

Návrh výroby plastového dílu

Bc. Andrea Jarošová

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Andrea JAROŠOVÁ**
Osobní číslo: **T11616**
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**

Téma práce: **Návrh výroby plastového dílu**

Zásady pro vypracování:

1. Literární rešerše
2. Návrh výroby
3. Volba popisovací metody
4. Návrh vhodného typu zařízení a přípravků
5. Ekonomické vyhodnocení vybraného řešení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tisková/elektronická**

Seznam odborné literatury:

MLEZIVA, Josef, Polymery : výroba, struktura, vlastnosti a použití. 1993. vyd. Praha: Sobotáles, 1993. 525 s. ISBN 80-901570-4-1.

KUTA, Josef, Technologie a zařízení pro zpracování kaučuků a plastů, 1999, vyd. VŠCHT, 203 s., ISBN 80-7080-367-3

JIRÍČEK, Vladimír, Příručka sitotisku a tamponového tisku, 1994, vyd. Semiscentrum Brno, 195 s.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

13. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

18. května 2012

Ve Zlíně dne 2. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

²⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).*

³⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odporuje-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem pracoviště pro výrobu zadaného plastového dílu zahrnující výrobu vstřikováním a potiskováním včetně manipulace s výrobkem v průběhu zpracovatelského procesu.

Teoretická část zahrnuje popis polymerních materiálů vhodných k výrobě technických dílů vstřikováním, popis potiskovací a manipulační techniky.

V praktické části jsou popsána jednotlivá pracoviště s návrhem vhodného zařízení a ekonomický rozbor.

Klíčová slova:

Polymer, vstřikování, potisk.

ABSTRACT

The thesis deals with project of workplace for production of assigned plastic part comprising injecting molding of polymer part and printing including plastic part handling during the processing.

Theoretical part includes description of polymers suitable for injection molding of technical parts, description of printing machines and handling equipment.

In practical part there are described individual workplaces with the proposal of suitable machines and equipments for producing of assigned plastic parts including economic evaluation of the project.

Keywords:

Polymer, injecting molding, printing

Poděkování patří panu doc. Ing. Miroslavu Maňasovi, Csc. za odbornou konzultaci k dané problematice.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 POLYMERNÍ MATERIÁLY	13
1.1 VSTŘIKOVANÉ MATERIÁLY	13
1.1.1 Rozdělení termoplastů.....	14
1.2 VOLBA VHODNÉHO MATERIÁLU	16
1.3 PŘÍPRAVA PŘED ZPRACOVÁNÍ.....	16
1.3.1 Doprava materiálu	16
1.3.2 Sušení materiálu	17
1.3.3 Přísady	17
1.4 VSTUPNÍ KONTROLA PLASTŮ	18
2 POLYKARBONÁT	19
2.1 VÝROBA	19
2.2 VLASTNOSTI.....	19
2.3 ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ	20
2.3.1 Příklady aplikace polykarbonátu	21
2.3.1.1 Strojírenství.....	21
2.3.1.2 Elektrotechnika	21
2.3.1.3 Medicína	21
2.3.1.4 Domácí potřeby.....	22
2.3.1.5 Chemické zařízení.....	22
2.3.1.6 Ostatní	22
3 KOPOLYMER AKRYLONITRIL-BUTADIEN-STYREN (ABS)	23
3.1 VÝROBA	23
3.1.1 Výroba akrylonitrilu	23
3.1.2 Výroba butadienu	24
3.1.3 Výroba styrenu	26
3.1.4 Výroba ABS	27
3.1.4.1 Konečná úprava ABS.....	30
3.2 VLASTNOSTI.....	31
3.3 APLIKACE ABS	32
4 SMĚS POLYKARBONÁTU S AKRYLONITRIL-BUTADIEN-STYRENEM	34
4.1 POUŽITÍ A VLASTNOSTI.....	34
4.1.1 Speciální vlastnosti směsi PC/ABS.....	34
5 ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ	36
6 VSTŘIKOVÁNÍ	38
6.1 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS	38
6.1.1 Optimální cyklus vstřikovacího stroje	41
6.2 VSTŘIKOVACÍ STROJ.....	42
6.2.1 Vstřikovací jednotka	44
6.2.2 Uzavírací jednotka	45

6.2.2.1	Hydraulické uzavírací jednotky	46
6.2.2.2	Hydraulicko-mechanická uzavírací jednotka.....	46
6.2.2.3	Elektromechanická uzavírací jednotka	46
6.2.3	Ovládání a řízení vstřikovacího stroje.....	47
6.3	VSTŘIKOVACÍ FORMY	48
6.3.1	Konstrukce formy.....	48
6.3.2	Násobnost formy	49
6.3.3	Zaformování výstřiku ve formě	49
6.3.4	Materiály používané při výrobě forem.....	49
7	POTISK PLASTOVÝCH DÍLŮ	51
7.1	TISKOVÉ BARVY	51
7.2	PŘÍMÝ TISK.....	52
7.2.1	Tisk z výšky	52
7.2.2	Tisk z hloubky.....	52
7.2.3	Sítový tisk.....	53
7.3	NEPŘÍMÝ TISK	54
7.3.1	Tamponový tisk.....	54
II	PRAKTICKÁ ČÁST	56
8	CÍLE PRÁCE	57
9	VÝROBA DÍLCE.....	58
9.1	VSTŘIKOVANÝ DÍLEC	59
9.1.1	Použitý materiál a potiskovací barva	59
9.2	NÁSTROJ NA VÝROBU ZADANÉHO PLASTOVÉHO DÍLU.....	60
9.3	VSTŘIKOVACÍ STROJ DEMAG.....	61
9.3.1	Parametry stroje DemagSystemec 280/630-1450 Performance.....	61
9.4	ROBOT KUKA KR 16 – 2.....	62
9.4.1	Parametry pro robot KUKA KR 16 – 2	63
9.5	POTISKOVAČÍ STROJ	64
9.5.1	Potiskovací stroj TPX 201 od dodavatele A	64
9.5.2	Potiskovací stroj V 90/90 Duo Hermetic Systém 2x Ø90.....	66
9.5.3	Výhody a nevýhody vybraných potiskovacích strojů	67
9.6	NÁVRH PŘÍPRAVKU	67
9.7	MANIPULACE S VÝROBKEM.....	68
10	TAMPONOVÝ TISK.....	70
10.1	PRINCIP TAMPONOVÉHO TISKU	70
10.1.1	Princip tisku konvenčními barvami	70
10.1.2	Princip tisku keramickými barvami	71
10.2	PŘÍPRAVA BARVY A PŘENOS TAMPONEM.....	72
10.2.1	Odstín barvy	74
10.2.2	Typy barev	74
10.2.3	Ředidla	74
10.2.4	Tužidla.....	75
10.2.5	UV barvy pro tampónový tisk.....	75

10.3	KLIŠÉ – ŠTOČKY NA TAMPO NOVÝ TISK	75
10.3.1	Plastové - polymerové klišé	75
10.3.2	Tenké ocelové klišé	76
10.3.3	Ocelové klišé	76
10.3.4	Keramické klišé	76
10.3.5	Rotační klišé	76
10.4	VÍCEBAREVNÝ TISK	77
10.5	ŘEŠENÍ MOŽNÝCH PROBLÉMŮ	78
10.5.1	Elektrostatické náboje	78
10.5.1.1	Antistatické prostředky	79
10.5.1.2	Ionizační přístroj	79
10.6	PŘEDÚPRAVA OBTÍŽNĚ POTISKO VANÝCH MATERIÁLŮ	79
10.7	ÚPRAVA TVAROVÝCH DÍLŮ	80
11	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	81
11.1	NÁKLADY NA ROBOTU	81
11.2	NÁKLADY NA VÝROBU NÁSTROJE	81
11.2.1	Náklady na výrobu nástroje ve variantě 1+1	82
11.2.2	Náklady na výrobu nástroje ve variantě 2+2	83
11.3	NÁKLADY NA VSTŘIKOVÁNÍ	84
11.4	NÁKLADY NA VÝROBU DÍLU VE VARIANTĚ	85
11.5	NÁKLADY NA POTISKO VACÍ STROJ	87
11.6	NÁKLADY NA TISK OD JEDNOTLIVÝCH DODAVATELŮ	89
11.7	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ	90
	ZÁVĚR	92
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	93
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ	96
	SEZNAM PŘÍLOH	100

ÚVOD

Technologie vstřikování termoplastů se všemi svými modifikacemi má mezi zpracovatelskými plastikářskými technologiemi zásadní význam a to zejména v automobilovém průmyslu. Tato metoda je velice progresivní, neboť umožňuje plně automatizovat chod výroby s vysokou produktivitou a navíc také zde nejsou nutné dokončovací operace. Jsou však zde vyžadovány vysoké nároky na provedení forem.

Jako doplňkové technologie se používají technologie pro úpravu povrchů, jako jsou malování, pokovování, dezénování, sametování, potiskování. Mezi potiskové metody patří tisk z hloubky, tisk z výšky, sítotisk a v neposlední řadě sem také patří tamponový tisk, který je pro své vlastnosti vhodný do automobilového průmyslu, neboť s ním lze potisknout téměř jakoukoliv plochu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POLYMERNÍ MATERIÁLY

Vstřikování je nejrozšířenějším způsobem výroby požadovaných dílů z plastů. Vyznačuje se poměrně složitým fyzikálním procesem, na kterém se podílí polymer, vstřikovací stroj a forma. V průběhu vstřikování je roztavený plast ve vstřikovacím stroji tlakem dopravován do dutiny formy a tam ochlazen ve tvaru vyráběné součásti. [1]

1.1 Vstřikované materiály

Vstřikování lze zpracovat jak termoplasty, tak i reaktoplasty a kaučukové směsi. Zatímco v prvním případě je interval pro tváření teoreticky neomezený, v dalších dvou případech je tento interval omezen v důsledku probíhajícího síťování. Čím je teplota tváření vyšší, tím je tvářecí interval kratší. Vstřikovací termoplasty mají zpravidla lepší tokové vlastnosti než např. vytlačovací typy. Složení směsi je obdobné jako pro jiné způsoby zpracování, barvení se může provádět za sucha. Vstřikovat se můžou plněné i lehčené materiály. [2]

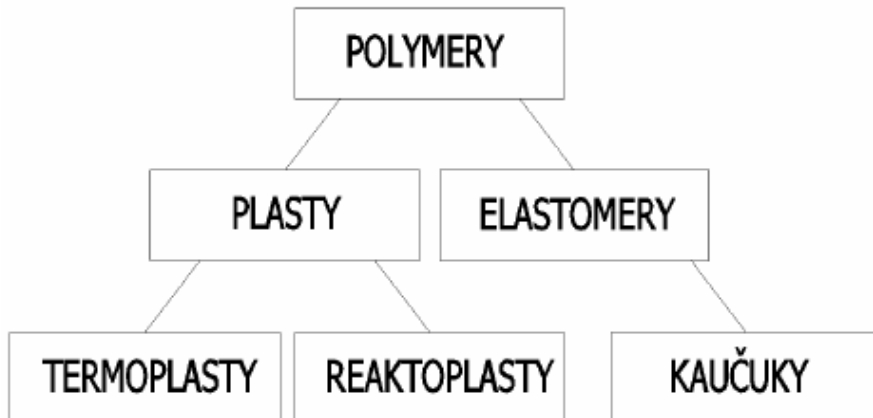
Plasty jako materiály jsou látky, jejichž struktura je tvořena makromolekulárními řetězci, oproti kovům, které mají strukturu tvořenou krystalickými mřížkami. Jsou rozděleny na dva základní druhy [1]:

- termoplasty, které mají řetězce přímé (lineární polymery) nebo řetězce s bočními větvemi (rozvětvené polymery). Při ohřevu se uvolní soudržnost řetězců a hmota je viskózní. V tomto stavu se může tvářet. Po ochlazení se dostane opět do původního pevného stavu. Termoplasty jsou nejpoužívanější materiály pro vstřikování. Nejznámější zástupci této skupiny jsou: PS, PMMA, PC, PP, PE, PA, PBT, PET, PVC.

- reaktoplasty, které mají v konečné fázi zpracování řetězce příčně propojeny chemickými vazbami a vytvářejí prostorovou trojrozměrnou síť. Při ohřevu tato síť zvětšuje svoji pohyblivost, ale řetězce se zcela neuvolní. Při tváření vlivem teploty a tlaku nastává zesíťování plastu (někdy i působením katalyzátoru) tzv. vytvrzování. Tento proces je nevratný. Nejznámější zástupci této skupiny plastů jsou fenoplasty, animoplasty a nenasycené polyestery.

Eleastomery jsou vysoce elastické polymery, které lze za běžných podmínek, i při zatěžování malou silou, značně deformovat bez porušení. Tyto deformace mají převážně vratný charakter. Nejpočetnější podskupinu eleastomerů tvoří kaučuky. [3]

Vstřikování kaučukových směsí umožňuje výrobu tlustostěnných výrobků při zkrácené vulkanizační době a zvýšené kvalitě vulkanizátoru. Vyžaduje však náročnější výrobní zařízení je méně vhodné pro kusovou výrobu. [4]



Obr. 1 Rozdělení polymerů [4]

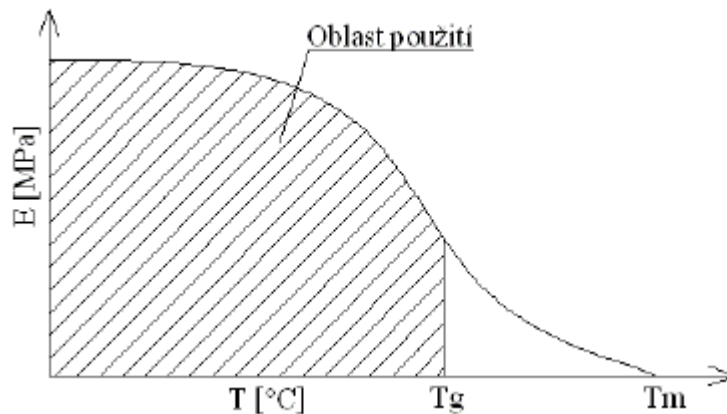
1.1.1 Rozdělení termoplastů

Termoplasty se dělí z hlediska struktury na:

- amorfní,
- semikrystalické.

Amorfní termoplasty

Jejich řetězce jsou nepravidelně prostorově uspořádány. Jsou charakteristické svou tvrdostí, křehkostí, mají vysokou pevnost, jsou dobře rozpustné v rozpouštědlech, jsou průhledné (transparentní). Patří sem např. PS, ABS, SAN, PMMA, PC. [1]



Obr. 2 Oblast použití amorfních termoplastů [1]

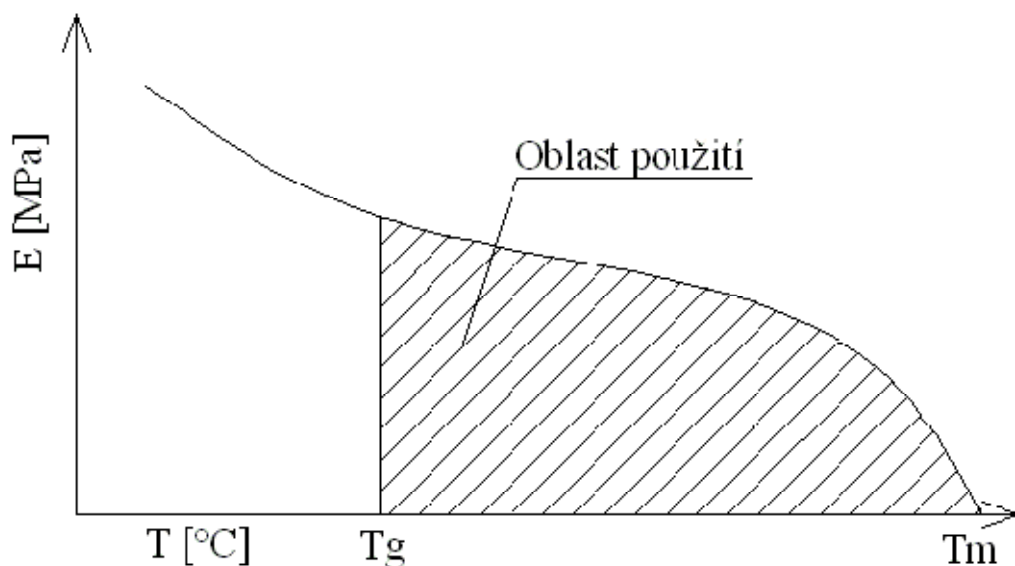
Tab. 1 Teplota T_g u amorfních polymerů [1]

Amorfní plasty	T_g [°C]
PS	90 – 100
ABS	105 – 115
SAN	115
PMMA	100
PC	144

U výrobku z amorfního materiálu je použitelnost pod teplotou skelného přechodu (T_g). Materiál je v tomto stavu pevný a se zvyšující se teplotou nad T_g přechází materiál do plastické oblasti až do viskózního stavu. [1]

Semikrystalické termoplasty

Velká část je pravidelně uspořádána, tvoří krystalické části. Zbytek je amorfní. Vyznačují se svojí houževnatostí, pevnost se zvyšuje s rostoucí krystalitu, v organických rozpouštědlech jsou obtížně nebo vůbec rozpustné, jsou mléčné. Mezi nejčastější semikrystalické termoplasty patří např. PE, PP, PBT, PA6. [1]



Obr. 3 Oblast použití semikrystalických plastů

Tab. 2 Teplota Tg semikrystalických polymerů [1]

Semikrystalické plasty	Tg [°C]
PE	- 80
PP	- 20
PBT	60
PA 6	45

Využitelnost semikrystalických polymeru je nad teplotou skelného přechodu Tg, jejich výhodou je dobrá pevnost a houževnatost nad teplotou Tg. [5]

1.2 Volba vhodného materiálu

Mezi výhody vstřikování je zahrnuto i to, že je možné vyrobit součást, která už nevyžaduje žádné nebo jenom minimální opracování. Při volbě vhodného termoplastu se musí uvažovat jakou funkci bude daná součást plnit a proto zvolit materiál s požadovanými vlastnostmi, jeho cenu a vzít v úvahu zpracovatelnost, která ovlivňuje mechanické a fyzikální vlastnosti ve finálním stavu. [6]

Proto pro svůj výrobek volím kombinaci materiálů PC a ABS.

1.3 Příprava před zpracování

Plasty před zpracováním se musí podrobit různým technologickým operacím, kdy se do materiálu přidají různé přísady, nebo se odstraní nežádoucí prvky, voda, apod. Díky tomu dochází k ovlivnění chemické a fyzikální struktury plastu. Obvykle to bývá sušení granulátu, mísení s přísadkou rozdrčeného odpadu, barvení granulátu, míchání s nadouvačkou apod. [5]

1.3.1 Doprava materiálu

Materiál přichází od výrobce ke zpracovatelským zařízením a to ve formě granulí (PE, PS, PP, atd.) nebo prášku (plniva, PVC, pigment, atd.). Do výrobních zařízení se tyto

materiály dopravují v pytlích o hmotnosti 25 kg, 30 kg anebo 500 kg. Dopravu granulátu ke vstřikovacímu stroji zajistíme např. pomocí pneumatického dopravníku. [5]

1.3.2 Sušení materiálu

Některé materiály jsou navlhavé a před zpracováním se musí sušit. Zbavit se vlhkostiv materiálu, neboť přítomnost vody se projevuje poklesem mechanických vlastností, zhoršením kvality povrchu.

Materiál může absorbovat vlhkost buď:

- nasákavost - příjem vlhkosti z kapalné fáze,
- navlhavost - příjem vlhkosti z plynné fáze.

Materiál může mít tyto vlastnosti v závislosti na vodě:

- hydrofilní - schopnost vázat vodu (PA, PUR),
- hydrofobní - schopnost odpuzovat vodu (PS, PP).

Tab. 3 Teploty a doby sušení [5]

Plast	PE	PS	PP	ABS	PC	PMMA
Teplota sušení [°C]	50 – 70	80	80	80	120 – 130	70 – 80
Doba sušení [h]	0,5 – 1	3	0,5 – 1	3	4 – 20	2 – 4

Sušení a navlhání jsou vratné děje a vysušený materiál je nutno chránit před vlhkostí, proto do násypky vstřikovacího stroje se může dát takové množství, které se zpracuje do 30 minut. Násypky některých strojů jsou vyhřívány a teplota materiálu se udržuje na potřebně vyšší proudem teplého vzduchu. [5]

1.3.3 Přísady

Různými přísadami se můžou měnit základní vlastnosti polymeru. A to přidáním jednotlivých přísad.

Jako přísady se používají:

- plniva prášková nebo vláknitá. Svým charakterem mění především fyzikální i mechanické vlastnosti plastu. Vlákenná plniva především vyztužují hmotu a zvyšují její pevnost,
- prášková plniva naopak při vyšší koncentraci zmenšují tyto hodnoty. Některé však mechanické hodnoty zvětšují, což jsou plniva aktivní (saze v kaučuku),
- změkčovadla se přidávají k některým tvrdým polymerům pro získání měkkosti a ohebnosti,
- barviva slouží k dosažení žádaného barevného odstínu,
- stabilizátory zlepšují některé vlastnosti, např. odolnost proti vyšším teplotám při jejich zpracování, proti UV záření, stárnutí apod.,
- nadouvadla uvolňují při zpracování plyny a vytváří tak lehčenou strukturu plastu se svými zvláštními vlastnostmi. [7]

1.4 Vstupní kontrola plastů

Plasty pro vstřikování se dodávají granulované v pytlích, nebo i jinak chráněné proti navlhnutí.

Pro omezení zpracovatelských i aplikačních potíží, je vhodné provádět jejich vstupní kontrolu, kterou dělíme na [1]:

- vstupní hodnocení nových typů plastů
- kontrolní přejímku běžně nakupovaných plastů uskutečňovanou na základě smluvně stanovených norem (technické dodací podmínky, materiálové listy).

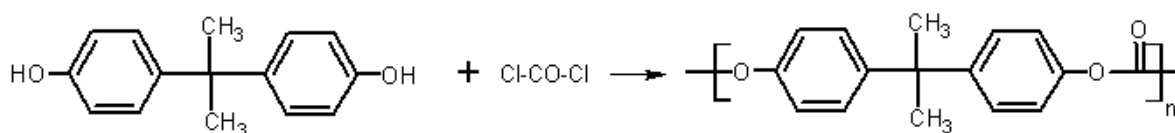
Vstupní kontrola stanoví [1]:

- chemicko-analytické složení (obsahy nízkomolekulárních podílů, mol. hmotnost apod.)
- mechanické vlastnosti (pevnost, tažnost ...)
- fyzikální vlastnosti (viskozita, tepelné, elektrické, optické vlastnosti, ...)
- ostatní hodnocení (vizuální, vliv na prostředí...)

2 POLYKARBONÁT

Polykarbonáty patří mezi termoplastické polymery čili termoplasty. Snadno se zpracovávají např. vstřikováním. Mají dobrou tepelnou odolnost, odolnost proti nárazu a dobré optické vlastnosti. Patří proto mezi komoditní plasty. Název polykarbonátů je odvozený od funkčních karbonátových (uhličitanových) skupin (-O-(C=O)-O-), které v jejich řetězci spojují monomerní jednotky. [8]

První zprávy v literatuře o těchto materiálech jsou z roku 1956. Je možné říci, že za poměrně krátký čas se dostaly mezi materiály vrcholné úrovně. Počátek výzkumu v této oblasti je možné považovat v NRS a USA v roce 1953. V roce 1957 už byli známé první dva komerční výrobky *Makrolon*(NRS) a *Lexan*(USA). [9]



Obr. 4 Syntéza polykarbonátu [8]

2.1 Výroba

V praxi se polykarbonáty vyrábí z dioxyfenylalkánů (všeobecně z aromatických dioxydifenylalkánů), přičemž podle alkanových řetězců se určuje typ polykarbonátu.

