

Návrh tvarových vložek vstřikovací formy

Design of profile beds for injection
mould

Polách Pavel

Bakal. práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta Technologická

Vložit oficiální zadání diplomové/bakalářské práce

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce, Ing. Milanovi Žaludkovi Ph.D., za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady a soustavnou pozornost, kterou mi věnoval při vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 06. 06. 2005

.....

jméno diplomanta

Abstrakt

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární studii na toto téma, nakreslit modely tvarových vložek formy v programu Autodesk Inventor ® 6.0. Tvarové vložky mají sloužit k výrobě zkušebních desek kruhového a prstencového tvaru s různými místy vtoku polymeru.

Na základě modelů pak vypracovat výrobní výkresy, které dále posloužily jako podklad pro vypracování technologických postupů výroby dílců.

Na závěr se nechaly analyzovat vstřikovací procesy pro odlišné umístění vtoků v softwaru MOLD FLOW.

The task of the bachelor thesis was to work out the literary essay, draw the models of forming inserts in the program Autodesk Inventor 6.0. These inserts are used in making of testing boards of circular and annular contours with different places for inflow of polymer.

According to these models the technical drawings were made in the same program.

The technique of making the thousandths was created in agreement with them.

The analysis of the injection process for different placement of inflow was done in the software MOLD FLOW.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1 STUDIJNÍ A TEORETICKÁ ČÁST	7
1.1 VSTŘIKOVACÍ STROJ	7
1.1.1 Plastikační a vstřikovací jednotka	8
1.1.2 Uzavírací jednotka	9
1.2 VSTŘIKOVACÍ FORMY	9
1.2.1 Postup při návrhu vstřikovací formy	9
1.2.2 Násobnost vstřikovací formy	10
1.2.3 Smrštění	12
1.2.4 Vtoková soustava	13
1.2.5 Typy vtoků	13
1.2.6 Odvzdušnění formy	14
1.2.7 Vyhazování výstřiků z formy	15
1.2.8 Temperování vstřikovacích forem	15
1.3 TECHNOLOGIE VÝROBY FOREM	16
1.3.1 Metody výroby formy	17
1.3.2 Materiály používané při výrobě forem	18
1.4 NORMALIZACE NOREM	19
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	21
2.1 NÁVRH TVAROVÝCH VLOŽEK VSTŘIKOVACÍ FORMY	21
2.2 VYPRACOVÁNÍ TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ DÍLCŮ	21
2.2.1 Technologický postup dílce – Tvarová vložka I	22
2.2.2 Technologický postup dílce – Tvarová vložka II	25
2.2.3 Technologický postup dílce – Podložka	28
2.2.4 Technologický postup dílce – Vložka	30
2.2.5 Technologický postup dílce – Tvarová vložka III	32
2.2.6 Technologický postup dílce – Podložka III	35
2.2.7 Technologický postup dílce – Vložka III	36
2.3 ANALÝZA VSTŘIKOVACÍCH PROCESŮ V SOFTWARE MOLDFLOW	39
2.3.1 Analýza pro tvarovou vložku I – centrální vtok	39
2.3.2 Analýza pro tvarovou vložku II – boční vtok	40
2.3.3 Analýza pro tvarovou vložku III – boční vtok	41
ZÁVĚR.....	42
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	43
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	44
SEZNAM TABULEK	45
SEZNAM PŘÍLOH.....	46

ÚVOD

V současné době k jedné z nejrozšířenějších zpracovatelských technologií plastů patří vstřikování. Tato metoda umožňuje ekonomicky produkovat dostatečně přesné, technologické výrobky ze širokého sortimentu polymerních materiálů a postupně tak nahrazuje ekonomicky méně výhodné technologie.

Vstřikování klade vysoké nároky na konstrukci a provedení forem, které by měly vyhovovat těmto základním požadavkům:

- možnost samočinného oddělování vtokového zbytku od výstřiku
- automatické vyhození výstřiku a vtokového zbytku
- dlouhodobá činnost formy bez provozních poruch
- vysoká odolnost proti mechanickému opotřebení nebo náhodnému poškození formy či její některé součásti
- optimální násobnost formy a minimální délka výrobního cyklu
- nízké náklady na výrobu a krátká doba výroby formy

Vstřikované polymery plněné krátkými vlákny zaujímají vzrůstající pozornost pro jejich vysokou tuhost, pevnost a nízkou hmotnost. Tyto materiály mohou být zpracovány vstřikováním, přetlačováním, lisováním, což je činí použitelné pro masovou produkci, jako například v automobilovém průmyslu.

Největší vliv na tvorbu uspořádané struktury termoplastu plněného krátkými vlákny má geometrie vstřikovaného dílce. Při jeho daném tvaru určují makrostrukturu hlavně tloušťka stěny a druh a umístění vtoku. Orientace vláken, vyvolaná vstřikováním termoplastů vyztužených krátkými vlákny je příčinou anizotropie materiálových vlastností a deformace vstřikovaných částí. V praxi je stále důležitější predikce orientace vláken a tím i materiálových vlastností pro navrhování a výrobu forem pro vstřikování termoplastů plněných krátkými vlákny.

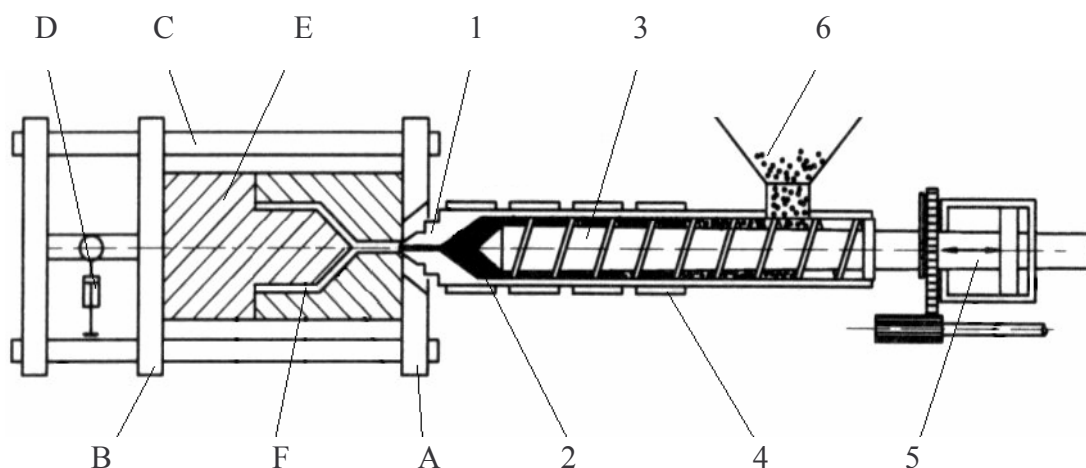
1 STUDIJNÍ A TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Vstřikovací stroj

Základní princip vstřikování je roztavení plastu a jeho následné vstříknutí do uzavřené formy. Po ztuhnutí taveniny se forma otevře a výstřik se vyjme. Po uzavření je připravena na nový cyklus.

Vstřikovací stroj se skládá ze tří základních částí:

1. plastikační a vstřikovací jednotka
2. uzavírací jednotka
3. forma



Obr. 1 Schéma vstřikovacího stroje

Vstřikovací jednotka: 1 - vstřikovací tryska, 2 - pracovní válec, 3 - šnek, 4 - topení, 5 - vstřikovací píst, 6 - násypka

Uzavírací jednotka: A - upínací deska pevná, B - upínací deska pohyblivá, C - vodící sloupy, D - uzavírací hydraulický válec, E - forma, F - dutina formy

Základní parametry vstřikovacího stroje:

- maximální vstřikovací objem výstřiku [cm^3] : je dán součinem plochy čela šneku a jeho maximálním posunem
- vstřikovací kapacita stroje : udává množství plastu v kg, které lze na daném stroji převést do taveniny za 1 hodinu
- vstřikovací tlak [MPa] : udává tlak, který vyvolává čelo šneku na taveninu
- uzavírací síla : síla potřebná k uzavření formy
- přidržovací síla : síla která držící formu v uzavřené poloze během vstřikování. (3)

1.1.1 Plastikační a vstřikovací jednotka

Úkolem plastikační a vstřikovací jednotky je přeměna granulátu plastu na homogenní taveninu o zvolené viskozitě a následná doprava této taveniny velkou rychlostí a pod vysokým tlakem do tvarové dutiny uzavřené formy. Podle způsobu plastikace a vstřikování lze vstřikovací stroje rozdělit na pístové a šnekové.

Plastikační a vstřikovací jednotka pístového vstřikovacího stroje:

Na pístovém stroji je granulát polymeru protlačován vstřikovacím pístem tavící komorou. Při tom je zahříván vnějším teplem, až přijde do plastického stavu. Nevýhodou této metody je nesteroměrnné prohřátí polymeru. Využití při výrobě menších výstřiků.

Plastikační a vstřikovací jednotka šnekového vstřikovacího stroje:

U šnekového vstřikovacího stroje působí šnek na plastikující taveninu také jako vstřikovací píst. Šnekové vstřikovací stroje mají větší plastikační výkon než pístové. Mají také větší materiálovou i teplotní homogenitu taveniny. Plastikační výkon vstřikovacího stroje výrazně ovlivňuje konstrukce šneku. Vstřikování se provádí axiálním posuvem šneku. Vstřikovací jednotka je ukončena vstřikovací tryskou. Jejím úkolem je převést taveninu do dutiny formy (1).

