

Konstrukce formy pro vstřikování plastového dílu

Dalibor Kubíček

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve
Zlíně

ABSTRAKT

V této práci jsem se zabýval konstrukčním návrhem vstřikovací formy určené k výrobě víčka barelu. Základní informace z oblasti konstrukce forem jsou uvedeny v teoretické části. V praktické části byl nakreslen 3D model výstřiku a provedena konstrukce 2D a 3D sestavy. Toto bylo realizováno ve školní verzi programu CATIA V5. Funkční systém formy byl koncipován tak, aby vstřikovací cyklus mohl být plně automatizován. Forma byla navržena stavebnicovým systémem s použitím normálií od firmy HASCO.

This project is design of injection mould for barrel cap. Basic information from sphere mould construction has introduced in theory part. In practice part has drawn 3D model of product and it has designed in 2D and 3D sets. This has implemented in school version of programm CATIA V5. Function system of mould has established of full automatization machine cycle. Mould has designed in construction system with using components of company HASCO.

Touto cestou děkuji svému vedoucímu bakalářské práce, ing. Michalu Staňkovi, za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady a čas, který mi věnoval při vypracování bakalářské práce.

ÚVOD.....	7
I. TEORETICKÁ ČÁST	8
1 VSTŘIKOVACÍ STROJ	9
1.1 OVLÁDÁNÍ A ŘÍZENÍ VSTŘIKOVACÍHO STROJE.....	9
1.2 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA.....	9
1.3 UZAVÍRACÍ JEDNOTKA.....	11
1.4 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS.....	12
2 VSTŘIKOVACÍ FORMA	13
2.1 VTOKOVÉ SYSTÉMY.....	14
2.1.1 Studené vtokové systémy	14
2.1.2 Vyhřívané vtokové soustavy	17
2.2 DUTINA FORMY	20
2.3 VYHAZOVACÍ SYSTÉMY	20
2.3.1 Vyhazování pomocí vyhazovacích kolíků.....	20
2.3.2 Vyhazování pomocí šikmých vyhazovačů	22
2.3.3 Pneumatické vyhazování.....	22
2.3.4 Vyhazování stírací deskou.....	23
2.4 ODVZDUŠNĚNÍ FOREM	24
2.5 TEMPERACE FOREM	24
2.6 POSTUP PŘI KONSTRUKCI FORMY	25
2.7 ZAFORMOVÁNÍ VÝSTŘIKU.....	26
2.8 MATERIÁLY PRO VÝROBU FOREM	27
II. PRAKTICKÁ ČÁST	29
3 POUŽITÉ APLIKACE	30
3.1 CATIA V5	30
3.2 HNM 3D UNIVERSAL MODULE V9.0	30
4 SPECIFIKACE VÝROBKU	31
4.1 MATERIÁL VÝSTŘIKU	31
4.2 FUNKČNÍ ČÁSTI VÝSTŘIKU	32
5 VSTŘIKOVACÍ STROJ	33
6 KONSTRUKCE FORMY.....	34
6.1 NÁSOBNOST FORMY	34
6.2 ZAFORMOVÁNÍ VÝSTŘIKU.....	34
6.3 ODFORMOVÁNÍ ZÁVITU	35
6.3.1 Popis funkce	35
6.4 DÍLY URČUJÍCÍ TVAR VÝSTŘIKU	37
6.5 ODVZDUŠNĚNÍ DUTINY FORMY	39

6.6	TEMPERACE VSTŘIKOVACÍ FORMY.....	39
6.7	VYHAZOVÁNÍ VÝSTŘIKU	40
6.8	V TOKOVÝ SYSTÉM.....	41
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		45
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		46
SEZNAM OBRÁZKŮ		47
SEZNAM TABULEK.....		48
SEZNAM PŘÍLOH.....		49

ÚVOD

Již v první polovině minulého století se začaly objevovat první plasty. Toto období se vyznačovalo zejména studiem chemických reakcí, které měly v příznivém případě za následek objev nového plastu nebo jeho použitelné modifikace.

Během několika dalších desítek let zaznamenaly plasty nebývalý vývoj. Díky svým vlastnostem (nízká hustota, vysoká chemická odolnost, snadná tvarovatelnost, dobré elektroizolační a tepelně izolační vlastnosti, atd.) se polymery postupně dostávaly do různých oborů lidské činnosti. V dnešní době jsou plasty součástí každodenního života a v některých aplikacích jsou již nezastupitelné.

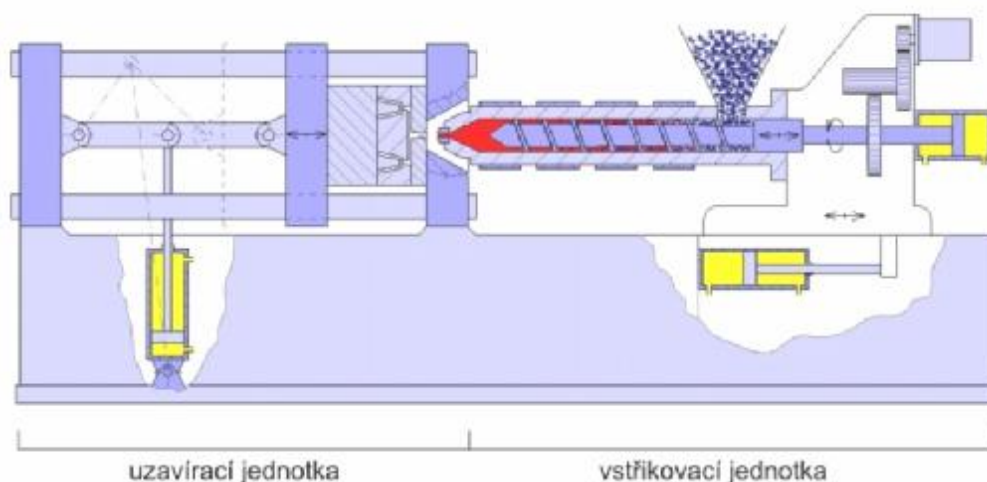
Souběžně s tímto vývojem se rozvíjel i obor zabývající se zpracováním polymerů. Dnes je již plastikářský průmysl na srovnatelné úrovni s mnohem staršími průmyslovými odvětvími. Stěžejní úlohu při zpracování plastů má vstřikování. Tato metoda je velice progresivní, neboť umožňuje plně automatizovat chod výroby s vysokou produktivitou. Zpravidla také odpadají dokončovací operace. Klade však vysoké nároky na konstrukci a provedení forem. Ty by měly vyhovovat jistým základním požadavkům (vysoká odolnost proti mechanickému opotřebení nebo náhodnému poškození některé ze součástí formy; optimální násobnost formy a minimální délka pracovního cyklu, možnost samočinného oddělování vtokového zbytku od výstřiku, automatické vyhození výstřiku a vtokového zbytku formy, ...)

Při konstrukci se může s výhodou použít stavebnicového systému s aplikací normálií. K známějším patří zejména HASCO, D-M-E a STRACK. Přínos normalizace je zejména zkrácení výrobních časů při výrobě formy. V důsledku sériové výroby jsou mnohé normálie oproti kusové výrobě levnější, což je další výhoda.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Vstřikovací stroj zajišťuje roztavení materiálu a následné dopravení taveniny do formy. Z funkčního hlediska se dělí na tři části: ovládání a řízení stroje, uzavírací jednotku a vstřikovací jednotku.



Obr. 1. Vstřikovací stroj.

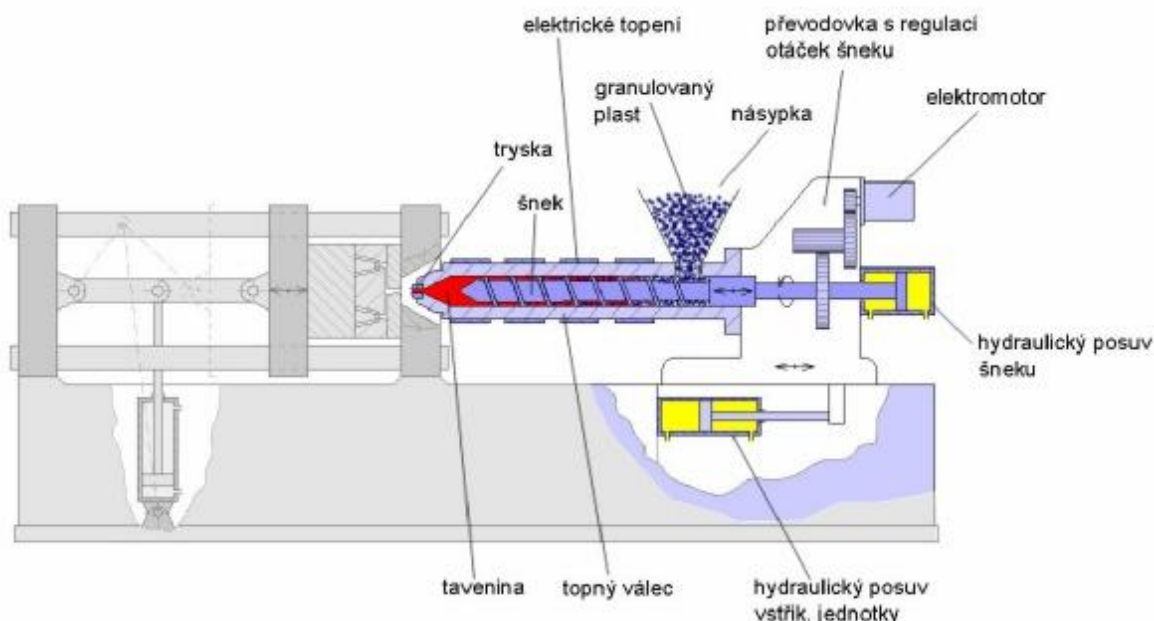
1.1 Ovládání a řízení vstřikovacího stroje

Ovládací a řídicí jednotka umožňuje alternativní volbu a úpravu programu. Zajišťuje automatický provoz a samočinné dodržování nastavených technologických parametrů (teplota v různých pásmech topného válce, teplota formy, vstřikovací tlak, doba vstřikování, atd.). [6]

1.2 Vstřikovací jednotka

Vstřikovací jednotka připraví a dopraví 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 zase setrvává plast ve vstřikovací jednotce delší dobu a tím může nastat jeho degradace. Maximální vstřikované množství nemá překročit 90% kapacity

jednotky, protože je ještě nutná rezerva pro případné doplnění úbytku hmoty při chlazení. Optimální množství je 80%.



Obr. 2. Vstřikovací jednotka

Zpracovávaný plast v tuhém stavu vstupuje z násypky do pracovního válce, kde se šnekem dopravuje přes vstupní, přechodové a výstupní pásma. Při průchodu těmito pásmy se postupně plastikuje a homogenizuje, roztavený polymer se pak hromadí před šnekem. Příslušný prostor pro taveninu se uvolňuje posuvem šneku dozadu. Po zplastikování potřebného množství se materiál axiálním pohybem šneku vstříkne do uzavřené formy. Osový pohyb šneku je realizován hydromotorem, rotační pohyb elektromotorem, popřípadě rotačním hydromotorem.

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

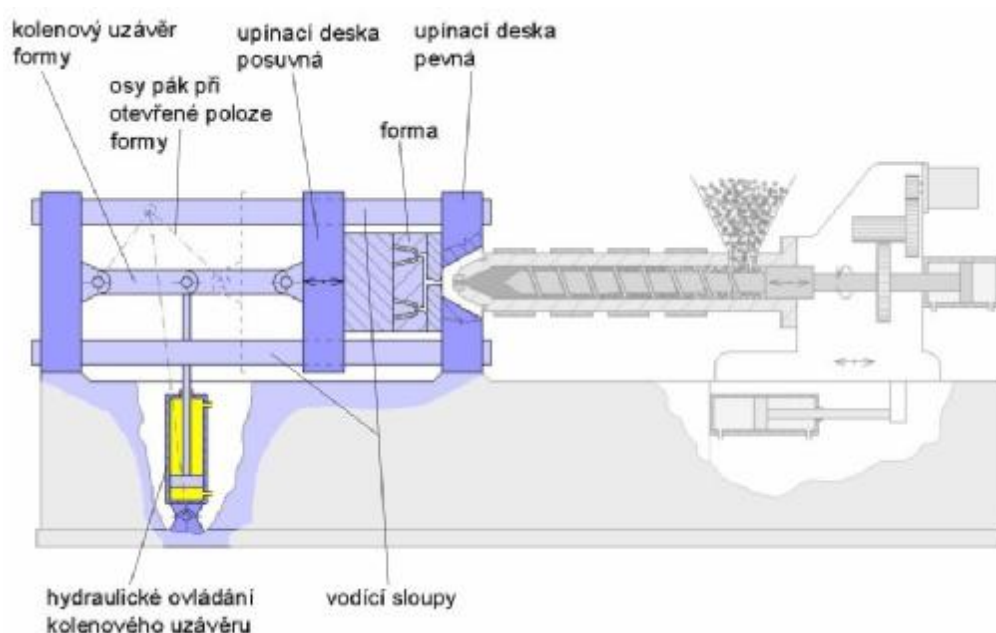
Podle konstrukčního řešení mohou být vstřikovací trysky volně průtočné nebo uzavíratelné. Volně průtočné jsou vhodné pro krátké vstřikovací cykly a materiály s vyšší viskozitou taveniny. Uzavíratelné trysky zamezují samovolnému vytékání materiálu.

1.3 Uzavírací jednotka

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 a ploše dutiny a vtoků v dělicí rovině.

Hlavní části uzavírací jednotky jsou:

- upínací deska pevná;
- upínací deska posuvná;
- vodící sloupy;
- uzavírací mechanismus.



