

Konstrukce pryžového výrobku a jeho výrobní formy

Petr Nohavica

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

nascannované zadání s. 1

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem vstřikovací formy určené k výrobě pryžového desinfekčního kalíšku. V teoretické části je rozvedena problematika vstřikování pryže s ohledem na konstrukci formy. V praktické části byl ke konstrukci vstřikovací formy použit program Autodesk Inventor 9 a normálie firmy HASCO. Dále byly definovány základní parametry výrobku a navrhuta elastomerní směs.

Klíčová slova: vstřikování, vstřikovací forma, pryž,

ABSTRACT

This bachelor work has been intended to design injection mold which is designed for production of rubber disinfection bowl. The problems of rubber injection considering mould construction are described in teoretical part of this bachelor work. In a practical part was used program Autodesk Inventor 9 to create injection mold and HASCO normalized parts. Than was defined the basic parameters of product and propose eleastomer mixture.

Keywords: injection, injection mold, rubber

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu Ing. Zdeňku Dvořákovi, CSc. za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady a čas, který mi věnoval při vypracování bakalářské práce.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

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

Ve Zlíně, 30.června 2006

.....

podpis

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 VÝROBNÍ STROJE	10
1.1 MÍCHACÍ, HNĚTACÍ A MÍSICÍ STROJE	10
1.1.1 Lehké míchací stroje:	10
1.1.2 Těžké míchací stroje (beztlakové).....	11
1.1.3 Hnětací stroje tlakové.....	12
1.2 VÁLCOVACÍ STROJE.....	13
1.2.1 Dvouválce.....	13
1.2.2 Čtyřválce	14
1.3 ŠNEKOVÉ VYTLAČOVACÍ STROJE	14
1.3.1 Vytlačovací hlavy	14
1.4 STROJE NA MECHANICKÉ DĚLENÍ MATERIÁLU.....	15
1.4.1 Hydraulický sekací stroj na kaučuk.....	15
1.4.2 Mechanický sekací stroj na kaučuk.....	16
1.4.3 Vysekávací ramenový stroj	16
1.5 HYDRAULICKÉ TVÁŘECÍ STROJE	16
2 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS	17
3 VSTŘIKOVACÍ FORMY	19
3.1 ROZDĚLENÍ FOREM	19
3.1.1 Postup při navrhování formy.....	20
3.2 RÁM FORMY	21
3.3 NÁSOBNOST FORMY	22
3.4 ODVZDUŠNĚNÍ FOREM	23
3.5 TEMPERANCE FOREM.....	23
3.6 VULKANIZAČNÍ SYSTÉMY PŘI VSTŘIKOVACÍM PROCESU	24
3.7 KONSTRUKCE VÝSTŘIKU	25
4 SKLADBA SMĚSI	26
4.1 KAUČUK.....	26
4.2 SKLADBA KAUČUKOVÝCH SMĚSÍ.....	26
4.3 ZÁKLADY SKLADBY SMĚSÍ.....	26
4.3.1 Volba elastomeru.....	27
4.3.2 Regeneráty.....	27
4.3.3 Vulkanizační činidla.....	27
4.3.4 Urychlovače.....	27
4.3.5 Aktivátor	28
4.3.6 Prostředky proti stárnutí	28
4.3.7 Změkčovadla	28

4.3.8	Plniva.....	29
4.3.8.1	Pigmenty	29
5	MÍCHÁNÍ SMĚSI.....	30
6	VŠEOBECNÉ VLASTNOSTI PRYŽE.....	31
6.1	STATICKE NAMÁHÁNÍ.....	31
6.2	DYNAMICKÉ NAMÁHÁNÍ.....	32
6.3	RÁZOVÉ NAMÁHÁNÍ	33
II	PRAKTICKÁ ČÁST	34
7	STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	35
8	POUŽITÉ SYSTEMY.....	36
8.1	AUTODESK INVENTOR 9	36
8.2	HASCO DIGITAL CATALOGUE R1-2006	36
9	VSTŘIKOVANÝ VÝROBEK.....	37
9.1	POŽADAVKY KLADENÉ NA VÝROBEK.....	37
9.2	VLASTNOSTI VÝROBKU.....	37
9.3	MODEL VÝSTŘIKU	38
10	STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH FUNKČNÍCH PARAMETRŮ	39
10.1	VÝPOČET PŘESAHU.....	39
11	NÁVRH SMĚSI PRO VSTŘIKOVÁNÍ.....	40
11.1	SKLADBA SMĚSI:	40
12	VSTŘIKOVACÍ FORMA	41
12.1	NÁSOBNOST FORMY	41
12.2	KONSTRUKCE FORMY	42
12.3	ZAFORMOVÁNÍ VÝSTŘIKŮ.....	42
12.4	ODVZDUŠNĚNÍ FORMY.....	42
12.5	VTKOVÝ SYSTÉM.....	42
12.6	TVAROVÉ VLOŽKY.....	43
12.7	VODÍCÍ A UPÍNACÍ PRVKY	45
12.8	TEMPERAČNÍ SYSTÉM	46
12.9	NOSIČ FORMY	46
13	VSTŘIKOVACÍ STROJ	47
14	KOMPLETNÍ SESTAVENÍ FORMY	48
	ZÁVĚR	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52

SEZNAM OBRÁZKŮ	53
SEZNAM TABULEK.....	54
SEZNAM PŘÍLOH.....	55

ÚVOD

Využití plastů a pryží pro nejrůznější průmyslové aplikace se v poslední době stále více rozšiřuje. Požadavky na stále vyšší jakost výrobku s ohledem na náročnější aplikace vyžadují trvalé zdokonalování zpracovatelských technologií, což však je velmi ovlivňováno strojním vybavením.

Vývoj v oblasti gumárenských surovin je velmi rychlý. Počet druhů přísad používaných při výrobě kaučukových směsí rapidně vzrostl, některé z nich jsou vzájemně zaměnitelné, ale v řadě případů mají jedinečné a nenahraditelné vlastnosti.

Skladba kaučukových směsí umožňuje vyrábět širokou paletu materiálů s vlastnostmi, které není možné docílit žádným jiným nekaučukovým výrobkem. Tento obor se těší velké perspektivě, neboť použití pryže je výhodné jak z ohledu k jeho vlastnostem, tak i z ohledu finančního, technologického či ekologického.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ STROJE

Gumárenské a plastikářské stroje řadíme mezi typické zpracovatelské stroje. Podle uplatnění v technologických procesech můžeme gumárenské a plastikářské stroje rozdělit na stroje přípravné, stroje tvářecí a stroje dokončovací. Široký sortiment strojů obsahuje jak stroje univerzální, tak i stroje jednoúčelové pro plynulé i cyklické zpracovací procesy.

1.1 Míchací, hnětací a mísicí stroje

1.1.1 Lehké míchací stroje:

Vrtulové a turbínové stroje: Jsou to lehké stroje vhodné jen k míchání kapalin, roztoků, suspenzí a emulzí. Míchadlem je vrtulka nebo kolo s různě tvarovanými lopatkami. Nádoba ve které se míchá, nebývá součástí stroje, a to umožňuje jeho rychlé a pohotové použití. Míchadlo, zejména lopatkové nasává kapalinu ve směru osy a vrhá ji velkou rychlostí k obvodu nádoby. Tím dochází k intenzivnímu proudění a míchání kapaliny. Se zvětšujícím se objemem nádoby klesá účinnost míchání a prodlužuje se pracovní cyklus.

Planetové stroje: Tyto stroje mají nejčastěji dvě míchadla, obíhající kolem vnitřního obvodu nádobky a zároveň se točící kolem své osy. Používá se jich k míchání viskóznějších roztoků a past. Vyznačují se sloupovou nebo stojanovou konstrukcí a rozmanitými tvary míchadel.

Šlehací stroje: Šlehací stroje na přípravu pěnového latexu jsou další variantou planetových míchacích strojů. Krouživým pohybem šlehací metly vyrábějí latexové směsi a vzduchu pěnu, do které potom planetovým pohybem metly zamíchají želatinační činidlo. Pěna se ze šlehacího stroje nalévá do forem a vulkanizuje se.

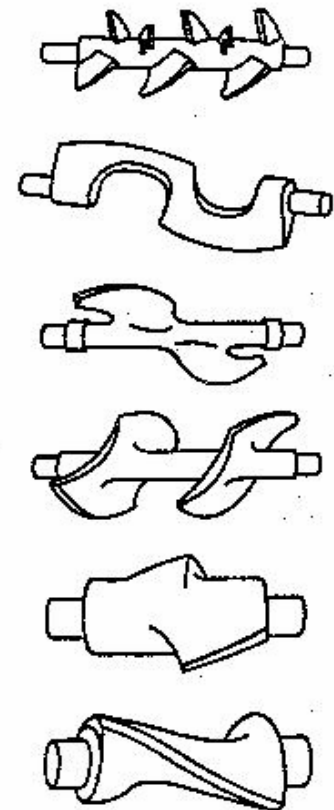
Stroje se dvěma systémy míchadel: Vertikální stroj s hnaným a volnoběžným míchadlem je poněkud neobvyklým typem velmi účinného míchacího stroje, který lze přizpůsobit pro velmi odlišné viskozity zpracovávaných roztoků.

Fluidní stroje: Vířivých strojů se používá k míchání práškových směsí tzv. fluidní technikou. Větší frekvencí otáčení míchadla se prášková hmota provzdušňuje, takže se chová jako kapalina. Hmota víří horizontálně i vertikálně, částice se mísí a třením o nádržku, míchadla a hlavně o sebe navzájem se intenzivně zahřívají, např. až na teplotu 150°C. Operace se dokončuje obvykle při pomalejším chodu, neboť se vzrůstající teplotou směs naželatinovává a zatížení motoru stoupá. Vyrábí se i více-stupňové.

1.1.2 Těžké míchací stroje (beztlakové)

Těžké míchací stroje se dvěma proti sobě se točícími míchadly ve vodorovné rovině mají velmi široké použití, neboť různě tvarovanými míchadly jsou přizpůsobeny vlastnostem té či oné hmoty. Čím větší je viskozita kapaliny nebo čím menší je plasticita zpracovávané hmoty, tím musí mít stroj pevnější konstrukci, robustnější míchadla a výkonnější hnací jednotku.

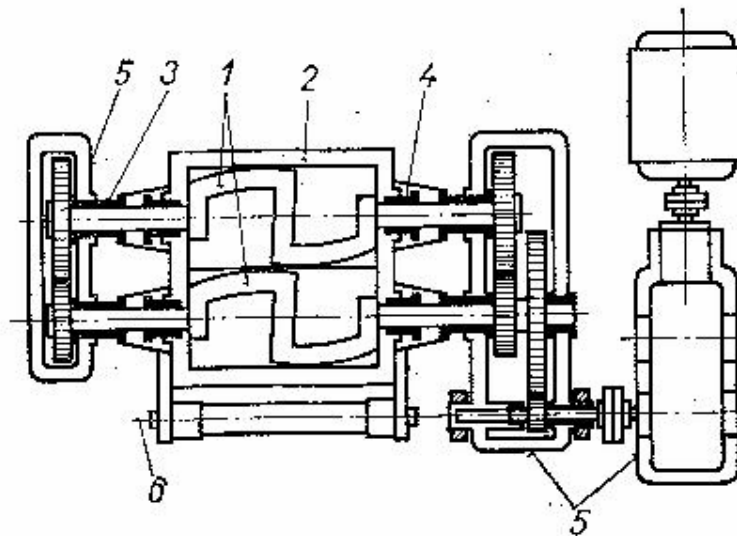
Dno nádrže má tvar dvou půlválců. Novější stroje mají nádrž s částečným nebo celkovým dvojitým pláštěm, temperovaným vodou, parou nebo jinou látkou. Topný systém má automatickou regulaci teploty. Víko nádrže tvoří buď pouhý poklop, nebo se vzduchotěsně uzavírá v tom případě, je-li míchací prostor napojen na vývěvu (při odvodušňování past). Užitečný objem nádrže se pohybuje podle velikosti stroje od několika litrů až po tisíce litrů.