1.1.2 Uzavírací jednotka

Úkolem uzavírací jednotky je co možná nejrychleji uzavírat a otevírat formu a dále přidržovat uzavřenou formu silou větší, než je síla vyvolaná tlakem taveniny na stěnu dutiny formy. Uzavírací síla bývá pravidelně menší, než přidržovací síla.

Uzavírací jednotka se skládá s těchto částí:

- opěrné desky pevně spojené s ložem stroje
- pohyblivé upínací desky, na které je upnuta pohyblivá část formy
- upínací desky s otvorem pro trysky, na které se připevní nepohyblivá část formy s vtokovou vložkou
- vodících sloupů
- uzavíracího a přidržovacího mechanismu

1.2 Vstřikovací formy

Vstřikovací forma dává tavenině konečný tvar výstřiku a v tomto tvaru ji ochlazuje do tuhého stavu. Výstřik pak lze vyjmout z formy. Vstřikovací formy jsou často komplikovaná technická zařízení, která musí odolávat vysokým tlakům, poskytovat výstřiky o přesných rozměrech, umožnit snadné vyjmutí výstřiků a při tom musí většinou pracovat automaticky. Jejich konstrukce a výroba je proto náročná na odborné znalosti i finanční náklady.

Podle stroje, pro který je forma určena, můžeme formy rozdělit na formy se vstřikováním do osy (kolmo na dělicí rovinu) a na formy se vstřikováním do dělicí roviny formy. Vstřikování do osy formy je vhodné pro rotační předměty, zatímco vstřikování do spáry je vhodné pro vstřikování podlouhlých předmětů jako hřebeny, rukojeti atd.(4).

1.2.1 Postup při návrhu vstřikovací formy

Po stanovení koncepce konstrukčního řešení formy je zapotřebí vycházet z výkresové dokumentace výrobku a technických podmínek, případně z příslušných technických a jakostních norem. Významným faktorem při konstrukci formy je ekonomická rozvaha.

Nejde v ní jen o ekonomii výroby formy, ale také o celkovou ekonomii výroby, kde forma plní funkci operačního nářadí.

Pořizovací náklady jsou jednorázové, ale výrobní náklady jsou trvale spojeny s využitím formy. Proto náročná forma často mívá vyšší pořizovací náklady, ale ve výrobních nákladech se ukazuje jako výhodnější. Je třeba řešit formy s ohledem na její životnost. Za životnost se považuje počet uzavření, které forma vydrží, než se musí vyřadit.

Na základě technických a ekonomických parametrů se také stanovuje násobnost formy (2).

1.2.2 Násobnost vstřikovací formy

Násobnost formy má velký význam pro hospodárnost vstřikování. Při rozhodování zda bude vhodné použít vícenásobnou formu vycházíme z několika hledisek:

- Podle požadovaného termínu dodávek výstřiků

$$\text{Násobnost formy:} \quad n_1 = \frac{N * t_c}{t_p * k * 3600} \quad [1]$$

N ... celková požadovaná produkce (ks)

t_c ... doba cyklu (s)

t_p ... doba produkce (h)

k ... koeficient využití výrobního času; bývá 0,7 – 0,9

- Podle vstřikovací kapacity lisu

$$\text{Násobnost formy:} \quad n_2 = \frac{0,8 * M}{A * m} \quad [2]$$

M ... vstřikovací objem lisu (g)

m ... hmotnost výstřiku (g)

A ... koeficient vtokového zbytku (bez vtoku 1, rozmezí mezi 1,05 až 2, větší hodnota pro malé výstřiky)

- Podle plastikačního výkonu

Násobnost formy:
$$n_3 = \frac{0,8 * Mp * t_c * 1000}{A * m * 3600} \quad [3]$$

Mp ... plastikační výkon (kg/h)

t_c ... doba cyklu (s)

A ... koeficient vtokového zbytku (bez vtoku 1, rozmezí mezi 1,05 až 2, větší hodnota pro malé výstřiky)

m ... hmotnost výstřiku (g)

- Podle uzavírací síly

Násobnost formy:
$$n_4 = \frac{0,8 * F}{S * pv} \quad [4]$$

F ... uzavírací síla (N)

S ... průměr ploch dutin a kanálků děl. roviny (m²)

pv ... vstřikovací tlak (Pa)

Optimální násobnost je nejnižší hodnota ze vztahu n₂ až n₄. Pokud je stanovená optimální násobnost větší, než hodnota z n₁, je třeba zvolit jiný vstřikovací lis.

- Z ekonomického hlediska

Optimální násobnost formy
$$n_{opt} = \sqrt{\frac{t_c * K_p * N}{3600 * k_f}} \quad [5]$$

K_p ... provozní náklady; mzdy; režie (kč)

N ... celková produkce během životnosti formy

t_c ... doba cyklu (s)

k_f ... konstanta úměrnosti: $\frac{k_f}{N}$... míra amortizace formy

Doba cyklu je ze značné části určena dobou chlazení výstřiku. Dobu chlazení můžeme vypočítat podle vzorce [6]:

$$t_K = \frac{d^2}{\pi^2 * a} * \ln \left[\frac{4}{\pi} * \left(\frac{T_M - T_W}{T_E - T_W} \right) \right] \quad [6]$$

d ... průměr chladicího kanálu (mm)

a ... tepelná vodivost ($10^{-3} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

T_M ... teplota taveniny ($^{\circ}\text{C}$)

T_W ... teplota stěn tvarové dutiny formy ($^{\circ}\text{C}$)

T_E ... teplota výstřiku při doformování ($^{\circ}\text{C}$) (5)

1.2.3 Smrštění

Smršťováním rozumíme zmenšování rozměrů výstřiků při ochlazování plastu ze zpracovatelské teploty na normální teplotu. Rozeznáváme smrštění ve formě a dodatečné smrštění, což je dodatečné zmenšení rozměrů vstřiků během času. Smrštění je u amorfních polymerů dáno zmenšením měrného objemu polymeru při ochlazování a u semikrystalických polymerů se toto zmenšení objemu zvyšuje krystalizací. Má-li být získán výstřik určitých rozměrů, je poměrně snadné upravit rozměry dutiny podle předpokládaného smrštění plastu, většinou udávaného výrobcem.

Potíže však činí nerovnoměrné smršťování, významné zvláště u složitých výstřiků. Vyřešení těchto problémů je velmi náročné jak na vstřikovací stroj, tak na konstrukci a výrobu formy. Smrštění je ovlivněno řadou parametrů, z nichž nejdůležitější jsou homogenita taveniny, vstřikovací a dotlačovací tlak, doba působení do tlaku a teplota formy.

1.2.4 Vtoková soustava

K velmi závažným problémům v konstrukci vstřikovacích forem patří řešení vtokové soustavy. Vtok plastu do dutiny formy je zásadní otázkou z hlediska automatizace formy, snadného vyhození vtoku z formy, jeho vytržení z výlisku a snadnosti jeho znečištění na stěně výlisku.

Zásady při navrhování vtokové soustavy:

Rovnoměrné plnění jednotlivých tvarových dutin formy.

Zvolit vtoková ústí tak, aby

- nevznikly studené spoje na výstřiku
- zbytkové napětí ve výstřiku bylo co nejmenší
- vyhození výstřiků a vtokových zbytků bylo co nejsnazší.

1.2.5 Typy vtoků

Plný (kuželový vtok)

Je konstrukčně jednoduchý. Používá se u jednonásobných forem, pro vstřikování masivních výlisků, u kterých je nezbytné dlouhé dotlačování taveniny plastu. Nevýhodnou je obtížné oddělení vtokového zbytku a nutnost čištění. Není vhodný pro tenkostěnné výstřiky. Je ne hospodárný (velký odpad vtokových zbytků).

Tunelový vtok

Umožňuje snadné a rychlé odtrhávání vtokových zbytků přímo ve formě a tím i automatizaci vstřikovacího procesu. Rovnoměrnější plnění dutiny a formy a dobré odvzdušnění tvarové dutiny. Použití u třídeskových forem.

Bodový vtok s předkomůrkou – živý vtok

Jde o zúžené vyústění vtoku, kde místo normální vtokové vložky je uspořádána vložka s komůrkou. Při vstřikování vyplní hmota nejprve komůrku a potom dutinu formy. Základní podmínkou je, aby se hmota v komůrce příliš neochladila. Tento způsob se využívá pro tenkostěnné výstřiky. Stroje musí pracovat s nejméně čtyřmi pracovními zdvihy za minutu.

Deštníkový vtok

Jsou - li vstřikovány kruhové díly nebo trubky z jedné strany, musí tavenina jádro obtékat. V místě částečně vychladlých proudů vzniká studený spoj, který má horší mechanické vlastnosti a může narušovat vzhled výstřiku. Deštníkový vtok zabraňuje vzniku tohoto studeného spoje.

Prstencový (kruhový) vtok

Prstencový vtok se používá v obdobných případech jako deštníkový vtok. Podle umístění se vtok rozděluje na vnitřní a vnější.

Štěrbínový vtok

Používá se pro snížení orientace a pnutí ve výstřiku u velkých, popř. u plochých výstřiků. U prstencovitého i štěrbinovitého vtoku se pro snazší oddělení výstřiku od vtoku používá spojení tenkým (filmovým) ústím.

Máme li získat kvalitní výstřik nejen do vzhledu, ale i co do mechanických vlastností, je zapotřebí navrhnout správné místo ústí vtoku do výstřiku.

Při umisťování vtoku je třeba dodržet tyto zásady.

