

Konstrukce vstřikovací formy

Martin Ovsík

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin OVSÍK**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Téma práce: **Konstrukce formy**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerži na dané téma
2. Nakreslete model plastového dílu
3. Zhotovte konstrukci vstřikovací formy
4. Nakreslete výkres sestavy formy

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

dle zadání vedoucího BP

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Staněk, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2008

Termín odevzdání bakalářské práce:

6. června 2008

Ve Zlíně dne 1. února 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí vstřikovací formy pro plastový díl, kterým je táhlo.

V teoretické části je uvedena problematika vstřikování, správná volba vstřikovacího stroje, konstrukce vstřikovací formy a vstřikovaného dílce.

Úkolem praktické části je nakreslit 3D model plastového dílce, zhotovit konstrukci vstřikovací formy a vytvořit výkres sestavy formy. Při konstrukci je využíván program Catia V5R15 a normálie firmy HASCO.

Klíčová slova: Vstřikování, vstřikovací forma.

ABSTRACT

This bachelor work concentrates on the construction of injection mold for plastic product which is a rod.

Problems of injection, correct option of injecting machine, the construction of injection mold and injecting device are presented in the theoretic part.

The aim of the practical part is to design 3D model of plastic device, to make the construction of injection mold and to create a drawing of group mold. The program Catia V5R15 and the normalized device of company HASCO are used during the construction.

Keywords: Injection, injection mold.

Poděkování:

Velmi rád bych poděkoval všem, kteří mi pomohli k napsání této bakalářské práce. Zvláště bych rád poděkoval vedoucímu mé práce Ing. Michalu Staňkovi, PhD za odborné rady a čas, který mi věnoval po celou dobu vzniku mé práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně, 20. 05. 2008

.....

Podpis

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 PLASTY A JEJICH ZPRACOVÁNÍ VSTŘIKOVÁNÍM	10
1.1 TERMOPLASTY A JEJICH ROZDĚLENÍ.....	10
1.2 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH TYPŮ PLASTŮ	10
2 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS	12
3 VSTŘIKOVACÍ STROJ	13
3.1 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA.....	13
3.2 UZAVÍRACÍ JEDNOTKA	15
3.3 OVLÁDÁNÍ A ŘÍZENÍ VSTŘIKOVACÍHO STROJE.....	15
4 KONSTRUKCE FOREM	17
4.1 VTOKOVÝ SYSTÉM	18
4.2 STUDENÝ VTOKOVÝ SYSTÉM	18
4.2.1 Plný kuželový vtok	20
4.2.2 Bodový vtok.....	20
4.2.3 Tunelový vtok	21
4.2.4 Boční vtok.....	22
4.2.5 Filmový vtok	23
4.2.6 Plnění více vtoky.....	23
4.3 VYHŘÍVANÉ VTOKOVÉ SOUSTAVY (VVS)	24
4.3.1 Isolované vtokové soustavy	24
4.3.2 Vyhřívání trysky.....	24
4.3.3 Vytápěné rozvodové bloky	26
4.4 VYHAZOVÁNÍ VÝSTŘIKŮ	27
4.4.1 Mechanické vyhazování	27
4.4.2 Vyhazování pomocí vyhazovacích kolíků	28
4.4.3 Vyhazování stírací deskou.....	28
4.4.4 Vyhazování pomocí šikmých vyhazovačů.....	30
4.4.5 Dvoustupňové vyhazování	30
4.4.6 Vzduchové vyhazování	30
4.4.7 Hydraulické vyhazování.....	31
4.5 TEMPEROVÁNÍ FOREM.....	31
4.6 ODVZDUŠNĚNÍ FOREM.....	32
4.7 BOČNÍ POSUVNÉ ČELISTI FOREM	32
4.8 RÁMY FOREM	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
5 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	35

6	CHARAKTERISTIKA VÝROBKU	36
7	KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY.....	37
7.1	DĚLÍCÍ ROVINA	37
7.2	NÁSOBNOST FORMY	37
7.3	TVAROVÉ ČÁSTI FORMY	38
7.4	VTKOVÝ SYSTÉM	39
7.5	TEMPERAČNÍ SYSTÉM.....	41
7.6	ODVZDUŠNĚNÍ FORMY	42
7.7	VYHAZOVACÍ SYSTÉM.....	42
7.8	RÁM, VODÍCÍ A UPÍNACÍ PRVKY FORMY	44
7.9	NOSIČ FORMY	47
8	VSTŘIKOVACÍ STROJ	48
9	DISKUSE VÝSLEDKŮ	49
	ZÁVĚR.....	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	53
	SEZNAM TABULEK	55
	SEZNAM PŘÍLOH.....	56

ÚVOD

Stále více konvenčních materiálů (ocel, dřevo) je nahrazováno plasty, a to ve všech oblastech průmyslové výroby. První plasty se začaly objevovat již v první polovině minulého století, avšak většího vývoje a zahájení výroby ve větším měřítku dosáhly až v 50. letech 20. století. Od té doby nastal prudký rozvoj, jehož důsledkem je neustále se zvětšující sortiment a kvalita těchto materiálů.

Hlavní důvodem tohoto rozvoje jsou především specifické vlastnosti plastů, jako je vysoká chemická odolnost a nízká měrná hmotnost při relativně příznivém mechanickém chování. Další výhodou je možnost realizace i tvarově velmi složitých výrobků, která by při využití tradičních materiálů nebyla možná.

Plasty lze zpracovávat a vyrábět různými způsoby. Jedna z nejpoužívanějších metod zpracování je technologie vstřikování. Použití technologie vstřikování při výrobě plastových výrobků má tyto výhody:

- existuje široký sortiment plastů s různými vlastnostmi, vhodný pro tuto technologii,
- vstřikováním lze vyrábět výrobky, které by byly jinou technologií velmi obtížně výrobitelné,
- při vstřikování lze dosáhnout poměrně dobré rozměrové přesnosti,
- vstřikování má vysokou produktivitu, přináší značné úspory lidské práce a snižuje spotřebu energie při výrobě,
- vstřikování umožňuje výrobu složitých tvarových výrobků a tím nabízí zcela nové koncepce při návrhu, konstrukci i výrobě nových součástí.

Tato technologie našla uplatnění v řadě odvětví, jako například v automobilovém průmyslu (části interiéru automobilů), elektrotechnickém průmyslu (zástřiky konektorů) nebo v potravinářském průmyslu (obaly potravin) a také u výrobků pro denní užití (kuchyňské potřeby, hračky, sportovní potřeby) atd.

TEORETICKÁ ČÁST

1 PLASTY A JEJICH ZPRACOVÁNÍ VSTŘIKOVÁNÍM

Vstřikování plastů je poměrně složitý tepelně-mechanický proces tváření. Plasty díky svým vlastnostem nahrazují v některých provedení kovové materiály. Také jsou to látky, jejichž struktura je tvořena makromolekulárními řetězci. Plasty se dělí na dvě základní skupiny:[1]

- termoplasty - mají řetězce přímé nebo řetězce s bočním větvením. Při ohřevu se uvolní soudržnost řetězců a hmota je viskózní. V tomto tvaru se může tvářet. Po ochlazení se dostane opět do původního pevného stavu,
- reaktoplasty - mají řetězce příčně propojeny chemickými vazbami a vytváří prostorovou trojrozměrnou síť. Při ohřevu tato síť zvětšuje svoji pohyblivost, ale řetězce se zcela neuvolní. Při tváření vlivem teploty a tlaku nastává zesíťování (vytvrzení) plastu.

1.1 Termoplasty a jejich rozdělení

Z jednotlivých skupin plastů jsou nejrozšířenější. Z hlediska vnitřní skupiny se termoplasty dělí na: [1]

- amorfní - jejich řetězce jsou nepravidelně prostorově uspořádány. Využitelnost výrobků z amorfních plastů je v oblasti pod teplotou skelného přechodu (T_g). Polymer je v tomto stavu pevný,
- semikrystalické - podstatná část řetězce je pravidelně a těsně uspořádaná a tvoří krystalické útvary. Zbytek má amorfní uspořádání. Použitelnost těchto plastů je v oblasti pod teplotou skelného přechodu (T_g).

1.2 Charakteristika jednotlivých typů plastů

Jednotlivé typy plastů mají své charakteristické funkční i zpracovatelské vlastnosti. Mohou se částečně měnit nebo upravovat pomocí přísad. Z funkčních hledisek se hodnotí především: [1]

- mechanická pevnost,

- elektrické vlastnosti,
- chemická odolnost,
- optické vlastnosti

Skupiny plastů: [1]

- polyolefiny,
- polystyrenové plasty,
- polyamidy,
- polyformaldehyd,
- polykarbonát,
- polyetylentereftalát,
- polybutylentereftalát,
- polysulfan,
- acetát celulozy,
- polvinylchlorid tvrdý,
- strukturně integrálně lehčené hmoty,
- speciální plasty

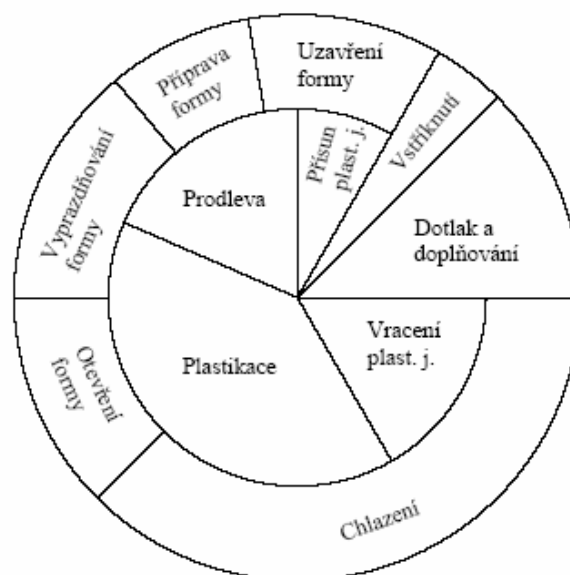
2 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS

Vstřikovací cyklus se skládá s těchto fází:

- uzavírání formy,
- vstřík,
- dotlak,
- chlazení a plastikace,
- otevření formy,
- přestávka.

Vyráběné množství výstřiku ovlivňuje především násobnost formy. I pomocí technologie vstřikování se může zvýšit produkce. To se projeví optimální délkou pracovního cyklu. Jeho délka je výsledkem všech časových průběhů. [1]

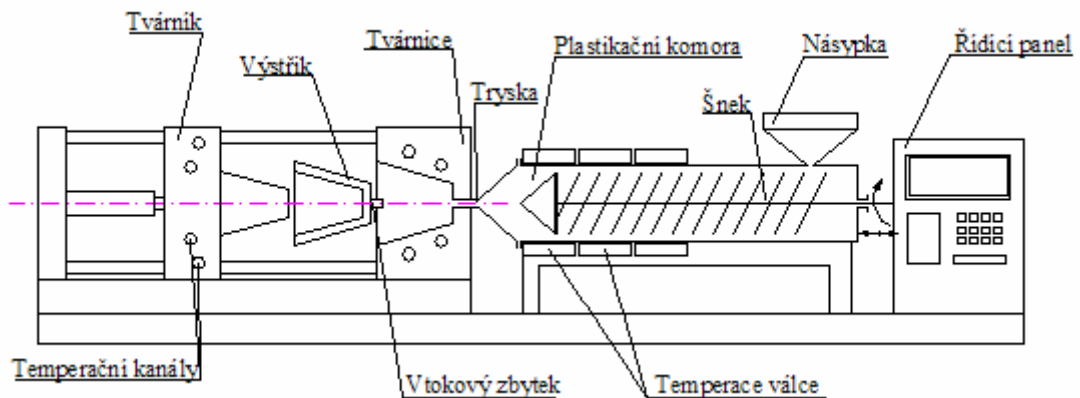
Po uzavření formy ve stroji je plastifikovaná hmota požadované teploty vstříknuta do formy nastaveným tlakem při určité rychlosti. Tavenina zůstává pod tlakem v uzavřené formě, dokud se nezačne ochlazovat. Hned potom nastoupí dotlak, který skončí při částečném ochlazení plastu ve formě. Po skončení dotlaku se vstřikovací jednotka od formy oddálí a začne v ní plastikace další dávky hmoty. Po dostatečném ochlazení výstřiku se forma otevře a výstřik se vyhodí. Po očištění a přípravě formy pro další cyklus následuje další cyklus. [1]



Obr. 1 Vstřikovací cyklus [3]

3 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Od vstřikovacího stroje se vyžaduje zajištění výroby jakostních výstřiků. Existuje velký počet různých konstrukcí strojů, které se od sebe liší svým provedením, stupněm řízení, stálostí a reprodukovatelností jednotlivých parametrů, rychlostí výroby, snadnou obsluhou i cenou. [1]



Obr. 2 Vstřikovací stroj

Konstrukce stroje je charakterizována podle: [1]

- vstřikovací jednotky,
- uzavírací jednotky,
- ovládání a řízení stroje.