Obr. 29. Míchadla a hnětadla (pořadí shora naznačuje použitelnost podle rostoucí viskozity hmoty)

Stroj se plní ručně, samospádem ze zásobníku dávkovacího zařízení nebo zdvihacím dopravním zařízením. Nádržka se vyprazdňuje vyklopením. K překlopení slouží ozubený převod, pohybový šroub, hydraulický válec nebo řetězové převody.

1.1.3 Hnětací stroje tlakové



Obr. 34. Pohon míchacího a hnětacího stroje (půdorys)

1 – míchadla, 2 – nádržka, 3 – ložisko, 4 – ucpávka, 5 – převodovky, 6 – osa vyklápění

Hnětacích strojů se používá v gumárnách k plastikaci kaučuku a hlavně k míchání směsí. V moderních závodech tvoří základ strojního zařízení pro výrobu kaučukových směsí. V plastikářských závodech se jich používá k plastikaci, homogenizaci a k probarvení mnoha termoplastů i některých termosetů. Předností hnětacích strojů je velká výkonnost, výrobní operace probíhá velmi intenzivně v uzavřeném prostoru, přísady se nerozptylují do prostoru a celý cyklus lze zmechanizovat a zautomatizovat. Nevýhodou je diskontinuita pochodu, příliš intenzivní zahřívání zpracovávané hmoty a s tím spojené nebezpečí předčasné vulkanizace nebo tepelného rozkladu. Také nelze vždy zaručit dokonalé dispergování všech přísad ve směsi.

Hnětadla: Hnětadla jsou různě profilované válce, které mají na obvodu několik zpravidla šikmo uspořádaných činných hran (žeber, výstupků). Hnětadla jsou buď ocelová, kovaná nebo litá z kokilové litiny. Uvnitř jsou dutá, s tvarem dutiny přizpůsobeným vnějšímu profilu, aby temperování bylo co nejučinnější.

1.2 Válcovací stroje

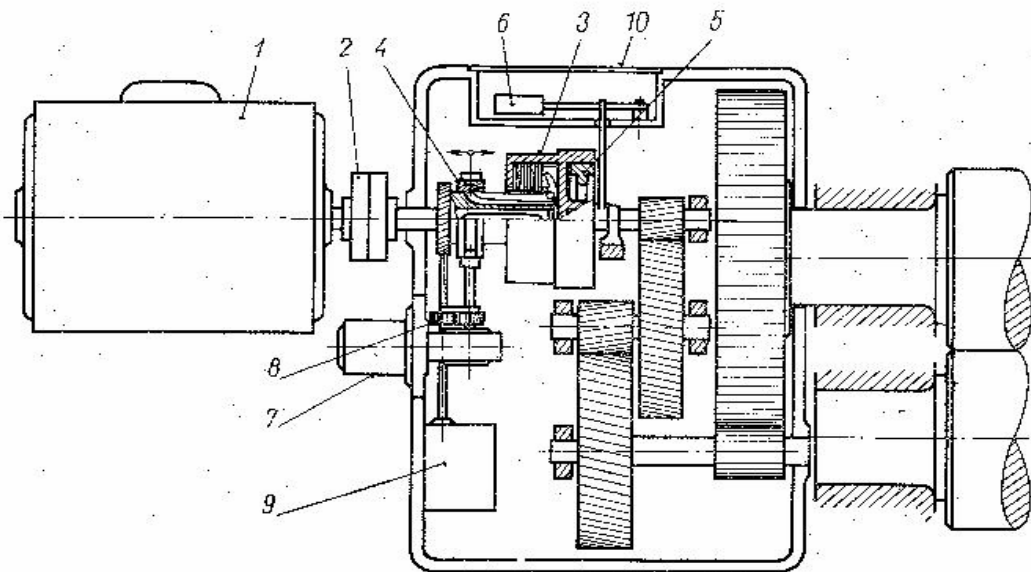
Válcovací stroje mají velmi široké uplatnění ve zpracovatelském oboru. Jejich pracovními orgány jsou různě konstruované válce, seskupené do určitých sestav.

Dělíme je na:

- válcovací stroje (dvouválce, několikaválce)
- válcové stroje na úpravu povrchu (desénovací a tiskové stroje)
- válcové lisy (navíjecí stroje a bubnové lisy)

Válcovací stroje se výborně uplatňují v těch technologiích, jež jsou založeny na principu kontinuálního tváření – zejména při válcování fólií, pásů a při nanášení hmot na textilie.

1.2.1 Dvouválce



Obr. 59. Hnací jednotka se všemi převody v jedné skříní (půdorys)

1 – motor, 2 – poddajná spojka, 3 – lamelová spojka, 4 – prstence, 5 – čelistová brzda, 6 – závaží,
7 – servomotor, 8 – ozubený segment, 9 – mazací agregát, 10 – dvířka

Dvouválce mají značně široké použití v gumárnách, kde slouží ve všech fázích zpracování kaučuku na kaučukovou směs. Používá se jich též k předehřívání směsí, k mletí pryžového odpadu i v konečné fázi výroby regenerátoru. Menší uplatnění mají při zpracování plastických hmot. Zpracování hmoty probíhá jen v mezeře mezi válci, které se otáčejí nestejnou rychlostí. Hmota, která se vrací po obvodu válce zpět do mezery, se jen chladí. Toto chlazení a styk se vzdušným kyslíkem má význam hlavně při plastikaci kaučuku. Pro-

to se někdy nad přední válec stroje instaluje jeden nebo několik pomocných válečků jimiž se prodlužuje styk kaučuku se vzdušným kyslíkem. Válce jsou uspořádány horizontálně vedle sebe a pro funkci je velmi důležitý rozdíl obvodové rychlosti válců, kterému říkáme skluz (frikce) mezi válci.

1.2.2 Čtyřválece

Tak, kde nevyhovují dvouválece, používáme čtyřválece. U těchto strojů už musí být kompenzováno prohnutí válců. Používá se k válcování fólií a k nanášení termoplastických hmot na textilie.

1.3 Šnekové vytlačovací stroje

Vytlačovací stroje zpracovávají kaučuk, kaučukové směsi a téměř všechny druhy plastických hmot. Hmota se při průchodu vytlačovacím strojem intenzivně hněte a jako plastikát se protlačuje hubicí do volného prostoru. Na těchto strojích se zhotovují tyče a pásy různých průřezů, běhouny na pláště pneumatik, fólie, desky a trubky. Dále se na nich oplášťovávají vodiče a jiné výrobky, čistí se (pasírují) kaučukové směsi, připravují granuláty, atd. Vytlačovací stroje jsou výhodné tam, kde stačí menší hladkost povrchu produktu, kde jsou přípustné větší tolerance a kde lze jejich kontinuální činnosti výhodně využít v plně mechanizovaném i automatizovaném provozu.

Vytlačovací stroje jsou:

- šnekové
- pístové

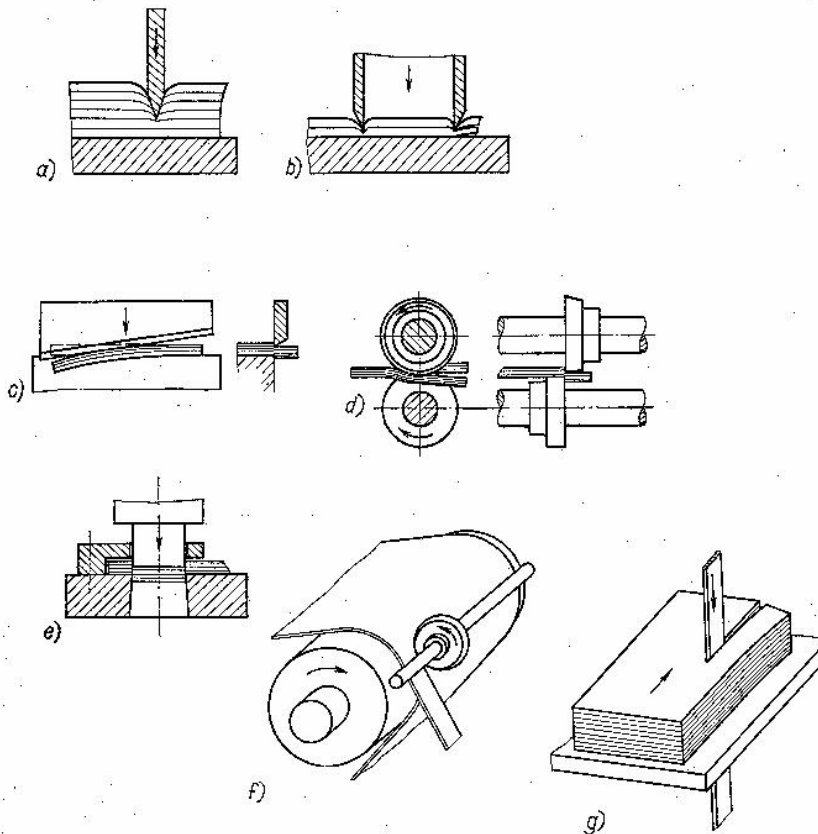
Hmota se v komoře stroje zpracovává i dopravuje otáčením šneku, který se podobá velkému šroubu. Šnek dopravuje hmotu do násypného otvoru směrem k ústí v hlavě stroje. Přitom ji hněte, mísí, stlačuje, homogenizuje a přivádí do plastického stavu. Šnekové stroje mohou mít dva nebo tři šneky, nejrozšířenější jsou stroje s jedním šnekem. Převládají stroje šnekové, které pracují kontinuálně.

1.3.1 Vytlačovací hlavy

Hlava s hubicí je upevněna k výstupnímu konci komory stroje a formuje vytlačovanou termoplastickou hmotu na požadovaný tvar. Musí být konstruována tak, aby se dala snadno

od stroje odpojit, když se má stroj čistit nebo když se mění druh výrobku. S komorou je spojena závitovou, prstencovou nebo bajonetovou objímkou, otočnými šrouby apod. Vytlačovací hlava a některé její části jsou vyhřívány odporovými pásy nebo indukčně s automatickou regulací teploty.

1.4 Stroje na mechanické dělení materiálu



Obr. 247. Mechanické dělení materiálů

a – sekání, *b* – vysekávání, *c* – stříhání přímými noži, *d* – stříhání kotoučovými noži, *e* – prostřihování (děrování), *f* – řezání kotoučovým nožem, *g* – řezání pásovým nožem

Mechanické dělení surovin a polotovarů se používá v několika úsecích, technologie zpracování kaučuku a plastických hmot. Významný úkol mají tyto informace při znovu zpracování odpadů a použitých výrobků.

Operace se dělí na:

- sekání a vysekávání
- stříhání

1.4.1 Hydraulický sekací stroj na kaučuk

Posuv beranů je vyvozován hydraulicky. Síla pístu při pracovním zdvihu je asi 700 kN.

1.4.2 Mechanický sekací stroj na kaučuk

Sekání je zajištěno posuvným přímým nožem. Nůž je veden po sloupech a je poháněn klikovým mechanismem. Obsluha mechanického stroje je nebezpečnější než u hydraulického,

1.4.3 Vysekávací ramenový stroj

Ramenovým vysekávacím strojem se vysekávají pomocí tvarového nástroje (nože) výrobky nebo polotovary z různých materiálů, buď fólií, pásů nebo desek. Materiál je položen na sekací podložce a úderem ramena dochází k vyseknutí polotovaru. Vysekávací síla je okolo 200 kN.