- vtok je třeba umístit pokud možno do geometrického středu tak, aby materiál zatékal rovnoměrně do všech míst formy
- u výrobků miskovitého tvaru je nutno umístit vtok do dna
- u dlouhých výstřiků je třeba umístit vtok do užší strany výstřiku
- u výstřiku o velké ploše je vhodné zvolit štěrbinový, vějířový nebo filmový vtok do čela stěny, popř. dna (2)

1.2.6 Odvzdušnění formy

Při konstrukci formy je nutno dbát, aby tvářecí dutina byla přiměřeně odvzdušněna. Nedostatečné odvzdušnění může způsobit místní spálení polymeru,

propadliny na výstřiku, nebo jeho nedostříknutí. Ploché výstřiky bývají odvzdušňovány v dělicí rovině na protilehlém místě vtoku. Odvzdušňovací kanálky bývají 0,02 až 0,05 mm hluboké a asi 6 mm široké. Jsou umístěny v intervalech 2 – 4 cm po obvodu výstřiku. Příliš rozměrné kanálky mohou být zdrojem ztrát polymeru. Přesné rozměry kanálků se nastavují při uvádění formy do chodu (2).

1.2.7 Vyhazování výstřiků z formy

Vstřikovací hmota se při ochlazování smršťuje, a tím vzniká napětí mezi výstřikem a tvárníkem nebo tvarovými jádry apod.. Základní podmínkou dobré funkce vyhazování je úkosivost stěn ve směru vyhazování. Rovněž drsnost povrchu má podstatný vliv na snadné vyhazování. Vyhazovací mechanismus je ovládán buď mechanickým vyrážecem, který je příslušenstvím stroje nebo samostatným zařízením ve formě.

Příklady řešení vyhazovacích prvků:

- válcové kolíky (masivní výstřiky, výstřiky krabicových tvarů)
- tvarové vyhazovací kolíky
- trubkové vyhazovače (vhodné pro stírání výstřiků z válcových jader)
- stírací kroužky nebo desky (pro menší výstřiky válcového tvaru nebo pro výstřiky s předsazeným okrajem)
- odpružená dělená jádra, která vypruží po uvolnění klínu (zejména u větších závitových jader)
- pomocí stlačeného vzduchu (pro hluboké výstřiky)

Pro lisování vnějších závitů nebo cívek se používají formy se závitovým jádrem. Jádro se z výrobku vyšroubuje mimo formu anebo je napojeno na elektromotor a vyšroubováno z výstřiku přímo ve formě (2).

1.2.8 Temperování vstřikovacích forem

Stejnoseměrná a správná teplota tvarových částí formy má podstatný vliv na kvalitu výstřiků a na hospodárnost vlastní výroby. Jakmile je tavenina vstříknuta do formy, je

nutno z výstřiku odvést co nejrychleji a stejnosměrně velké množství tepla. V některých případech (formy pro velkoplošné výstřiky s tenkými stěnami apod.) je třeba formu před začátkem provozu ohřát na optimální provozní teplotu. Postupujeme tak, že kapalinu přivádíme do nejteplejších míst formy a ohřátou kapalinu odvádíme do vzdálenějších míst. U forem pro menší výstřiky se používá velmi jednoduchý způsob vedení chladicí kapaliny vrtanými děrami. Tenká dlouhá jádra, do kterých nelze zavést chladicí kanálky, je nejlépe vložkovat mědí, která dobře odvádí teplo (2).

Tabulka I. Druhy temperačních kapalin

Typ kapaliny	Výhody	Nevýhody
Voda	vysoký přestup tepla, nízká viskozita, ekologicky nezávadná, ekonomika	použitelná do 90 ⁰ C, vznik koroze, usazování vodního kamene
Oleje, Glykoly	možnost temperace i nad 100 ⁰ C, omezená koroze a ucpávání systému	zhoršený přestup tepla, stárnutí, znečišťování prostředí

1.3 Technologie výroby forem

Pro volbu nejvhodnější pracovní metody je nutné dbát na podmínky, které ovlivňují tváření plastů:

- technologie tvářecího pochodu, kde je rozhodující pevnost v tahu a tvrdost materiálu formy vzhledem k tváření a tlaku. Také tepelná vodivost použitého materiálu je směrodatným činitelem
- velikost výrobní série, pro niž je forma určena
- požadovaná přesnost rozměrů výrobků a požadavek na povrchový vzhled
- tvar výrobku a jeho zaformovatelnost
- technická možnost a ekonomická únosnost dodatečného obrobení a vzhledového dokončení povrchu výstřiku
- dosažitelnost výrobních prostředků pro ekonomicky příznivou realizaci zvolené metody
- typ formy v závislosti na strojní vybavenosti vstříkovny plastů

- možnost realizovat výrobu formy v požadovaného termínu

1.3.1 Metody výroby formy

- Třískové obrábění

Je to vysoce produktivní způsob výroby u dutin forem se složitým geometrickým tvarem a lze je zhotovit přímo bez modelu podle výkresu na CNC frézkách.

- Vtlačování a protlačování do oceli za studena

Tato metoda je v řadě případů nejrychlejší a nejehospodárnější postup zvláště pro výrobu menších dutin z kvalitních druhů oceli.

- Tlakové odlévání dutin formy z neželezných kovů

Tento způsob je omezen menší tvrdostí a nízkou pevností v tahu. Poměrně menší tvrdost a zejména nízká pevnost v tahu u použitelných materiálů omezuje možnost využití tohoto způsobu. Ani použití tvrdších slitin mědi neřeší zcela uvedené nedostatky. Metoda vhodná pro výrobu forem na malé součástky s kratší životností tvarových částí. Tento způsob je vhodný také pro jemnější a členitější tvary.

- Elektrojiskrové obrábění

Tato metoda se s výhodou používá pro součástky, které nelze vyrobit třískovým obráběním. Zde se však kladou větší nároky na vyjiskřovací stroj a kvalitní elektrody. Na některých strojích lze vyrobit dutiny s velmi vysokou přesností a povrchem, který se již nemusí leštit.

- Galvanická výroba dutin forem

U takto zhotovených dutin forem se dosahuje velmi dobrých výsledků při beztlakovém odléváním. Při tlakovém tváření a vstřikováním jsou výsledky horší. Na model, který je opatřen stříbrnou separační vrstvou, se galvanicky nanáší niklová skořepina, pak se zesílí silnější vrstvou mědi a zasadí se do pevného rámu. Tento způsob je využíván u složitých tvarů, které se těžko vyrábějí jinými a levnějšími metodami.

- Dutiny forem zhotovené odléváním na keramickou vložku

Do sádrového modelu se nalije keramická hmota, která po vypálení vytvoří formu, do níž se vlije roztavená legovaná ocel. U tohoto způsobu je velkou nevýhodou mikroporézní povrch, který se projeví po zakalení. Stejně jako povrch je nevýhodou nedostatečná přesnost odlitků. Tyto nepřesnosti jsou odrazem tvarových deformací, které vznikají při ochlazování roztavené oceli v keramické dutině.

- Odlévání ze slitin hliníku, mědi a zinku

Některé dutiny forem pro malé série pro vstřikování, vyfukování a vakuové tváření se dají odlévat slévárenskými postupy při zvýšené péči o přesnost.

- Výroba duti forem metodou MCP

MCP metoda umožňuje snadnou a rychlou výrobu forem pro vstřikování plastů, vyfukování, vakuové tváření aj.. Formy se vyrábějí tak, že na připravený model se nastříkne speciální pistolí slabá vrstva roztavené slitiny kovů a tím vznikne dutina formy. Model se z dutiny vyjme a skořepina se zalije zalévací hmotou do kroužku nebo do speciálního rámu formy. Potřebné vtoky jádra, otvory provyhadzovače apod. se vyrobí třískovým obráběním.

Použitá slitina je obvykle nízkotavitelná (zinek, vizmut). Dnes se již používají i tvrdé ocelové materiály, které se dají vyhřívanou pistolí stříkat na model. Tato metoda je vhodná pouze pro malé série (6).

1.3.2 Materiály používané při výrobě forem

Formy jsou nákladné nástroje sestavené z funkčních a pomocných dílů. Při výrobě výstřiků se od nich vyžaduje dosažení požadované kvality, životnosti a nízkých pořizovacích nákladů.

Významným činitelem pro splnění těchto podmínek je materiál forem, který je ovlivněn provozními podmínkami výroby, určené:

- druhem vstřikovaného plastu,
- přesností výstřiku,
- podmínkami vstřikování,
- vstřikovacím strojem.

Pro výrobu forem se tedy používají takové materiály které splňují provozní požadavky v optimální míře.

Takové druhy představují:

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

Oceli jsou daleko nejvýznamějším druhem používaných materiálů na výrobu forem. Svou pevností a dalšími mechanickými vlastnostmi se dají jen obtížně nahradit. Účelné konstrukce, vhodné vložkování, celková dimenze jednotlivých dílů, tepelné zpracování i způsob zacházení s formou, to všechno má vliv na kvalitu forem (2).

1.4 Normalizace norem

Rozbory výroby forem ukázaly, že některé jejich části se opakují a mají charakter běžných strojírenských součástí. To platí zejména pro rámy forem, jakož i pro části vstřikovací a vyhazovací a temperační systémy. Růst produktivity práce může být zajištěn především racionalizací s využitím důsledné konstrukční a technologické normalizace zejména těch částí forem, které tvoří jejich součástkovou základnu.