Jeden z nejznámějších typů polykarbonátů Makrolon se vyrábí z dienu (dioxydifenylpropan), který se nechá reagovat s fosgenem nebo estery kyseliny uhličitě. Reakce probíhá při 20 až 30 °C v alkalickém prostředí v přítomnosti rozpouštědla polymeru, například metylenchloridu.

Získaný polymer má relativní molekulovou hmotnost 25 000 až 70 000. Důležité jsou podíly nad 33 000. Polymery okolo 200 000, které lze také vyrobit, už mají dost špatné tokové vlastnosti. [9]

2.2 Vlastnosti

Polykarbonáty jsou materiály s určitým krystalickým podílem, výbornou zpracovatelností a mimořádně dobrými fyzikálními vlastnostmi.

Krystalický podíl je relativně malý. Jsou rozpustné v ketonech, esterech a chlorovaných uhlovodících. V éterech a aromátech bobtnají. Mají vysokou odolnost proti zředěným kyselinám. Vyšší koncentrace alkálií, amoniaku a aminů způsobují zmýdlování. (Reakce s jinými látkami mají charakter reakcí esterů.)

Polykarbonáty jsou zbarveny lehce do žluta a jsou velmi transparentní. Propouští přes 90% světla ve viditelné oblasti. Jsou samozhášivé s teplotou vzplanutí přesahující 500 °C. Pro použití v medicíně je důležité, že jsou bez chuti, vůně a jsou netoxické. Polykarbonáty velmi málo vlhnou a je možné je sterilizovat přehřátou parou při 120°C. Při těchto podmínkách však mohou slabě hydrolyzovat.

Vstřikované výrobky snáší krátkodobý var ve vodě beze změny, ale není doporučováno je používat trvale ve vařící vodě a ani při 95% relativní vlhkosti a teplotách nad 60°C. Pro polykarbonáty je charakteristická vysoká odolnost proti vyšším, ale i velmi nízkým teplotám. [9]

Mechanickými vlastnostmi patří polykarbonáty k nejlepším typům plastů. Polykarbonáty jsou zajímavé tím, že jsou velmi tvrdé, pevné a zároveň houževnaté a pružné. Jejich mechanické vlastnosti lze podstatně zlepšit přidáním skelných vláken.

Z jiných fyzikálních vlastností polykarbonátů je důležitá velmi dobrá odolnost proti stárnutí, velmi nízká absorpce vlhkosti a relativně nízká propustnost plynů a par. [9]

2.3 Způsob zpracování

Polykarbonáty mají velmi dobrou zpracovatelnost. Nejčastěji se zpracovávají vstřikováním, vytačováním a vyfukováním. Litím roztoku se dají vyrobit velmi tenké fólie, ale tento způsob se běžně nevyužívá. Při výrobě fólií bývá upřednostňována technologie vyfukováním do rukávu.

Vstřikování se provádí na běžných vstřikovacích strojích při zvýšených teplotách (240 až 250°C). Při vstřikování výrobků je vstřikovací tlak volen mezi 105 až 140 MPa. Teploty forem při vstřikování neklesají pod 70°C a to z důvodu snížení zamrzání napětí ve výrobcích. U výsledných výrobků bývá smrštění mezi 0,7 a 0,8%.

Při vytačováním je užívánoběžných vytačovacích strojů se šneky 15D a kompresních poměrů 1:24. Šneky mívají jednoduchý závitový profil. Rozsah vyhřívání a tepelné

kontroly bývá do 350°C. Tyto základní podmínky bývají vhodné i pro technologii vyfukování, především dutých těles a nádob. Při vyfukování je více důležité dbát na výkonné chlazení forem než při jiných způsobech zpracování.[9]

Polykarbonáty je nutné vysušit před zpracováním (pokud nebyl materiál zabalen ve vzduchotěsném balení). Při 110°C trvá sušení 4 hodiny. Při zpracování nevysušeného materiálu vznikají nekvalitní výrobky. [9]

Výrobky z polykarbonátů se dají velmi dobře lepit a svařovat. Svařování se nejčastěji provádí horkým vzduchem a lepení je prováděno pomocí epoxidů nebo rozpouštědel. Polykarbonáty se využívají na aplikace, kde je vyžadována přesnost, tvarová stálost, odolnost, vysoké hodnoty mechanických a elektrických vlastností., dobrý povrchový vzhled a průhlednost, ve speciálních případech i při velmi nízkých teplotách.

Z důvodu vysoké ceny polykarbonátů se tento materiál užívá pro velmi náročné aplikace. V případech vysokého mechanického zatížení se využívají materiály plněné skelnými vlákny. [9]

2.3.1 Příklady aplikace polykarbonátu

2.3.1.1 Strojírenství

Cívky na textilní stroje, šňůry, autodíly, mechanické funkční součástky, ozdobné části, osvětlovací tělesa. [9]

2.3.1.2 Elektrotechnika

Drážková izolace, cívky, kondenzátory, kontaktní lišty, spínače, rámy na selenové články, speciální kabelové koncovky a spojky. [9]

2.3.1.3 Medicína

Polykarbonáty se jako jeden z mála druhů plastů uplatňují i v medicíně, zejména v chirurgické oblasti, kde je důležitá jejich indiferentnost vůči organismu, schopnost sterilizace apod. Dále je tohoto materiálu využito na injekční stříkačky, části lékařských přístrojů, obaly různých sond a podobně. [9]

2.3.1.4 Domácí potřeby

Části elektrospotřebičů jako jsou vysoušeče vlasů, kávovary, mlýnky, mixéry apod., rybářské náčiní, náročné hračky, rýsovací pomůcky (pravítky, úhlooměry apod.). [9]

2.3.1.5 Chemické zařízení

Části potrubí, ventily a kohoutky, těsnění, části chemických aparatur, speciální chemické nádoby, ochranné pomůcky. [9]

2.3.1.6 Ostatní

Zasklívání budov, přístřešků, nástupišť, bezpečnostní zasklení, protihlukové bariéry, střešní světlíky výrobních i jiných hal, skleníky, zimní zahrady, verandy, vstupní přístřešky, spojovací chodby, školy, sportoviště, výstavnictví, reklama, vnitřní předěly místností, snížené podhledy, speciální účely aj. [10]

3 KOPOLYMER AKRYLONITRIL-BUTADIEN-STYREN (ABS)

Kopolymer akrylonitrilu, butadienu a styrenu (ABS) se zařadil do sortimentu průmyslově vyráběných plastů v padesátých letech minulého století. Vyvinut byl za druhé světové války v Americe pro zbrojní průmysl, který potřeboval lehký, houževnatý a tuhý konstrukční materiál. První vzorky kopolymeru ABS pocházejí z roku 1942. Zahájení průmyslové výroby na bázi akrylonitrilu, butadienu a styrenu se datuje k roku 1948, kdy byl v USA udělen firmě U. S. Rubber Naugatuck Division patent na výrobu ABS ve formě mechanické směsi. Po něm následovala další řada patentů, tentokrát již na bázi polymerací poskytující roubované kopolymery. Zavedením výroby roubovaných kopolymerů ABS se ve srovnání se směsí připravovanou mechanickým smícháním podstatně zlepšila jakost materiálu, zejména jeho zatékavost, tepelná stálost a jeho vzhled. Zvýšená kvalita při zajištění snížení jeho výrobní ceny vedla počátkem šedesátých let k prudkému vzrůstu výroby i spotřeby nejen v USA, nýbrž i v Evropě. Prvním výrobcem v Evropě se stala německá firma Farbenfabrik Bayer. [11]

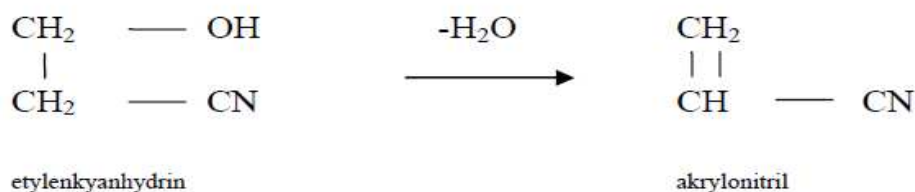
3.1 Výroba

3.1.1 Výroba akrylonitrilu

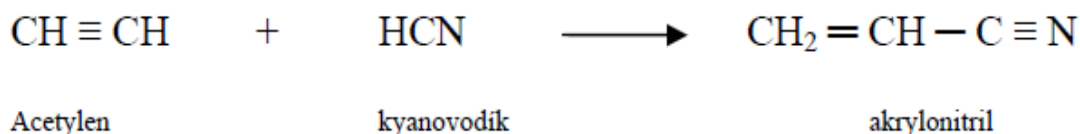
Akrylonitril, běžně označovaný ACN se vyrábí různým způsobem:

1. z etylenkyanhydrinu
2. z acetylenu a kyanovodíku
3. a monooxidací propylenu

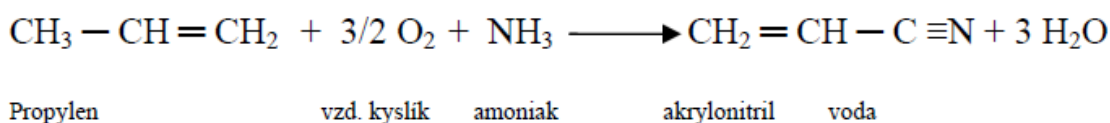
Poslední způsob výroby dnes ve světě převládá a umožnil i podstatné rozšíření výroby tohoto monomeru, neboť je ekonomicky výhodnější než první dva.



První fáze probíhá za přítomnosti katalyzátoru, jímž je alkalický roztok dietylaminu, druhoufází je katalytická dehydratace v plynné fázi na kysličníku hlinitém při 300°C.



Reakce probíhá buď v kapalně, nebo v plynné fázi. Katalyzátory jsou chlorid měďnatý, chlorid amonný a HCl, respektive kyanid sodný na nosiči.



Reakce probíhá při 450°C na molybden-bismutových katalyzátorech. Vedlejšími produkty jsou acetonitril a kyanovodík. Akrylonitril je bezbarvá kapalina o hustotě 0,8 g/cm³, která vře při 77 °C. Má toxické účinky a jeho páry jsou ve směsi se vzduchem výbušné. [11]

3.1.2 Výroba butadienu

Butadien patří mezi nejdůležitější suroviny organické a makromolekulární chemie a připravuje se velmi rozmanitými způsoby. Z řady průmyslově uskutečnitelných postupů je třeba připomenout především výrobu:

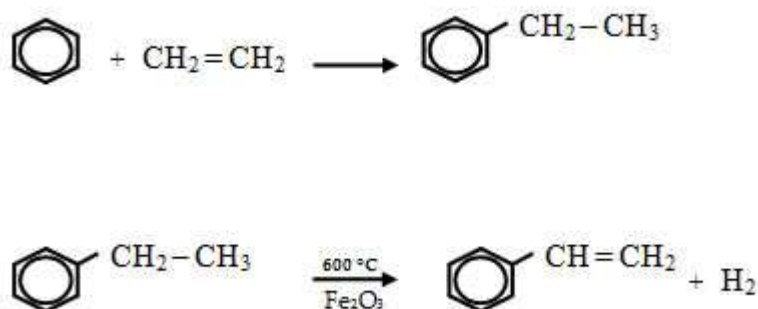
- a) z etanolu podle Lebeděva,
- b) z acetyleny tzv. aldolovým postupem,
- c) dehydrogenací butanu a butenů,
- d) izolací z pyrolyzních plynů.

Poslední postup nabývá v souvislosti s rozvojem pyrolových jednotek stále většího významu pro svou jednoduchost a ekonomickou výhodnost.

Izolace butadienu z pyrolové frakce C₄ je jedním z nejekonomičtějších způsobů získávání butadienu všude tam, kde jsou k dispozici dostatečné kapacity pyrolyzních ethylenových jednotek. Ze směsi uhlovodíků C₄, které odcházejí z pyrolýzy primárních benzínů s obsahem až 45% butadienu, se butadien získává extrakcí, extrakční destilací, chemisorpcí nebo destilací na 100 patrových kolonách. Extrakčním, resp. chemisorpčním činidlem jsou methylpyrrolidon, dimethylformamid, furfural a amoniakální roztoky měďnatých solí. Butadien je za běžných podmínek plyn charakteristického zápachu, má bod varu při -4,4°C a ve směsi se vzduchem je výbušný [11].

3.1.3 Výroba styrenu

Styren patří mezi nejrozšířenější monomery. Průmyslově se prakticky vyrábí dehydrogenací ethylenbenzenu s použitím různých druhů katalyzátorů a různých typů reaktorů.



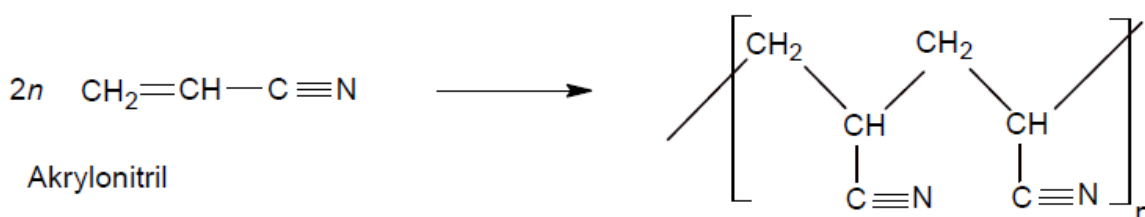
Obr. 5 Schéma přípravy styrenu [12]

Reakce se provádí při zředění ethylbenzenu vodní párou s následným vakuovým dočištěním styrenu. Aby nedocházelo k zarůstání zařízení polymerem, musí se používat stabilizátorů. Styren je bezbarvá kapalina o bodu varu 145°C a hustotě 0,9 g/cm³. Jeho páry tvoří se vzduchem výbušnou směs [11].

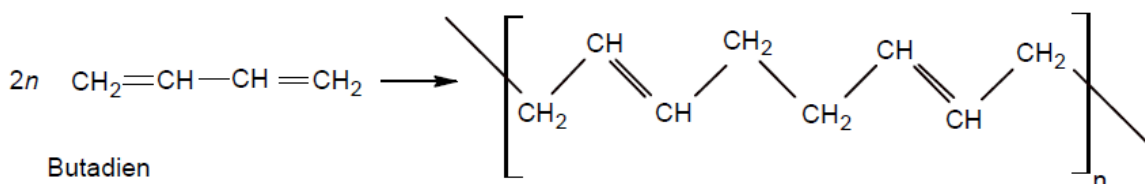
3.1.4 Výroba ABS

Při všech popsaných technologických postupech, ať už jde o mechanicky mísené, či roubované typy kopolymeru ABS, se vychází ze základních monomerů akrylonitrilu, butadienu a styrenu, které v různých stádiích výrobního procesu polymerují a tvoří řetězcehomopolymerů, kopolymerů nebo roubovaných termopolymerů a jejich vzájemné kombinace.

Akrylonitril – polymeruje velmi snadno na homopolymer mající tuto strukturu:



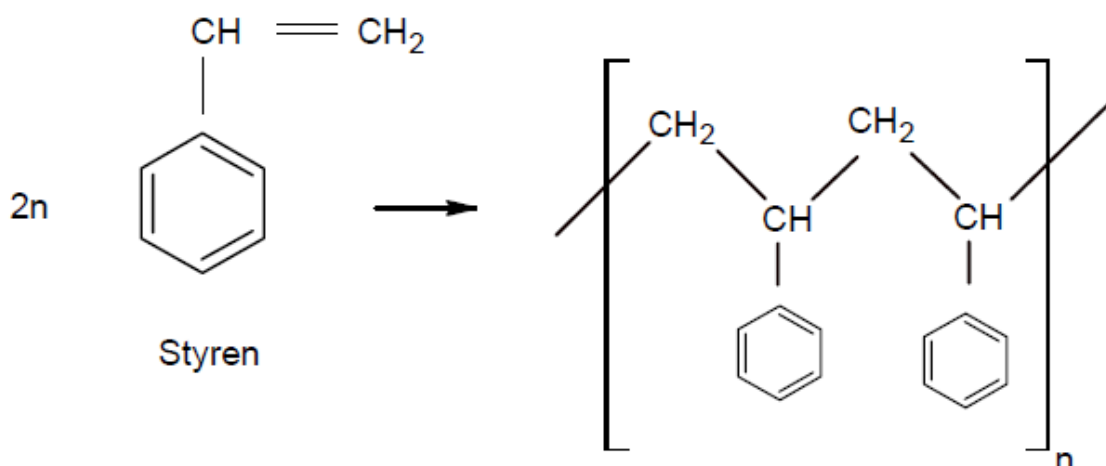
Vyznačuje se velkou odolností proti chemikáliím s výjimkou silně polárních rozpouštědel. Není typickým termoplastem a nemůže se tedy zpracovávat běžným způsobem. Nejběžnějšíje zpracování z roztoku na vlákna.



Butadien – rovněž snadno polymeruje na kaučukovitý polymer následující struktury:

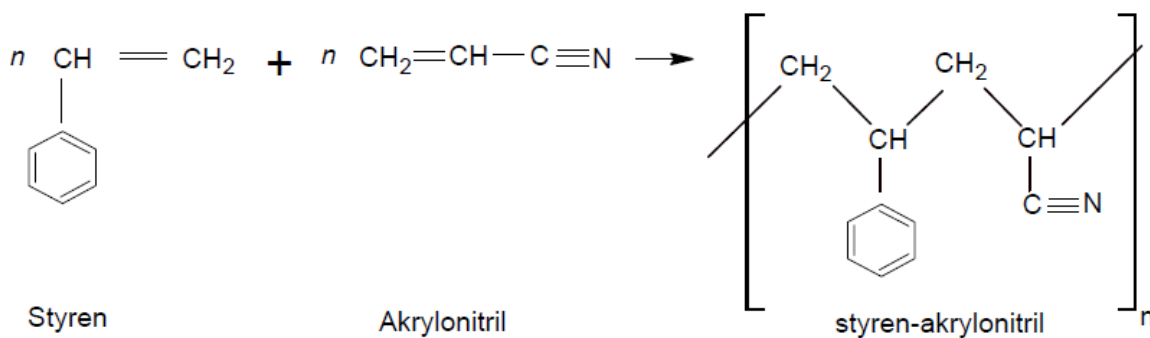
Tento homopolymer vzhledem k tomu, že obsahuje dvojné vazby, velmi dobře vulkanizovatelný má široké použití v průmyslu zpracování syntetického kaučuku. [11]

Styren – tvoří homopolymer velmi snadno nejen při použití iniciátorů, ale i při pouhémpůsobení tepla:

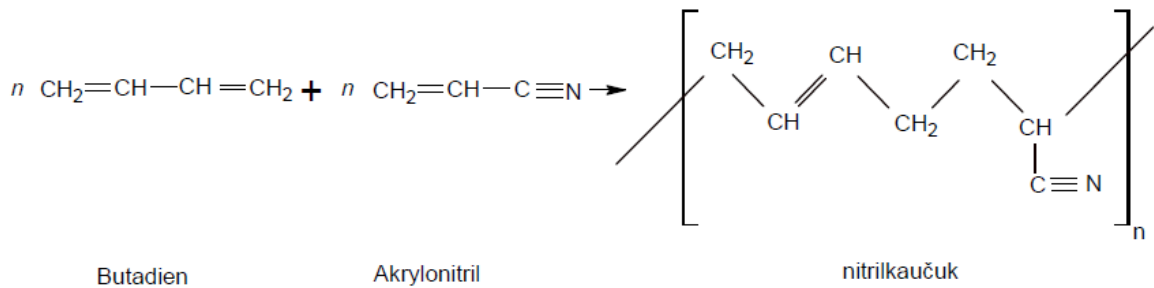


Vzniklý amorfní polymer je průzračný, velmi tvrdý a křehký. Zhotovují se z něj různévstříkované výrobky. Pro zlepšení houževnatosti bývá modifikován butadienovými elastomery.

Styren-akrylonitril – je termoplastický kopolymer, který při jakékoli technologii je vždy zastoupen jako termoplastická složka. Připravuje se iniciovanou polymerací obou monomerů:

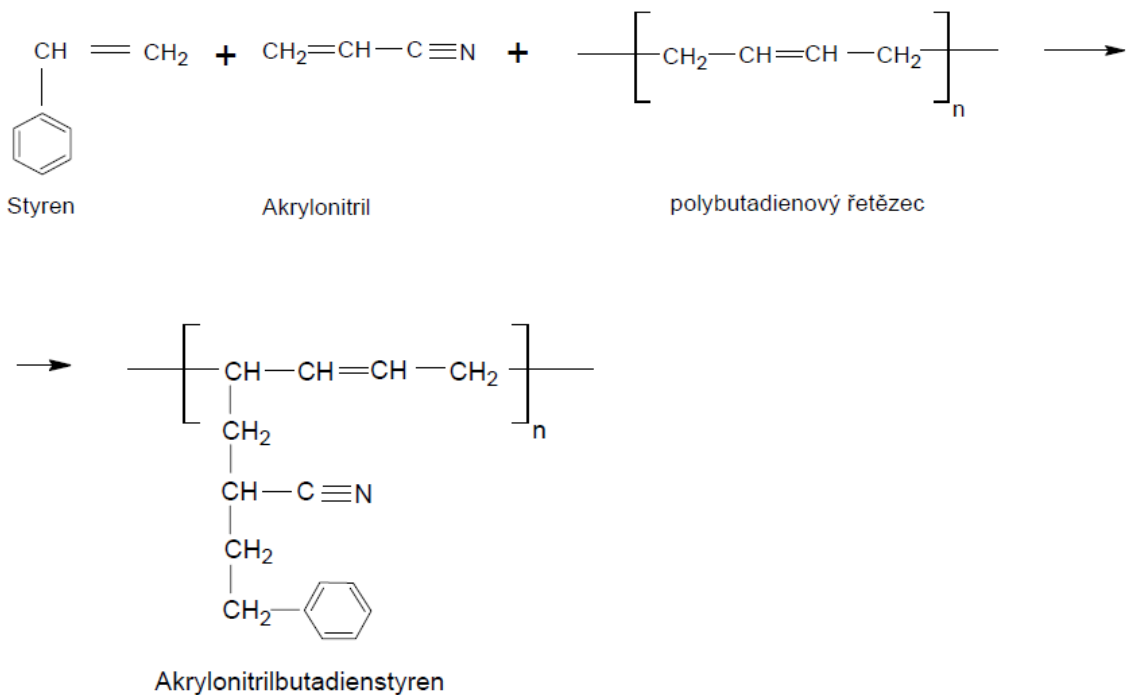


Nitrilkaučuk – je elastomerní kopolymer, který vzniká vzájemnou kopolymerací butadienu a akrylonitrilu. [11]



Elastomery tohoto typu nalézají uplatnění v průmyslu jako speciální kaučuky odolné proti olejům.

Polymer ABS – vzniklý roubováním styrenu a akrylonitrilu na základní polybutadienový řetězec má složitější strukturu, závislou na podmínkách přípravy, ale v podstatě vzniká reakcí:



Vzájemný poměr jednotlivých monomerních jednotek se řídí podle požadavku kladeného na termopolymer při různých aplikacích. Průměrné složení bývá:

21% akrylonitrilu,

25% butadienu,

54% styrenu.