1.5 Hydraulické tvářecí stroje

Hydraulické stroje patří k základním strojům ke zpracování kaučuku a plastických hmot. Síla potřebná k tváření zpracovávaného materiálu je u nich vyvozována tlakem kapaliny na píst ve válci. Tato provozní kapalina je médiem, které přenáší energii od stroje ke stroji. Energie kapaliny se pak ve stroji mění jednoduchým zařízením v mechanickou práci pracovního ústrojí stroje. Tento hydraulický převod umožňuje rozvádět energii z jednoho zdroje i k několika strojům. Výslednou tvářecí sílu každého stroje lze řídit buď tlakem kapaliny, nebo průměrem pracovního pístu.

Tvářecí stroje se dělí na:

- jednoetážové
- víceetážové

Lisovacím ústrojím je jeden pracovní válec s dvojčinným pístem. Beran je veden po čtyřech svislých vodících plochách. Etáže lisu jsou vyhřívány odporovými elektrickými spirálami na požadovanou lisovací teplotu výrobku. Ovládání lisu je pomocí přepouštěcích pák, přes které je vháněn tlak oleje do hydraulického válce. Tyto páky se po zalisování výrobku uzavřou a tím dojde k vymezení pohybu pístu. [2]

2 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS

Vstřikování je universální vysoce přesný proces. Cena výroby jednoho kusu je nízká, nicméně vstřikovací stroj a formy jsou velmi drahé. Vstřikovací proces obsahuje uzavřenou formu se směsí (nevulkanizovaná kaučuková směs), dopravovanou za vysoké rychlosti ze vstřikovacího zásobníku. Z této vysoké rychlosti plyne několik výhod. Pryž má zvýšenou teplotu při vstupu do dutiny, což umožňuje krátké vulkanizační časy. Toto je především výhodné u tlustých příčně křížených částí. Viskozita pryžové směsi je snížena, což umožňuje značný termoplastický tok.

Vstřikování může být vertikální nebo horizontální. Také může být použit lis nebo šnek k hnětení a dopravě nevulkanizované směsi do formy. Reciproké šneky lépe hnětou směs a udržují teplotu, ale velikost dávky je limitována. U lisů může být dávka větší, ovšem na úkor stejnoměrné plastikace a teploty. Proto byly vyvinuty hybridní metody se vzájemnou kombinací lisu a šneku. V těchto případech jsou šneky použity pouze pro plastikaci směsi, zatímco lis je určen pouze pro vstřikování.

Nezvulkanizovaná směs je vedena přes vstřikovací trysku do vtokového kanálu. Pryž vtéká přes vtokový systém do formy přes tyto kanály. Nejdůležitější je, aby tok směsi a tepelná historie nebyli stejnoměrné. Proto se vyžaduje symetrický nebo vyvážený vtokový systém. Když je forma uzavřena a pryž je při vstřikování zahřátá, je dosažena přesná výrobní tolerance s minimem přetoků. Pokud je požadována povrchová úprava, používá se velké množství kryogenních technik.

Nevýhodou vstřikování je velký odpad materiálu ve vtokových systémech. K redukci tohoto problému byly vyvinuty chladné vtokové systémy. Na druhou stranu vstřikování má mnoho výhod. Nicméně nástroje pro tento proces bývají velmi drahé kvůli velké výrobní přesnosti, jsou vyžadovány kalené nástroje kvůli velkým rázům (nárázům).

Vstřikovací cyklus zahrnuje dvě oblasti, jedna se vztahuje k plastikační jednotce, druhá k formě a uzavírací jednotce. K uzavřené formě se přisune plastikační a vstřikovací jednotka, ze které se plastikovaný materiál vstříkne do dutiny formy. Doba, po kterou se dutina formy plní se nazývá doba plnění. Po naplnění dutiny formy se dále na materiál působí tlakem, který se označuje jako dotlak. Dotlak bývá stejný nebo nižší než vstřikovací tlak. Řízení dotlaku se odvozuje od tlaku dosaženého v dutině formy nebo od polohy vstřikovacího pístu. Doba, po kterou působí dotlak se nazývá doba doplňování. Dotlak má částečně

vyrovnávat vliv smrštění a zabraňovat unikání materiálu z dutiny formy. Doba doplňování je omezena zatuhnutím materiálu ve vtokovém systému. Chlazení výstřiku probíhá z části ve formě a z části mimo ni. [8]

Uzavírací jednotka	Uzavření formy			Chlazení	Otevření formy	Vyhození výstřiku
Plastikační jednotka	Pohyb vpřed	Vstříknutí taveniny	Dotlak	Chlazení	Pohyb vzad	

3 VSTŘIKOVACÍ FORMY

Zpracování plastů a kaučukových směsí vyžaduje použití přípravků a speciálního operačního nářadí, mezi nimiž formy zaujímají významné postavení. Obecně za formu považujeme nástroj, kterým se výrobku dává požadovaný tvar. Přípravek pak plní svou funkci u vznikajícího nebo již hotového výrobku. Podle toho jsou přípravky chladicí, vrtací, svařovací apod.

3.1 Rozdělení forem

Formy můžeme dělit podle různých hledisek. Takovým hlediskem může být například druh zpracovávaného materiálu.

Dělí se na:

- formy pro zpracování reaktoplastů
- formy pro zpracování termoplastů
- formy pro zpracování kaučukových směsí

Řešení formy musí být v souladu s technologickým postupem v návaznosti na vlastnosti zpracovávaného materiálu a na užité vlastnosti výrobku.

V takovém případě rozeznáváme:

- | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|
| - formy lisovací | - formy vyfukovací | - formy máčecí |
| - formy vstřikovací | - formy licí | - formy tabletové |
| - formy přetlačování | - formy tvarovací | |

Formy mohou být podle počtu dutin jednonásobné nebo vícenásobné. Dále podle způsobu upnutí rozlišujeme formy snímací a formy upínací. V prvním případě se forma vyjímá z lisu a manipuluje se s ní mimo něj, v druhém případě zůstává stále upnutá v lise. Nakonec můžeme podle konstrukce rozlišovat formy etážové, čelist'ové, dělené, sdružené atd.

Etážová forma má několik dělicích rovin nad sebou, přičemž v každé dělicí rovině jsou stejné tvarové dutiny. Dělená forma má tvárník nebo tvárnici složenou z dvou nebo více pohyblivých dílů, aby bylo možno vyjmout výrobek. Sdružená nebo také kombinovaná forma je dvojnásobná nebo vícenásobná forma, ve které se tvoří tvarově rozdílné dílce. Zpravidla dílce slouží ke kompletaci finálního výrobku.

Forma po dosednutí na dosedacích plochách vytváří dutinu formy. Vnitřní forma dutiny se nazývá lít formy. Formu zpravidla tvoří tvárník a tvárnice. První část vytváří obyčejně vnitřní povrch formy, druhá část pak vnější povrch formy. Otvor vytváří jádro nebo trn. Aby se usnadnilo vyjímání výrobků z formy, používá se úkosů, tj. zešíkmení ve směru vyjímání. Záporný úkos ve směru vyjímání se nazývá podkos. Části formy proti sobě středí vodící čepy, které zasahují do vodících pouzder. Vyjímání z formy umožňuje vyhazovací systém. Některé formy jsou vybaveny vyhříváním, jiné mají chladicí (vodní) nebo temperovací kanály. Temperováním rozumíme udržování formy na zvýšené teplotě, která je u termoplastů nižší než teplota vstřikování.

3.1.1 Postup při navrhování formy

Při zpracování polymerních materiálů je forma zpravidla nejdůležitějším operačním nářadím. Pro stanovení koncepce konstrukčního řešení formy je zapotřebí vycházet z výrobního postupu – projektu příslušné výroby. Postup záleží zpravidla na vypracování několika možných variant a vyhodnocení jejich celkových ekonomických efektů. Při konečné volbě navrhovaného řešení se přihlíží rovněž k některým dalším aspektům jako je například časová výhodnost řešení. Jednotlivé varianty řešení výrobního postupu vycházejí z výkresu výrobku a technických podmínek, případně z příslušných technických a jakostních norem.

Dalším faktorem při volbě výrobního postupu je ekonomická rozvaha ve vztahu ke konstrukčnímu řešení formy. Nejde zde jen o ekonomii výroby formy, ale též o celkovou ekonomii výroby, kde forma plní funkci operačního nářadí. Pořizovací náklady na formu jsou jednorázové, ale výrobní náklady jsou trvale spojeny s využíváním formy. Proto náročnější forma často mívá vyšší pořizovací náklady, ale ve výrobních nákladech se ukazuje výhodnější.

Při navrhování formy je třeba zvážit:

- množství výrobků
- technické parametry výrobního zařízení
- výrobní náklady

K tomu je pak třeba přiřadit řešení formy s ohledem na násobnost i životnost. Za životnost považujeme počet uzavření, které forma vydrží, než se musí vyřadit. Může to být způsobeno opotřebením formy, nebo i morálním zastaráním. Řešením formy se rozumí v širším slova smyslu hledání optima mezi nároky a možnostmi v daných podmínkách.

Jako vstupní údaje jsou za potřebí:

- výkres výrobku
- návrh výrobního postupu
- velikost a typ výrobního zařízení
- materiálové parametry
- velikost výrobní série a časové plnění dodávek
- zvláštní požadavky

Z uvedených údajů lze stanovit násobnost formy jakožto jeden z důležitých technických i ekonomických parametrů. Pokud není zapotřebí brát v úvahu jiné okolnosti, pak můžeme násobnost formy určit z podmínky minima výrobních nákladů. Pořizovací náklady na formu je nutno rozpočítat na celkovou produkci během životnosti formy.

3.2 Rám formy

Rám formy představuje skupinu vzájemně spojených desek s vodícím, středícím a spojovacím příslušenstvím. Spojený celek tvoří funkční nosič tvarových dutin a vtoků, vypracovaných přímo v deskách, nebo ve zvláštních vložkách. Rám doplněný o další celky pak tvoří kompletní formu s požadovanou funkcí.

Rám musí dále umožnit správné ustavení na vstřikovacím stroji, dokonalé a bezpečné uložení na stroji. Také přesné vedení pohyblivých dílů formy, snadné upevnění tvarových vložek a ostatních funkčních dílů. V neposlední řadě také vhodné umístění temperačního a vyhazovacího systému.

Pro usnadnění konstrukce i výroby rámu se dnes využívá nejrůznější typizace a nabídka normálií jednotlivých dílů. Využívání normálií, souborů stavebnicových prvků vede k urychlení a zdokonalení konstrukce a výroby forem. Soubor představuje typizaci jednotlivých dílů, větších celků, rámu forem i různého příslušenství v širokých rozměrových řadách.

3.3 Násobnost formy

Optimální volba násobnosti formy vyžaduje správné vyhodnocení jednotlivých činitelů, kteří ji ovlivňují:

- celkovou spotřebu kaučukové směsi s podílem na jejich ztrátu ve vtokové soustavě (u vícenásobných forem spotřeba kaučukové směsi na vtokovou soustavu roste vlivem prodlužování hlavního kanálu, rozváděcích kanálků a zvětšováním jejich průřezu)
- výrobní náklady na vstřikování neklesají lineárně se zvyšováním násobnosti formy, protože větší vstřikovací stroje pracují zpravidla pomaleji a vyžadují více pozornosti obsluhy. U větších strojů se rovněž zvyšuje dílenská režie, jsou větší jejich pořizovací náklady a vyžadují větší pracovní prostor.
- náklady na výrobu vstřikovací formy mají značný vliv na ekonomické násobnosti. U hromadné výroby je tento podíl v ceně výstřiku poměrně malý, u malé série výstřiků je velký. Ekonomickou úvahu násobnosti formy současně ovlivňuje i životnost formy, která závisí na složitosti, na volbě materiálu pro hlavní tvářecí části formy a přímo i na její násobnosti.
- volbu vstřikovacího stroje a jeho vliv na ekonomickou násobnost formy.