Normalizace je tedy jedním z předpokladů zavádění hromadné produktivní výroby moderními metodami.

Během doby se vyvinuly u forem různé normalizované systémy. Jejich společným znakem je snaha pro sestavení formy z normalizovaných dílů jako ze stavebnice. Tyto díly mohou být buď jako polotovary nebo jako hotové dílce. V prvním případě se musí polotovar dokončit podle konkrétních požadavků pro danou formu. Hotové dílce se přímo montují. Normalizace se týká nejen rozměru, ale též materiálu a celkového provedení.

Normalizované stavebnicové prvky pro vstřikovací formy vyrábí a dodává řada zahraničních firem (HASCO, D-M-E, STRACK, EUROTOOL atd.). V ČR byl v minulosti vyvinut soubor normalizovaných stavebnicových prvků RAFO – rámy forem.

2 EXPERIMENRÁLNÍ ČÁST

Úkolem bakalářské práce je navrhnout tvarové vložky dutiny formy pro výrobu plastových zkušebních tělísek. Tvarové vložky jsou navrženy pro stávající rám formy a vstřikovací stroj DEMAG.

2.1 Návrh tvarových vložek vstřikovací formy

Tvarové vložky jsou navrženy a zkonstruovány pomocí programu Autodesk Inventor[®] 6.0, který umožňuje jak náhled jednotlivých dílců ve 3D, tak i zhotovení výrobních výkresů jednotlivých součástí (viz. příloha). Zabývali jsme se návrhem tří druhů tvarových vložek a to pro výrobu desky kruhového tvaru ϕ 100 a tloušťky 3 mm s centrálním vtokem, bočním vtokem. Dále desky tvaru prstence vnější průměr 45 a vnitřní 14. Tloušťka 3 mm.

Části s názvem Vložka a Podložka mají univerzální použití pro tvarové vložky s centrálním a bočním vtokem.

2.2 Vypracování technologických postupů dílců

Technologický postup jako předpis pro výrobu určitého dílce nebo celého strojního zařízení je doklad, který určuje způsob výroby daného dílce, předepisuje výrobní zařízení a pomůcky, které jsou k výrobě potřebné a udává podmínky, kterých má být při provádění jednotlivých operací použito (8).

Byly vytvořeny technologické postupy pro tyto dílce:

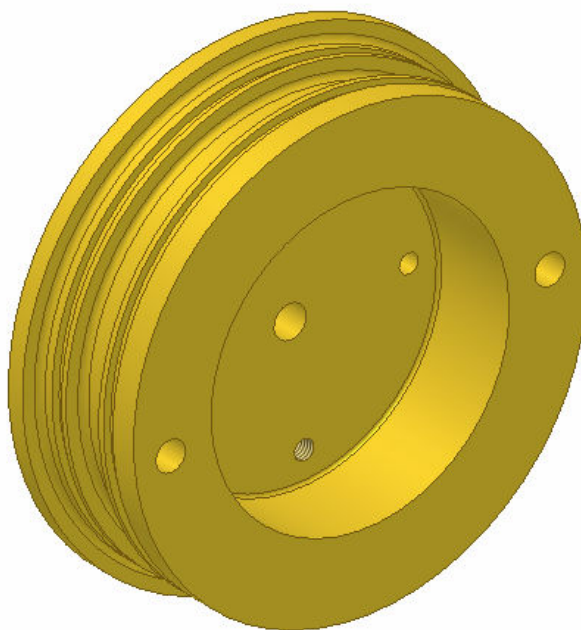
- Tvarová vložka I – centrální vtok
- Tvarová vložka II – boční vtok
- Podložka – univerzální
- Vložka – univerzální
- Tvarová vložka III – prstenec s bočním vtokem
- Podložka III – prstenec s bočním vtokem
- Vložka III - prstenec s bočním vtokem

2.2.1 Technologický postup dílce – Tvarová vložka I

Tvarová vložka I (Obr. 2.) bude vyrobena s tyče kruhového průřezu z oceli 12050 za pomoci těchto operací: I – soustružení, II – broušení, III – vrtání, IV – popuštění kalení.

Nástroje potřebné k vyrobení tvarové vložky uvádí tab. II., technologický postup je v tab. III.

Materiál byl vybrán ČSN 19 191.4 pro své vlastnosti a použití: Vysokouhlíková ocel ke kalení ve vodě, malou prokalitelností, tvárná za tepla, dobře obrobitelná Formy malé a jednoduché nebo skládané pro tváření plastů a pryže, pomocné kalené součásti forem. (7)



Obr. 2. Tvarová vložka I

Tab. II Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení tvarové vložky I

<i>Číslo nástroje</i>	<i>Název nástroje</i>
1	Tříčelist'ové sklíčidlo
2	Ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 223712
3	Přímý uběrák
4	Rádiusový nůž R2 ČSN ČSN 22 37 12 pravý
5	Drážkovací nůž ČSN 223744
6	Rádiusový nůž R2 ČSN 223710 levý
7	Vrták ϕ 5
8	Vrták ϕ 11
9	Vnitřní ubírací nůž ČSN 223540
10	Vnitřní ubírací nůž rádiusový R1
11	Nabírací nůž ČSN 223710
12	Digitální posuvné měřítko ČSN 251238
13	Svěrák s prizmatickými čelistmi
14	Brousící kotouč ČSN 224510
15	Délkové měřidlo
16	Rýsovací jehla
17	Úhloměr
18	Vrták ϕ 10
19	Vrták ϕ 6,5
20	Záhlubník s válcovou stopkou a vodícím čepem ϕ 11 ČSN 1604
21	Vrták ϕ 7
22	Sada závitníků
23	Kalící pec

Tab. III Technologický postup tvarové vložky I

Název dílce :		TVAROVÁ VLOŽKA I	Výr. výkres číslo :				III/7 - 1		
Polotovar :		Tyč φ170 ČSN 19 191.4							
Technologický postup									
Operace /Úsek /Úkon	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D,b	i	h	n	v	s
I/1/1	Upnout vysunout tyč na 55 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
2	Zarovnat čelo	2	1	170	1	0,5	135	72	R
3	Soustružit φ 170 na φ 164	3	48	170	2	1,5	115	60	0,07
4	Soustružit φ 164 na φ 152	4	40	152	3	1	125	64	0,08
5	Soustružit 2 drážky 4 mm	5	4	152	1	1,2	125	64	0,08
6	Soustružit drážku 14 mm	4,5,6	14	152	2	1,5	125	64	0,08
7	Předvrtat díru φ 5	7	48	5	-	-	1670	26,2	0,07
8	Vrtat díru φ 11	8	48	11	-	-	800	25	0,13
9	Vnitřně soustružit díru φ 99	9	30	100	3 0	3	230	72	0,5
10	Vnitřně soustružit díru φ 100 H7	10	30	100	1	0,5	255	80	0,05
11	Upíchnout na délce 47,5 mm	11	47,5	152	-	-	230	-	R
12	Otočit upnout a vysunout na 20 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
13	Zarovnat čelo na celkovou délku 46,5	2	1	152	1	0,5	135	72	R
14	Kontrola délkových rozměrů	12	-	-	-	-	-	-	-
II/1/1	Upnout za φ 152	13	-	-	-	-	-	-	-
2	Brousit plochu na drsnost 0,4	14	0,25	-	-	-	35	15	0,005
3	Otočit a upnout za φ 152	13	-	-	-	-	-	-	-
4	Brousit plochu na drsnost 0,4	14	0,25	-	-	-	35	15	0,005
5	Kontrola délkových rozměrů								
III/1/1	Upnout za φ 164	13	-	-	-	-	-	-	-
2	Orýsovat plochu	15,16,17	-	-	-	-	-	-	-
3	Předvrtat 2 díry φ 5	7	10	5	-	-	1670	25,9	0,07
4	Vrtat 2 díry pro závity φ 7	21	16	7	-	-	1170	25,7	0,1
5	Řezat závity M8	22	16	8	-	-	min	-	-
6	Vrtat 2 díry φ 10	18	10	10	-	-	800	25	0,13
7	Otočit a upnout za φ 152	13	-	-	-	-	-	-	-
8	Orýsovat plochu	15,16,17	-	-	-	-	-	-	-
9	Vrtat 2 díry φ 6,5	19	16	6,5	-	-	1170	25,7	0,1
10	Zahloubit 2 díry φ 11	20	7	11	-	-	650	25,4	0,15
11	Kontrola rozměrů	12	-	-	-	-	-	-	-
IV/1/1	Kalit a popustit na HRC = 56 - 58	23	-	-	-	-	-	-	-

2.2.2 Technologický postup dílce – Tvarová vložka II

Tvarová vložka II (Obr. 3.) bude vyrobena s tyče kruhového průřezu z oceli 12050 za pomoci těchto operací: I – soustružení, II – broušení, III – vrtání, IV – frézování, V – popouštění kalení. Nástroje potřebné k vyrobení tvarové vložky uvádí tab. IV., technologický postup je v tab. V.