Vstřikovací stroj pro přesné výstřiky vyžaduje, aby: [1]

- byl tuhý a pevný při vstřiku,
- měl konstantní tlak, rychlost, teplotu, ostatní parametry a jejich časování,
- měl přesnou reprodukovatelnost technologických parametrů.

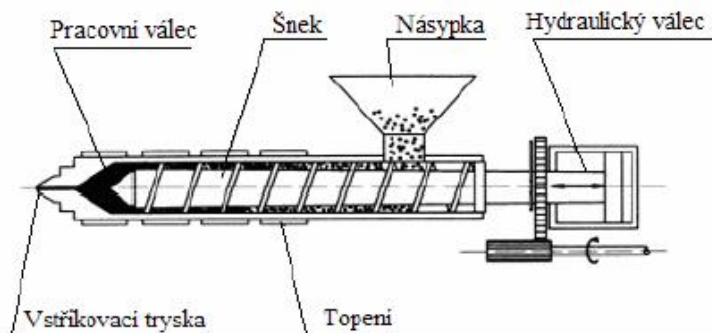
3.1 Vstřikovací jednotka

Připravuje a dopravuje požadované množství roztaveného plastu s předepsanými technologickými parametry do formy. Množství dopravované taveniny musí být menší, než je kapacita vstřikovací jednotky při jednom zdvihu. Při malém vstřikovacím množství setrvává plast ve vstřikovací jednotce delší dobu a tím může nastat jeho degradace. To se dá ovlivnit rychlejšími cykly výroby. Max. vstřikované množství nemá překročit 90% kapacity jednot-

ky, protože je ještě nutná rezerva pro případné doplnění úbytku hmoty při chlazení (smrštění). Optimální množství je 80%. [1]

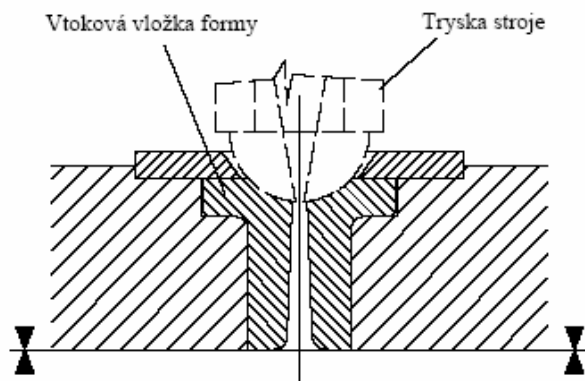
Plast je dopravován z násypky pohybem šneku. Plast je posouván šnekem přes vstupní, přechodové a výstupní pásma. [1]

Topení tavné komory je nejčastěji rozděleno do tří pásem (vstupní, střední a pásmo u trysky). Tryska má zvláštní samostatné topení. [1]



Obr. 3 Vstříkovací jednotka [4]

Tavná komora je zakončena vyhřívanou tryskou, která spojuje vstříkovací jednotku s formou. Kulové zakončení trysky zajišťuje přesné dosednutí do sedla vtokové vložky. Menší průměr otvoru a menší poloměr trysky než je u sedla vtokové vložky, jsou podmínkou správné funkce. [1]



Obr. 4 Dosednutí trysky stroje na trysku formy [1]

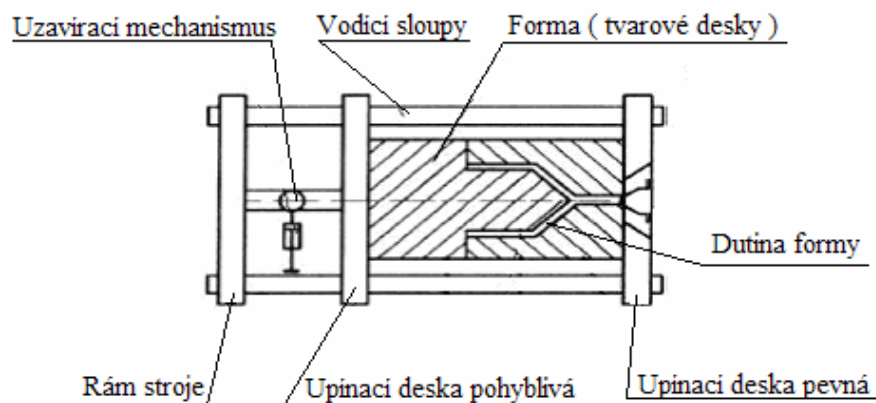
Vstřikovací trysky mohou být otevřené a uzavíratelné. Otevřené se používají pro taveniny s větší viskozitou. Uzavíratelné zamezují samovolnému vytékání materiálu při plastikaci. [1]

3.2 Uzavírací jednotka

Ovládá formu a zajišťuje její dokonalé uzavření, otevření i případné vyprázdnění. Velikost uzavíracího tlaku je stavitelná a je přímo závislá na velikosti vstřikovacího tlaku, ploše dutiny a vtoku v dělicí rovině. [1]

Hlavní části uzavírací jednotky: [1]

- opěrná deska pevná,
- upínací deska,
- vodící sloupky,
- uzavírací mechanismus.



Obr. 5 Uzavírací jednotka [4]

3.3 Ovládání a řízení vstřikovacího stroje

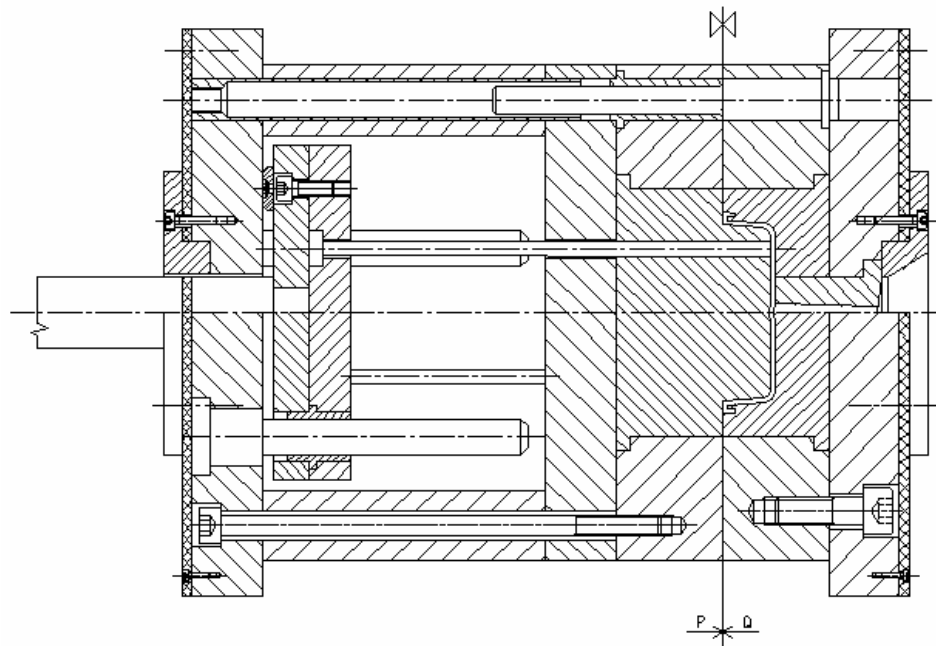
Stupeň řízení a snadná obsluha stroje je charakteristickým znakem jeho kvality. Stálá reprodukovatelnost technologických parametrů je význačným a nutným faktorem. Pokud tyto parametry nepřiměřeně kolísají, projeví se tato nerovnoměrnost na přesnosti a kvalitě výroby výstřiků. Řízení stroje se musí zajistit vhodnými řídicími a regulačními prvky. [1]

Novější koncepce vstřikovacích strojů se v současnosti neobejdou bez výkonné procesorové techniky. Místo obvyklé textové formy nastavování technologických parametrů se využívá nejrůznější grafické formy řízení pracovní cyklu. [1]

4 KONSTRUKCE FOREM

Vstřikovací forma je nástroj, jehož použitím na vstřikovacím stroji vznikne výrobek z polymerní hmoty. Dnes používané vstřikovací formy jsou technicky poměrně značně komplikovaná zařízení, na která se kladou nemalé nároky z hlediska kvality, produktivity, spolehlivosti a automatizace výroby.

Formy se skládají zpravidla ze dvou hlavních částí, z nichž jedna je upnuta na pevné straně vstřikovacího stroje a druhá na jeho pohyblivé straně. Část upnutá na pevné straně se obvykle nazývá tvárnice a její hlavní funkce je zajištění přívodu taveniny do dutiny formy, a to pomocí vtokového systému. Část upnutá na pohyblivé straně vstřikovacího stroje se většinou nazývá tvárník a jeho hlavní funkcí je zajištění správného vysunutí vylisku z dutiny formy pomocí vyhazovacího systému formy. Obě části nástroje pak současně dokážou zajistit správnou funkčnost výrobku.



Obr. 6 Řez vstřikovací formou

Výroba dílů vstřikováním probíhá na vstřikovacím stroji a ve formě v krátkém čase. Za působení dostatečného tlaku a teploty a dalších nutných parametrů. Z toho vyplývají základní požadavky na stroj a formu, které spolu úzce souvisí.

U formy se vyžaduje: [1]

- vysoká přesnost a požadovaná jakost funkčních ploch zhotovené dutiny formy a ostatních funkčních dílů,
- maximální tuhost a pevnost jednotlivých částí formy i celků pro zachycení potřebných tlaků,
- správná funkce formy, vhodný vtokový systém, vyhazování, odvzdušnění, temperování apod.,
- optimální životnost zaručená konstrukcí, materiálem i výrobou.

4.1 Vtokový systém

Vtokový systém zajišťuje dopravu taveniny ze vstřikovacího stroje do dutiny formy. V zásadě se vtoky dělí na studené a horké.

4.2 Studený vtokový systém

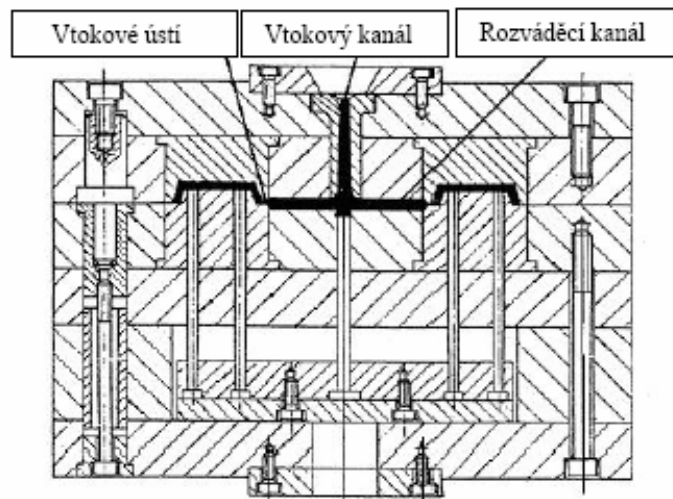
Vtokové systémy formy zajišťují při vstřiku vedení proudu roztaveného plastu od vstřikovacího stroje do tvářecí dutiny formy. Naplnění dutiny termicky homogenní taveninou má proběhnout v nejkratším možném čase a s minimálními odpory. [1]

Tvar a rozměry vtoku spolu s umístěním jejich ústí ovlivňuje: [1]

- rozměry, vzhled i vlastnosti výstřiku,
- spotřebu materiálu,
- náročnost opracování a začištění výstřiku,
- energetická náročnost výroby.

