

Výroba kabínového uhlíkového filtra s plastovým rámem

Bc. Tomáš Pap

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Pap**
Osobní číslo: **T11755**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Výroba kabinového uhlíkového filtru s plastovým rámem**

Zásady pro vypracování:

Část teoretická:

1. Přehled současných poznatků v oblastech zpracování plastů vstřikováním.

Část praktická:

1. Popis současného stavu ve výrobě kabinových vzduchových filtrů ve firmě.

2. Popis výrobku, technologický postup výroby výrobku a současné linky, na které se filtr vyrábí.

3. Návrh rozhodujících parametrů pro zařízení výrobní linky, nový technologický postup, návrh formy, zlepšení cyklu vstřikování (teploty, snížení času produkce a zmatků, ergonomie).

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Jan Kolouch: Strojírenské výrobky z plastu vyráběné vstřikováním
DT 621002.61:678.5.**

**Josef Hendrych, Antonín Weber, Jaroslav Doležel: Standardizace rámu a součástí forem
pro vstřikování termoplastů
DT 678 057:621.746.073.**

**BOBČÍK, Ladislav. Formy pro zpracování plastu : vstřikování termoplastu. Díl 1.
2. upr. vyd. Brno : Uniplast, 1999. 133 s.**

**BOBČÍK, Ladislav. a Kol. Formy pro zpracování plastu, Díl I a II,
Brno:UNIPLAST, 1999.**

**KULHÁNEK, Jan a kolektiv. Formy pro tváření plastických hmot. Vydání první.
Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 224 s. L13-B3-IV-31/22002.**

**TOMIS, František, HELŠTÝN, Josef, KANOVSKÝ, Jirí. Formy a přípravky. Brno
: VUT, 1979. 278 s.**

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Ivan Letko, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

10. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan





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

Příjmení a jméno: ...Tomáš Pap..... Obor: ...Řízení jakosti....

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 obhajoby ¹⁾;
- 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. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 § 60 ³⁾ 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 Zlíně04.05.13.....

.....

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 nezahnuje 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 vzdělávacímu 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). Odpírá-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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práca je rozdelená do dvoch hlavných častí. Na časť teoretickú a časť praktickú. V teoretickej časti je uvedený prehľad súčasného stavu poznatkov v oblasti spracovania plastov vstrekováním. Čo spočíva v náležitostiach ako technológia vstrekovania, vstrekovacie formy, temperácia, vyhadzovanie výlisku, materiáli a príprava pred vstrekováním. V praktickej časti som sa zameril na popis a históriu spoločnosti, výrobný program a súčasný stav konkrétnej vstrekovacej formy. Prínos diplomovej práce opisuje zmenu materiálu z ktorého bola vstrekovacia forma vyrobená a následné zlepšenie a zrýchlenie cyklu vstrekovania. Samotná zmena dokázala redukovať nepodarkovosť.

Kľúčové slová: Technológia vstrekovania, vstrekovacia forma, cyklus vstrekovania

ABSTRACT

The thesis is divided into two main section. The theoretical part and a practical part. The theoretical part provides an overview of the current state of knowledge in the field of plastic injection molding process. What lies in the particulars as injection technology, injection mold, temperature, ejection molding, material and preparation before injection. In the practical part we focus on the molding. The contribution of this thesis describes the change in the material from which the injection mold and then improve and speed up the injection cycle. The change could reduce rejects.

Keywords: Injection technology, injection mold, injection molding cycle

Touto cestou by som chcel vyjadriť svoju vďaku môjmu pedagogickému vedúcemu pánovi Ing. Ivanovi Letkovi pre túto Diplomovú prácu, za pomoc, ochotu a precízne vysvetlenie práce.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PREHLAD SÚČASNÝCH POZNATKOV V OBLASTI SPRACOVANIA PLASTOV VSTREKOVANÍM.....	12
1.1 TECHNOLÓGIA VSTREKOVANIA	12
1.1.1 Vstrekovací cyklus	12
1.1.2 Vstrekovací stroj	14
1.1.3 Vstrekovacia jednotka.....	15
1.1.4 Uzavieracia jednotka.....	15
1.1.5 Ovládanie a riadenie stroja.....	15
1.1.6 Kvalita výrobku.....	16
1.2 VSTREKOVACIE FORMY	17
1.2.1 Konštrukcia formy.....	17
1.2.2 Násobnosť formy.....	18
1.2.3 Vtokové systémy	18
1.2.4 Studený vtokový systém (SVS).....	19
1.2.5 Dvojdoskový studený vtokový systém	19
1.2.6 Trojdoskový studený vtokový systém	20
1.2.7 Vyhrievané vtokové systémy (VSV).....	20
1.2.8 Odvzdušnenie dutiny formy	21
1.3 TEMPERÁCIA	22
1.3.1 Usporiadanie temperačných kanálov.....	24
1.4 VYHADZOVANIE VÝLISKU Z FORMY.....	31
1.4.1 Vyhadzovanie pomocou výhadzovacích kolíkov	32
1.4.2 Vyhadzovanie pomocou stieracej dosky a stieracích krúžkov	33
1.4.3 Trubkové vyhadzovače.....	34
1.4.4 Pneumatické vyhadzovanie	34
1.4.5 Hydraulické vyhadzovanie	35
1.5 MATERIÁLY PRE VSTREKOVANIE	36
1.6 PRÍPRAVA PRED SPRACOVANÍM	37
1.6.1 Doprava materiálu	37
1.6.2 Sušenie plastov	38
1.6.3 Farbenie plastov	38
1.6.4 Prísady.....	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
2 POPIS SÚČASNÉHO STAVU VO VÝROBE KABÍNOVÝCH VZDUCHOVÝCH FILTROV VO FIRME	41
2.1 VÝROBNÝ PROGRAM	42
2.2 POPIS VÝROBKU A TECHNOLOGICKY POSTUP VÝROBY VÝROBKU A SÚČASNEJ LINKY NA KTOREJ SA VYRÁBA	44
2.2.1 Popis filtra AK358581 W204.....	44

2.2.2	Technologický postup výroby filtra	44
2.2.3	Konštrukcia a koncept nástoja.....	46
2.2.4	Linka na ktorej sa filter vyrába.....	48
3	STANOVENIE CIELOV.....	51
4	NÁVRH KONŠTRUKCIE NOVEJ VSTREKOVACEJ FORMY	52
4.1	VTOKOVÉ KANÁLY	54
4.2	GEOMETRIA SEDLA.....	56
4.3	PRIEREZ VTOKOVÝCH TRYSIEK	57
5	TECHNOLOGICKÝ POSTUP, AUTOMATIZÁCIA	59
5.1	KONEČNÝ POSTUP CELÉHO CYKLU.....	60
5.2	DOPLŇUJÚCE TECHNICKÉ INFORMÁCIE	60
5.3	ZLEPŠENIE ČASOV A CYKLU VSTREKOVANIA	62
5.4	ZNÍŽENIE NEPODARKOVITOSTI.....	62
6	NÁVRH ROZHODUJÚCICH PARAMETROV VÝROBNEJ LINKY	64
6.1.1	Teploty, chladenie a optimalizácia prietoku, teplotný profil, meranie prietoku	64
6.1.2	Parametre.....	65
	ZÁVER	66
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	67
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	68
	ZOZNAM OBRÁZKOV	70
	ZOZNAM TABULIEK	72
	ZOZNAM PRÍLOH.....	73

ÚVOD

Vstrekovanie plastov dnes zaujíma podstatné miesto vo výrobe plastových dielov. Je to dané tým, že dnes sa dá vyrobiť akýkoľvek výrobok o rôznej zložitosti a veľkej palety farieb. Polymérne výrobky majú širokú použiteľnosť vďaka svojim mechanickým, fyzikálnym a chemickým vlastnostiam v našom každodennom živote. Nástrojom vstrekovacieho stroja je vstrekovacia forma. Vstrekovacia forma býva jedinečná pre každý výrobok. Návrh vstrekovacej formy často paralelne ovplyvňujú simulačné analýzy. Pre konštruktéra by také analýzy mali byť východzie pre výrobu kvalitných výrobkov. Tak sa ušetrí čas a financie spojené s prípadnými nedostatkami formy. Dosky a vstrekovacie formy bývajú zostavené stavebnicovým systémom. Najzložitejšie býva vyrobiť dutinu formy. Bezpečné aplikácie plastov sú v rozhodujúcej miere závislé na ich mechanických vlastnostiach. Tieto sú determinované v prvom rade chemickým zložením polyméru, druhom a množstvom plniva, ale na konečných vlastnostiach výliskov sa podieľajú aj viaceré technologické veličiny. K najdôležitejším patrí vstrekovací tlak, teplota taveniny a teplota formy. Majú vplyv na orientáciu makromolekúl, homogenitu štruktúry, na vznik vnútorných pnutí a na orientáciu plniva, pričom v svojich účinkoch sa môžu dopĺňať alebo si odporovať. Poznanie týchto vplyvov dáva možnosť dosahovať optimálne mechanické vlastnosti plastových výliskov podľa účelu ich použitia.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PREHLAD SÚČASNÝCH POZNATKOV V OBLASTI SPRACOVANIA PLASTOV VSTREKOVANÍM

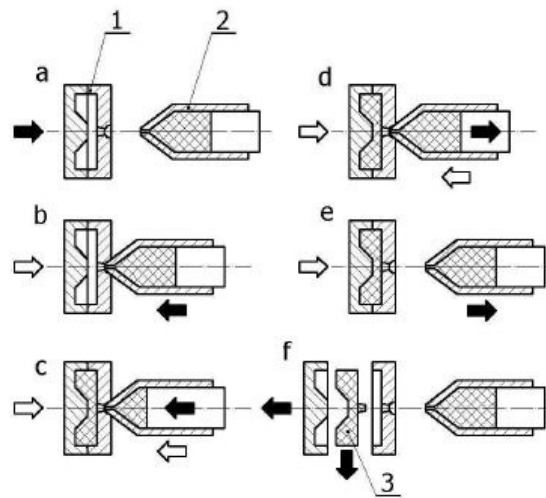
1.1 Technológia vstrekovania

Vstrekovanie je jednou z hlavných operácií pri spracovaní plastov. Umožňuje ekonomicky produkovať kvalitné a dostatočne presné výrobky (výlisky) zo širokého výberu plastu (PP, PS, ABS, PMMA, PC), ale aj z kaučukových zmesí. Pri procese vstrekovania sa mení polymér (najčastejšie formou granulátu) na hotový výrobok požadovaných tvarov podľa špecifikácie a požadovanej kvality. Technológia vstrekovania umožňuje vyrábať výrobky veľmi zložitých tvarov pre aplikáciu v automobilovom, leteckom, vesmírnom priemysle, ďalej v elektrotechnickom priemysle a optike, v zdravotníctve, domácnosti, šport aj voľný čas a to ako samotný výrobok alebo ako súčasť určitého výrobku. Plastové výrobky sa teda používajú v širokom rozsahu v rôznych odvetviach priemyslu. Táto technológia spracovania má však aj ďalšie výhody ako sú napríklad:

- Vtokové zbytky sa dajú pri termoplastoch znovu spracovať, čo je veľmi výhodné z ekonomického hľadiska,
- Vstrekovanie je proces relatívne rýchly a dá sa veľmi dobre a rozsiahle automatizovať [4]

1.1.1 Vstrekovací cyklus

Tavenina sa pripraví v taviacej komore vstrekovacej jednotky a je vstreknutá do formy, kde stuhne. Vstrekovací cyklus je znázornený na obr.č.1. Najskôr dôjde k uzavretiu vstrekovacej formy 1(a), vstrekovacia jednotka (Obr. 1) tu je vo východzej polohe. Vstrekovacia jednotka 2 sa potom prisunie a dosadne na uzatvorenú formu 1(b). Po dosadnutí nastáva vstrekovanie taveniny (Obr. 1) (c). Po naplnení dutiny formy taveninou začína jej tuhnutie, po čase potom postupné doplňovanie formy (d). Vo forme pokračuje tuhnutie bez tlaku. Nasleduje odsunutie vstrekovacej jednotky do východzej polohy (e). Po zatuhnutí nastáva otvorenie formy (f), vyhodenie výlisku. Vo vstrekovacej jednotke zatiaľ prebieha príprava taveniny. Forma aj vstrekovacia jednotka sú vo východzej polohe a celý cyklus sa môže zopakovať. [2]



Obr.1 Vstrekovací cyklus [2]

V priebehu cyklu sa uplatňuje mnoho technologických parametrov :

- veľkosť dávky je volená tak, aby naplnila dutinu, rozvodné kanály a kompenzovala zmrštenie pri dotlaku,
- teplota taveniny musí byť volená tak, aby bola viskozita čo najlepšia, ale aby zároveň nedošlo k degradácii materiálu či prílišnému predlžovaniu cyklu dobou chladnutia,
- veľkosť a doba pôsobenia tlaku musí spoľahlivo naplniť dutinu,
- vstrekovacia rýchlosť musí byť taká, aby nedošlo k predčasnému ochladnutiu taveniny pred naplnením dutiny,
- dotlak zabraňuje vytekaniu materiálu z formy a umožňuje kompenzáciu zmrštenia. Jeho doba je obmedzená zatuhnutím vtokovej sústavy,
- chladiaca doba je čas potrebný na schladenie výrobku bez pôsobenia tlaku.

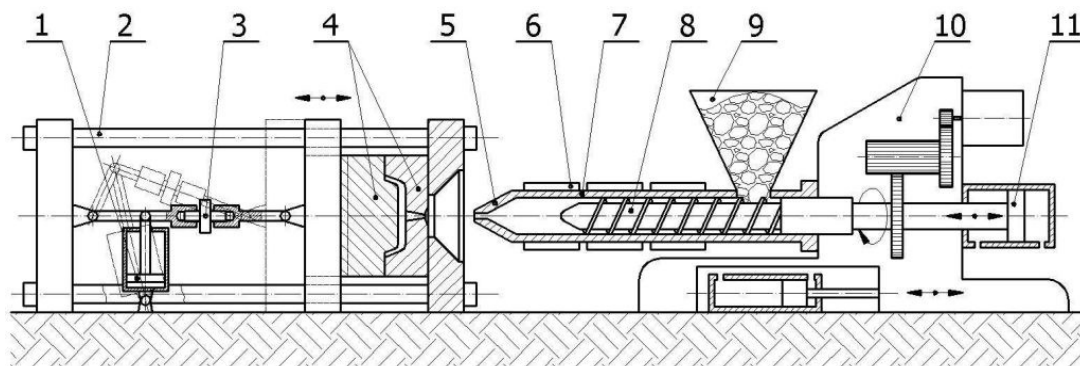
Závisí na teplotách formy, teplote taveniny, tvare výrobku atd. Podstatne ovplyvňuje celkový čas vstrekovacieho cyklu. Optimalizácia produkcie sa dosahuje najmä násobnosťou formy, nie neuváženým skracovaním vstrekovacieho cyklu. Presné nastavenie potrebných spracovateľských parametrov sa zväčša prevádza v skúšobnej výrobe nastavovaním stroja podľa pokusných výliskov. [2]

1.1.2 Vstrekovací stroj

V súčasnej dobe existuje veľký počet rôznych konštrukčných riešení vstrekovacích strojov, ktoré sa líšia svojim prevedením, stupeň riadenia, stálosti a reprodukovateľnosti jednotlivých parametrov, rýchlosti výroby, jednoduchou obsluhou a cenou. Konštrukcia stroja (Obr. 2) je charakterizovaná podľa:

- vstrekovacej jednotky,
- uzavieracej jednotky,
- ovládanie a riadenie stroja. [2]

V minulosti sa stavali predovšetkým hydraulické alebo hydraulicko-mechanické stroje (Obr. 2), najčastejšie stavebnicovo usporiadané s rôznym stupňom elektronického riadenia. Modulárne riešenie je uplatňované ako v oblastiach riadenia hydrauliky, tak aj u vstrekovacích a uzavieracích jednotkách. Ich vzájomnou kombináciou sa dosiahne optimálna konfigurácia vstrekovacieho stroja s ohľadom na požiadavky zákazníka.



Obr.2 Vstrekovací stroj [1]

1 – uzavierací hydraulický valec, 2 – vodiace stĺpy, 3 – uzatvárací mechanizmus, 4 – vstrekovacia formy, 5 – vstrekovacia tryska, 6 – topné telesá, 7 – pracovný valec, 8 – šnek, 9 – násypka, 10 – prevodová skriňa, 11 – vstrekovací piest.

Typ stroja sa z pravidla určuje na základe strojného vybavenia vstrekovne a kapacitného vyťaženia stroja. [1]

Pre voľbu stroja sú rozhodujúce nasledovné parametre:

- uzatváracia sila,

- vstrekovací tlak (MPa)
- plastikačný výkon (kg/h),
- maximálny zdvihový výkon šneku, redukovaný na 100 MPa (cm³),
- maximálny plošný obsah výlisku (cm²). [1]

1.1.3 Vstrekovacia jednotka

Slúži na dopravu požadovaného množstva taveniny s predpísanými parametrami do formy. Do tavného valca je dopravovaný granulát z násypky (zásobníku) pohybom šneku, postupne sa plastifikuje, homogenizuje a hromadí pred jeho celom. Tavný valec je vyhrievaný výhrevnými pásmi, z ktorých každý má inú teplotu. Valec je zakončený tryskou, ktorá má vlastné vyhrievanie. Táto tryska tiež spája vstrekovaciu jednotku s formou. Jej guľové zakončenie zaručuje presné dosadnutie do sedla vtokovej vložky formy. Ich súosovosť je podmienkou správnej funkcie stroja. [3]

1.1.4 Uzavieracia jednotka

Ovláda formu a zabezpečuje jej dokonalé uzatvorenie, otvorenie a vyprázdnenie. Veľkosť uzatváracej sily je nastaviteľná a priamo závisí od vstrekovacieho tlaku a plochy dutiny v deliacej rovine. Hydraulické uzatváracie jednotky treba proti pootvoreniu pri vstreku poistiť závorami. Hydraulicko – mechanické jednotky zaručujú vyššiu rýchlosť uzatvárania i potrebné spomalenie tesne pred uzavretím (aby sa predišlo nárazom dosiek). Sú konštruované ako kĺbové mechanizmy ovládané hydraulickým valcom. Niektoré jednotky sú dokonca konštruované bez vodiacich stĺpov. [3]

1.1.5 Ovládanie a riadenie stroja

Riadenie stroja sa musí zaistiť vhodnými riadiacimi a regulačnými prvkami. Modernejšie vstrekovacie stroje sa v súčasnosti nezaobídu bez výkonnej procesnej techniky. Namiesto obvyklej textovej formy nastavovania technologických parametrov sa využívajú najrôznejšie grafické formy riadenia pracovného cyklu na displeji so selektívnym prístupom k jednotlivým parametrom stroja. Pracovný cyklus zostavený do potrebných programových sekvencií je jednoducho kontrolovateľný a nastaviteľný. [3]

1.1.6 Kvalita výrobku

Popri požadovaných rozmerov je významným znakom vystreknutého materiálu aj ich kvalita povrchu. Vhodnou úpravou napr. dezénom, sfarbenia apod. sa zvyšuje estetický vzhľad, ale aj ich účelové využitie. Vyrábané súčasti majú následne vhodný farebný odtieň alebo sú transparentné, prípadne sa u nich dosahuje rôznej hladkosti a lesku povrchu. Kvalita povrchu je obrazom povrchu dutiny formy.

Plochy môžu byť:

- matné, tie sú výrobne najjednoduchšie a ekonomicky najvhodnejšie. Sú výhodné v tom, že zakryjú niektoré vzhľadové nedostatky. (studené spoje, stopy po toku apod.),
- lesklé sú najnákladnejšie a náročné na výrobu dutiny formy. Predpisuje sa vysoký stupeň lesku. Na lesklom povrchu sú viditeľné všetky nedostatky výroby formy a vystreknutého materiálu,
- dezénové plochy sú tiež možnosť úpravy častí alebo celého povrchu súčastí. Dosiahne sa tým zvýraznenie niektorých ich oblastí, jednoduchšej manipulácie, zníženie priehľadnosti,
- sfarbenie povrchu je jedna z vlastností, ktorá ovplyvňuje dojem o danej súčasti. Ich voľba je daná druhom použitého plastu a možného farebného odtieňu materiálu.