Obr. 3. Tvarová vložka II

Tab. IV. Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení tvarové vložky II

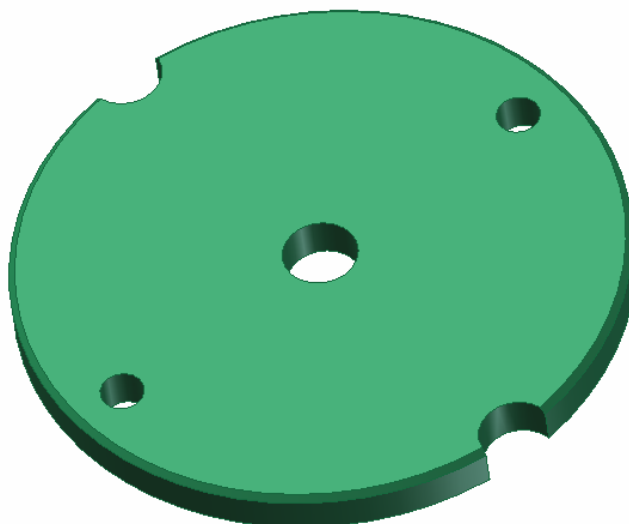
<i>Číslo nástroje</i>	<i>Název nástroje</i>
1	Tříčelistové sklíčidlo
2	Ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 223712
3	Přímý uběrák
4	Rádiusový nůž R2 ČSN ČSN 22 37 12 pravý
5	Drážkovací nůž ČSN 223744
6	Rádiusový nůž R2 ČSN 223710 levý
7	Vrták ϕ 5
8	Vrták ϕ 11
9	Vnitřní ubírací nůž ČSN 223540
10	Vnitřní ubírací nůž rádiusový R1
11	Nabírací nůž ČSN 223710
12	Digitální posuvné měřítko ČSN 251238
13	Svěrák s prizmatickými čelistmi
14	Brousící kotouč ČSN 224510
15	Délkové měřidlo
16	Rýsovací jehla
17	Úhloměr
18	Vrták ϕ 10
19	Vrták ϕ 6,5
20	Záhlubník s válcovou stopkou a vodícím čepem ϕ 11 ČSN 1604
21	Vrták ϕ 7
22	Sada závitníků
23	Válcový výstružník s kuž. stopkou ϕ 7 ČSN 221422
24	Kuželový výstružník ϕ 8 ČSN 221122
25	Kalící pec

Tab. V. Technologický postup tvarové vložky II

Název dílce :		TVAROVÁ VLOŽKA II			Výr. výkres číslo :		III/7 - 2		
Polotovar :		Tyč $\phi 170$ ČSN 19 191.4							
Technologický postup									
Operace /Úsek /Úkon	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D,b	i	h	n	v	s
I/1/1	Upnout a vysunout tyč na 55 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
2	Zarovnat čelo	2	1	170	1	0,5	135	72	R
3	Soustružit $\phi 170$ na $\phi 164$	3	48	170	2	1,5	115	60	0,07
4	Soustružit $\phi 164$ na $\phi 152$	4	40	152	3	1	125	64	0,08
5	Soustružit 2 drážky 4 mm	5	4	152	1	1,2	125	64	0,08
6	Soustružit drážku 14 mm	4,5,6	14	152	2	1,5	125	64	0,08
7	Předvrtat díru $\phi 5$	7	48	5	-	-	1670	26,2	0,07
8	Vrtat díru $\phi 11$	8	48	11	-	-	800	25	0,13
9	Vnitřně soustružit díru $\phi 99$	9	30	100	3 0	3	230	72	0,5
10	Vnitřně soustružit díru $\phi 100$ H7	10	30	100	1	0,5	255	80	0,05
11	Upíchnout na délce 47,5 mm	11	47,5	152	-	-	230	-	R
12	Otočit upnout a vysunout na 20 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
13	Zarovnat čelo na celkovou délku 46,5	2	1	152	1	0,5	135	72	R
14	Kontrola délkových rozměrů	12	-	-	-	-	-	-	-
II/1/1	Upnout za $\phi 152$	13	-	-	-	-	-	-	-
2	Brousit plochu na drsnost 0,4	14	0,25	-	-	-	35	15	0,005
3	Otočit a upnout za $\phi 152$	13	-	-	-	-	-	-	-
4	Brousit plochu na drsnost 0,4	14	0,25	-	-	-	35	15	0,005
5	Kontrola délkových rozměrů								
III/1/1	Upnout za $\phi 164$	13	-	-	-	-	-	-	-
2	Orýsovat plochu	15,16,17	-	-	-	-	-	-	-
3	Předvrtat 2 díry $\phi 5$	7	10	5	-	-	1670	25,9	0,07
4	Vrtat 2 díry pro závity $\phi 7$	21	16	7	-	-	1170	25,7	0,1
5	Řezat závity M8	22	16	8	-	-	min	-	-
6	Vrtat 2 díry $\phi 10$	18	10	10	-	-	800	25	0,13
7	Otočit a upnout za $\phi 152$	13	-	-	-	-	-	-	-
8	Orýsovat plochu	15,16,17	-	-	-	-	-	-	-
9	Vrtat 2 díry $\phi 6,5$	19	16	6,5	-	-	1170	25,7	0,1
10	Zahloubit 2 díry $\phi 11$	20	7	11	-	-	650	25,4	0,15
11	Kontrola rozměrů	12	-	-	-	-	-	-	-
IV/1/1	Upnout za rozměr 46 mm	13	-	-	-	-	-	-	-
2	Vystružit drážku $\phi 7$	23	16,2	7	-	-	1170	25,7	0,1
3	Vystružit drážku pod úhlem	24	10	-	-	-	1170	-	R
4	Kontrola délkových rozměru	12	-	-	-	-	-	-	-
IV/1/1	Kalit a popustit na HRC = 56 - 58	25	-	-	-	-	-	-	-

2.2.3 Technologický postup dílce – Podložka

Podložka (Obr. 4.) bude vyrobena s tyče kruhového průřezu z oceli 12050 za pomoci těchto operací: I – soustružení, II – broušení, III – vrtání, IV – popouštění kalení. Nástroje potřebné k vyrobení tvarové vložky uvádí tab. VI., technologický postup je v tab. VII.



Obr. 4. Podložka

Tab. VI. Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení podložky

Číslo nástroje	Název nástroje
1	Tříčelistové sklíčidlo
2	Ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 223712
3	Ubírací nůž přímý pravý ČSN 223710
4	Vrták ϕ 5
5	Vrták ϕ 10
6	Vrták ϕ 12
7	Úpich
8	Digitální posuvné měřítko ČSN 251238
9	Svěrák s prizmatickými čelistmi
10	Brousící kotouč ČSN 224510
11	Rýsovací jehla
12	Délkové měřidlo
13	Úhloměr
14	Vrták ϕ 7
15	Kalící pec

Tab. VII. Technologický postup podložky

Název dílce :	PODLOŽKA	Výr. výkres číslo :	III/7 - 3						
Polotovár :	Tyč φ100 ČSN 19 191.4								
Technologický postup									
Operace /Úsek /Úkon	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D,b	i	h	n	v	s
I/1/1	Upnout vysunout tyč na 20 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
2	Zarovnat čelo	2	1	100	1	0,5	230	72	R
3	Soustružit φ 100 na φ 98	3	10	100	1	1	191	60	0,09
4	Předvrtat osovou díru φ 5	4	10	5	-	-	1670	25,9	0,07
5	Předvrtat osovou díru φ 10	5	10	10	-	-	800	25	0,13
6	Vrtat osovou díru φ 12	6	10	12	-	-	650	25,4	0,15
7	Upíchnout na délce 8,5 mm	7	8,5	18	-	-	200	-	R
8	Otočit, upnout a vysunout na 5 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
9	Zarovnat čelo na celkovou délku 7,5	2	8,5	98	1	0,5	230	72	R
10	Kontrola délkových rozměrů	8	-	-	-	-	-	-	-
II/1/1	Upnout za φ 98	9	-	-	-	-	-	-	-
2	Brousit plochu na drsnost 0,4	10	-	-	-	0,25	35	15	0,05
3	Otočit a upnout za φ 98	9	-	-	-	-	-	-	-
4	Brousit plochu na drsnost 0,4	10	-	-	-	0,25	35	15	0,05
I/2/1	Upnout a vysunout na 4 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
2	Srazit hranu 1x 45°	2	1	98	-	-	250	-	R
III/1/1	Upnout za φ 98	9	-	-	-	-	-	-	-
2	Orýsovat plochu	11,12,13	-	-	-	-	-	-	-
3	Předvrtat 4 díry φ 5	4	7	5	-	-	1670	25,1	0,07
4	Vrtat 2 díry φ 7	14	7	7	-	-	1170	25,7	0,1
5	Předvrtat 2 díry φ 10	5	7	10	-	-	800	25	0,13
6	Vrtat 2 díry φ 12	6	7	12	-	-	650	25,4	0,15
7	Kontrola délkových rozměrů	8	-	-	-	-	-	-	-
IV/1/1	Kalit a popustit na HRC = 56 - 58	15	-	-	-	-	-	-	-

2.2.4 Technologický postup dílce – Vložka

Vložka (Obr. 5.) bude vyrobena s tyče kruhového průřezu z oceli 12050 za pomoci těchto operací: I – soustružení, II – vrtání, III – broušení, IV – popouštění kalení. Nástroje potřebné k vyrobení tvarové vložky uvádí tab. VIII., technologický postup je v tab. IX.