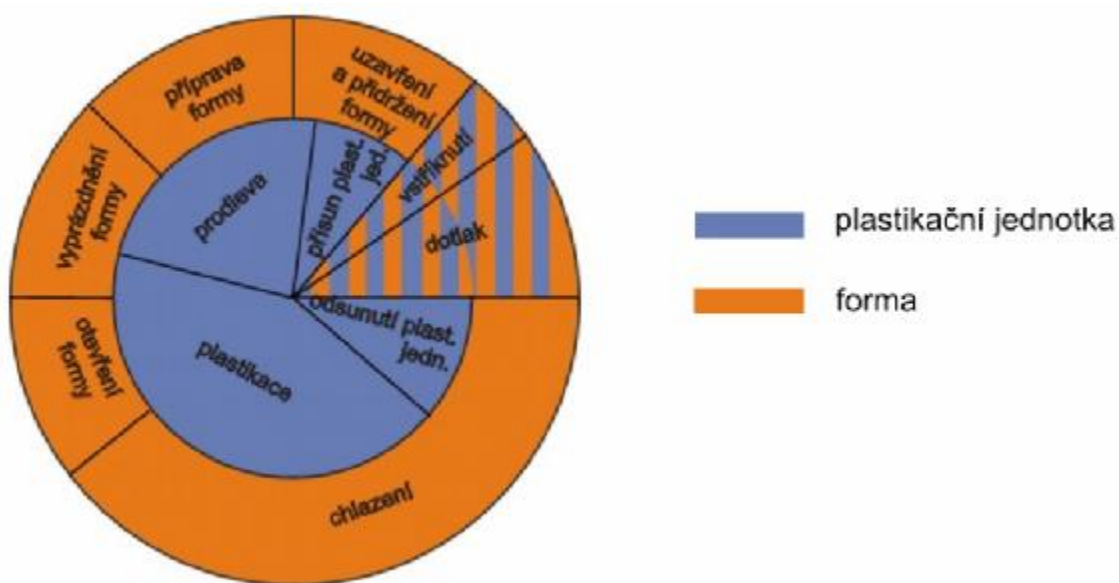
Obr. 3. Uzavírací jednotka

Uzavření a otevření formy zajišťuje uzavírací mechanismus. Má nejrůznější provedení. Hydraulické uzavírací jednotky umožňují pootevření nástroje hydraulickým tlakem a vyžadují zajištění závorou. Výhodou těchto jednotek je nastavení libovolné hloubky otevření nástroje, nevýhodou je, že uzavírací rychlost je nutno upravovat v hydraulickém obvodu. Hydraulicko–mechanická jednotka je nejčastěji používána u strojů menších gramáží. Zaručuje vyšší rychlost uzavírání, potřebné zpomalení před uzavřením

formy a dostatečnou tuhost. Je konstruována jako kloubový mechanismus ovládaný hydraulickým válcem. [1]

1.4 Vstřikovací cyklus

Vstřikovací cyklus zahrnuje dvě oblasti, jedna se vztahuje k plastikační jednotce a druhá k formě.

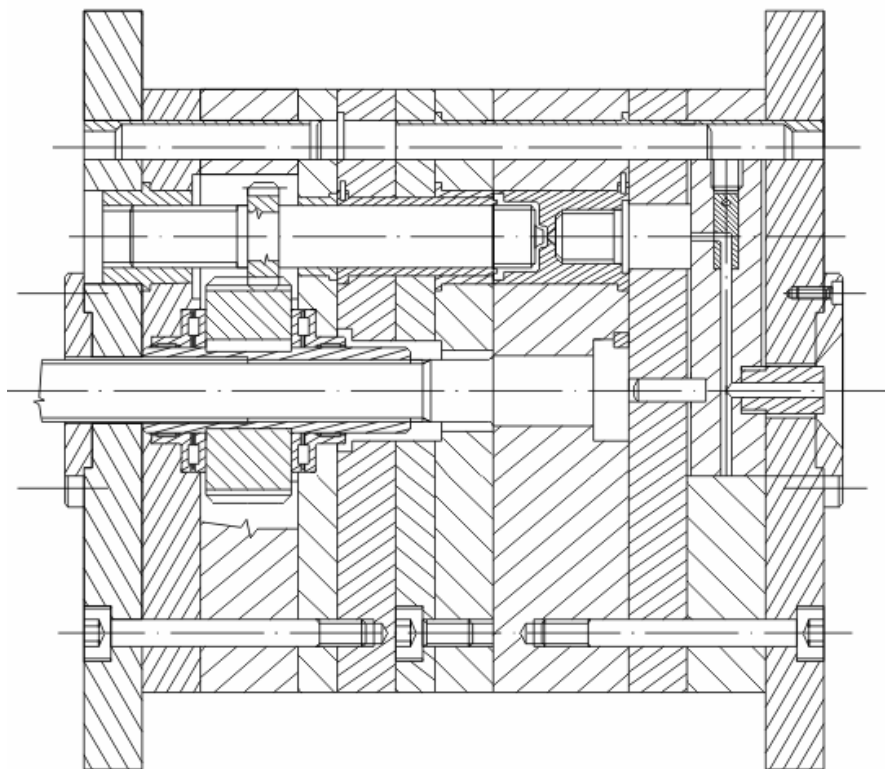


Obr. 4. Vstřikovací cyklus

K uzavřené formě se přisune plastikační jednotka, ze které se vstříkne zplastikovaný materiál do dutiny formy. Doba, po kterou se plní dutina formy se nazývá doba plnění. Po zaplnění dutiny formy se působí na materiál dále tlakem, který označujeme jako dotlak. Dotlak bývá stejný nebo nižší než vstřikovací tlak redukovaný za dutinou formy. Doba, po kterou působí dotlak, se nazývá doba doplňování. Dotlak má za účel částečně vyrovnat vliv smrštění a zabránit unikání materiálu z dutiny formy. Doba doplňování je omezena ztuhnutím materiálu ve vtokovém systému. Po skončení dotlaku se vstřikovací jednotka od formy oddálí a začne v ní plastifikace další dávky. Po dostatečném ochlazení výstřiku se forma otevře a výstřik se vyhodí. Po očištění a přípravě formy pro další cyklus (prodleva) následuje další cyklus. [5], [1]

2 VSTŘIKOVACÍ FORMA

Vstřikovací forma je nástroj, jehož použitím na speciálním 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.



Obr. 5. Řez vstřikovací formou

Z metodického hlediska se dělí vstřikovací forma na dvě oblasti. První je tvarová dutina, tj. vlastně prostor, kam bude na vstřikovacím stroji za vysoké teploty a tlaku vtlačena polymerní tavenina, která po ztuhnutí v dutině získá tvar konečného výrobku. Konstrukční řešení dutiny bývají velmi rozmanitá a kromě několika málo pravidel technologičnosti konstrukce se tvar řídí především funkčními, tvarovými a vzhledovými požadavky na polymerní výrobek. Druhou oblastí je vlastní konstrukční stavba nástroje, která ve většině případů vykazuje značné prvky podobnosti. Převážná většina forem se dnes sestavuje z nějakého stavebnicového systému standardních komponentů, které jsou na trhu. V dnešní době je nejznámější systém HASCO.

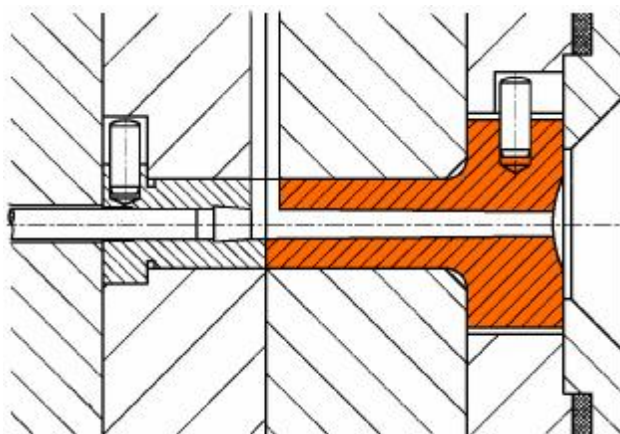
Konstrukční stavba takovýchto forem se skládá ze skupiny paralelních desek s různou funkcí a z řady dalších v nich vložených, nebo k nim připojených součástí, jako jsou vodící sloupky, vodící pouzdra, spojovací součásti, vtokový, chladicí a vyhazovací systém apod. Stavebnice se používají zejména proto, že díky nim není nutno vyvíjet a vyrábět každou jednotlivou součást formy a navíc se jedná o velmi profesionálně promyšlené systémy, které optimálně splňují řadu funkčních požadavků. [4]

2.1 Vtokové systémy

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

2.1.1 Studené vtokové systémy

Tavenina se vstřikuje velkou rychlostí do relativně studené formy. Během průtoku studeným vtokovým systémem viskozita taveniny na vnějším povrchu prudce roste, nejnížší je uprostřed. Vysoká viskozita vyžaduje vysoké tlaky systému (40 až 200 MPa).



Obr. 6. Studený vtok

Funkční řešení vtokového systému musí zabezpečit aby:

- dráha vtoku od vstřikovacího stroje do dutiny formy byla co nejkratší, bez zbytečných tlakových i časových ztrát;

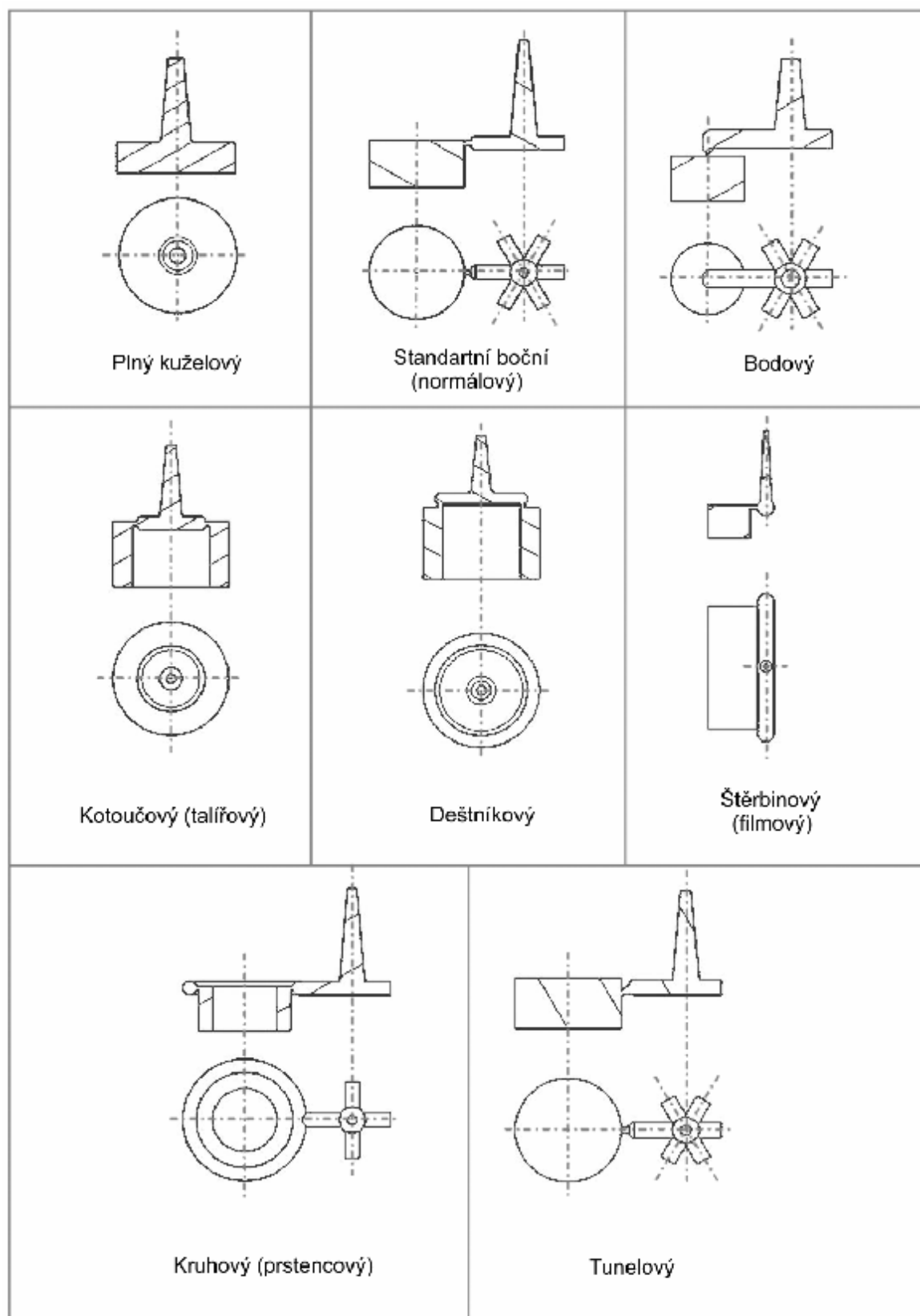
- dráha byla ke všem tvářecím dutinám stejně dlouhá a tím se zajistilo rovnovážného plnění;
- průřez vtokových kanálů byl dostatečně velký, aby byla jistota, že po vyplnění tvářecí dutiny bude jádro taveniny ještě v plastickém stavu, a tím se umožnilo působení dotlaku.

Aby bylo možné uvedené zásady splnit je potřebné:

- zaoblit všechny ostré hrany vtokových kanálů min. $R = 1 \text{ mm}$;
- stanovit úkosovitost všech vtoků pro jejich snadné odformování. Minimální úkosy jsou $1,5^\circ$;
- leštit povrch vtokového systému orientovaného ve směru vyjímání. Drsnost nemá klesnout pod $0,2 \text{ Ra}$. Tím se usnadní vyhazování;
- řešit zachycení čela proudící taveniny prodloužením rozváděcího kanálu. Zabrání se tím proniknutí chladnějšího čela proudu taveniny do tvarové dutiny a tím snížení povrchových vad výstřiku;
- ve vtokovém systému vyloučit místa s velkým nahromaděním materiálu.

Vtokové ústí se vytváří zúžením rozváděcího kanálu. Jeho zúžením se zvýší klesající teplota taveniny před vstupem do tvarové dutiny. Omezí se strhávání chladných vrstev z obvodu vtoku a tím vytváření povrchových defektů. [1]

V závislosti na tvaru výstřiku, vlastnostech vstřikovaného polymeru a technologii vstřikování volíme typ ústí (Obr. 7).