Hlavní činitelia ovplyvňujú kvalitu:

- a) zmrštenie záleží na druhu plastu, konštrukcií súčastí aj na technológiu vstrekovania. Zmrštením je ovplyvnená predovšetkým presnosť vystreknutého materiálu. Výrobné, ktoré tvoria 90% celkového zmrštenia. Dodatočné, ktoré tvoria 10% celkového zmrštenia, býva niekoľko násobne menšie ako zmrštenie výrobné. Prebieha dlhšiu dobu. Príčinou je pozvoľné uvoľňovanie vnútorného pnutia, vzniknutého pri vstrekovaní,
- b) tečenie, vznikne pri väčšom a dlhodobejšom silovom zaťažení súčastí. Prejaví sa plastickou deformáciou. U semikryštalických je väčšie ako pri amorfných.
- c) teplotná rozťažnosť, je približne o rád väčšia než u kovu. Je však vratnou zmenou,

- d) navlhnutie, nasiaknutie, rozmery výrobku sa menia podľa absorpcie vody z okolitého prostredia. Pri vysušení sa rozmery opäť zmenšia. [2]

1.2 Vstrekovacie formy

Forma slúži pri vstrekaní ako tvárniaci nástroj, ktorý dáva tavenie (materiálu) konečný tvar a rozmery. Kvalita formy sa posudzuje na základe týchto požiadaviek:

- **technické** : zaručujú správnu funkciu formy, ktorá musí vyrobiť požadovaný počet výrobkov v požadovanej kvalite a presnosti. Musí tiež spĺňať podmienku jednoduchej manipulácie a obsluhy,
- **ekonomické** : nákupná cena, produktivita práce, využitie materiálu,
- **spoločensko-estetické** : umožňujú vytvárať vhodné prostredie pri bezpečnej práci. Vyžadujú dodržanie všetkých bezpečnostných zásad pri konštrukcii, výrobe aj prevádzke formy. [3]

1.2.1 Konštrukcia formy

Vstrekovacia forma je zložitý nástroj, pozostávajúci z dvoch hlavných častí. Prvá časť je dutina formy, do ktorej plastikačná jednotka vstrekuje roztavený polymér, ktorý potom po vychladnutí vo forme temperačným systémom vytvorí konečný tvar výrobku pri zachovaní jeho mechanických vlastností. Tvarová časť formy býva produkčne najzložitejšou časťou, zhotovená z kvalitnejšieho materiálu a taktiež aj najdrahšia. Druhú časť tvorí konštrukčný systém, ktorý býva z pravidla podobný u všetkých formách. Ten sa dá objednať u typizovaných výrobcov a následne zostaviť ako stavebnicu. Výroba dielcov vstrekaním prebieha na vstrekovacom stroji a vo forme v krátkom čase, za pôsobenia dostatočného tlaku a teploty a ďalších nutných parametrov. Z toho vyplývajú základné požiadavky na stroj a formu, ktoré spolu úzko súvisia. [2]

Vstrekovacie formy musia spĺňať tieto základné požiadavky:

- Musia obsahovať jadro a dutinu formy, ktoré definujú tvar výrobku, ktorý sa bude vytvárať,
- Musia poskytovať prostriedky pre taveninu, ktorá je dodávaná zo vstrekovacieho stroja do tvarovacej dutiny,

- Musia pôsobiť ako tepelný výmenník, ktorý bude:
 - rýchlo ochladzovať diel
 - ochladzovať diel rovnomerne
- Musia zaistiť vyhodenie vystreknutého materiálu z formy,
- Musia vytvoriť štruktúru, ktorá bude odolávať vnútorným tlakom taveniny, ktoré môžu byť potenciálne vyššie ako 200 MPa tlakovej sily uzavieracej jednotky, ktorá môže presiahnuť tisíce ton,
- Vo viac násobných formách poskytovať rovnomernosť do každej dutiny od rozmerov, dodávanej taveniny až po chladenie. [5]

1.2.2 Násobnosť formy

Optimálna voľba násobnosti formy vyžaduje zváženie viacerých požiadaviek, ako napr. charakter výrobku, požadované vyrobené množstvo výrobkov, dodacia doba, kapacita vstrekovacieho stroja aj ekonomickosť produkcie. Pre tvarovo príliš náročné, mnoho rozmerové, alebo vystreknuté materiály s vysokou presnosťou volíme jednonásobnú formu. Pri väčšom počte dutín hrozí totižto rozdielna kvalita výrobkov z jednotlivých dutín z dôvodu rozdielnych dráh, teplôt a tlakov taveniny. Rozhodujúci je tiež typ vstrekovacieho stroja, ktorý svojou kapacitou a výkonom musí dostatočne naplniť všetky dutiny formy aj s rezervou (asi 20 %). Násobnosť formy sa volí podľa viacerých parametrov:

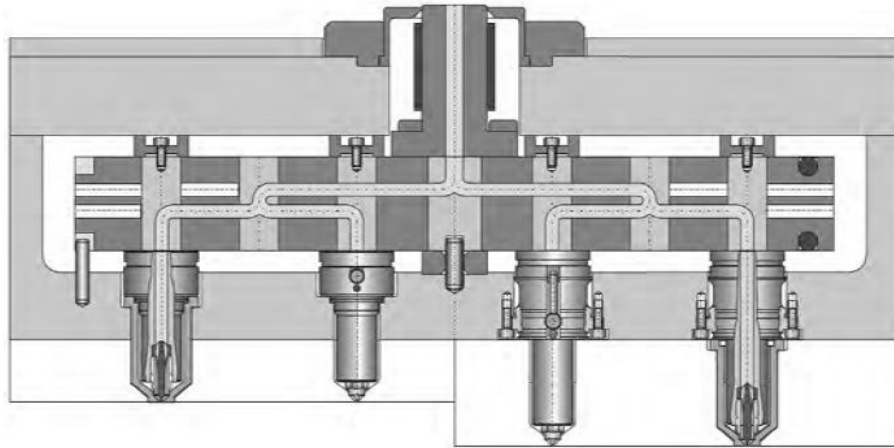
- podľa vstrekovacej kapacity stroja,
- podľa plastikačného výkonu stroja,
- podľa uzatváracej sily,
- podľa termínu dodávky. [2]

1.2.3 Vtokové systémy

Vtokový systém na (Obr. 3) slúži na dopravu polymérnej taveniny z trysky stroja do dutiny formy. Musí pri tom zaručiť úplné naplnenie dutiny v čo najkratšom čase a s minimálnymi odpormi. Prietok taveniny kanálmi či tryskami je charakterizovaný zložitými tepelne – hydraulickými pomermi. Správna voľba vtokového systému má podstatný vplyv na kvalitu

a vzhľad výrobku, spotrebu materiálu, náročnosť na opracovanie hotového výrobku, energetickú a finančnú náročnosť výroby. Základné delenie vtokových systémov je na :

- studené vtokové sústavy,
- vyhrievané vtokové sústavy. [1]



Obr.3. Vstrekovací systém [1]

1.2.4 Studený vtokový systém (SVS)

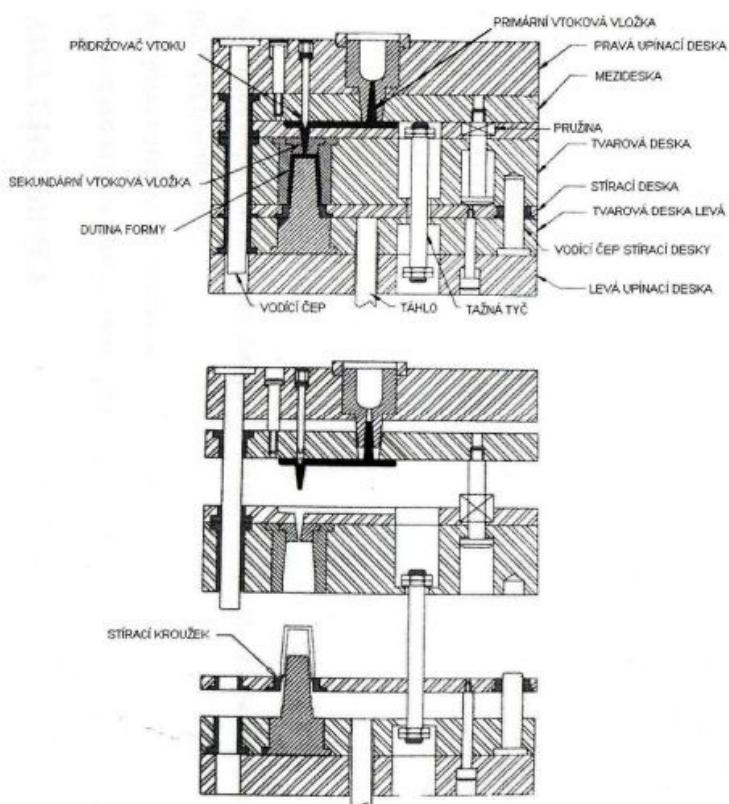
Pre termoplastické materiály je studený vtokový systém umiestnený vo forme, kde je studený vtokový systém následne po vstreknutí ochladený a vyhodенý spolu s dielcom počas každého vstrekovacieho cyklu. Studený vtokový systém sa delí na dvoj alebo trojdoskový systém. [2]

1.2.5 Dvojdoskový studený vtokový systém

Tento typ vtokového systému je najzákladnejší a najbežnejší typ foriem. Je to najjednoduchší a najlacnejší na výrobu, tiaľ je jednoduchý pre obsluhu v porovnaní s výhrevným systémom. Forma má jednu deliacu rovinu, ktorá sa otvorí pri každom cykle vstrekovania umožňujúc vyhodenie vtokového zbytku a vstrekovaného dielu. Vtoková vložka sa pripojí na deliacu rovinu a tá buď naplní taveninou priamo dutinu formy alebo sa podľa násobnosti formy rozbieha do viacerých dutín. V jednonásobnej forme je umiestnenie vtokovej vložky z pravidla do stredu tvarovej dutiny. To býva typické pre dielce ako je napr. vedro. Nevýhodou tohto systému vtokový zbytok, ktorý zostane na dielci po vyhodení z formy. Tento prebytok sa musí odstrániť a zabrúsiť miesto vtoku. [2]

1.2.6 Trojdoskový studený vtokový systém

Hlavnou výhodou trojdoskového systému na (Obr. 4) oproti dvojdoskového je to, že vtokové ústie nie je obmedzené na obvod časti dutiny. V porovnaní s vyhrevným systémom trojdoskové formy majú nízke výrobné náklady, pomerne jednoducho ovládateľné, majú rýchli rozjazd vyžadujú menej pozornosti pracovníkov. Trojdosková forma má druhú deliacu rovinu umiestnenú za tvarovou doskou formy. V tejto deliacej rovine umožňuje tavenine tiecť v rámci dutiny formy do ľubovoľnej tvarovej polohy, či tvarových dutín formy. [2]

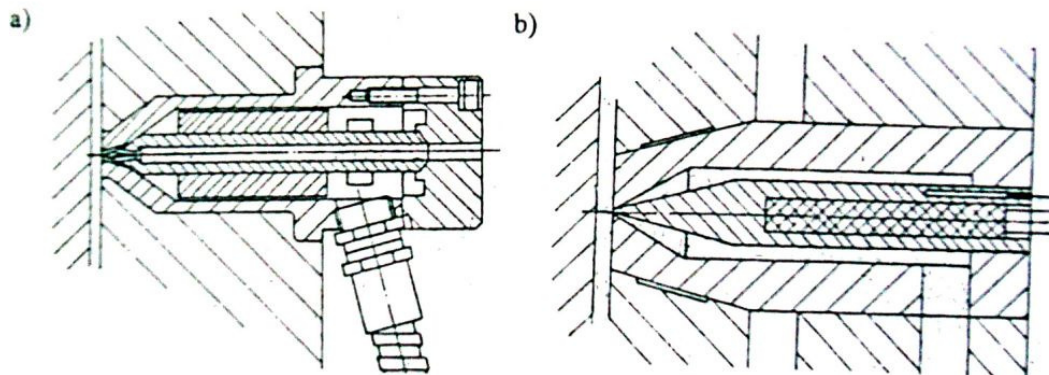


Obr.4. Trojdoskový systém formy – odformovanie dielov [5]

1.2.7 Vyhrievané vtokové systémy (VSV)

Výhodou vyhrievaných vtokových systémov je, že pri ich použití nezostáva vtokový zbytok, čo znižuje spotrebu materiálu aj nároky na opracovanie výrobku. Súčasným typom vyhrievaného vtokového systému predchádzali rôzne jednoduchšie systémy, ako zosilnené vtoky, izolované vtokové sústavy s predkomôrkami atď. Dnes sa používajú vyhrievané trysky podľa (Obr. 5), ktoré sa vyznačujú minimálnym poklesom tlaku a teploty taveniny,

zatiaľ čo zaručujú ideálne tokové vlastnosti taveniny. To umožnila najmä výroba minimálnych a vysokovýkonných vyhrevných telies a iných dielov trysiek.



Obr.5. Vyhrievaná tryska s vonkajším (a) a vnútorným (b) vyhrievaním

Od foriem so studeným vtokovým systémom sa líšia formy s vyhrievaným vtokovým systémom predovšetkým tým, že tieto systémy sa nakupujú od špecializovaných výrobcov. Pred použitím určitého typu je teda potrebné vyžiadať si od výrobcu technické údaje i dokumentáciu. Využívanie vyhrievaných vtokových systémov stále narastá, pretože:

- umožňujú automatizáciu výroby,
- skracujú výrobný cyklus,
- znižujú spotrebu materiálu,
- znižujú náklady na dokončovanie práce,
- odpadá recyklácia vtokových zbytkov.

Technológia vstrekovania vyhrievaným vtokovým systémom spočíva v tom, že tavenina po naplnení dutiny formy zostáva v celej oblasti vtoku až po ústie formy v plastickom stave. To umožňuje použiť len bodové vyústenie malého prierezu. Aj napriek tomu je možné čiastočne pracovať s dotlakom. Celá sústava umožňuje jednoduchú demontáž, čistenie a spätnú montáž. [3]

1.2.8 Odvzdušnenie dutiny formy

Dutina formy je pred vstreknutím taveniny naplnená vzduchom. Pri jej plnení je potrebné zabezpečiť odvod tohto vzduchu a prípadných splodín. Požadovaná účinnosť

odvzdušňovania je úmerná rýchlosti plnenia dutiny. Odvzdušňovanie dutiny formy je veľmi dôležitým faktorom pri výslednej kvalite Vystreknutého materiálu. Dôležitosť odvzdušnenia obvykle vyplynie až pri skúšobnej prevádzke formy, kedy jeho nekvalitné prevedenie býva príčinou chybného vzhľadu, či nedostatočných mechanických vlastností výrobku. Najčastejším problémom pri rýchlom plnení je stlačenie vzduchu, tzv. Dieslov efekt. Je to spálené miesto na výrobku, ktoré vzniká dôsledkom zvýšenej teploty komprimovaného vzduchu. Protitlak stlačeného vzduchu tiež zvyšuje pri plnení dutiny nároky na vstrekovací tlak, ktorého zvyšovaním sa vnášajú do výrobku zbytočné pnutia. Pri nižších teplotách a teda zvýšenej viskozite taveniny môže zase dôjsť vplyvom stlačeného vzduchu k nedostatočnému zatekaniu taveniny do dutiny a teda nedostatočne vystreknutému materiálu. V neposlednom rade môže tento vzduch spôsobiť bubliny vo dieľci, čo je opäť nežiaduce. Voľba miest pre odvzdušnenie je spravidla veľmi zložitá, často sa realizuje pri skúšobnej prevádzke na základe analýzy závad na vystreknutom materiály (spálené miesta, bubliny, nedotečené miesta).

Odvzdušnenie je možné realizovať:

- stredným trňom,
- odvzdušňovacími vložkami z poréznych materiálov,
- okolo vyhadzovačov (vôľa v uložení),
- delenými kruhovými vložkami,
- drážkami frézovanými pre tento účel (priemery rádovo 10-2 mm),

Rozmery odvzdušňovacích kanálov sa volia s prihliadnutím na viskozitu použitého materiálu, použitý vstrekovací tlak, objem a tvar výrobku aj umiestnenie vtokov do dutiny formy. Je tiež treba pamätať na pravidelné čistenie týchto kanálov, ktoré sa vplyvom splodín ľahko zanášajú, čím sa znižuje efektívnosť odvzdušňovania formy, teda aj kvalita výrobkov. [3]

1.3 Temperácia

Temperovaním sa rozumie ochladenie alebo ohrievanie foriem na požadovanú prevádzkovú teplotu a udržiavanie tejto teploty na rovnakej hodnote. Z formy sa potom odvádza čo najrýchlejšie a rovnomerne nadbytočné teplo, prestupujúce do stien tvárniacich

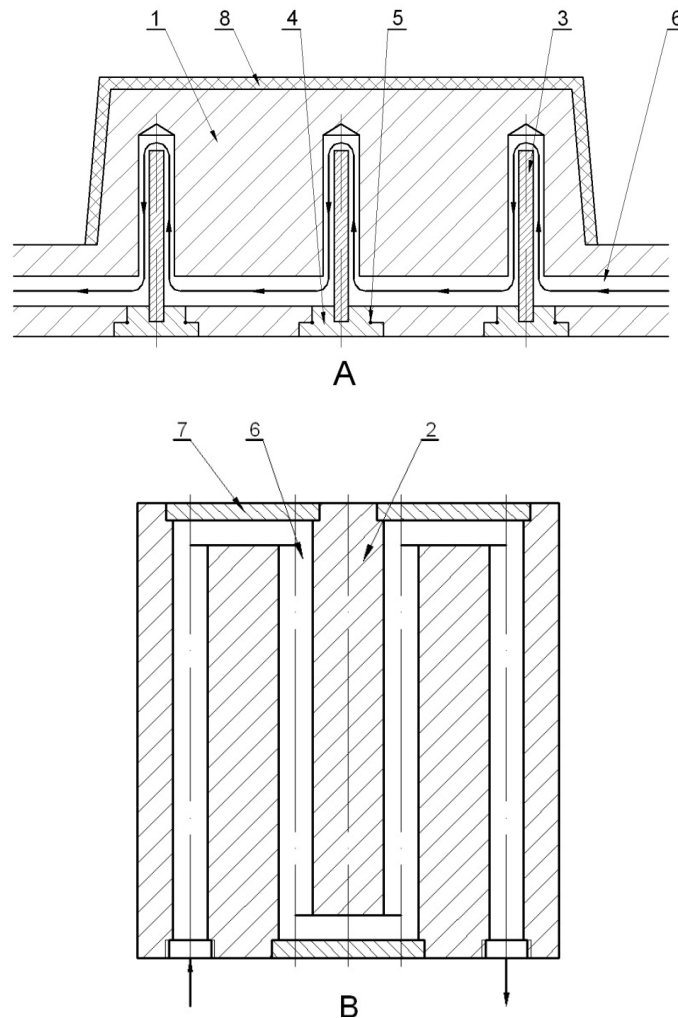
súčasťou z taveniny. K tomuto účelu sa vo forme zhotovujú najrôznejšie systémy kanálov a dutín pre vedenie temperačnej kvapaliny (médium) – temperačné okruhy. Ich konštrukcií je nutné venovať náležitú pozornosť. Optimálne riešenie rozhodujúcim spôsobom ovplyvní kvalitu vystreknutého materiálu, výkon a hospodárnosť budúcej formy. Považuje sa za nutné pripomenúť, že teplota formy nie je len záležitosť konštruktéra formy, ale týka sa v prvej rade celého systému rozvodu temperačnej kvapaliny. Najväčšie množstvo foriem sa temperuje vodou takzvanými otvorenými okruhmi. Voda sa privádza do zásobníkov, odkiaľ sa cez filtre rozvádza až k jednotlivým vstrekovacím strojom. Voda preteká temperačným okruhom formy a odpadovým potrubím sa vracia späť do zásobníkov. Tieto otvorené okruhy majú celú radu nedostatkov:

- Veľmi rozdielne teploty vody v rôznych ročných obdobiach. Teplota sa nedá regulovať,
- Aj keď sa voda filtruje, obsahuje ešte jemné kaly, ktoré sa vo forme usadzujú. Preto sa neodporúča užívať temperačné kanály malých priemerov (pod 5mm)
- Voda sa nedá upravovať s inhibítormi pre zmenšenie korózie
- Okrem usádzania kalov a hrdze sa vytvára vodný kameň. Usadeniny zhoršujú prechod tepla, zanášajú kanály zmenšujú tak prietok vody. Kanály sa musia nákladne čistiť,
- Vo veľkých oblastiach značne kolísajú prietok vody, vodných zdrojov a mení sa tak aj stav v zásobníkoch chladiacej vody.
- Dochádza k znečisťovaniu vodných zdrojov, pretože prevažná väčšina firiem nemá čistiarne odpadových vôd. [1]

Z uvedeného je známe, že teplota foriem otvorenými okruhmi je nevhodná a neekonomická, zvlášť u foriem s bezodpadovými vstrekovacími systémami. Najúčinnejšie sú uzavreté okruhy so stálou teplotou, s vodou upravenou inhibítormi korózie. Z toho plynie, že ani najlepším vyriešeným temperačným okruhom formy nemusí byť účinný, pokiaľ nie je napojený na správne prevedený a udržiavaný rozvod. [1]

1.3.1 Usporiadanie temperačných kanálov

Dnešné moderné stroje umožňujú veľmi krátke pracovné cykly, ktorým sa musia prispôbiť prevedenia temperačných kanálov vo vnútri formy. Hlavným cieľom konštruktéra bude dosiahnuť čo najväčší a súčasne rovnomerný prestup tepla medzi stenami tvárniacich dutín a temperačnou kvapalinou. Rozdiely teplôt v rôznych miestach stien tvárniacich dutín majú byť čo najmenšie. [1]