Zásadní rozdíly v celkovém uspořádání vtokového systému jsou dány především konstrukcí formy a její násobností. U vícenásobných forem má tavenina dorazit ke všem ústím vtoku za stejného tlaku a současně. [1]

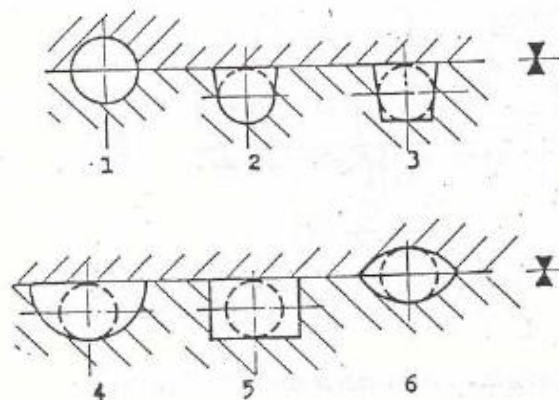
Při volbě určitého vtokového systému se vychází z toho, že tavenina se vstřikuje velkou rychlostí do relativně studené formy. Během průtoku studeným vtokovým systémem viskozita taveniny na vnější povrchu prudce roste, nejnižší je uprostřed. Vysoká viskozita vyžaduje vysoké tlaky v systému. [1]



Obr. 7 Vtokový systém formy [1]

Vtokové kanály

Průřez vtokového kanálu by měl být dostatečně velký, aby byla jistota, že po vyplnění tvářecí dutiny bude jádro taveniny ještě v plastickém stavu a tím se umožní působení dotlaku. Přitom však je třeba pohlížet ke spotřebě plástu. Vtokový kanál má mít při minimálním povrchu co největší průřez. Tím budou ztráty ochlazením minimální. Této podmínce odpovídá kruhový průřez. Z výrobních důvodů se volí i jemu podobný tvar lichoběžníkový.[1]



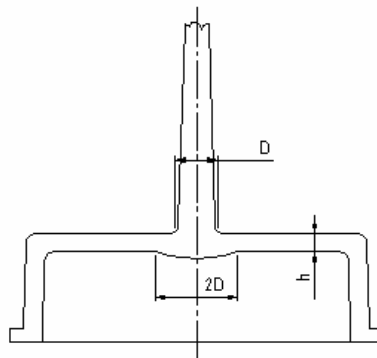
Obr. 8 Průřezy vtokových kanálů [1]

1, 6- výrobně nevýhodné

2, 3, 4, 5- výrobně výhodné

4.2.1 Plný kuželový vtok

Přivádí taveninu do dutiny formy bez zúženého vtokového ústí. Používá se převážně u jednonásobných forem se symetricky uloženou dutinou. Je vhodný především pro tlustostěnné výstřiky. Z hlediska působení dotlaku je velmi účinný, protože vtok tuhne ve formě poslední. Jeho odstranění je pracné a zanechává vždy stopu na výstřiku. Po určení jeho průměru platí, že ústí vtoku má být o 1 až 1,5 mm větší, než je tloušťka stěny výstřiku. Pro menší tloušťky stěn výstřiku je vhodné vytvořit proti ústí čočkovité zahloubení. [1]

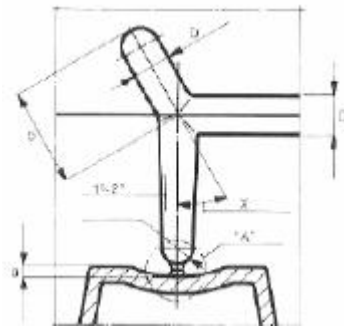


Obr. 9 Plný kuželový vtok

4.2.2 Bodový vtok

Je nejznámější typ zúženého vtokového ústí zpravidla kruhového průřezu, který leží mimo nebo i v dělicí rovině. Může vycházet přímo z vtokového kanálu, z předkomůrky nebo z rozváděcího kanálu. Vyžaduje systém třídeskových forem. U tohoto typu musí být zajištěno, aby nejprve došlo k odtržení vtokového ústí a teprve potom k otevření formy v dělicí rovině s tvarovou dutinou. V zúženém místě dochází při doformování k odtržení vtokového zbytku od výstřiku. [1]

U méně tekutých plastů a plněných plastů pro větší výstřiky se použití bodových ústí vtoků nedoporučuje. [1]



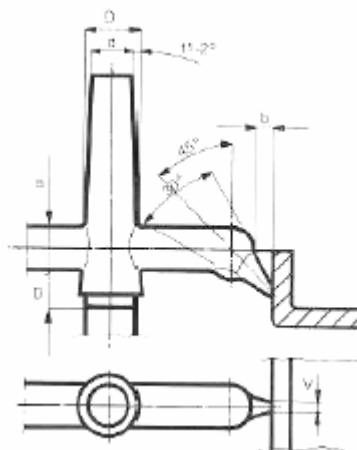
Obr. 10 Bodový vtok

4.2.3 Tunelový vtok

Je zvláštní případ bodového vtoku, který má tu výhodu, že vtokový zbytek může ležet v téže dělicí rovině jako výstřík. Umístění může být v pevné i v pohyblivé části forem. Předpokladem dobré funkce je existence ostré hrany, která odděluje při doformování vtokový zbytek od výstříku. [1]

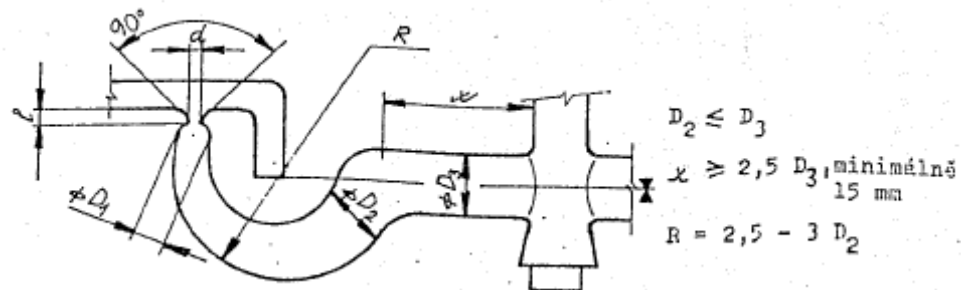
Oddělení vtokového zbytku se provádí buď při otevření formy, nebo při vyhazování výstříku. Umístění vtoku v pevné části je pro doformování obtížnější. [1]

Rozměry ústí jsou shodné s hodnotami pro bodový vtok. [1]



Obr. 11 Tunelový vtok

Zvláštním typem tunelového vtoku je srpkovitý vtok, který umožňuje umístění vtokové ústí do části výstřiku, ve kterém nepůsobí rušivě. Takový vtok je vhodný jen pro plasty s vysokou elasticitou. [1]

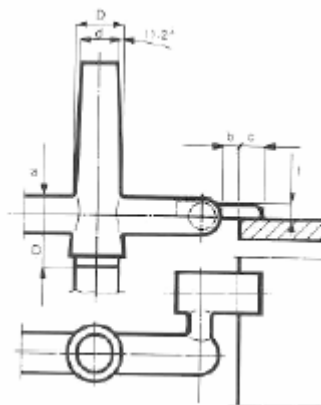


Obr. 12 Srpkovitý vtok [1]

4.2.4 Boční vtok

Je nepoužívanějším a nejrozšířenějším vtokovým ústím. Boční vtok leží v dělicí rovině. Průřez bývá obvykle obdélníkový, ale může být i jiný (kruhový, lichoběžníkový). [1]

Při odformování zůstává zpravidla výstřik od vtokového zbytku neoddělený. Pro zamezení volného vstřikování taveniny do dutiny se ústí upraví do tvaru vějíře. U aplikací, které vylučují vznik oblastí velkých vnitřních pnutí, se používá nepřímých vtoků.



Obr. 13 Boční vtok

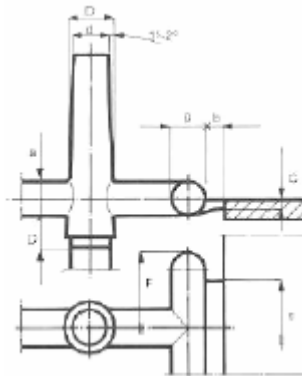
4.2.5 Filmový vtok

Je nejpoužívanější ze skupiny bočních vtokových ústí hlavně k plnění kruhových a trubcových dutin s vyššími požadavky na kvalitu. K nim se ještě řadí vtoky diskové, prstencové, deštníkové a další. [1]

Od filmového vtoku se vyžaduje: [1]

- dodržení rovinnosti, přímosti, přesnosti tvaru výstřiku,
- malé vnitřní pnutí,
- odstranění studených spojů,
- vyvážení tlaku,
- zmenšení rychlosti taveniny vstupující do dutiny formy,
- zmenšení odporu vtokového systému.

Rozvedení taveniny do jednotlivých míst vtokového ústí není rovnoměrné. Tloušťka, délka a tvar vtokového ústí se volí podle stejných zásad jako u bočního ústí. [1]



Obr. 14 Filmový vtok

4.2.6 Plnění více vtoky

Neumožňuje-li tvarová dutina plnění jedním vtokem používá se plnění více vtoky. Před použitím je třeba zvážit jejich vliv na uzavírání vzduchu a vzniku studených spojů při setkání proudů taveniny z jednotlivých vtoků. [1]

4.3 Vyhřívání vtokové soustavy (VVS)

Snaha po úsporách plastu i práce vedla k metodě vstřikování bez vtokového zbytku. Realizuje se za pomoci vyhřívání vtokových soustav. [1]

Technologie vstřikování s použitím vyhřívání vtokové soustavy spočívá v tom, že tavenina po naplnění formy zůstává v celé oblasti vtoku až do ústí formy v plastickém stavu. To umožňuje použití jen bodové vyústění malého průřezu, který je vhodný pro širokou oblast vyráběných výstřiků. [1]

Použití vyhřívání vtokových systémů umožňuje: [1]

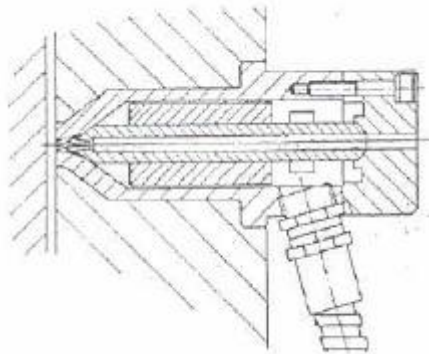
- automatizaci výroby,
- zkracuje výrobní cyklus,
- snižuje spotřebu plastu - vstřikuje se bez vtokového zbytku,
- snižuje náklady na dokončovací práce s odstraňováním vtokových zbytků,
- odpadá manipulace a regenerace zbytků vtoků a problémy při jejich zpracování.

4.3.1 Isolované vtokové soustavy

Pracují na principu vlastní termoplastické izolace v okrajových vrstvách vtokových kanálů, nebo předkomůrky. U tohoto systému tryska nemá vlastní vytápění. Její teplotu udržuje buď větší vrstva taveniny svou tepelně isolační vlastností, nebo je ohřívána nepřímo. [1]

4.3.2 Vyhřívání trysky

Jejich konstrukce umožňuje propojení vstřikovacího stroje s dutinou formy, při dokonalé teplotní stabilizaci. Tryska má vlastní topný článek i s regulací, nebo je ohřívána jiným zdrojem vtokové soustavy. [1]



Obr. 15 Vyhříváná tryska [1]

Nepřímo ohříváné trysky, jejichž jednodušší provedení si zpracovatel může sám vyrobit, se vyznačují dvěma provedeními: [1]

- a) dotápěné vyústění izolovaného rozvodu vtoku. Je charakterizován miniaturním topným tělesem, které je zabudováno do ocelového pouzdra, jehož špička zasahuje do vyústění vtoku. U tohoto způsobu je nutné dodržet poměrně rychlý pracovní cyklus,
- b) druhý způsob se vyznačuje přenosem tepla z vyhříváného rozvodu vtoků na trysku. Používá se pro vícenásobné formy.

Konstrukční provedení přímo ohříváných trysek je charakterizováno dvěma základními principy: [1]

- trysky s vnějším topením - tavenina zde proudí vnitřním otvorem tělesa trysky. Těleso je z tepelně vodivého materiálu. Z vnějšku je kolem tělesa trysky umístěno topení,
- trysky s vnitřním topením - u tohoto systému tavenina obtéká vnitřní vyhřívanou vložkou, zhotovenou také z materiálu s dobrou tepelnou vodivostí.

Oba typy trysek jsou konstrukčně upraveny tak, že ústí je: [1]

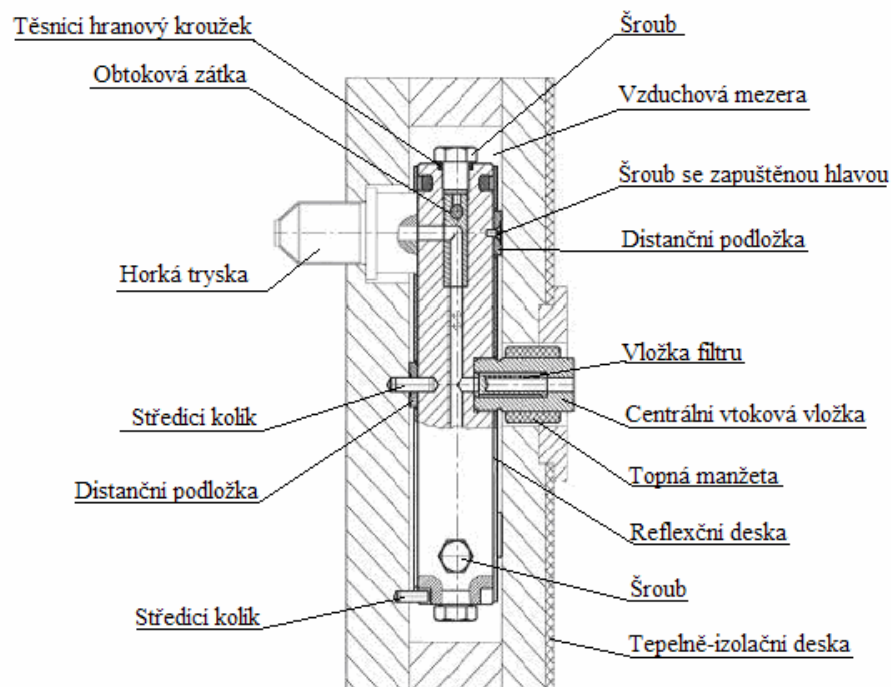
- otevřené pro plast, který natáhne vlas (PE),
- se špičkou pro plast náchylný k tažení vlasu (PS, ABS, PP),
- s uzavírací jehlou,
- speciálně tvarované.