Obr. 5. Vložka

Tab. VIII. Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení vložky

<i>Číslo nástroje</i>	<i>Název nástroje</i>
1	Tříčelistové sklíčidlo
2	Ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 223712
3	Ubírací nůž přímý pravý ČSN 223710
4	Nabírací nůž ČSN 2237
5	Šroubovitý vrták s válč. stopkou ϕ 7 ČSN 221122
6	Výstružník ϕ 6
7	Digitální posuvné měřítko ČSN 251238
8	Svěrák s prizmatickými čelistmi
9	Rýsovací jehla
10	Délkové měřidlo
11	Úhloměr
12	Sada závitníků
13	Brousící kotouč plochý ČSN 224510
14	Kalící pec

Tab. IX. Technologický postup vložky

Název dílce :		VLOŽKA			Výr. výkres číslo :					III/7 - 4	
Polotovár :		Tyč $\phi 110$ ČSN 19 191.4									
Technologický postup											
Operace /Úsek /Úkon	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D,b	i	h	n	v	s		
I/1/1	Upnout a vysunout tyč na 30 mm	1	-	-	-	-	-	-	-		
2	Zarovnat čelo	2	1	110	1	0,5	210	72	R		
3	Soustružit $\phi 110$ na $\phi 102$	3	22	110	2	2	210	72	0,5		
4	Soustružit $\phi 102$ na $\phi 100$ f6	3	22	102	2	0,5	250	80	0,05		
5	Srazit hranu 1×45^0	2	1	100	-	-	250	-	R		
6	Upíchnout na délce 22 mm	4	22	100	-	-	250	-	R		
7	Otočit, upnout a vysunout	1	-	-	-	-	-	-	-		
8	Zarovnat čelo na celkovou délku 20,2	2	22	100	2	1	230	76	0,05		
9	Otočit, upnout a vysunout na 5 mm	1	-	-	-	-	-	-	-		
10	Předvrtat osovou díru $\phi 5$	5	20,2	10	-	-	1670	25,9	0,07		
11	Vystružit osovou díru $\phi 10$ H7	6	20,2	10	-	-	1370	25,9	0,08		
12	Srazit hranu v díře 1×45^0	2	1	10	-	-	250	-	R		
13	Kontrola rozměrů	7	-	-	-	-	-	-	-		
II/1/1	Upnout za $\phi 100$	8	-	-	-	-	-	-	-		
2	Orýsovat plochu	9,10,11	-	-	-	-	-	-	-		
3	Vrtat 2 díry $\phi 5$	5	14	5	-	-	1670	25,9	0,08		
4	Řezat závity děr M6	12	10	5	-	-	min	-	-		
5	Kontrola rozměrů	7	-	-	-	-	-	-	-		
III/1/1	Upnout za $\phi 100$	8	-	-	-	-	-	-	-		
2	Brousit plochu na drsnost 0,4	13	-	-	-	-	35	15	0,05		
3	Otočit a upnou za $\phi 100$	8	-	-	-	-	-	-	-		
4	Brousit plochu na drsnost 0,4	13	-	-	-	-	35	15	0,05		
5	Kontrola rozměrů	7	-	-	-	-	-	-	-		
IV/1/1	Kalit a popustit na HRC = 56 - 58	14	-	-	-	-	-	-	-		

2.2.5 Technologický postup dílce – Tvarová vložka III

Tvarová vložka III (Obr. 6.) bude vyrobena s tyče kruhového průřezu z oceli 12050 za pomoci těchto operací: I – soustružení, II – frézování, III – broušení, IV – popouštění kalení. Nástroje potřebné k vyrobení tvarové vložky uvádí tab. X., technologický postup je v tab. XI



Obr. 6. Tvarová vložka III

Tab. X. Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení tvarové vložky III

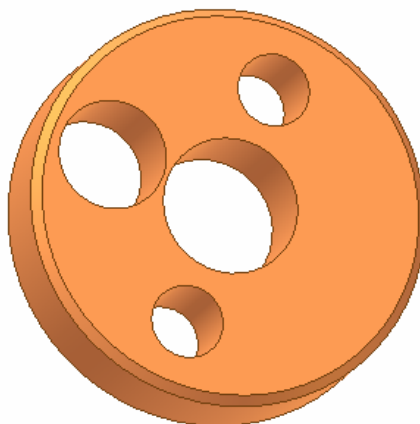
<i>Číslo nástroje</i>	<i>Název nástroje</i>
1	Tříčelistové sklíčidlo
2	Ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 223712
3	Přímý uběrák
4	Rádusový nůž R2 ČSN ČSN 22 37 12 pravý
5	Drážkovací nůž ČSN 223744
6	Rádusový nůž R2 ČSN 223710 levý
7	Vrták ϕ 5
8	Vrták ϕ 11
9	Nabírací nůž
10	Digitální posuvné měřítko ČSN 251238
11	Svěrák s prizmatickými čelistmi
12	Vrták ϕ 10
13	Vrták ϕ 14
14	Výstružník strojní se zuby ve šroubovici a s kuž. stopkou ϕ 20 ČSN 221431
15	Výstružník strojní se zuby ve šroubovici a s kuž. stopkou ϕ 30 ČSN 221431
16	Výstružník strojní se zuby ve šroubovici a s kuž. stopkou ϕ 40 ČSN 221431
17	Výstružník strojní se zuby ve šroubovici a s kuž. stopkou ϕ 45 ČSN 221431
18	Vrták ϕ 7
19	Záhlubník s valc. stopkou a vodícím čepem ϕ 11 ČSN 1604
20	Brousící kotouč ČSN 224510
21	Válcový výstružník s kuž. stopkou ϕ 7 ČSN 221422
22	Kuželový výstružník ČSN 221460
23	Vrták s válcovou špičkou ϕ 8 ČSN 22 11 22
24	Kalící pec

Tab. XI. Technologický postup tvarové vložky III

Název dílce :		TVAROVÁ VLOŽKA III			Výr. výkres číslo :					III/7 - 5	
Polotovár :		Tyč $\phi 120$ ČSN 19 191.4									
Technologický postup											
Operace /Úsek /Úkon	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D,b	i	h	n	v	s		
I/1/1	Upnout vysunout tyč na 55 mm	1	-	-	-	-	-	-	-		
2	Zarovnat čelo	2	1	120	1	0,5	190	72	R		
3	Soustružit $\phi 120$ na $\phi 116$	3	48	120	4	0,5	212	80	0,05		
4	Soustružit $\phi 116$ na $\phi 104$	4	40	116	4	1,5	200	74	0,04		
5	Soustružit 2 drážky 4 mm	5	4	116	1	1,2	200	74	0,04		
6	Soustružit drážku 14 mm	4,5,6	14	116	2	1,5	200	74	0,04		
7	Předvrtat osovou díru $\phi 5$	7	48	5	-	-	1670	26,2	0,07		
8	Vrtat osovou díru $\phi 11$	8	48	11	-	-	800	25	0,13		
9	Upíchnou na délce 47,5 mm	9	47,5	116	-	-	200	-	R		
10	Otočit, upnout a vysunout na 20 mm	1	-	-	-	-	-	-	-		
11	Zarovnat čelo na délku 46,5 mm	2	1	116	1	0,5	130	72	R		
12	Kontrola délkových rozměrů	10	-	-	-	-	-	-	-		
II/1/1	Upnout za $\phi 116$	11	-	-	-	-	-	-	-		
2	Předvrtat díru $\phi 5$	7	46,5	5	-	-	1670	26,2	0,07		
3	Vrtat díru $\phi 10$	12	46,5	10	-	-	800	25	0,13		
4	Vrtat díru $\phi 14$	13	46,5	14	-	-	550	24,1	0,17		
5	Předvrtat díru $\phi 20$	14	30	20	-	-	350	22	0,22		
6	Předvrtat díru $\phi 30$	15	30	30	-	-	330	19	0,37		
7	Předvrtat díru $\phi 40$	16	30	40	-	-	145	18,2	0,42		
8	Vystružit díru $\phi 45$	17	30	45	-	-	125	17,7	0,14		
9	Otočit a upnout za $\phi 45$	11	-	-	-	-	-	-	-		
10	Vrtat 2 díry $\phi 7$	18	16	7	-	-	1170	25,7	0,1		
11	Zahloubit 2 díry $\phi 11$	19	7	11	-	-	800	25	0,13		
12	Kontrola délkových rozměrů	10	-	-	-	-	-	-	-		
III/1/1	Upnout za $\phi 116$	11	-	-	-	-	-	-	-		
2	Brousit plochu na drsnost 0,4	20	0,25	-	-	-	35	15	0,005		
3	Otočit a upnout za $\phi 104$	11	-	-	-	-	-	-	-		
4	Brousit plochu na drsnost 0,4	20	0,25	-	-	-	35	15	0,005		
II/2/1	Upnout za rozměr 46 mm	11	-	-	-	-	-	-	-		
2	Vystružit drážku 7	21	11	7	-	-	1170	25,7	0,1		
3	Vystružit drážku pod úhlem	22	10	-	-	-	1170	-	R		
4	Otočit a upnout za $\phi 104$	11	-	-	-	-	-	-	-		
5	Vrtat 6 drážek $\phi 8$	23	0,5	8	-	-	1010	25,4	0,11		
6	Kontrola délkových rozměrů	10	-	-	-	-	-	-	-		
IV/1/1	Kalit a popustit na HRC = 56 - 58	14	-	-	-	-	-	-	-		

2.2.6 Technologický postup dílce – Podložka III

Podložka III (Obr. 7.) bude vyrobena s tyče kruhového průřezu z oceli 12050 za pomoci těchto operací: I – soustružení, II – vrtání, III – popouštění kalení. Nástroje potřebné k vyrobení tvarové vložky uvádí tab. XII., technologický postup je v tab. XIII