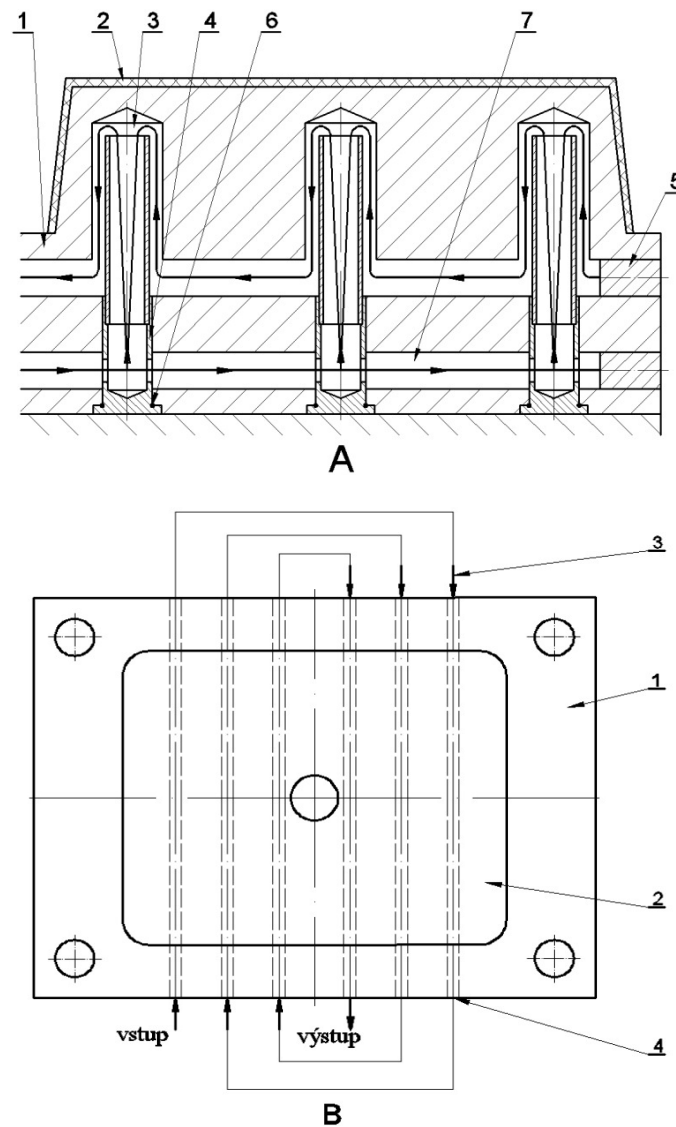
Obr.6. Radové prepojenie temperovacích okruhov [1]

A – pri tvárnikoch, B – pri doskových tvárniciach,

1 – tvárník, 2 – tvárnice, 3 – prepážka, 4 – zátka, 5 – tesniaci krúžok, 6 – temperovací kanál,

7 – plochá záslepka, 8 – vystreknutý materiál. [1]

Intenzívneho odvodu tepla sa docieľuje núteným prúdením temperačnej kvapaliny a aj orientovaným smerom. Neustále môžeme pozorovať snahu skracovať dobu výrobného cyklu znižovaním teploty temperačnej kvapaliny. Väčšinou to však vedie k zhoršeniu kvality vystreknutého materiálu. Vyskytujú sa častejšie vzhľadové nedostatky, trhliny vplyvom korózie pri napätí a dôsledky dodatočného zmršťovania (prepadliny, tvarové deformácie, zmeny rozmeru). To poukazuje na určité hranice intenzity chladenia. Preto v záujme kvality vystreknutého materiálu a hospodárnosti ich výroby je potrebné vždy voliť kompromis. [1]



Obr.7. Funkčne výhodnejšie prepojenie temperovacích okruhov [1]

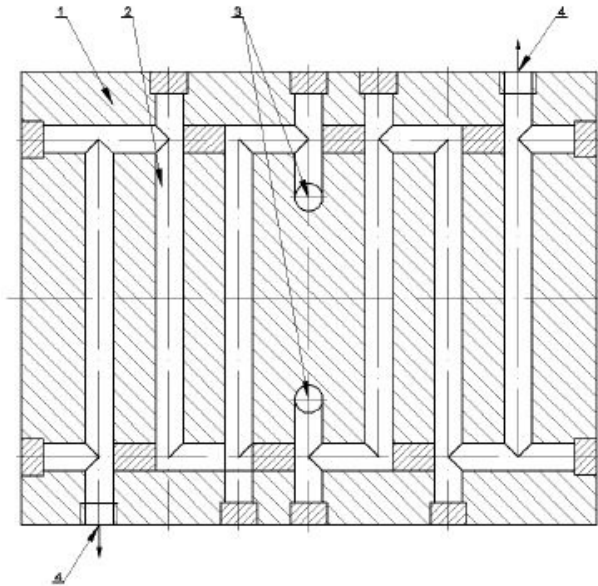
A – paralelne prepojenie temperačných okruhov u tvárnikov,

1 – tvárník, 2 – výlisok, 3 – trubka, 4, 5 – zátky, 6 – tesniaci krúžok, 7
– temperovací kanál,

B – špirálové prepojenie vŕtaných temperačných kanálov v doskovej
tvárnici,

1 – tvárnice, 2 – kanál, 3 – prepojovacie hadice, 4 – náustok [1]

Pri vstrekovacích formách sa nezávisle na sebe temperuje ľavá (pohyblivá) a pravá (pevná) časť formy. Ak chceme dosiahnuť čo najúčinnjší odvod tepla, musíme temperačné kanály umiestniť čo najbližšie k tvárniacej dutine formy. Prítokový prierez volíme tak veľký, aby sme nenarušili pevnosť súčastí. Z týchto požiadaviek je jasné, že rozmery a usporiadanie temperačných kanálov musíme navrhovať už prvých fázach konštrukcie formy. Nemalo by sa ani zabúdať na ekonomickú výrobu kanálov, najčastejšie trieskovým obrábaním (vŕtaním, frézovaním, sústružením). [1]

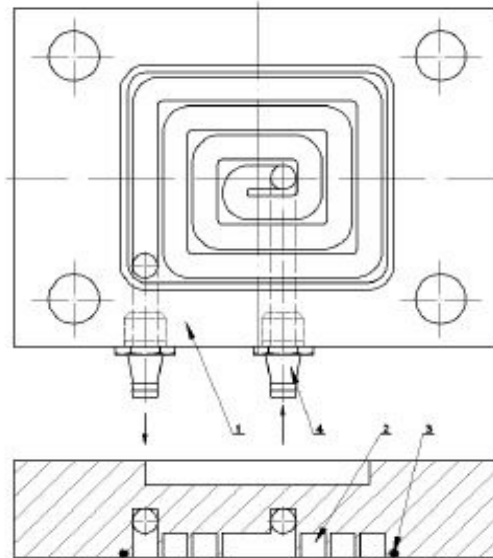


Obr.8 Temperovanie dosky dvoma samostatnými okruhmi [1]

1 – tvárnice, 2 – kanál, 3 – prívod, 4 – odpad[1]

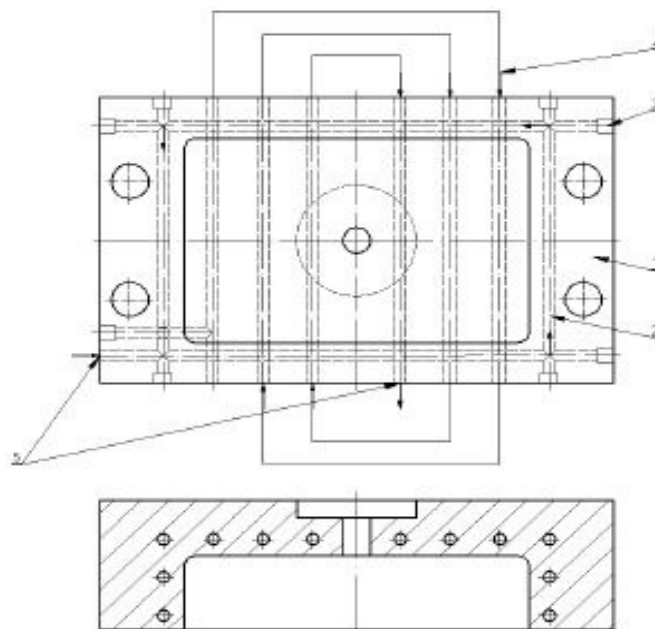
Na (Obr. 6A) je znázornené tzv. radové zapojenie temperačných kanálov napr. pri tvárnikoch. Temperačná kvapalina preteká postupne jednotlivými tvárnikmi, stále viac sa zahrieva a spôsobuje tým nerovnomerné rozloženie teplôt tvarovacích častí formy. Podobný jav vzniká pri doskovej tvárnici s vŕtanými kanálmi podľa (Obr. 6B). Zabráni sa

tomu paralelným alebo špirálovým zapojením kanálov podľa (Obr. 7A,B), ktoré zaručuje rovnomerný odvod tepla. V niektorých prípadoch volíme radšej aj niekoľko samostatných temperovacích okruhov v jednej polovici formy ako na (Obr. 8) kde je temperovanie prevedené dvoma samostatnými okruhmi. [1]



Obr.9. Temperácia doskovej tvárnice špirálovým kanálom[1]

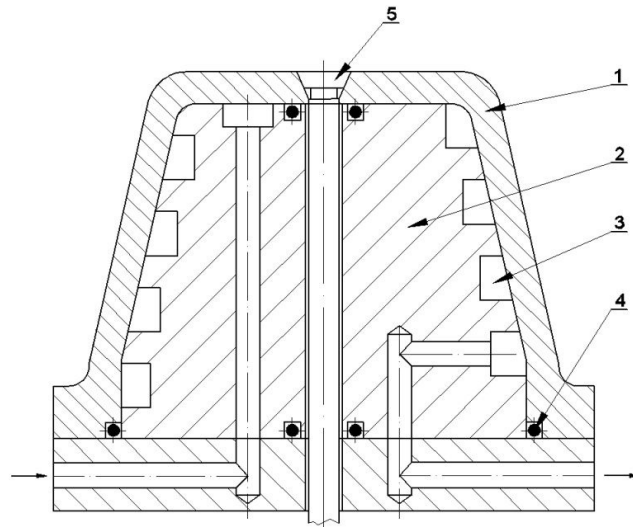
1 – tvárnica, 2 – špirálový kanál, 3 – tesniaca šnúra, 4 – náustok [1]



Obr.10 Prevedenie temperovacích kanálov u blokovej tvárnici [1]

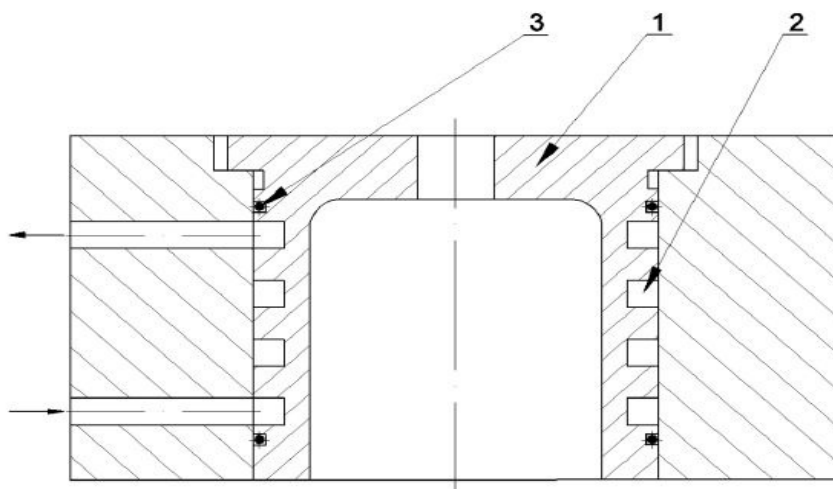
1 – tvárnica, 2 – temperačný kanál, 3 – zátka, 4 – hadica, 5 – náustok [1]

Temperácia doskovej tvárnice frézovaným špirálovým kanálom je na (Obr. 9). Prevedenie vŕtaných temperovacích kanálov pri hlbokjej blokovej tvárnice je vidieť na (Obr. 10). Často sa pri takých tvárniciach temperuje dno samostatným okruhom. V tvárniku na (Obr. 11) je zasunutá temperovacia vložka so špirálovým temperovacím kanálom. Podobným spôsobom je riešený temperovací okruh u tvárnice na (Obr. 12). [1]



Obr.11 Tvárník s temperovacou vložkou [1]

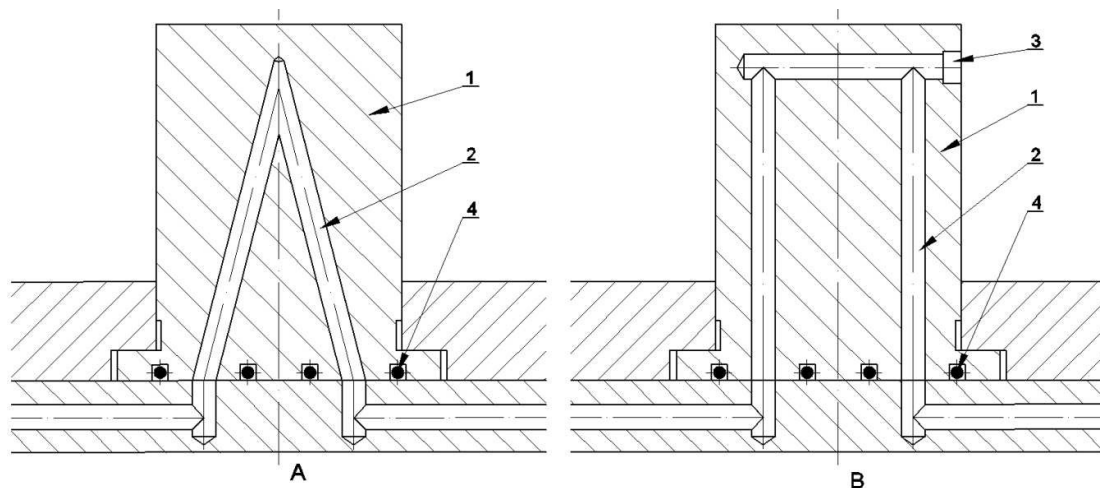
1 – tvárník, 2 – chladiaca vložka, 3 – temperovací kanál,
4 – tesniaci krúžok, 5 – vzduchový ventil [1]



Obr.12. Použitie obvodovej temperovacej drážky u vložkovej tvárnici [1]

1 – tvárnica, 2 – temperovací kanál, 3 – tesniaci krúžok [1]

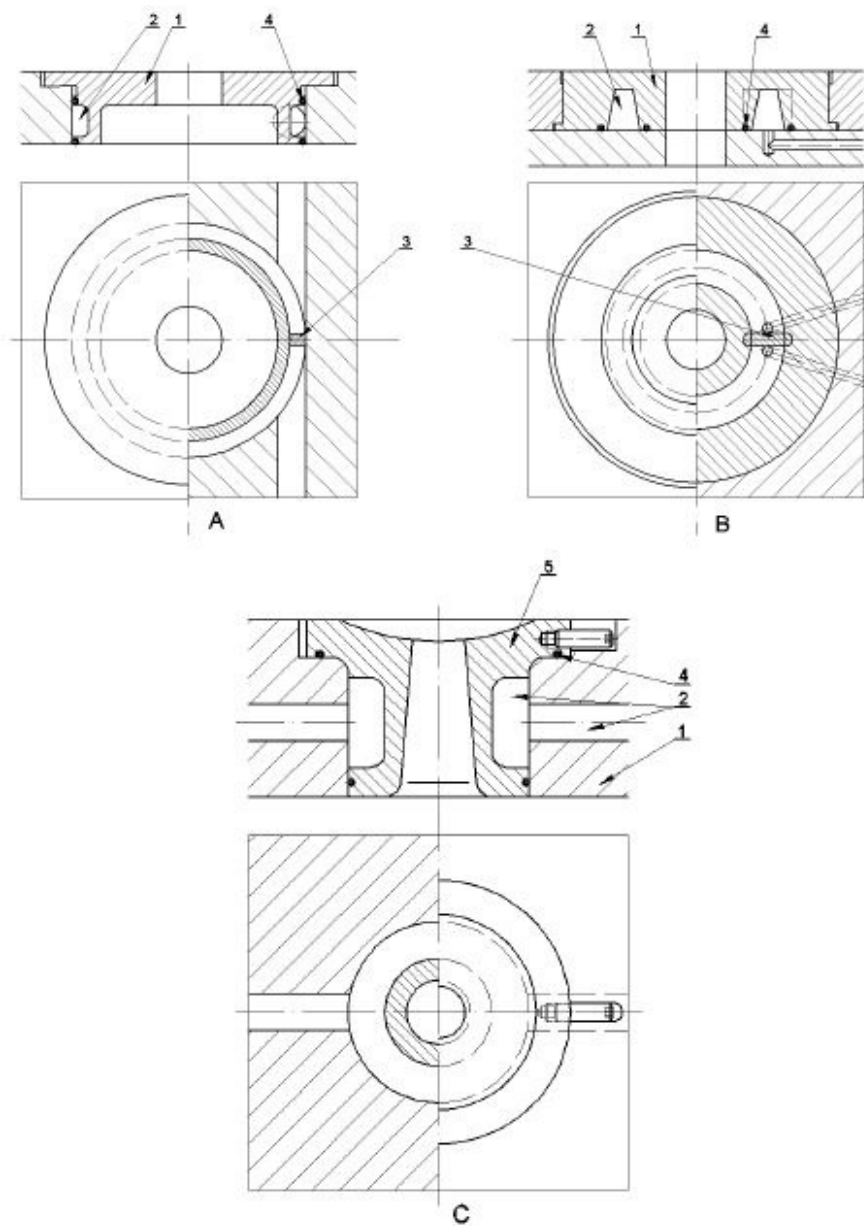
Povrch tvárnice je opatřený sítavou prstencových kanálov, prepojených zvislými drážkami tak, že vznikne súvislý temperačný kanál. Tvar temperačnej vložky i kanálu a spôsob napojenia na rozvod môže mať niekoľko prevedení. Prevedenie temperačných okruhov pri úzkych a vysokých tvárnikoch ukazuje (Obr. 13A). Zátka pri tvárniku na (Obr. 13B) sa musí pevne naraziť alebo vlepíť a zatesniť s plochou tvaru. Na (Obr. 14A) je temperačný kanál vysústružený na obvod vložkovej tvárnice, na (Obr. 14B) na dne. Kanál je prerušený vlepenu prepážkou, aby temperačná kvapalina prúdila iba učeným smerom. Systém podľa (Obr. 14A) sa používa aj pre temperáciu vtokových vložiek (Obr. 14C). [1]



Obr.13. Temperačné kanály v úzkych a vysokých tvárnikoch [1]

A – tvárníky so šikmými vŕtanými kanálmi, B – s pravouhlými vŕtanými kanálmi

1 – tvárník, 2 – temperovací kanál, 3 – zátka, 4 – tesniaci krúžok [1]



Obr.14 A – Temperácia tvárnice obvodovou drážkou,

B – Temperácia tvárnice

drážkou na dne, C – Temperácia vtokovej vložky [1]

1 – tvárnica, 2 – temperovací kanál, 3 – prepážka, 4 – tesniaci krúžok, 5 – vtoková vložka.

1.4 Vyhadzovanie výlisku z formy

Vyhadzovanie vystreknutého materiálu z foriem je činnosť, kedy sa z dutiny alebo tvárniku otvorenej formy vysunie alebo vytlačí zhotovený materiál. K tomu slúži vyhadzovacie zariadenie, ktoré dopĺňa formu a svojou funkciou ma zaisťovať automatický výrobný cyklus. [3]

Má dve fázy:

- dopredný pohyb, vlastné vyhadzovanie,
- spätný pohyb, návrat vyhadzovacieho systému do pôvodnej polohy.

Základnou podmienkou dobrého vyhadzovania materiálu je hladký povrch a úkosovitost' ich stien v smere vyhadzovania. Úkosy nemajú byť menšie než $0,5^\circ$. Vyhadzovací systém musí vystreknutý materiál vysunúť rovnomerne, aby nedošlo k jeho spriečeniu a tým ku vzniku trvalých deformácií alebo inému poškodeniu. Umiestnenie vyhadzovačov, ich tvar a rozloženie môže byť veľmi rozmanité. Môžu sa využiť k vytváraniu funkčnej dutiny alebo ako časť tvárniku. U hlbokých treba počítat' s ich zavzdušnením. [3]

Po vyhadzovacích kolíkoch zostanú obyčajne na materiáli stopy. Pokiaľ sú na závalu, vystreknutý materiál sa podľa možnosti opraví alebo sa vyhadzovač umiestni na stranu, kde neprekáža vzhľadu. Môže sa zmeniť spôsob vyhadzovania. Tým sa ale často zmení aj zaformovanie vystreknutého materiálu a celá koncepcia formy. Pomimo vystreknutého materiálu sa vyhadzuje aj vtokový zbytok. Pri vhodnom usporiadaní sa môže vtokový zbytok od vystreknutého materiálu zámerne oddeliť.