Tohoto složení termopolymeru ABS se dosáhne smísením roubovaného termopolymeru, obsahujícího 50 % butadienu, se stejným podílem styren-akrylonitrilového kopolymeru, obsahujícího 24 % akrylonitrilu. Velkého obsahu butadienu se dosáhne pouze při emulzní polymeraci. Při polymeraci suspenzí nepřesahuje 15%. [11]

3.1.4.1 Konečná úprava ABS

Při každém způsobu přípravy termopolymeru ABS se vyrobený prášek, který se obvykle zasušárnou skladuje jako meziproduct v zásobnících nebo silech, musí upravit dodatečnou přísadou stabilizátorů, antioxidantů a barviv na konečný granulát pro zpracování. K tomuto účelu slouží velké hnětací nebo vytlačovací stroje s velkým hnětacím účinkem. K mísení pigmenty a ostatními přísadami a k homogenizaci dochází přímo v hnětacím stroji popředběžném smísení na běžných míchacích strojích.

Na evropském trhu jsou nejznámější kontinuální hnětací stroje firem Buss (Švýcarsko), Werner Pfleiderer (Německo), Farrel (USA). Přes konstrukční rozdíly jde ve všech případech o kontinuální stroje s velkým mísícím a hnětacím účinkem, jejichž přímou součástí jsou granulátory. Způsob balení je pak shodný jako u ostatních termoplastů [11].

3.2 Vlastnosti

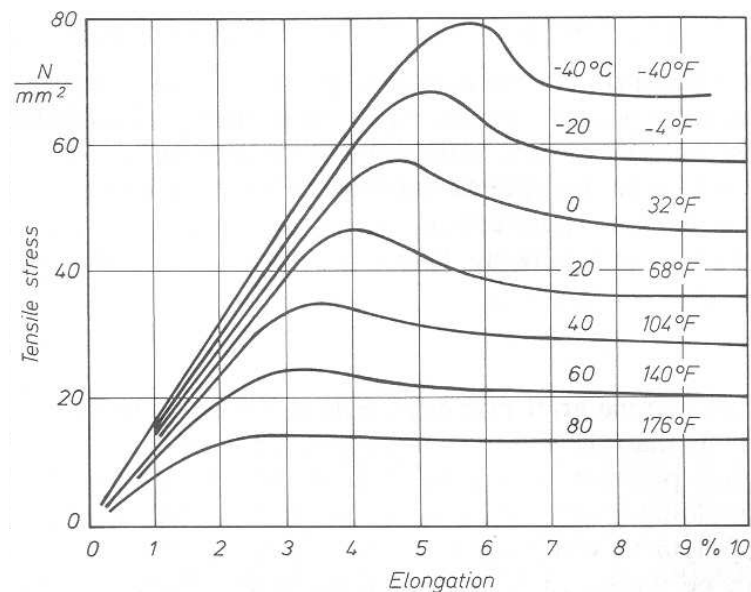
Vlastnost	Jednotka	Houževnatý	Vysoce houževnatý	Tepelně odolný
Hustota	g/cm ³	1,04-1,05	1,02-1,04	1,05-1,07
Modul pružnosti v tahu	MPa	2000-2600	1500-2000	1700-3000
Pevnost v tahu	MPa	40-60	30-45	45-62
Pevnost v ohybu	MPa	70-80	45-65	70-100
Tažnost	%	20	30	do 20
Rázová houževnatost Charpy, 23 °C	kJ/m ²	80-bez lomu	bez lomu	60-bez lomu
Rázová houževnatost Charpy, -40 °C	kJ/m ²	50-60	bez lomu	20-80
Vrubová houževnatost Charpy, 23 °C	kJ/m ²	8-12	20-30	8-16
Vrubová houževnatost Charpy, -40 °C	kJ/m ²	3-5	5-10	1-8
Rázová houževnatost Izod, 23 °C	kJ/m ²	85-100	bez lomu	75-100
Rázová houževnatost Izod, -30 °C	kJ/m ²	50-60	150	40-50
Vrubová houževnatost Izod, 23 °C	kJ/m ²	20-26	35-39	13-23
Vrubová houževnatost Izod, -30 °C	kJ/m ²	6-12	22-25	6-10
Tvrdost kuličkou 358/30	MPa	85-110	65-75	90-135
Tvarová stálost za tepla ISO 75 A (1,8 MPa)	°C	90-100	85-95	95-111
Tvarová stálost za tepla ISO 75 B (0,45 MPa)	°C	95-103	93-101	100-116
Teplota měknutí dle Vicata B	°C	90-105	90-100	102-121
Koeficient délkové teplotní roztažnosti	10 ⁻⁵ .K ⁻¹	8-10	9-12	7-11
Teplota skelného přechodu	°C	90	85	100

Obr. 6 Vlastnosti ABS [13]

- » mimořádně pevný a houževnatý plast
- » odolnost proti šíření trhlin (první trhliny při 10 MPa)
- » odolnost proti tlakovým rázům
- » odolnost proti chvění a vibracím
- » odolnost proti otěru
- » zvýšená tvrdost a odolnost proti poškrábání
- » odolnost proti korozi za napětí
- » vysoká rázová pevnost i při nízkých teplotách
- » mimořádně hladký povrch » může být matný až vysoce lesklý

- » velký součinitel útlumu, tlumí zvuk
- » mimořádně nízká tepelná vodivost, není nutná izolace
- » lze galvanicky pokovovat

Se stoupajícím obsahem kaučuku se zvyšuje houževnatost, ale klesá pevnost, tuhost a teplotní odolnost. Přítomnost akrylonitrilu je částečně příčinou polárního charakteru hmoty, což se projevuje především vyšší navlhavostí plastu, který je nutno před zpracováním vysušit. Použitím různých přísad se dají částečně měnit vlastnosti ABS, např. zvýšit teplotu tepelné deformace nebo omezit šíření plamene a hoření plastů. [13]



Obr. 7 Závislost napětí na prodloužení [13]

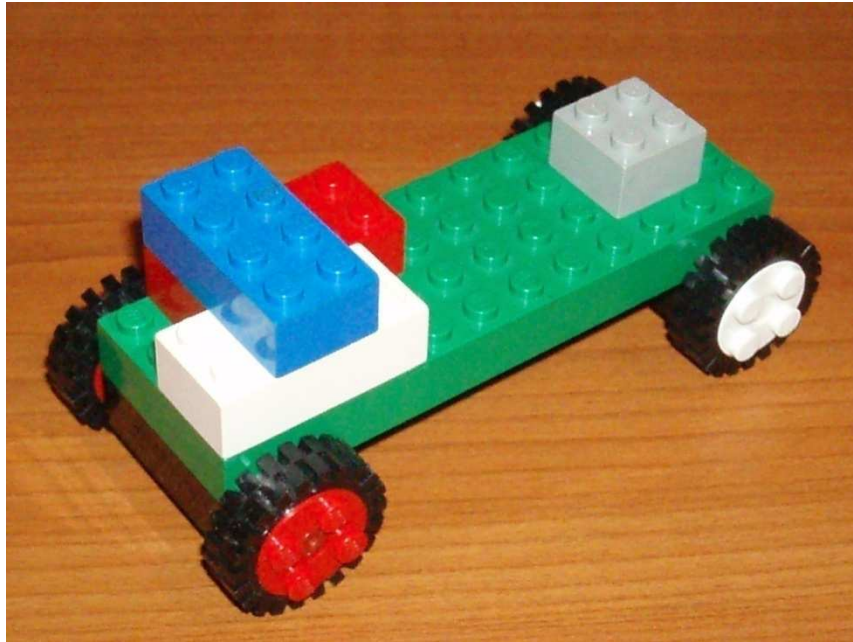
3.3 Aplikace ABS

Existuje mnoho typů ABS materiálů, které se od sebe liší poměrem monomerních složek. Je možné ho „ušít na míru“ podle specifických požadavků uživatele. Při použití různých aditiv se může dosáhnout různých druhů ABS materiálu

- » standardní ABS
- » nárazuvzdorný ABS - v automobilovém průmyslu
- » žáruvzdorný ABS
- » samozhášivý ABS - kryty elektrospotřebičů

» **druhotný ABS** - recyklovaný, s nižší rázovou pevností (méně náročné aplikace; nižší náklady)

» **ABS dekorativní fólie** - pro imitace např. dřevěného povrchu [13]



Obr. 8 Ukázka výrobku z ABS [14]

4 SMĚS POLYKARBONÁTU S AKRILONITRIL-BUTADIEN-STYRENEM

Chemická afinita PC a ABS je natolik vysoká, že jejich směsi se vyznačují jemnou a stabilní fázovou strukturou i bez použití kompatibilizátorů. Směsi PC/ABS se vyznačují vysokou odolností vůči korozi za napětí, vyšší chemickou odolností při zachování tuhosti a houževnatosti materiálu. Významnému rozšíření této směsi pomáhá příznivá cena. V ještě nižší kategorii směsí můžeme nalézt směs PC/ABS, kde je nejméně 40% ABS. Stěžejní použití materiálu je pro výrobu tepelně, mechanicky a elektricky zatěžovaných součástí. Vykazuje příznivé požárně-technické charakteristiky. [13]

4.1 Použití a vlastnosti

Výroba kancelářské elektroniky (tiskárny, kopírky, modemy).

V automobilovém průmyslu se tato směs používá na výrobu interiéru karosérii automobilů.

Dynamika spotřeby tohoto materiálu v automobilovém průmyslu roste.

Směs je navlhavá. Povolný obsah vody je 0,02%.

Vhodné používat šnekové vstřikovací stroje.

Nemělo by docházet k přehřívání taveniny. To vede ke zhoršeným vlastnostem materiálu.

Teplota taveniny při vstřikování je okolo 270 °C.

Vstřikovací tlak 70 až 140 MPa [13]

4.1.1 Speciální vlastnosti směsi PC/ABS

Modul tečení v tahu (0,5% 1000 hod.)	ISO 899-1	1700	MPa
Mez pevnosti v ohybu	ISO 178	80	MPa
Izod-rázová houževnatost při 23 °C	ISO 180/1C	NB	KJ/m ²
Izod-rázová houževnatost při -30 °C	ISO 180/1C	NB	KJ/m ²

Izod-vrubová houževnatost při -30°C	ISO 180/1A	36	KJ/m ²
Izod-vrubová houževnatost při 23 °C	ISO 180/4A	600	J/m
Izod-vrubová houževnatost při -40 °C	ISO 180/4A	350	J/m
Vicat-teplota měknutí B	ISO 306 VST/B/50 (50 N)	118	°C
Index kyselosti LOI	ISO 4589	24	% [13]

5 ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ

Ke zpracování plastů se používá řada technologií. Použitelnost způsobu zpracování plastů je závislá jednak na technologických vlastnostech zpracovávaného plastu, jednak na tvaru a funkci výrobku, kterou má během své životnosti plnit. Podle vztahu mezi plastem vstupujícím do procesu a výsledkem tohoto procesu lze technologie rozdělit do následujících skupin:

- *tvářecí technologie* – zahrnují technologie, při kterých se tvar výchozího materiálu mění zásadním způsobem, tzn., že dochází ke značnému přemístování částic materiálu. Tváření probíhá za působení teploty a tlaku nebo obou vlivů současně. Patří sem vstřikování, vytlačování, lisování, válcování, ale i odlévání, laminování, vypěňování, apod. Výsledkem je buď výroba konečného dílu anebo výroba polotovaru.
- *tvarovací technologie* – zahrnují technologie, u kterých se vychází z polotovaru a hmota mění tvar bez velkého přemístování částic. Může se uplatňovat vliv zvýšené teploty i tlaku, ale také nemusí. Patří sem tvarování desek, výroba dutých těles, ohýbání trubek, obrábění plastů, spojování a spékání plastů.
- *doplňkové technologie* – slouží k úpravě vlastností hmoty před zpracováním (míchání a hnětení, sušení, granulace, přehřev, atd.) anebo naopak k úpravě finálních výrobků (potiskování, natírání, atd.) a také recyklace. [15]

Je zřejmé, že se u jednoho druhu plastu při výrobě finálního výrobku můžeme setkat s technologiemi, patřícími do všech skupin. U každé technologie lze zpravidla vyčlenit tři části, které tvoří:

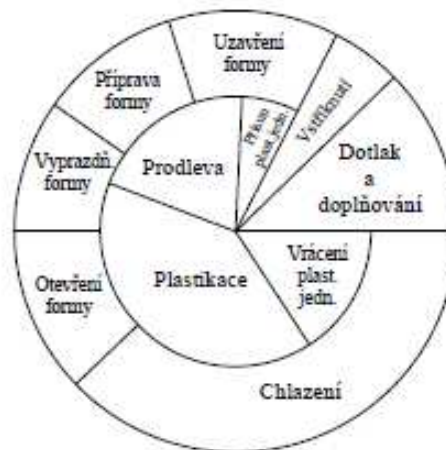
- příprava hmoty nebo polotovaru;
- vlastní zpracovatelský proces;
- dokončovací operace.

Plasty se zpracovávají při takových termodynamických podmínkách, které umožňují dodat jim požadovaný tvar, aniž by byly nepříznivě ovlivněny jejich fyzikální nebo mechanické vlastnosti. Pro tváření, které je provázeno menšími či většími přesuny hmoty je nutné převést plast buď do kaučukovitě elastického stavu, nebo do viskózně tekutého stavu. Čím větší přesuny hmot se požadují, tím musí být teplota vyšší, ale pouze tak, aby se nepřekročila teplota rozkladu.

Proces zpracování je kritickou částí celého procesu výroby konečného výrobku, neboť výrazně ovlivňuje cenu výrobku a produktivitu. Faktory, které se podílejína volbě technologie, jsou: tvar výrobku, velikost výrobku, tolerance na výrobku, materiál (plast), nástroj, stroj. [15]

6 VSTŘIKOVÁNÍ

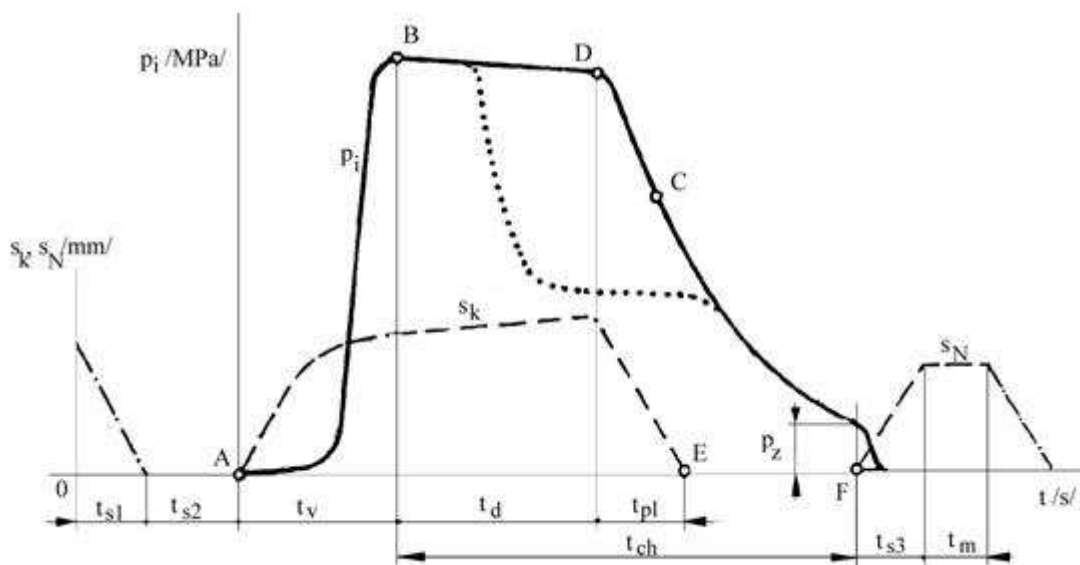
Vstřikování je nejrozšířenějším způsobem výroby požadovaných dílů z plastů. Vyznačuje se poměrně složitým fyzikálním procesem, na kterém se podílí polymer, vstřikovací stroj a forma. V průběhu vstřikování je roztavený plast ve vstřikovacím stroji tlakem dopravován do dutiny formy a tam ochlazen ve tvaru vyráběné součásti. [1]



Obr. 9 Vstřikovací cyklus

6.1 Vstřikovací cyklus

Vstřikovací cyklus se realizuje na vstřikovacím stroji. Připravený granulovaný plast se ve vstřikovacím stroji roztaví, homogenizuje a vstříkne do dutiny formy. Před vstupem taveniny do formy se tato musí připravit. Příprava spočívá v temperaci, vložení kovových komponent, závitových jader apod. [1]



Obr. 10 Průběh tlaku p_i v dutině formy během procesu vstřikování [16]

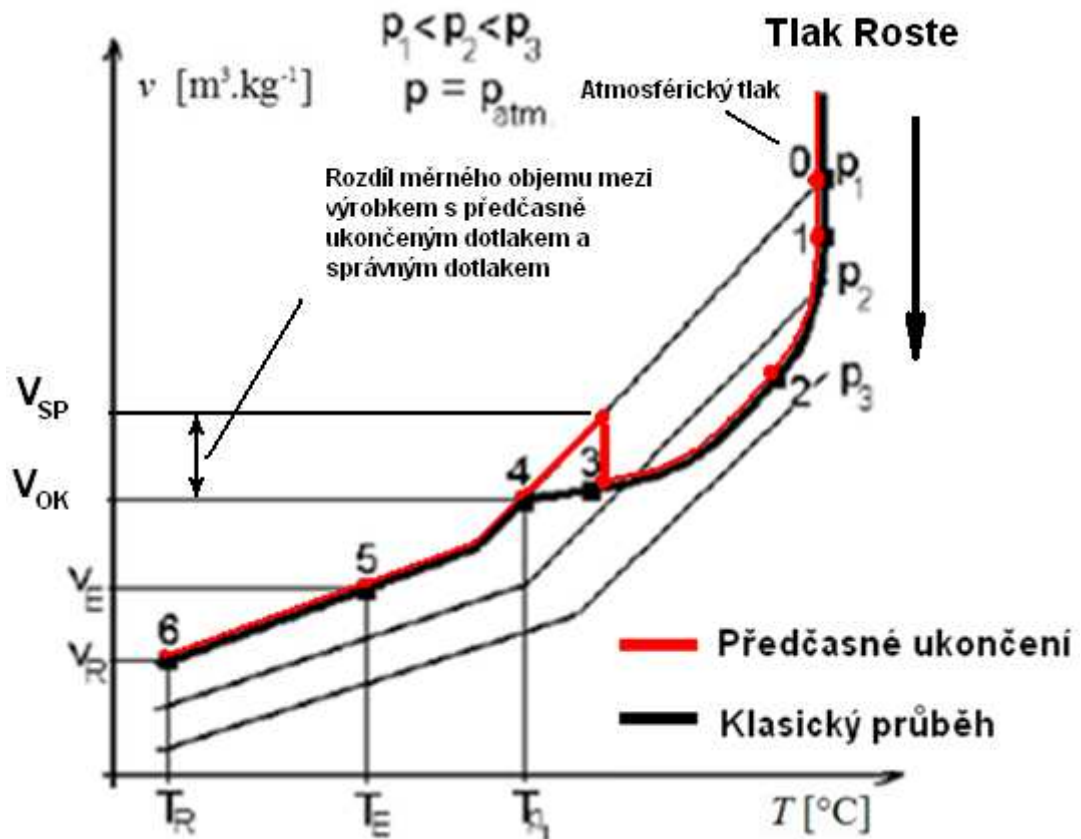
s_k – pohyb šneku, s_n – pohyb nástroje

Na počátku vstřikovacího cyklu je dutina formy prázdná a forma je otevřená. V nulovém čase dostane stroj impuls k zahájení vstřikovacího cyklu, pohyblivá část formy se přisune k pevné, forma se zavře a uzamkne – strojní časy. Tyto činnosti je nutné odlišit, protože na přisouvání formy se musí vynaložit jen malá přisouvací síla F_p , zatímco na uzamknutí je nutno vynaložit značně vyšší uzavírací sílu F_u (až třikrát vyšší), neboť musí být zaručeno, že se forma vlivem tlaku taveniny při vstřikování neotevře. Následuje pohyb šneku v tavicí komoře a začíná vlastní vstřikování roztavené hmoty do dutiny vstřikovací formy. V této fázi šnek vykonává pouze axiální pohyb, neotáčí se a vlastně plní funkci pístu. Po naplnění formy je tavenina v dutině ještě stlačena a tlak dosáhne maximální hodnoty. [16]

Jakmile tavenina vstoupí do dutiny formy, ihned začne předávat teplo vstřikovací formě a chladne. Chlazení trvá až do otevření formy a vyjmutí výstřiku. V praxi se dělí na dobu chlazení při plném vstřikovacím tlaku a na dobu chlazení při klesajícím tlaku. Doba chlazení je závislá na teplotě formy T_F a tloušťce stěny výrobku. Během chlazení se hmota smršťuje a zmenšuje svůj objem, a aby se na výstřiku netvořily propadliny a staženiny, je nutno zmenšování objemu kompenzovat dodatečným dotlačením taveniny do dutiny formy – dotlak. Dotlak může být po celou dobu stejně vysoký jako maximální tlak nebo se

může po několika sekundách snížit a další chladnutí probíhá při sníženém tlaku. Dotlak se proto rozděluje na izobarický a izochorický. Abychom mohli dotlačovat, musí před čelem šneku zůstat určitý objem plastu - polštář, na který bude šnek působit svým čelem. Tento objem nesmí být moc velký (obvykle kolem 10 až 15 %, méně než jednonásobek průměru šneku D), aby nedocházelo k tepelné degradaci hmoty.