Vypočtený objem výstřiku s přídavkem podílu na vtokový zbytek, násobený předem určenou násobností, udává celkový podíl výstřiku, podle něhož volíme vstřikovací stroj. U vstřikovacích strojů se zpravidla uvádí jeho vstřikovací kapacita.

Součástí tvarově náročné, které vedou ke složité formě, se vyrábí v jednonásobných formách. Z hlediska kvality a přesnosti výstřiku je žádoucí, aby násobnost byla co nejmenší. Požadovaná rezerva objemu taveniny i uzavírací síly je cca 20%.

Násobnost formy se určuje z několika hledisek:

- podle vstřikovací kapacity stroje
- podle plastikačního výkonu
- podle velikosti uzavírací síly
- termínem dodávky

3.4 Odvzdušnění forem

Při plnění dutiny formy taveninou je třeba zajistit únik zejména vzduch, který je v ní obsažen na počátku vstřiku. Vzduch může uniknout kolem jader, vyhazovacích kolíků apod. V dělicích rovinách se vytvářejí drážky 0,05 – 0,2 mm hluboké a 3 – 6 mm široké.

Umísťují se na protilehlé straně ústí vtoku. Vzduch, který se uzavře v dutině formy při adiabatickém stlačení, může dosáhnout vysokých teplot. Za vysoké teploty se povrch vstřikovaného materiálu může natavit, případně se materiál v místech uzavřeného vzduchu může spálit. U nesymetrických výstřiků volíme umístění odvzdušňovacího kanálku podle výsledku zkušebního nástřiku formy a to opět do místa, kde se čela proudu kaučukové směsi spojují.

3.5 Temperance forem

Temperanční systém umožňuje:

- optimální dobu vstřikovacího cyklu a hospodárnost provozu
- dosažení kvalitních výrobků při optimální struktuře (fyzikální vlastnosti, přesnost a vzhled)
- správně řešený temperanční systém dává rovněž předpoklady pro dobrou funkci formy.

Na řešení temperančního systému má vliv více faktorů:

- druh vstřikovaného materiálu
- velikost a tvar výstřiku
- požadavky na jakost a přesnost výstřiku
- druh a rozměry vtokového systému
- množství tepla, které je třeba při chlazení odvést, závisí na rozdílu entalpií, při teplotě vstřikování a při teplotě vyhazování z formy [1,4]

3.6 Vulkanizační systémy při vstřikovacím procesu

Běžné vulkanizační systémy (CV)

Změna výroby z lisování na vstřikování může být provedena bez změny vstupních komponent, závislá pouze na přizpůsobení teploty směsi k získání vhodných výrobních podmínek.

Účinné vulkanizační systémy (EV)

EV jsou takové, kde je velké procento síry kvůli tvorbě příčných vazeb. Tyto systémy mají dvě hlavní výhody proti běžným:

- redukují velikost smrštění
- lepší podmínky při stárnutí

Při vstřikování silných (tlustých) součástí je velmi důležité se vyhnout smršťování.

EV systémy tento problém řeší. CV systémy vykazují smrštění ihned po dosažení maximálního modulu, kdežto EV systémy nevykazují žádné smrštění ani při trojnásobném překročení optimálního vulkanizačního času. EV systémy mohou vykazovat srovnatelné vulkanizační vlastnosti s výrazným zlepšením odolnosti vůči stárnutí v porovnání s CV i bez použití antioxidantů. [3]

3.7 Konstrukce výstřiku

Při tvorbě součástí z pryže musí konstruktér zvažovat, co všechno se při vstřikování v dílu pryže bude dít. To vyžaduje dobře znát technologii jejich zpracování.

Pro realizaci pryžových součástí jsou dány určité meze konstrukčních tvarů a jejich vlastností, které by se neměly překročit, jinak vzniknou problémy při výrobě. Bez potřebných znalostí se jim lze jen obtížně vyhnout a docílit tak toho, aby vzniklá součást vyhovovala podmínkám výroby.

Všeobecně platí: čím jednodušší je součást, tím výhodnější jsou její pevnostní podmínky, snadnější dodržení rozměrů, levnější výroba formy a tím i jednodušší výroba výstřiků. Ve skutečnosti je však vždy třeba hledat kompromis mezi vznášenými požadavky.

Součástí z pryže nelze vyrobit v takových jakostech jako kovové. Je to proto, že na pryžové výrobky působí během zpracování, ale i dodatečně množství nejrůznějších činitelů. Je to materiál, výrobní technologie, forma a její kvalita. Vlivem těchto činitelů se pak vyrobí výstřik jen určité kvality.

Hlavní činitelé, kteří ovlivňují jakost výrobku:

- smrštění při zpracování, které ovlivní především přesnost výrobku
- dodatečné smrštění (bývá několikanásobně menší než smrštění při ochlazení ve formě. Probíhá delší dobu a jeho příčinou je pozvolné uvolňování vnitřního pnutí vzniklého při vstřikování)
- tečení (krip) vznikne při větším dlouhodobém silovém zatížení součástí
- teplotní roztažnost (je přibližně o řád větší než u kovů, je však změnou vratnou)
- navlhavost (změní se rozměry podle absorpce vody z okolí. Při vysušení se rozměry opět změní)

Velikost vlivu jednotlivých činitelů je velmi obtížné stanovit. Ovlivňují jej druh pryže, tvar součástí i zpracovatelské podmínky. [1]

4 SKLADBA SMĚSI

4.1 Kaučuk

Kaučuk jako surovina je charakterizován neobvyklou kombinací fyzikálních vlastností: vysoká elasticita při vysoké tvrdosti a mimořádně velkou tuhostí. Pod pojmem kaučukovitý stav bývá chápána schopnost hmoty vracet se po uvolnění síly působící deformací tahem, tlakem nebo torzní rychle do původního geometrického stavu. Látky, které vykazují kaučukovité vlastnosti při normální teplotě se označují elastomery. Podle jiné definice jsou kaučuky makromolekulární látky schopné přecházet vulkanizací ze stavu převážně plastického do stavu převážně elastického.

Kaučuky jsou nejdůležitější složkou gumárenských směsí. V rámci každého typu kaučuku často existuje řada druhů s poněkud odlišnými vlastnostmi. Některé vlastnosti kaučuku můžeme ovlivnit pomocí přísad. Příklad přísady ovlivňují řadu vlastností současně. Vlastnosti uváděné pro různé typy kaučuku a přísad jsou cenným vodítkem, musí se však používat s velkou opatrností a vždy prověřit pro danou aplikaci. V podmínkách dané aplikace se mohou různé vlivy navzájem kombinovat.

4.2 Skladba kaučukových směsí

Pryž se získává vulkanizací kaučukové směsi. Sestavit správně kaučukovou směs pro daný účel předpokládá mít dobrý přehled o gumárenských surovinách a vědět, jak tyto materiály ovlivňují vlastnosti směsí a pryže. Správné vyvážení jednotlivých vlivů vyžaduje jak teoretické vlastnosti, tak i dostatek zkušeností.

Nový odstavec jsou vulkanizované směsi kaučuku, různých chemikálií a přísad. Základní složkou směsi je kaučuk, který dává směsi i pryži základní charakteristické vlastnosti. Dále se snažíme modifikovat vlastnosti kaučuku tak, aby výsledný produkt co nejlépe vyhovoval jak aplikaci, tak i požadavkům na zpracování.

4.3 Základy skladby směsí

Kaučuková směs obsahuje zpravidla tyto složky:

1. elastomer – kaučuk přírodní nebo syntetický

2. vulkanizační činidlo – nejčastěji síra
3. urychlovač vulkanizace
4. aktivátor vulkanizace
5. ochranné látky proti stárnutí a únavě (anioxidanty)
6. plniva – aktivní nebo neaktivní
7. změkčovadla
8. pigmenty
9. zvláštní přísady

4.3.1 Volba elastomeru

Základní složkou směsi je kaučuk, který dává směsi i pryži základní charakteristické vlastnosti. Správná volba elastomeru je založena na srovnání požadavků specifikovaných zákazníkem, aplikačních podmínkách výrobku a vlastnostech kaučuku.

4.3.2 Regeneráty

Regenerát ve směsích často doplňuje elastomer, zřídka se ho používá samotného jako základu směsi. Kvalitní regenerát je cennou surovinou a je nesprávné dívat se na regenerátové směsi jako na směsi podřadné. Přídavek regenerátoru také urychluje vulkanizaci, usnadňuje vytlačování a válcování.

4.3.3 Vulkanizační činidla

Teprve zesíťováním – vulkanizací – se stává z kaučuku resp. z kaučukové směsi technicky použitelný materiál – pryž.

Vulkanizační činidla jsou látky schopné vytvářet chemickou reakcí příčné vazby mezi řetězci kaučukového uhlovodíku, čímž dojde v nepříliš dlouhém čase k zesíťování.

4.3.4 Urychlovače

Další složkou vulkanizačního systému je urychlovač. Vulkanizační činidlo vulkanizaci umožňuje, urychlovač a aktivátor upravují její průběh a stupeň a do značné míry mechanické vlastnosti vulkanizátu.

4.3.5 Aktivátor

K plnému využití síry a urychlovače je nutná přítomnost aktivátoru, které jsou součástí vulkanizačního systému. Aktivátory vulkanizace zjišťují účinnost zesíťování, tj. za stejných podmínek vulkanizace zvyšují koncentrace příčných vazeb. Jako aktivátor se používá oxid zinečnatý.

4.3.6 Prostředky proti stárnutí

Podle povahy výrobku a způsobu použití je třeba pryž chránit proti přirozenému stárnutí nebo i proti destrukci způsobené vnějšími vlivy, např. světlem, teplem, opakovaným mechanickým namáháním apod.

a) antidegradanty –

v průběhu stárnutí mění vulkanizáty vlastnosti obvykle v důsledku oxidačních procesů urychlovaných teplem. Odolnost vulkanizátů proti degradaci je dána především chemickou strukturou použitého kaučuku.

b) antioxydanty -

zpomalují stárnutí tím, že sami oxidují na bezbarvé nebo na barevné produkty, které jsou obvykle relativně stálé.

c) antiozonanty -

difundují na povrch vulkanizátu, kde reagují s ozony. K fyzikální ochraně se používají vosky, které vykvétají na povrch. Pro dynamicky namáhané výrobky se vosky kombinují s chemickými antiozonanty.

4.3.7 Změkčovadla

Změkčovadla jsou kapaliny nebo nízkomolekulární pryskyřice, které se rozpouštějí v daném kaučuku, snižují mezimolekulární síly mezi jeho řetězci a zvyšují jeho deformovatelnost. Při vyšším dávkování snižují změkčovadla viskozitu a elasticitu směsi a tím snižují spotřebu energie při zpracování.

4.3.8 Plniva

Základní vlastnosti směsi se upravují plněním a tím se činí vhodnými k použití. Přítomnost plniv má významný vliv na vlastnosti vulkanizátu. Zlepšení vlastností vulkanizátu přidáváním plniv se nazývá zúžení.

a) aktivní plniva -

jsou to ztužovadla, která přechodně zlepšují pružnost, pevnost, tvrdost, odolnost proti opotřebení. Nejznámější jsou saze.

b) neaktivní plnidla -

neztužující plniva zpravidla zvětšují objem, zlevňují výrobek. V praxi se nejvíce používají kaolin a křída.