Pohyb vyhadzovacieho systému sa vyvinie:

- narážacím kolíkom o traverz vstrekovacieho stroja pri otvorení formy. Narážací kolík je axiálne zoradený,
- hydraulickým, alebo pneumatickým zariadením, ktoré býva obvykle príslušenstvom vstrekovacieho stroja. Umožňuje mäkké vyhadzovanie.
- ručným vyhazovaním s najrôznejšími mechanizmami. Je vhodné pre jednoduché a skúšobné formy. Obvykle býva umiestnené na forme. [3]

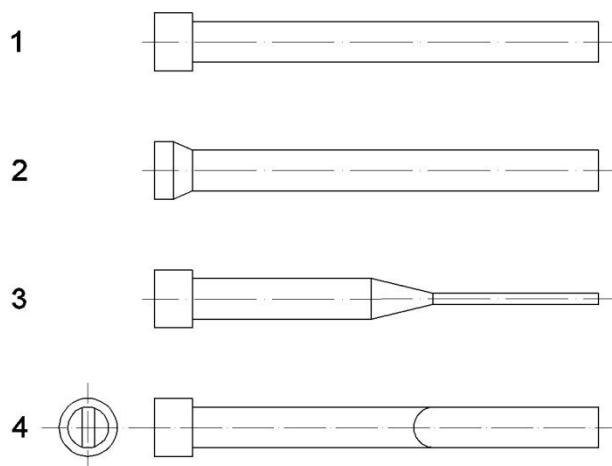
Spätný pohyb je zaisťovaný:

- vratnými kolíkmi,

- pružinami vždy v kombinácii s iným systémom,
- špeciálnym mechanickým, vzduchovým alebo hydraulickým zariadením. [3]

1.4.1 Vyhadzovanie pomocou výhadzovacích kolíkov

Je najčastejším a najlacnejším spôsobom vyhadzovania vystreknutého materiálu. Uvedený systém sa dá použiť všade tam, kde je možné umiestniť vyhadzovač. Proti ploche vystreknutého materiálu v smere vyhodenia. Je to systém výrobné jednoduchý a funkčne zaručený. Správna voľba vyhadzovacieho kolíku na (Obr. 15) a jeho umiestnenie umožní jednoduché vyhodenie materiálu bez poškodenia. Kolík sa má opierať o rebro alebo stenu vystreknutého materiálu a nesmie ho pri vyhodení poškodzovať. Inak by mohla nastať jeho trvalá deformácia. Po styčných plochách vyhadzovacích kolíkov zostávajú na vystreknutom materiáli stopy. Preto nie je vhodné ich umiestňovať na vzhľadových plochách. Pokiaľ je vyhadzovanie vybavené väčším množstvom kolíkov, zložitejšie sa pri formách zhotovujú temperačné kanály. Vyhadzovacie kolíky sú základným prvkom mechanického vyhadzovania. Majú byť dostatočne tuhé a jednoduché na výrobu. Sú obvykle valcové. Môžu mať však aj iné tvary. Vo forme sú uložené v toleranciách H7/g6, H7/h6, H7/J6 podľa požadovanej funkcie tekutosti plastu. Vôľa pri uložení pôsobí aj ako odvzdušnenie. Tvar aj spôsob ukotvenia má najrôznejšiu podobu. [3]

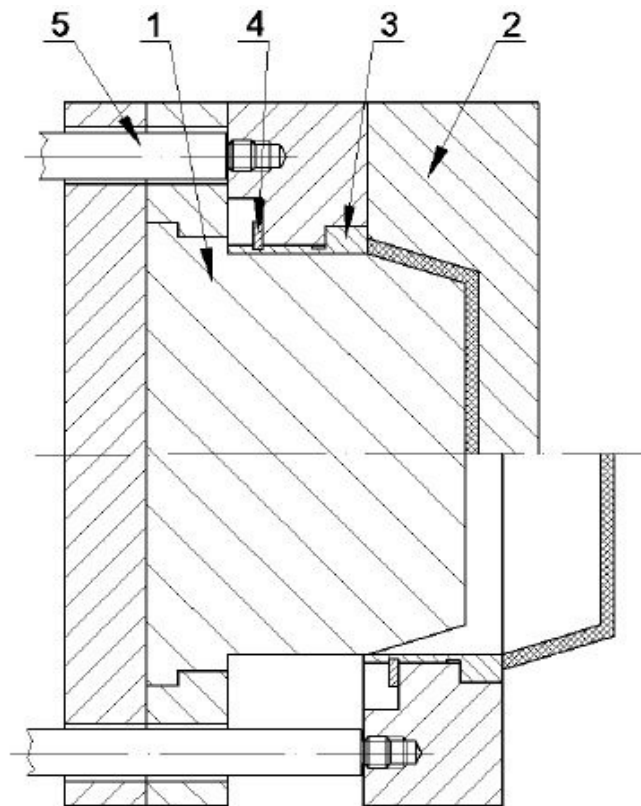


Obr.15. Bežné typy vyhadzovacích kolíkov [3]

1 – vyhadzovač s valcovou hlavou, 2 – kruhový dierovač, 3 – prizmatický vyhadzovač, 4 – plochý vyhadzovač.

1.4.2 Vyhadzovanie pomocou stieracej dosky a stieracích krúžkov

Predstavuje sťahovanie vystreknutého materiálu z tvárnika po celom jeho obvode. Vzhľadom k veľkej styčnej ploche, nezanecháva na vystreknutom materiály stopy po vyhadzovaní. Jeho deformácie sú potom minimálne a stieracia sila veľká. Požíva sa predovšetkým u tenkostenných výrobkov. Kde je nebezpečná ich deformácia alebo u rozmerných, ktoré vyžadujú veľkú vyhadzovaciu silu. Stieranie je vhodné len vtedy, pokiaľ dosadá vystreknutý materiál na stieraciu dosku v rovine alebo plocha materiálu je mierne zakrivená. [3]



Obr.16. Princíp vyhadzovania stieraciu doskou[6]

1 – tvárník, 2 – tvárnica, 3 – stierací krúžok, 4 – poistný krúžok, 5 – tiahlo stieracej dosky[6]

Tento spôsob vyhadzovania stieraciu doskou podľa (Obr. 16) sa používa taktiež aj pre viacnásobné formy, niekedy sa dopĺňa systémom oddeľovania vystreknutého materiálu od stieracej dosky (napr. odpruženým vyhadzovačom). Z dôvodu, že často dochádza

k nalepeniu vystreknutého materiálu svojím povrchovým napätím a elektrostatickou silou k povrchu stieracej dosky. Je tu možné aj použiť aj odľukovanie stlačeným vzduchom. [3]

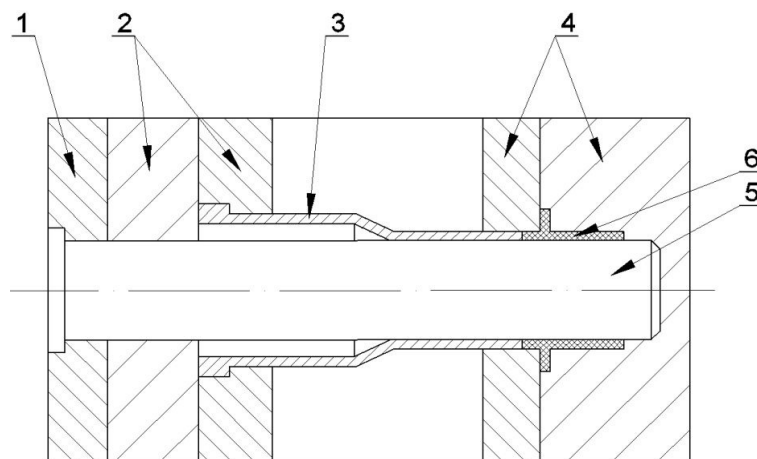
Pohyb stieracej dosky môže byť podľa účelu a koncepcie formy vyvolaný:

- tlakom vyhadzovacieho systému,
- ťahom v špeciálnych prípadoch (obvykle pri otváraní formy ako pevnou doskou).

Stieracia doska je ovládaná tlakom vyhadzovacieho tŕnu. Pôsobí cez vyhadzovaciu dosku spojenú s tiahkami so stieraciu doskou. Sila môže byť vyvolaná pružinami, hydraulickým alebo pneumatickým zariadením. Na zvýšenie životnosti je stieracia doska obvykle vyložená tepelne spracovanou tvarovou vložkou, upevnenou v doske. [3]

1.4.3 Trubkové vyhadzovače

Funkcia trubkového vyhadzovača (Obr. 17) je špeciálnym prípadom stierania tlakom. Vyhadzovač s otvorom má funkciu stieracej dosky a pracuje ako vyhadzovací kolík. Zatiaľ čo vlastný vyhadzovací kolík je upevnený v pevnej doske, nepohybuje sa a tvorí jadro.



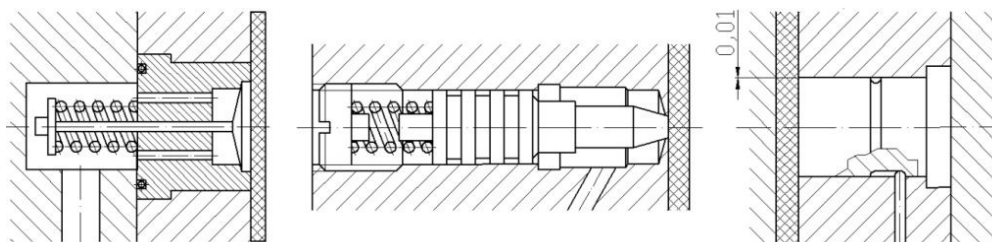
Obr.17. Vyhadzovanie trubkovým vyhadzovačom [6]

- 1 – oporné doska, 2 – vyhadzovacie dosky, 3 – trubkový vyhadzovač, 4 – tvarové dosky, 5 – jadro, 6 – vystreknutý materiál

1.4.4 Pneumatické vyhadzovanie

Je vhodným systémom vyhadzovanie materiálov so slabšou stenou a väčších rozmerov vo tvare nádob, ktoré vyžadujú pri vyhadzovaní zavzdušniť, aby sa nedeformovali. Spôsob nie

je tak častý, ale pre materiály uvedeného tvaru (napr. vedro) je veľmi výhodný. Bežné mechanické vyhadzovanie vystreknutého materiálu vyžaduje značné zväčšenie dĺžky formy (veľký zdvih vyhadzovača), bez záruky dobrej funkcie. Pneumatické vyhadzovanie zavádza stlačený vzduch medzi materiál a líca formy. Tým umožní rovnomerné oddelenie vystreknutého materiálu od tvárniku, vylúči sa miestne preťaženie a na vystreknutom materiáli nevzniknú stopy po vyhadzovačoch. Použitie pneumatického vyhadzovania je obmedzené len na niektoré tvary materiálov. Vzduch sa do dutiny formy privádza cez tanierový ventil, ihlový (Obr. 18) alebo rôzne kolíky. Ventil sa otvára tlakom vzduchu a zaviera pružinou. Ihlové ventily sa používajú vtedy, ak plocha vystreknutého materiálu zo strany od ventilu je profilovaná. Riadené ventily sú umiestnené vo vnútri formy. Pre automatické formy je treba voliť vyhadzovací systém tak, aby dva nezávislé systémy zabezpečovali vyhodenie vystreknutého materiálu z dutiny formy. Pri tom sa môžu kombinovať rôzne mechanické systémy alebo mechanické s pneumatickými. Vlastné pneumatické vyhadzovanie je ovládané mechanizmom formy alebo vstrekovacieho stroja. Tlak vzduchu by mal byť len tak veľký, aby vyhodil materiál a neznečisťoval svojím pôsobením prostredie vstrekovacieho stroja. Použitý spôsob vyžaduje presnú výrobu formy v oblasti vedenia vzduchu. [3]



Obr.18. Pneumatické ventily: zľava - tanierový, ihlový, zavzdušňovací kolík[3]

1.4.5 Hydraulické vyhadzovanie

Býva súčasťou vstrekovacieho stroja a používa sa predovšetkým k ovládaniu mechanických vyhadzovačov, ktoré nahrádza pružnejším pohybom a väčšou flexibilitou. S priamo zabudovanými hydraulickými jednotkami vo forme, ktoré pracujú ako vyhadzovače, sa stýkame už nie tak často. Viac sa používajú k ovládaniu bočných čelustí. Používané hydraulické vyhadzovače sa vyrábajú väčšinou ako uzavretá hydraulická jednotka, ktorá sa zabuduje priamo do pripraveného miesta vo forme. S jej pomocou sa

priamo ovládajú vyhadzovacie kolíky stieracej dosky apod. Hydraulické vyhadzovanie sa vyznačuje veľkou vyhadzovacou silou, kratším a pomalším zdvihom. [3]

1.5 Materiály pre vstrekovanie

Medzi výhody vstrekovania je zahrnuté aj to, že je možné vyrobiť materiál, ktorý už nevyžaduje žiadne alebo iba minimálne opracovanie. Pri voľbe vhodného termoplastu sa musí uvažovať akú funkciu bude daný vystreknutý materiál plniť a preto treba zvoliť materiál pre vstrekovanie s požadovanými vlastnosťami, zvoliť jeho cenu a vziať do úvahy spracovateľnosť, ktorá ovplyvňuje mechanické a fyzikálne vlastnosti vo finálnom stave. [6]

Jednotlivé typy plastov majú svoje charakteristické funkčné aj spracovateľské vlastnosti, ktoré sa dajú upraviť pomocou prísad. Z funkčného hľadiska je dôležité hodnotiť predovšetkým:

- mechanickú pevnosť (dlhodobá, krátkodobá, statická, dynamická),
- elektrické vlastnosti (vodivosť, dielektrická pevnosť),
- chemickú odolnosť,
- optické vlastností (farba, lesk, priehľadnosť).

Zo spracovateľského hľadiska sú významné iné vlastnosti, ako:

- tekutosť, ktorá ovplyvňuje hrúbku stien výrobkov, zaformovanie aj vtokovú sústavu, čím je následne ovplyvnená aj teplota formy,
- veľkosť zmrštenia, ktorá určuje presnosť výroby,
- citlivosť na technologické parametre zariadenia.

Aj keď tieto vlastnosti plastov sú tabuľkové, veľkú úlohu zohráva pri voľbe termoplastu praktická skúsenosť. Optimálna voľba plastu sa posudzuje z viacerých hľadísk, aké sú funkčnosť vyrobeného materiálu, realizovateľnosť výrobných technológií na určenom stroji, ekonomická výroba materiálu a formy. Zvolenému druhu termoplastu je však treba prispôbiť celý následný proces produkcie, inak môže byť výber plastu chybný. [3]

1.6 Příprava před spracovaním

Technológiou vstrekovania je možné vyrobiť kompletný produkt bez potreby akéhokoľvek dodatočného opracovávanía. Pri výrobe konkrétneho termoplastu je potreba vopred zvážiť podmienky, ako prevádzkové zaťaženie a využitie vyrobeného materiálu. Výrobok musí mať pre výrobu vhodný tvar s dosiahnuteľnými požiadavkami na rozmer a kvalitu povrchu. Plasty pred spracovaním sa musia podrobiť rôznymi technologickými operáciami, kedy sa do materiálu pridávajú rôzne prísady alebo sa odstránia nežiaduce prvky, voda apod. Vďaka tomu dochádza k ovplyvneniu chemickej a fyzickej štruktúry plastu. Najčastejšie to býva sušenie granulátu, miešanie s prídavkom rozdrveného odpadu, farbenie granulátu, miešanie s nadúvadlom apod. [3]

Na výslednej vlastnosti výrobku majú okrem zvoleného plastu a jeho upravených vlastností vplyv taktiež technologické podmienky výroby, ako teplota formy a taveniny, tak vstrekovania, časové úseky pri vstrekaní, chladnutí, či dotlaku. Tieto sú určujúce pre mechanické a fyzikálne vlastnosti, izotropiu materiálu vo výrobku, stabilitu rozmerov a samotnú realizáciu produkcie výrobku. Pri vstrekaní dochádza v tvarových dutinách a kanáloch na rozvod taveniny k orientácii makromolekúl v smere prúdenia. Po zatuhnutí takto orientovaných makromolekúl vzniká vo výrobku anizotropia, zamrznutie napätí, či nepravidelné zmršťovanie výrobku pri jeho chladnutí. Materiálov semikryštalických sa dá nastavením spracovateľských podmienok ovplyvniť obsah kryštalinity a veľkosť kryštálov, čím je možné ovplyvniť pevnosť, modul pružnosti a ďalšie fyzikálne – mechanické vlastnosti výrobku. Všetky vlastnosti polymérov sú teda len orientačné, pretože sú získavané pri optimálnych spracovateľských podmienkach. V praxi je treba technologické parametre nastaviť tak, aby sa výsledok čo najviac priblížil požadovaným vlastnostiam výrobku. [2]

1.6.1 Doprava materiálu

Materiál prichádza od výrobcu ku spracovateľským zariadeniam vo forme granulí (PE, PS, PP, atď.) alebo prášku (plnivá, PVC, pigment, atď.). Do výrobných strojov a zariadení sa dopravujú vo vreciach o hmotnosti 25 kg, 30 kg alebo 500 kg. Opravu granulátu ku vstrekovaciemu stroju zaistíme napr. pomocou pneumatického dopravníku.

1.6.2 Sušenie plastov

Niektoré materiály sú navlhavé a pred spracovaním sa musia sušiť. Zbaviť sa vlhkosti v materiáli. Prítomnosť vody v materiáli sa prejavuje poklesom mechanických vlastností a zhoršením kvality povrchu.

Materiál môže absorbovať vlhkosť buď:

- nasiakavosťou, čo je príjem vlhkosti z kvapalnej fázy,
- navlhavosť, príjem vlhkosti z plynnej fázy.

Materiál môže mať tieto vlastnosti v závislosti na vode:

- hydrofilná závislosť, schopnosť viazať vodu (PA, PUR),
- hydrofóbná, schopnosť odpudzovať vodu (PS, PP).

Tab.1. Teploty a doba sušenia [3]

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

Sušenie a navlhčanie sú vratné deje a vysušený materiál je nutné chrániť pred vlhkosťou, preto sa môže dať do násypky vstrekovacieho stroja také množstvo, ktoré sa spracuje do 30 minút. Násypky niektorých strojov sú vyhrievané a teplota materiálu sa udržiava na potrebnej výške prúdu tepelného vzduchu.

1.6.3 Farbenie plastov

Niektoré vyrábané materiály vyžadujú akostný povrch a taktiež vhodný farebný odtieň. Farba ovplyvňuje dojem, ktorý si jej vnímaním o danom výrobku vytvoríme. Plasty dodávané výrobcami disponujú iba určitú radu farebných odtieňov. Pri požiadavkách na iný farebný odtieň je treba jednat s výrobcou, prípadne si granulát odfarbiť. Rozsah možných farebných odtieňov je obmedzený farbou základného alebo farebného granulátu.

Vlastné farbenie sa prevádza buď dávkovacím zariadením priamo na vstrekovacom stroji alebo sa granulát vyfarbuje pred vstrekováním. To prebieha tak, že sa farbivo v stroji zmieša s granulátom, kde sa zapracuje do plastu. Potom sa bežným spôsobom spracováva. Farbivá čiastočne ovplyvňujú kvalitatívne vlastnosti plastov a technologické parametre pri ich spracovaní. [2]

1.6.4 Prísady

Rôznymi prísadami sa môžu meniť základné vlastnosti polymérov. A to pridaním jednotlivých prísad. Ako prísady sa používajú:

- plnivá práškové alebo vláknité. Svojim charakterom menia predovšetkým fyzikálne a mechanické vlastnosti plastu. Plnivá vláknité predovšetkým hmotu a zvyšujú ich pevnosť,
- zmäkčovadlá, pridávajú sa k niektorým tvrdým polymérom pre získanie mäkkosti a ohybnosti,
- farbivá slúžia k dosiahnutiu žiadaného farebného odtieňu,
- stabilizátory zlepšujú niektoré vlastnosti, napr. odolnosť voči vyšším teplotám pri ich spracovaní, proti UV žiareniu, starnutiu apod.,
- nadúvadlá uvoľňujú pri spracovaní plyny vytvárajú tak ľahčnú štruktúru platu so svojimi zvláštnymi vlastnosťami. [7]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 POPIS SÚČASNÉHO STAVU VO VÝROBE KABÍNOVÝCH VZDUCHOVÝCH FILTROV VO FIRME

Spoločnosť Freudenberg Filtration Technologies je výrobcou časticových vzduchových filtrov pre interiéry áut a motorových filtrov (pod obchodnou značkou MicronAir), ktorých zákazníkom je automobilový priemysel. Spoločnosť získala certifikáciu systému manažérstva kvality podľa medzinárodnej normy ISO 9001:2008 a ISO/TS 16 949. FFTSK sa snaží neustále zlepšovať. Táto technická norma zahŕňa v plnom rozsahu požiadavky ISO 9001:2008 doplnené medzinárodnou pracovnou skupinou pre sektor automobilového priemyslu. Jednou z hlavných požiadaviek ISO/TS 16949 je zavedenie štatistickej regulácie, neustále zlepšovanie v procese a kvalite výrobkov z čoho vyplýva jadro tejto diplomovej práce v ktorej sa zameriame na zlepšenie procesu vstrekovania plastového výrobku. Pôvodne išlo o garbiarsku (kožiarsku) firmu. Zlepšovaním a inovovaním procesov spracovania kože sa firma do obdobia pred prvou svetovou vojnou vypracovala na jednu z najväčších garbiarní v Európe. V ďalšom období firma na báze kaučuku vyvinula a vyrábala syntetickú kožu, podpätky na topánky, krytiny podláh a netkané textílie, ktoré pôvodne slúžili ako nosná vrstva pre syntetické kože. V krátkom čase sa prišlo na spôsob ako netkané textílie využiť mnohostrannejšie: pod značkou „Vlieseline“ sa začali vyrábať produkty – vložkové materiály (goliere, ramená sák, a pod.), pod značkou „Vileda“ produkty pre použitie v domácnostiach, pod značkou „Viledon“ vzduchové filtre pre priemysel. Firma sa ďalej rozrastala a v nasledujúcich rokoch začala orientovať svoje investície aj do zahraničia. V roku 1995 bola pôvodná firma Carl Freudenberg rozdelená na samostatné dcérske spoločnosti, zastrešené vedúcou spoločnosťou Freudenberg & Co. Kommanditgesellschaft. V rokoch 1999 až 2002 predal Freudenberg topánkové aktivity (Tack, Elefanten) a zatvoril svoju garbiareň. Tým sa spoločnosť nadobro rozlúčila so svojou pôvodnou činnosťou, výrobou a spracovaním koží. Koncern Freudenberg je skupina 13 samostatných operatívnych firemných skupín v 54 krajinách Európy, Severnej a Južnej Ameriky, Ázie a Južnej Afriky. Koncern dosahuje obrat 5,5 miliárd EUR ročne a nachádza v ňom pracovné uplatnenie viac než 33 tisíc zamestnancov. [8]

2.1 Výrobný program

Spoločnosť FFT SK vyrába časticové vzduchové filtre, ktoré sa delia do dvoch hlavných skupín, a to na motorové vzduchové filtre, ktoré majú za úlohu nasávať čistý vzduch do motoru automobilu a na vzduchové kabínové filtre, ktoré zabezpečujú čistý vzduch v kabíne vozidla. My sa v práci zameriame filtre kabínové, ktoré sa delia do dvoch skupín:

Proti prachový – časticový filter na (Obr. 19), ktorý je vybavený vysoko účinnými odľučovacími mikrovláknitými látkami z materiálu PP (polypropylén), nazývaný aj AF partikelmedium, ako bude neskôr spomenuté v praktickej časti diplomovej práce. Rôzne druhy typov tohto média sa rozdeľujú na jednovrstvové a dvojvrstvové, ktoré majú prikrývku (tenšia vrstva materiálu). Zo strany prikrývky je privádzaný prúd vzduchu z okolia, ktorý má byť týmto médiom prvotne filtrovaný od hrubých častíc nečistôt, druhá vrstva potom filtruje už len vzduch odľahčený od týchto nečistôt. Filter chráni pasažierov pred peľom, prachom, sadzami a inými škodlivými časticami, ktoré sa dostávajú s nasávaným vzduchom do vnútra vozidla.