Po dotlaku začíná plastikace nové dávky plastu. Šnek se začne otáčet, pod násypkou nabírá granulovanou hmotu, plastikuje ji a vtlačuje do prostoru před čelem šneku. Současně ustupuje dozadu, přičemž musí překonávat tzv. protitlak neboli zpětný tlak. Výška protitlaku ovlivňuje dobu plastikace a tím i kvalitu prohnětení roztaveného plastu. Příliš vysoký protitlak by však mohl způsobit až degradaci plastu. Ohřev plastu během plastikace se děje jednak převodem tepla ze stěn válce, jednak frikčním teplem, které vzniká třením plastu o stěny komory a o povrch šneku a dále přeměnou hnětací práce šneku v teplo. Jestliže je tavicí komora opatřena samo uzavíratelnou tryskou, může plastikace probíhat i při otevřené formě. Dále může nebo nemusí následovat odsunutí tavicí komory od formy. Během pokračujícího chlazení tlak ve formě dále klesá až na hodnotu zbytkového tlaku p_z , což je tlak, pod nímž se hmota nachází ve formě těsně před jejím otevřením. Příliš vysoký zbytkový tlak je příčinou vysokých vnitřních pnutí ve výstřících, které u křehkých hmot mohou způsobovat až samovolné praskání výstřiku. Zbytkový tlak lze snížit buď zkrácením doby dotlaku anebo programovaným průběhem tlaku během dotlaku. Po dokonalém zchladnutí výstřiku se forma otevře a výstřik se vyhodí z formy. [16]



Obr. 11 pvT diagram průběhu vstřikování

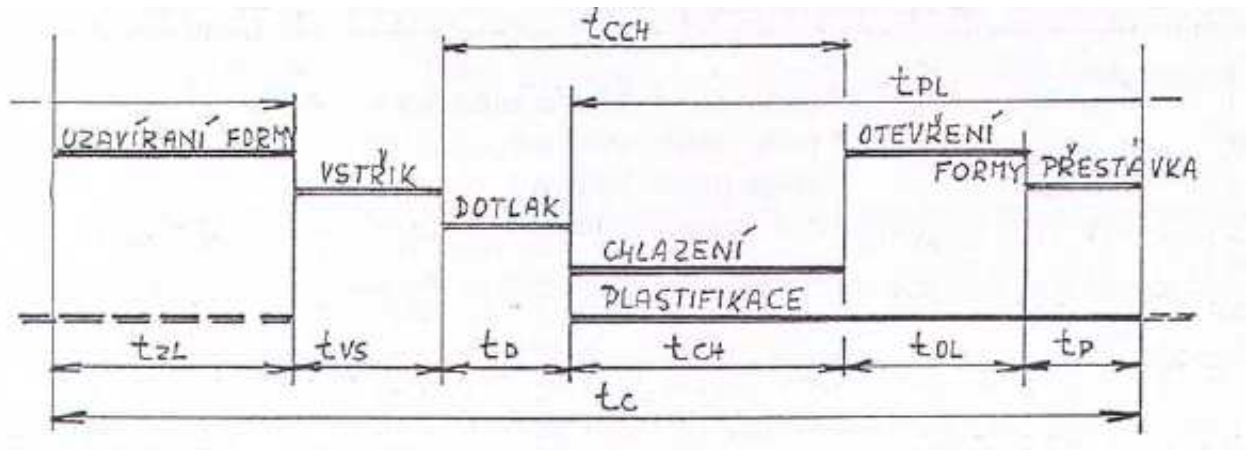
Jednotlivé fáze vstřikovacího procesu:

- 0 – 1: Objemové plnění, 1 – 2: Stlačování taveniny, 2 – 3: Izobarické chlazení,
 3 – 4: Izochorické chlazení, 4–5: Ochlazování na teplotu vyhazování
 5 – 6: Ochlazování na pokojovou teplotu

V_{SP} – Měrný objem při předčasném ukončení dotlaku – Špatný výrobek
 V_{OK} – Měrný objem při plném dotlaku – Dobrý výrobek

6.1.1 Optimální cyklus vstřikovacího stroje

Vyráběné množství výstřiku ovlivňuje především násobnost formy. I pomocí technologie vstřikování můžeme docílit vyšší produkce. To se projeví optimální délkou pracovního cyklu. Jeho délka je výsledkem všech časových průběhů technologických parametrů stroje i chladícího účinku formy. Také konstrukce součásti může délku pracovního cyklu ovlivnit především tloušťkou svých stěn. [1]



Obr. 12 Vstřikovací cyklus v závislosti na technologických parametrech [1]

t_{zL} – čas uzavírání formy, t_{vs} – čas vstřiku, t_d – čas dotlaku, t_{ch} – čas chlazení, t_{ol} – čas otevření formy, t_p – čas přestávky, t_{cch} – čas celkového chlazení, t_{pl} – čas plastikace, t_c – čas cyklu

6.2 Vstřikovací stroj

Vstřikovací stroj jako jeden z hlavních činitelů výroby má nejrůznější uspořádání. Vyžaduje se od něho, aby kvalitou svých parametrů a dokonalým řízením, byla zajištěna výroba jakostních výstřiků. V současné době existuje velký počet různých konstrukcí strojů, které se od sebe liší svým provedením, stupněm řízení, stálostí a reprodukovatelností jednotlivých parametrů, rychlostí výroby, snadnou obsluhou i cenou. Konstrukce stroje je charakterizována podle:

- Vstřikovací jednotky,
- Uzavírací jednotky,
- Ovládání a řízení stroje.

V současnosti se staví především hydraulické nebo hydraulicko-mechanické stroje, většinou stavebnicového uspořádání s různým stupněm elektronického řízení. Modulární řešení je uplatňováno jak v oblastech řízení hydrauliky tak i z vstřikovacích a uzavíracích jednotek. Jejich vzájemnou kombinací se dosáhne optimální konfigurace vstřikovacího stroje s ohledem na požadavky zákazníka. To má přímý vliv na ekonomiku výroby.

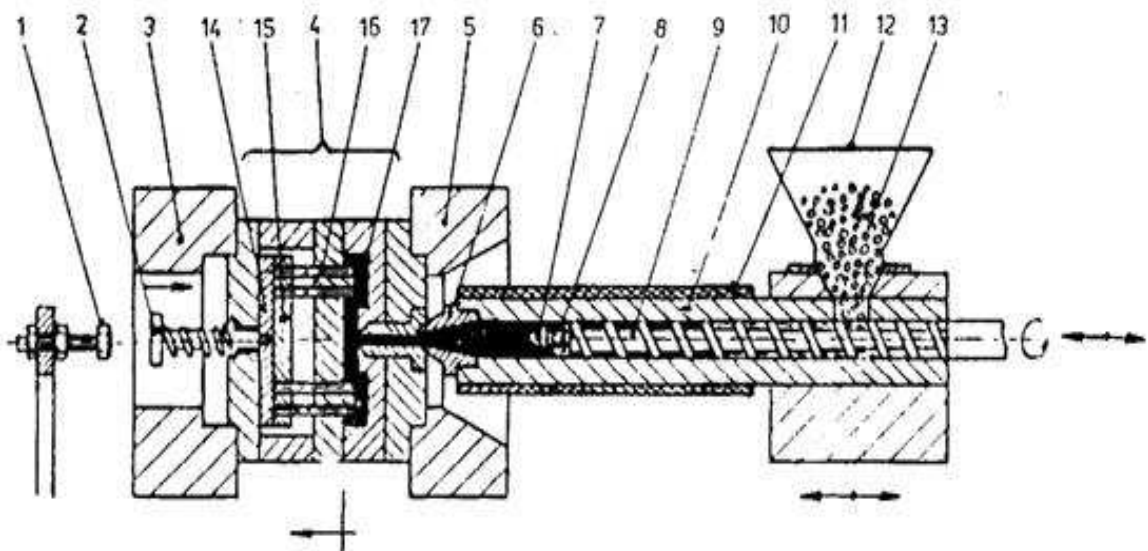
Ovládací a řídicí prvky bývají umístěny na panelu vstřikovacího stroje případně v elektrorozvodné skříni vybavené zásuvkami a vypínači. To umožňuje připojení některých přídatných a pomocných zařízení (temperační, vytáčeční,...). K zvláštnímu vybavení stroje patří jeřáb pro manipulaci s formou na stroji, ejektor pro dopravu materiálu, vyhřívaná násypka, hydraulické vyhazování, zařízení pro ovládání tahačů jader apod. Jejich přehled i s ostatními daty jsou součástí nabídky výrobců vstřikovacích strojů. Koncepce nových generací umožňují nabízet a dodat zákazníkům sestavené stroje přesně podle jejich požadavků a potřeb.

Vstřikovací stroj pro přesné výstřiky vyžaduje aby:

Byl tuhý a pevný při vstřiku.

Měl konstantní tlak, rychlost, teplotu, ostatní parametry a jejich časování.

Měl přesnou reprodukovatelnost technologických parametrů. [1]



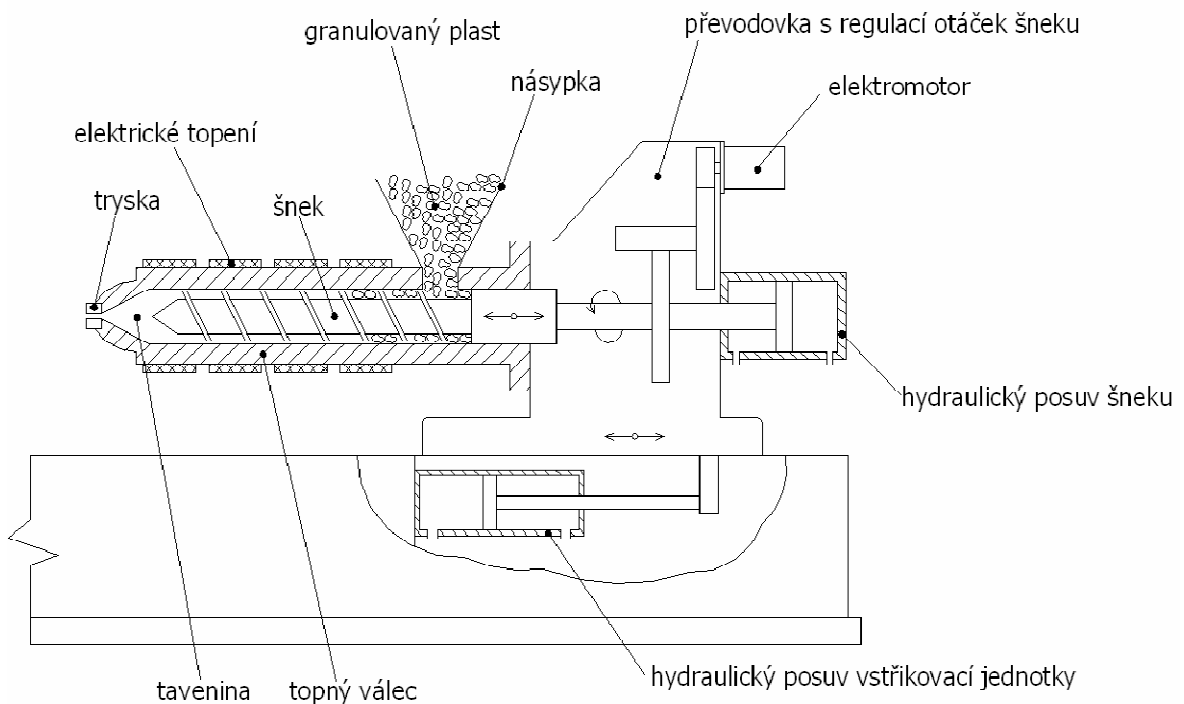
Obr. 13 Schéma vstřikovacího stroje se šnekovou plastikací [16]

1 – doraz, 2 – tyč vyhazovače, 3, 5 – upínací desky, 4 – forma, 6 – vstřikovací tryska, 7 – špiče šneku, 8 – zpětný uzávěr, 9 – šnek, 10 – tavící komora, 11 – topná tělesa, 12 – násypka, 13 – granule plastu, 14 – deska vyhazovačů, 15 – kotevní deska, 16 – vyhazovače, 17 – výstřik

6.2.1 Vstříkovací jednotka

Připraví a dopraví požadované množství roztaveného plastu s předepsanými technologickými parametry do formy. Množství dopravované taveniny musí být menší, než je kapacita vstříkovací jednotky při jednom zdvihu. Při malém vstříkovaném množství zase setrvává plast ve vstříkovací jednotce delší dobu a tím může nastat jeho degradace. To se dá ovlivnit rychlejšími cykly výroby. Maximální vstříkované množství nemá překročit 90% kapacity vstříkovací jednotky, protože je nutná rezerva pro případné doplnění úbytku hmoty přichlazením (z důvodu smrštění). Optimální množství je 80% kapacity vstříkovací jednotky.[1]

Vstříkovací jednotka pracuje tak, že do tavného válce je dopravován zpracováváný plast z násypky pohybem šneku. Plast je posouván šnekem s možnou změnou otáček přes vstupní, přechodové a výstupní pásmo. Postupně se plastikuje, homogenizuje a hromadí před čelem šneku. Šnek se posouvá vzad, do výchozí polohy pro vstříkování. [1]



Obr. 14 Vstříkovací jednotka [17]

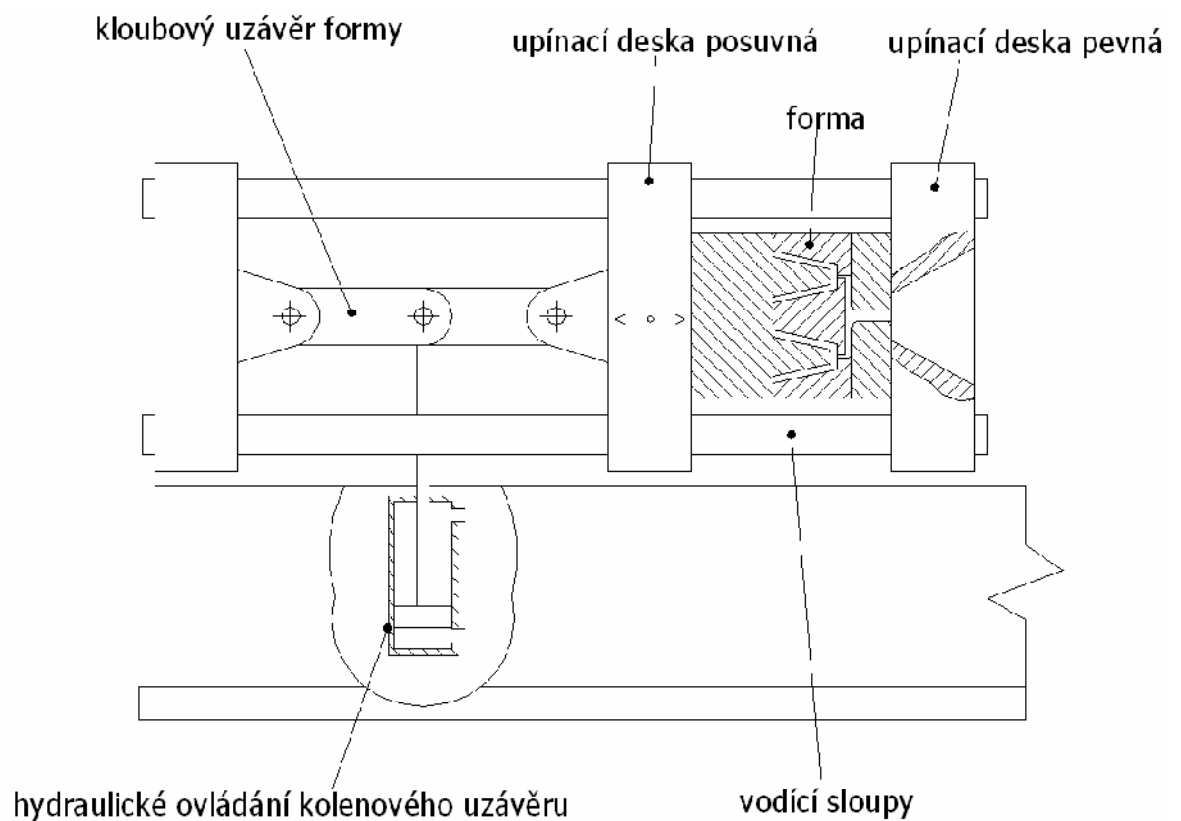
Topení tavné komory je nejčastěji rozděleno do tří pásem (vstupní, střední a pásmo utrsky). Tryska má zvláštní samostatné topení. Část tepelné energie vznikne disipací v materiálu.[1]

Tavná komora je zakončena vyhřívanou tryskou, která spojuje vstříkovací jednotku

s formou. Kuželové 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]

6.2.2 Uzavírací jednotka

Ovládá pohyb vstřikovací formy a zajišťuje její dokonalé uzavření, otevření i případné vyprázdnění. Velikost uzavíracího tlaku je nastavitelná a je přímo závislá na velikosti vstřikovacího tlaku a ploše dutiny a vtoků v dělicí rovině. [1]



Obr. 15 Uzavírací jednotka [17]

Uzavírací mechanismus je ukazatelem kvality uzavírací jednotky a má nejrůznější provedení.[1]

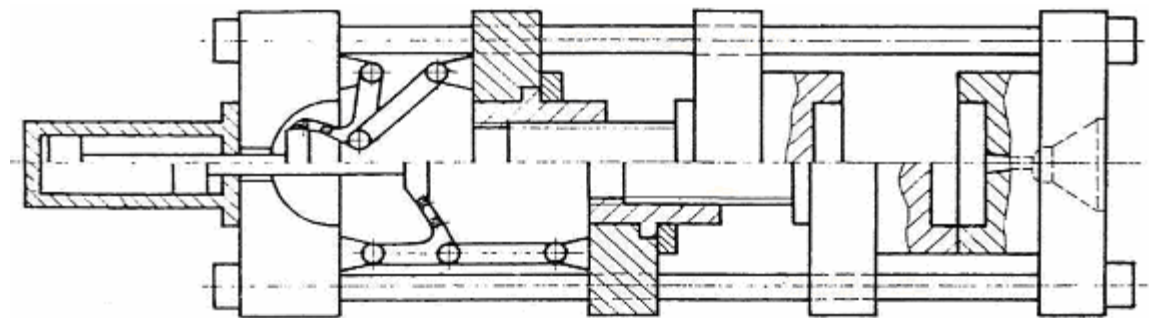
6.2.2.1 *Hydraulické uzavírací jednotky*

Hydraulické uzavírací jednotky umožňují uzavření nástroje hydraulickým tlakem a vyžadují zajištění závorou. Výhodou těchto jednotek je nastavení libovolné hloubky otevření nástroje.[1]

K dosažení velkých uzavíracích sil je však zapotřebí velkých rozměrů hydraulických válců a k zajištění dostatečně vysokých uzavíracích rychlostí značné množství hydraulické kapaliny. Problémy jsou i s utěsněním pístů velkých průměrů. Nevýhodou tohoto uspořádání odstraňuje uzavírací ústrojí s pomocnými hydraulickými válci. Pomocné hydraulické válce mají malý průměr, ale vysoký zdvih. K zajištění vysoké rychlosti při chodu naprázdno postačuje relativně malé množství hydraulické kapaliny o nízkém tlaku. [4]

6.2.2.2 *Hydraulicko-mechanická uzavírací jednotka*

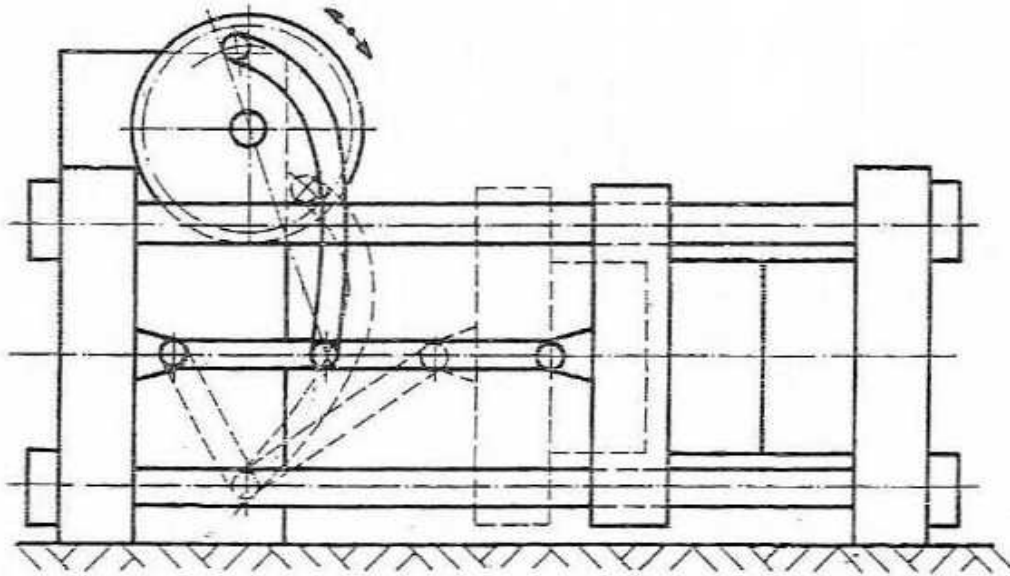
Hydraulicko- mechanická jednotka je nejčastěji používaná u strojů malých gramáží. Zaručuje vyšší rychlost uzavírání, potřebné zpomalení před uzavřením formy a dostatečnou tuhost. Je konstruována jako kloubový mechanismus ovládaný hydraulickým válcem. [1]



Obr. 16 Hydraulicko-mechanická uzavírací jednotka [4]

6.2.2.3 *Elektromechanická uzavírací jednotka*

Hydraulické jednotky jsou velmi energeticky náročné. To vede ke snaze nahradit hydraulickou jednotku elektrickým pohonem, který ovládá klikový mechanismus. Účinnost elektromotoru je dána jeho konstrukcí a způsobem provozu. Účinnost se pohybuje v rozmezí 0,85-0,95. K výhodám elektromechanických uzavíracích ústrojí patří jejich konstrukční jednoduchost, vysoká uzavírací rychlost a snadná automatizace celého pracovního cyklu. Další výhodou je nižší energetická náročnost. [4]



Obr. 17 Elektromechanická uzavírací jednotka [4]

6.2.3 Ovládání a řízení vstříkovačích stroje

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

Novější koncepce vstříkovačích strojů se v současnosti neobejdou bez výkonné procesorové techniky. Místo obvyklé textové formy nastavování technologických parametrů se využívají různější grafické formy řízení pracovního cyklu na displeji se selektivním přístupem k jednotlivým parametrům stroje. Pracovní cyklus sestavený do potřebných programových sekvencí je pak snadno kontrolovatelný a případně i upravitelný. [1]

Koncepčně je takové seřízení rozděleno na [1]:

- sestavení grafu vstříkovačích stroje
- definice a nastavení parametrů
- kontrola procesu

Nastavení stroje je kontrolováno řídicí jednotkou se zpětnou vazbou. Alternativní volba a úprava programu se pak může snadno uskutečnit za pomoci dotykového displeje. Na přesnosti a jakosti výstřiků má řízení stroje rozhodující vliv. Tím že určuje a dodržuje přesnost [1]:

- nastavení velikosti a délky vstřikovacího tlaku, dotlaku, rychlosti vstřiku a chlazení.

Tyto parametry určují především přesnost a toleranci výstřiků.

- nastavením teploty taveniny. Správnou homogenitou taveniny jsou určeny fyzikální a mechanické vlastnosti výstřiků.

Mimo vstřikovací stroj a zpracovávaný materiál ovlivňuje tyto hodnoty také vstřikovací forma. [1]

6.3 Vstřikovací formy

Forma dává tavenině po ochlazení výsledný tvar a rozměry výrobku, při zachování požadovaných fyzikálních a mechanických vlastností. Forma pro zpracování musí odolávat vysokým tlakům, musí poskytovat výrobky o přesných rozměrech, umožnit snadné vyjmutí výrobku a musí pracovat automaticky po celou dobu své životnosti.

Volba materiálu formy závisí na:

- druhu zpracovávaného plastu,
- použité technologii,
- velikosti výrobku a jeho složitosti,
- velikosti série,
- tepelné odolnosti a odolnosti proti opotřebení a korozi, ceně. [1] [5]

6.3.1 Konstrukce formy

Výroba dílu vstřikováním probíhá na vstřikovacím stroji a ve formě v krátkém čase, za působení dostatečného tlaku a teploty a dalších nutných parametrů. Z toho vyplývají základní požadavky na stroj a formu.

U formy se vyžaduje:

- vysoká přesnost a jakost funkčních ploch i celku,
- správná funkce formy,
- optimální životnost,
- maximální tuhost a pevnost.

Výkres součásti spolu s konstrukčním návrhem a dalšími doplňujícími údaji, jsou podkladem pro konstruktéra. Celá koncepce konstrukce vstřikovací formy musí směřovat k možné a snadné výrobní technologii dle stanovených požadavků. [1]

6.3.2 Násobnost formy

Násobnost vstřikovací formy se volí především podle:

- požadovaného množství,
- složitosti, velikosti výrobku,
- typu stroje, který je k dispozici.