Obr. 7. Podložka III

Tab. XII. Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení podložky III

Číslo nástroje	Název nástroje
1	Tříčelistové sklíčidlo
2	Ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 223712
3	Ubírací nůž přímý pravý ČSN 223710
4	Nabírací nůž ČSN 223718
5	Šroubovité vrták s válcovou stopkou ϕ 5 ČSN 221122
6	Šroubovité vrták s válcovou stopkou ϕ 10 ČSN 221122
7	Šroubovité vrták s válcovou stopkou ϕ 15 ČSN 221122
8	Digitální posuvné měřítko ČSN 251238
9	Svěrák s prizmatickými čelistmi
10	Rýsovací jehla
11	Délkové měřidlo
12	Úhloměr
13	Šroubovité vrták s válcovou stopkou ϕ 12 ČSN 221122
14	Šroubovité vrták s válcovou stopkou ϕ 8 ČSN 221122
15	Kalící pec

Tab. XIII. Technologický postup podložka III

Název dílce :		PODLOŽKA	Výr. výkres číslo :		III/7 - 6				
Polotovár :		Tyč ϕ 48 ČSN 19 191.4							
Technologický postup									
Operace /Úsek /Úkon	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D,b	i	h	n	v	s
I/1/1	Upnout vysunout tyč na 30 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
2	Zarovnat čelo	2	1	48	1	0,5	440	66	R
3	Soustružit ϕ 48 na ϕ 44	3	12	48	2	1	400	60	0,09
4	Srazit hranu 1x45 ⁰	2	1	44	-	-	400	-	R
5	Upíchnout na délce 11 mm	4	19	44	-	-	400	-	R
6	Otočit, upnout a vysunout na 5 mm	1	-	-	-	-	-	-	-
7	Zarovnat čelo na délku 10	2	11	44	1	0,5	400	66	0,09
8	Předvrtat osovou díru ϕ 5	5	10	5	-	-	1670	25,9	0,07
9	Předvrtat osovou díru ϕ 10	6	10	10	-	-	800	25,0	0,13
10	Vrtat osovou díru ϕ 15	7	10	15	-	-	550	24,1	0,17
11	Kontrola délkových rozměrů	8	-	-	-	-	-	-	-
II/1/1	Upnout za ϕ 44	9	-	-	-	-	-	-	-
2	Orýsovat plochu	10,11,12	-	-	-	-	-	-	-
3	Předvrtat 3 díry ϕ 5	5	10	5	-	-	1670	25,9	0,07
4	Předvrtat díru ϕ 10	6	10	10	-	-	800	25	0,13
5	Vrtat díru ϕ 12	13	10	12	-	-	650	25,4	0,15
6	Vrtat 2 díry ϕ 8	14	10	8	-	-	1010	25	0,11
7	Kontrola délkových rozměrů	8	-	-	-	-	-	-	-
IV/1/1	Kalit a popustit na HRC = 56 - 58	15	-	-	-	-	-	-	-

2.2.7 Technologický postup dílce – Vložka III

Vložka III (Obr. 8.) bude vyrobena s tyče kruhového průřezu z oceli 12050 za pomoci těchto operací: I – soustružení, II – vrtání, III – broušení, IV - popouštění kalení. Nástroje potřebné k vyrobení tvarové vložky uvádí tab. XIV., technologický postup je v tab. XV



Obr. 8. Vložka III

Tab. XIV. Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení vložka III

<i>Číslo nástroje</i>	<i>Název nástroje</i>
1	Tříčelistové sklíčidlo
2	Ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 223712
3	Ubírací nůž přímý pravý ČSN 223710
4	Nabírací nůž ČSN 223718
5	Šroubovitý vrták s válcovou stopkou ϕ 5 ČSN 221122
6	Šroubovitý vrták s válcovou stopkou ϕ 10 ČSN 221122
7	Šroubovitý vrták s válcovou stopkou ϕ 15 ČSN 221122
8	Digitální posuvné měřítko ČSN 251238
9	Svěrák s prizmatickými čelistmi
10	Rýsovací jehla
11	Délkové měřidlo
12	Úhloměr
13	Šroubovitý vrták s válcovou stopkou ϕ 11 ČSN 221122
14	Šroubovitý vrták s válcovou stopkou ϕ 50 ČSN 221122
15	Sada závitníků
16	Kalící pec
17	Brousící kotouč ČSN 224510

Tab. XV. Technologický postup vložky III

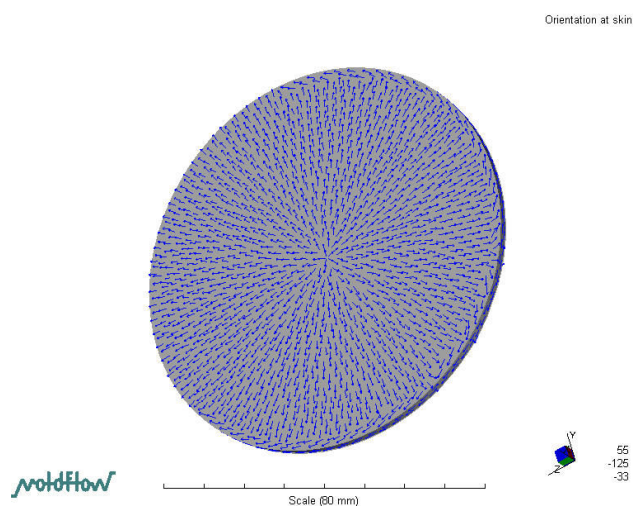
Název dílce :		VLOŽKA III			Výr. výkres číslo :		III/7 - 7			
Polotovár :		Tyč ϕ 52 ČSN 19 191.4								
Technologický postup										
Operace /Úsek /Úkon	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D,b	i	h	n	v	s	
I/1/1	Upnout vysunout tyč na 30 mm	1	-	-	-	-	-	-	-	
2	Zarovnat čelo	2	1	52	1	0,5	440	72	R	
3	Soustružit ϕ 52 na ϕ 46	3	20	52	2	1,5	440	72	0,5	
4	Soustružit ϕ 46 na ϕ 45	3	20	46	1	0,5	554	80	0,05	
5	Srazit hranu 1x45 ⁰	2	1	45	-	-	554	-	R	
6	Upíchnout na délce 19 mm	4	19	45	-	-	554	-	R	
7	Otočit, upnout a vysunout na 10 mm	1	-	-	-	-	-	-	-	
8	Zarovnat čelo na délku 17,2 mm	2	19	45	2	1	538	76	0,05	
9	Otočit, upnout a vysunout na 5 mm	1	-	-	-	-	-	-	-	
10	Předvrtat osovou díru ϕ 5 mm	5	17	5	-	-	1670	25,9	0,07	
11	Předvrtat osovou díru ϕ 10 mm	6	17	10	-	-	800	25,0	0,13	
12	Vrtat osovou díru ϕ 15 mm	7	17	15	-	-	550	24,1	0,17	
13	Srazit hranu v díře 0,5x45 ⁰	2	0,5	15	-	-	550	-	R	
14	Kontrola délkových rozměrů	8	-	-	-	-	-	-	-	
II/1/1	Upnout za ϕ 45	9	-	-	-	-	-	-	-	
2	Orýsovat plochu	10,11,12	-	-	-	-	-	-	-	
3	Předvrtat díru ϕ 5	5	17	5	-	-	1670	25,9	0,07	
4	Předvrtat díru ϕ 10	6	17	10	-	-	800	25	0,13	
5	Vrtat díru ϕ 11	13	17	11	-	-	800	25	0,13	
6	Srazit hranu v díře 0,5x45 ⁰	14	0,5	11	-	-	800	25	R	
7	Vrtat 2 díry ϕ 5	5	17	45	-	-	1670	25,9	0,07	
8	Srazit hrany 2 děr 0,5x45 ⁰	14	0,5	5	-	-	800	25	0,13	
9	Řezat závity 2 děr M6	15	10	5	-	-	min	-	-	
10	Kontrola délkových rozměrů	8	-	-	-	-	-	-	-	
III/1/1	Upnout za ϕ 45	9	-	-	-	-	-	-	-	
2	Brousit ϕ 17,2 na ϕ 17 na drsnost 0,4	17	-	-	-	-	-	35	0,005	
3	Kontrola rozměrů	8	-	-	-	-	-	-	-	
IV/1/1	Kalit a popustit na HRC = 56-58	16	-	-	-	-	-	-	-	

2.3 Analýza vstřikovacích procesů v softwaru Moldflow

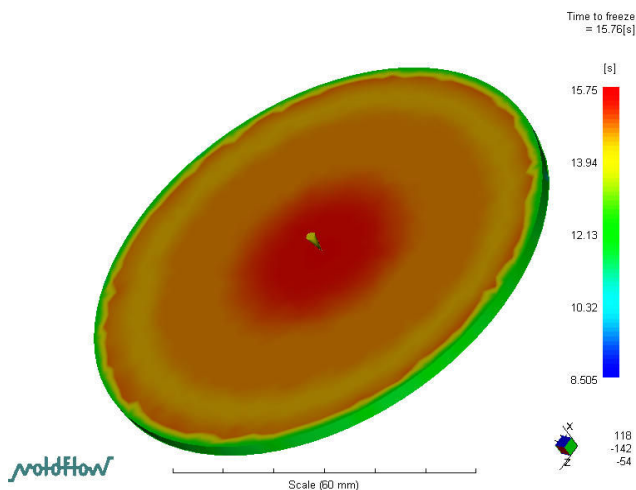
Program Moldflow nám nabízí nepřeberné množství způsobu řešení různých problémů při vstřikování plastů. Můžeme např. analyzovat toky různých materiálů, měnit množství parametrů jako je teplota formy, teplota taveniny, teplota chlazení atd.. Dále je možné volit typy vtoků, chladících kanálků, chladících materiálu atd.. My jsme provedli analýzu pro obecné hodnoty a zobrazili si modelově tyto řešení: Orientace toku taveniny v povrchové vrstvě a čas ztuhnutí.