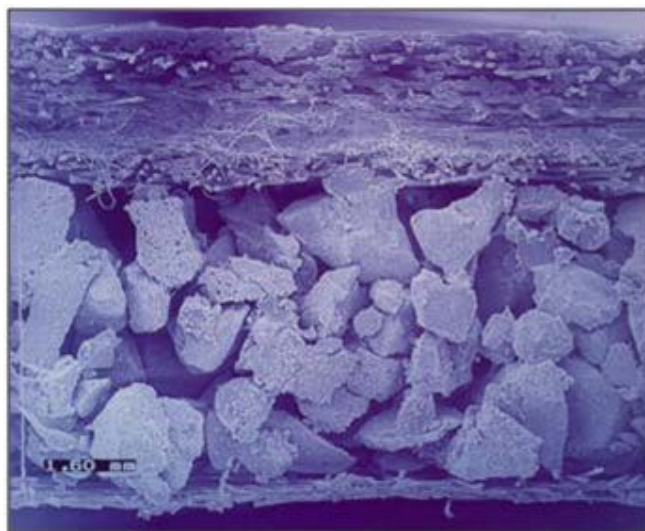
Obr.19. Proti prachový filter [8]

Kombinovaný filter na (Obr. 20) sa skladá z dvoch vrstiev materiálu. Jedna vrstva je už spomínaný partikelmedium PP a druhá vrstva nazývaná BA kombinovaná z materiálu PES (polyester), kde je dostatočné množstvo aktívneho uhlia, ktoré ochraňuje spoľahlivo pasažierov aj pred plynnými škodlivinami a pred nepríjemnými zápachmi.



Obr.20. Kombinovaný filter s aktívnym uhlím [8]

Na nižšie uvedenom zábere (Obr. 21) môžeme vidieť mikroskopický záber vrstiev BA kombinovaného filtra. Pred filtrová vrstva spomínaná ako prikrývka pod ktorou sa nachádza vrstva mikrovláknová. Celý záber filtra uzatvára vrstva podporného tkaniva na ktorom je prichytené aktívne uhlie.



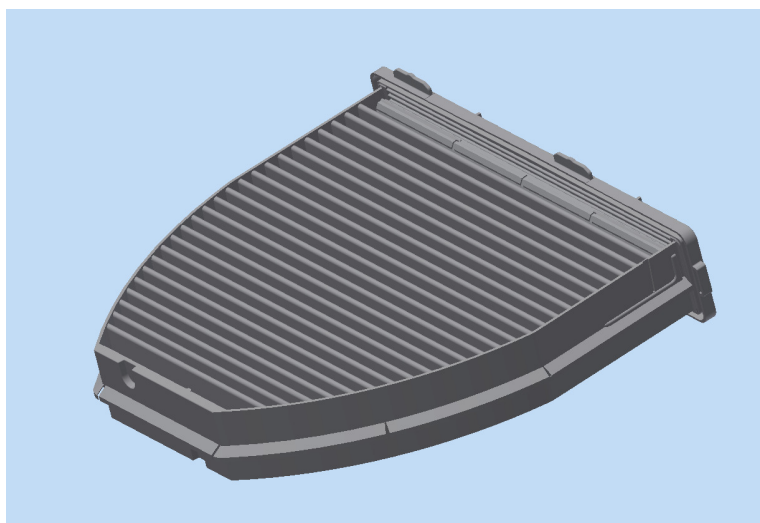
- Predfiltrová vrstva
- Mikrovláknová vrstva
- Vrstva aktívneho uhlia

Obr.21. Mikroskopický záber filtra: kombinácia vrstiev [8].

2.2 Popis výrobku a technologicky postup výroby výrobku a súčasnej linky na ktorej sa vyrába

2.2.1 Popis filtra AK358581 W204

Spoločnosť FFTSK vyrába veľké množstvo druhov vzduchových filtrov do automobilov, na ktoré sa kladú vysoké nároky, hlavne čo sa týka kvality produkcie výrobkov. V diplomovej práci sme sa zamerali na výrobu konkrétneho produktu pod označením AK358581 Daimler Chrysler W204 (Obr. 22). Je to kombinovaný filter s aktívnym uhlím, ktorý sa skladá z dvoch základných materiálov AF (už spomínaná partikelmedium látka PP) a BA (látka s aktívnym uhlím). Prvá operácia je ako u každého výrobku vo firme plizírovanie, resp. vytváranie určitý počet záhybov pre filter, ďalej je naplizírované veľké teleso narezané na určenú šírku, ktorá je kontrolovaná každých 15 min. Po narezaní vznikne teleso malé, ktoré je následným kontúrnym orezaním vkladané do vstrekolisu spolu s plastovými komponentmi na (Obr. 23, 24), kde je teleso zastreknuté granulátom, ktorý nám vytvára kompletný plastový rám.

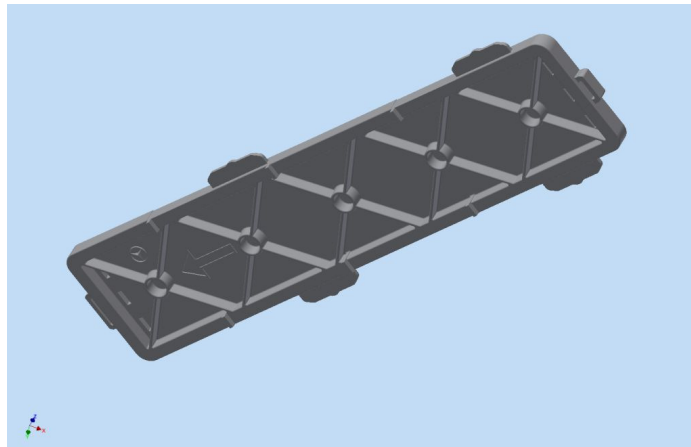


Obr.22. Kabínový vzduchový filter W204 [9]

2.2.2 Technologický postup výroby filtra

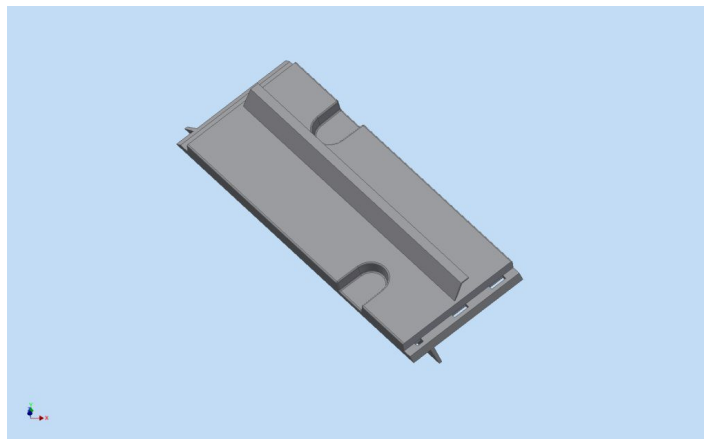
Technický koncept výroky filter sa skladá zo vstrekovaneho rámu ktorého úlohou je spojiť filtračný materiál (Obr. 21) spolu s pred vyrobenými plastovými elementmi : 1. Deckel PP TV 20 + SAN na (Obr. 23), (vystreknutie tohto plastového dielu v jednom cykle spolu

s filtrom momentálne nie je možné nakoľko sa jedná o dvojkomponentný diel z Termoplastu a elastoméru (Tesnenie po obvode plastového dielu).



Obr.23. Deckel [9]

Druhý plastový komponent, ktorý je súčasťou filtra je Frontplatte PP TV 20 na (Obr. 24) – element nosiaci kotviace prvky umožňujúce presnú zástavbu do klimatizačnej jednotky. Diagonálne umiestnené kotviace prvky zamedzujú možnosť nesprávnej zástavby filtra do už spomínanej klimatizačnej jednotky, ktorá je súčasťou automobilu.

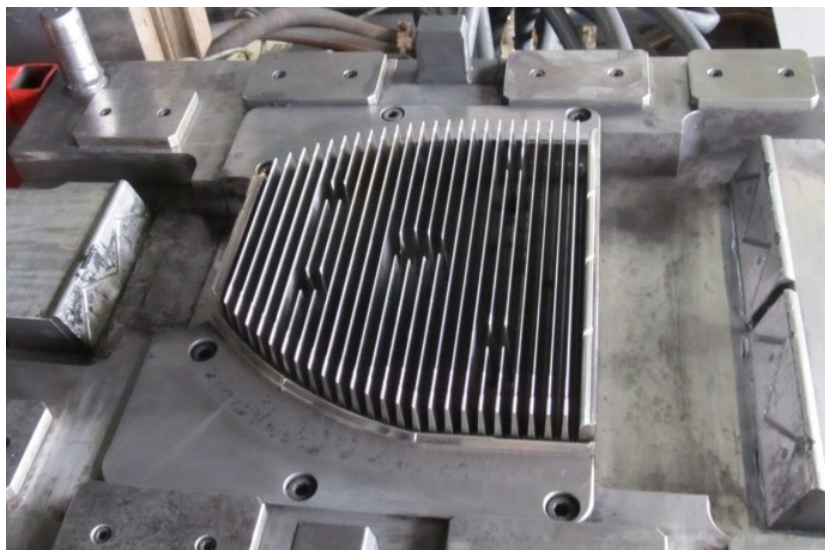


Obr.24. Frontplatte [9]

Zaistovacím členom – Schieber – PP GF 30 (zvýšená húževnatosť, plnené skleneným vláknom 30%) sa vykoná zaistenie filtra v zástavbe do klimatizačnej jednotky. Vzhľadom na komplikované reologické vlastnosti vyplývajúce z daného designu a špecifiká spojené so zastrekovaním filtračného materiálu, ktorý má nestabilné absorpčné vlastnosti sa zvolil tento koncept odstrekovania záliskov vo forme namiesto jedného výlisku.

2.2.3 Konštrukcia a koncept nástoja

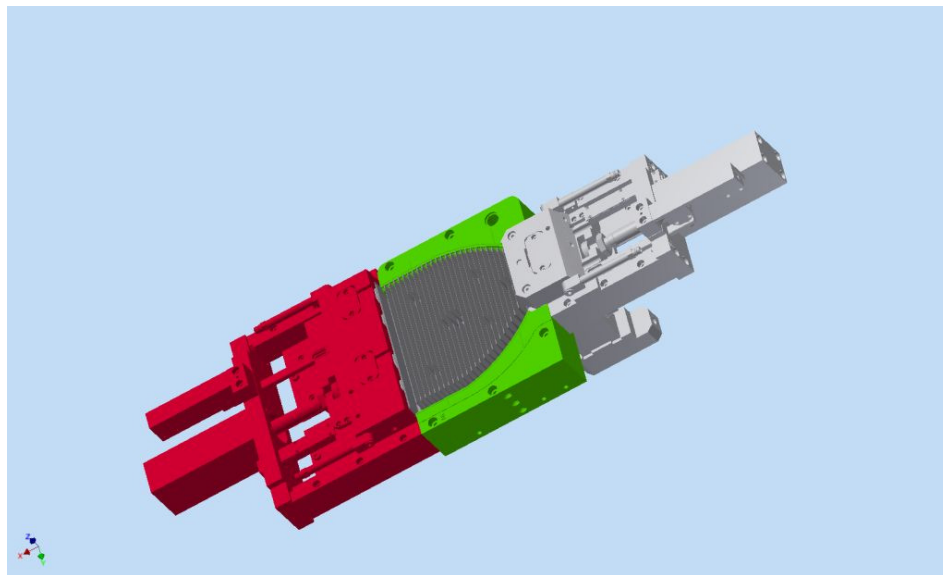
Princípom obstreknutia filtračného materiálu je jeho tesné uzatvorenie pomocou hrebeňových vložiek z nástrojovej ocele (Obr. 25), ktoré filtračný materiál po uzatvorení formy medzi sebou stlačia, filtračný materiál sa z pôvodnej hrúbky po spracovaní plizírovaním a následným narezaním na požadovanú šírku stenší z 1,65 mm na 0,60 až 0,70 mm pri čom dôjde k utesneniu filtračného materiálu po jeho obvode. Táto tesniaca časť je v nástroji navrhnutá na nevyhnutnú šírku tak, aby bolo možné nástroj uzatvoriť, vzhľadom na silu potrebnú na prekonanie trecieho odporu materiálu pri uzatváraní formy. Jednonásoný nástroj s otvoreným horúcim bodovým vtokom, štyri symetricky rozložené vstrekovacie trysky pre jednu kavitu (Obr. 26), vyrobené z nástrojovej ocele typu TOOLOX 33 (C 0,22%, Si 0,6 až 1,1%, Mn 0,8%, Cr 1,0 až 1,2%, tvrdosť podľa Rockwella HRC 29), ktorá už je fabricky kalená a temperovaná s tvrdosťou prispôsobenou vysokému zaťaženiu a nízkym vnútorným pnutím za účelom dosiahnutia rozmerovej stability.



Obr.25. Hrebeňové vložky z nástrojovej ocele [8]

Voľba tejto ocele závisí aj od požiadavky dobrej strojnej obrobiteľnosti a vzhľadom na plánované nasadenie nástoja na 4 milióny pracovných cyklov resp. zdvihov. Spoločný kríž o celkovom topnom výkone 3050W (1450W+1600W) pre štyri otvorené vstrekovacie trysky s vnútorným priemerom 8 mm a topným výkonom 250W na každú trysku, vyhrievanou vtokovou vložkou o výkone 140W. Celý tento vtokový systém bol riešený v spolupráci PSG Plastic Service GmbH v nemeckom Manheime, ktorý je popredným

dodávateľom na trhu s vtokovými systémami pre vstrekolisové formy. Výhodou spolupráce s touto firmou bola možnosť priameho výberu typizovaných komponentov s ponuky výrobcu s ohľadom na prepočty reologických vlastností materiálu a konkrétnej situácie pri danom výrobku a konštrukcií formy. Pre umožnenie naloženia vkladných dielov ako aj ich nedeštruktívneho odformovania bolo nutné použiť hydraulicky ovládané šmýkadlá na pohyblivej strane nástroja osadené snímačmi koncových polôh, dva hydraulické okruhy, tvarové jednočinné vyhadzovanie ovládané pomocou združenej vyhadzovacej dosky. Chladenie nástroja prebieha použitím vody ktorá cirkuluje v pravouhlo vítanom systéme chladiacich kanálov rozmiestnených rovnomerne po všetkých procesne relevantných častiach vstrekovacieho nástroja s ohľadom na dostatočné odstupy od stien nástroja, ktoré by mohli navítaním spôsobiť pri uzatváraní nástroja neočakávané deformácie resp. iné poškodenia ako napríklad praskliny. Vzhľadom na použitie šmýkadiel aj v spodnej časti nástroja bolo nutné zostrojiť a vyrobiť taktiež stojan pod obidve polovice nástroja, ktorý uľahčuje manipuláciu s nástrojom a chráni hydraulické valce pred poškodením.



Obr.26. Jednolásobná forma z nástrojovej ocele [9]

2.2.4 Linka na ktorej sa filter vyrába

Produkcia filtra sa vykonáva na plne hydraulickom vstrekolise bez stĺpovej konštrukcie Engel ES 200 HL na (Obr. 27) so špecifickými parametrami v (Tab. 2), ktorý je vybavený dvoma na sebe nezávislými a voľne programovateľnými ťahačmi jadier a uzatvárateľnou tryskou.

Tab.2. Údaje vstrekovacieho stroja Engel ES 200HL [8]

Popis	Jednotka	Hodnota
Uzatváracia sila	kN	2000
Otváracia sila	kN	190
Dráha otvorenia	mm	900
Minimálna výška formy	mm	400
Max. vzdialenosť medzi doskami	mm	1300
Veľkosť upínacej dosky ŠxV	mm	1000x700
Max. zdvih vyhadzovača	mm	200
Max. hmotnosť nástroja	kg	2200
Vonkajšie rozmery	mm	4380x2300x2050
Priemer valca/šnek	mm	55
Max. vstrekovací tlak	bar	2000/spec
Maximálny objem dávky	cm ³	523
Váha dávky	g	482
Zdvih šnek	mm	220
Max. vstrekovacia rýchlosť	mm/s	107



Obr.27. Engel ES 200HL [8]

Ručným vkladaním sa do jednonásobnej formy, ktorú tvorí hrebeňová vložka z nástrojovej ocele vkladá základný filtračný materiál, ktorého predpríprava a orezávanie je prevedené mimo linku. Neskôr sa v práci zameriame na zdokonalenie ergonomie a zníženie kapacít na výrobu filtra na základe automatizácie linky, čo bude spočívať v spojení predprípravy filtračného materiálu a samotného vstrekovania filtra. Pred každým vložením filtračného polotovaru do kavity na pohyblivej strane nástroja predchádza vizuálna kontrola orezaného telesa, kde pracovník kontroluje šikmosť orezu a prítomnosť zvyškov odpadového materiálu z orezávania, ktoré môžu spôsobovať presah základného materiálu v ráme filtra a tým oslabujú pevnosť rámu. Ešte pred samotným vstrekaním nasleduje vloženie už spomínaných plastových záliskov Deckel (Obr. 23) do hornej posuvnej čeľuste a dielu Frontplatte (Obr. 24) do spodnej posuvnej čeľuste. Po vložení filtračného telesa a dvoch plastových komponentov je odštartovaný cyklus vstrekovania v poloautomatickom režime pri parametroch v (Tab. 3).

Tab.3. Parametre vstrekovania jednonásobnej formy [8]

Kleinbalg/polotovar:			Granulat: Sabc PP TV 20				
<i>Stroj</i>		<i>Jednotka</i>	<i>Priemer šneku 55mm</i>				
<i>Dotlak</i>		Bar	1 45	2 45	3 45	4 35	5 15
			6 30	7 30	8 30	9 30	10 30
<i>Čas dotlaku</i>		s	1,4				
<i>Čas chladenia</i>		s	14				
<i>Dávka</i>		mm	35,3				
<i>Bod prepnutia</i>		mm	11,4				
<i>Vstrekovací tlak</i>		bar	160				
<i>Spätný tlak</i>		bar	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
<i>Vstrekovacia rýchlosť (profil)</i>		mm/s	1 80	2 80	3 80	4 95	5 95
			6 90	7 90	8 90	9 80	10 80
<i>Teploty dýzy</i>		°C	245	240	240	235	225
<i>Systém horúceho vtoku (teploty)</i>	Externý regulátor horúcich vtokov	°C	1 260	2 260	3 234	4 229	
			5 249	6 260	7	8	
			9	10	11	12	
			13	14	15	16	
<i>Teplota nástroja</i>	<i>Strana vyhadzovača</i>	°C	60		<i>Temperačný prístroj 1</i>		
	<i>Strana dýzy</i>	°C	60		<i>Temperačný prístroj 2</i>		

Po odstreknutí a otvorení formy pracovník odoberá filter z formy lisu a kontroluje správnosť odstreknutia filtra na základe kontrolného predpisu a hraničných vzorov odsúhlasených zákazníkom. Ak filter spĺňa všetky kritéria predpisu a hraničných vzorov, nasadzuje aretačný Schieber, ktorý slúži na zaistenie filtra v zástavbe do klimatizačnej jednotky, takto je kompletný filter po odstreknutí a následnej kontrole zabalený do krabice so sériovým číslom a hologramom. Pri stabilnom nastavení vstrekolisu a procesu bez kvalitatívnych odchýliek dosahuje zaškolený pracovník priemerne časy cyklu od 37,5 sek do 41,8 sek pri čom samotné naloženie filtračného materiálu a záliskov trvá cca 15 sek.