Pro malé nebo ověřovací série se volí jednonásobné jednoduché formy s předpokladem minimálního nákladu na jejich výrobu. Pro hromadnou výrobu je nutno vypracovat technický a ekonomický rozbor o volbě násobnosti formy v několika možnostech. [6]

6.3.3 Zaformování výstřiku ve formě

Správné zaformování výstřiku a vhodná volba dělicí plochy (roviny) 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 jako rovina rovnoběžná s upínáním formy. Může však být i šikmá, tvarovaná, případě vytváří u výstřiku s bočními otvory hlavní a vedlejší dělicí plochy. Nepřesnost v dělicí rovině může způsobit nedovření formy během plnění, proto je třeba, aby dělicí plocha:

- umožnila snadné vyjímání výstřiku,
- byla pravidelná, jednoduchého geometrického tvaru,
- probíhala v hranách výrobku,
- stopa po dělicí rovině nesmí být příčinou funkčních nebo vzhledových závad.[1]

6.3.4 Materiály používané při výrobě forem

Formy jsou nákladné nástroje sestavené z funkčních a pomocných dílu. Při výrobě výstřiku se od nich 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 výstřiku,
- podmínkami vstřikování,
- vstřikovacím strojem.

Pro výrobu forem se tedy používají takové materiály, které splňují provozní požadavky optimální míře. Používají se materiály, které mají široký rozsah užitných vlastností tedy:

- oceli vhodných jakostí (11 600, 11 500, 19 015 atd.),
- neželezné slitiny kovu (Cu, Al, atd.),
- ostatní materiály (izolační, tepelné nevodivé atd.).

Oceli jsou nejvýznačnějším druhem používaných materiálu na výrobu forem. Svou pevností a dalšími mechanickými vlastnostmi se dají jen obtížně nahradit. Účelně konstrukce, vhodné vložkování, celková dimenze jednotlivých dílu, tepelné zpracování i způsoby zacházení s formou, to všechno má vliv na kvalitu forem. [18]

7 POTISK PLASTOVÝCH DÍLŮ

Barevné úpravy povrchu polymerních výrobků se řadí mezi základní způsoby deko-
race a nejčastější povrchové úpravy, zejména termoplastů (např. v obalové technice). Vět-
šinou se barevných účinků dosahuje barvami. Tiskové barvy lze vlastně zařadit mezi nátě-
rové hmoty. Způsoby potiskování polymerů byly převzaty z techniky potiskování klasic-
kých plošných materiálů – papíru, textilu a kůže. Protože však syntetické a polysyntetické
polymery mají jiné povrchové vlastnosti než papír nebo textil, musely být příslušně přizpů-
sobeny potiskovací stroje a tiskové barvy.

V současné době se používá čtyř základních metod, kterými se barvy nanášejí na
polymery:

- Tisk z výšky (knihtisk, gumotisk),
- tisk z hloubky
- síťový tisk
- tisk z plochy (offset).

Pro volbu určitého způsobu tisku je rozhodující celkové potiskované množství,
druh materiálu, výrobku a vzoru, počet nanášených barev, úprava povrchu, u fólií tloušťka
a šířka, rychlost potiskování, počet nanášených barev, rychlost potiskování, počet metrů na
jeden vzor a konečná úprava výrobku. [19]

7.1 Tiskové barvy

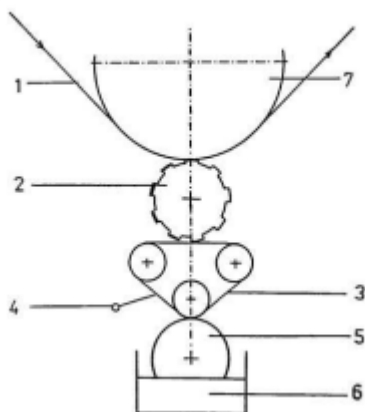
Tiskové barvy musejí mít především dobrou adhezi k potiskovanému materiálu. Tu
lze kontrolovat různými způsoby. Jedním z nejjednodušších, ale také nejpraktičtějších, je
nalepit na potisk lepicí pásku a opět ji odtrhnout. Když na ní nezůstanou stopy po barvě,
lze adhezi považovat za vyhovující. Pigmenty mohou být organické i anorganické. Musejí
se však snášet s pojivem a nesmějí být rozpustné ve změkčovadlech použitých
v potiskovaném materiálu, poněvadž časem by barva migrovala do nitra hmoty a intenzita
tisku by se tím zeslabovala. Jako rozpouštědla a ředidla barev se používají estery, ketony,
chlorované a aromatické uhlovodíky, alkoholy atd. [19]

7.2 Přímý tisk

7.2.1 Tisk z výšky

Při tisku z výšky se barva nanáší na potiskovaný materiál s vyvýšených ploch tiskového válce. Tiskový stroj může mít až 12 tiskových jednotek umístěných na obvodu velkého bubnu, a proto může tisknout až 12 základních barev najednou (při rychlosti asi 60 m min⁻¹). Každá jednotka má samostatný tiskový válec z hliníkové slitiny. Barva se na něj nanáší textilní podložkou, která ji přijímá z nanášecího válce umístěného v zásobníku na barvu (barevníku). Stírací nůž je nepohyblivý a stírá barvu přímo z textilní podložky a nikoliv z tiskového válce, jako je tomu u hlubotisku. Válce jsou proto velmi trvanlivé a mohou potisknout a 5 miliónů běžných metrů materiálu aniž se poškodí.

U knihtisku, také vhodného jen pro fóliové materiály, se místo tiskového válce používá kovových desek (štoků). U flexografického způsobu zase pryžových vzorovaných desek – odkud pramení druhý název této techniky – gumotisk. Vzor se přenáší jejich přitlačováním přímo na potiskovaný materiál.[19]



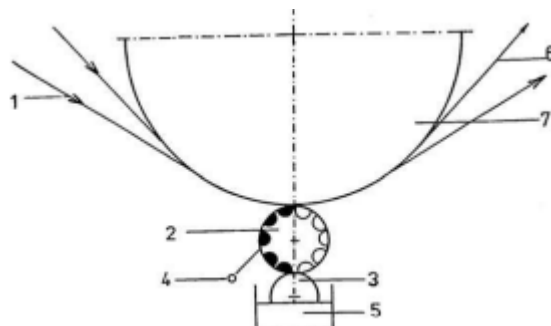
Obr. 18 Schematické znázornění jednotky pro tisk z výšky [19]

1 – potiskovaná folie, 2 – tiskový válec, 3 – textilní podložka, 4 – stírací nůž, 5 – nanášecí válec, 6 – barevník, 7 – přítlačný válec

7.2.2 Tisk z hloubky

Tisk z hloubky (hlubotisk) je vlastně protikladem tisku z výšky. Barva se nanáší na potiskovaný povrch z prohlubní tiskového válce. Jejich hloubka určuje množství nanášené

barvy a také její sytost, což umožňuje vytvářet polostíny a další tiskové efekty. Pro tyto možnosti velmi pěkného vícebarevného potiskování je hlubotisk dosud nejrozšířenějším způsobem potiskování folií, zejména z měkčeného polyvinylchloridu.

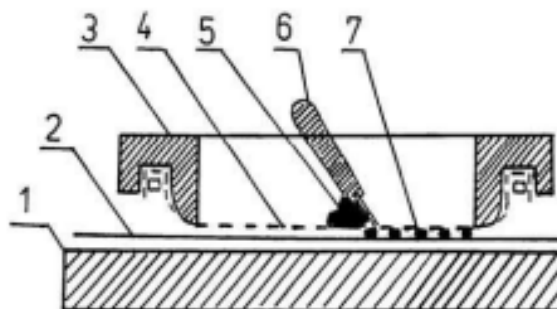


Obr. 19 Schematické znázornění jednotky pro tisk z hloubky [19]

1 – potiskovaná folie, 2 – tiskový válec, 3 – nanášecí válec, 4 – stírací nůž, 5 – barevník, 6 – podložka, 7 – přítlačný válec

7.2.3 Síťový tisk

Síťovým tiskem (sítotiskem) lze potiskovat výrobky ploché i prostorové. Jeho principem je protlačování barvy otvory síta natíracím nožem (stěrkou) na potiskovaný povrch. Síta jsou zhotovena z jemného hedvábného, měděného nebo polyamidového pletiva s počtem ok od 50 do 100 na čtvereční milimetr. Obraz (šablona) se na sítu vytváří fotochemicky pomocí světlocitlivé vrstvy. Při potiskování se buď síto v rámu z plastu, nebo nerezové oceli položí na předmět a nůž přes síto přejíždí, nebo je naopak nůž nehybný a rám pohybující se současně s předmětem pod ním projíždí. Nepřetržitý způsob tisku fólií je umožněn při tzv. rotačním sítotisku, kde síto tvoří plášť válce. [19]



Obr. 20 Schematické znázornění sítotisku [19]

1 – pracovní stůl, 2 – potiskovaná folie, 3 – rám, 4 – síto, 5 – barva, 6 – stěrka, 7 – tisk

7.3 Nepřímý tisk

Při tzv. nepřímém potiskování se barva požadovaného vzoru nejdříve nanese na vhodný podklad, např. impregnovaný papír nebo opryžovaný válec, a z něj teprve na potiskovaný povrch. Hlavním představitelem nepřímého potiskování je ofsetový tisk, kterým se dosahuje největších potiskovacích rychlostí. Vzor se tiskne na základě rozdílné výšky tiskové plochy barvou, získané využitím nesnášenlivosti tuku s vodou. [19]

7.3.1 Tamponový tisk

Tampónový tisk je specifická technika nepřímého hlubotisku, při kterém nanesená tisková barva na povrch vyleptané formy je přenášena na povrch tampónu a dále při jeho deformaci podle tvaru potiskovaného předmětu tlakem na potiskovaný předmět.

Základy tampónového tisku lze sledovat v hodinářské a keramické výrobě. Kde ruční kreslení ciferníků a drobných motivů byla nahrazena jednoduchým přetiskováním rytin pomocí želatinových tampónů, vyrobených z kostní moučky a tvarovaných v odlévacích formách. Tisková strana tampónu se nahřála nad plamenem a po ochlazení vznikl lesklý a rovný povrch, jenže byl moc lepkavý, tak se na jeho povrch nanese jemný pudr a tím byla možnost přenosubarvy. [20]

Podle tvaru tiskové formy rozlišujeme tamponový tisk s plochou tiskovou formou a rotační tampónový tisk, kdy tisková forma má podobu hlubotiskového válce. Tiskovou formou je tedy tisková deska nebo válec. Do povrchu tiskové formy je vyleptán motiv v pravidelné hlubotiskové síti, která slouží jako opora pro stěrač. Podle charakteru tiskových prvků dělíme hlubotisk na:

Klasický hlubotisk: který má tiskové body konstantní v ploše, ale variabilní v hloubce. Různá tónová hodnota obrazu je vytvářena různou výškou nánosu barvy, podle hloubky tiskové jamky.

Autotypický hlubotisk: má tiskové jamky variabilní v ploše, ale konstantní v hloubce.

Poloautotypický hlubotisk: má tiskové jamky variabilní v ploše i v hloubce. Přenosovým prostředkem barvy je tedy prostorový tampon ze speciálního elastického materiálu. Tisková forma spolu s tamponem mají rozhodující význam pro kvalitu tisku. Podle požadavků jaké klademe na tisk, můžeme použít různé druhy

tiskových forem jako ocelovou tiskovou formu, měděnou, plechovou nebo plastovou. [20]



Obr. 21 Tamponový tiskový stroj [21]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce je návrh technologie, strojů a zařízení pro výrobu plastového dílu, jeho povrchovou úpravu potiskem včetně ekonomického zhodnocení návrhu.

9 VÝROBA DÍLCE

Zadaný plastový díl (obr. 22) se bude vyrábět technologií vstřikováním a vstřikovaným materiálem bude PC + ABS. Hotový výrobek bude následně potisknut pomocí tamponového tisku, opticky zkontrolován operátorkou a zabalen do příslušného obalu.

Protože zadaný výrobek nemá zcela rovnou plochu, na které má být umístěn potisk, zvolila jsem metodu tamponovým potiskem, která je vhodná jak pro rovné plochy, tak i pro tvarované plochy a navíc je zde také možnost tisknout dvěma a více barvami najednou.

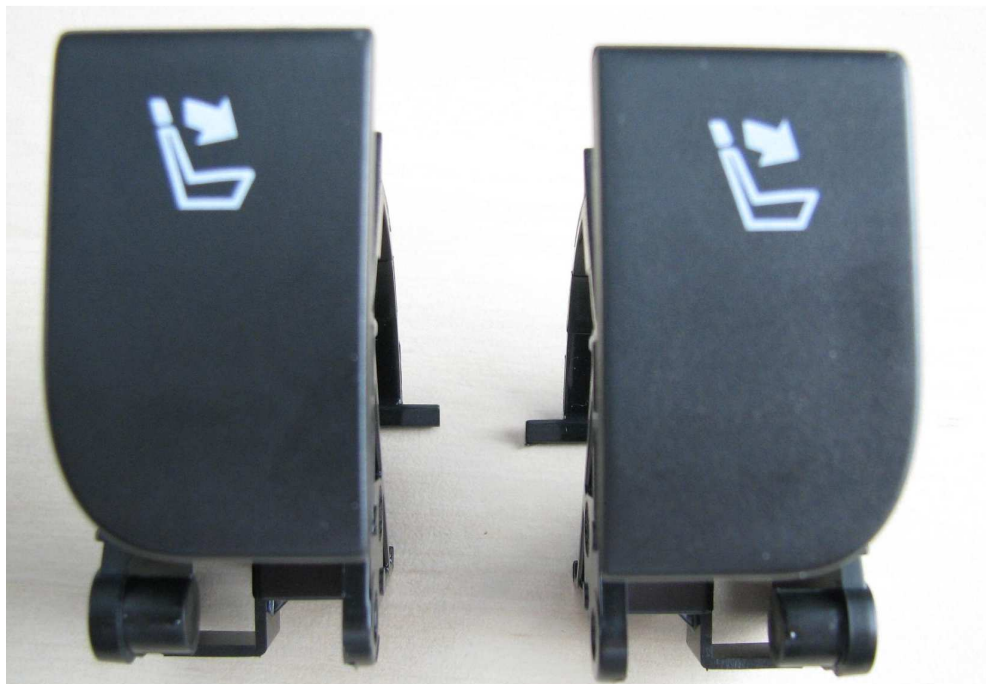
Použité stroje a zařízení:

Vstřikovací stroj Demag

Sušicí zařízení granulátu Wittmann

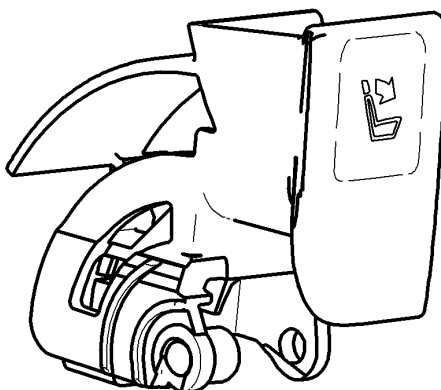
Robot Kuka

Potiskovací tamponový stroj



Obr. 22 Ovládací tlačítko – vlastní zdroj

9.1 Vstříkovaný dílec



Obr. 23 Náčrt hotového výrobku

Vstříkovaný dílec je určen do automobilu jako ovládací páka. Jeden zdvih se skládá ze dvou součástí a to levá páka a pravá páka.

Hmotnost jednoho dílu včetně vtokového zbytku je 23g. Základní rozměry jsou šířka 33,1 mm, výška 61,3 mm, zbylé rozměry jsou uvedeny ve výkresu, viz příloha 2.

9.1.1 Použitý materiál a potiskovací barva

Jak již bylo zmíněno, na výrobek bude použit materiál PC+ABS, obchodní název je PULSE PC/ABS A35 – 105 a dodavatelem je STYRON. V příloze 3 je uveden materiálový atest s jeho vlastnostmi. [25]

Materiál se bude sušit při 110°C po dobu 4 hodin.

Poněvadž se bude vyrábět díl v černé barvě, bude potiskovací barva použita bílá, viz obr. 22. Pro potisk byla vybrána barva TAMPASTAR od dodavatele MARABU, který zaručuje vhodnost pro požitý materiál. Přehled některých vlastností je uveden v tabulce 4.

Tab. 4 Přehled vlastností barvy TAMPASTAR [26]

Typ:	Ředidlová 1 nebo 2 složková
Schnutí:	Velmi rychlé
Lesk:	Lesklá

Kryvost:	Dobrá
Základních odstínů:	17
Euro odstíny:	4
Speciální odstíny:	Zlatá, stříbrná

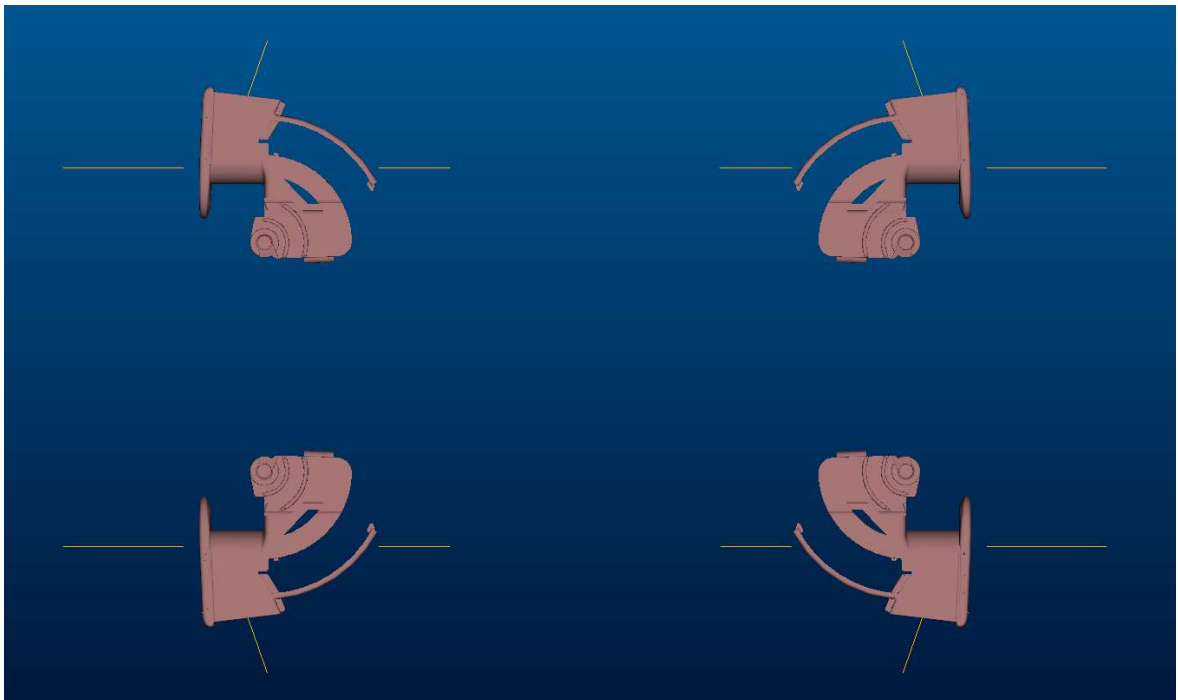
9.2 Nástroj na výrobu zadaného plastového dílu

Pro výrobu nástroje byla řešena nejprve násobnost formy. Jelikož díl má být zhotoven ze dvou otisků, tj. levý a pravý otisk, tak byly navrženy dvě varianty a to varianta 1+1 (levá + pravá) nebo 2+2 (2 levé + 2 pravé). Po uvážení daných možností a vyhodnocení, bylo rozhodnuto, že se bude vyrábět nástroj ve variantě 2+2, tj. dva levé a dva pravé díly. Na obrázku 24 je znázorněno rozložení jednotlivých dílů ve formě.

Rozměry jednotlivých nástrojů

Varianta 1+1: 510 x 396 x 546 mm (v x š x h)

Varianta 2+2: 560 x 596 x 696 mm (v x š x h)



Obr. 24 Rozmístění dílů ve formě

9.3 Vstřikovací stroj Demag

Pro výrobu zadaného plastového dílce je použit vstřikovací stroj firmy DEMAG a robot KUKA a sušící zařízení.

DemagSystemec280je hydraulický vstřikovací stroj. Byl zvolen proto, že rozměry mezi vodícími sloupy odpovídají rozměrům nástroje. Navíc je k němu i přidružen robot KUKA. Vstřikování na tomto stroji je plně automatizováno.



Obr. 25 DemagSystemec 280/630-1450 Performance [24]

9.3.1 Parametry stroje DemagSystemec 280/630-1450 Performance

Tab. 5 Tabulka technických parametrů [24]

Hlavní technické parametry	
Uzavírací síla	2800kN
Uzamykací síla	3080kN
Otevření formy max.	675 mm
Výška formy min./max.	330/830 mm
Světlost mezi deskami	1505 mm
Rozměr upínacích desek	930x930 mm

Rozměr mezi sloupy	630x630 mm
Max.váha formy	4300 kg
Průměr šneku	50 mm
Poměr L/D	20
Vstřikovací tlak – max.	2426 bar
Objem vstřiku	530 ccm
Hmotnost vstřiku (PS)	482 g
Rychlost vstřiku (PS)	306 ccm/s
Plastifikační výkon	41 g/s
Výkon čerpadla	45 kW
Celkový instalovaný výkon	60 kW
Olejevá náplň	549 l
Rozměry stroje (DxŠxV)	6,8 x 1,9 x 2,3 m
Hmotnost stroje (bez oleje)	12700 kg

9.4 Robot KUKA KR 16 – 2

Použitý robot má možnost se pohybovat v šesti osách, což umožňuje lepší dodržení cyklů, eliminaci lidského zásahu do formy při odebírání výstřiků. Je zde možnost měnit úchopové hlavice robota, které jsou sestaveny pro každý výrobek jednotlivě. Robot po vybrání výstřiků ukládá díly na pás, kde na jeho konci je obsluha, která výstřik založí do přípravku na potisk.



Obr. 26 Robot KUKA KR 16 – 2 [24]

9.4.1 Parametry pro robot KUKA KR 16 – 2

Tab.6 Tabulka technických parametrů [24]

Technické parametry	
Zátěž	
Nosnost na přírubě	16 kg
Přídavná zátěž na 3. ose	10 kg
Pracovní zóna	
Maximální dosah	1610 mm
Další údaje a provedení	

Počet os	6
Přesnost opakování	<+/- 0,05 mm
Hmotnost	235 kg
Montážní polohy	podlaha / strop
Řídicí systém	KR C2

9.5 Potiskovací stroj

Pro výběr potiskovacího stroje jsem vybírala od několika dodavatelů. Co se týká našich požadavků, byli vybráni dva dodavatelé, kteří nějakým způsobem tyto požadavky splnili.

9.5.1 Potiskovací stroj TPX 201 od dodavatele A

Dodavatel A nabídl stroj TPX 201 jež má dostatečnou pracovní plochu, dotykovou obrazovku se snadným ovládáním, a s integrací dalších periferních zařízení. Velkou výhodou je individuální nastavení ve všech osách. Jeho předností je možnost tisknout až čtyřmi barvami. Dále mezi jeho přednosti patří možnost výměny karuselového stolu za posuvný, kde lze upnout přípravek, jež zajišťuje polohu dílů pro potisk.

Součástí tohoto stroje jsou automatické ředění, automatické čištění, termodifuzní jednotka, a karuselový nebo posuvný stůl, také pohárky s držáky.