Obr. 7. Typy ústí

2.1.2 Vyhřívání vtokové soustavy

Technologie vstřikování s použitím vyhřívání vtokových soustav spočívá v tom, že tavenina, po naplnění formy, zůstává v celé oblasti vtoku až do ústí formy v plastickém stavu. Oproti studeným vtokům vyžadují podstatně složitější a výrobně nákladnější formy i strojní zařízení. Dále je třeba vyhřívání vtokový systém zajistit soustavou regulátorů a snímačů. To vše zvyšuje energetickou náročnost výroby. I přes uvedené nevýhody jsou tyto systémy velmi často používány a to zejména proto, že:

- umožňují automatizaci výroby;
- zkracují výrobní cyklus;
- snižují spotřebu plastu (vstřikuje se bez vtokových zbytků);
- snižují se náklady na dokončovací práce s odstraňováním vtokových zbytků;
- odpadá manipulace a regenerace zbytků vtoku a problémy při jejich zpracování. [1]

Izolované 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 izolační vlastností nebo je ohřívána nepřímo. Lze je rozdělit na dva systémy.

Nejjednodušší a dnes již málo používané jsou takové, kde vtoková vložka s rozváděcími kanály mají takový průřez, aby v celém systému nedošlo během zpracovatelského cyklu k úplnému zatuhnutí taveniny. Tím, že jen vnější vrstva ztuhne, tvoří tepelnou izolaci proudící tavenině.

U výstřiků s tlustší stěnou, kde vlivem delšího chlazení by mohlo nastat zatuhnutí proudu taveniny v celém průřezu, lze použít předkomůrkového vtoku. Vyznačuje se tím, že komůrka je zvětšena nebo do její dutiny zasahuje nástavec nebo prodloužená tryska z materiálu s dobrou tepelnou vodivostí (Cu, CuBe, ...). Tento materiál je nepřímo ohříván od vytápěné trysky (válce) vstřikovacího stroje. [1]

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.

Nepřímo ohřívání trysky, jejichž jednodušší provedení si zpracovatel může sám vyrobit, se vyznačují dvěma provedeními:

- a) dotápěné vyústění izolovaného rozvodu vtoku. Je charakterizováno miniaturním topným tělesem, které je zabudováno do ocelového pouzdra, jehož špička zasahuje do vyústění vtoku. U tohoto způsobu je nutné dodržovat poměrně rychlý pracovní cyklus;
- b) druhý způsob se vyznačuje přenosem tepla z vyhřívání rozvodu vtoků na trysku. Je dokonalejší oproti dříve popisovaným systémům. Používá se pro vícenásobné formy.

Konstrukční provedení přímo ohřívání trysek je charakterizováno dvěma základními principy:

- trysky s vnějším topením, kde tavenina proudí vnitřním otvorem tělesa trysky. Těleso je z tepelně vodivého materiálu. Při vstřikování abrazivních plastů je ocelový materiál legován molybdenem. Z vnějšku je kolem tělesa trysky umístěno topení;
- trysky s vnitřním topením. U tohoto systému tavenina obtéká vnitřní vyhřívanou vložku (torpédo), zhotovenou také z materiálu s dobrou tepelnou vodivostí.

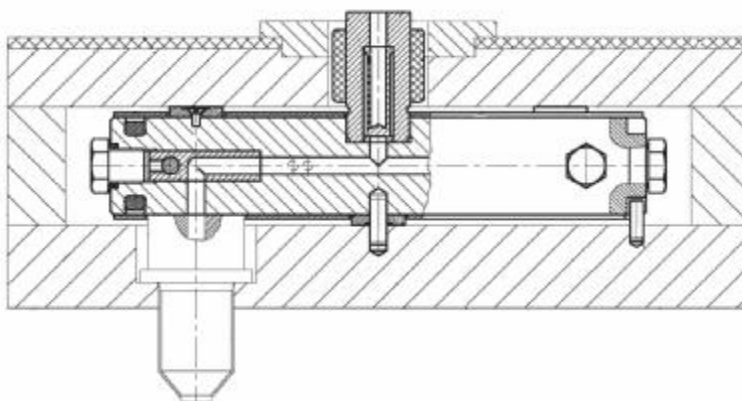
Oba typy trysek jsou konstrukčně upraveny tak, že ústí je:

- otevřené pro plast, který netáhne vlas;
- se špičkou (s hrotem) pro plast náchylný k tažení vlasu;
- s uzavírací jehlou;
- speciálně tvarované. [1]

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.

Ocelový rozvodový blok je uložen mezi upínací a tvarovou deskou v pevné části formy. Otvory kanálů pro proudící taveninu musí být pečlivě provedeny, protože nikde nesmí vzniknout ostré hrany a přechody s mrtvými kouty taveniny. Jeho tvar je konstrukčně přizpůsoben potřebné poloze rozváděcích kanálů směrem k vyústění i k uložení trysek. Vyrábí se ve tvaru I, H, X, Y, hvězdice apod. Musí být tepelně izolován od ostatních částí formy, obvykle vzduchovou mezerou.



Obr. 8. Rozvodový blok

Blok je vytápěn nejčastěji z vnějšku elektrickým odporovým topením pomocí topných hadů zalitých mědí nebo topnými patronami s vytápěním zevnitř.

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

- 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]

2.2 Dutina formy

Má rozhodující vliv na kvalitu výstřiku. Tvarová a rozměrová přesnost a jakost povrchu výstřiku jsou dány přesností tvarové dutiny a kvalitou jejího povrchu. Povrch dutiny je obvykle složen z tvárnice, tvárníku, jader a tvarových vložek. Přesnost dutin se pohybuje v rozmezí IT8 až IT10. Při dimenzování tvarové dutiny je kladen důraz, kromě výrobních tolerancí a opotřebení dutiny formy, hlavně na smrštění plastu.

Na velikost smrštění má vliv:

- tvar výstřiku (rozměry a tloušťka stěn,...);
- konstrukce formy (vtokový systém, poloha ústí vtoku, temperace formy,...);
- technologie vstřikování (tlak, teplota taveniny, ...). [1]

Povrch výstřiku je obrazem povrchu dutiny formy. Vyrábí se jako matný, lesklý, popřípadě dezénovaný, ten má kromě estetického významu také tu vlastnost, že zakrývá povrchové vady výstřiku.

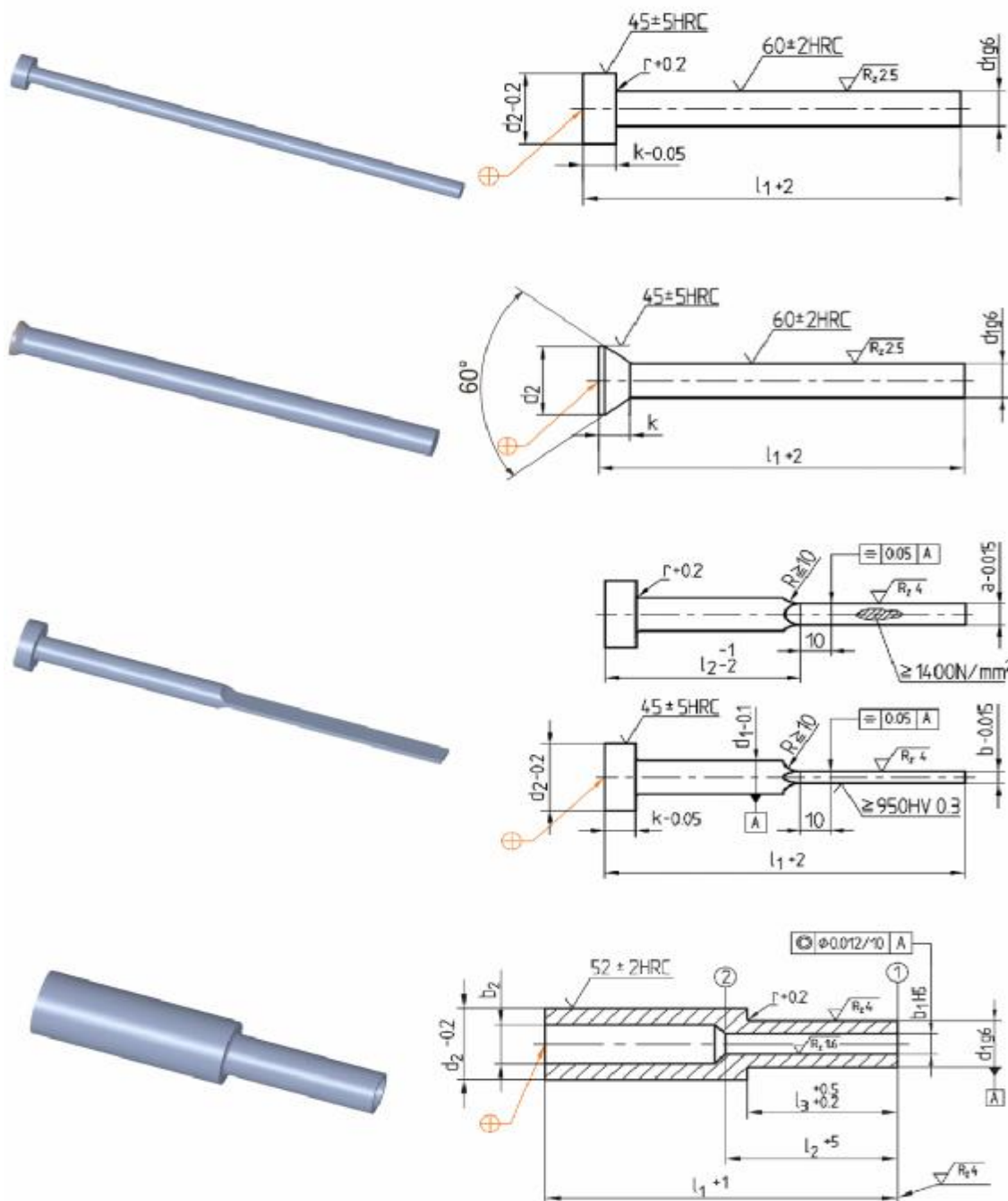
2.3 Vyhazovací systémy

Vyhazovací systémy slouží k odstranění výstřiku z otevřené formy a svojí funkcí mají zajišťovat automatický výrobní cyklus. Konstrukční provedení vyhazovacího systému je velmi rozmanité, záleží na tvaru, velikosti, a materiálu výstřiku, způsobu zaformování, atd. Máme několik základních typů vyhazování.

2.3.1 Vyhazování pomocí vyhazovacích kolíků

Jedná se o nejčastější a nejlevnější způsob vyhazování výstřiků. Jeho hlavní výhodou je jeho jednoduchost a spolehlivost. Nevýhodou, že vlivem nepřesnosti a nutnými tolerancemi při jejich výrobě a uložení, zůstávají na výstřiku stopy. Proto není vhodné je

umístít na vzhledových plochách. Ve formě jsou vyhazovací kolíky uloženy v tolerancích H7/g6, H7/h6, H7/j6, podle funkce a tekutosti plastu. Tvar vyhazovačů má nejružnější podobu (Obr. 9)



Obr. 9. Typy vyhazovačů

Pohyb vyhazovače je většinou zajištěn hydraulickým (pneumatickým) válcem nebo se odvozuje od pohybu části formy, výjimečně od pružin. Vyhazovací kolíky jsou ukotveny ve dvojici pohyblivých desek. Ty, podle jejich funkce, nesou označení kotevní a vyhazovací deska.

2.3.2 Vyhazování pomocí šikmých vyhazovačů

Vyhazovací kolíky nejsou kolmé k dělící rovině, ale jsou k ní uloženy pod určitými úhly. Slouží zároveň jako tvárníky a používají se zejména tam, kde je potřeba odformovat mělké vnější nebo vnitřní zápichy.



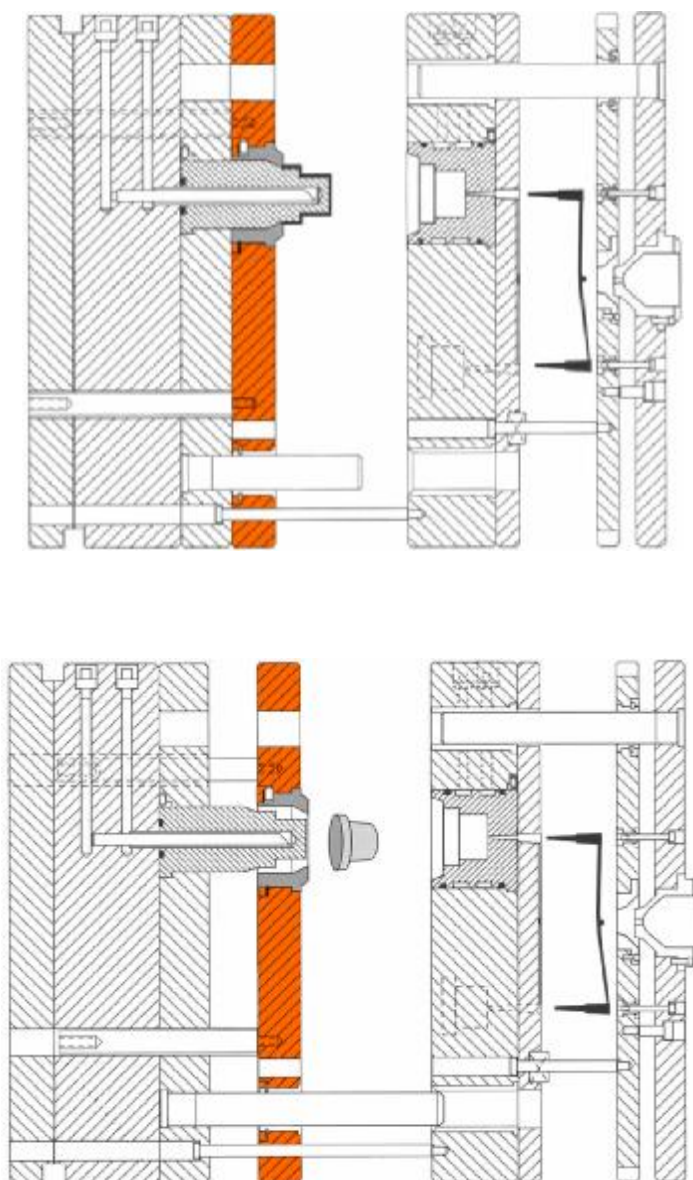
Obr. 10. Šikmé vyhazovače

2.3.3 Pneumatické vyhazování

Tento systém je vhodný pro vyhazování slabostěnných výstřiků větších rozměrů ve tvaru nádob, které při vyhazování vyžadují zavzdušnění, aby se nedeformovaly. Pneumatické vyhazování zavádí stlačený vzduch mezi výstřik a líc formy. Tím se umožní rovnoměrné oddělení výstřiku od tvárníku, vyloučí se místní přetížení a nevzniknou stopy po vyhazovačích. Použití pneumatického vyhazování je omezeno jen na některé tvary výstřiků. Vzduch se do dutiny formy přivádí přes ventil talířový, jehlový nebo různé kolíky. Ventil se otvírá tlakem vzduchu a zavírá pružinou. [2]