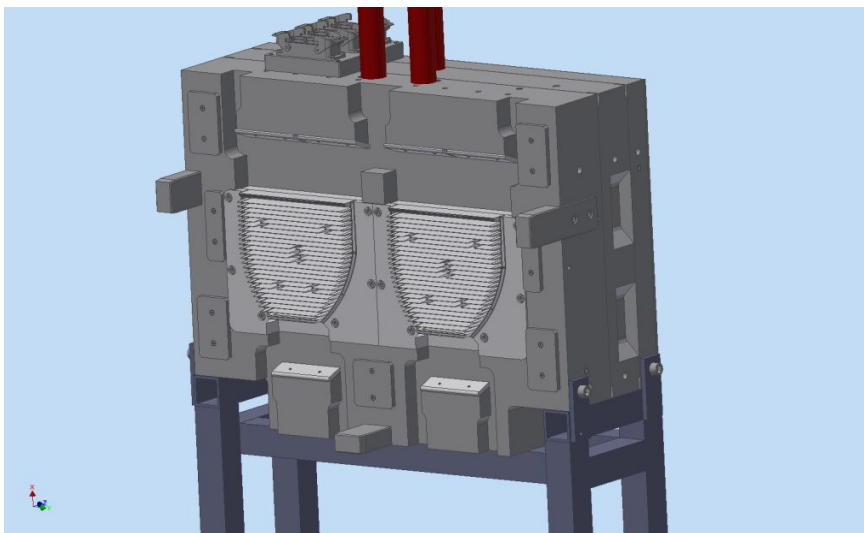
3 STANOVENIE CIELOV

Po preukázaní technologických nedostatkov počas prvej výrobnéj sériei a ich symptómov sa tieto preniesli do konštrukcie nového nástroja, návrhu nových parametrov a automatizácie výrobnéj linky. Z tohto dôvodu si stanovujem v tejto diplomovej práci tieto ciele:

- Konštrukcia a návrh novej vstrekovacej formy a jadier
- Nový technologický postup a automatizácia výrobnéj linky
- Zlepšenie cyklu vstrekovania
- Návrh rozhodujúcich parametrov pre zariadenie výrobnéj linky (teploty, zníženie časov produkcie a nepodarkovitosti, ergonómia a bezpečnosť práce)

4 NÁVRH KONŠTRUKCIE NOVEJ VSTREKOVACEJ FORMY

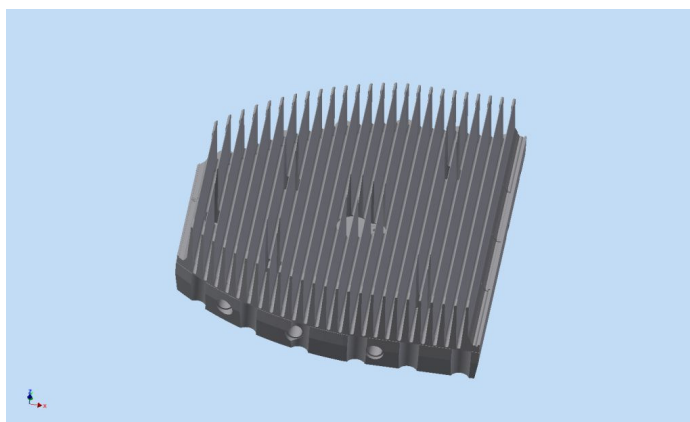
K návrhu konštrukcie novej formy som sa rozhodol nie len na základe zvýšenia objednávok zákazníkom, ale taktiež z dôvodov ako problematické plnenie resp. tečenie materiálu v oblasti deckla na (Obr. 33.), nerovnomerného plnenia voči spodnej a hornej časti rámu, prílišnej náchylnosti na po procesné zmrštenie, kde bol nutný dlhší čas chladenia a slabej schopnosti reprodukovat' presnosť polohy vkladaneho zálisku (ručné vkladanie). Pre návrh konštrukcie novej formy som použil program Autodesk Inventor, ktorý bol s licenčnou zmluvou zakúpený firmou Freudenberg Filtration Technologies. Návrh nového konceptu formy spočíva v zmene násobnosti nástroja z jednej kavity, jednonásobná forma na (Obr. 26) a hrebeňovej vložky z nástrojovej ocele na (Obr. 25) na dvoj kavitovú vstrekovaciú formu podľa návrhu na (Obr. 28), pri zachovaní pôvodnej koncepcie plnenia dutín nástroja a systému doformovania z predchádzajúcej jednonásobnej formy. Technické parametre systému horúcich vtokov sa okrem zvýšenia počtu trysiek zo štyroch na osem a úprave spočívajúcej v rozdiel medzi priermi na hornej a spodnej časti nástroja ponechali nezmenené rovnako ako aj dodávateľ celého systému (PSG). Automatizácia procesu prinesie výrazný potenciál zníženia časov cyklu, ale chladenie materiálu zostane stále dlhé.



Obr.28. Dvojnásobná forma s pohľadom na hrebeňové vložky berýlium- bronz [9]

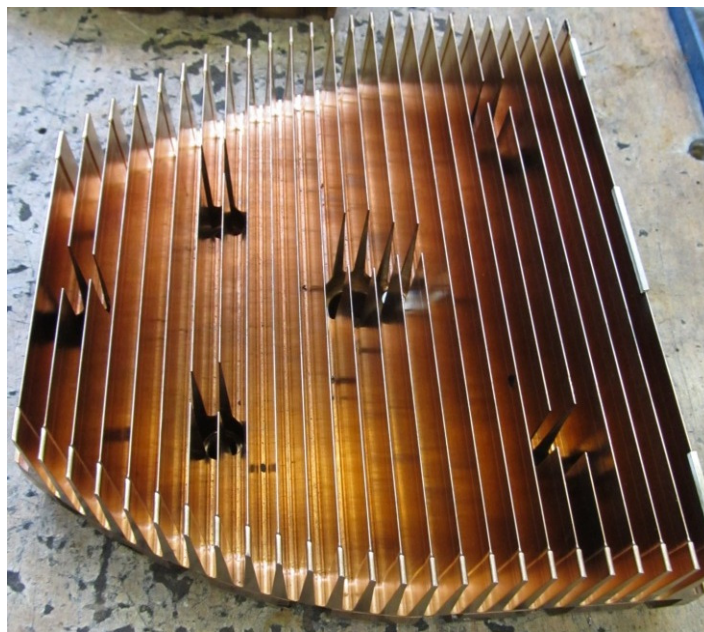
Štúdiom súčasných dostupných poznatkov a možnosti ponúkajúcich sa na trhu materiálov v oblasti výroby vstrekovacích nástrojov je na základe stále dlhého času chladenia v tejto

práci zvolená alternatíva rozšíriť použité materiály okrem už osvedčeného výrobku švédskej firmy TOOLOX o zliatinu berýlium – bronz. Preto som k výrobe nových hrebeňových vložiek zvolil túto zliatinu vytvorenú z materiálov berýlium Be bal – bronz Cu Ampcoloy 940 s obsahom chemickej kompozície v percentách (Cr 0,4%; Ni 2,5%; Si 0,7%). Jednoznačne sa vytvorí možnosť produkovania väčšieho množstva výliskov za kratší čas. Hlavnými aspektmi pre vyber materiálu bola jeho bezkonkurenčná schopnosť odvádzať teplo a až 208 w/m²K a taktiež jeho veľmi dobrá húževnatosť a tvrdosť (648MPa a HRC19). Má päť až desať násobne väčšiu tepelnú vodivosť ako nástrojová oceľ a veľmi dobrú odolnosť voči oteru. Jeho obrobiteľnosť je taktiež na dobrej úrovni, jeho vysoká elektrická vodivosť umožňuje dobré elektroerozívne obrábanie nakoľko sú tieto vložky po vyfrézovaní hlavnej kontúry hrebeňa pomocou 3D frézy rezané elektroerozívne na požadovaný rozmer. Táto zmena materiálu jadier umožňuje plne automatizovaný proces s kratším zbytkovým časom chladenia a odvádzanie tepla už pri procese. Zatiaľ jediným negatívom sa zdá byť výrobcom garantovaná odolnosť voči oteru od filtračného materiálu minimálne 500 000 pracovných cyklov resp. zdvihov, čo tituluje tieto hrebeňové vložky do pozície spotrebného materiálu nakoľko je celková plánovaná životnosť 4 000 000 pracovných cyklov. Z tohto dôvodu je vhodné vymyslenie spôsobu ich obnovy nakoľko výroba štyroch kusov takýchto vložiek je ekonomicky veľmi nákladná a neefektívna. Alternatívnym riešením je obnova tesniacich plôch hrebeňových vložiek plošným mikronávarom o vrstve cca 0,3 mm, ktorý bude následne opracovaný elektroerozívnym rezaním do požadovanej kontúry. Toto riešenie stojí cca 20% z ceny výroby nových vložiek.



Obr.29. Návrh hrebeňových vložiek v programe Autodesk Inventor [9]

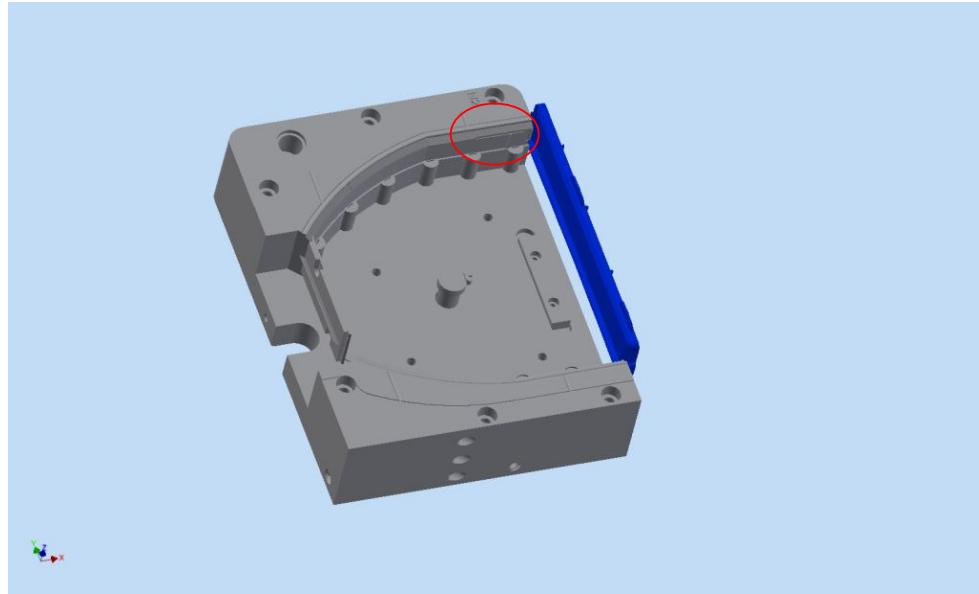
Po vytvorení návrhu na (Obr. 29) a zadaniu objednávky dodávateľskej firme nových hrebeňových vložiek a ich následnej výrobe boli nové hrebeňové vložky so zliatiny Ampcoloy 940 na (Obr. 30) dodané a na základe prvých výliskov a overenia dodaného meracieho protokolu odobrené pre ďalšie použitie pri prvotnom vzorovaní nástroja za účelom predstavenia prvej pred sériovej výrobnéj dávky zákazníkovi.



*Obr.30. Hrebeňové vložky z materiálov berýlium –
bronz (Ampcoloy 940) [8]*

4.1 Vtokové kanály

Zároveň pri navrhovaní formy a hrebeňových vložiek z nového materiálu sa myslelo na návrh nových pomocných vtokových kanálikov na bočnej stene tvarovej vložky vyhadzovacej strany formy na všeobecnom pohľade bez vložiek (Obr. 31), ktoré umožňujú dokonalejší vtok a väčšie množstvo materiálu v kritických oblastiach. Detailne znázornenie pomocných vtokových kanálikov môžeme vidieť pri (Obr. 32). Predchádzajúca konštrukcia neumožňovala dostatočnú dynamiku vtoku materiálu počas plnenia, následkom čoho nedochádzalo k 100% naplneniu dielu ani po fáze dotlaku, vznikali diery na (Obr. 33) a studené spoje. Takéto vyprodukované diely môžu byť síce opravované do určitej veľkosti diery, ale čas strávený prepracovaním a riziko reklamácie sú vysoké.



Obr.31. Všeobecný pohľad na formu bez hrebeňových vložiek s detailom na pomocné kanáliky [9]

Vzhľadom nato, že sa pri tomto konkrétnom druhu výrobku nedala previesť 100%-ná analýza vtoku materiálu bolo nutné návrh umiestnenia a ich veľkosti riešiť empiricky a na základe zberu skúsenosti z jednonásobnej formy. Proces plnenia materiálu je ťažko predvídateľný nakoľko je dutina plnená materiálom voľným rozptylom. Jedna zo zmien je taktiež vykonanie povrchovej úpravy tvarovej vložky následným leštením do vysokého lesku po opracovaní elektródou.



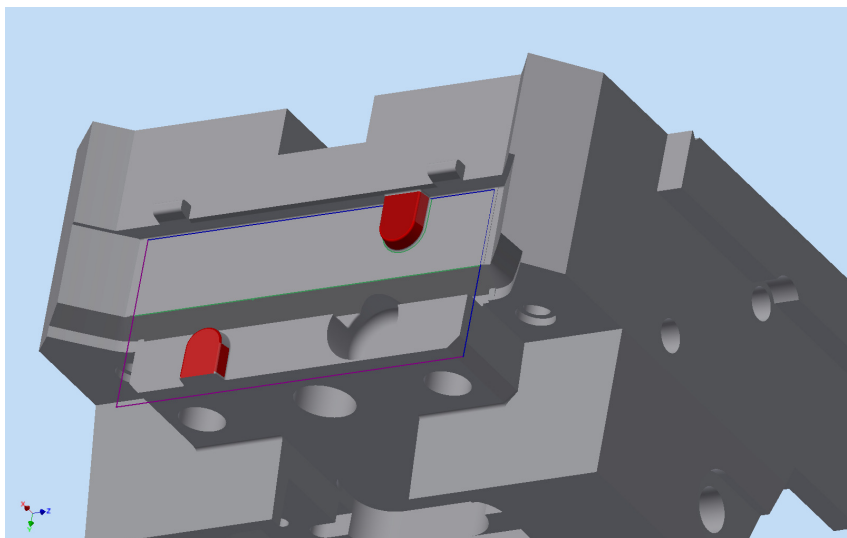
Obr.32. Detail, pomocný vtokový kanálik [9]



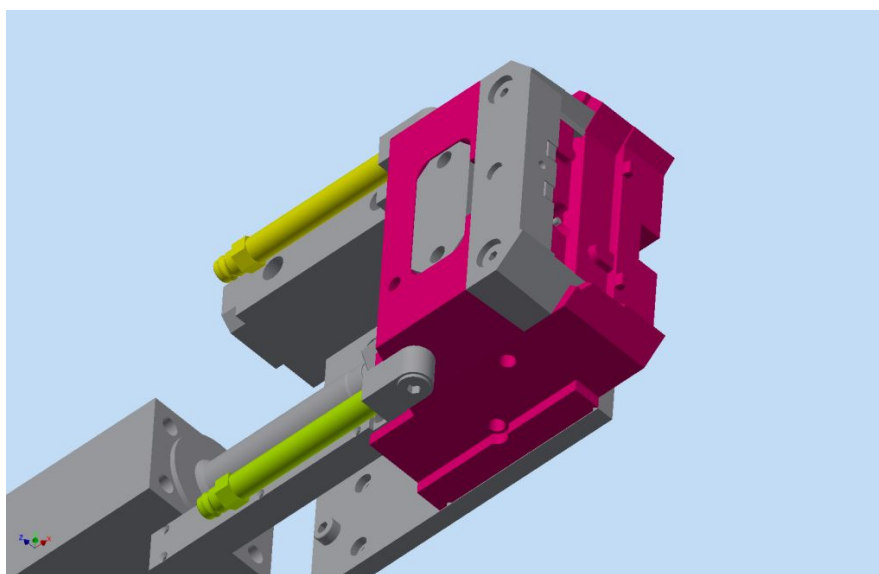
Obr.33. Nedokonalé naplnenie [8]

4.2 Geometria sedla

Zmenou geometrie sedla na (Obr. 34, 35) som sa v návrhu zaoberal z dôvodu príliš tesného usadenia vkladaneho zálisku, ktoré malo za následok opustenie požadovanej polohy pri uzatváraní formy a spôsobovalo deformácie plastového zálisku počas fázy uzatvárania nástroja, toto osadenie plastového komponentu vykazovalo nízku odolnosť voči kinematike šmýkadla a pohybu pri uzatváraní nástroja. Prvotné úvahy ako zamedziť vzniku tohto problému nás priviedli k skúmaniu príčiny, ako nezanedbateľné sa ukázal vplyv konštrukcie vkladaneho plastového komponentu resp. odformovacie úkopy na kritickom mieste usadenia šmýkadla. Pokusy s tuširovaciou pastou nám ukázali ktoré miesta je treba upraviť. Po zvážení procesných odchýliek na strane dodávateľa plastového komponentu a relevancie na celkové umiestnenie komponentu v nástroji sme rozhodli o plošnom zmenšení kontúry o 0,15 mm (Obr. 34). Pre zvýšenie bezpečnosti automatizovaného procesu sa prihliadlo na integráciu snímania prítomnosti plastového dielu. Štrbina pre umiestnenie kapacitného senzoru na (Obr. 34), v prípade neprítomnosti dielu resp. jeho strate počas transportu na uchopovacej hlavicí manipulátora nedôjde k odštartovaniu cyklu vstrekovania, senzor zosníma prázdnu časť sedla a neuzavrie formu vstrekolisú.



Obr.34. Zmenšenie kontúry šmýkadla [9]



Obr.35. Posuvné sedlo pre vkladanie plastového komponentu Frontplatte [9]

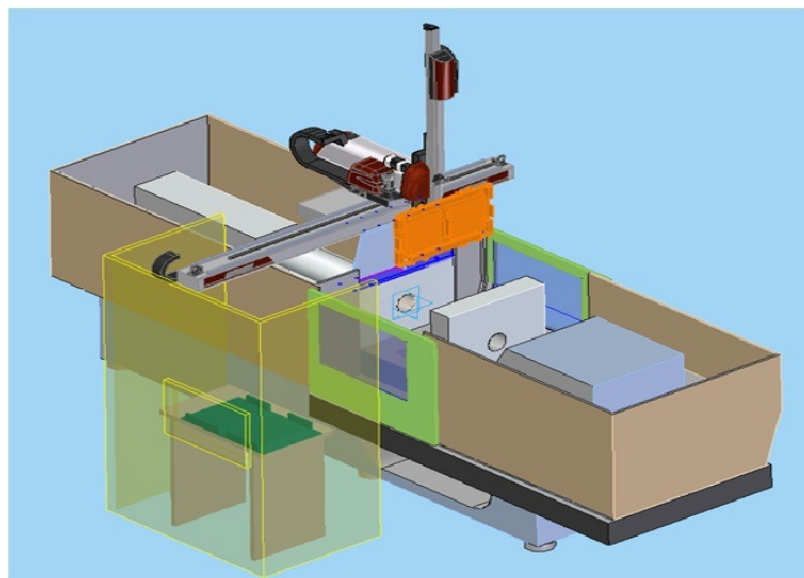
4.3 Prierez vtokových trysiek

Špecifikum odstrekovania dvojvrstvového filtračného materiálu s obsahom aktívneho uhlia prináša do procesu potenciálnu premennú vzhľadom na rozdielne absorpčné vlastnosti a hrúbku materiálu kolísajúcu v rozsahu 0,30 mm, čo v kombinácii s komplikáciami reologického charakteru prináša určitú potrebu prispôbovať rýchlosť vstrekovania k danej šarži polotovaru. Prechádzajúca prax s jednonásobným nástrojom

ukázala, že pozitívne vplyvy zvýšenia rýchlosti vstrekovania so sebou prinášajú aj negatíva v podobe prestrekov v oblasti filtračného materiálu najmä v oblasti dvoch spodných trysiek horúceho vtoku nástroja. Prvotné sa tento problém riešil rozdielnym nastavením teplôt trysiek horúceho vtoku na hornej a spodnej časti nástroja. Po konzultácii s dodávateľom systému horúceho vtoku sme navrhli nadimenzovať priemery vrchných vstrekovacích trysiek tak, aby dochádzalo k rovnomernejšiemu naplneniu dutiny taveninou bez nutnosti kompenzácie teplôt a vstrekovacej rýchlosti. Konkrétny rozdiel medzi priemerom horných a spodných vstrekovacích trysiek je 0,2 mm.

5 TECHNOLOGICKÝ POSTUP, AUTOMATIZÁCIA

Štúdiá pôvodnej koncepcie automatizácie predpokladali umiestnenie obslužného stolíka pre odoberanie filtračných elementov a filtračných záliskov robotom čelne k zadnej strane vstrekolisu čo by bolo z hľadiska veľkosti ochrannej kletky a výšky potrebnej investície najefektívnejšie riešenie podľa (Obr. 36). Po prehodnotení potenciálnych rizík ako aj všeobecného komfortu a bezpečnosti obsluhy sa od tohto konceptu odstúpilo. Rozhodujúcim faktorom bola teoretická možnosť zlyhania riadenia manipulátora a jeho priami kontakt s rukami obsluhy počas nakladania materiálu na obslužný stolík, napriek bezpečnostnej koncepcii kletky kategórie 4. Finálna koncepcia si zachovala filozofiu odoberania operátorom naložených polotovarov z obslužného stolíka.



