trn není středěn pohyblivým pouzdem, ale ve výchozí poloze je zasunutý až do spodní části koncovky a zde sevřen (obrázek 90 a). Po nástřiku, když se dutina naplní roztaveným plastem, vysunou se trny hydraulicky až do polohy podle obrázku 90 b a roztavený materiál doplní zbytek dutiny po vysunutém trnu. V době vysouvání trnů do polohy b zůstává nástřik pod tlakem. Pak následuje vytažení trnů z hotových koncovek a otevření formy.

Obrázek č. 90 Středění trnu ve formě na koncovky s obdélníkovým průřezem trnu



Koncovky vyrábíme z acetátcelulozy, kterou před vstřikováním vysušíme. Koncovky po vystříknutí nejsou ještě finálním výrobkem, ale je nutné jejich povrch, zejména pak stopu po vyústění vtoku a dělicí rovině mechanicky upravit. Toto provádíme technologií hromadných povrchových úprav v omílacích bubnech. Aby se díra v koncovce neucpala brusným materiálem,

nasouváme do koncovky před hromadnými úpravami vložku z plastu (obrázek 91).

Obrázek č. 91 Koncovka s vložkou



Kontrolní otázky:

1. Jaké materiály používáme pro tvarové části forem?
2. Které znáš druhy temperace?
3. Jaké znáš chladicí obvody?
4. Popiš chladicí obvod uzavřený.
5. Jaké nevýhody má otevřený chladicí obvod?
6. Jakým způsobem ohříváme formy?
7. Co jsou to termoregulátory?
8. Popiš činnost termoregulátoru.
9. Jaké jsou nejběžnější varianty rozmístění výstřiku ve formách pro brýlové středy a stranice?
10. Jak je zajištěno středění trnu u forem pro vstřikování koncovek kruhového průřezu?
11. Do kterého místa na středu je zavedeno vyústění vtoku?