4.3.8.1 Pigmenty

Použití pigmentů na vybarvení pryží je pro všechny elastomery stejné. K vybarvování se používá nejčastěji vulkánových barev. [3]

5 MÍCHÁNÍ SMĚSI

Vlastnosti vulkanizátů určují nejen složky směsi, ale i podmínky zpracování. Míchání musí zajistit stejnoměrné rozložení složek směsi v celém objemu (dobrou distribuci složek). Míchání se provádí na různých zařízeních. Vždy se však požaduje správná distribuce složek směsi, přesné řízení teploty a co nejkratší míchací časy. Problémy míchání gumárenských směsí je komplikován skutečností, že jednotlivé složky směsí mají velmi rozdílné vlastnosti. Během míchání se musí aglomeráty tvořené částicemi plniva rozpadnout (tzv. dispergace). Vzniklé částice musí být zpracovány do kaučuku a rovnoměrně rozděleny do směsi. [3]

6 VŠEOBECNÉ VLASTNOSTI PRYŽE

Pryž má jiné spektrum vlastností než klasické konstrukční materiály. Kromě toho lze její vlastnosti v neobyčejně širokých mezích měnit skladbou kaučukové směsi, volbou rozměrů dílce a dalšími opatřeními. Je proto vhodným materiálem na výrobky, jejichž funkce je podmíněna právě vlastnostmi pro pryž typickými.

Pryž se v mnoha směrech liší od klasických konstrukčních materiálů, především kovů a slitin.

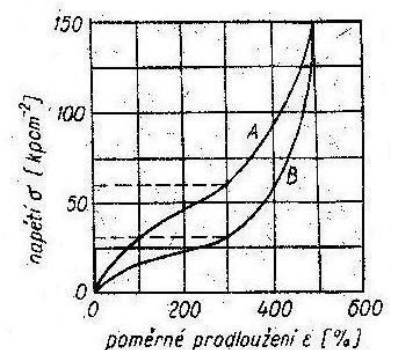
Vlastnosti kterými se nejvíce odlišuje:

- mechanické, chemické a dynamické vlastnosti pryží mají rel. velké rozptyly číselných hodnot.
- pryž je použitelná v rel. úzkém teplotním intervalu
- vliv času na všechny její vlastnosti je poměrně velký
- schopnost snášet bez poškození rel. velké opakované deformace
- schopnost přeměňovat ve velké míře mech. energii v tepelnou (tlumení)
- velká chemická stabilita, využití k ochraně kovů před korozí
- velmi dobré elektroizolační vlastnosti
- nepropustnost pro plyny a vodu.
- atd.

6.1 Statické namáhání

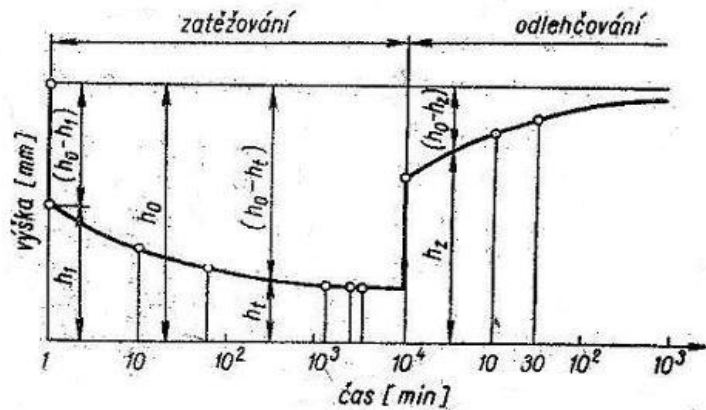
Mezi statické deformační zkoušky pryže zahrnujeme zkoušky pevnosti v tahu, v tlaku, zkoušky tažnosti, modulu a tvrdosti. Zkoušky pevnosti v tahu nebo v tlaku se provádějí na trhacích strojích tak, že se normalizované zkušební těleso natahuje (stlačuje) konst. rychlostí a zaznamenává se příslušné zatížení.

V praxi se napětí, při kterém se dosáhne určitého předem zvoleného prodloužení, nazývá modul v tahu.



Obr. 1.1. Závislost napětí v tahu a poměrného prodloužení pro dvě různé pryže. Obě pryže mají touž pevnost v tahu a tažnost, avšak rozdílné moduly

Modul i pevnost mají týž rozměr [kpcm^{-2}] vztažený na původní průřez. I když změna průřezu je značná, vztahujeme modul a pevnost na původní průřez proto, že velikost skutečného průřezu během zkoušky by bylo obtížné měřit.

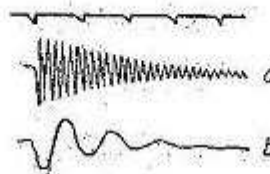


Obr. 1.5. Vliv času na výšku pryžového vzorku namáhaného tlakem

6.2 Dynamické namáhání

Elasticitou nazýváme schopnost pryže vracet část dodané energie ve formě energie mechanické.

Tlumení je pochod, při kterém se část dodané mechanické energie nevrací, nýbrž přeměňuje v teplo. Znalost číselné velikosti těchto hodnot je nutná pro správné navrhování pryže pro dynamické použití. Tyto veličiny zjišťujeme různými laboratorními metodami. Nejčastěji se postupuje tak, že se ke zkušebnímu pryžovému tělesu přidá hmota známé velikosti a celek se považuje za lineární oscilátor. Vychýlíme-li přidanou hmotu z klidové polohy a systém ponecháme sobě, vznikne tlumené kmitání (sinusového charakteru) okolo nulové polohy

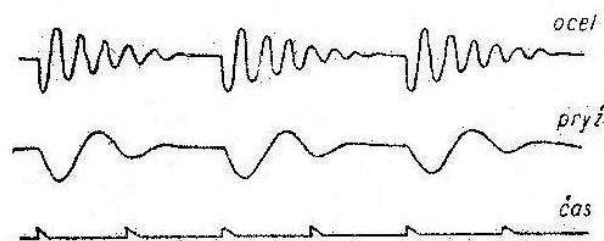


Obr. 1.11. Časový záznam kmitání pružné spojky s ocelovou pružinou (a) a s pryžovým členem (b)

Tlumení zajišťujeme takovou zkušební metodou, která nám umožní zaznamenat při dynamickém namáhání křivku zatížení-deformace.

6.3 Rázové namáhání

Je to zvláštní případ dynamického namáhání. Použijeme-li právě objasněných vztahů pro lineární pohyb sinusového charakteru, můžeme deformaci vzniklou rázem popsat jako účinek jiného (rázového) použití zatěžovací síly, jímž se vyvolají tlumené kmity. Po určité době se ráz může opakovat periodicky nebo neperiodicky. Povrch pryže při rázu se musí přizpůsobit tvaru tělesa, které na pryž naráží, jinak dochází k oděru pryže. [5]



Obr. 1.34. Velikost měrné energie, která při udaném počtu rázů vede k rozrušení výrobků

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Stanovené cíle práce:

- Vypracujte literární studii na dané téma
- Stanovte základní funkční parametry výrobku
- Zpracujte konstrukční řešení výrobku a navrhnete elastomerní směs
- Zpracujte výrobní dokumentaci výrobní formy

Při tvorbě literární studie bude nejdůležitější nastínit problematiku konstrukce vstřikovacích forem. Jednotlivé části vstřikovacích forem budou podrobně popsány v jednotlivých kapitolách.

Při konstrukci samotného výrobku bude vycházeno z požadavků, které jsou na něj vztaheny.

Při návrhu směsi pro vstřikování vycházíme z vlastností, které má hotový výrobek mít a s ohledem na to jej volíme.

Dle velikosti forem se volí vhodný vstřikovací stroj, který je charakteristický svými hodnotami tlaku, konstrukcí a použitím.

Nejdůležitější a největší část práce bude spočívat v tvorbě 3D sestav vstřikovacích forem.

Využitím některých normalizovaných dílů firmy HASCO se zajistí rychlejší a přesnější tvorba forem.

8 POUŽITÉ SYSTEMY

8.1 Autodesk Inventor 9

Autodesk Inventor je CAD aplikace pro 3D konstrukci. Autodesk Inventor obsahuje aktuální verzi programů Autodesk Inventor a Autodesk Mechanical Desktop. Díky tomu lze pokrýt potřeby konstruktérů jak v oblasti 3D navrhování, tak ve 2D. Program Autodesk Inventor obsahuje nástroje, které pomohou zkrátit proces navrhování a zefektivnění vývoj výrobků. Do systému Autodesk Inventor jsou vloženy základní nástroje pro tvorbu součástí, sestav, součástí z plechových dílů, tvorbu svařenců nebo pro přípravu hotových výkresů.

8.2 HASCO digital catalogue R1-2006

Pro konstrukci forem byla použita digitální 3D knihovna normálíí firmy HASCO, která obsahuje komponenty usnadňující konstrukci vstřikovacích forem.

9 VSTŘIKOVANÝ VÝROBEK

Vstřikovaný výrobek je desinfekční kalíšek, který slouží k čištění a desinfekci struků před a po dojení mléka u dobytku.

9.1 Požadavky kladené na výrobek

- odolnost proti účinku tuku obsaženého v mléku
- odolnost proti působení desinfekčních prostředků
- odolný proti pnutí a stárnutí
- dodržení hygienických norem pryže

9.2 Vlastnosti výrobku

- Objem: 104,8 cm²
- Hmotnost: 157,2 g
- Barva: Černá

9.3 Model výstříku



obr.1 Model výrobku



obr. 2 Skutečný výrobek

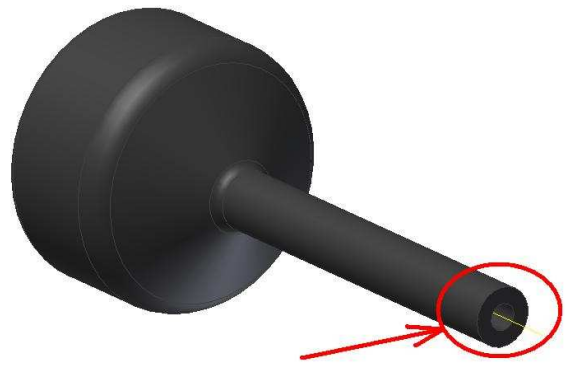
10 STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH FUNKČNÍCH PARAMETRŮ

Požadavky na správnou funkčnost výrobku jsou:

- neporušení těsnící hrany (1)
- dokonalý tvar v místě spojení hadičky a kalíšku (2)



obr. 3 požadavky funkčnosti (1)



obr. 4 požadavky funkčnosti (2)

10.1 Výpočet přesahu

Pryžová součást v místě těsnící plochy musí zaručit dokonalé přilnutí k vkládané součásti, protikusu (struk). Proto je nutno navrhovat tento rozměr s požadovaným přesahem.

Ten je volen podle vztahu: $\delta = D(1 - s)$ [%]

Vypočítaný přesah by se měl pohybovat v rozmezí 8-15%

Vypočtený přesah $s=6,5\text{mm}$ odpovídá nižší hranici. Je to v důsledku častého použití součásti v praxi, tím dochází k většímu opotřebení plochy.

11 NÁVRH SMĚSI PRO VSTŘIKOVÁNÍ

Gumárenská směs na bázi NBR s podílem SBR. Celkový obsah kaučuku ve směsi je 48%. Hlavním plnivem je kaolin a vápenec VJM. NBR kaučuk je použit pro zajištění odolnosti výrobku proti účinkům tuků obsažených ve mléku.

Kombinací SBR – NBR jsou zajištěny dobré fyzikálně mechanické vlastnosti (zejména pevnost v tahu a trvalá deformace v tlaku) a odolnost proti působení desinfekčních prostředků.

Materiál je odolný proti stárnutí a proti vzniku mikrotrhlin v povrchu, které mohou být příčinou bakteriálního růstu.