Vlastní vyústění vtoku do dutiny formy může být provedeno: [1]

- jedním otvorem,
- více otvory.

4.3.3 Vytápěné rozvodové bloky

Vstřikovací formy s rozvodným blokem se používají v kombinaci s vyhřívanými nebo i izolovanými tryskami s předkomůrkami. Slouží k rozvodu taveniny do tvarových dutin vícenásobných forem. Jeho dobrá funkce je podmíněna rovnoměrným vytápěním. [1]



Obr. 16 Vytápěný rozvodný blok

Rozváděcí blok je ocelový, uložen mezi upínací a tvarovou desku v pevné části formy. Jeho tvar je konstrukčně přizpůsoben potřebné poloze rozváděcích kanálů směrem k vyústění i k uložení trysky. Vyrábí se ve tvaru I, H, X, Y, hvězdice apod. Musí být izolován od ostatních částí formy, obvykle vzduchovou mezerou. [1]

Je vytápěný nejčastěji zvenku elektrickým odporovým topením pomocí topných hadů zalitých mědí nebo topnými patronami s vytápěním zevnitř. Mohou však být vytápěny i jinak.

Rozvodný blok je ve formě upevněn pomocí přítláčných kroužků a je zajištěn proti pootočení. [1]

Ohřev a změna teploty bloku vzhledem k formě, která má jinou teplotu, vyvolává změny v jeho délkových rozměrech. To může způsobit: [1]

- změnu rozměrů bloku a tím přesazení trysky se zmenšením vtokového ústí,
- vysoké tlaky ve formě,
- deformaci v nástroji.

Tyto relativní změny u trysek pevně zakotvených v bloku se musí vhodně kompenzovat. Děje se tak přesazením otvoru pro trysku, zkrácením délky bloku a jinými konstrukčními opatřeními. [1]

4.4 Vyhazování výstříků

Vyhazování výstříků z formy je činnost, kdy se z dutiny nebo z tvárníku otevřené formy vysune nebo vytlačí výstřík. K tomu slouží vyhazovací zařízení, které má dvě fáze: [2]

- dopředný pohyb, vlastní vyhazování,
- zpětný pohyb, návrat vyhazovacího systému do původní polohy.

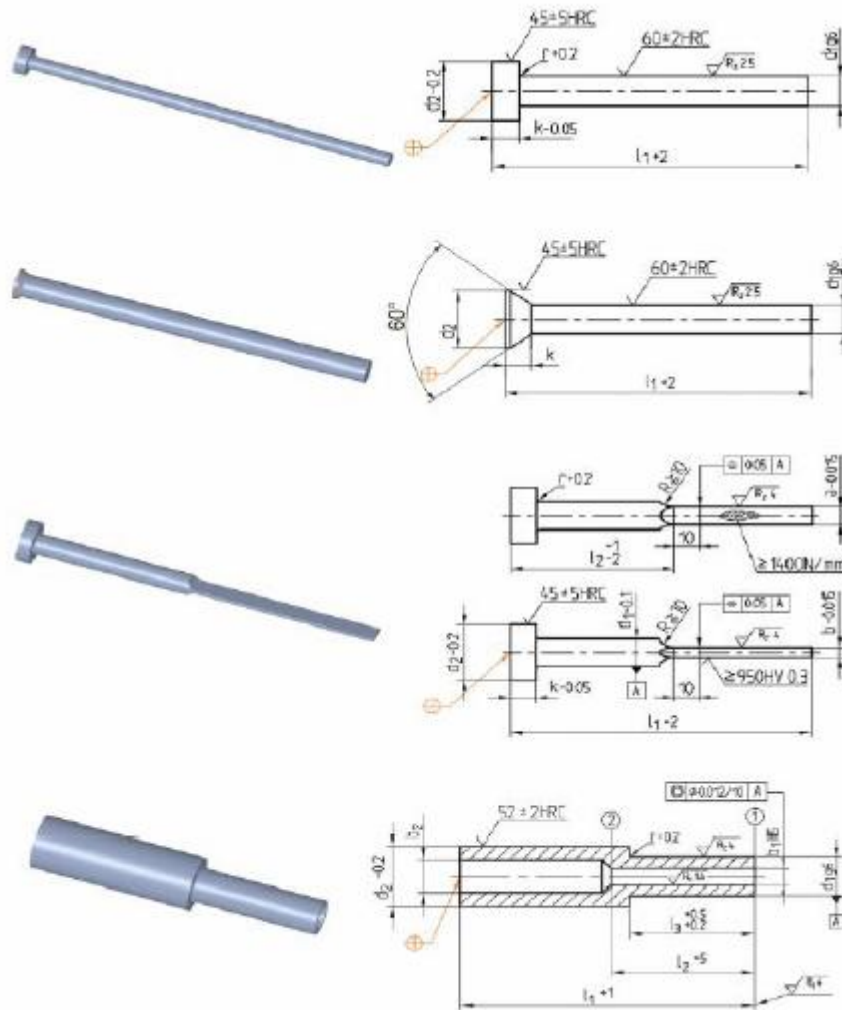
Základní podmínkou dobrého vyhození výstříku je hladký povrch a úkosovitost jejich stěn ve směru vyhazování. Vyhazovací systém musí výstřík vysunout rovnoměrně, aby nedošlo k jejich přičení, a tím ke vzniku trvalých deformací nebo k jinému poškození. [2]

4.4.1 Mechanické vyhazování

Je nejrozšířenějším vyhazovacím systémem. Používá se všude tam, kde je to jen možné. Jeho konstrukce má různé provedení. [2]

4.4.2 Vyhazování pomocí vyhazovacích kolíků

Je nejčastějším a nejlevnějším způsobem vyhazování výstřiků. Lze je použít všude tam, kde je možné umístit vyhazovače proti ploše výstřiku ve směru vyhazování. Kolík se opírá o stěnu nebo žebro výstřiku a nesmí ho při vyhazování bortit. [2]



Obr. 17 Vyhazovací kolíky [2]

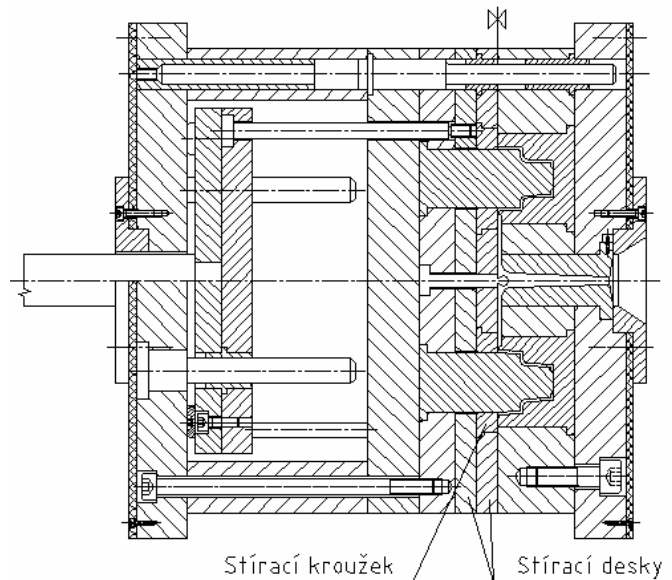
4.4.3 Vyhazování stírací deskou

Představuje stahování výstřiku z tvárníku po celém jeho obvodu. Vzhledem k velké styčné ploše, nezanechává na výstřiku stopy po vyhazování. Jeho deformace jsou pak minimální a stírací síla velká. Používá se především u tenkostěnných výstřiků, kde je nebezpečí jejich deformace, nebo u rozměrných, které vyžadují velkou vyhazovací sílu. [2]

Pohyb stírací desky může být vyvozen: [2]

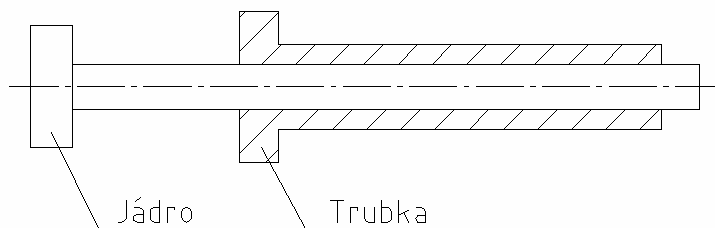
- tlakem vyhazovacího systému,
- tahem ve speciálním případě (obvykle při rozevírání formy).

Pro zvýšení životnosti je stírací deska obvykle vyložena tvarovou vložkou, upevněnou v desce. [2]



Obr. 18 Stírací deska (kroužek)

Speciální případem stírací desky je trubkový vyhazovač. Vyhazovač s otvorem má funkci stírací desky a pracuje jako vyhazovací kolík. Zatímco vlastní vyhazovací kolík je upevněn v pevné desce, nepohybuje se a tvoří jádro. [2]



Obr. 19 Trubkový vyhazovač

4.4.4 Vyhazování pomocí šikmých vyhazovačů

Patří do skupiny mechanického vyhazování. Vyhazovací kolíky nejsou kolmé k dělicí rovině, ale jsou uloženy k ní pod různými úhly. Využívají se k vyhazování malých a středně velkých výstřiků s mělkým vnitřním nebo vnějším zápichem. [2]

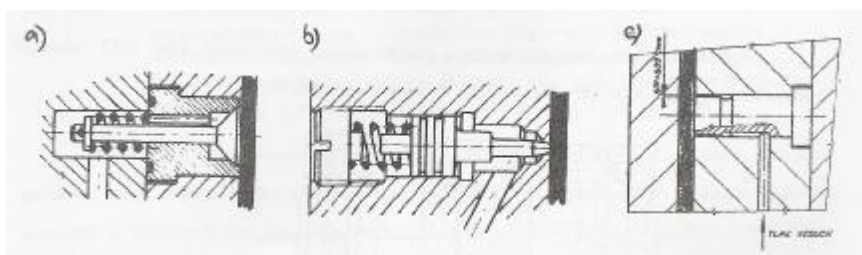
4.4.5 Dvoustupňové vyhazování

Patří do skupiny mechanického vyhazování. Vyžaduje dva vyhazovací systémy, které se vzájemně ovlivňují. Způsob umožňuje vyhazovat výstřiky s rozdílným časovým rozložením vyhazovacího zdvihu i jeho velikosti. Proto se s výhodou používá například k vyhazování slabostěnných výstřiků v kombinaci - stírání s vyhazovacími kolíky. Využívá se také při oddělování vtokového zbytku od výstřiku. [2]

4.4.6 Vzduchové vyhazování

Je vhodným systémem pro vyhazování slabostěnných výstřiků větších rozměrů ve tvaru nádob, které vyžadují při vyhazování zavzdušnit, aby se nedeformovaly. Tento způsob není tak častý, ale je výhodný pro určité tvary (např. kbelíky). Pneumatické vyhazování zavádí stlačený vzduch mezi výstřik a líc formy. [2]

Vzduch se do dutiny formy přivádí přes ventil talířový, jehlový nebo různé kolíky. [2]



Obr. 20 Vzduchové prvky: a- talířový ventil,
b- jehlový ventil, c- zavzdušňovací kolík [2]

4.4.7 Hydraulické vyhazování

Bývá součástí vstřikovacího stroje a používá se především k ovládní mechanických vyhazovačů, které nahrazují pružnějším pohybem a velkou flexibilitou. Také se používají k ovládní bočních posuvných částí. Mohou také být součástí vstřikovací formy. [2]

Hydraulické vyhazování se vyznačuje velkou vyhazovací silou, kratším a pomalejším zdvihem. [2]

4.5 Temperování forem

Temperace slouží k udržování konstantního teplotního režimu formy. Cílem je dosáhnout optimálně krátkého pracovního cyklu vstřikování při zachování všech technologických požadavků na výrobu. Děje se tak ochlazováním, případně vyhříváním celé formy nebo jejich částí. [2]

Temperace ovlivňuje plnění tvarové dutiny a zajišťuje optimální tuhnutí a chladnutí plastu. Při každém vstřiku se forma ohřívá. Přebytké teplo se během pracovního cyklu odvede temperační soustavou. [2]

Na řešení temperačního systému mají vliv zejména tyto faktory:

- druh vstřikovaného materiálu,
- velikost a tvar výstřiku,
- požadavky na přesnost výstřiku,
- materiál formy.