2.3.4 Vyhazování stírací deskou

Představuje stahování výstřiku z tvárníku po celém jeho obvodu. Nezanechává na výstřiku stopy. Používá se především u tenkostěnných výstřiků, kde je nebezpečí jejich deformace nebo u rozměrných, které vyžadují velkou vyhazovací sílu. Stírání je vhodné jen tehdy, dosedá-li výstřik na stírací desku v rovině nebo je plocha výstřiku mírně zakřivená. Stírací deska je ovládána tlakem vyhazovacího trnu. Působí přes vyhazovací desku spojenou táhly s e stírací deskou. Síla může být také vyvozena pružinami, hydraulickým nebo pneumatickým zařízením. [2]



Obr. 11. Vyhazování stírací deskou

2.4 Odvzdušnění forem

Odvzdušnění formy zajišťuje únik vzduchu, který je v ní obsažen na počátku vstřiku, tak i zplodin uvolňujících se při ochlazování taveniny. Vzduch, který se v dutině formy uzavře může při adiabatickém stlačení dosáhnout vysokých teplot. Účinkem těchto teplot se povrch vstřikovaného materiálu může spálit. Projevuje se to tmavými skvrnami, které nemusí být jen povrchové. Kromě toho místní vysoké tlaky a teploty přetěžují formu. Vzduch z dutiny formy často stačí uniknout dělicí rovinou, vůlí mezi pohyblivými částmi apod. V případě nedostatečného odvzdušnění je třeba formu opatřit odvzdušňovacími kanálky. Jedná se o jemnou drážku, obdélníkového průřezu, vytvořenou v dělicí rovině. Viskozita vstřikované taveniny, která vstupuje do dutiny formy, bývá různá. Závisí na jejím druhu, nastavených technologických parametrech a délce toku plastu. Zhotovené odvzdušňovací průřezy musí účinně odvádět vzduch, ale zároveň nesmí docházet k zatékání plastu. V praxi se hloubka drážek volí v rozmezí 0,005 – 0,05 mm, šířka se pak volí podle potřeby. [1], [3]

2.5 Temperace forem

Temperací forem rozumíme jejich udržování na požadované teplotě, která je zpravidla vyšší než pokojová a nižší než vstřikovací. Teplota formy při vstřikování termoplastů bývá zpravidla v rozmezí mezi 30° až 120°, ve zvláštních případech může být uvedený interval i širší. Temperace má bezprostřední vliv na smrštění a tvarové změny, jakost povrchu a mechanické vlastnosti výstřiku, tak i na zaplňování dutiny formy a délku vstřikovacího cyklu. [3]

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 tedy:

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

Temperační systém formy se skládá ze soustavy kanálů a dutin, kterými proudí vhodná kapalina, která udržuje teplotu temperovaných částí na požadované výši. U forem pro zpracování plastů o vyšší teplotě se používá pro ohřev většinou elektrické vytápění.[1]

2.6 Postup při konstrukci formy

Výkres vyráběné součásti spolu s konstrukčním návrhem a dalšími doplňujícími údaji, jsou podkladem pro konstruktéra forem. Vlastní konstrukce pak má následující postup:

- posouzení výkresu součásti z hlediska tvaru, rozměrů a tvářecích podmínek. Je třeba znovu zkontrolovat rozměry, jejich tolerance, rozdíly v tloušťce stěn s ohledem na propadliny a lunkry. Nezanedbat ani úpravy ostrých hran a rohů, které vyvolávají velké pnutí a obtížné plnění dutiny;
- určení, případně upřesnění dělicí roviny součásti a způsob zaformování s ohledem na funkci a vzhled. Respektovat také směr a velikost potřebných úkosů. Zaformování musí odpovídat vhodnému umístění ústí vtoku a vyhazování z dutiny formy;
- dimenzování tvarových dutin a jejich uspořádání ve formě. Volba vhodného typu vtokového systému, velikost průřezů, tvaru a délky hlavního a rozváděcího kanálku i ústí vtoku;
- stanovení koncepce vyhazovacího a temperačního systému i odvzdušnění dutin formy;

- navržení rámu formy s ohledem na danou typizaci, počet i rozmístění dutin, systém vyhazování i temperace formy;
- vhodné uspořádání středění a upínání formy na stroj s ohledem na využití dostupných prostředků. To všechno v rámci bezpečnosti práce;
- zkontrolování funkčních parametrů formy, hmotnost výstřiku, jeho průmětnou plochu, vstřikovací a uzavírací tlak a další faktory s ohledem na doporučený stroj.

Celá koncepce konstrukce vstřikovací formy musí směřovat k možné a snadné výrobní technologii dle stanovených požadavků. Je vhodné s objednavatelem návrh formy konzultovat. [1]

2.7 Zaformování výstřiku

Správné zaformování výstřiku a vhodná volba dělicí plochy náleží k rozhodujícím zásadám konstrukce formy. Umožňuje dodržet tvar a rozměry výstřiku i ekonomiku výroby. Vychází z konstrukčního řešení vyráběného dílu.

Dělicí rovina bývá zpravidla rovnoběžná s upínáním formy. Může však být i šikmá nebo různě tvarovaná, případně vytváří u výstřiků s bočními otvory hlavní i vedlejší dělicí plochy. Taková koncepce způsobuje obtížnější výrobu formy. Je snaha se takovým tvarům vyhnout. Nepřesnost v dělicí ploše může způsobit nedovření formy během plnění. To má za následek vznik otřepů nebo zvětšení rozměrů výstřiku ve směru uzavírání formy.

Proto je třeba, aby dělicí plocha:

- umožnila snadné vyjímání výstřiku z formy;
- byla pravidelná, jednoduchého geometrického tvaru, snadno vyrobitelná;
- probíhala v hranách výrobku;

- byla umístěna tak, aby splňovala požadavek výroby přesných rozměrů; směr technologických úkosů a sousost výstřiku, pokud je v obou polovinách formy;
- stopa po dělicí rovině nesmí být příčinou funkčních nebo vzhledových závad;
- u více dělicích ploch volit koncepci s ohledem na jejich nejmenší počet. [1]

2.8 Materiály pro výrobu forem

Při výrobě vstřikovaných dílů se od formy vyžaduje dosažení požadované kvality, životnosti a nízkých pořizovacích nákladů. Významný činitel pro splnění těchto podmínek je materiál forem, který je ovlivněn provozními podmínkami výroby, určené:

- druhem vstřikovaného plastu;
- přesností a jakostí výstřiku;
- podmínkami vstřikování;
- vstřikovacím strojem.

Pro výrobu forem se tedy používají takové materiály, které splňují provozní požadavky v optimální míře. Jsou to zejména tyto tři skupiny:

- oceli vhodných jakostí;
- neželezné slitiny kovů (Cu, Al, ...);
- ostatní materiály (izolační, tepelně nevodivé ...).

Jednotlivé díly formy nemají stejnou funkci, proto vyžadují svoje specifické požadavky na volbu materiálu, z kterého budou vyrobeny. Jejich výběr má odpovídat požadované funkci součásti s ohledem na opotřebení a životnost. Oceli jsou nejvýznamnějším druhem používaných materiálů na výrobu forem.

Od použitých materiálů na formy se vyžaduje především:

- dostatečná mechanická pevnost;

- dobrá obrobitelnost.

Z hlediska technologie výroby výstřiků má navíc materiál funkčních dílů zajišťovat speciální požadavky na kvalitu struktury, která je dána:

- dobrou leštitelností a obrobitelností;
- zvýšenou odolností proti otěru;
- odolností proti korozi a chemickým vlivům plastu;
- vyhovující kalitelností a prokalitelností;
- stálostí rozměrů a minimálními deformacemi při kalení;
- vhodnými fyzikálními vlastnostmi. [2]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 POUŽITÉ APLIKACE

3.1 Catia V5

Systém Catia plně pokrývá celý proces od návrhu určení prvotní koncepce přes upřesňování výrobku a nabízí i integrovanou analýzu a nástroje pro přípravu výroby (NC programování). Jedná se o skvělý produkt ve smyslu konkurence schopnosti v oblasti propojení tvorby návrhu, modelování tvarů a digitálního modelování. Otevřená architektura umožňuje budovat řešení pro digitální definici a simulaci 3D výrobků. Do systému jsou implementovány katalogy standardních součástí (s přednaplněným stavem a možností postupného rozšiřování), nástroje ke kompletnímu návrhu plechových součástí, strukturální navrhování, nástroje ke správě velkých sestav a správy kusovníku. Produkt DMU Navigator nabízí konferenční možnosti (vzdálené konzultace techniků), automatické montážní dráhy nástrojů, automatické definice kinematiky a podporu zobrazování složeného 2D CAD dokumentu.

3.2 HNM 3D Universal Module V9.0

Jedná se o 3D knihovnu normálí firmy HASCO obsahující komponenty potřebné při konstrukci forem. Umožňuje jejich ukládání v různých formátech a tím snadné zobrazení v dalších aplikacích. Poskytuje také informace o rozměrech, umístění a případné funkci jednotlivých dílů.

4 SPECIFIKACE VÝROBKU

Výrobek slouží jako uzávěr plastového barelu používaného pro přepravu a skladování oleje.

4.1 Materiál výstřiku

Materiál je nízko hustotní polyethylen (LDPE). Jedná se o měkký, pružný a houževnatý plast. Křehne pod -60°C a odolává teplotám do 85°C . Má velmi dobrou chemickou odolnost a elektroizolační vlastnosti. Méně odolný je proti povětrnostním vlivům.

V tomto případě se konkrétně jedná o LDPE Bralen VA 20-60. Materiál, který se používá na výrobu spotřebních předmětů a technických výlisků složitých tvarů vstřikováním. Vyznačuje se dobrou zatékavostí, nedoporučuje se na výrobky vystavené korozivnímu prostředí a zvýšenému namáhání. Materiál vyrábí Slovnaft Bratislava, Slovenská republika.

Tab. 1. Typické vlastnosti materiálu LDPE Bralen VA 20-60.[12]

Vlastnost	Jednotka	Hodnota	Zkušební metoda
Index toku taveniny ($190^{\circ}/2,16\text{ kg}$)	g/10 min	20	ISO 1133, metoda B
Hustota, 23°C	kg/m^3	914	ISO 1183, metoda C
Mez pevnosti v tahu	MPa	8	STN EN ISO 527-1,2 těleso typ 1A, zkušební rychlost 50mm/min
Tepelná odolnost dle Vicata	$^{\circ}\text{C}$	84	STN EN ISO 306 metoda A 50
Tvrdość Shore D	Shore D	41	STN ISO 868

4.2 Funkční části výstřiku



Obr. 12. Výstřik

- vlevo originál, vpravo model nakreslený v Catii

Na válcové části výrobku jsou žebra, která slouží k lepšímu uchopení při otevírání popř. uzavírání víčka.

V dolní části je kroužek, který je tvarově řešen tak, že se při prvním odšroubování od víčka utrhne. Jeho hlavní funkcí je informovat o tom, jestli nebylo manipulováno s originální náplní barelu.

Součástí výstřiku je také vnitřní závit. Jedná se o lichoběžníkový nerovnoramenný závit se stoupáním 4 mm.

5 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Ke vstřikování byl zvolen vstřikovací stroj ALLROUNDER 520A od německé firmy ARBURG.



Obr. 13. Vstřikovací stroj ALLROUNDER 520 A

Základní parametry:

- uzavírací síla 1600/2000 kN
- vzdálenost mezi vodícími tyčemi 520 x 520 mm
- vstřikovací síla 60 kN
- maximální otvírací zdvih 450 mm

6 KONSTRUKCE FORMY

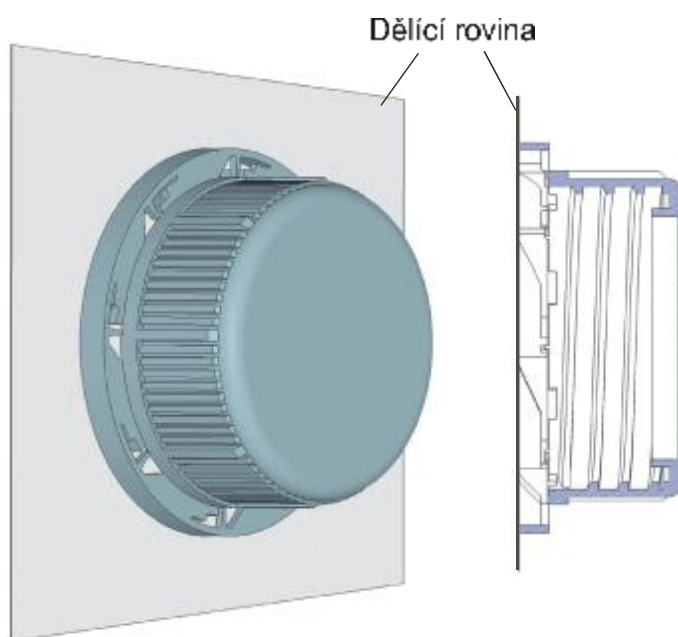
Při konstruování bylo jednou z podmínek použít co nejvíce normálií HASCO. Z důvodu vnitřního závitů na výrobku je pro doformování použit vyšroubovací systém.

6.1 Násobnost formy

Při volbě násobnosti se musí brát v potaz složitost a přesnost výstřiku, požadované množství výrobků, kapacitu stroje a ekonomika výroby. Z hlediska kvality a přesnosti výstřiku je žádoucí, aby násobnost byla co nejmenší, naopak z pohledu ekonomiky je výhodné volit počet tvarových dutin co největší. Pro optimální násobnost se tedy musí zvolit kompromis všech požadavků. Pro tento případ byla zvolena čtyřnásobná forma.