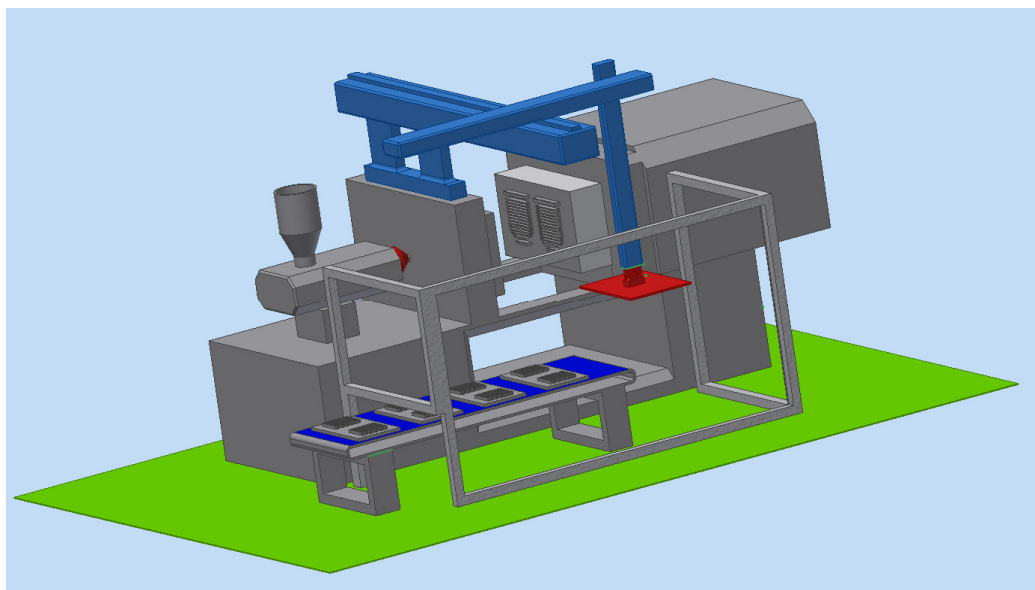
Obr.36. Pohľad na vstrekovací lis s robotom, prvotná koncepcia [9]

Funkciu obslužného stolíka prevzal systém pásových dopravníkov na ktorých sú dopravované nosiče polotovarov a na ktoré operátor nakladá základný filtračný materiál a zálisky mimo nebezpečnú zónu s potenciálnou hrozbou kontaktu s robotom na (Obr. 37). Robot následne odoberá tieto polotovary spolu so záliskami z definovanej pozície nosiča a zakladá na pohyblivú stranu nástroja. Operátor má k dispozícii štyri identické nosiče polotovaru resp. prípravné matrice pre zásobu na dva cykly robota vopred, čo zvyšuje komfort obsluhy a eliminuje procesné odchýlky spôsobené premenlivou dĺžkou trvania

nakladania polotovaru (eliminácia vplyvu ľudského faktoru). Odformovaniu hotových dielov dochádza voľným pádom na pasový dopravník umiestnený tesne pod nástrojom formy v otvorenom stave. Hotové diely sú dopravované pomocou tohto pasového dopravníku v tvare Z k pracovisku vizuálnej kontroly a balenia. Rýchlosť pohybu a dĺžka pasového dopravníka je konštrukčne prispôsobená tak, sa aby pracovník ktorý manipuluje s hotovými dielmi nepopálil, čo je vlastne tiež jeden z aspektov zlepšenia celkovej bezpečnosti práce.

5.1 Konečný postup celého cyklu

Obsluha zakladá 2x2 plastové výlisky a 2x filtračný materiál do pripravenej matrice mimo priestor robota. Dopravník privezie sadu záliskov na pozíciu robota. Robot odoberá zálisky z matrice a čaká na otvorenie formy. Po otvorení formy padajú výlisky pod lis na vynášací dopravník. Robot zachádza do formy, založí 2x filtračný polotovar a 2x2 plastové diely. Robot vychádza pre ďalšie zálisky. Obsluha nakladá do prípravku ďalšie zálisky pre ďalší cyklus.

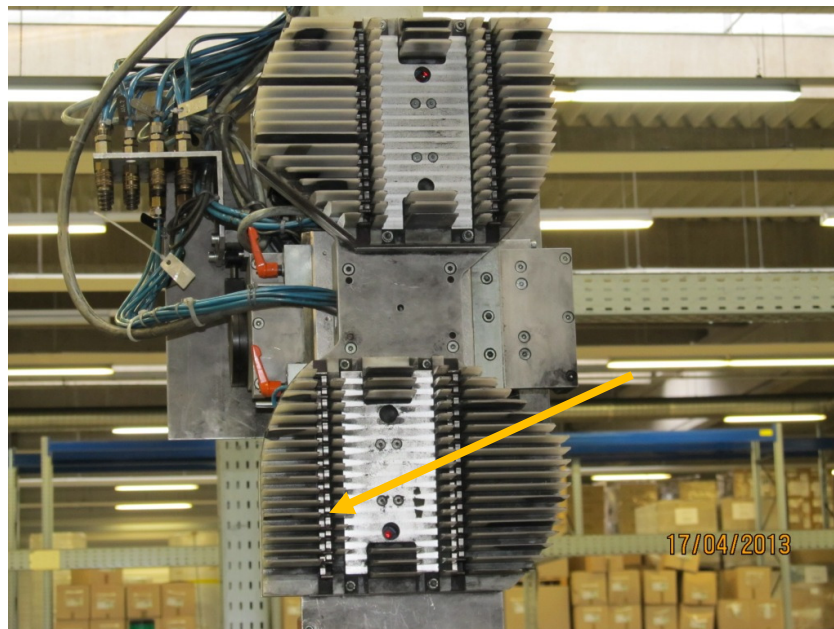


Obr.37. Schéma finálnej koncepcie automatizácie [9]

5.2 Doplnujúce technické informácie

Nový koncept pre zakladanie filtračného materiálu a plastových záliskov do dvojnásobnej formy na vstrekolise tvorí štvorosí lineárny robot Wittman Battenfeld W821 (Z 2000, Y

1200, X 550). Maximálna nosnosť vrátane odoberacej hlavice je 12 Kg. Komunikácia medzi vstrekolisom cez rozhranie Euromap E67, poháňaní servomotormi, špecifikum tejto voľby je pohon jazdcov odolným ozubeným remeňom, čo zabezpečuje rýchle pohyby a vysokú odolnosť voči opotrebeniu. Celú stanicu dopĺňa konzola Engel ES200HL/W821 vo výške 500 mm a obkolesuje ju ochranné oplotenie 1000x1500 mm. Taktiež celkové rozloženie masy pohyblivých dielov robota je koncipované s ohľadom na čo najefektívnejšiu akceleráciu a deceleráciu. Konštrukcia odoberacej hlavice je taktiež dielom konštrukčného oddelenia Wittman Battenfeld, filozofiu uchopenia filtračného polotovaru som v tejto práci navrhol na základe predchádzajúcej skúsenosti z projektov s podobným zameraním. Hlavným princípom presného a stabilného uchopenia filtračného materiálu je vzájomné presadenie hrebeňovej vložky vsadenej do odoberacej hlavice pomocou krátko zdvihového pneumatického valca, ktorý ju posúva o 2 mm vpred voči pevnej hrebeňovej vložke na odoberacej hlave, podľa (Obr. 38). Ostatné vkladané plastové zálisky sú uchopené pomocou vákuových prísavok a ich presnú pozíciu definujú nábehové kolíky. Vákuový okruh pre uchopovač je zabezpečený pomocou normalizovaného generátora podtlaku od firmy FESTO. Kalkulovaná životnosť stroja pri zaťažení v trojzmennej prevádzke je 8 až 10 rokov.



Obr.38. Pohyblivá hrebeňová vložka osadená do odoberacej hlavice

[8]

5.3 Zlepšenie časov a cyklu vstrekovania

Pri stabilnom nastavení vstrekolisu a procesu bez kvalitatívnych odchýliek dosahuje zaškolený pracovník čas cyklu 25,8 sek (Tab. 4) pri čom samotne naloženie filtračného materiálu a záliskov trvá po inštalácii automatizácie cca 6,5 sek. Hlavné faktory ktoré prispeli kráteniu celkového času cyklu boli prenesenie samotného zakladania filtračného materiálu a záliskov mimo nástroj a ich načasovanie paralelne s prebiehajúcimi procesmi vstrekovania a chladenia pri čom následné založenie polotovaru do otvorenej formy pomocou manipulátora sa skrátilo s pôvodných 15 s na 6,5 s. V neposlednom rade má táto automatizácia taktiež pozitívny vplyv na výrazné zlepšenie celkovej reprodukovateľnosti kvalitatívnych atribútov z hľadiska štatistického vyhodnotenia celkovej spôsobilosti produktu Cp, Cpk.

5.4 Zníženie nepodarkovitosti

Vďaka dosiahnutej presnosti vkladania v rozmedzí 0,2 mm sa dosiahlo výrazného zníženia výroby nezhodných dielov spôsobených nepresným ručným založeným polotovaru obsluhou, ktoré spôsobovalo presah filtračného materiálu cez plastový rám filtra na (Obr. 39). S pôvodnej priemernej zmätkovitosti 2,0% sme vďaka automatizácii mohli odpočítať zmätky vyrobené operátorom v rozsahu cca 10% priemernej zmätkovitosti. Miera opraviteľných nezhodných výrobkov klesla o 80% čo v prepočte na celkove personálne náklady spojené s týmto projektom resp. Produktom klesli o cca 7% čo tvorí nezanedbateľnú čiastku mzdových nákladov v prepočte na celkovú plánovanú životnosť produktu (6 rokov).



Obr.39. Presah filtračného materiálu do rámu filtra [8]

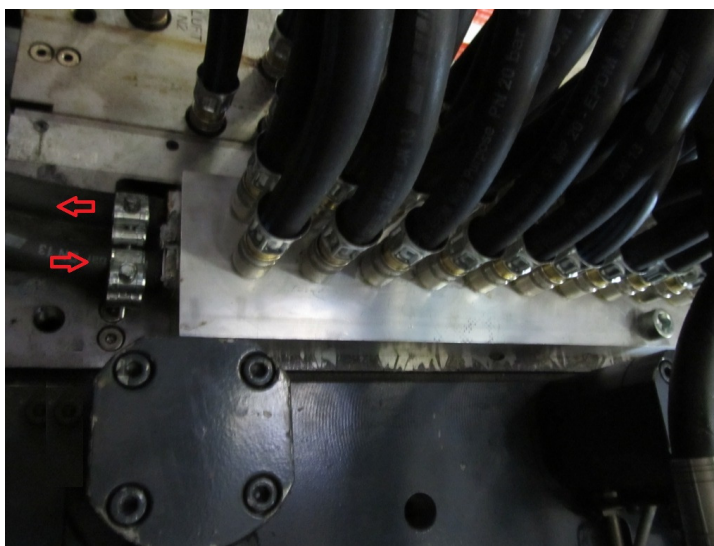
Tab.4. Popis činnosti automatizovanej bunky pre vkladanie polotovaru a vstrekovanie.

t:	Sekvencie stroja a robota v automatickom režime		
	Časový priebeh	Robot	Vstrekolis
	0,0 s	Robot nad vstrekovacou formou, založenie polotovaru	Forma otvorená, šmýkadla v pozícii vysunutú, vyhadzovač vzadu.
	6,5 s	Odjazd do stanice nosičov polotovarov (stanica vykoná pohyb o jeden nosič vpred)	Šmýkadla do pozície zasunúť
	8,0 s	Pohyb osi Y nad zásobník nosiča polotovaru	Zatváranie nástroja
	9,3 s	Uchopenie polotovaru	Vstrek
	10,8 s	Pohyb osi Y nad úroveň vstrekovacej formy	Dotlak
	20,8 s	Presun osou Z a X nad vstrekovací nástroj	Chladienie/Dávkovanie materiálu.
	22,8 s	čakanie na koniec cyklu, koniec cyklu	Otvorenie nástroja
	23,4 s		Šmýkadla vysunúť
	25,8 s		vyhadzovač vpred/vzad (diel dopadá na dopravník)
	25,8 s		Koniec cyklu
	Začiatok nového cyklu		

6 NÁVRH ROZHODUJÍCICH PARAMETROV VÝROBNEJ LINKY

6.1.1 Teploty, chladenie a optimalizácia prietoku, teplotný profil, meranie prietoku

Vo vstrekovacom nástroji je prítomných 22 chladiacich resp. temperačných kanálov o vnútornom priemere 5,5 mm na (Obr. 40). Na prepojenie s temperačnými prístrojmi boli použité plastikárske rýchlospojky typu Hasco Z7 bez spätných uzáverov, ktoré umožňujú výrazné vyšší prietok temperačného média, v tomto prípade vody. Prietok vody je zabezpečený cez prietokomery typu Wittman čo umožňuje reguláciu a vizuálnu kontrolu jednotlivých temperačných okruhov resp. kontrolu ich priechodnosti. Celková kontrola prietokov je taktiež aktívna na temperačných zariadeniach, ktoré sú pomocou protokolu Euromap 12 prepojené s riadením vstrekolisú, ktorý pri každej zmene nastavenia mimo prípustnú toleranciu reaguje zastavením cyklu a alarmom. Táto optimalizácia taktiež malou mierou prispieva k zníženiu celkového času chladenia a umožňuje eliminovať negatívne vplyvy a kolísajúcej sa teploty nástroja zapríčinené napríklad poruchou temperácie alebo náhlou zmenou teploty prípadne vlhkosti vo výrobných priestoroch (zohľadňuje sa prevádzka v noci a cez deň a ročné obdobia). Pre zrýchlenie celkového času potrebného pre výmenu nástroja a zapojenia chladiacich okruhov majú pevná aj pohyblivá strana svoje rozvádzače na vodu, ktoré sú permanentne namontované na forme a z ktorých sú hadice zapojené priamo na nástroj. Pri výmene nástroja nastavovač iba odpojí hlavný prívod od vody čím sa čas potrebný na vykonanie tejto činnosti skrúti o 90% pôvodného času.



Obr.40. Umiestnenie rozvádzača vody na stene nástroja [8]

6.1.2 Parametre

Zelenou vyznačené hodnoty v tabuľke (Tab.5) sa zlepšila celková efektívita procesu, zmenila sa nasledovným spôsobom: čas chladenia kratší o 4 s, čiže 29%, celkový maximálny vstrekovací tlak potrebný na naplnenie oboch dutín klesol z pôvodných 160 bar na 111 bar čo výrazne zlepšuje aj celkový energetický koncept procesu a zabezpečuje určité procesné rezervy pri využití kapacity vstrekolisu. Taktiež bol upravený profil dávkovania materiálu a zvýšený spätný tlak šneku. K celkovej stabilizácii procesu a zlepšení spôsobilosti výrobku prispela najväčšou mierou eliminácia ľudského faktoru.

Tab.5. Parametre vstrekovania dvojnásobnej formy [8]

Kleinbalg/polotovár:		Granulat: Sabic PP TV 20					
<i>Stroj</i>		<i>Jednotka</i>	<i>Priemer šneku 55mm</i>				
<i>Dotlak</i>		Bar	1 50	2 50	3 47	4 44	5 43
			6 35	7 30	8 30	9 30	10 30
<i>Čas dotlaku</i>		s	1,4				
<i>Čas chladenia</i>		s	10				
<i>Dávka</i>		mm	65,8				
<i>Bod prepnutia</i>		mm	13,5				
<i>Vstrekovací tlak</i>		bar	111				
<i>Spätný tlak</i>		bar	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<i>Vstrekovacia rýchlosť (profil)</i>		mm/s	1 75	2 75	3 90	4 90	5 90
			6 90	7 90	8 90	9 80	10 80
<i>Teploty dýzy</i>		°C	230	230	228	225	225
<i>Systém horúceho vtoku (teploty)</i>	Externý regulátor horúcich vtokov	°C	1 250	2 250	3 250	4 250	
			5 250	6 250	7 249	8 238	
			9 246	10 232	11 247	12 238	
			13 266	14	15	16	
<i>Teplota nástroja</i>	<i>Strana vyhadzovača</i>	°C	60		<i>Temperačný prístroj 1</i>		
	<i>Strana dýzy</i>	°C	60		<i>Temperačný prístroj 2</i>		

ZÁVER

V teoretickej časti som uviedol súčasné poznatky v oblasti spracovania plastov spôsobom a technológiou vstrekovania. Spomínali sme rôzne typy foriem, ich konštrukciu, vtokové sústavy a samotnú teplotu foriem. Ďalej sa jednalo o materiály používané pre výlisok a jeho príprava pred spracovaním formou vstrekovania. Popísali sme si vyhadzovacie systémy, ktorými sa výlisok z formy vyhadzuje. Rozvoj svetového priemyslu ako celku v poslednej dobe veľkou mierou ovplyvňujú nové materiály, predovšetkým v oblasti spracovania plastov vstrekovaním. Dnešné polymérne materiály v oblastiach vstrekovania predstavujú najvýznamnejší segment výroby a spotreby podľa objemu medzi všetkými technológiami a technickými materiálmi.

V praktickej časti som sa zameril na koncepciu novej formy a nástroja čo v súčasnosti sa navrhnutý nástroj čoby súčasť automatizovanej linky prejavuje ako stabilný článok, ktorý pri dodržaní stanovených servisných intervalov a výmene spotrebných vodiacich elementov dosahuje v trojzmennej prevádzke očakávané výsledky po kvalitatívnej stránke produktu rovnako ako aj po procesnej v zmysle požadovanej reprodukovateľnosti. Naďalej prebieha určenie hraničnej medze opotrebenia tesniacich častí hrebeňových vložiek pričom očakávaná kritická hranica 500 000 zjazdov bola úspešne prekročená bez zjavných vplyvov na kvalitu výrobku resp. bez merateľného opotrebenia.

Vďaka čiastočnej optimalizácii procesných parametrov sa podarilo optimalizovať neželané poprocesné zmrštenie, ktoré spôsobovalo celkový prehyb filtra hlavne v oblasti Deckla načo poukazoval zákazník v kontexte so zhoršenou možnosťou zástavby do klimatizačnej jednotky v automobile.

Na základe nasadenia trojosého lineárneho robota poslednej generácie taktiež bolo docielené zlepšenie ergonomických podmienok na pracovisku čo v nemalej miere okrem zvýšenia výkonu linky prispelo aj k zjednodušeniu doby adaptácie a zaškolenia na pracovisko. Prvoradým kritériom pri rozhodovaní sa automatizovať tento vstrekolis bola eliminácia kontaktu pracovníka so vstrekovacím nástrojom hlavne kvôli jeho teplote viacej ako 60 °C a hadíc transportujúcich pod tlakom média (hydraulicky olej 160 bar a horúca voda 60°C a 5 bar, stlačený vzduch 7,5 bar).