Úkolem temperace je: [2]

- zajistit rovnoměrnou teplotu formy na optimální výši po celém povrchu její dutiny,
- odvést teplo z dutiny formy naplněné taveninou tak, aby celý pracovní cyklus měl ekonomickou délku.

Pokud má forma dostatečnou hmotnost a dobře řešený temperační systém, zvyšuje se její tepelná a tím i rozměrová stabilita a snižuje nebezpečí deformace. [2]

Temperační systém je tvořen soustavou kanálů a dutin, kterými se předává nebo odvádí teplo z formy vhodnou kapalinou nebo jiným zdrojem tepla. [2]

4.6 Odvzdušnění forem

Odvzdušnění formy zajišťuje únik vzduchu, který je v ní obsažen na počátku vstříku, tak i zplodin uvolňujících se při ochlazování taveniny. Odvzdušnění lze někdy zhotovit snadno, někdy je však jeho vyřešení obtížné. [2]

Čím je větší rychlost plnění, tím účinnější musí být odvzdušnění tvarové dutiny. Nejčasnějším jevem při rychlém plnění je stlačený vzduch, který se vlivem vysokého tlaku silně ohřívá a způsobuje tzv. Dieselův efekt (spálená místa ve výstřiku). [2]

Při pomalém plnění dochází k tvoření a uvolňování ztuhlého polymeru ze stěn formy a jeho strhání do proudící taveniny. Tyto částice pak působí jako heterogenní vměstky a nepříznivě ovlivňují vlastnosti výstříků. Zvýrazňují také vznik studených spojů v místech styku dvou nebo více proudů taveniny. [2]

Při nižších teplotách taveniny, nedostatečném tlaku a rychlosti plnění u výstříku s tenčími stěnami se soustřeďuje vzduch na protilehlou stranu od vtoku. Nemůže-li vzduch uniknout vlivem protitlaku, vznikne nedotečený výstřík. [2]

Při určitém stavu technologických parametrů a větších tloušťkách stěn výstříku může vzduch, který nemá možnost být z formy vytlačen, vniknout do taveniny a po zchladnutí v ní zůstává jako bublina. [2]

Vzduch z dutiny formy často stačí uniknout dělicí rovinou, vůlí mezi pohyblivými částmi apod. V ostatních případech je nutné formu odvzdušnit pomocí odvzdušňovacích kanálů. Jejich velikost závisí na viskozitě taveniny a volí se podle tabulek. Odvzdušňovací kanály volíme většinou naproti vtokovému ústí. [2]

4.7 Boční posuvné čelisti forem

Používají se pro výstříky s bočními otvory, výstupky nebo různé zahloubeními, které leží kolmo k ose formy. K ovládání těchto čelistí se používá mechanických, pneumatických nebo hydraulických prvků. Pohyblivé čelisti mohou ukotvit jádra nebo formují tvarové části výstříku. Čelisti jsou zpravidla ukotveny v pohyblivé části formy. [2]

Počtem pohyblivých čelistí se zvětšuje i počet dělicích rovin a tím roste i počet rozměrů nevázaných formou. [2]

Pohyb čelistí je ovládán pomocí: [2]

- šikmých kolíků,
- lomených kolíků,
- pneumatických tahačů,
- hydraulických tahačů.

4.8 Rámy forem

Rám formy představuje skupinu vzájemně spojených desek s vodícím, středícím a spojovacím příslušenstvím. Spojený celek tvoří funkční nosič tvarových dutin a vtoků, vypracovaných přímo v deskách nebo ve zvláštních vložkách. [2]

Rám musí umožňovat: [2]

- správné ustavení na vstřikovacím stroji,
- dokonalé a bezpečné upnutí na stroji,
- přesné vedení pohyblivých dílů formy,
- snadné upevnění tvarových vložek a ostatních funkčních dílů,
- vhodné umístění temperančního a vyhazovacího systému.

Nejdůležitější díly rámu formy: [2]

- rám,
- vodící a spojovací části,
- středící kroužky,
- rozpěrky,
- vyhazovací desky.

Velikost a uspořádání rámu se volí individuálně podle potřeby a nutné funkce formy, s ohledem na zaformování vyráběného výstřiku. Pro usnadnění konstrukce se využívají různé typizované díly (normálie). [2]

PRAKTICKÁ ČÁST

5 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V bakalářské práci byly stanoveny tyto cíle:

- vypracovat literární studii na dané téma,
- nakreslit model plastového dílu ve 3D,
- provést konstrukci 3D sestavy vstřikovací formy pro plastový díl,
- zhotovit 2D sestavu vstřikovací formy.

Úkolem literární studie je přiblížit problematiku vstřikovací formy. V jednotlivých kapitolách jsou stručně popsány jednotlivé díly vstřikovací formy.

U tvorby 3D modelu se vychází ze zadaného plastového dílu. Jedná se o plastové táhlo.

Největší část bakalářské práce spočívá ve tvorbě 3D sestavy vstřikovací formy. Na základě modelu plastového dílu se vytvoří 3D sestava formy. Normalizované součásti se čerpají od firmy HASCO.

Podle 3D modelu vstřikovací formy se provedl 2D řez formou a opozicování jednotlivých dílů formy. Sestava je doložena kusovníkem.

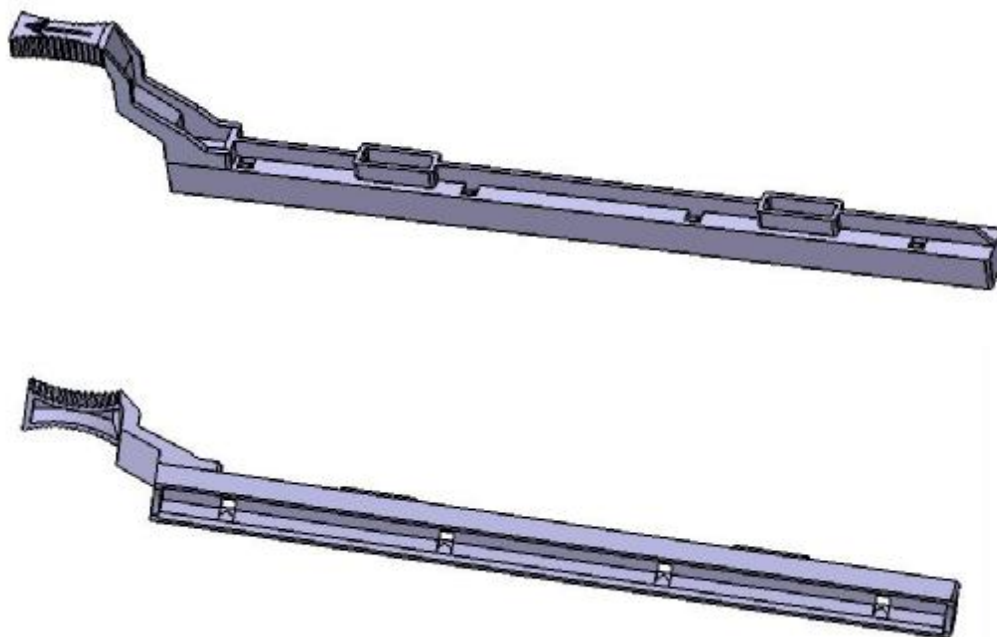
6 CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Vstříkovaným výrobkem je plastové táhlo, které se používá u automobilů. Toto táhlo je vyrobeno vstříkovaním z materiálu PA 6 s 30% skleněných vláken. Použitý materiál má dobré mechanické vlastnosti, výborné fyzikální vlastnosti, dobré tepelné vlastnosti a také výborné dielektrické vlastnosti.

Použitý materiál je od výrobce RAVAGO s prodejním názvem RAVAMID B GF30 NC.

Tab. 1 Vybrané vlastnosti materiálu RAVAMID B GF30 NC [8]

VLASTNOSTI	NORMA	JEDNOTKA	HODNOTA
Fyzikální			
Hustota	ISO 1183	kg/m ³	1360
Nasákavost, 24 hod 23°C	ISO 62	%	1
Smrštění	ISO 2537	%	0,3-0,5
Mechanické			
Pevnost v tahu	ISO 527	MPa	170
Prodloužení při přetržení	ISO 527	%	3
Pevnost v ohybu	ISO 178	MPa	230
Modul pružnosti v ohybu	ISO 178	MPa	8200
Tepelné			
Teplota průhybu při zatížení 1,82 MPa	ISO 72A	°C	210
Hořlavost 1,5 mm	UL 94		HB
Elektrické			
Dielektrická pevnost	IEC 243-1	KV/mm	21



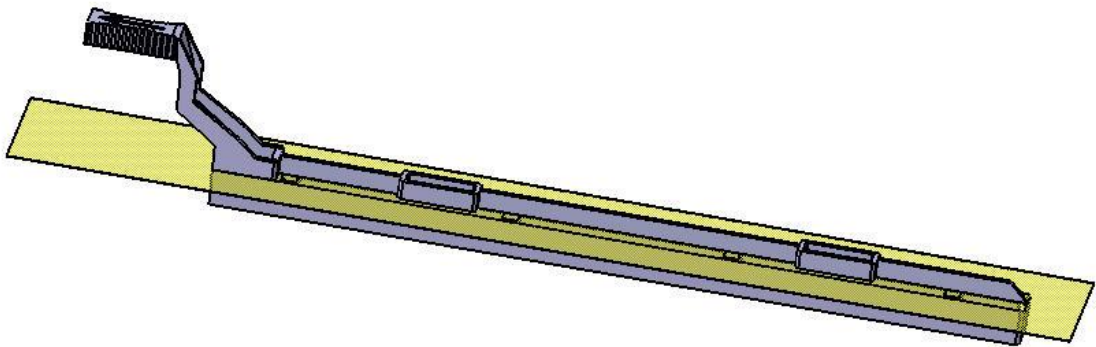
Obr. 21 Plastový výrobek

7 KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY

Konstrukce formy by měla být volena s ohledem na přesnost výstřiku. Dalším kritériem by mělo být jednoduchost formy, z čehož vyplívá nižší cena vstřikovací formy. Z tohoto důvodu by se měla forma konstruovat především z normalizovaných dílů. V tomto případě byly normalizované díly voleny od firmy HASCO. Použitím těchto normálů se stala forma ekonomicky výhodnější.

7.1 Dělicí rovina

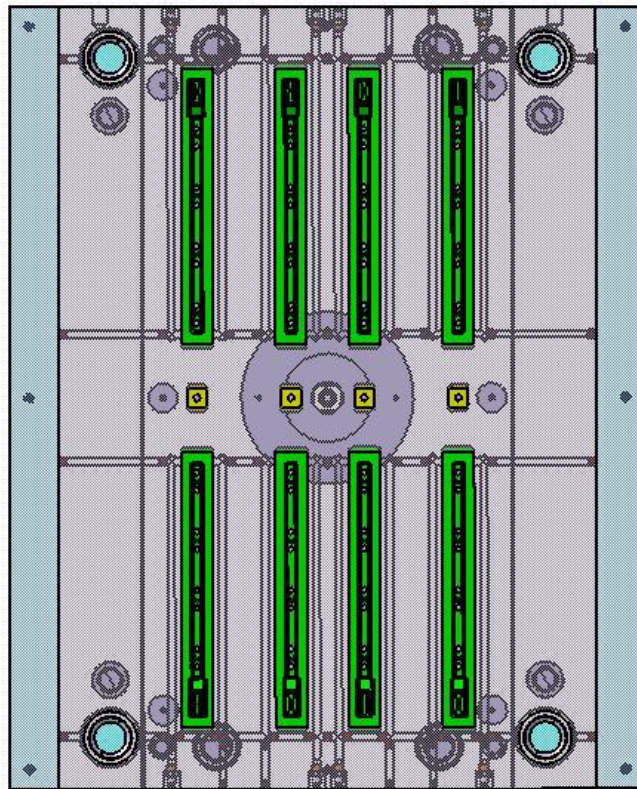
Důležitým kritériem při konstrukci vstřikovací formy je určení dělicí roviny. S ohledem na tvar výstřiku bylo možno zvolit pouze jednu dělicí rovinu. Dělicí rovina je volena tak, aby výstřik zůstal při otevírání formy na levé části vstřikovací formy a byl vyhozený pomocí vyhazovacích kolíků.