6.2 Zaformování výstřiku

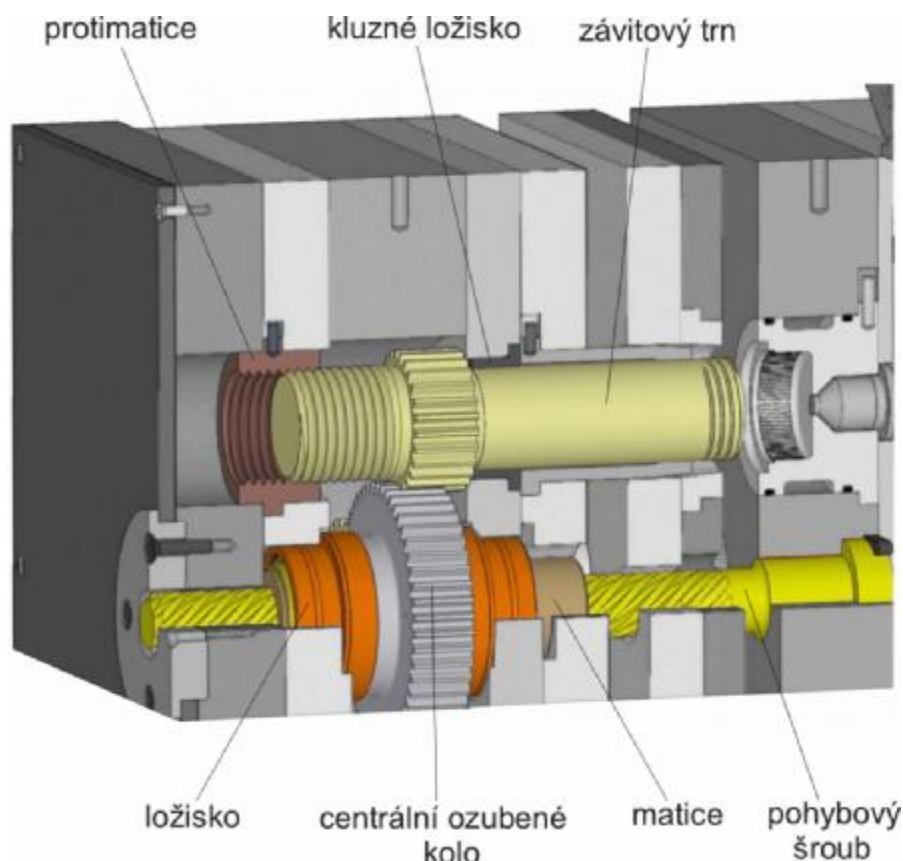
Tvar výstřiku umožňuje použít nejjednodušší a tedy nejvýhodnější typ dělicí roviny a to dělicí rovinu rovnoběžnou s upínáním formy. Výstřik je zaformován tak, aby po otevření formy zůstal na levé části formy a následně byl vyhozen stírací deskou.



Obr. 14. Dělicí rovina

6.3 Odformování závitu

Vzhledem k vnitřnímu závitu výrobku byla zvolena koncepce formy s vytáčecím závitovým trnem. Vytáčení trnu je možné řešit několika způsoby. V tomto případě bylo zvoleno vyšroubování pomocí šroubu a matice ovládané otvíráním a zavíráním formy. Výhodou tohoto systému je automatická činnost a nejsou potřebné přídavné energetické zdroje.



Obr. 15. Odformování závitu

6.3.1 Popis funkce

Vyšroubování je zajištěno současným radiálním i axiálním pohybem závitového trnu. Při otvírání formy se matice spolu s ozubeným kolem začne odtáčet po pevně uchyceném pohybovém šroubu. Od centrálního ozubeného kola je poháněno další ozubené kolo, které je pevně spojeno se závitovým trnem (radiální pohyb). Otáčením se trn zašroubovává do protimatrice (axiální pohyb). Vrácení trnu do původní polohy je analogicky odvozeno od uzavírání formy.

Protimatice

Stoupání závitu protimatice musí být stejné jako má závit výrobku. Protimatice pevně uložená v levé části formy, je zajištěna kolíkem proti pootočení.

Závitový trn

Je uložen v kluzném ložisku v levé části formy. Skládá se ze tří funkčních částí. Vpravo je tvarová část opatřena negativem závitu výrobku sloužící k jeho odformování. Ve střední části je ozubené kolo zajišťující otáčení. Vlevo je závit, který musí odpovídat závitu protimatice.

Pohybový šroub

Jako jediný z tohoto mechanismu je uložen v pravé části formy. Proti pootočení je zajištěn perem. Závit pohybového šroubu je 8-chodý se stoupáním 80 mm. Délka šroubu musí být taková, aby zajistila potřebný počet otočení závitového trnu.

Výpočet pohybového šroubu.

- Stoupání šroubu : $p = 80\text{mm}$
- Potřebný počet otáček trnu : $n_2 = 3$
- Počet zubů centrálního kola : $z_1 = 50$
- Počet zubů trnu : $z_2 = 27$
- Výpočet převodu

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{50}{27} = 1,85 \quad (1)$$

- Výpočet otáček kola

$$n_1 = \frac{n_2}{i} = \frac{3}{1,85} = 1,62 \text{ ot.} \quad (2)$$

- Výpočet minimální délky šroubu

$$l_{\min} = n_1 \cdot p = 1,62 \cdot 80 = 129,6 \cong 130\text{mm} \quad (3)$$

Hodnota $l_{\min}$ je vzdálenost, o kterou se musí matice posunout po šroubu, tzn. minimální hodnota velikosti otevření formy. Protože při otevření formy během pracovního cyklu nesmí šroub opustit matici, musí se počítat s dalším přírůstkem k délce šroubu. Také se musí připočítat bezpečnostní vůle mezi maticí a koncem závitu při uzavřené formě. S ohledem na všechny tyto požadavky je vyhovující šroub Z1500/25 X 80/L/315.

Matice

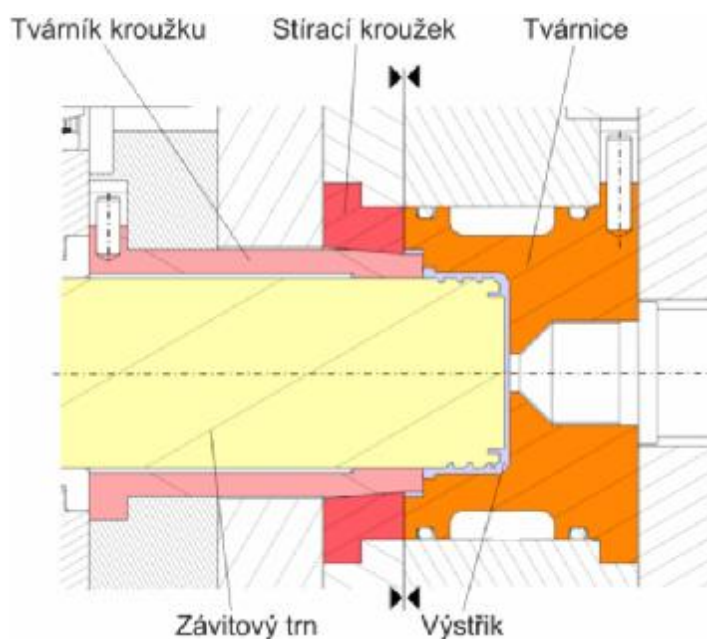
Obvykle se vyrábí z bronzu a podobných kovů. V tomto případě zvolena Z1500/25x80/L/125. Podmínkou dobré funkce je dostatečné mazání. Ve formě je uložena v kuličkových ložiscích.

Centrální ozubené kolo

Je nalisováno na matici a proti pootočení zajištěno perem. Proti axiálnímu pohybu se zajišťuje sevřením mezi ložisky.

6.4 Díly určující tvar výstřiku

Jedná se o tvárník kroužku (Obr. 18), stírací kroužek (Obr. 19), závitový trn (Obr. 20) a tvárnici (Obr. 21).



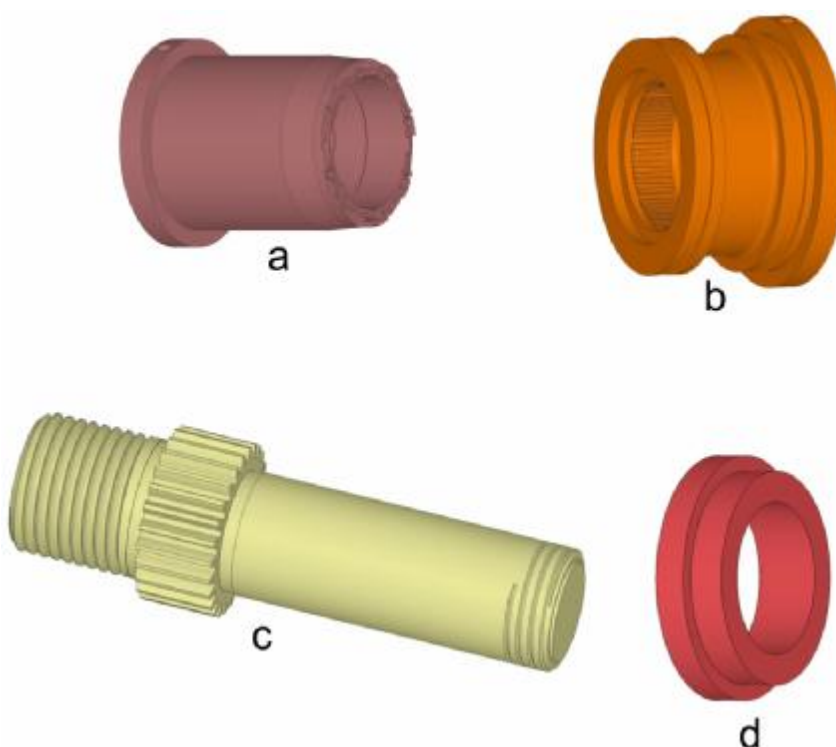
Obr. 16. Díly určující tvar výstřiku

Tvárník kroužku (Obr.18a) je umístěn v pravé části formy, má trubkový tvar, jeho vnitřní průměr spolu s vnějším průměrem závitového trnu musí být vyrobeny tak, aby se trn mohl volně otáčet, ale nedocházelo k zatékání taveniny. Pro lepší dosednutí stíracího kroužku je na vnějším obvodu zkosení pod úhlem 10° . Proti pootočení je tvárník zajištěn kolíkem.

V levé části formy je umístěna tvárnice (Obr.18b) válcového tvaru. Jsou v ní dvě protilehlé dutiny. Jedna určuje vnější tvar výstřiku, druhá slouží k uložení trysky. Zajištění proti pootočení provádíme opět kolíkem. Po obvodu jsou dva menší zápichy pro těsnící okroužky a jeden větší pro chladicí kapalinu.

Závitový trn (Obr.18c) je pohybově uložen v levé části formy. V jeho pravé části se nachází negativ závitů výstřiku.

Stírací kroužek (Obr.18d) je ukotven ve střední (stírací) části formy. Vnitřní díra má tvar kuželu se stejným zkosením jako je na tvárníku kroužku, tedy 10° .



Obr. 17. Tvarové vložky

*a – tvárník kroužku, b – tvárnice,
c – závitový trn, d – stírací kroužek*

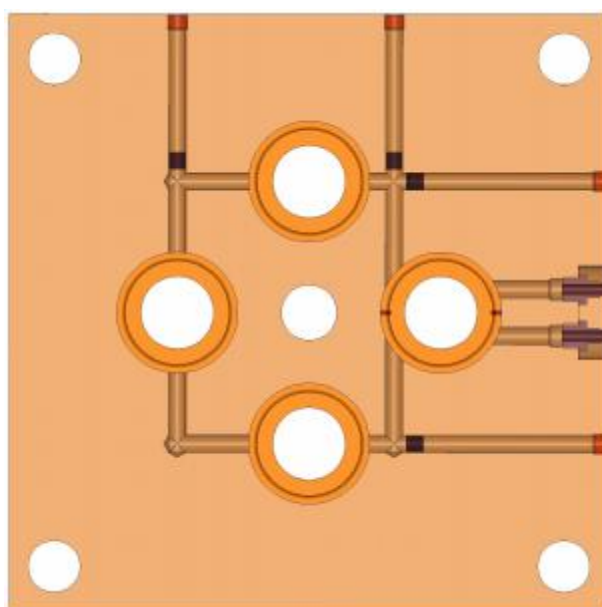
Dalším aspektem, který se musí brát v potaz při výrobě tvarových vložek, je velikost smrštění. V tomto případě je 1,5%. Proto byly rozměry tvárníků a tvárnice zvětšeny právě o tuto hodnotu. Také je nutno veškeré plochy rovnoběžné s osou výrobku zkosit. To proto, aby se zmenšila potřebná vyhazovací síla. Velikost zkosení je zvoleno 0,5°.

6.5 Odvzdušnění dutiny formy

Vzduch uzavřený v dutině je při vstřikování stlačován, čímž se zvyšuje jeho teplota. Ta může dosáhnout kritických hodnot a může dojít k místním spáleninám na výstřiku. K odvodu vzduchu se v dělicí rovině dělají odvzdušňovací kanálky. Pro tento případ vzduch stačí unikat přes dělicí rovinu a vůlemi mezi závitovým trnem, tvárníkem kroužku a stíracím kroužkem.

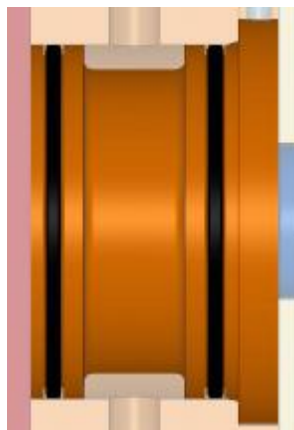
6.6 Temperace vstřikovací formy

Vzhledem k tomu že chlazení závitových trnů by bylo konstrukčně náročné, je chlazená pouze pravá tvarová deska. Chlazení je realizováno soustavou vzájemně propojených děr o průměru 10 mm.