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] HENDRYCH, Josef; WEBER, Antonín; DOLEŽEL, Jaroslav. *Standardizace rámců a součástí forem pro vstřikování termoplastů*. Vydání první. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1986. 360 s. L13-B2JV-41/22879.
- [2] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastu, I. díl–Vstřikování termoplastu*. 2. vydání BRNO:UNIPLAST, 1999, 134s.
- [3] BOBČÍK, Ladislav. *Formy pro zpracování plastu : vstřikování termoplastu. Díl 1*. 2. upr. vyd. Brno : Uniplast, 1999. 133 s
- [4] www.ksp.tul.cz [online]. [cit. 2010-20-12]. Dostupný z WWW:
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/03.htm
- [5] BEAUMONT, J.P.; NAGEL, R; SHERMAN, R. *Successful Injection molding : Process, Design, and Simulation*. USA : Hanser Gardner Publications, 2002. 362 s. ISBN 1-56990-291-7.
- [6] KULHÁNEK, Jan a kolektiv. *Formy pro tváření plastických hmot*. Vydání první. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 224 s. L13-B3-IV-31/22002.
- [7] TOMIS, František, HELŠTÝN, Josef, KANOVSKÝ, Jirí. *Formy a přípravky*. Brno : VUT, 1979. 278 s.
- [8] Interné postupy, dokumenty a záznamy spoločnosti Freudenberg Filtration Technologies Slovensko FFTSK, s. r. o.
- [9] Program Autodesk Inventor patriaci spoločnosti Freudenberg Filtration Technologies Slovensko FFTSK, s. r. o.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

PS	Polystyrén
ABS	Akrylonitrilbutadienstyren
PMMA	Polymethyl methacrylate
PC	Poly karbonát
MPa	Mega Pascal
Kg/h	Kilogram za hodinu
cm ³	Kubický centimeter
cm ²	Štvorcový centimeter
PVC	Polyvinylchlorid
PP	Polypropylén
PE	Polyethylén
PES	Polyester
PUR	Polyuretán
UV	Ultraviolet
FFTSK	Freudenberg Filtration Technologies Slovensko
AF	Partikelmedium
BA	Kombimedium
TV	Talcum plnivo
GF	Sklené vlákno
kN	kilo newton
bar	Jednotka tlaku
mm/s	Jednotka milimeter za sekundu
°C	Stupeň celsia

Cr	Chróm
Ni	Nikel
Si	Kremík
Be	Berýlium
Cu	Bronz/Meď
HRC	Tvrdość podľa Rockwella
SAN	Styrol-Acrylnitril, copolymer (elastomer)

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obr.1. Vstrekovací cyklus.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr.2. Vstrekovací stroj.....</i>	<i>14</i>
<i>Obr.3. Vstrekovací systém.....</i>	<i>19</i>
<i>Obr.4. Trojdoskový systém formy – odformovanie dielov.....</i>	<i>20</i>
<i>Obr.5. Vyhrievaná tryska s vonkajším (a) a vnútorným (b) vyhrievaním.....</i>	<i>21</i>
<i>Obr.6. Radové prepojenie temperovacích okruhov.....</i>	<i>24</i>
<i>Obr.7. Funkčne výhodnejšie prepojenie temperovacích okruhov.....</i>	<i>25</i>
<i>Obr.8. Temperovanie dosky dvoma samostatnými okruhmi.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr.9. Temperácia doskovej tvárnice špirálovým kanálom.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr.10. Prevedenie temperovacích kanálov u blokovej tvárnici.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr.11. Tvárník s temperovacou vložkou.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr.12. Použitie obvodovej temperovacej drážky u vložkovej tvárnici.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr.13. Temperovacie kanály v úzkych a vysokých tvárnikoch.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr.14. A- Temperácia tvárnice obvodovou drážkou, B- Temperácia tvárnice drážkou na dne, C- Temperácia vtokovej vložky.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr.15. Bežné typy vyhadzovacích kolíkov.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr.16. Princíp vyhadzovania stieraciou doskou.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr.17. Vyhadzovanie trubkovým vyhadzovačom.....</i>	<i>34</i>
<i>Obr.18. Pneumatické ventily: zľava - tanierový, ihlový, zavzdušňovací kolík.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr.19. Proti prachový filter.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr.20. Kombinovaný filter s aktívnym uhlím.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr.21. Mikroskopický záber filtra: kombinácia vrstiev.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr.22. Kabínový vzduchový filter W204.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr.23. Deckel.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr.24. Frontplatte.....</i>	<i>45</i>

<i>Obr.25. Hrebeňové vložky z nástrojovej ocele.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr.26. Jednonásobná forma z nástrojovej ocele.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr.27. Engel ES 200HL.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr.28. Dvojnásobná forma s pohľadom na hrebeňové vložky berýlium - bronz.....</i>	<i>52</i>
<i>Obr.29. Návrh hrebeňových vložiek v programe Autodesk Inventor.....</i>	<i>53</i>
<i>Obr.30. Hrebeňové vložky z materiálov berýlium – bronz (Ampcoloy 940).....</i>	<i>54</i>
<i>Obr.31. Všeobecný pohľad na formu bez hrebeňových vložiek s detailom na pomocné kanáliky.....</i>	<i>55</i>
<i>Obr.32. Detail, pomocný vtokový kanálik.....</i>	<i>55</i>
<i>Obr.33. Nedokonale naplnenie.....</i>	<i>58</i>
<i>Obr.34. Zmenšenie kontúry šmýkadla.....</i>	<i>57</i>
<i>Obr.35. Posuvné sedlo pre vkladanie plastového komponentu Frontplatte.....</i>	<i>57</i>
<i>Obr.36. Pohľad na vstrekovací lis s robotom, prvotná koncepcia.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr.37. Schéme finálnej koncepcie automatizácie.....</i>	<i>60</i>
<i>Obr.38. Pohyblivá hrebeňová vložka osadená do odoberacej hlavice.....</i>	<i>61</i>
<i>Obr.39. Presah filtračného materiálu do rámu filtra.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr.40. Umiestnenie rozvádzača vody na stene nástroja.....</i>	<i>64</i>

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tab.1. Teploty a doba sušenia.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab.2. Údaje vstrekovacieho stroja Engel ES 200HL.....</i>	<i>48</i>
<i>Tab.3. Parametre vstrekovania jenonásobnej formy.....</i>	<i>49</i>
<i>Tab.4. Popis činnosti automatizovanej bunky pre vkladanie polotovaru a vstrekovanie.....</i>	<i>63</i>
<i>Tab.5. Parametre vstrekovania dvojnásobnej formy.....</i>	<i>65</i>

ZOZNAM PRÍLOH

- PI** Dátový doklad SABIC PPcompount 15T1020
- PII** Výkresová dokumentácia dvojnásobnej formy - zostava
- PIII** Výkresová dokumentácia hrebeňovej vložky
- PIV** Technická špecifikácia vstrekolisu Engel ES 200
- PV** Dátový list materiálu hrebeňových vložiek
- PVI** Dátový list materiálu formy
- PVII** CD disk obsahujúci:
- Textová časť diplomovej práce
 - Výkresová dokumentácia dvojnásobnej formy – zostava
 - Výkresová dokumentácia hrebeňovej vložky
 - Technická špecifikácia vstrekolisu Engel ES200

PRÍLOHA P I: DÁTOVÝ DOKLAD SABIC PPCOMPOUNT 15T1020



Description:

SABIC® PPcompound 15T1020 is a 20% talc-filled polypropylene homopolymer. The materials high modulus and good thermal stabilization makes it suited for applications under the bonnet such as heating, ventilation and air conditioning housings.

SABIC® PPcompound 15T1020 is a designated automotive grade.

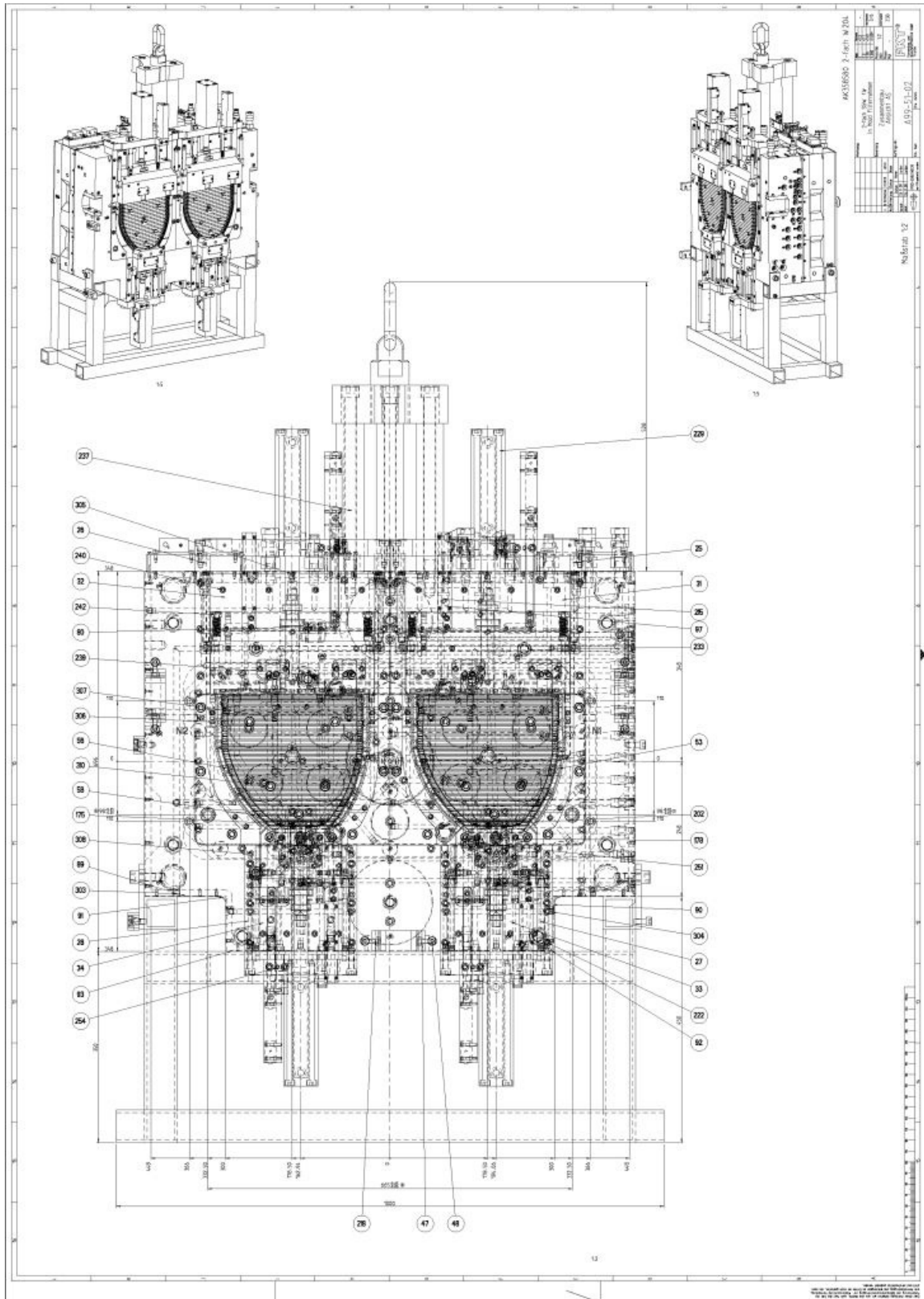
IMDS ID: 16486973

Typical values Properties	Unit (SI)	Values	Revision 20091109 Test methods
Melt flow rate (MFR) at 230 °C and 2.16 kg	g/10 min	7	ISO 1133
Density	kg/m ³	1040	ISO 1183
Coeff. of linear thermal expansion 23 °C to 80 °C	1) µm/mK	100	ASTM D 696
-30 °C to 30 °C	µm/mK	50	
Mould shrinkage 24 hours after injection moulding	1) %	1.2	SABIC method
Tensile test stress at yield	2) MPa	37	ISO 527
stress at break	MPa	29	
strain at break	%	50	
Flexural test Flexural modulus	3) MPa	2700	ASTM D 790
Izod impact notched at 23 °C	4) kJ/m ²	3.4	ISO 180/4A
at 0 °C	kJ/m ²	2.7	
at -20 °C	kJ/m ²	2.2	
Charpy impact notched at 23 °C	5) kJ/m ²	3.4	ISO 179/1eA
Charpy impact unnotched at -40 °C	kJ/m ²	14	ISO 179/1eU
Hardness Shore D	-	75	ISO 868
Heat deflection temperature at 0.45 MPa (HDT/B)	°C	120	ISO 75/B
Vicat softening temperature at 10 N (VST/A)	°C	150	ISO 306/A

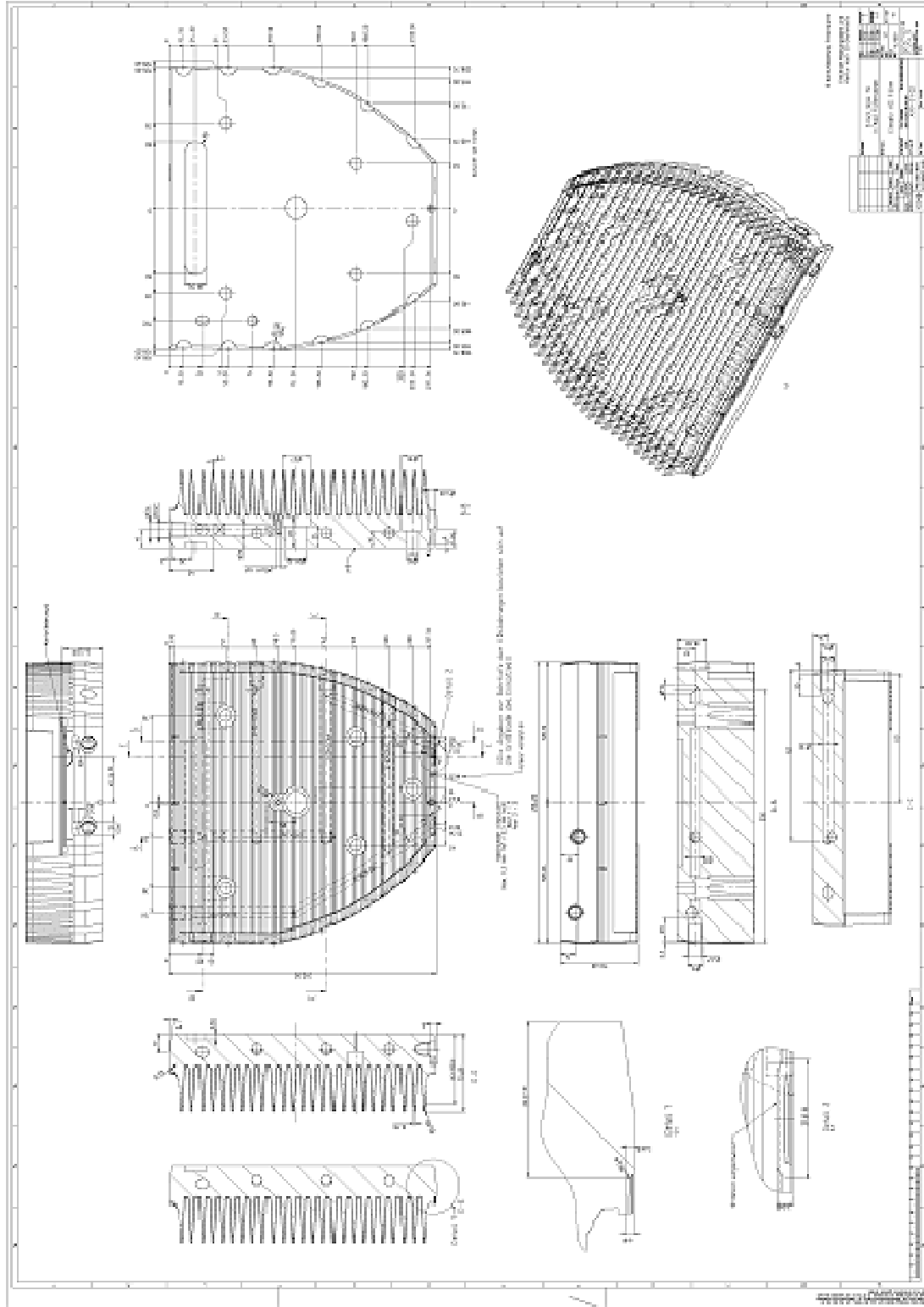
- 1) All measurements on injection molded samples.
- 2) Speed of testing: 50 mm/min; Speedman ISO 527-5, 3.2 mm
- 3) 3-point loading
- 4) N.B.: No Break
- 5) U-shaped notch; N.B.: No Break

Internet www.sabic-europe.com
email pp.info@sabic-europe.com

PRÍLOHA P II:



PRÍLOHA P III:



PRÍLOHA PV:

Technical Data Sheet

AMPCOLOY® 940

Extrusions



Nominal composition:

Nickel	(Ni)	2.5%
Silicium	(Si)	0.7%
Chromium	(Cr)	max. 0.4%
Copper	(Cu)	balance

Specifications:

D	DIN	
F	AFNOR	
GB	BS	
USA	RWMA	Class 3

Mechanical and physical properties	Units	1"	1" - 2"	> 2"
Tensile strength Rm	KSI	100	97	96
Yield strength Rp 0.5	KSI	75	75	74
Elongation in 2"	%	13	13	13
Brinell hardness	BHN 30	210	210	210
Rockwell hardness	HRB	95	95	95
Reduction of area ψ	%	20	20	20
Compressive strength, 0.1 % perm. set	KSI	80	80	80
Modulus of elasticity E	KSI	19000	19000	19000
Density ρ	LBS / IN ³	0.315		
Coefficient of expansion α	IN / IN / °F	$9.72 \cdot 10^{-6}$		
Thermal conductivity λ	CGS	0.497		
Electrical resistivity γ (1mm ² section)	Microhms/ Meter	35.7		
Electrical conductivity	% I.A.C.S.	48		
Specific heat Cp	BTU / LB · °F	0.091		

Assurances given with respect to properties or uses are subject to written approval from AMPCO METAL.

AMPCOLOY® 940 is a patented alloy which meets the demands of users of the RWMA class 3 alloys without Beryllium. In the industrialized countries, stricter health and safety instructions on the use of noxious elements have forced AMPCO METAL to develop this new alloy. It replaces the AMPCOLOY® 95 in practically all applications.

APPLICATIONS:

AMPCOLOY® 940 is used wherever a good electrical or thermal conductivity is required together with high mechanical properties:

Electrode holders and seam welding shafts

Spot welding electrodes, seam welding discs, projection and butt welding dies, principally for stainless steel and Monel

Plunger tips for cold chamber aluminium die casting machines

Parts of moulds for injection moulding of plastics, injection-nozzles and cooling pins

Brake drums for paper winding rolls

Parts for energy engineering

AMPCO METAL EXCELLENCE IN ENGINEERED ALLOYS

info@ampcometal.com

www.ampcometal.com

PRÍLOHA PVI:

TOOLOX®
PREHARDENED TOOL STEEL



Technical information Toolox® 33

Usage

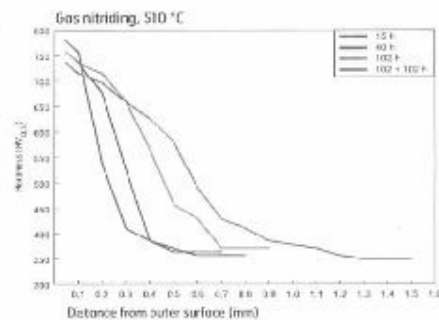
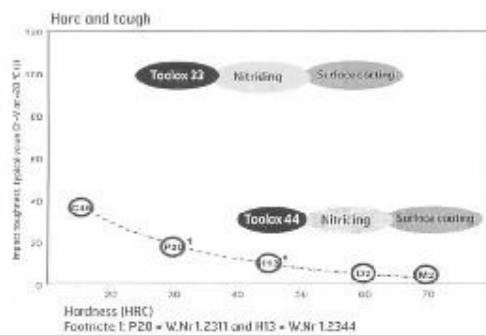
Toolox 33 is a new steel delivered quenched and tempered with high impact toughness and very low residual stresses to get good dimensional stability. Toolox 33 has a low carbide content, and is therefore excellent to machine. Toolox 33 is suitable for plastic moulding, for rubber moulding and machine components. With proper surface treatment, the service life of the tool/component can be prolonged.

Typical Values

CHEMICAL COMPOSITION		MECHANICAL PROPERTIES					
C	0.22-0.24%	Tensile strength, R_m [MPa]	+20°C	+200°C	+300°C	+400°C	+500°C
Si	0.6-1.1%	Yield strength, $R_{0.2}$ [MPa]	980	900			
Mn	0.8%	Elongation, A_5 [%]	850	800			
P	max 0.010%	Compressive yield strength, $R_{0.2}$ [MPa]	16	12			
S	max 0.003%	Impact toughness [J]	800	750	700	590	560
Cr	1.6-1.7%	Hardness [HBW]	300				
Mo	0.30%	Hardness [HRC]	29				
V	0.10-0.11%						
Ni	max 1%						
CE1W	0.62-0.71						
CE1	0.10-0.14						

INCLUSIONS		PHYSICAL PROPERTIES			
Inclusion size (equivalent)	5 µm	Heat conductivity [W/m·K]	+20°C	+200°C	+400°C
Area fraction	0.315%	Thermal expansion coefficient, (10 ⁻⁶ /K)	25	35	30
Aspect ratio	1.2		13.1	13.1	

Surface technology



SSAB Oxelösund AB, SE-613 80 Oxelösund, Sweden. Tel: +46 155 25 40 00 Fax: +46 155 25 55 34

www.toolox.com



Product sheet: Toolox® 33, 300 HBW with ESR properties

Specification

Hardness	HBW 275 - 325		
Impact toughness	Test temperature 20 °C	Impact energy, Charpy-V-test for plate, transverse direction; min J ≤ 130 mm 35	Impact energy, Charpy-V-test for forged bar, thickness direction; min J > 130 mm 35
Ultrasonic inspection	Ultrasonic inspection is carried out according to: EN 10 160 (rolled plates) EN 10228-3 (forged bars) with extra demands according to specification SSAB V6.		
Etching	Toolox 33 fulfils the etching requirements of NADCA # 207-2006.		
Dimensions	Toolox 33 is supplied as plate in thicknesses between 5 - 130 mm, or as forged bars in thicknesses between 150 - 300 mm.		
Delivery condition	Quenched and tempered at a minimum temperature of 590 °C.		
Heat treatment	Toolox 33 is not intended for further heat treatment. If Toolox 33 is heated above 590 °C after delivery from SSAB Plate no guarantees for the properties of the steel are given.		
Nitriding/coating	Nitriding or surface coating may be carried out if the temperature is below 590 °C.		
Testing	Testing according to EN 10 025 and EN ISO 6506-1. Hardness is measured on a milled surface 0.5 - 2 mm below the original surface.		
Tolerances	Thickness, length, width and flatness tolerances according to "Dimension program and tolerances for new rolling of tool steel plates from SSAB Plate". Forged bars: According to DIN 7527.		
Surface finish	On delivery from SSAB Plate the plate meets the following specifications: - free from mill scale - not repair welded - surface defects below the nominal ordered thickness are not permitted. Forged bars according to DIN 7527.		

SSAB Oxelösund AB
SE-613 80 Oxelösund
Sweden

Tel: +46 155 25 40 00
Fax: +46 155 25 55 34
contact@ssab.com

www.toolox.com