Obr. 27TPX 201 [21]

Tab.7 Parametry potiskovacího stroje od dodavatele A [21]

TECHNICAL DATA	TPX 200	TPX 201
Ink cup sizes (ø mm):		56 72 86 96 115*
Max. number of colours:	4	4
Standard plate sizes (mm):	up to 350 x 120	up to 350 x 220
Oval ink cup sizes (mm):		120 x 96 140 x 70 226 x 116*
1. Print capacity:	max. 1600 cycles per hour	
2. Drive:	horizontal and vertical pad stroke with servo-motor / inking mechanism pneumatic	
3. Force of pressure:	2100 N based on central force	
4. Electric supply:	230V / 50Hz	
5. Control unit:	PLC processor Omron / Touchscreen	
6. Working area:	up to 252 mm without pad cleaning device	
7. Weight (excl./incl. base):	approx. 162 / 260 kg	
8. Dimensions:	width	height depth
(excl. machine base)	632 mm	733 mm 1164 mm
9. Optional peripherals:	pad cleaning device, thinner injector, shuttle tables, transfer cart, rotary tables, swingtable	
10. Optional accessories:	coordinate tables, machine bases, pad & part sliding devices, and receiver tables	

* with overlapping cup

We reserve the right to make technical changes without prior notice

9.5.2 Potiskovací stroj V 90/90 Duo Hermetic Systém 2x Ø90

Dodavatel B, který nabízí stroj V 90/90 Duo Hermetic systém vyzdvihuje tyto vlastnosti stroje – unikátní střídání tamponů do „V“, integrované automatické čištění tamponů, nezávislé naprogramování každé tiskové jednotky, měřicí systém ředění, systém na zachycení zbytkové barvy, nožní ovládání. Nevýhodou je, že zde není možnost výběru mezi karuselovým a posuvným stolem. Navíc je zde menší pracovní plocha a není dostatečně přehledný display.



Obr. 28V 90/90 Duo Hermetic Systém 2x Ø90 [24]

Tab.8 Parametry potiskovacího stroje od dodavatele B [24]

V-DUO	90
Built-in model	yes
Floor standing model	yes
Ink/doctoring cup diameter	90 mm
Cycles/hour	up to 1,200
Cliché size max.	100 x 215 mm
Print image size, max. diameter	80 mm
Tampon stroke onto component linearly adjustable	0 - 160 (200) mm
Printing pressure	1.170 N
Drive	electro-pneumatic
Control	PLC
Connected load	0.5 kW
Supply voltage (special voltage possible)	230 V/ 1-phase
Control voltage	24 V/DC
Air consumption/cycle	9 NL
Pneumatic supply fine filter 5 µm	6 bar
Width	600 mm
Length	780 mm
Height of built-in model	710 mm
Height of floor standing model	1,550 mm
Weight of built-in model	160 kg
Weight of floor standing model	280 kg
Interface	25 pins

9.5.3 Výhody a nevýhody vybraných potiskovacích strojů

Výhodou obou strojů je jejich mobilita, jejich rozměry jsou relativně malé. Co se týká rozdílů mezi jednotlivými stroji, tak je to zejména příslušenství. Stroj od dodavatele A nabízí možnost výběru mezi karuselovým (není zde omezení vkládat díly přímo pod tampon) a posuvným stolem (u posuvného stolu je možnost vyrobení si vlastního přípravku pro ustavení různých plastových dílů), kdežto dodavatel B nabízí jen zakládání rovnou pod tampony. Což je z praktického hlediska docela nevhodné. Dalším podstatným rozdílem jsou cykly, jež jsou jednotlivé stroje vydat. Rozdíl v cyklech činí až 400 cyklů za hodinu. Síla tlaku tamponu na plastový díl je u TPX 201 2100 N, zatímco u V – DUO 1170 N.

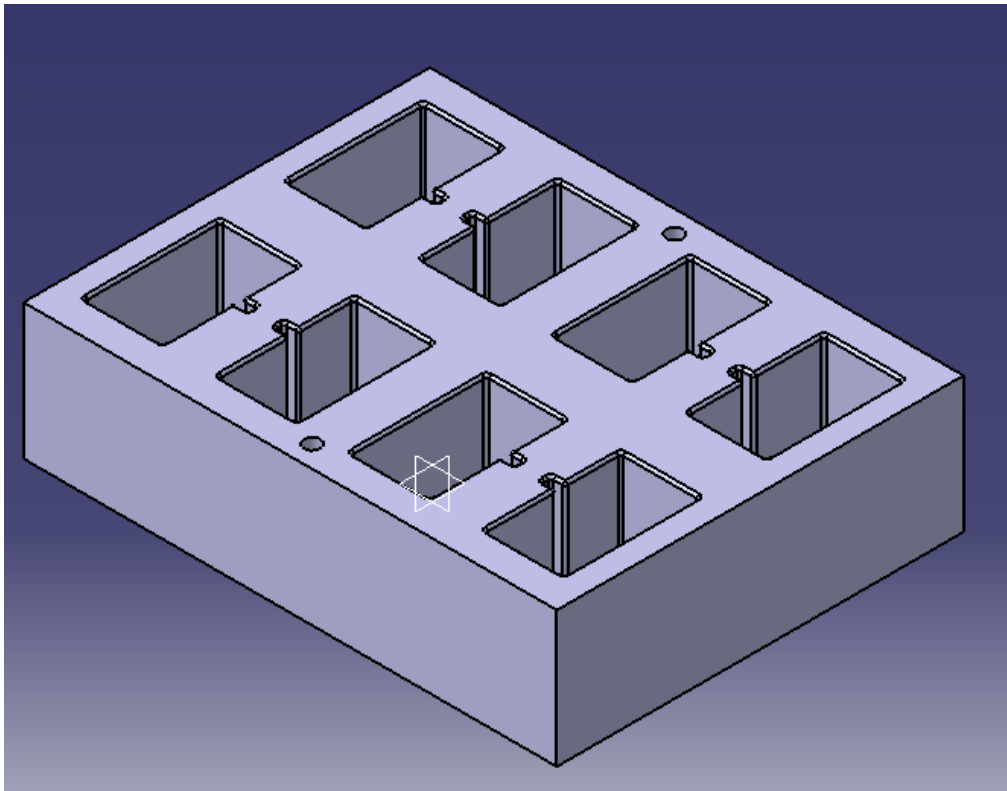
9.6 Návrh přípravku

Zatímco dodavatel A nabízí možnost posuvného stolu, bylo po zvážení nákladů na výrobu ustavovacího přípravku ustanoveno, že si jej vyrobíme svépomocí. Proto jsem navrhla jednoduchý přípravek pro ustavení zadaného plastového dílu.

Jelikož se jedná o čtyřnásobnou formu, byl navržen přípravek tak, aby bylo možné zachovat cyklus stroje a taktéž cyklus chodu celé linky a hlavně aby byla jednoduchá manipulace na vkládání dílů obsluhou do přípravku.

Tento nástroj je schopen pojmout až 8 kusů dílů, tj. dva zdvihy. Přípravek je koncipován tak, aby po potisknutí jednotlivých dílů měla operátorka čas na kontrolu samotného dílu a také zabalení.

Ustavovací přípravek je vyroben z hliníkové slitiny.



Obr. 29 Navrhnutý přípravek

9.7 Manipulace s výrobkem

Na začátku všeho se musí nejprve vysušit materiál, následně vstřikovací stroj automatizovaně vystříkne požadovaný tvar dílce. Po ochlazení se otevře forma, vyhazovače vysunou výstřiky a vtokové zbytky spadnou do předem připravené bedny, robot vytáhne z dutiny formy výstřiky a pokládá je na pás. Na šířku pásu se vejdu dva zdvihy. Na konci pásu stojí operátorka, která vkládá jednotlivé díly do přípravku na potiskovacím stroji. Po obsazení všech míst zadá na potiskovacím stroji tisk a po jeho proběhnutí operátorka vyjí-

má dílce z přípravku, kontroluje, zda je díl v pořádku a následně ukládá do předem připravených obalů dle balícího předpisu.

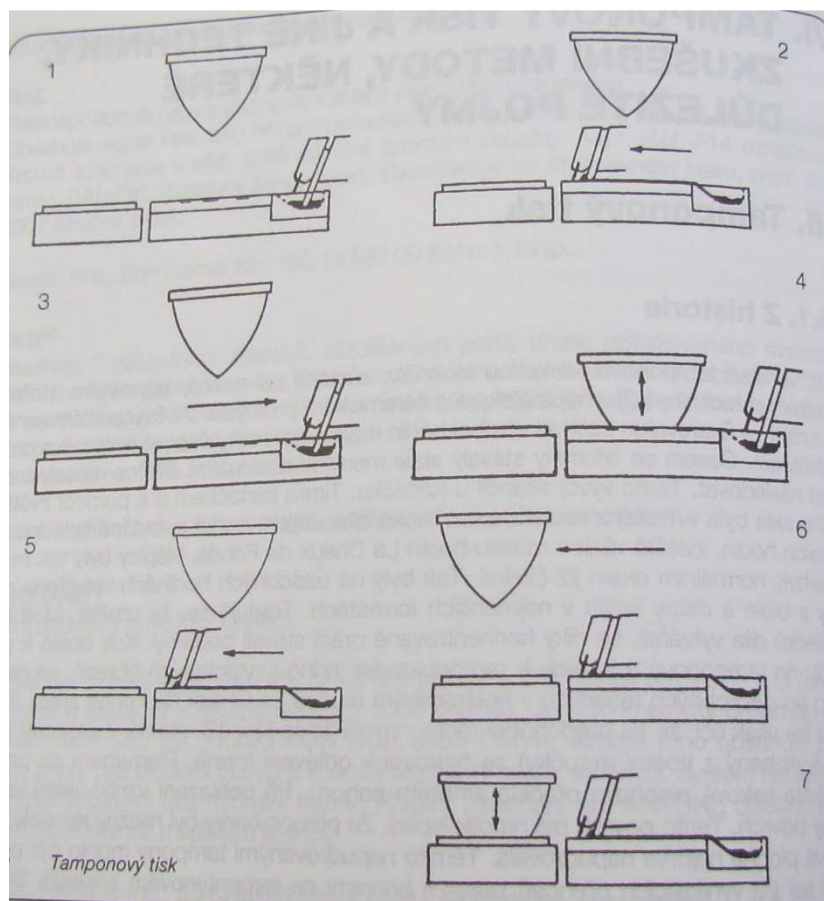
Pro názornost k tomuto slouží layout pracoviště, viz příloha 1.

10 TAMPONOVÝ TISK

Tamponovým tiskem lze potiskovat nepravidelné tvary lahví a reklamních předmětů s extrémně konvexními nebo konkávními plochami. Potiskované plochy mohou ležet hlouběji a je možné je tisknout až po okraj nebo do prohlubně. Tiskovými stroji s plochými tampony lze potiskovat válcové láhve z umělé hmoty až do úhlu potisku 70°. Tamponovými rotačními stroji dosáhneme 360°. [22]

10.1 Princip tamponového tisku

10.1.1 Princip tisku konvenčními barvami



Obr. 30 Princip tamponového tisku [22]

Podobně jako při tisku z hloubky je u tamponového tisku tiskovou formou klišé, v jehož povrchu je do hloubky vyleptán motiv, který se má tisknout. Klišé se také zde nejprve třerkou přeplaví barvou a poté se stáhne nožem. V prohloubení zůstane barvový film.

U normálního tisku z hloubky by se barva přímo přenesla na potiskovaný materiál. U tamponového tisku se přenos děje tamponem. Proto nazýváme tamponový tisk nepřímým tiskem z hloubky. Tato tisková technika je umožněna skutečností, že barva jejíž ředidlo se na povrchu odpaří, zůstává na povrchu lepivější. Toho se střídavě využívá k přenosu barvy. Doba přenosu přitom hraje velkou roli. Tamponový tisk rozložený do jednotlivých kroků.

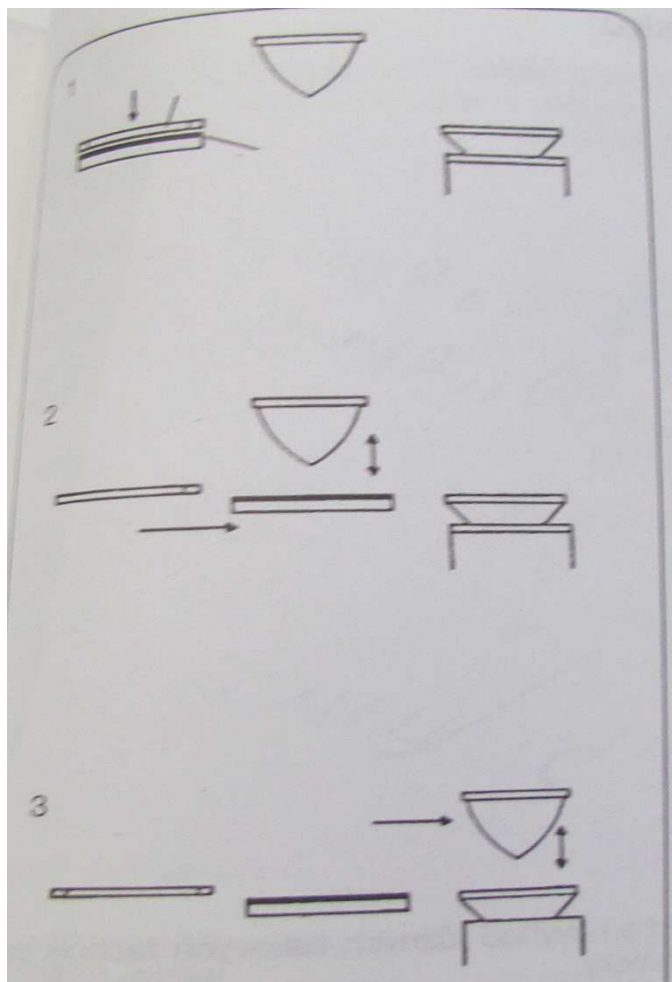
1. Výchozí postavení: kliše s vyleptaným tištěným motivem se vkládá do tiskového stroje. Barva se naplní do zásobníku barvy.
2. Stěrkou na přenášeci barvy se kliše zaplaví barvou. Těrkový nůž přejde do stírací polohy. V této poloze je stroj připraven k tisku.
3. Spustíme – li tisk, stáhne dávkovač barvy barvu z kliše. V prohloubení zůstane barvový film motivu. Povrch barvového filmu odvede ředidlo a tím se stane lepivějším.
4. Tampon se přitlačí na kliše. Odvalovacím pohybem se nabere tištěný motiv na tampon.
5. Když dosáhne tampon opět horní polohy, naplní dávkovač barvy opět kliše, jako v poloze 1. Tím nemůže zbytek barvy v kliše zaschnout.
6. Tampon se nyní pohybuje s barvovým filmem směrem k potiskovanému předmětu. Ze spodní strany barvového filmu se opět odpařuje ředidlo a tím se tato strana stává lepivější než strana filmu, uzavřená tamponem.
7. Novým zdvihovým pohybem a odvalovacím pohybem přeneseme tampon barvu na potiskovaný předmět. Tampon se opět vrací do výchozí polohy. Stroj je opět připraven k tisku. [22]

10.1.2 Princip tisku keramickými barvami

Sítotisk má oproti tamponovému tisku výhodu, že dává možnost do značné míry určovat volbu šablony tloušťku barvového filmu. U tamponového tisku je prohloubení kliše pro získání větší vrstvy barvového filmu velmi omezené. V mnoha případech dostává barvový film o tloušťce 6 mikronů. Vyskytují se však aplikace, kde by byla žádoucí větší tloušťka barvové vrstvy. To platí především pro keramický tisk. Zde je třeba rozlišovat dva barvové systémy. Barvy, které se vpalují při 120°C a barvy, které se vpalují při 550°C. Barvy s vypalovací teplotou 120°C se normálním tamponovým tiskem přenáší velmi dobře. Je třeba však počítat se sníženou odolností při mytí. Barvy s vypalovací technikou 550°C se přenáší také kvalitně následujícím postupem, který využívá skutečnosti, že studenější přechody mezi barvou a potiskovaným zbožím jsou lepivější než teplejší. Tyto termoplastické barvy jsou tím tekutější, čím jsou teplejší a ve studeném stavu pevné.

1. Sítotisková forma s motivem naplněná barvou se zahřeje na 65 – 85°C.
2. Sítotiskovým postupem se barvový film přeneseme na silikonový substrát. Silikonový substrát je ohřát na

cca 35 – 40°C. Díky rozdílu teplot je barva velmi dobře přijata. 3. Tampon, který je pouze silikonovým substrátem trochu nahřát, přeneseme celý barvový film na potiskovaný předmět. [22]



Obr. 31 Tamponový tisk keramickými barvami [22]

10.2 Příprava barvy a přenos tamponem

Tamponové tiskové barvy se obvykle dodávají ve formě vhodné pro tisk. Je však třeba přizpůsobit viskozitu viskozitě potřebné pro zpracování. U dvousložkových barev je třeba nejprve přimíchat tužidlo. Je nezbytně nutné, aby se smíchala přesně odvážené množství předepsaného míchacího poměru barva – tužidlo. Tužidlo se nesmí nikdy přidávat pouze odhadem. Při zpracování tamponových tiskových barev je třeba dbát na to, aby se barvy dostaly do barvové vany v homogenním a dobře promíchaném stavu. Dodatečné

zředování barvy ve vaně by se mělo provádět opatrně, protože náhlým přidáním relativně velkého množství ředidla může dojít k pigmentovému šoku, který způsobí vyvločkování pigmentů. Nastavení správného stupně ředění, to je konsistence, ředidlem případně zpomalovačem, které jsou pro danou barvu určeny, jsou rovněž bodem, ke kterému je třeba mít cit a zkušenost. Pokud nastavíme barvu příliš řídkou, mohou vzniknout poruchy povrchu zvláště tehdy, když má být sušení urychleno použitím horkovzdušného ventilátoru. Současně se sníží kryvost a je možný i posuv odstínu anebo rozstříknutí kontury. Je-li viskozita barvy příliš vysoká, mohou se případně vytahovat z barvy vlákna. Kritické je použití zpomalovačů. Pokud je to jen možné neměly by se při tamponovém tisku používat. Pokud se z barvy odpařují ředidla příliš rychle, zasychá barva případně již na klišé, kde potom buď zůstává, nebo dostatečně nepřilne po přenosu na potiskovaný podklad. Pokud je barva příliš zpomalena, nedosáhne přenášený barvový film na tamponu dostačující lepivosti a barva se na potiskovaný povrch třeba vůbec nepřenese. To znamená, že adheze ještě mokré tiskové barvy k silikonovému kaučuku tamponu je větší než k potiskovanému materiálu. Pomoci si lze tak, že se tiskový barvový film na tamponu ofoukne, čímž se část ředidla z tiskové barvy odpaří a tím se dosáhne lepivosti nezbytné pro přenos. [22]

Z toho je zřejmé, že složení tamponové tiskové barvy a její vlastnosti při schnutí v prohlubních klišé a na tamponu mají rozhodující vliv na dosažitelnou rychlost tisku. Na základě uvedených skutečností je zřejmé, že správné a úplné nastavení barvy nemůže být povoleno výrobcem barvy, nýbrž je třeba barvu vždy připravit podle daných okolností až na příslušném stroji. Při konečné tiskové tamponové barvy je třeba také vzít v úvahu hloubku vyleptání klišé, která činí 15 – 30 μm a výběru tvaru a tvrdosti tamponu. Při vyšší hloubce leptání by měla být barva relativně taženější, tedy méně tixotropní a tampon příkrý a měkký. Je-li leptání méně hluboké, může být barva tixotropnější a tampon plošší, vyšší tvrdosti. Při relativně velké hloubce leptání a malé tažnosti tamponové tiskové barvy je možné, že barva se z klišé dostane jen částečně, to znamená, že se mokrá barvový film roztrhne. Koheze filmu tiskové barvy je tedy menší než adheze tiskové barvy k tamponu a ke klišé. Podobný efekt se vyskytuje při předávání barvy z tamponu na potiskovaný materiál. V tomto případě ulpí část tamponové tiskové barvy na tamponu, další díl je na potiskovaném materiálu. Tiskový barvový film se tedy v mokřem stavu roztrhne. To je normální jev, který silně závisí na rychlosti tisku. Důležité je, aby barvový film, který zůstane na tamponu, byl stále stejně vysoký a nenarůstal během tisku, aby nevznikly neostré kontury v tištěném motivu. [22]

10.2.1 Odstín barvy

Podle odstínu dělíme barvy na základní a speciální. Základní barvy - inkousty na tampónový potisk představují 25 katalogových odstínů, které jsou k dispozici v centrálním skladu. Pokud zákazník potřebuje speciální odstín barvy, je potřeba zadat specifikaci podle některé normy pro tónování barev – např. RAL nebo Pantone. Požadovaná tamponová barva je namíchána podle této specifikace. Pokud ani tento výběr zákazníkovi nepostačuje, je možné namíchat speciální odstín např. podle přiloženého barevného vzorku. [23]



Obr. 32Vzorníky a jednotlivé barvy [23]

10.2.2 Typy barev

Dále se barvy - inkousty pro tampónový tisk dělí podle svých fyzikálních a chemických vlastností. Mezi důležité vlastnosti patří přilnavost na konkrétní materiál, odolnost mechanická, proti chemikáliím, stálost na světle, lesk, doba sušení atd. Nyní existuje 22 typů barev, mezi kterými je možné vybírat tu pravou pro konkrétní tisk. Typy tamponových barev se většinou označují jedním písmenem – např. E, R, ... [23]

10.2.3 Ředidla

Pro ředění výše uvedených tamponových barev se používají speciální ředidla. Existuje několik druhů ředidel pro tamponový tisk, které se liší svými chemickými vlastnostmi a používají se tudíž pro specifické typy barev. Ředidla se dále liší rychlostí odpařování a tím ovlivňují rychlost zasychání barvy při přenosu z klišé na tampon a pak z tamponu na potiskovaný výrobek. Limitují tedy rychlost celého tiskového procesu. Existují ředidla tzv. rychlá a pomalá. Zvolíme je podle rychlosti tamponového stroje a okolních podmínek (teplota, vzdušná vlhkost). [23]



Obr. 33 Ředidla [23]

10.2.4 Tužidla

Používají se pro zvýšení odolnosti tamponového potisku.