Obr. 18. Temperanční kanály

Temperační kanály jsou konstrukčně řešeny tak, aby rozváděly chladící medium postupně ke všem tvárnicím. Na tvárnicích mají kanály obdélníkový průřez a jsou utěsněny pomocí o-kroužků. U první tvárnice jsou dvě přepážky, které oddělují vstup a výstup chladící kapaliny.



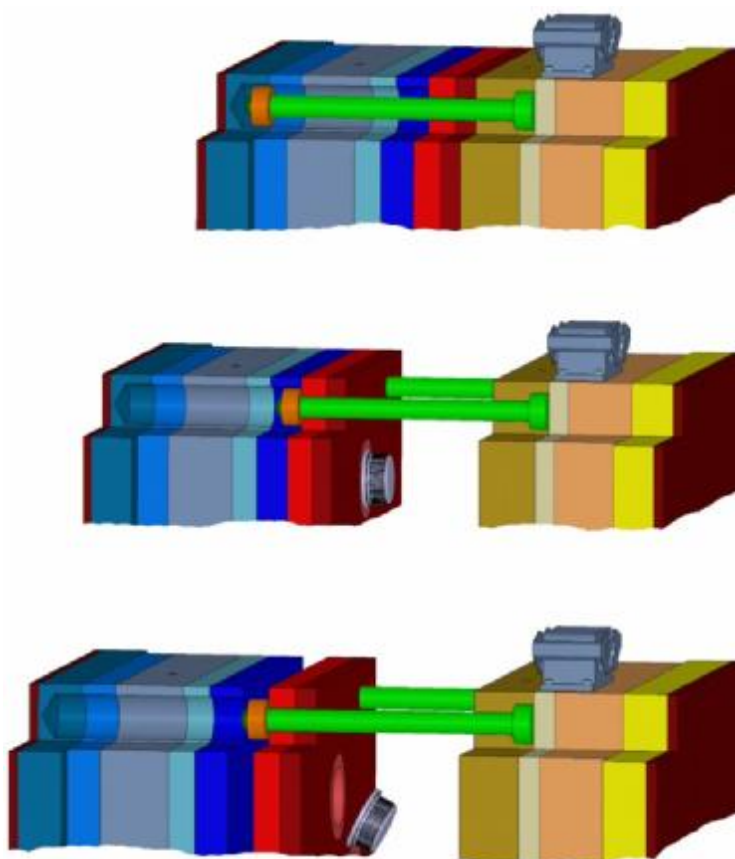
Obr. 19. Chlazení tvárnice

6.7 Vyhazování výstříku

K správné funkci vyhazovacího systému je nutné nejprve uvolnit výstřík ze závitového trnu. Toto umožňuje skupina ozubených kol, matice a pohybový šroub. Funkce tohoto systému je již popsána v kapitole odformování závitů. Vyhození výstříku se skládá ze dvou fází:

- v první fázi se forma otevře v dělicí rovině a vyšroubuje se závitový trn;
- v druhé je výrobek vyhozen stírací deskou.

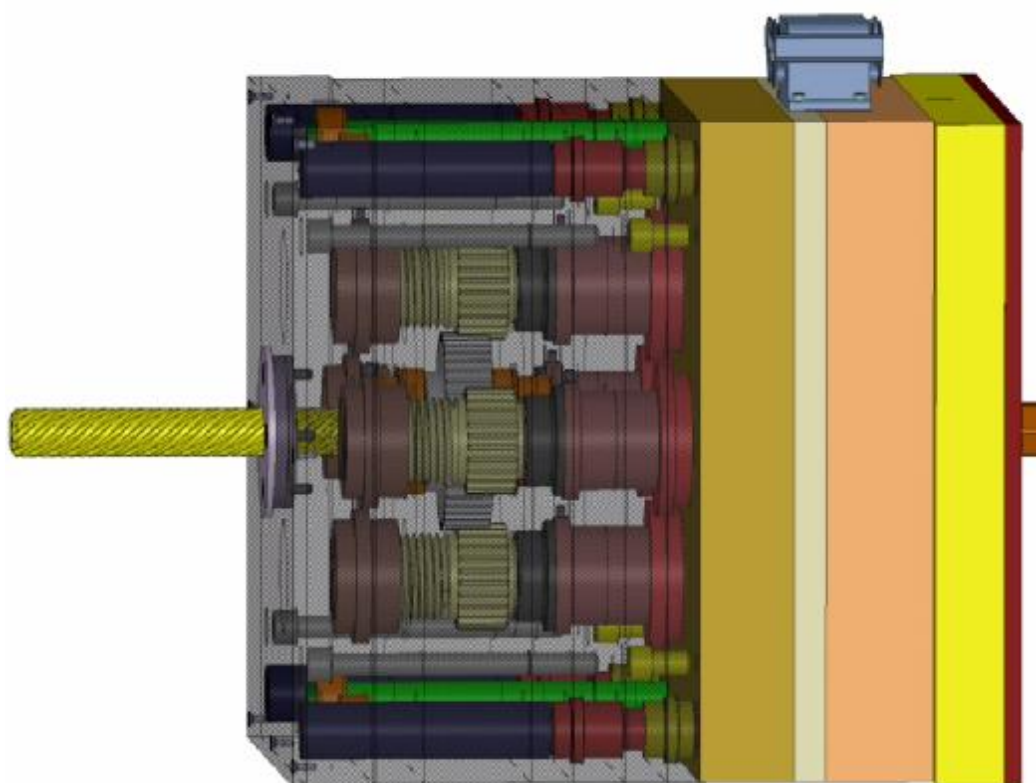
Stírací deska je ovládána čtyřmi táhly, které jsou pevně uchyceny v pravé části formy. Délka táhel je volena tak, aby při stírání byl závitový trn zcela vyšroubován.



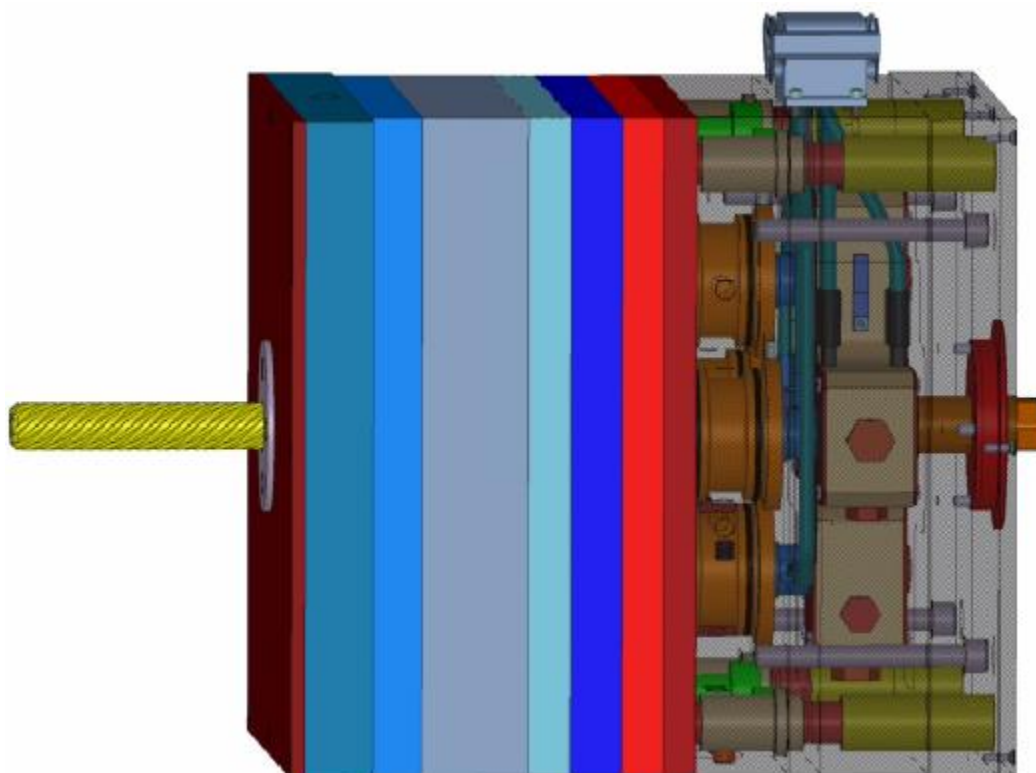
Obr. 20. Vyhazování stírací deskou

6.8 Vtokový systém

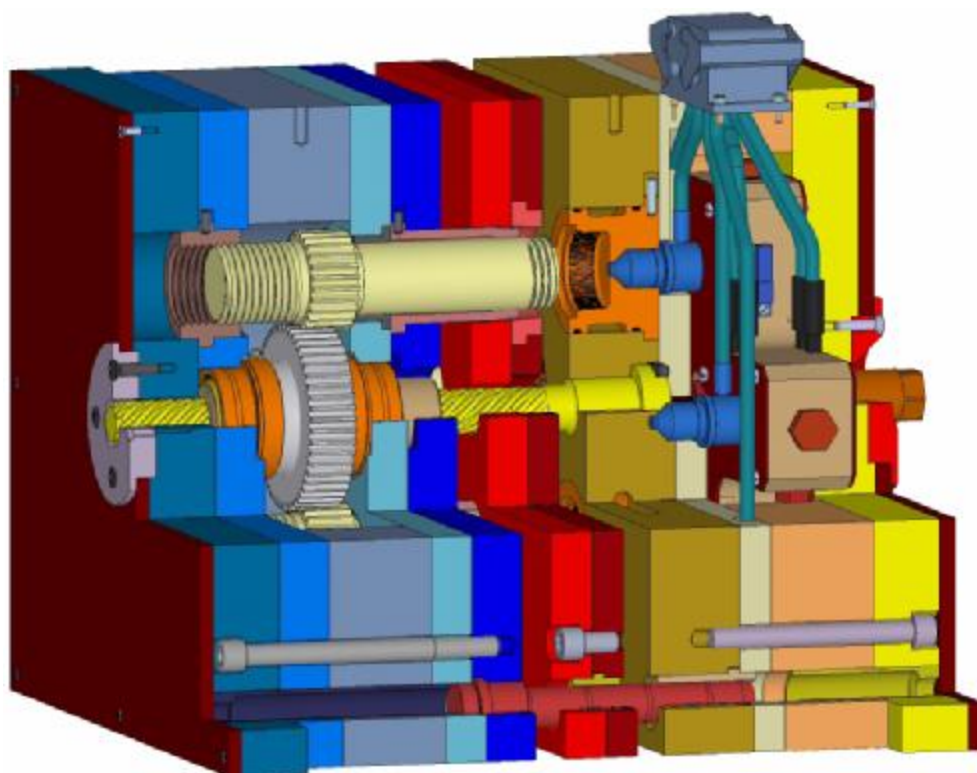
Vzhledem k typu výstřiku, k úspoře materiálu a charakteru formy byla zvolena horká vtoková soustava. Jedná se o rozvodový blok s vyhřívanými tryskami. Ocelový blok je uložen ve vybrání vložené desky, mezi deskou upínací a vtokovou. Od ostatních částí formy je izolován pomocí izolačních desek. Na rozvodovém bloku v ose trysek jsou z opačné strany upevněny distanční kroužky, které zachycují vstřikovací tlaky působící na formu. Pomocí kolíků je blok vystředěn a zajištěn proti pootočení. Vytápění je zajištěno topnými hady. Vyhřívané trysky jsou zapuštěny do tvárnic a od tělesa tvárnice jsou odděleny vzduchovou izolační spárou. Elektrické vedení je uloženo v drážkách zhotovených v patřičných deskách.



Obr. 21. Náhled do levé (pohyblivé) části formy



Obr. 22. Náhled do pevné (pravé) části formy



Obr. 23. Řez formou

ZÁVĚR

Cílem této práce byl návrh vstřikovací formy určené k výrobě plastového víčka barelu.

Celá konstrukční část práce, počínaje 3D modelem výstřiku přes 3D návrh formy až po 2D sestavu, probíhala v programu CATIA. Tento software, zejména díky snadnému 3D modelování a rozsáhlé knihovně normalizovaných součástí, se ukázal jako velmi vhodný pro konstrukci vstřikovací formy. Další použitou aplikací byl HMN 3D Universal module V9.0. Jedná se o 3D knihovnu normálíí HASCO poskytující dostatečné informace o jednotlivých komponentech a umožňující jejich případný převod do systému CATIA.

Hlavní vliv na výběr typu formy měl skořepinový tvar a vnitřní závit výrobku. Optimální volbou se stala forma s vyšroubovacím systémem, který umožnil odformovat závit, a stírací deskou zajišťující vyprázdnění dutiny formy. Funkční část formy (vytáčet mechanismus, ovládání stírací desky) je navržena tak, aby její pohon byl odvozen od pohybu formy. Výhodou je pak automatická činnost a nejsou potřebné žádné další energetické zdroje. Násobnost byla zvolena jako kompromis mezi požadavky na přesnost výrobku a ekonomickou stránkou výroby. Pro tento případ byla zvolena 4-násobná forma. Horký vtokový systém je dalším prvkem umožňujícím automatizaci vstřikovacího cyklu. Jeho hlavním přínosem je úspora materiálu a minimalizování dokončovacích operací spojených s odstraňováním vtokového zbytku. V důsledku relativně malého objemu tvarové dutiny odpadá problém spojený s odvzdušněním. Takovéto malé množství vzduchu stačí uniknout dělicí rovinou a vřely mezi trnem, tvárníkem kroužku, případně stíracím kroužkem. Temperaci zajišťuje soustava kanálků, jejichž rozložení je odvozeno od násobnosti formy. Jejich průřez a velikost jsou zvoleny tak, aby zajišťovaly dostatečné chlazení.