Obr. 22 Dělicí rovina

7.2 Násobnost formy

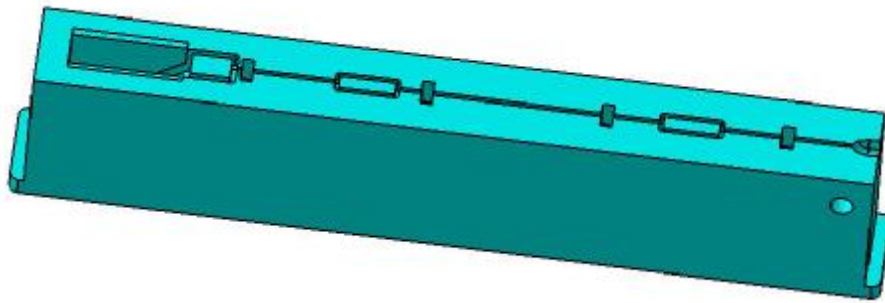
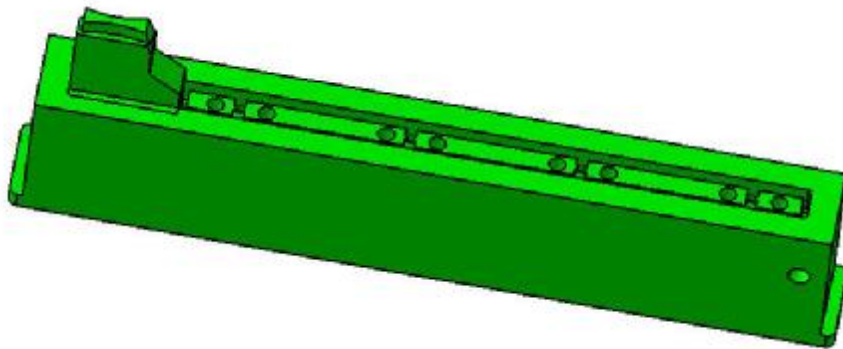
Při volbě násobnosti formy bylo rozhodnuto podle několika činitelů, mezi ně patří požadované množství výstřiků, jejich složitost a přesnost, kapacita vstřikovacího stroje a ekonomičnost výroby. V tomto případě se jedná o výrobek malé šířky a velké délky. Díky tomuto aspektu byla zvolena osminásobná forma z důvodu zaplnění formy a z toho vyplívající nižší ceny výstřiku.



Obr. 23 Násobnost formy

7.3 Tvarové části formy

Mezi části udělující konečný tvar výrobku patří tvárník a tvárnice. Tvárnice je umístěna na pravé pevné části formy a tvárník je umístěn na levé pohyblivé části formy. Tyto tvarové části formy jsou negativním tvarem výstřiku. Dutiny jsou zvětšeny o hodnotu smrštění použitého polymeru. U PA 6 plněného 30% skelnými vlákny je velikost smrštění 0,4%, proto byly rozměry tvarových částí zvětšeny o tuto hodnotu. Tvarové části byly voleny a konstruovány tak, aby výstřik zůstal při otevírání formy na pravé pohyblivé části formy a mohl být následně vyhozen pomocí vyhazovacích kolíků. Klipy na vnitřní straně výstřiku jsou řešeny pomocí jader, které jsou umístěny v levé části formy. Tyto jádra se odformovávají při otevírání formy.

*Obr. 24 Tvárnice**Obr. 25 Tvárník*

7.4 Vtokový systém

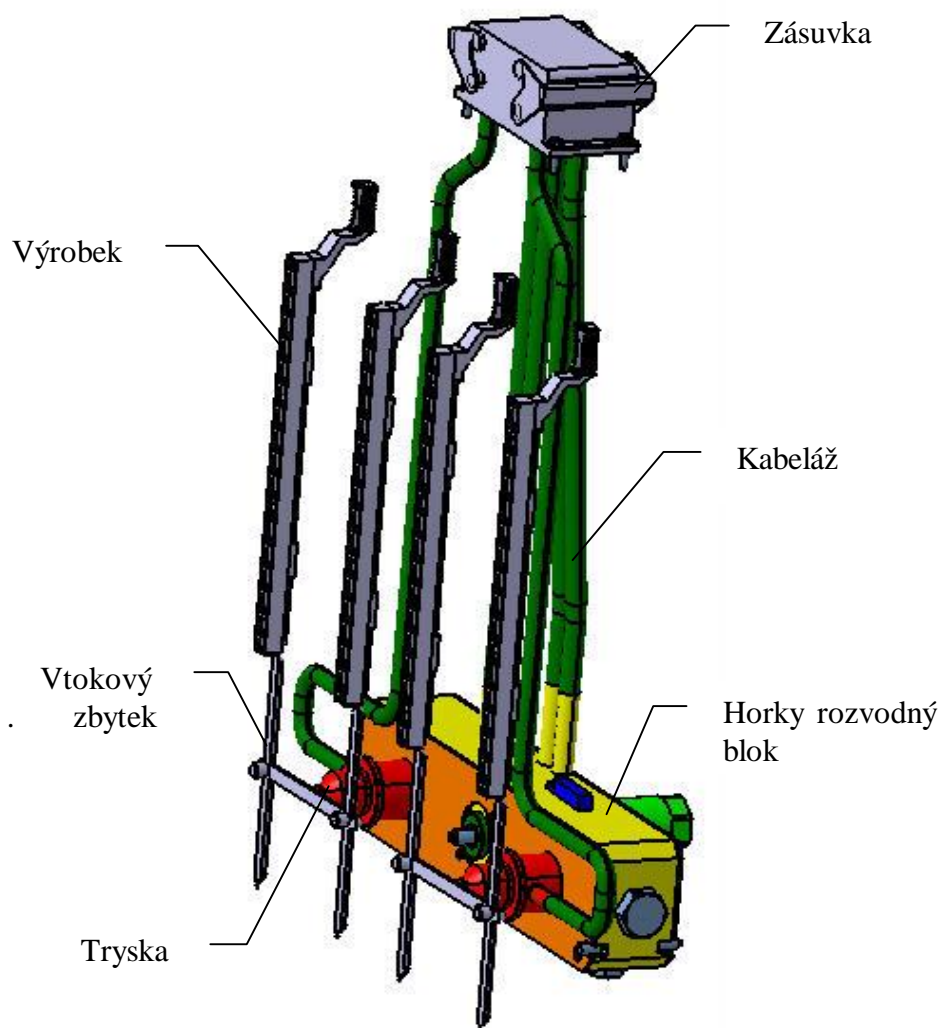
Vtokový systém formy zajišťuje vedení proudu taveniny při vstřikování od vstřikovacího stroje do dutiny formy. Naplnění dutiny formy má probíhat v co nejkratším čase.

Vzhledem k typu výstřiku, úspoře materiálu a násobnosti formy byla zvolena kombinace horké a studené vtokové soustavy.

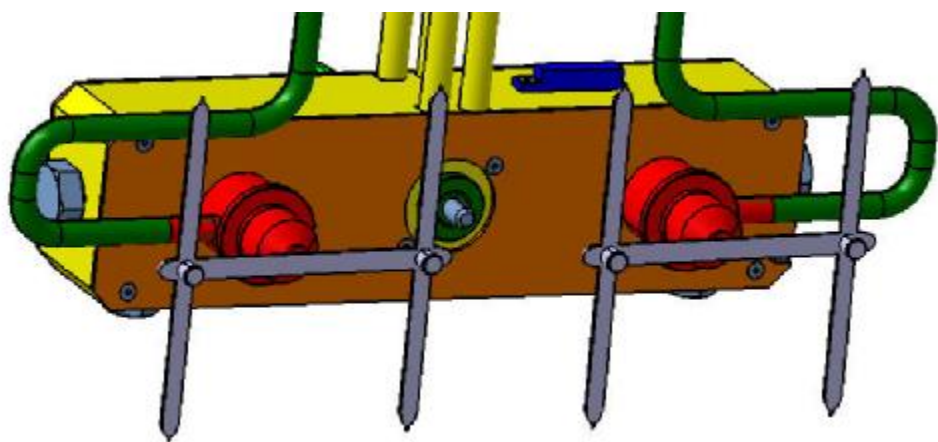
Horká vtoková soustava je tvořena rozvodným blokem se dvěma tryskami od firmy HASCO. Tento rozvodný blok je umístěn ve vybrání v desce bloku mezi deskou upínací a kotevní. Blok je vystředěn a zajištěn proti pootočení pomocí kolíků. Na každou trysku připadají čtyři výstřiky.

Studená vtoková soustava je řešena pomocí lichoběžníkových kanálů. Kanály jsou uspořádány do písmene H. Každé toto uspořádání připadá na jednu trysku.

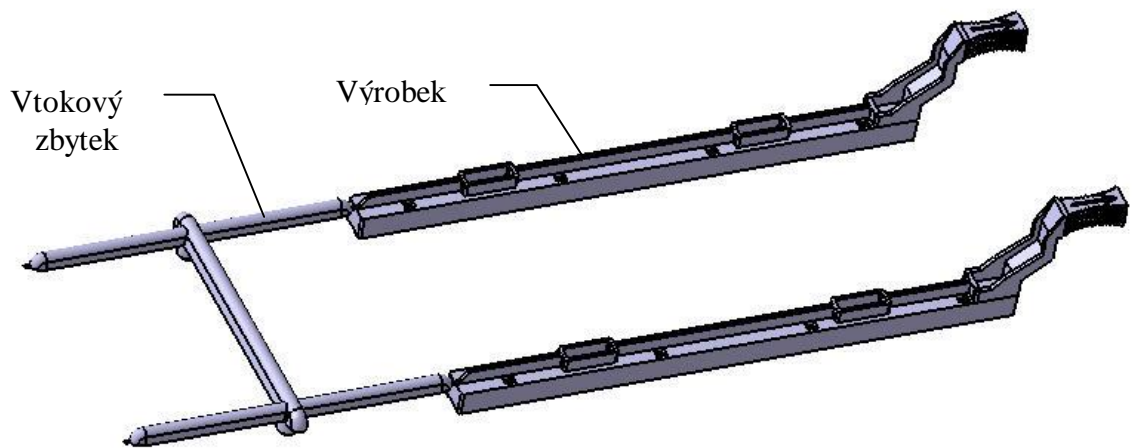
Výstřik i s vtokovým zbytkem je přidržen na pravé pohyblivé části formy pomocí přidržovače vtoku. Na každé H uspořádání připadají dva přidržovače vtoku.



Obr. 26 Sestava vtokového systému



Obr. 27 Kombinace horké a studené vtokové soustavy

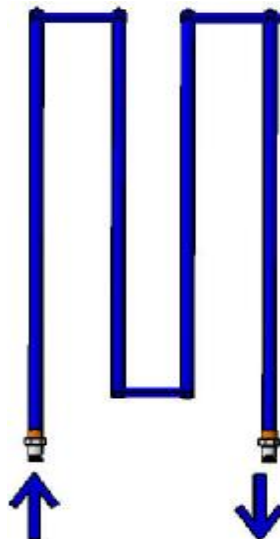


Obr. 28 Výstřik a vtokový zbytek

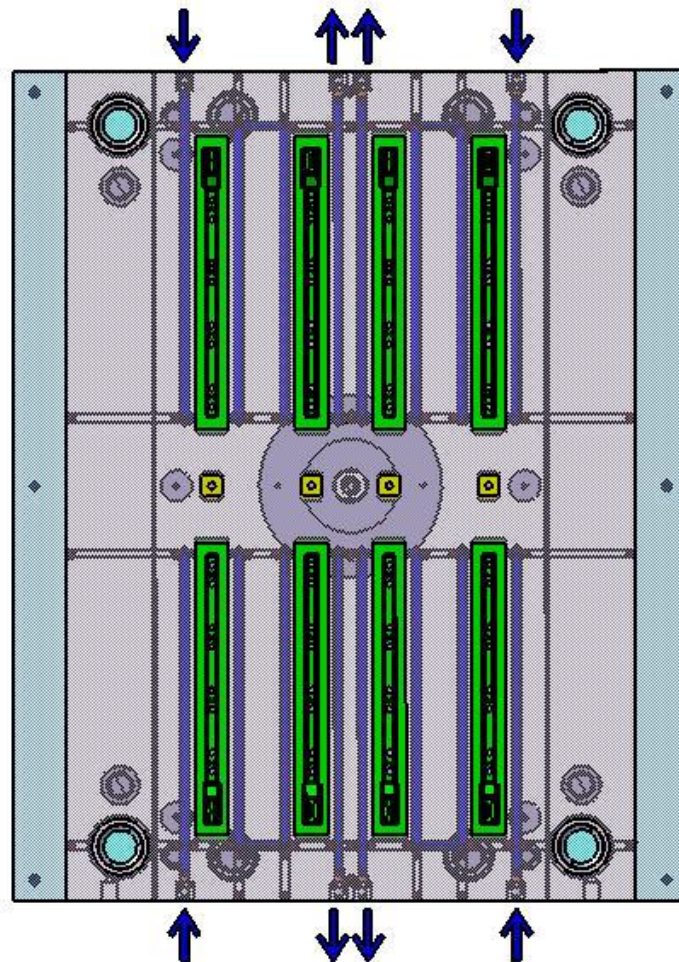
7.5 Temperační systém

V průběhu vstřikování je teplota formy proměnlivá. Při vstříknutí taveniny do dutiny formy nejprve teplota roste a následně se teplota formy snižuje. Optimalizace teploty se provádí správným rozmístěním kanálů, volbou správného temperačního media a jeho rychlosti.