Jednosložkové barvy – tužidla se nepoužívají

1 nebo 2složkové barvy – tyto typy tamponových barev lze použít buď bez tužidla, nebo se použije tužidlo za účelem dalšího zvýšení odolnosti

Dvousložkové barvy – používají se výhradně s tužidlem. Doba zpracovatelnosti barvy s tužidlem je omezená (cca 8 hodin, záleží na typu tamponové barvy a množství tužidla). [23]

10.2.5 UV barvy pro tampónový tisk

Specifickou skupinu tamponových barev - inkoustů tvoří UV barvy. Jsou to speciální barvy, u kterých k vytvrzení dojde působením UV záření. UV barvy pro tampónový tisk v sobě obsahují malé množství ředidla, aby mohly fungovat základní principy přenosu barvy při tampónovém tisku (z klišé na tampon a z tamponu na výrobek). Používají se např. pro vícebarevné kombinace, u kterých je nezbytné přesně zachovat odstíny barev podle vzorníků – například různé vzory imitace dřeva. Dalším důvodem nasazení UV barev je ekologie - při tiskovém procesu a při zasychání barvy uniká do ovzduší méně chemických látek. [23]

10.3 Klišé – štočky na tampónový tisk

10.3.1 Plastové - polymerové klišé

Výchozí materiál je fotocitlivý polymer nanesený na plechovou podložku. Klišé je vhodné pro menší tiskové série, životnost je maximálně 20 000 tisků. Při nesprávném seř-

zení tamponového stroje může být životnost i pouhých několik tisků (vysoký přítlak stroje, nečistoty pod klišé). Pro výrobu klišé se používá UV osvitka. I přes svoji jednoduchou výrobu a nízkou cenu vykazují polymerové štočky vysokou kvalitu tisku. Pomocí různých rastrů při stejné době osvitku lze dosáhnout požadované hloubky klišé. [23]

10.3.2 Tenké ocelové klišé

Výchozí materiál je speciálně upravený ocelový plech (standardně 0,3 až 0,5mm) potažený fotocitlivou vrstvou. Klišé je již vhodné pro objemnější výrobní série, životnost je maximálně 100 tisíc tisků. Pro výrobu klišé - štočku se používá UV osvitka a leptací zařízení. [23]

10.3.3 Ocelové klišé

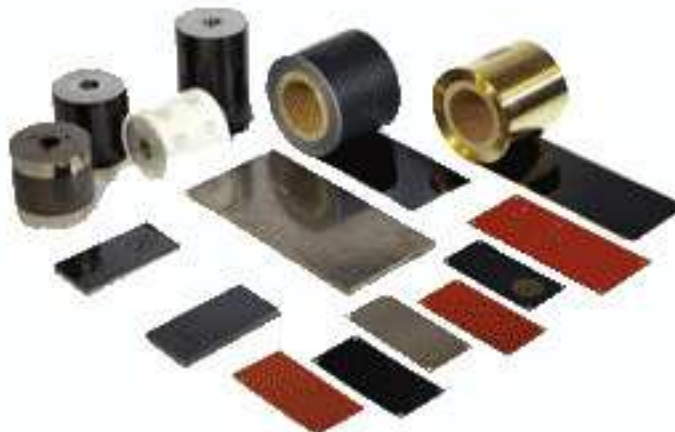
Výchozí materiál je speciálně upravená ocel (standardně 10mm) potažená fotocitlivou vrstvou. Klišé je vhodné pro velké tiskové série, životnost je maximálně 1 milion tisků. Pro výrobu klišé se používá UV osvitka a leptací zařízení. [23]

10.3.4 Keramické klišé

Výchozí materiál je speciální keramika. Klišé je vhodné pro extrémně velké tiskové série, jeho životnost je maximálně 2 miliony tisků. Pro výrobu klišé se používá výhradně laser. Keramické štočky jsou vhodné např. pro jemné čárové grafické motivy. Pro standardní tampónové stroje se dodávají klišé v provedení „deska“, pro rotační tampónové stroje jsou štočky v provedení „válec“. [23]

10.3.5 Rotační klišé

Jedná se o speciální typ klišé, používaný výhradně v rotačních tiskových jednotkách RTI. Jako výchozí materiál je použita buď ocel, nebo keramika. Pro menší série tisků (testování, zkoušky) lze s výhodou použít polymerová klišé, která se upevní na válcové jádro. [23]



Obr. 34Klišé [23]

10.4 Vícebarevný tisk

Při tamponovém tisku mohou být barvy přenášeny „mokrá do mokré“. To znamená, že může odpadnout mezisušení, které je například nutné při sítotisku. Důvodem je rychle schnoucí, tenký barvový film u tamponového tisku a silikonový tampon, který již obtížně přenese zpět již jednou předanou barvu. U vícebarevného tisku je třeba rozlišovat mezi plošným vícebarevným tiskem pérovek normálními tamponovými barvami, a vícebarevným reprodukcčním rastrovým tiskem (autotypií) s ofsetovým rastrem a rastrovými barvami. Vícebarevné tisky s normálními tiskovými tamponovými barvami jsou krycí tisky, to má malý vliv na tisk. Obvykle se začíná pořadí tisku od světlejších odstínů. Při reprodukcčním rastrovém tisku s rastrovými klišé se tiskne základními rastrovými barvami podle barevného rozkladu diapozitivu stejně jako u sítotisku. Tím se mohou pomocí obvykle čtyř barevných výtažků (ve stupnici EURO) vytvořit všechny barevné odstíny. Tyto barvy jsou ale polo transparentní (lazurní), musí se tedy tisknout na světlý podklad nebo je třeba potiskovanou plochu nejprve podtisknout bílou. Při leptání rastrového klišé pro vícebarevný reprodukcční tisk je třeba dbát na to, aby hloubka leptání nebyla stejná jako u normálního klišé. Měla by být u jemných odstínů asi 10 μm a při dobrém krytí 20 μm . Aby se daly provádět vícebarevné tisky, musíme mít tamponový stroj s oddělitelnými barvovými vanami a držáky klišé, jakož i transportní zařízení, které v taktech posunuje potiskované předměty k jednotlivým barvovým stanicím. [22]

10.5 Řešení možných problémů

Stejně jako při sítotisku tak i při tamponovém tisku je samozřejmě nezbytné, aby byl povrch čistý a zbavený tuků, separačních prostředků nebo i dalších znečištění. Dále by při tisku měla být normální pokojová teplota asi 20°C a všechny komponenty, které jsou pro tisk potřebné (barva, ředidlo, tampon, kliše, nářadí) by měly být rovněž temperovány na tuto teplotu. Například, když přineseme barvu nebo nástroj z chladu a hned začneme s tiskem, nemůžeme s jistotou očekávat rovnoměrný bezvadný výsledek tisku. Jak je známo, závisí viskozita barev na teplotě. Studená tamponová barva je výrazně hustší než barva pokojové teploty. Je tedy zřejmé, že když se v tomto stavu zředí, bude po nabytí pokojové teploty příliš řídká. [22]

10.5.1 Elektrostatické náboje

Elektrostatické náboje způsobují nerovnováhy sil u látek, které se nabíjejí a které jsou blízko sebe. Vznikají především tvorbou náboje deformací tamponu a pohybem barvy u rychloběžných strojů nebo zavlečením nábojů od osob nebo předmětů, které se pohybují v nabitých oblastech. Umělé hmoty jsou všeobecně špatnými elektrickými vodiči, přitom je povrchový elektrický odpor díky příjmu vlhkosti o něco nižší než odpor uvnitř materiálu. Všeobecně se tedy vychází z toho, že materiály s povrchovým odporem menším než 10 Ω již nelze elektrostaticky nabít. Můžeme říci, že materiál nelze nabít, je-li jeho povrchový odpor při normálním klimatu, tj. 23°C a 50 % relativní vlhkosti vzduchu menší než 10 Ω nebo při extrémních podmínkách nepřekročí 10 Ω . Mnohé umělé hmoty však mají vyšší povrchový elektrický odpor. Dotykem, deformací nebo třením mohou u nich vznikat elektrostatické náboje, které při nepříznivém počasí, tj. vysoké teplotě a malé vlhkosti vzduchu jsou tak vysoké, že znemožní potisk. Také na tamponu, jak již bylo řečeno deformacemi, tj. stlačením a následným uvolněním na povrchu a rovněž při nepříznivé vlhkosti vzduchu elektrostatické náboje, které způsobí rozstříkávání nebo vláknění barvy a vede k rychlému ušpinění tamponu částecek špíny. Elektrostatické náboje lze měřit přístrojem na měření síly elektrostatického pole (elektrometrem). S tímto měřicím přístrojem mohou být bezdotykově měřeny elektrostatické náboje, pole a potenciály i na těžko přístupných místech. K odstranění těchto statických problémů s náboji se nabízí dvě možnosti:

Antistatické prostředky pro umělé hmoty i barvy

Ionizační přístroje (neutralizátory). [22]

10.5.1.1 Antistatické prostředky

Antistatické prostředky lze přimíchat do základního materiálu a do barvy. Bohužel to obvykle vede v obou případech ke snížení jakosti barvy.

U dvousložkových barev obvyčejně nelze antistatický prostředek vůbec použít, protože by mohl změnit jakost barev, vždy se musíme řídit technickým návodem výrobce barev. Nouzové opatření proti statickým nábojům může také spočívat v tom, že otřeme tampon vhodným antistatickým prostředkem (KIWOSTAT). [22]

10.5.1.2 Ionizační přístroj

Neutralizátor ionizační přístroj se skládá ze střídavého generátoru vysokého napětí, z ionizační elektrody a ze zařízení na směrování proudu iontů vzduchem podle účelu aplikace. Takový proud ionizovaného vzduchu je elektronicky vodivý a tím vybíjí statické náboje. Tampon se vybíjí ionizační tyčkou, která je umístěná mezi místem nabírání a místem předávání barvy. Ionizační tyčka by měla být asi o 20 mm delší, než je největší možný tampon. Přívod vzduchu musí být čištěn přes velmi jemný filtr. [22]

10.6 Předúprava obtížně potiskovaných materiálů

Pro předpravu a řešení potiskovatelnosti nepolárních umělých hmot platí naprosto stejná pravidla, jaká pro potisk sítotiskem. Tomuto problému je věnována samostatná kapitola. Nejlepší předprava je v teplém stavu po vylisování. Tato předúprava vyžaduje nejméně energie a účinek je optimální. Tisk je potom možné provést mnohem později. Stejně jako u sítotisku se při tamponovém tisku užívají tři způsoby předúpravy:

Chemická předúprava

Předúprava plamenem

Předúprava korunou [22]

10.7 Úprava tvarových dílů

Tamponový tisk je velmi všestranná tisková metoda, protože může být použita při potiskování nejrůznějších tvarů těles. Počet tiskových taktů bývá od 20/min. Je však také možné tisknout, zvláště menší díly, (např. uzávěry lahví z PP apod.), vícenásobně a dosáhnout výkonů až 1000/hodinu. Na válcové díly (např. psací potřeby) lze použít rotační techniky přenosu barev, přičemž je možné dosáhnout výkonů až do 250/min. Korona se zde používá až v 80% případy, zbytek tvoří ošetření plamenem. Nízkofrekvenční a vysokofrekvenční korona se používají přibližně stejně. Ošetření korunou nelze použít tam, kde bude nutno díly následně svařovat nebo pečtit, protože úprava znesnadňuje svařovatelnost. Navíc by neměly být např. injekční stříkačky upravovány zevnitř, protože úpravou zvýšené hodnoty tření na vnitřní stěně zhorší klouzání pístu. Pro úpravu povrchu volíme obvykle dvě možná uspořádání. Buď se díly, určené pro potisk, upraví předem, např. hromadně po vylisování, anebo zařadíme korónové zařízení, či zařízení pro ožeh plamenem in-line do tiskového cyklu. Většinou k tomu využíváme jedné či více pozic na karuselu nebo pásovém dopravníku tiskové stanice. [22]

11 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Při výrobě ovládacího tlačítka bylo zohledněno i to, že momentálně nemáme potiskovací stroj pořízen. Proto jsme poptali tento stroj u dodavatelů a to včetně rozpadu ceny pro potisk zadaného dílu.

Při volbě dodavatelů na potiskovací stroj jsem vybírala ze šesti uchazečů. Ale pro konečné rozhodování jsem se omezila pouze na dva a to z toho důvodu, že jsou na trhu již několik let a mají dlouholeté zkušenosti a navíc jsem od nich získala vypovídající referen- ce, také ihned při prvním kontaktu byli schopni doporučit stroj a vytvořit cenový rozpad.

Proto jsou zde uvedeny jejich orientační nabídky, které přímo souvisí s požadovanou výrobou potisku daného dílu a také s cenovým návrhem stroje.

Dále jsou zde v jednotlivých kapitolách uvedeny náklady na robota, nástroj a vstří- kování.

11.1 Náklady na robota

Náklady na uchopovací hlavici jsou minimální, neboť se jedná o relativně jednodu- chý díl. Hlavice bude složena z podtlakové úchopové hlavice, křížového rámu, kloubů, hadic a centrální kostky. Pořízení těchto komponent přijde cca na 3000 Kč a navíc jejich smontování a instalaci si uděláme svépomocí, tím pádem ušetříme náklady na uchopovací hlavici a zaplatí se pouze materiál.

11.2 Náklady na výrobu nástroje

Na začátku celého projektu bylo zákazníkem zhotovit plastové díly, které budou obsahovat 2 součásti a to levou a pravou páku. V návaznosti na tento požadavek, byly vy- tvořeny dvě modifikace na výrobu nástroje. Proto jsme zvolili výrobu nástroje v možné variantě 1+1 nebo 2+2.

V níže uvedených tabulkách (tab. 8 a 9) jsou vypočteny cenové rozpady pro jednot- livé varianty (1+1 a 2+2). Je zde počítáno od návrhu formy a jejich analýz pomocí CAD tak i programování pro jednotlivé NC stroje. Dále je v tabulkách uveden sled jednotlivých operací potřebných pro výrobu nástroje.

11.2.1 Náklady na výrobu nástroje ve variantě 1+1

V tabulce 8 je uveden cenový rozpad nástroje varianty 1+1. Jsou zde jak časy potřebné k jednotlivým operacím tak i ceny za hodinu.

Tab. 9 Cenový rozpad varianty 1+1

		SAZBA	HODINY	CENA	
CAD	3D	650	90	58 500	
	2D	420	50	21 000	
CAM		750	80	60 000	
Vložky	Soustružení	620	70	43 400	
	Frézování	630	180	113 400	
	Vrtání-FNK	630	210	132 300	
	Broušení	630	160	100 800	
	CNC malé/střední	850	220	187 000	
	CNC větší event. 5 os	1100		0	
	ELDY	900	140	126 000	
	Hloubení	850	190	161 500	
	Drát. Řezání	850	150	127 500	
	Leštění / zrc. leštění	500	80	40 000	
	Montáž	630	120	75 600	
		ostatní			
Nákup	HV			95 000	
	Normálie			50 000	
	Kalení			40 000	
	Klingenzuky				
	Středění				
	Hydraulika				
	Dezén chemický			40 000	
	Materiál	Rám			80 000
		Vložky			40 000
		Kooperace rámu/nákup			170 000
	ostatní-spec.čidla-tlak..				
Korekce, optimalizace				60 000	
Doprava a předání				5 000	
Zkoušení, lisování		850	30	25 500	
Měření		750	50	37 500	
Ostatní					

CELKEM			1 890 000
---------------	--	--	------------------

Pozn.: Ceny jsou uvedeny v Kč

Pro přepočet na eura je volen aktuální kurz ke dni 9. 5. 2012 a to 1€ = 25,03 Kč.

Celková cena nákladů na nástroj 1+1 je **75 510 €**

11.2.2 Náklady na výrobu nástroje ve variantě 2+2

V tabulce 9 je cenový rozpad nákladů na nástroj varianty 2+2.

Tab. 10 Cenový rozpad varianty 2+2

		SAZBA	HODINY	CENA	
CAD	3D	650	140	91 000	
	2D	420	80	33 600	
CAM		750	120	90 000	
Vložky	Soustružení	620	90	55 800	
	Frézování	630	270	170 100	
	Vrtání-FNK	630	320	201 600	
	Broušení	630	230	144 900	
	CNC malé/střední	850	280	238 000	
	CNC větší event. 5 os	1100		0	
	ELDY	900	190	171 000	
	Hloubení	850	250	212 500	
	Drát. Řezání	850	210	178 500	
	Leštění / zrc. leštění	500	100	50 000	
	Montáž	630	160	100 800	
	ostatní				
Nákup	HV			170 000	
	Normálie			80 000	
	Kalení			60 000	
	Klingenzuky				
	Středění				
	Hydraulika				
	Dezén chemický			70 000	
	Materiál	Rám			140 000
		Vložky			80 000
	Kooperace rámu/nákup				260 000

	ostatní-spec.čidla-tlak..			
Korekce, optimalizace				80 000
Doprava a předání				10 000
Zkoušení, lisování	850	40		34 000
Měření	750	60		45 000
Ostatní				
CELKEM				2 766 800

Pozn.: Ceny jsou uvedeny v Kč

Pro přepočítání na eura je volen aktuální kurz ke dni 9. 5. 2012 a to 1€ = 25,03 Kč.

Celková cena nákladů na nástroj 2+2 je **110 540 €**

11.3 Náklady na vstřikování

Pro výrobu ovládací páky jsou v tabulce 10 uvedeny ceny, z nichž si zákazník vybírá mezi nabízenou variantou 1+1 nebo 2+2.

Tab. 11 Cenový rozpad na výrobu jednoho kusu při výrobě nabízených variant

Varianta	1+1	2+2
<i>Výrobní dávka/ rok</i>	60000	100000
<i>Cena bez potisku 1ks</i>	0,229	0,210
<i>Cyklus</i>	34s	36s
<i>Cena bez potisku 1000 ks</i>	229	210
<i>Cena s potiskem 1 ks</i>	0,279	0,260
<i>Cena s potiskem 1000 ks</i>	279	260

Pozn. Cena je uvedena v Eurech

Pro výrobu ovládacího tlačítka byla vypočtena cena při výrobě dvou dílů na jeden zdvih nebo čtyř dílů na jeden zdvih. Dle tabulky je zřejmé, že se vyplatí zvolit variantu 2+2. Neboť cyklus je zde pouze o 2 sekundy delší a náklady na výrobu se sníží.

11.4 Náklady na výrobu dílu ve variantě

V této kapitole jsou zhodnoceny náklady na výrobu dílů v daných variantách. V níže přiložených tabulkách je cenový přehled jednotlivých činností od materiálových nákladů přes výrobní náklady až po balení.

Varianty 1+1

V tabulce 11 jsou uvedeny náklady na výrobu 1000 ks varianty 1+1. Zde jsou zohledněny všechny náklady na výrobu dílů včetně balení a dopravy k zákazníkovi.

Tab. 12 Náklady na výrobu 1000 ks dílů ve variantě 1+1

Materiálové náklady	hmotnost dílu s vtokem (g)	23,0
	cena za materiál (€/kg)	3,12
cena za 1 000 kusů		68,64 €
Materiálový scrap	pro materiál %	3
	pro zálisky %	
cena za 1 000 kusů		2,06 €
Výrobní náklady	sazba stroje (€/hod)	20
	Cyklus (s)	34
	počet otisků	2
cena za 1 000 kusů		94,44 €
Výrobní scrap	pro výrobu %	3
cena za 1 000 kusů		2,95 €
Příprava výroby - příprava materiálu, sušení	sazba za hodinu (€/hod)	28
	počet hodin	4
	výrobní dávka (ks)	60000
cena za 1 000 kusů		1,87 €
příprava výroby - nahození formy	sazba za hodinu (€/hod)	28
	počet hodin	4
	výrobní dávka (ks)	60000
cena za 1 000 kusů		1,87 €
Prodejní a administrativní režie	%	2
cena za 1 000 kusů		3,91 €
Zisk	%	2
cena za 1 000 kusů		3,91 €
kvalita - měření v průběhu výroby	sazba 17.50€/hod (€)	10
	kusů za směnu (ks)	1500
roční rekvalifikace - kompletní proměření dílů	sazba za hodinu (€)	32
	počet hodin	11
	roční množství (ks)	600000
cena za 1 000 kusů		7,25 €

<i>údržba</i>	cyklus údržby	30000
	sazba za hodinu (€)	28
	počet hodin	3
<i>čištění dezénu suchým ledem</i>	cyklus údržby (ks)	60000
	náklady na čištění (€)	240
<i>cena za 1 000 kusů</i>		2,80 €
<i>balení - KLT bedny</i>	množství v bedně (ks)	380
<i>pořizovací cena KLT rozpočítána</i>	cena za KLT bednu (€)	0,85
	proložky a miralon(€)	3,70
	balení strečfólií na paletě (€)	0,02
<i>cena za 1 000 kusů</i>		11,99 €
<i>doprava</i>	vzdálenost v km	980
	sazba za paletové místo (€)	17
	množství kusů	15000
	počet palet (ks)	4
<i>cena za 1 000 kusů</i>		4,53 €
Celková cena za 1 000 kusů		206,23 €

Varianta 2+2

V tabulce 12 jsou uvedeny náklady na výrobu 1000 ks varianty 2+2. I zde jsou zohledněny všechny náklady na výrobu dílů včetně údržby nástroje, balení a dopravy k zákazníkovi.

Tab. 13 Náklady na výrobu 1000 ks dílů ve variantě 2+2

<i>Materiálové náklady</i>	hmotnost dílu s vtokem (g)	23,0
	cena za materiál (€/kg)	3,12
<i>cena za 1 000 kusů</i>		68,64 €
<i>Materiálový scrap</i>	pro materiál %	3
	pro zálisky %	
<i>cena za 1 000 kusů</i>		2,06 €
<i>Výrobní náklady</i>	sazba stroje (€/hod)	24
	Cyklus (s)	36
	počet otisků	4
<i>cena za 1 000 kusů</i>		60,00 €
<i>Výrobní scrap</i>	pro výrobu %	3
<i>cena za 1 000 kusů</i>		1,89 €
<i>Příprava výroby - příprava materiálu, sušení</i>	sazba za hodinu (€/hod)	28
	počet hodin	6
	výrobní dávka (ks)	100000
<i>cena za 1 000 kusů</i>		1,68 €

<i>příprava výroby - nahození formy</i>	sazba za hodinu (€/hod)	28
	počet hodin	5
	výrobní dávka (ks)	100000
cena za 1 000 kusů		1,40 €
<i>Prodejní a administrativní režie</i>	%	2
cena za 1 000 kusů		3,20 €
<i>Zisk</i>	%	2
cena za 1 000 kusů		3,20 €
<i>kvalita - měření v průběhu výroby</i>	sazba 17.50€/hod (€)	18
	kusů za směnu (ks)	2800
<i>roční rekvalifikace - kompletní proměření dílů</i>	sazba za hodinu (€)	32
	počet hodin	16
	roční množství (ks)	600000
cena za 1 000 kusů		7,28 €
<i>údržba</i>	cyklus údržby	50000
	sazba za hodinu (€)	28
	počet hodin	4
<i>čištění dezénu suchým ledem</i>	cyklus údržby (ks)	60000
	náklady na čištění (€)	240
cena za 1 000 kusů		2,24 €
<i>balení - KLT bedny pořizovací cena KLT rozpočítána</i>	množství v bedně (ks)	380
	cena za KLT bednu (€)	0,85
	proložky a miralon (€)	3,70
	balení strečfólií na paletě (€)	0,02
cena za 1 000 kusů		11,99 €
<i>doprava</i>	vzdálenost v km	980
	sazba za paletové místo (€)	17
	množství kusů	15000
	počet palet (ks)	4
cena za 1 000 kusů		4,53 €
Celková cena za 1 000 kusů		168,12 €

11.5 Náklady na potiskovací stroj

Dodavatel A nabízí stroj TPX 201 za 525 000 Kč v základní verzi (bez příslušenství). K tomuto stroji dodal i návrh příslušenství s orientační cenou.

Tab.14 Náklady na příslušenství od dodavatele A

<i>Příslušenství</i>	<i>Orientační cena</i>
2 x pohárek Ø 96 + držáky	52 000 Kč
podstavec MS 352 s uhlovým stolem AT 731	110 000 Kč
polohovací jednotka VR 250	43 000 Kč
karusel TFC -i 125	275 000 Kč
termodifuzní jednotka TDG 100	130 000 Kč
automatické ředění Ti 300	33 000 Kč
automatické čištění tamponů	40 000 Kč
Celkem	683 000 Kč

Pozn.: Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Pro přepočítání na eura je volen aktuální kurz ke dni 9. 5. 2012 a to 1€ = 25,03 Kč.

Celková cena nákladů na příslušenství je **27 288 €**

Dodavatel B nabízí stroj V 90/90 Duo Hermetic Systém 2x Ø90 za 575 000 Kč (bez příslušenství).

Tab.15 Náklady na příslušenství od dodavatele B

<i>Příslušenství</i>	<i>Orientační cena</i>
Otočný stůl pro komponenty	230 000 Kč
Uchopovací kleště	47 000 Kč
Pohárek na barvu 2x	60 000 Kč
Čištění tamponů	36 000 Kč
Nožní spínač	15 000 Kč
Celkem	388 000 Kč

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Pro přepočítání na eura je volen aktuální kurz ke dni 9. 5. 2012 a to 1€ = 25,03 Kč.