Konstrukce formy je založena na stavebnicovém systému s maximálním využitím normalizovaných součástí od firmy HASCO. Nenormalizované díly byly navrženy v závislosti na normálích, aby se dosáhlo maximální přesnosti návaznosti jednotlivých dílů vstřikovací formy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů I.díl – Vstřikování termoplastů*. 2. vyd. Brno : UNIPLAST, 1999. 134 s.
- [2] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů II.díl – Vstřikování termoplastů*. 1. vyd. Brno : UNIPLAST, 1999. 212 s.
- [3] TOMIS, F., HELŠTÝN, J. *Formy a přípravky*. 2. vyd. Praha : SNTL, 1985. 374 s. ISBN 414-33580.
- [4] HŘEBAČKA, Z. *Bakalářská práce : Návrh vstřikovací formy pro plastový díl*. 1. vyd. Zlín : 2001. 46 s.
- [5] TOMIS, F. *Základy gumárenské a plastikářské technologie*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1975. 278 s. ISBN 414-33543.
- [6] HLUCHÝ, M. a kol. *Strojírenská technologie 2 – Polotovary a jejich technologičnost základy obrábění*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1979. 408 s.
- [7] BEAUMONT J. P.: *Runner and gating design handbook*. 1st ed. Munich: Hanser Publishers, 2004. ISBN 3-446-22672-9
- [8] LINDNER E., UNGER O.: *Injection molds*. 3rd ed. Munich: Hanser Publishers, 2002. ISBN 3-446-21448-8
- [9] REES H.: *Mold engineering*. 2nd ed. Munich: Hanser Publishers, 2002. ISBN 3-446-21659-6
- [10] BEAUMONT J. P., NAGEL R., SHERMAN R.: *Successful injection molding*. Munich: Hanser Publishers, 2002. ISBN 3-446-19433-9
- [11] MENGES G., MICHAELI W., MOHREN P.: *How to make injection molds*. 3rd ed. Munich: Hanser Publishers, 2001. ISBN 3-446-21256-6
- [12] <http://www.slovnaft.sk>
- [13] <http://www.hasco.de>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

R	Radius
Ra	Drsnost povrchu
Cu	Měď
CuBe	Slitina mědi a berylia
Al	Hliník
2D	Dvourozměrný prostor
3D	Tří rozměrný prostor
LDPE	Nízkohustotní polyethylen
p	Stoupání šroubu
n	Otáčky
z	Počet zubů
i	Převodový poměr
l	Délka
IT	Třída přesnosti

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Vstřikovací stroj.	9
Obr. 2. Vstřikovací jednotka.....	10
Obr. 3. Uzavírací jednotka.....	11
Obr. 4. Vstřikovací cyklus	12
Obr. 5. Řez vstřikovací formou	13
Obr. 6. Studený vtok	14
Obr. 7. Typy ústí	16
Obr. 8. Rozvodový blok.....	19
Obr. 9. Typy vyhazovačů	21
Obr. 10. Šikmé vyhazovače	22
Obr. 11. Vyhazování stírací deskou	23
Obr. 12. Výstřik	32
Obr. 13. Vstřikovací stroj ALLROUNDER 520 A.....	33
Obr. 14. Dělicí rovina	34
Obr. 15. Odformování závitu	35
Obr. 16. Díly určující tvar výstřiku.....	37
Obr. 17. Tvarové vložky	38
Obr. 18. Temperační kanály.....	39
Obr. 19. Chlazení tvárnice	40
Obr. 20. Vyhazování stírací deskou	41
Obr. 21. Náhled do levé (pohyblivé) části formy.....	42
Obr. 22. Náhled do pevné (pravé) části formy.....	42
Obr. 23. Řez formou	43

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Typické vlastnosti materiálu LDPE Bralen VA 20-60.	31
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

P I Sestava formy.

P II Detail náhledu.

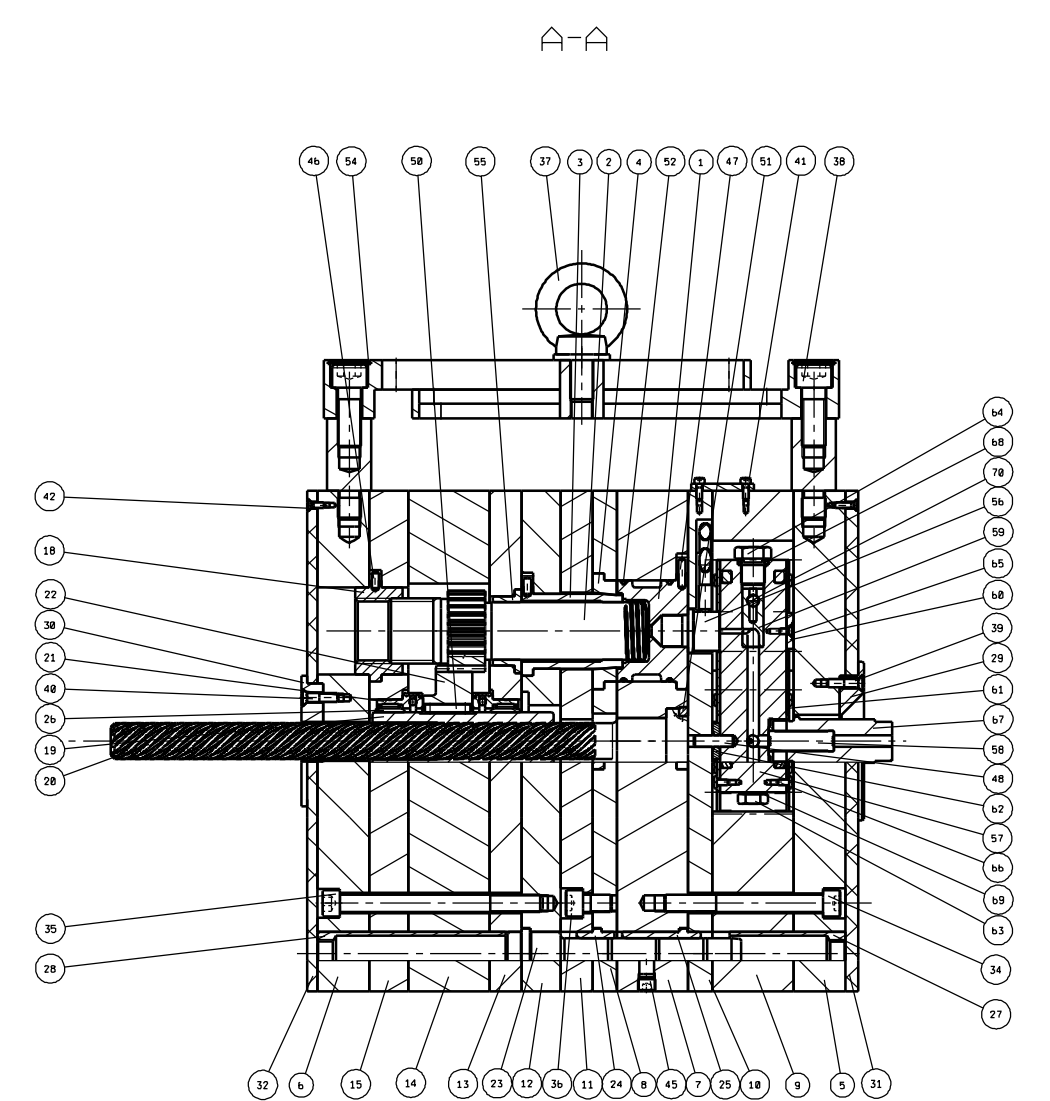
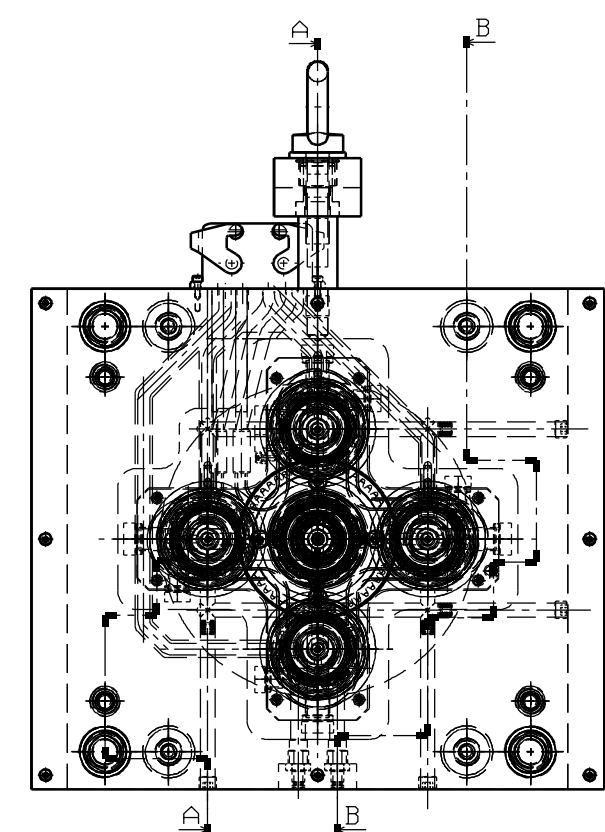
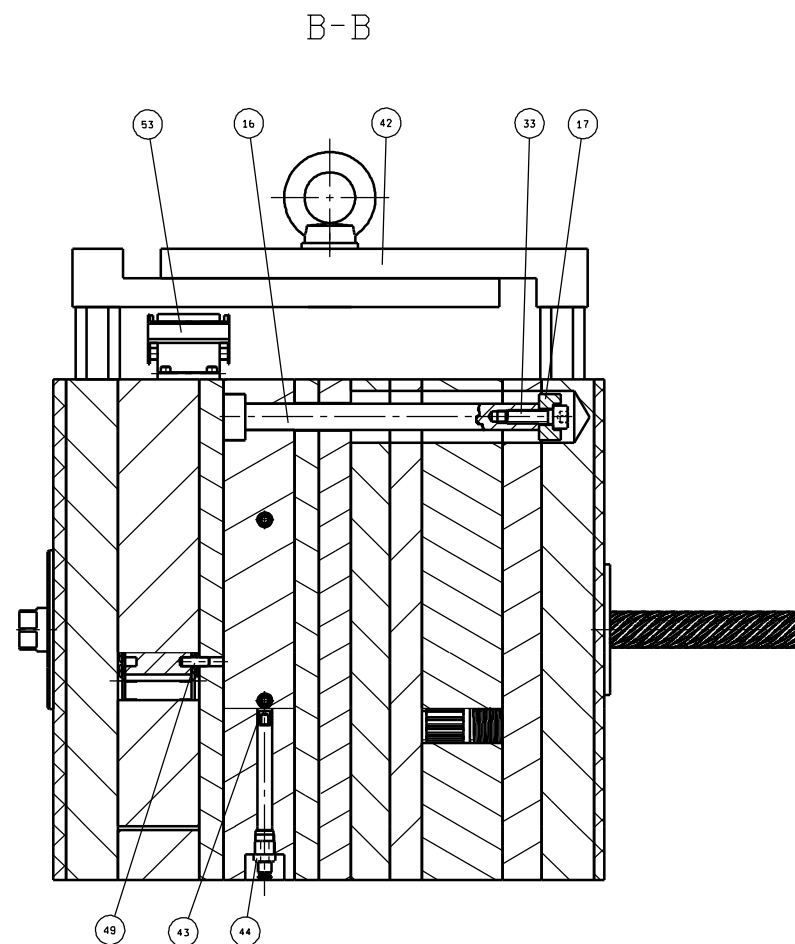
P III Detail řezu A-A.

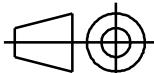
P IV Detail řezu B-B.

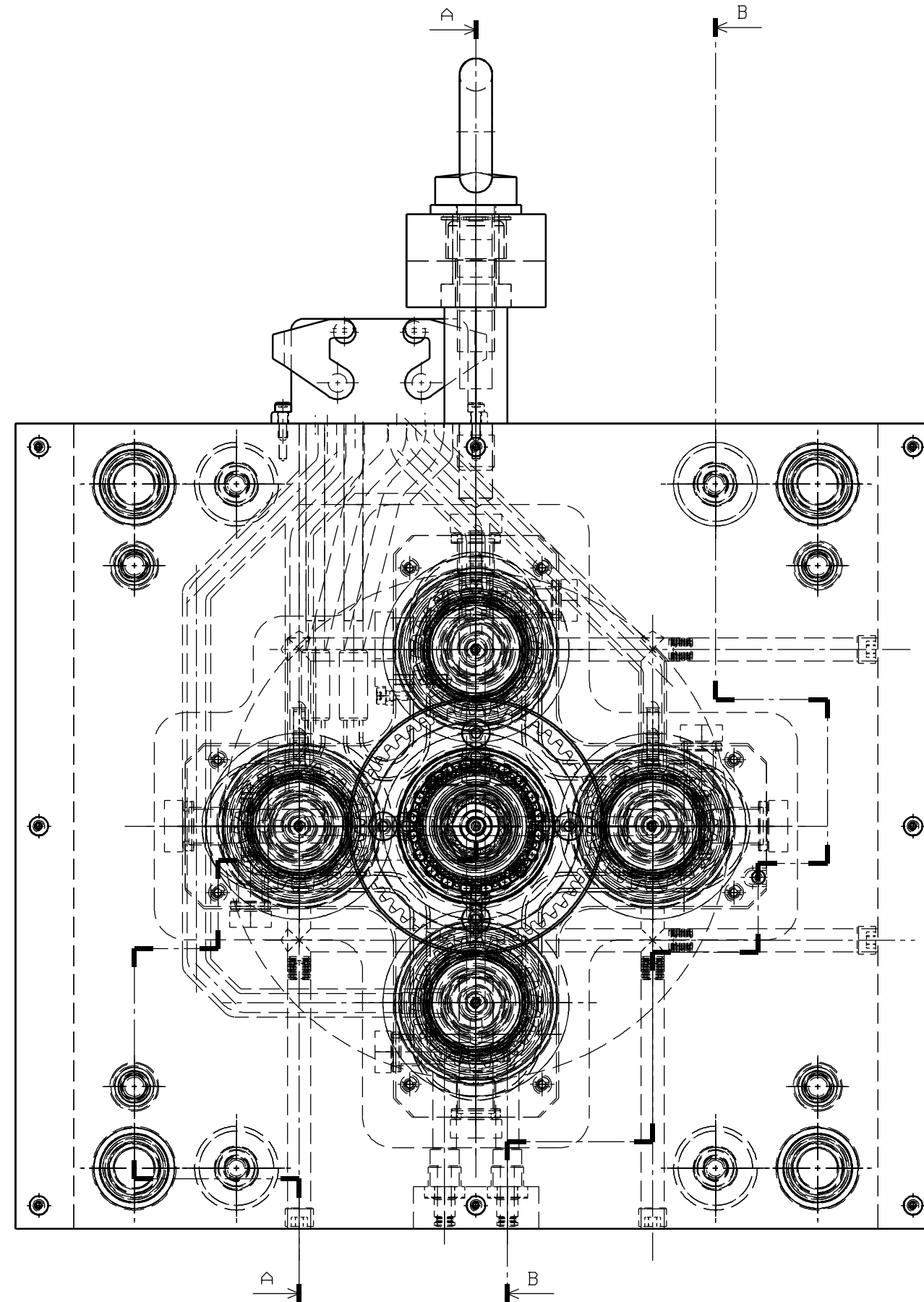
P V Kusovník.