11.1 Skladba směsi:

- 1) SBR – 15%
- 2) NBR – 33%
- 3) Saze Sterling SO (FEF) – 4%
- 4) Kaolín + Vápenec – 35%
- 5) DOA – 7%
- 6) Zpracovatelské a homogenizační přísady – 6% (ZnO, antioxidanty, antidegradanty)

Hodnoty vstřikované směsi:

Hodnota směsi	výrobek
Specifická hmotnost [g/cm ³]	1,5
Tvrdość [Shore]	60
Tažnost [%]	300
Pevnost [kg/cm ²]	90
Teplotní odolnost [°C]	-20 až +120

tab. 1 Hodnoty vstřikované směsi

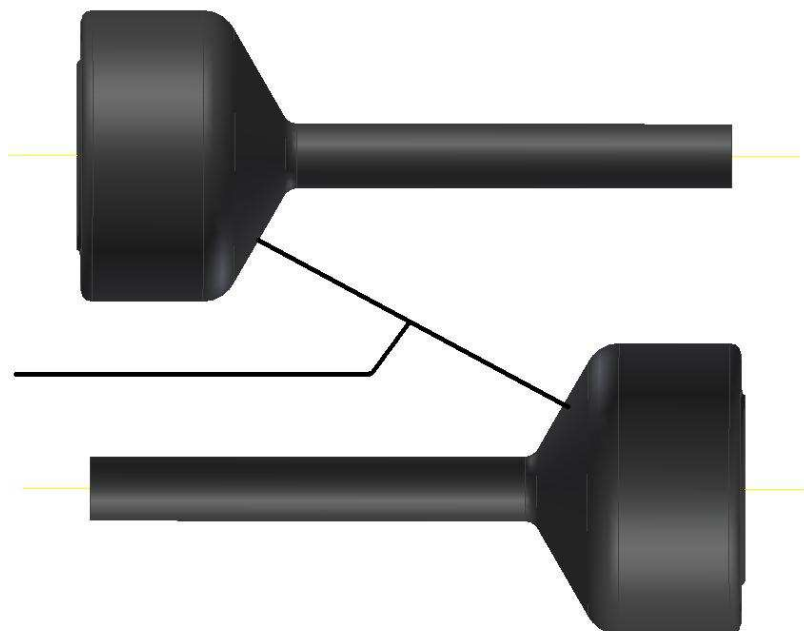
12 VSTŘIKOVACÍ FORMA

12.1 Násobnost formy

Násobnost forem je jedním z nejdůležitějších parametrů před vlastní tvorbou forem. Existuje hned několik faktorů, které ovlivňují optimální násobnost forem, a jsou to mj. tyto:

- složitost a přesnost výstřiku
- počet vyráběných kusů
- výrobní kapacita stroje
- ekonomická stránka věci

Vzhledem k tomu, že daný výrobek je osově symetrický, nemá velkou plochu, ale relativně velkou délkou se jedná o středně velký výrobek. Po zvážení všech okolností byla dodavatelem navržnuta dvojnásobná forma.



obr.5 Model výstřiků

12.2 Konstrukce formy

Během návrhu a konstrukce forem bylo využito normálií firmy HASCO, aby bylo možno některé součásti koupit již hotové. Na začátku konstrukce byly navrhnuty upínací desky na rám stroje, které byly zvoleny dle velikosti a násobnosti výrobku. Dále pak tvarové desky, které byly zvoleny dle umístění dělicí roviny. Od velikosti tvarových desek se již odvozovaly ostatní součásti formy, jako jsou vodící čepy, vodící pouzdra a šrouby.

12.3 Zaformování výstřiků

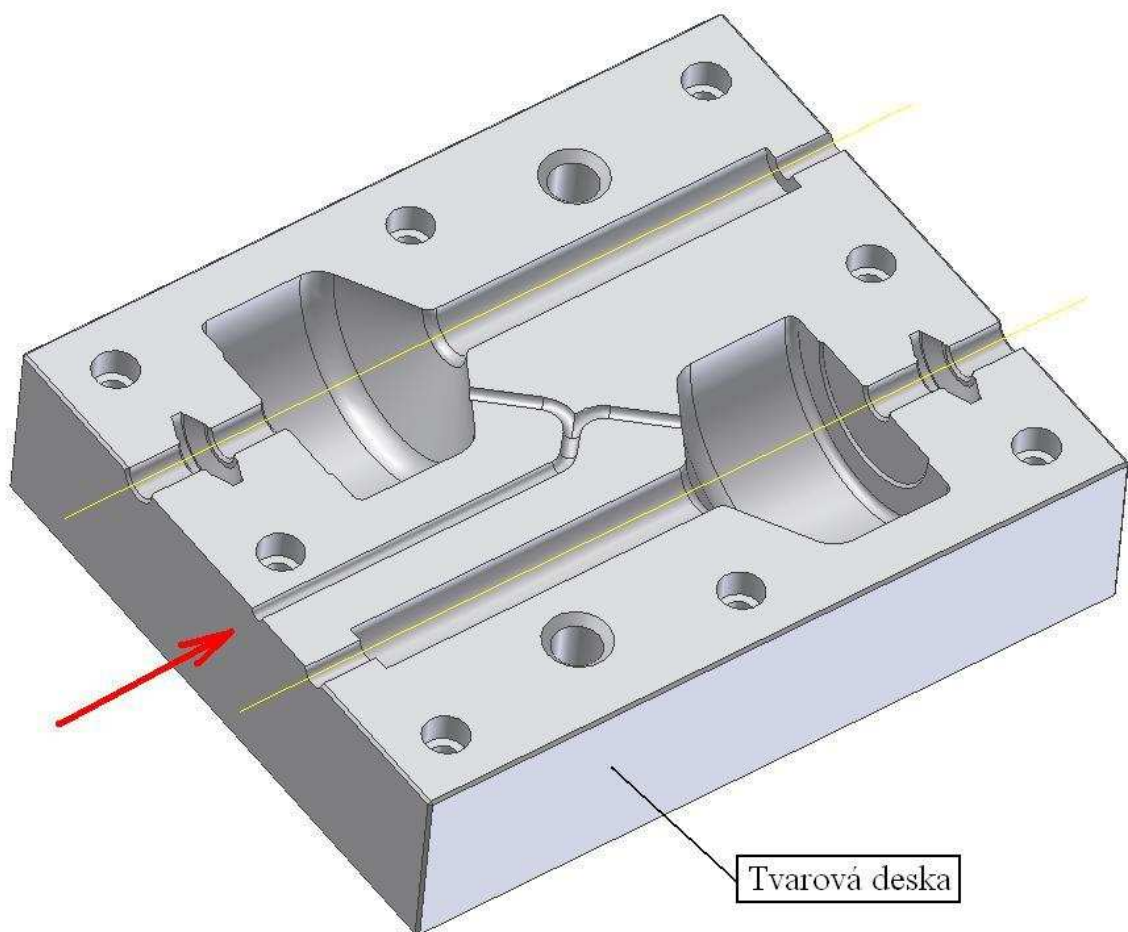
Zaformováním výstřiku se rozumí umístění výrobku ve formě s ohledem na dělicí rovinu a konstrukční řešení výrobku. Výstřik byl zaformován tak, aby zůstal po otevření formy na jádru, které se pro jeho kompletní uvolnění musí z formy dělníkem vyjmout a stlačeným vzduchem sejmout z jádra. Dělicí rovina byla zvolena tak, aby nenarušovala předepsané požadavky na výrobek a nezanechávala výraznou stopu na výstřiku.

12.4 Odvzdušnění formy

Při zaplňování dutiny formy se stlačuje vzduch, který může mít vliv na vlastnosti vstřikované směsi. Pokud totiž nemá kde vzduch odcházet, dochází u pryže za vysokého tlaku k nárůstu teploty, která má za následek degradaci směsi, popřípadě i shoření směsi. Tomuto faktu se snažíme zabránit. V tomto případě může stlačený vzduch odcházet dělicí rovinou a také přetokovou drážkou, umístěnou v dělicí rovině, která má zajistit dokonalý odvod přebytečného stlačeného vzduchu a dokonalého vyplnění formy směsí kaučuku.

12.5 Vtokový systém

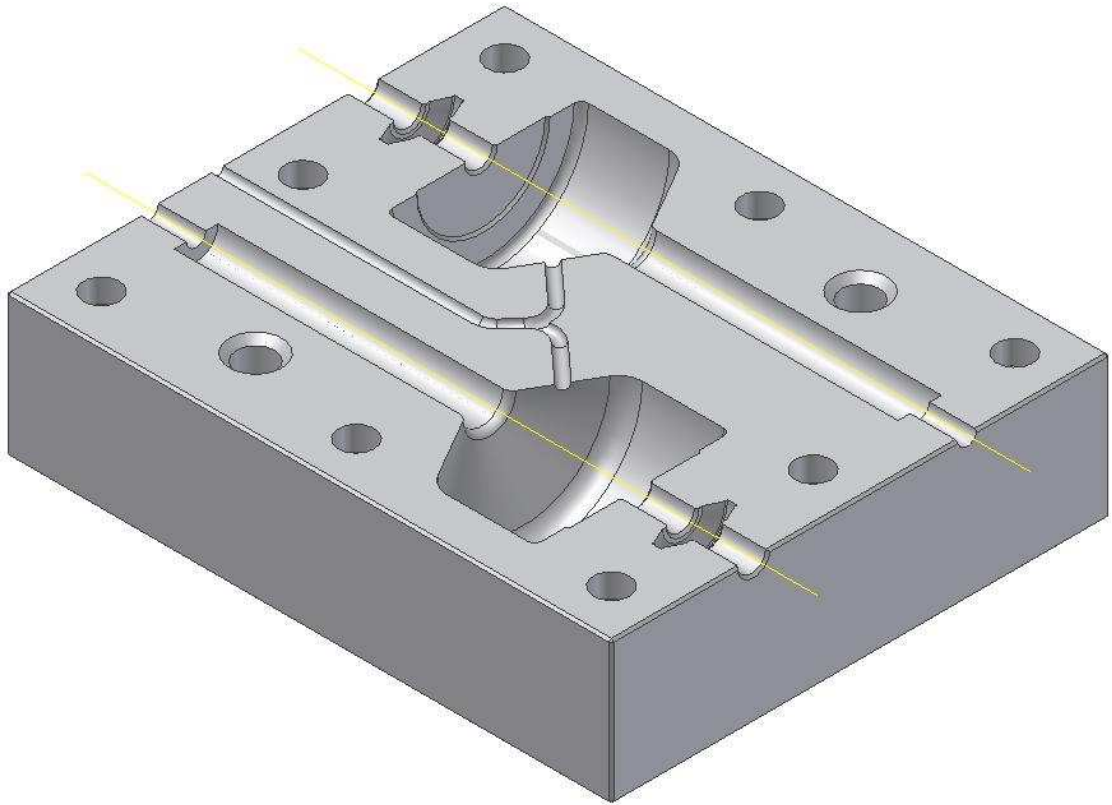
U této dvojnásobné formy je vtoková soustava zavedena v dělicí rovině drážkou půlkulatého profilu v jedné z tvarových desek. Tím je roztavená směs kaučuku bezpečně dopravena přímo do dutiny formy k vyplnění.