2.3.1 Analýza pro tvarovou vložku I – centrální vtok

Při analýze času ztuhnutí odpovídá červené barvě nejdelší čas a barvě modré čas nejkratší



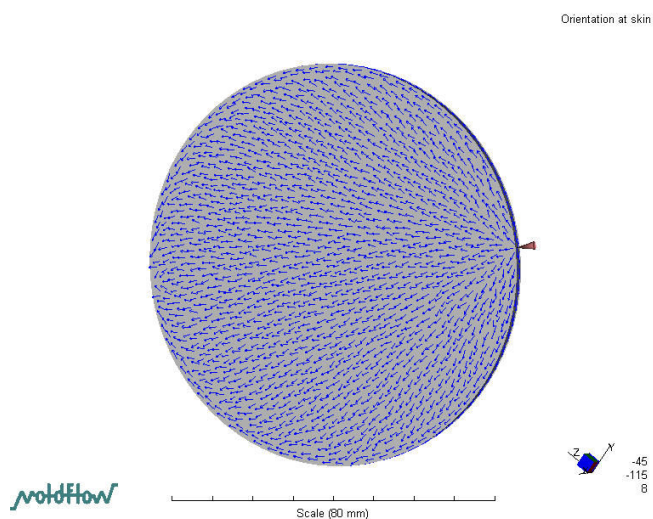
Obr. 9. Orientace toku taveniny v povrchové vrstvě Tvarová vložka I



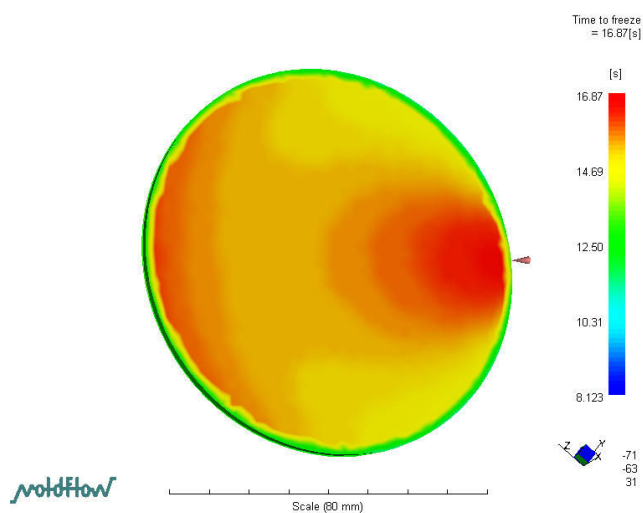
Obr. 10. Čas ztuhnutí Tvarová vložka I

2.3.2 Analýza pro tvarovou vložku II – boční vtok

Na (Obr. 11) je znázorněna orientace toku taveniny a na (Obr. 12) čas ztuhnutí.



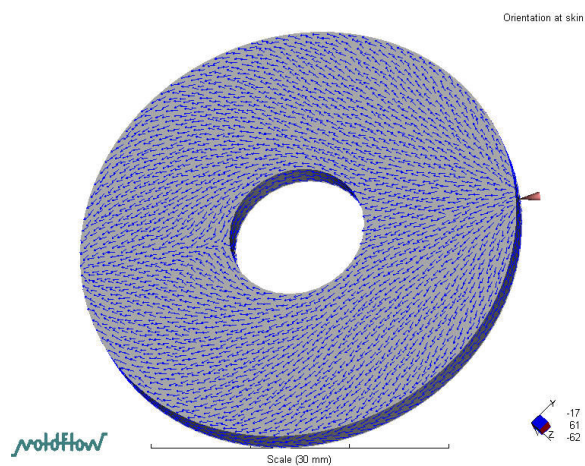
Obr. 11. Orientace toku taveniny v povrchové vrstvě Tvarová vložka II



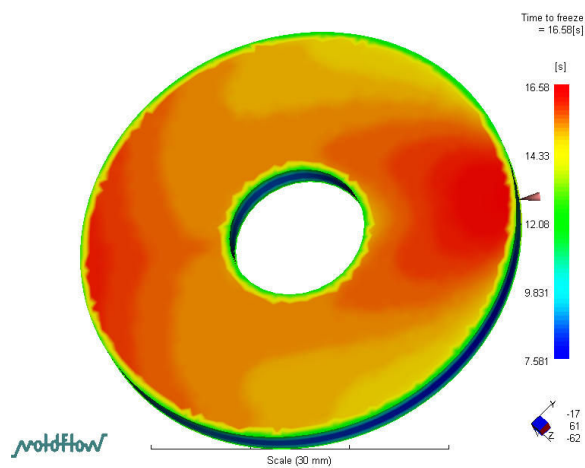
Obr. 12. Čas ztuhnutí Tvarová vložka II

2.3.3 Analýza pro tvarovou vložku III – boční vtok

Na (Obr. 13) je znázorněna orientace toku taveniny a na (Obr. 14) čas ztuhnutí.



Obr. 13. Orientace toku taveniny v povrchové vrstvě Tvarová vložka III



Obr. 14. Čas ztuhnutí Tvarová vložka III

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a zkonstruovat tvarové vložky dutiny formy pro výrobu zkušebních tělísek. Byla snaha se držet zásad a pravidel, kterým konstrukce vstřikovacích forem podléhá. Ty jsou uvedeny ve studijní a teoretické části bakalářské práce. Tvarové vložky byly navrženy pro stávající rám formy a vstřikovací stroj DEMAG.

Přípravek byl navržen a zkonstruován pomocí programu Autodesk Inventor® 6.0. Výrobní výkresy byly vyhotoveny ve stejném programu a jsou přiloženy jako přílohy. Pro výrobu byl zvolen: univerzální hrotový soustruhu, konzolová svislá frézka, stojanová vrtačka a pro povrchovou úpravu pak kalící pec. K výrobě dílců byl použit materiál: Nástrojová ocel ČSN 19 191.4 a to pro své vlastnosti a použití.

Pro ukázkou tokových analýz byla v softwaru MOLD FLOW vybrána analýza: Orientace toku taveniny v povrchové vrstvě a čas ztuhnutí. Pro analýzy byly zvoleny obecné vstupní hodnoty.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) Bobčík, L. a Kol. Formy pro zpracování plastů I. díl – Vstřikování termoplastů. UNIPLAST, 1999, Brno.
- (2) Bobčík, L. a Kol. Formy pro zpracování plastů II. díl – Vstřikování termoplastů. UNIPLAST, 1999, Brno.
- (3) Pötsch, G., Michaeli, W. Injection Molding – An Introduction: Hanser. Munich, Vienna, 1995, New York
- (4) Tomis F., Helštýn J. Formy a přípravky. VUT, 1985, Brno.
- (5) XIX. Bulletin oos uniplast 19, díl III. Vstřikovací formy pro termoplasty 1.díl. KV Společnost průmyslové chemie JmK, 1985, Brno.
- (6) Hendrych, J. Weber, A. Doležal, J. Standardizace rámů a součástí forem pro vstřikování termoplastů. SNTL, 1986, Praha.
- (7) Vávra, P. a Kol. Strojnické tabulky. SNTL, 1984, Praha
- (8) Kocman, K. : Speciální technologie. Obrábění., Brno, 2004

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma vstřikovacího stroje.....	7
Obr. 2 Tvarová vložka I.....	22
Obr. 3 Tvarová vložka II.....	25
Obr. 4 Podložka	28
Obr. 5 Vložka.....	30
Obr. 6 Tvarová vložka III	32
Obr. 7 Podložka III	35
Obr. 8 Vložka III.....	36
Obr. 9 Orientace toku taveniny Tvarová vložka I	39
Obr. 10 Čas ztuhnutí Tvarová vložka I.....	39
Obr. 11 Orientace toku taveniny Tvarová vložka II.....	40
Obr. 12 Čas ztuhnutí Tvarová vložka II	40
Obr. 13 Orientace toku taveniny Tvarová vložka III	41
Obr. 14 Čas ztuhnutí Tvarová vložka III	41

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Druhy temperačních kapalin.....	16
Tab. 2 Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení tvarové vložky I.....	23
Tab. 3 Technologický postup tvarové vložky I	24
Tab. 4 Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení tvarové vložky II	26
Tab. 5 Technologický postup tvarové vložky II	27
Tab. 6 Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení podložky	28
Tab. 7 Technologický postup podložky	29
Tab. 8 Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení vložky	30
Tab. 9 Technologický postup vložky.....	31
Tab. 10 Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení tvarové vložky III.....	33
Tab. 11 Technologický postup tvarové vložky III.....	34
Tab. 12 Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení podložky III.....	35
Tab. 13 Technologický postup podložky III.....	36
Tab. 14 Tabulka nástrojů potřebných k vyrobení vložky III	37
Tab. 15 Technologický postup vložky III.....	38

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 : Výrobní výkres Tvarová vložka I
- P 2 : Výrobní výkres Tvarová vložka II
- P 3 : Výrobní výkres Podložka
- P 4 : Výrobní výkres Vložka
- P 5 : Výrobní výkres Tvarová vložka III
- P 6 : Výrobní výkres Podložka III
- P 7 : Výrobní výkres Vložka III
- P 8 : CD disk s celou bakalářskou prací.