V tomto konstrukčním řešení byl temperační systém řešen pomocí čtyř okruhů, jak na pravé tak i na levé kotevní desce. Každý okruh slouží pro dvě tvarové vložky. Kanály jsou vyvrtány a na koncích jsou ucpány pomocí ucpávek.



Obr. 29 Temperační okruh



Obr. 30 Levá strana formy se čtyřmi temperačními okruhy

7.6 Odvzdušnění formy

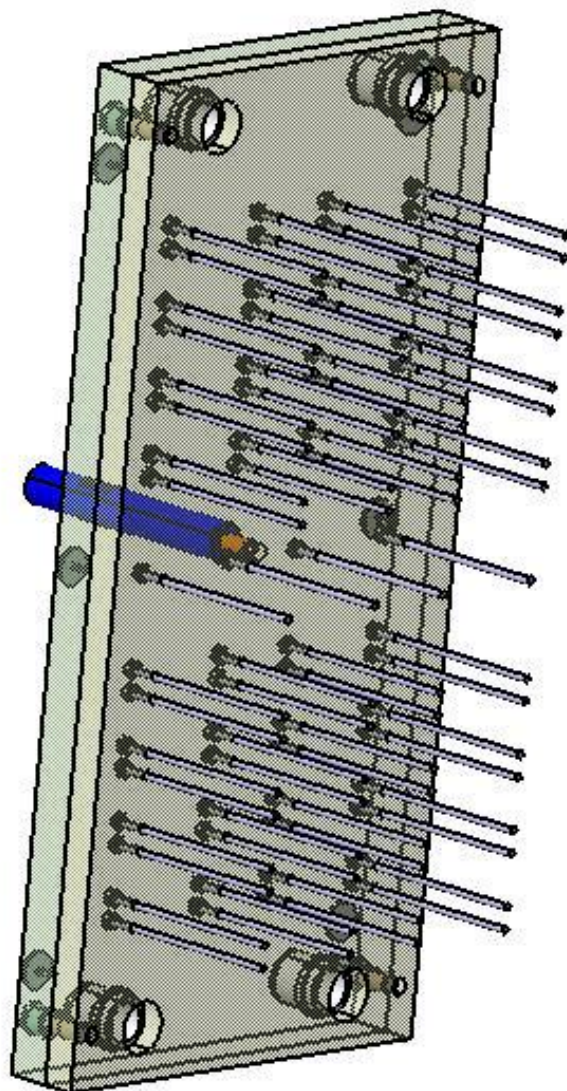
Dutina formy je před vstřikováním polymeru naplněna vzduchem. Při vstřikování taveniny do dutiny je vzduch v dutině formy stlačován a tím roste teplota vzduchu. Tento stlačený vzduch může způsobit spálená místa na výstřiku. V tomto konstrukčním řešení vstřikovací formy je vzduch z dutiny formy odváděn pohyblivým ústrojím a dělicí rovinou. Pokud by se při zkoušce formy zjistilo, že vzduch neuniká dostatečně, musely by se ve formě vyrobít odvzdušňovací kanály.

7.7 Vyhazovací systém

Podmínkou správného vyhození výstřiku z dutiny formy je, aby výstřik zůstal na pravé straně formy. Toho je docíleno pomocí smrštění výstřiku na tvárník a přidržovačů vtoku. Na

pravé straně formy jsou čtyři válcové přidržovače vtoku o \varnothing 7mm. Vždy čtyřem výstřikům odpovídají dva přidržovače vtoku.

Vyhazování výstřiků z dutiny formy je provedeno pomocí 64 válcových vyhazovačů, které mají \varnothing 6mm. Vždy na jeden výrobek připadá 8 válcových vyhazovačů. Vyhazovače jsou ukotveny ve vyhazovacích deskách. Vyhazovací desky jsou vedeny pomocí čtyř vodících čepů, které jsou ukotveny v upínací desce. Pohyb vyhazovacích desek je zajištěn pomocí táhla. Po vyhození výstřiku z dutiny formy zůstávají na výstřiku stopy po vyhazovačích. Díky tomu, že tyto stopy nejsou na pohledových ani na funkčních plochách výstřiku, nevadí.



Obr. 31 Vyhazovací systém

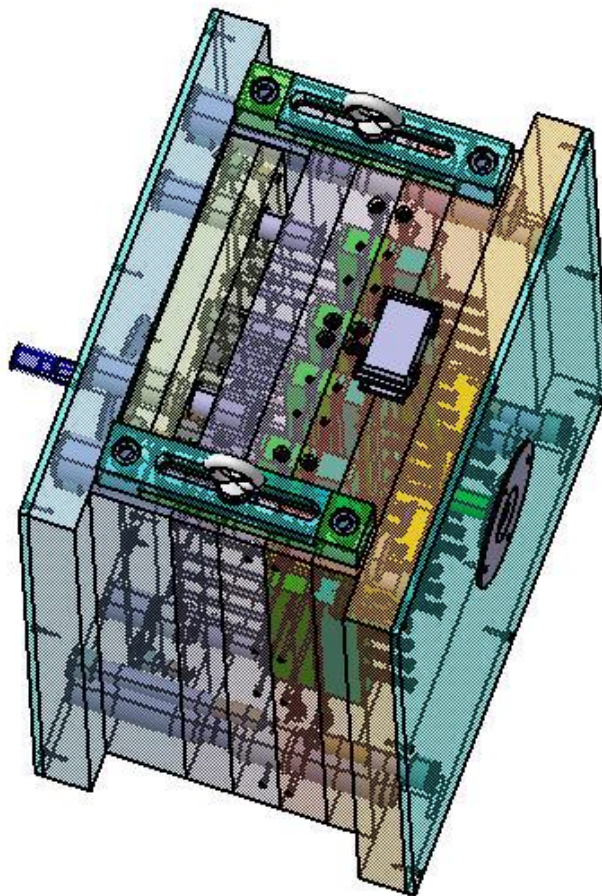
7.8 Rám, vodící a upínací prvky formy

Vstřikovací forma se skládá ze tří hlavních částí:

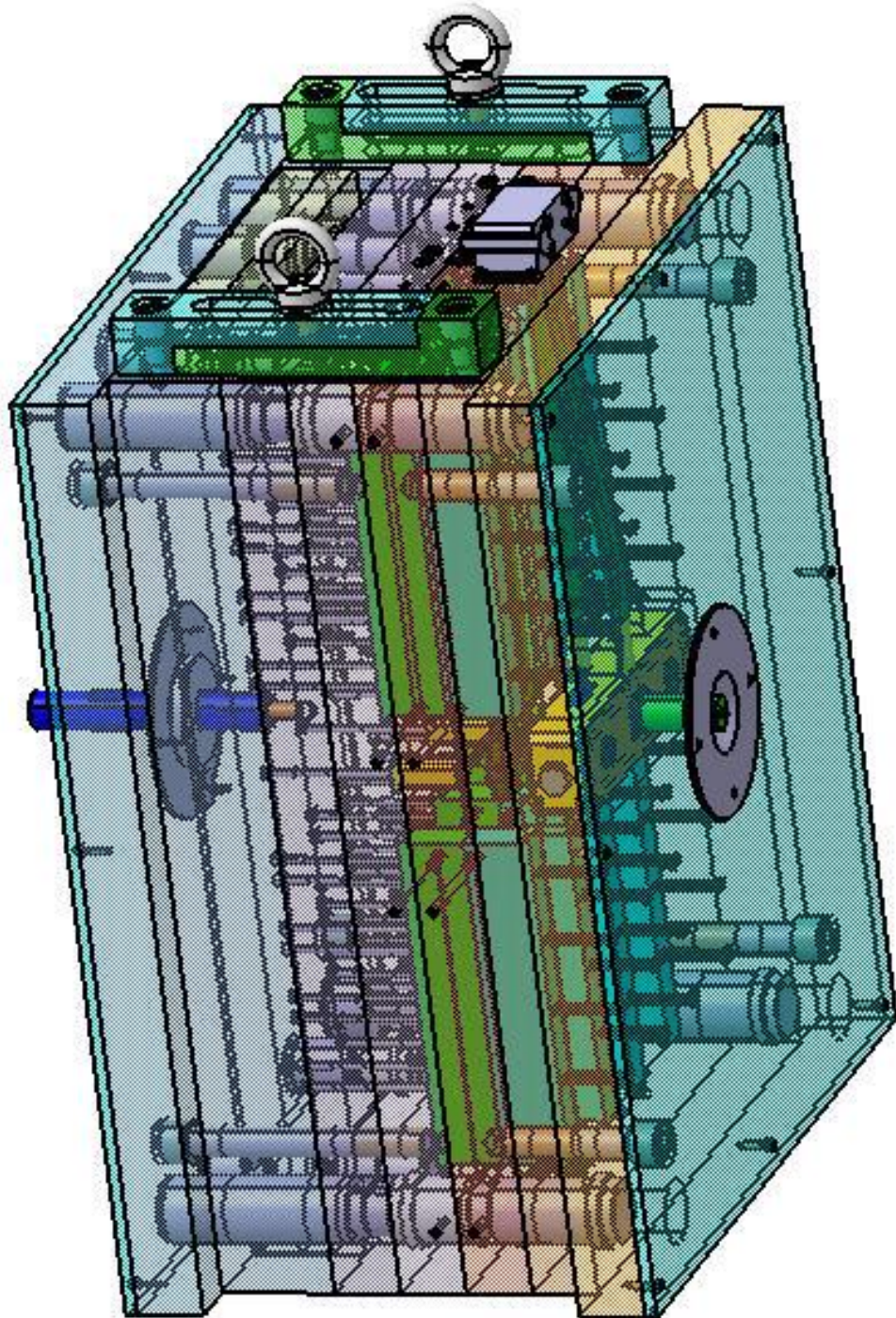
- pravá strana,
- levá strana,
- vyhazovací systém.

Forma je navržena stavebnicovým způsobem za pomoci normálií firmy HASCO. Rozměr vstřikovací formy byl zvolen s ohledem na násobnost formy, rozměr a tvar výstřiku. Rozměr formy je 796 x 546 mm. Jednotlivé desky jsou mezi sebou vystředěny trubkami a vodícími pouzdry. Vodící čepy jsou umístěny na levé straně formy. Spojení desek je zajištěno pomocí šroubů. Velikost šroubů, vodících čepů, pouzder a středících trubek byla zvolena podle velikosti desek.

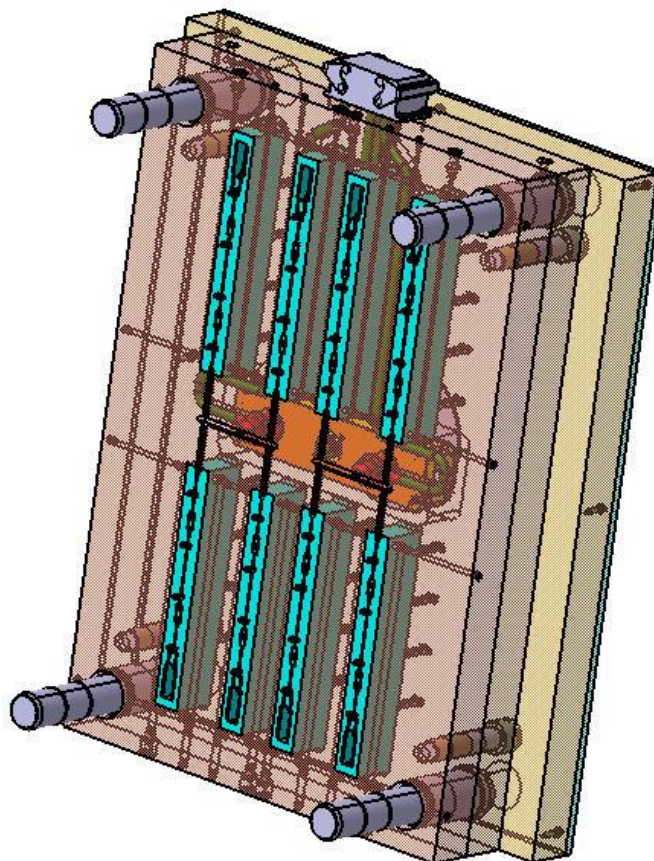
Forma je upevněna na stroji pomocí upínek za upínací desky a vystředěna středícími kroužky.