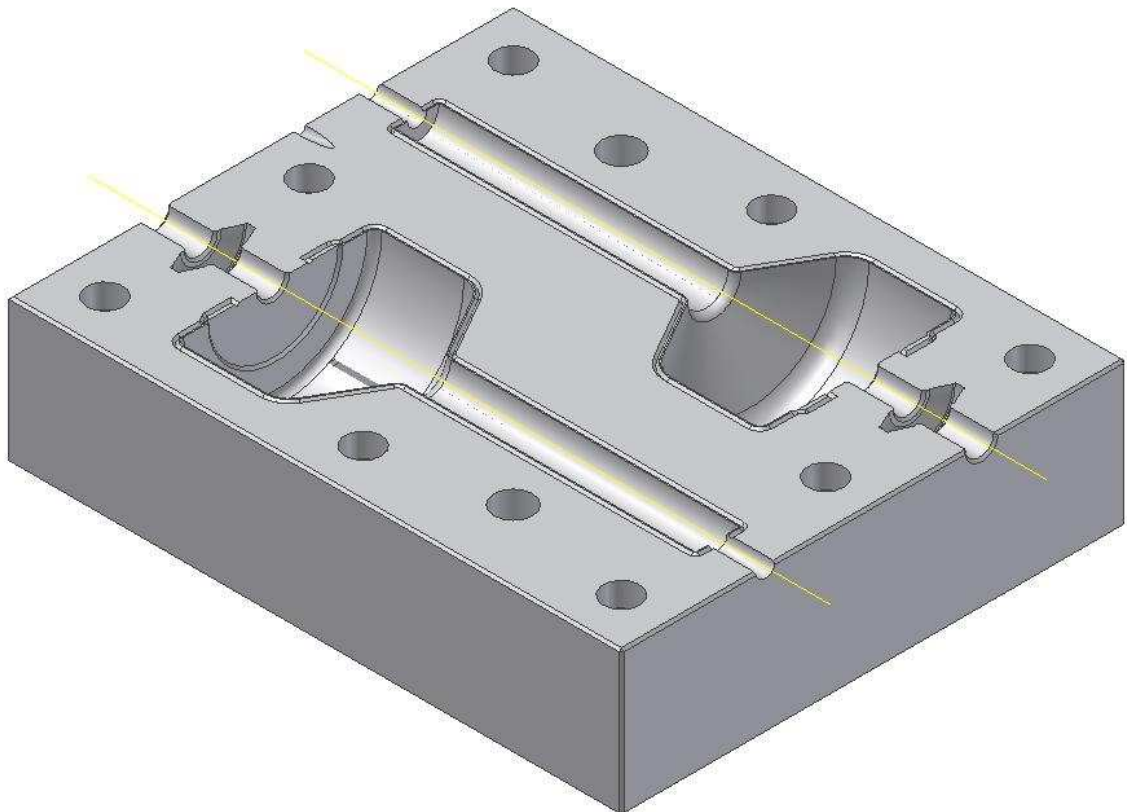
obr. 6 Vtoková soustava

12.6 Tvarové vložky

Konstrukce tvarových vložek je dána tvarem vstřikovaných součástí. Při návrhu tvarových vložek musíme počítat se smrštěním daného materiálu, přičemž smrštění u kalíšku je 1,9%. O tuto velikost musí být větší. Tvárník byl vyroben z jednoho kusu. Tímto bylo docíleno lepších vlastností chování při vstřikování. O to složitější byla výroba jádra, které se po domluvě s dodavatelem rozdělilo na 2 části spojené šroubovým spojem, přičemž případně vzniklý šev není na závadu.



obr. 7 Tvarová deska s vtokem



obr. 8 Tvarová deska s přetokem



obr. 9 Jádro



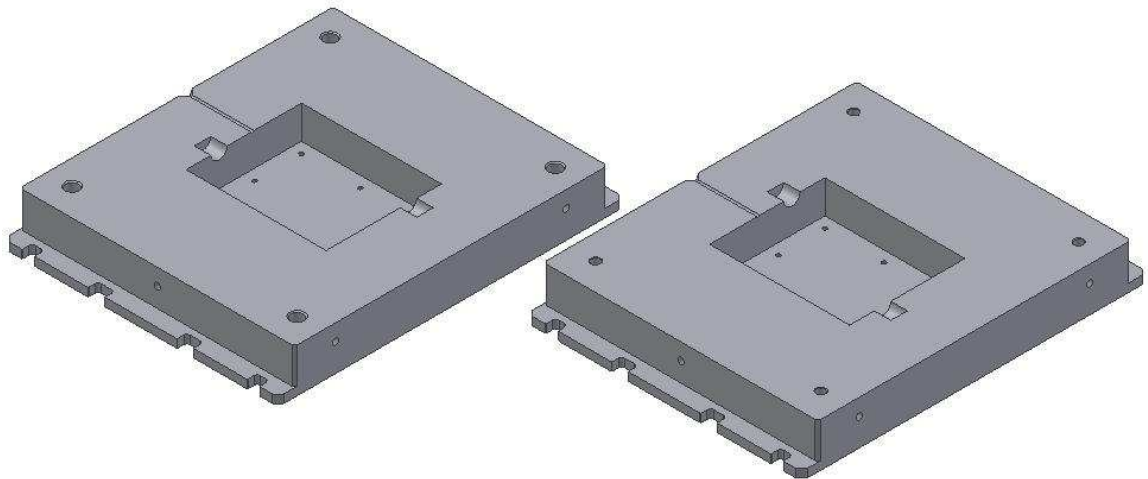
obr. 10 Jádro rozloženo

12.7 Vodící a upínací prvky

Při návrhu a konstrukci vodících a upínacích prvků bylo využito normálí firmy HASCO.

Pro přesné spojení a ustředění upínacích desek bylo použito vodícího pouzdra Z11W a vodícího čepu Z011. Pro dokonalé dosednutí tvarových desek byl ještě použit vodící čep.

Pro spojení jednotlivých desek forem bylo použito normalizovaných šroubů M8 různých délek. Upnutí formy na vstřikovací stroj bylo realizováno pomocí upínacích desek. Středění formy na stroji zajišťuje obsluha.



obr. 11 Upínací desky

12.8 Temperační systém

Aby mohla daná kaučuková směs bez problémů z vulkanizovat, je nutné zajistit dokonalé prohřátí všech tvarových desek na požadovanou hodnotu. Při realizaci bylo využito vytápění přes etáže stroje, na nichž jsou ukotveny upínací desky.

12.9 Nosič formy

Nosič formy složí k bezpečnému a snadnějšímu přemístění a manipulaci s formou. Byl zvolen transportní můstek Z70, typ 3 (pro každou upínací desku jeden kus) s rozsahem 295 – 430 mm od firmy HASCO.



obr. 12 Nosič formy

13 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Pro vstřikování pryžové podpěry byl zvolen vertikální stroj pro pryž ELAST 250 V od rakouské firmy ENGEL.

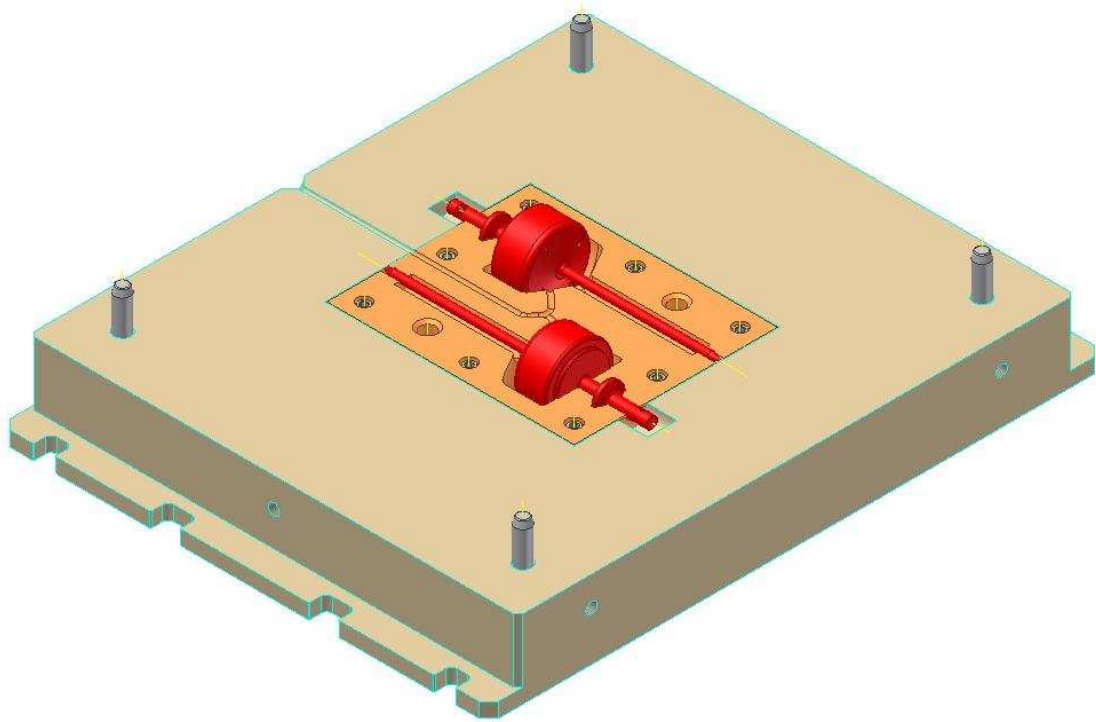
Parametry:

- uzavírací síla 2500 kN
- velikost upínací desky 550 x 650 mm (max. 650 x 750 mm)
- vstřikovaný objem 250 – 3600 cm³