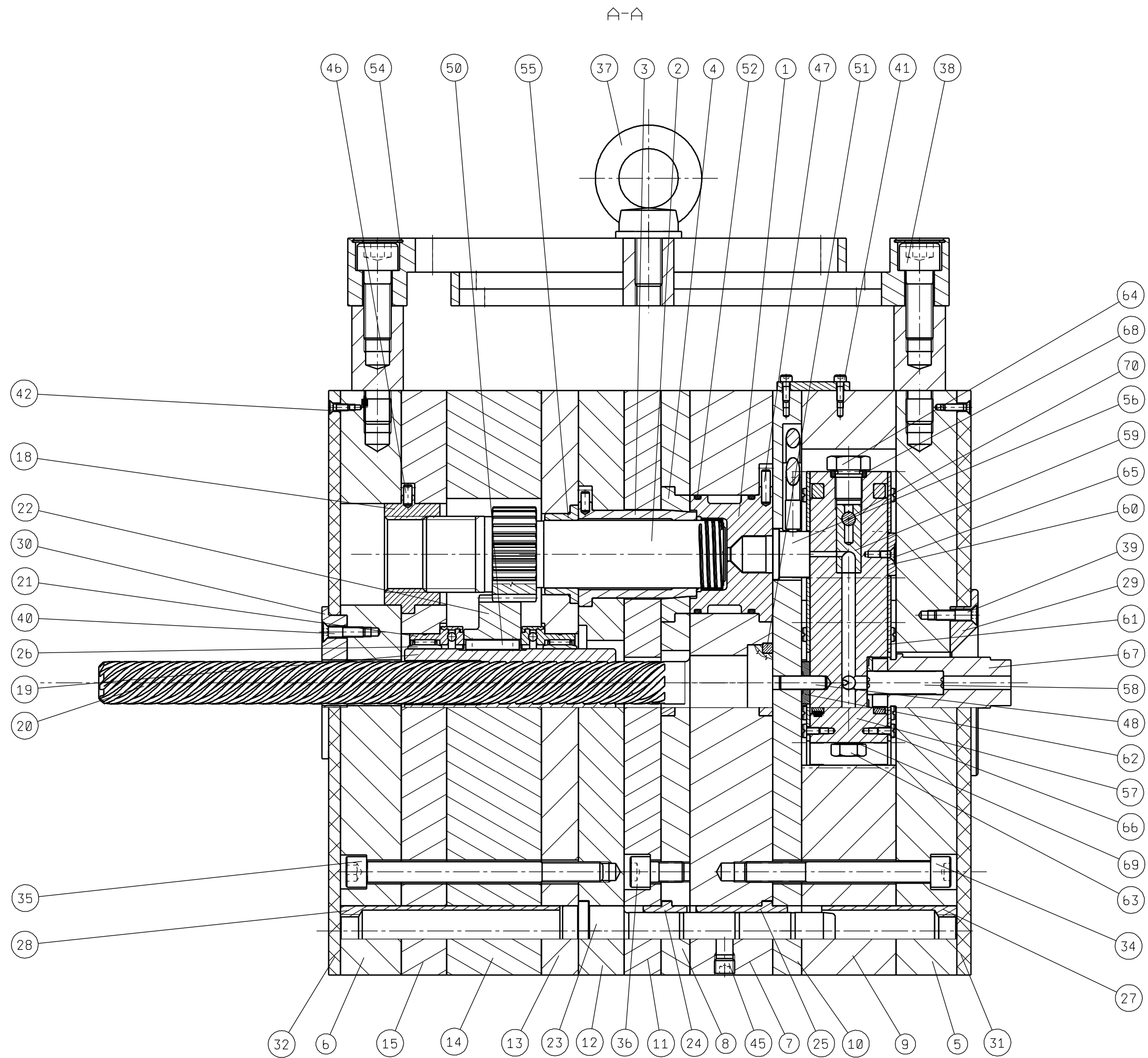
P VI CD disk obsahující:

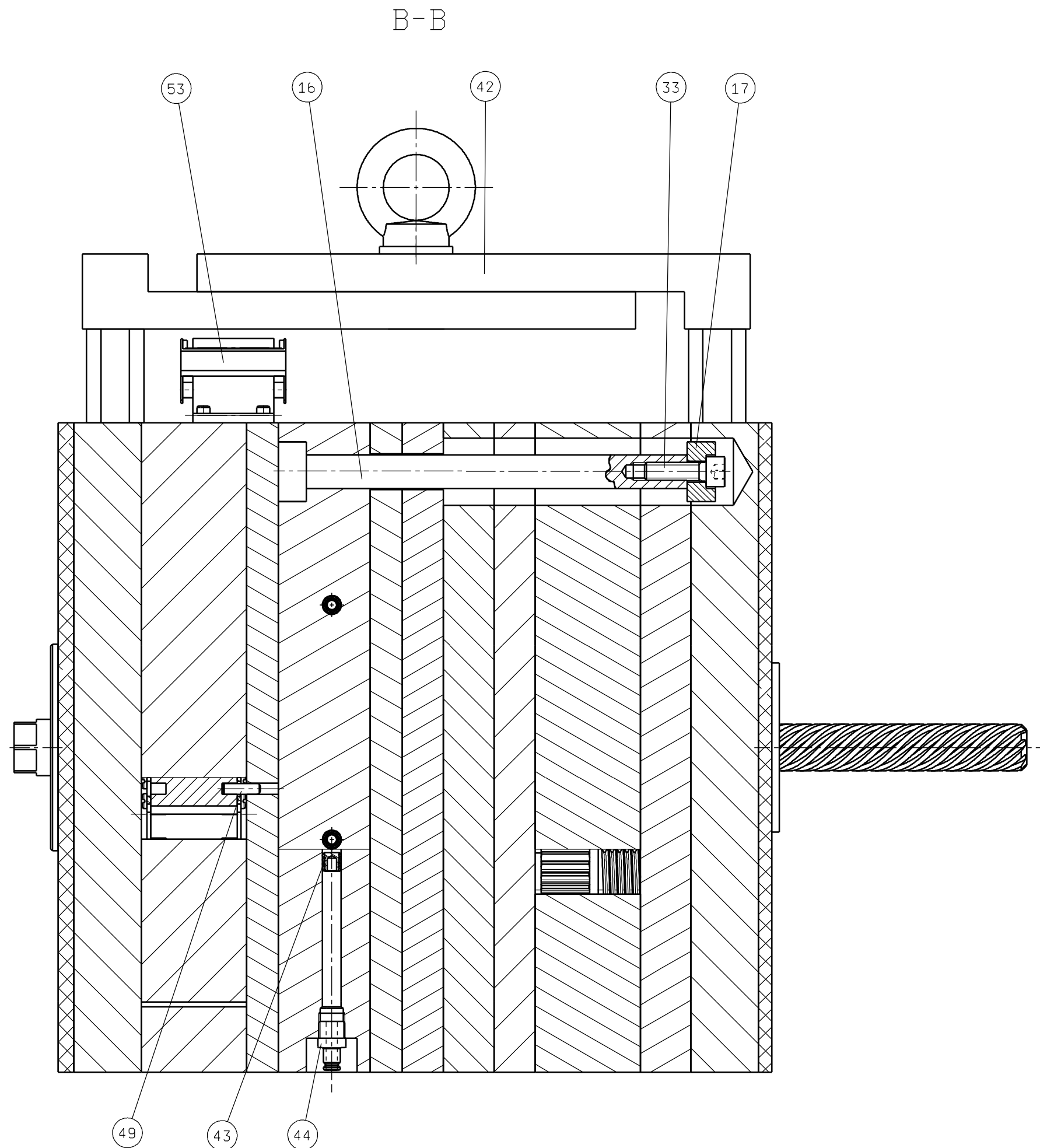
- Model formy a výkresovou dokumentaci v programu CATIA;
- Textovou část bakalářské práce.



KRESLIL: Dalibor Kubíček		UTB FT Zlín		I	—
DATUM: 1. 6. 2005				H	—
VELIKOST A3		NÁZEV VSTŘIKOVACÍ FORMA		G	—
				F	—
MĚRITKO 1: 5	HMOTNOST (kg) 340	ČÍSLO VÝKRESU UTB - S00		E	—
				D	—
				C	—
				B	—
				A	—







Poz.	Název-rozměr	Výkres-norma	Materiál	ks	Poznámka
1	TVÁRNICE	UTB - S00 - 001	19552	4	KALIT NA 46 HRC
2	ZÁVITOVÝ TRN	UTB - S00 - 002	19552	4	KALIT NA 46 HRC
3	TVÁRNÍK KROUŽKU	UTB - S00 - 003	19552	4	KALIT NA 46 HRC
4	STÍRACÍ KROUŽEK	UTB - S00 - 004	19552	4	KALIT NA 46 HRC
5	UPÍNAČÍ DESKA PRAVÁ	UTB - S00 - 005	11600	1	
6	UPÍNAČÍ DESKA LEVÁ	UTB - S00 - 006	11600	1	
7	TVAROVÁ DESKA	UTB - S00 - 007	11600	1	
8	STÍRACÍ DESKA	UTB - S00 - 008	11600	1	
9	DESKA BLOKU	UTB - S00 - 009	11600	1	
10	VLOŽENÁ DESKA	UTB - S00 - 010	11600	1	
11	OPĚRNÁ DESKA	UTB - S00 - 011	11600	1	
12	DESKA A	UTB - S00 - 012	11600	1	
13	DESKA B	UTB - S00 - 013	11600	1	
14	DESKA C	UTB - S00 - 014	11600	1	
15	DESKA D	UTB - S00 - 015	11600	1	
16	TAHHLO	UTB - S00 - 016	14220	4	
17	DORAZ	UTB - S00 - 017	14220	4	
18	PROTIMATICE	UTB - S00 - 018	14220	4	
19	POHYBOVÁ MATICE	Z1520/25 X 80/L/125		1	
20	POHYBOVÝ ŠROUB	Z1500/25 X 80/L/315		1	
21	LOŽISKO	Z1564/58/45		2	
22	OZUBENÉ KOLO	Z1553/45/25/50/2		1	
23	VODÍČÍ ČEP	Z00/27/22 X 165		4	
24	VODÍČÍ POUZDRO	Z10/17/22		1	
25	VODÍČÍ POZDRO A	Z10/46/22		4	
26	KROUŽEK POD LOŽISKO	Z1565/40 X 45 X 20		2	
27	STŘEDÍČÍ TRUBKA LEVÁ	Z20/30 X 80		4	
28	STŘEDÍČÍ TRUBKA PRAVÁ	Z20/30 X 140		4	
29	STŘEDÍČÍ KROUŽEK PRAVÝ	K100/100 X 16,5		1	
30	STŘEDÍČÍ KROUŽEK LEVÝ	K500/80 X 13		1	
31	IZOLAČNÍ DESKA PRAVÁ	Z121/346 396/8,5/90		1	
32	IZOLAČNÍ DESKA LEVÁ	Z121/346 396/7		1	
33	ŠROUB M12x25	ISO 4762		4	
34	ŠROUB M12x110	ISO 4762		4	
35	ŠROUB M12x140	ISO 4762		4	
36	ŠROUB M12x20	ISO 4762		4	
37	ŠROUB S OKEM	Z71/16		1	
38	ŠROUB M8x25	ISO 4762		2	
39	ŠROUB M6x22	ISO 10642		4	
40	ŠROUB M6x25	ISO 10642		4	
41	ŠROUB M4x12	ISO 4762		4	
42	ŠROUB M4x12	ISO 10642		16	
43	UCPÁVKA	Z942/10		4	
44	PŘÍPOJKA	Z81/9/14		2	
45	ČERVÍK	Z94/12		4	
46	KOLÍK 5x12	ISO 2338		8	
47	KOLÍK 5x20	ISO 2338		4	
48	KOLÍK 8x26	Z26/8 X 26		1	
49	KOLÍK 6x26	Z26/6 X 20		1	
50	PERO 12x8x32	ISO 2491		1	
51	PERO 6x6x40	ISO 1558		1	
52	O-KROUŽEK	Z98/63/3		8	
53	KONEKTOR	Z1228/16/8		1	
54	POJISTNÝ KROUŽEK 16x1	ČSN 02 2931		2	
55	KLUZNÉ LOŽISKO	ČSN 02 3481 typ B		4	
56	VSTRIKOVACÍ TRYSKA	Z101/27 X 49/0,8		4	
57	BLOK VTOKU	Z106/3/250x250/46		1	
58	VTOKOVÝ FILTR	H5050/14x45x0,35		1	
59	UCPÁVKOVÁ VRATNÁ ZÁTKA	Z1061/8/14,5x63		4	
60	DISTANČNÍ PODLOŽKA	Z1052/3/25x5		4	

61	IZOLACE BLOKU	Z1064/3/250x250		2	
62	DISTANČNÍ PODLOŽKA	Z1052/4/25x5		1	
63	ŠROUB M12x13	Z1063/12x13		4	
64	ŠROUB M16x18	Z1063/16x18		4	
65	ŠROUB M4x8	Z33/4x8		4	
66	ŠROUB M4x8	Z39/4x8		20	
67	ÚSTÍ DO BLOKU	Z1055/3/30x85/8		1	
68	PODLOŽKA	Z1062/21/4,5		4	
69	PODLOŽKA	Z1062/17/4,2		4	
70	KOLÍK 8x28	Z26/8x28		4	
71	NOSIČ FORMY	Z70/3		1	