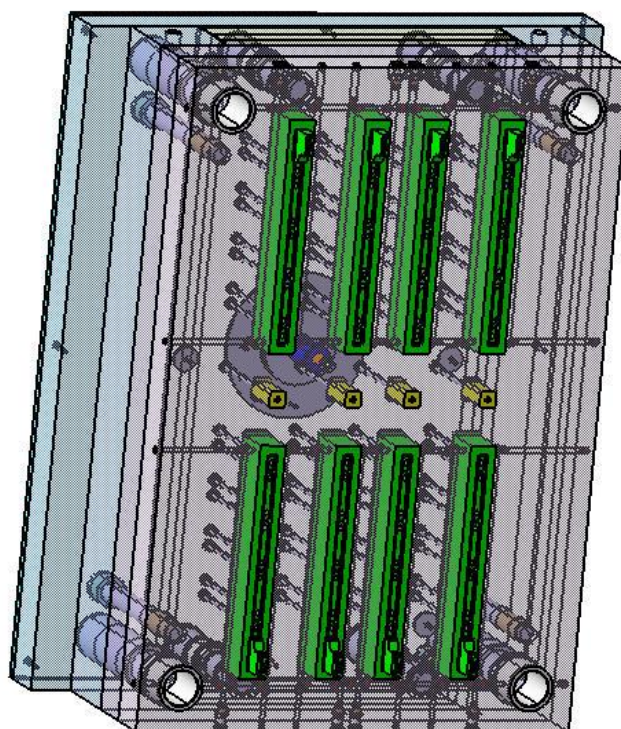
Obr. 32 Sestava vstřikovací formy shora



Obr. 33 Sestava vstřikovací formy



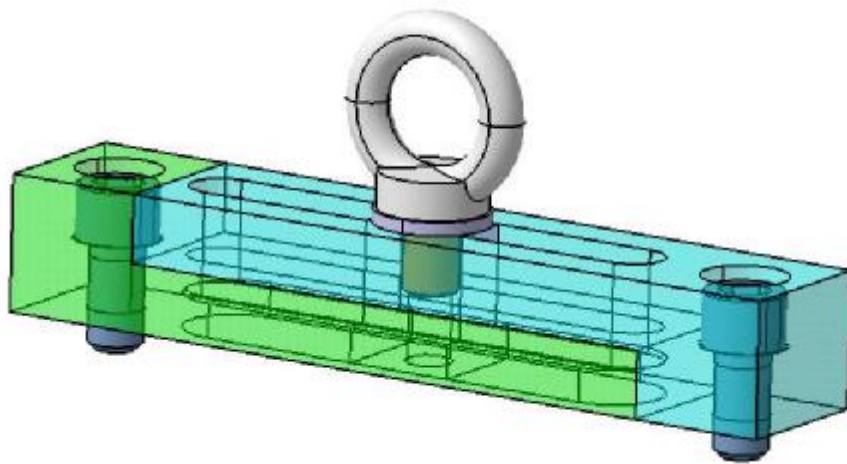
Obr. 34 Pravá strana formy



Obr. 35 Levá strana formy

7.9 Nosič formy

Díky velkým rozměrům a hmotnosti formy je třeba s formou manipulovat pomocí jeřábu. Pro tuto manipulaci byla forma doplněna dvojicí nosičů formy. Nosiče jsou upevněny na horní ploše formy pomocí dvou šroubů.



Obr. 36 Nosič formy

8 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Na základě technických parametrů vstřikovací formy a charakteru výrobku byl zvolen vstřikovací stroj ALLROUNDER 820S od německé firmy ARBURG.

Technické parametry vstřikovacího stroje:

Tab. 2 Uzavírací jednotka [7]

Uzavírací jednotka			
	Jednotka	Hodnota	Forma
Uzavírací síla	max. kN	4000	-
Otevírací síla	max. kN	100/800	-
Výška formy	Min. mm	350-850	432
Vzdálenost mezi rozpěrkami	Mm	820x820	796x546
Síla vyhazovacích kolíků	max. kN	100	-
Zdvih vyhazovačů	max. mm	250	-

Tab. 3 Hydraulika, pohon [7]

Hydraulika, pohon		
	Jednotka	Hodnota
Výkon čerpadla	kW	55
Celkový příkon stroje	kW	89

Tab. 4 Vstřikovací jednotka [7]

Vstřikovací jednotka			
	Jednotka	Hodnota	Forma
Průměr šneku	Mm	60/70/80	-
Poměr šneku	L/D	23/20/17,5	-
Objem vstřikované taveniny	max. cm ³	792/1078/1407	157
Vstřikovací tlak	max. Bar	2500/2000/1530	-
Vstřikovací rychlost	max. cm ³ /s	290/394/514	-
Přítláčná síla trysky	max. kN	110	-



Obr. 37 Vstřikovací stroj [7]

9 DISKUSE VÝSLEDKŮ

Pro konstrukci vstřikovací formy byly použity normalizované díly firmy HASCO. Díky normalizaci se zvyšuje přesnost formy, snižuje konstrukční složitost a podstatně snižuje cena formy.

Násobnost formy je volena s ohledem na velikost a přesnost výstřiku. V tomto případě byla forma volena jako osminásobná.

Tvarové části formy, kterými jsou tvárník a tvárnice, jsou negativním tvarem výrobku. Tyto části jsou zvětšeny o smrštění použitého materiálu, kterým je PA 6 s 30% skleněných vláken. K odformování klipů, které jsou na vnitřní straně výstřiku, bylo použito 64 jader. Tyto jádra jsou ukotvena v pravé části formy a odformovávají se při otevírání formy.

Vtokový systém je vzhledem k tvaru výrobku a násobnosti formy volen jako kombinace horkého a studeného systému. Horký systém je tvořen rozvodným blokem se dvěma tryskami od firmy HASCO. Studený systém je tvořen lichoběžníkovými kanály, které jsou rozmístěny do písmene H. Vždy jedné trysce odpovídá jedno uspořádání. Výrobek i s vtokovým zbytkem je přidržován na levé straně formy pomocí čtyř přidržovačů vtoku.

Pro zabránění přenášení tepla do upínacích částí stroje je forma doplněna dvěma izolačními deskami z každé strany formy.

Temperance formy zde byla realizována čtyřmi okruhy na každé kotevní desce. Jeden okruh vždy odpovídá dvěma tvarovým částem. Kanály jsou zde vrtány a na koncích ucpány pomocí ucpávek.

Odvzdušnění je realizováno přes vodící prvky a dělicí rovinou.

Vyhazování výstřiku z dutiny formy je konstruováno pomocí sady vyhazovacích kolíků. Vždy jednomu výstřiku odpovídá osm vyhazovačů, které mají \varnothing 6mm. Kolíky jsou upevněny ve vyhazovacích deskách, které jsou vedeny pomocí čtyř vodících čepů a pouzder.

Rám formy je tvořen stavebnicovým způsobem pomocí normálí HASCO. Rozměr vstřikovací formy, který je 796 x 546 mm, byl zvolen s ohledem na velikost výrobku. Jednotlivé díly jsou vystředěny pomocí čtyř středících trubek a vodících vložek. Vedení je provedeno pomocí čtyř vodících čepů. Celá forma byla sešroubována pomocí šroubů.

K manipulaci byla forma doplněna dvojicí nosičů formy, které jsou k ní přišroubovány.

Pro konstrukci vstřikovací formy byl využit program Catia V5, který se ukázal jako vhodný díky modulu, který poskytuje možnost využití stavebnicového systému a normalizovaných dílů HASCO.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla konstrukce vstřikovací formy pro plastový díl, kterým je plastové táhlo za podpory systému Catia V5.

V teoretické části je vysvětlena problematika vstřikování, přiblížena vstřikovací forma a popsány jednotlivé části této vstřikovací formy.

V praktické části bylo podmínkou nakreslit 3D model plastového dílu, sestavit 3D sestavu vstřikovací formy a zhotovit 2D sestavu formy a doplnit ji kusovníkem.

Prvním úkolem praktické části bylo nakreslit 3D model plastového dílu. Výstřik je obrazem skutečného zadaného výrobku. Pro tento model bylo nutné určit materiál, kterým je v tomto případě PA 6 se 30% skleněných vláken, který nejvíce odpovídá svými vlastnostmi využití tohoto výstřiku.

Největší a nejdůležitější část bakalářské práce tvořilo zhotovení 3D sestavy vstřikovací formy. Základním aspektem byl tvar a velikost výstřiku. Podle něhož se vytvořily tvarové části formy, určila násobnost formy, vtokový systém, temperanční systém, odvzdušnění, vyhazovací systém a rám formy se spojovacími částmi. K tvoření formy bylo v co největší míře využito normalizovaných dílů od firmy HASCO, které v podstatné míře snižují cenu formy.

Poslední fází teoretické části bylo zhotovit 2D řez formou a doplnit jej kusovníkem. Tento řez demonstruje konstrukční uspořádání jednotlivých dílů formy.

Pro zhotovenou formu byl určen vstřikovací stroj, který svými vlastnostmi odpovídá konstrukčnímu řešení formy. Zvolený stroj je od německé firmy ARBURG. Prodejní název tohoto stroje je ALLROUNDER 820S.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů I.díl- Vstřikování termoplastů*, 2. vyd. Brno: UNIPLAST, 1999. 134 str.
- [2] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů II.díl- Vstřikování termoplastů*, 2. vyd. Brno: UNIPLAST, 1999. 212 str.
- [3] TOMIS, F. *Základy gumárenské a plastikářské technologie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975. 278 str. ISBN 414-33543.
- [4] TOMIS, F., HELŠTÝN, J. *Formy a přípravky*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1985. 374 str. ISBN 414-33580.
- [5] GASTROW, H. *Injection molds.- 130 proven designs*. Hanser Publisher, 2002, Munich
- [6] HASCO [online]. [cit. 2007-12-05]. Dostupný z WWW: <http://www.hasco.com>.
- [7] ARBURG [online]. [cit. 2008-04-23]. Dostupný z WWW: <http://www.arburg.com>.
- [8] RESINEX [online]. [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW: <http://www.resinex.net>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Vstřikovací cyklus [3]</i>	12
<i>Obr. 2 Vstřikovací stroj</i>	13
<i>Obr. 3 Vstřikovací jednotka [4]</i>	14
<i>Obr. 4 Dosednutí trysky stroje na trysku formy [1]</i>	14
<i>Obr. 5 Uzavírací jednotka [4]</i>	15
<i>Obr. 6 Řez vstřikovací formou</i>	17
<i>Obr. 7 Vtokový systém formy [1]</i>	19
<i>Obr. 8 Průřezy vtokových kanálů [1]</i>	19
<i>Obr. 9 Plný kuželový vtok</i>	20
<i>Obr. 10 Bodový vtok</i>	21
<i>Obr. 11 Tunelový vtok</i>	21
<i>Obr. 12 Srpkovitý vtok [1]</i>	22
<i>Obr. 13 Boční vtok</i>	22
<i>Obr. 14 Filmový vtok</i>	23
<i>Obr. 15 Vyhřívaná tryska [1]</i>	25
<i>Obr. 16 Vytápěný rozvodný blok</i>	26
<i>Obr. 17 Vyhazovací kolíky [2]</i>	28
<i>Obr. 18 Stírací deska (kroužek)</i>	29
<i>Obr. 19 Trubkový vyhazovač</i>	29
<i>Obr. 20 Vzduchové prvky: a- talířový ventil,</i>	30
<i>Obr. 21 Plastový výrobek</i>	36
<i>Obr. 22 Dělicí rovina</i>	37
<i>Obr. 23 Násobnost formy</i>	38
<i>Obr. 24 Tvárnice</i>	39
<i>Obr. 25 Tvárník</i>	39
<i>Obr. 26 Sestava vtokového systému</i>	40
<i>Obr. 27 Kombinace horké a studené vtokové soustavy</i>	40
<i>Obr. 28 Výstřik a vtokový zbytek</i>	41
<i>Obr. 29 Temperační okruh</i>	41
<i>Obr. 30 Levá strana formy se čtyřmi temperačními okruhy</i>	42
<i>Obr. 31 Vyhazovací systém</i>	43

<i>Obr. 32 Sestava vstřikovací formy shora</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 33 Sestava vstřikovací formy</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 34 Pravá strana formy</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 35 Levá strana formy</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 36 Nosič formy</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 37 Vstřikovací stroj [7]</i>	<i>48</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Vybrané vlastnosti materiálu RAVAMID B GF30 NC [8]</i>	<i>36</i>
<i>Tab. 2 Uzavírací jednotka [7].....</i>	<i>48</i>
<i>Tab. 3 Hydraulika, pohon [7].....</i>	<i>48</i>
<i>Tab. 4 Vstřikovací jednotka [7]</i>	<i>48</i>

SEZNAM PŘÍLOH

P1: Výkresová dokumentace:

- výkres sestavy formy,
- řez formou A-A,
- řez formou B-B,
- kusovník.

P2: Přiložený CD disk:

- textová část bakalářské práce,
- sestava vstříkovací formy v programu Catia V5,
- výkresy formy,
- animace otevření formy a vyhození výrobku.