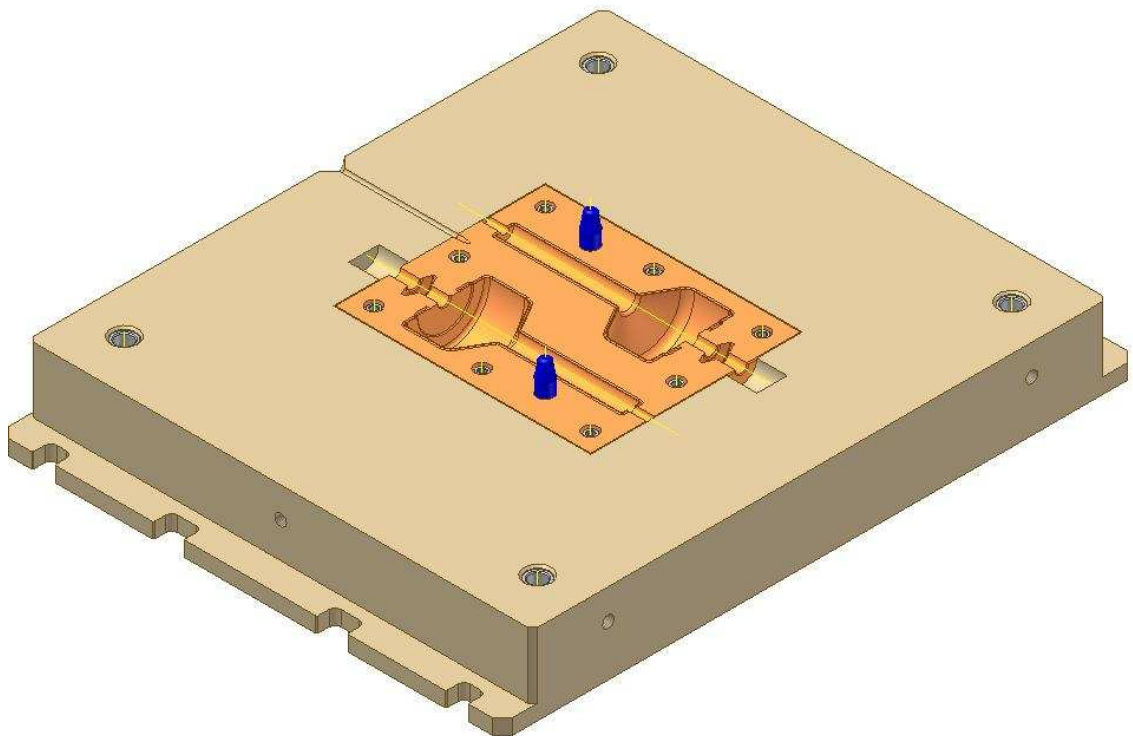


obr. 13 Vstřikovací stroj ELAST 250 V

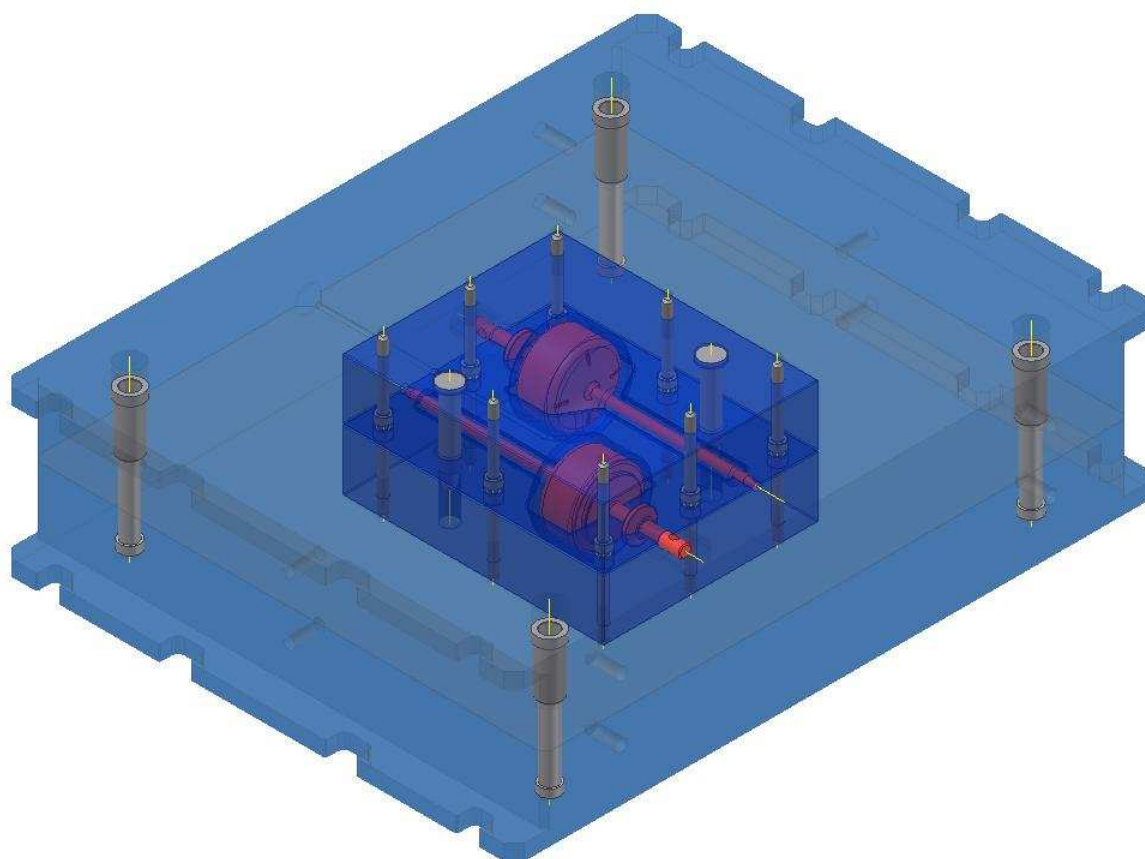
14 KOMPLETNÍ SESTAVENÍ FORMY



obr. 14 Pohled na první část formy



obr. 15 Pohled na druhou část formy



obr.16 Vstřikovací forma

ZÁVĚR

Cílem práce byl návrh a konstrukční zpracování vstřikovací formy určené k výrobě pryžového kalíšku určeného k desinfekci struků.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části teoretickou a praktickou.

V teoretické části jsem se zabýval tématy spojenými s výrobou a návrhem dané pryžové součásti. Rozvedl jsem problematiku vstřikování a lisování pryže, počínaje přípravou směsi až po chlazení finálního výrobku. Zabýval jsem se také ekonomickou stránkou spojenou s výrobou formy a následně pryžového výrobku.

V praktické části byly stanoveny základní funkční parametry výstřiku. Byla navržena elastomerní směs, která musí splňovat různé požadavky s ohledem na použití výrobku. Následně určení násobnosti formy a od toho se odvíjející samotný návrh vstřikovací formy. Konstruovaná forma byla navržena dvojnásobná s využitím studeného vtoku. Odformování výrobku zajišťuje obsluha stroje, která vyjme jádro z formy a výstřík z něj sejme pomocí stlačeného vzduchu.

Pro konstrukci formy byl použit digitální katalog firmy HASCO. Dále byl využit program Autodesk Inventor 9, který umožňuje tvorbu 3D součástí i celých sestav, ale také tvorbu 2D výkresů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] RŮŽIČKA, Karel. *Směrnice pro konstrukci vstřikovacích forem 1*, 1979
- [2] TOMIS, František. *Gumárenská a plastikářská technologie zpracovatelské procesy*
- [3] FRANTA, I. *Skladba směsí* 1966
- [4] TOMIS, František. *Formy a přípravky*. 1979
- [5] HOLUB, J. *Přez jako konstrukční materiál VII*. 1967
- [6] GMS-MOST, s.r.o. www.gms-most.cz
- [7] ENGEL Austria, www.engel.cz
- [8] OLŠAN, Jiří Bakalářská práce: Konstrukce vstřikovací formy pro pryžový díl, 2004
- [9] LEINVEBER, Jan, RASA, Jaroslav, VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. Praha: Scientia, spol. s.r.o., 1999.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	Dvojměrný prostor
3D	Tříměrný prostor
CV	Běžné vulkanizační systémy
EV	Účinné vulkanizační systémy
NBR	Nitridový kaučuk
NR	Přírodní kaučuk
SBR	Styren butadienový kaučuk
FEF	Retortové saze - FEF (fast extrusion furnace)
DOA	Dioktyladipád
s	Přírůstek poloměru
D	Průměr
R	Poloměr
ZnO	Oxid zinečnatý
VJM	Jemný vápenec

SEZNAM OBRÁZKŮ

obr.29	Míchadla a hnětadla	11
obr.34	Pohon míchacího a hnětacího stroje	12
obr.59	Pohon dvouválce	13
obr.247	Mechanické dělení materiálu	15
obr.1.1	Závislost napětí v tahu	32
obr.1.6	Vliv času na výšku pryžového vzorku	33
obr.1.11	Časový záznam kmitání pružné spojky	33
obr.1.34	Velikost měrné energie	34
obr.1	Model výrobku	39
obr.2	Skutečný výrobek	39
obr.3	Požadavky funkčnosti (1)	40
obr.4	Požadavky funkčnosti (2)	40
obr.5	Model výstříků	42
obr.6	Vtoková soustava	44
obr.7	Tvarová deska s vtokem	45
obr.8	Tvarová deska s přetokem	45
obr.9	Jádro	46
obr.10	Jádro rozloženo	46
obr.11	Upínací desky	47
obr.12	Nosič formy	47
obr.13	Vstřikovací stroj ELAST 250 V	48
obr.14	Pohled na 1. část formy	49
obr.15	Pohled na 2. část formy	49
obr.16	Vstřikovací forma	50

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Hodnoty vstříkované směsi	41
--	----

SEZNAM PŘÍLOH

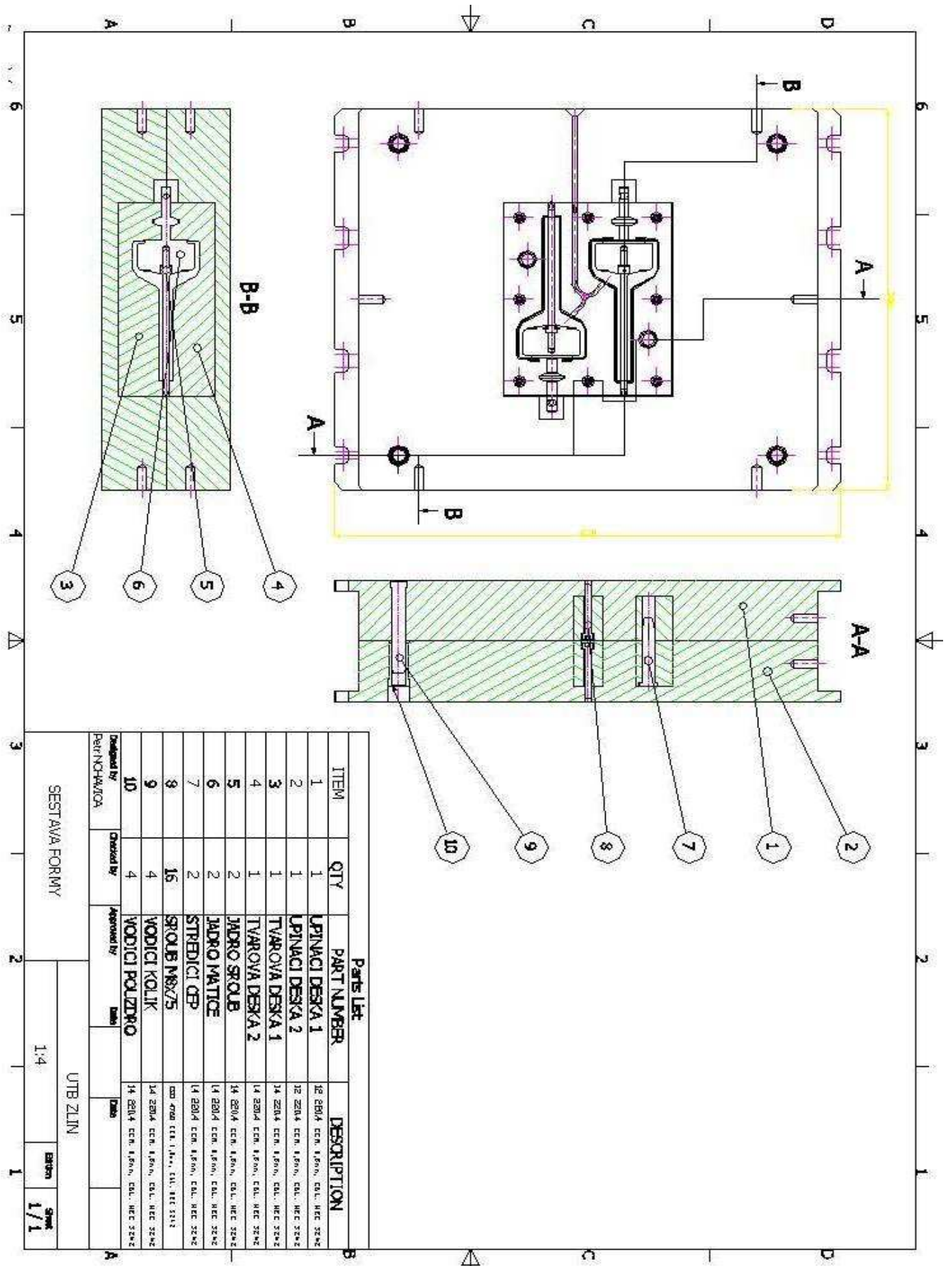
PI – příloha obsahuje:

- 2D sestavu formy
- řez sestavou A-A
- řez sestavou B-B
- kusovník

PII – CD příloha obsahuje:

- modely jednotlivých částí formy, model celé formy a výkresovou dokumentaci
- textovou část bakalářské práce
- obrázky použité v celé bakalářské práci

PŘÍLOHA PI: SESTAVA



ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	LPINACI DESKA 1	12 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
2	1	LPINACI DESKA 2	12 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
3	1	TVAROVA DESKA 1	14 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
4	1	TVAROVA DESKA 2	14 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
5	2	JADRO SROUB	14 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
6	2	JADRO MATICE	14 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
7	2	STREDICI CEP	14 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
9	16	SROUB M8x75	CON. 4000 CEN. 1,4000, COL. REC 22x2
9	4	VODICI KOLIK	14 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2
10	4	VODICI POLZIDRO	14 220/4 CEN. 1,6500, COL. REC 22x2

SESTAVA FORMY

UTB ZLJIN

1:4

Edice

Str. 1/1

Designed by
Petr NCHAVICA

Checked by

Approved by

Date

Date

Date

Date