Celková cena nákladů na příslušenství je **15 502 €**

11.6 Náklady na tisk od jednotlivých dodavatelů

Při vytváření cenové nabídky na potiskovací stroj dodavatelé zrovna zhotovili cenový rozpad pro potisk jednoho dílu a rovněž volili co nejvhodnější potiskovací komponenty. Oba dodavatelé do nákladů zahrnuli jak vhodný typ klišé a tampon, tak i množství barvy, ředidla i tužidla pro výrobu potisku 1 kusu dílu.

V níže uvedených tabulkách 15 a 16 jsou vyhodnoceny náklady na tisk jednoho kusu o každého z dodavatelů.

Tab.16 Náklady na tisk od dodavatele A

<i>Spotřební materiál</i>	<i>Cena</i>	<i>Životnost (tisků)</i>	<i>Náklady na 1000 ks</i>	<i>Zahrnout? 1 = Ano</i>	<i>Náklady celkové</i>
Klišé tenké ocelové	3752 Kč	300 000	12,51 Kč	0	0 Kč
Klišé Tenké ocelové (lapované)	6356 Kč	500 000	12,71 Kč	0	0 Kč
Klišé ocelové	17 024 Kč	1 500 000	11,34 Kč	0	0 Kč
Klišé chromové ocelové	20 048 Kč	2 500 000	8,01 Kč	0	0 Kč
Klišé keramické	21 253 Kč	2 500 000	8,50 Kč	1	8,50 Kč
Barvy (1L)	2000 - 2500 Kč	300 000	8,33 Kč	1	8,33 Kč
Ředidlo (1L)	500 Kč	200 000	2,5 Kč	1	2,5 Kč
Tužidlo (100g)	250 Kč	200 000	1,25 Kč	1	1,25 Kč
Tampon	600 – 800 Kč	500 000	1,6 Kč	1	1,6 Kč
Celkové náklady na 1 tisk:					0,02218 Kč

V tabulce 15 jsou uvedeny náklady na jeden tisk, což činí 0,02218 Kč. Tato cena je uvedena bez tamponu a stíracího pohárku, proto je opravdu pouze orientační. Když by se započítala i cena tamponu s pohárkem, zvedla by se nejspíše o 2/3.

Pro přepočítání na eura je volen aktuální kurz ke dni 9. 5. 2012 a to 1€ = 25,03 Kč.

Tab.17 Náklady na tisk od dodavatele B

<i>Spotřební materiál pro stroj D90</i>	<i>Cena (průměrná)</i>	<i>Životnost (počet tisků)</i>	<i>Náklady na 1000 tisků</i>	<i>Zahrnout? I=Ano</i>	<i>Výsledné náklady</i>
Barva (1L)	1 500 Kč	200 000	7,50 Kč	1	7,50 Kč
Tužidlo (200 ml)	250 Kč	100 000	2,50 Kč	1	2,50 Kč
Ředidlo (1L)	330 Kč	100 000	3,30 Kč	1	3,30 Kč
Klišé keramické	11 200 Kč	2 000 000	5,60 Kč	1	5,60 Kč
Klišé ocelové	9 250 Kč	1 000 000	9,25 Kč	0	0,00 Kč
Klišé tenké ocelové	2 500 Kč	100 000	25,00 Kč	0	0,00 Kč
Klišé polymerové	570 Kč	20 000	28,50 Kč	0	0,00 Kč
Tampón (D90)	1 000 Kč	30 000	33,33 Kč	1	33,33 Kč
Stírací pohárek	12 710 Kč	1 000 000	12,71 Kč	1	12,71 Kč
Celkové náklady na 1 tisk:					0,06494Kč

Pro přepočítání na eura je volen aktuální kurz ke dni 9. 5. 2012 a to 1€ = 25,03 Kč.

V tabulce 16 jsou vypočteny náklady na tisk od dodavatele B. Částka 0,06494 Kč odpovídá použití keramického klišé, které je jedno z nejkvalitnějších na trhu neboť dodavatel uvádí, že vydrží cca 2 000 000 zdvihů. Co se týká barvy a ostatních přísad jsou levnější než u dodavatele A.

Cena barvy se odvíjí od toho, jaký typ barvy se použije, neboť je zde možnost použít i barvy keramické a ty jsou řádově o 10% dražší.

11.7 Celkové zhodnocení

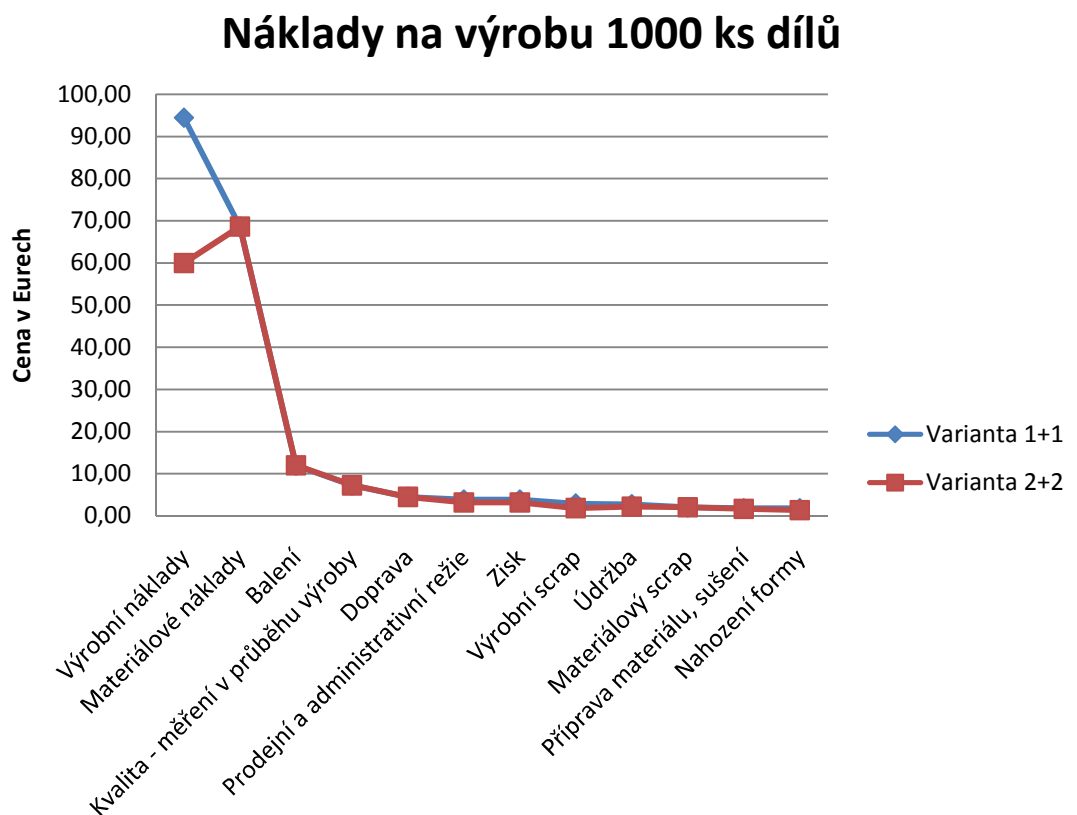
Pro výrobu toho dílu je výhodnější zvolit variantu 2+2, tj. na jeden zdvih se vyrobí čtyři otisky. Pro výrobní dávku za rok, která činí 100 000 kusů, je to o 67% větší nárůst oproti variantě 1+1, kde je výrobní dávka 60 000 kusů za rok. Navíc jsme schopni dodávat požadované množství dílů rychleji. Co se týká potiskovacího stroje, vybrala jsem si variantu od dodavatele A, neboť podle mého názoru při své nabídce nabídnul více variabilní stroj, než dodavatel B. Zde máme i možnost si zkonstruovat vlastní přípravek při volbě posuvného stolu. Je tady také možnost volby mezi karuselovým a posuvným stolem, kde

volím raději posuvný, protože je vhodnější pro obsluhu, kde obsluha do přípravku jednoduše vloží díly a nechá potisknout. Je zde také možnost vytvoření více přípravku pro potiskování dalších druhů plastových dílů.

Požizovací náklady na nástroj a potiskovací zařízení při zvolené variantě činí 3 884 800 Kč (155 206 €). Samotný nástroj bude stát přibližně 2 767 000 Kč (110 548 €) a potiskovací zařízení TPX201 bude cca 1 200 000 Kč (47 943 €), ale při celkovém pohledu na věc se tato varianta vyplatí, sice jsou pořizovací náklady vyšší, ale výroba samotného dílu vyjde levněji než při zvolení varianty 1+1. Navíc se bude vyrábět větší množství za kratší dobu.

V grafu jsou znázorněny náklady na výrobu dílu při variantě 1+1 a 2+2. Graf vychází z hodnot uvedených v tabulkách 12 a 13. Hodnoty jsou řazeny od nejvyšší po nejnižší dle varianty 1+1 a na to navazuje varianta 2+2.

Graf 1 Náklady na výrobu 1000 ks dílů při daných variantách



ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout výrobu zadaného plastového dílu, který byl zhotoven z materiálu PC + ABS.

V teoretické části jsou nejprve popsány polymerní materiály a následně materiál, ze kterého byl díl vyroben. Dále je zde blíže popsána použitá technologie a to technologie vstřikování, také jsou zde zmíněny vstřikovací cyklus a vstřikovací stroj. V poslední teoretické části je popsána dokončovací technologie a tou je potisk. Zde jsou obecně představeny metody potisku a to jak přímého tak nepřímého.

V praktické části byl proveden návrh výroby zadaného dílu. Je zde popsán návrh nástroje, stroje a zařízení pro celý výrobní proces. V neposlední řadě je zde uvedena konkrétní metoda potisku a to tamponový tisk. U volby potiskovacího zařízení jsem vybírala ze dvou dodavatelů, u kterých jsem porovnávala jejich cenové nabídky i nabídku na technické vybavení zařízení.

V poslední části je provedeno ekonomické zhodnocení nákladů na jednotlivé části, jako jsou náklady na výrobu nástroje, náklady na pořízení potiskovacího stroje, náklady na robota, náklady na tisk a také náklady na výrobu jednoho kusu dané variantě, buď 1+1 nebo 2+2.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastůI. díl – Vstřikování termoplastů*. 2. vyd. Brno: UNIPLAST, 1999. 134 s.
- [2] MENGES, Georg, MICHAELI, Walter, MOHREN, Paul. *How to make injection molds*. Cincinnati (Ohio): Hanser/Gardner, 2001. 3. ISBN 1-56990-282-8. Venting of molds, s. 259-269.
- [3] MANAS, M., VLCEK, J. *Aplikovaná reologie*. Zlín: UTB, 2001. 144 s. ISBN 80 7318-039-1.
- [4] MANAS, M., HELŠTÝN, J. *Výrobní stroje a zařízení, Gumárenské a plastikářské stroje II*. Brno: VUT, 1990. 199 s. ISBN 80-214-0213-X.
- [5] www.ksp.tul.cz [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupný z WWW: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/03.htm>
- [6] KULHÁNEK, Jan. *FORMY pro tváření plastických hmot*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 220 s.
- [7] TOMIS, František, HELŠTÝN, Josef, KANOVSKÝ, Jiří. *Formy a přípravky*. Brno: VUT, 1979. 278 s.
- [8] <http://cs.wikipedia.org> [online]. [cit. 2012-15-11]. Dostupný z WWW: URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Polykarbon%C3%A1t>
- [9] L'. Kovačič, J. Bína. *Plasty - vlastnosti, zpracování, využití*, vyd. ALFA; v Bratislavě, 1974
- [10] www.vss-plasty.cz [online]. [cit. 2012-15-11]. Dostupný z WWW: URL: <http://www.vss-plasty.cz/plastove-polotovary/polykarbonat.html>
- [11] STARÝ, M.; POHL, I.; ŠTEKNER, B.; KAŠÍK, B. *Termopolymery ABS, zpracování a použití*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1977
- [12] www.petroleum.cz [online]. [cit. 2011-20-11]. Dostupný z WWW: URL: <http://www.petroleum.cz/vyrobky/ethylbenzen-styren.aspx>
- [13] www.ksp.tul.cz [online]. Dostupný z WWW: <http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/informace.htm>, prezentace: *Charakteristika, přehled vlastností vybraných polymerů a jejich aplikace*
- [14] www.matnet.sav.sk [online]. [cit. 2011-20-11]. Dostupný z WWW: URL: <http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=505>
- [15] www.ksp.tul.cz [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupný z WWW: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/02.htm

- [16] www.ksp.tul.cz [online]. [cit. 2012-10-01]. Dostupný z WWW:
URL:http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm
- [17] TOMIS, F. *Základy gumárenské a plastikářské technologie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975. 278 s. ISBN 414-33543
- [18] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů II. díl – Vstřikování termoplastů*. 1. vyd. Brno: UNIPLAST, 1999. 212 s.
- [19] DUCHÁČEK V.: *Polymery - výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2006. ISBN 80-7080-617-6
- [20] www.bezuceni.blogspot.com [online]. [cit. 2012-10-01]. Dostupný z WWW:
URL:http://bezuceni.blogspot.com/2010/10/26a-tamponovy-tisk-chemigrafie_4571.html
- [21] www.sc-brno.cz [online]. [cit. 2012-10-12]. Dostupný z WWW:
URL: <http://www.sc-brno.cz/tiskove-stroje/tiskove-stroje/>
- [22] JIŘÍČEK, Vladimír. *Příručka sítotisku a tamponového tisku*. 1. vyd. Brno : Serviscentrum, 1994. 195 s.
- [23] www.tampoprint.cz [online]. [cit. 2012-03-15]. Dostupný z WWW:
URL:<http://www.tampoprint.cz/?sel=content&menuID=20&parentID=4>
- [24] Firemní prospekty a brožury
- [25] www.km.ncmchem.com [online]. [cit. 2012-05-9]. Dostupný z WWW:
URL:<http://km.ncmchem.com/en/product/default.do>
- [26] <http://www.marabu-inks.com/> [online]. [cit. 2012-05-9]. Dostupný z WWW:
URL: <http://www.marabu-inks.com/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABS	Akrylonitryl – butadien – styren
PC	Polykarbonát
ACN	Akrylonitril
MPa	Megapascal
kJ/m^2	Kilojoule na metr čtvereční
J/m	Joule na metr
$^{\circ}\text{C}$	Stupeň Celsia
HCl	Kyselina chlorovodíková
PS	Polystyren
Cu	Měď
Al	Hliník

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Rozdělení polymerů [4]	14
Obr. 2 Oblast použití amorfních termoplastů [1]	14
Obr. 3 Oblast použití semikrystalických plastů	15
Obr. 4 Syntéza polykarbonátu [8]	19
Obr. 5 Schéma přípravy styrenu [12]	26
Obr. 6 Vlastnosti ABS [13]	31
Obr. 7 Závislost napětí na prodloužení [13]	32
Obr. 8 Ukázka výrobku z ABS [14]	33
Obr. 9 Vstřikovací cyklus	38
Obr. 10 Průběh tlaku p_i v dutině formy během procesu vstřikování [16]	39
Obr. 11 p v T diagram průběhu vstřikování	41
Obr. 12 Vstřikovací cyklus v závislosti na technologických parametrech [1]	42
Obr. 13 Schéma vstřikovacího stroje se šnekovou plastikací [16]	43
Obr. 14 Vstřikovací jednotka [17]	44
Obr. 15 Uzavírací jednotka [17]	45
Obr. 16 Hydraulicko-mechanická uzavírací jednotka [4]	46
Obr. 17 Elektromechanická uzavírací jednotka [4]	47
Obr. 18 Schematické znázornění jednotky pro tisk z výšky [19]	52
Obr. 19 Schematické znázornění jednotky pro tisk z hloubky [19]	53
Obr. 20 Schematické znázornění sítotisku [19]	53
Obr. 21 Tamponový tiskový stroj [21]	55
Obr. 22 Ovládací tlačítko – vlastní zdroj	58
Obr. 23 Náčrt hotového výrobku	59
Obr. 24 Rozmístění dílů ve formě	60
Obr. 25 Demag Systec 280/630-1450 Performance [24]	61
Obr. 26 Robot KUKA KR 16 – 2 [24]	63
Obr. 27 TPX 201 [21]	65
Obr. 28 V 90/90 Duo Hermetic Systém 2x Ø90 [24]	66
Obr. 29 Navrhnutý přípravek	68
Obr. 30 Princip tamponového tisku [22]	70
Obr. 31 Tamponový tisk keramickými barvami [22]	72
Obr. 32 Vzorníky a jednotlivé barvy [23]	74

<i>Obr. 33Ředidla [23]</i>	75
<i>Obr. 34Klišé [23]</i>	77

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Teplota Tg u amorfních polymerů [1]	15
Tab. 2 Teplota Tg semikrystalických polymerů [1]	16
Tab. 3 Teploty a doby sušení [5]	17
Tab. 4 Přehled vlastností barvy TAMPASTAR [26].....	59
Tab. 5 Tabulka technických parametrů [24].....	61
Tab.6 Tabulka technických parametrů [24].....	63
Tab.7 Parametry potiskovacího stroje od dodavatele A [21].....	65
Tab.8 Parametry potiskovacího stroje od dodavatele B [24].....	67
Tab. 9 Cenový rozpad varianty 1+1.....	82
Tab. 10 Cenový rozpad varianty 2+2.....	83
Tab. 11 Cenový rozpad na výrobu jednoho kusu při výrobě nabízených variant	84
Tab. 12 Náklady na výrobu 1000 ks dílů ve variantě 1+1	85
Tab. 13 Náklady na výrobu 1000 ks dílů ve variantě 2+2.....	86
Tab.14 Náklady na příslušenství od dodavatele A	88
Tab.15 Náklady na příslušenství od dodavatele B.....	88
Tab.16Náklady na tisk od dodavatele A.....	89
Tab.17 Náklady na tisk od dodavatele B	90

GRAFY

Graf 1 Náklady na výrobu 1000 ks dílů při daných variantách	91
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

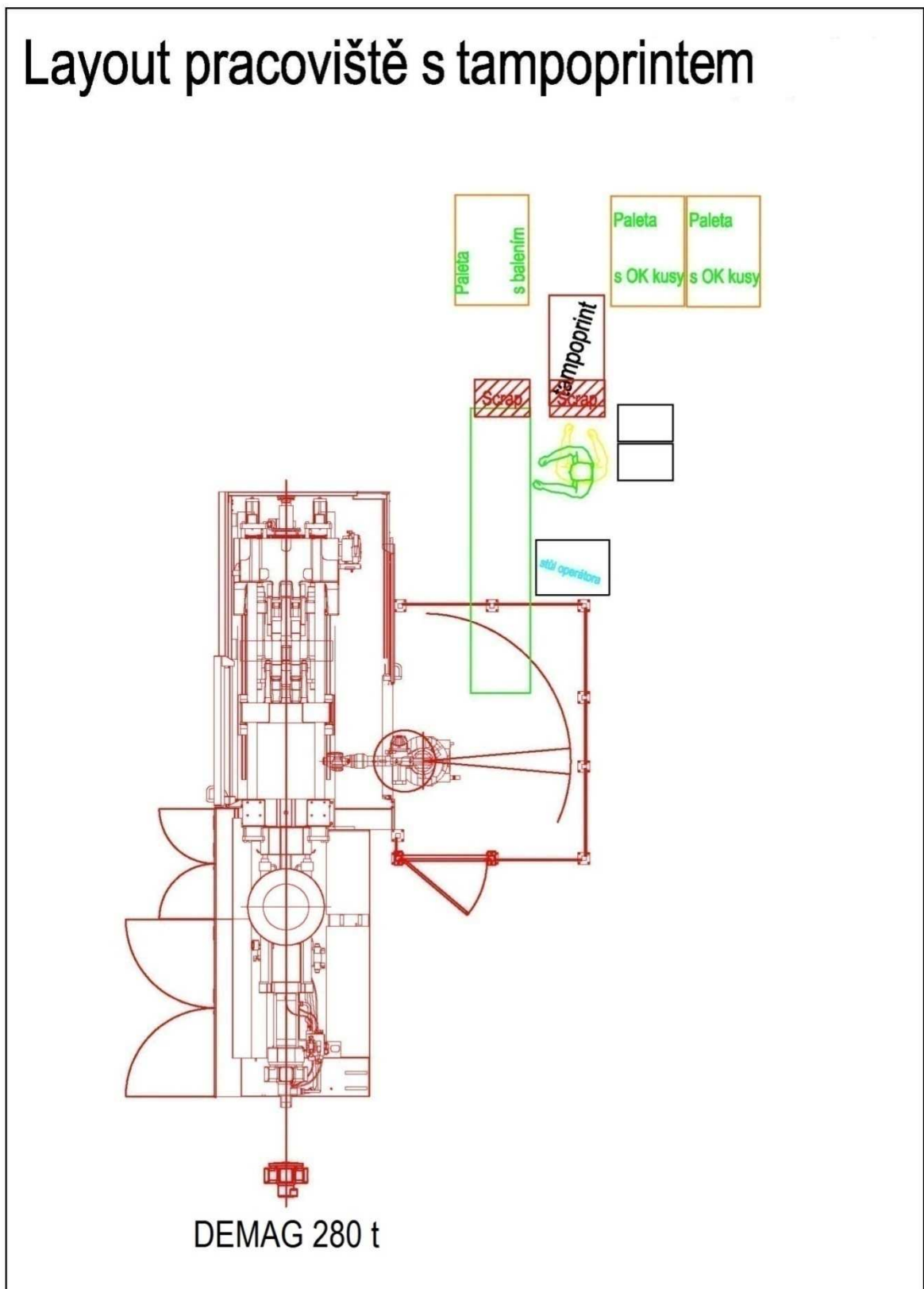
Příloha 1 – Layout pracoviště

Příloha 2 – Výkres plastového dílu

Příloha 3 – Materiálový atest PULSE PC/ABS

Příloha 4 – Výkres přípravku

PŘÍLOHA P I: LAYOUT PRACOVIŠTĚ S TAMPOPRINTEM



PŘÍLOHA P III: MATERIÁLOVÝ ATEST PULSE A35 – 105

Certificate 119621 Styron Corporation Page 1

Date: 23.02.2012 Certificate of Analysis

File Copy
RAVAGO PRAHA SPOL. SRO Fax: COA ARCHIVE
PRATELSTVI 555
PRAHA CZ 104 00 CZECH REPUBLIC

Cust P.O.: 2091973 Dlvv Note: 20506621 10
Order No.: 03019931

Material: PULSE* A 35-105 Engineering Resin
Natural STA
25 KG BAG Spec: 00147359-S

Cust Mtl: 877_74
Batch: 1B13080502

Dlvv Qty:KG 23.375,0
Vehicle: TO709AY/TO889YB

Ship from: STYRON EUROPE GMBH HOEK ZE THE NETHERLANDS

It is hereby certified, that the material indicated above has been inspected and tested in accordance with the conditions and requirements of the contract or purchase order and, unless agreed otherwise, conforms in all respects to the specification relevant thereto.

Feature	Units	Results	Limits		Method
		1B13080502	Minimum	Maximum	
Melt Flow Rate per 10min, @ 260degC/5.0kg	g	16,1	14,0	18,0	ISO 1133
Vicat 50N, 50C/h	degC	122	120	132	ISO 306-B
Charpy Impact @ 23degC	kJ/m2	34,3	27,0	----	ISO 179-82/2C
Izod, Notched @ 23degC	kJ/m2	76,2	60,0	----	ISO 180/4A

Styron Plastics
Quality Department

For inquiries please contact Customer Service or local sales

* TM Trademark