

Konstrukce lisovací formy

Ondřej Gregor

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej GREGOR**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce lisovací formy**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma
2. Navrhněte lisovací formu 8-násobnou
3. Navrhněte vhodný vulkanizační lis
4. Vytvořte model sestavy lisovací formy

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**TOMIS, F.-HELŠTÝN, J. – KAŇOVSKÝ, J.: Formy a přípravky [Skripta]. 1.vyd.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta technologická v Brně 1979**

**FRANTA, I. A KOLEKTIV: Zpracování kaučukových směsí a vlastnosti pryže.
SNTL - Praha 1969**

**ŠTĚPEK, J. – ZELINGER, J. – KUTA, A.: Technologie zpracování a vlastnosti plastů. SNTL –
Praha 1989**

**FRANTA, I. A KOLEKTIV: Gumárenská technologie I – Gumárenské suroviny.
SNTL - Praha 1979**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Halaška

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2006

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. června 2006

Ve Zlíně dne 16. ledna 2006


prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem a konstrukcí lisovací formy pro zadaný díl, který je zhotoven z pryže. Pryžový díl bude vyráběn pomocí lisovací formy, jejíž návrhem, funkcí a popisem jednotlivých částí se budu během práce zabývat. Ve studijní části se Vás pokusím seznámit s formami všeobecně a co k nim patří. Při návrhu této formy byly využity programy Inventor6 pro 3D modely a AutoCAD2002 pro plošné výkresy. Použité normálie byly od firmy HASCO.

ABSTRACT

This bachelor work has been inquired by drawing and projecting of stamping form used for desired item which has been made by eraser material. The eraser item will be made by stamping form. My bachelor work is inquired by drawing, function and description of several components. In teoretic part I want to meet you with forms generally and with all around them. In the drawing the Inventor6 for 3D models and AutoCAD2002 for the area drawing were used. The standards of HASCO company were used.

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce, Ing. Petru Halaškovi, za odborné vedení při zpracovávání této práce, za cenné praktické rady při návrhu a konstrukci formy.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 TECHNOLOGIE LISOVÁNÍ	10
1.1 ZPŮSOBY LISOVÁNÍ	12
1.1.1 Přetlačování.....	12
1.1.2 Lisování injekčním vstříkem.....	13
1.1.3 Lisovací formy dle působení tlaku	14
1.1.4 Typy forem dle způsobu upnutí.....	15
1.1.5 Dělení forem dle konstrukce	15
1.2 LISOVACÍ FORMY PRO KAUKUKOVÉ SMĚSI.....	15
1.3 ZAFORMOVÁNÍ VÝROBKU.....	15
1.3.1 Technologičnost výrobku	16
1.3.2 Dělicí plocha	16
1.4 PODMÍNKY KONSTRUKCE FORMY.....	17
1.4.1 Návrh dutiny formy	18
1.4.2 Odstraňování přetoků	19
1.5 KONSTRUKCE FORMY	19
1.5.1 Konstrukční části formy	19
1.5.2 Vyhazování výlisků.....	21
1.6 NEJEDNODUŠŠÍ LISOVACÍ FORMA	22
2 OHŘEV LISOVACÍCH FOREM	23
2.1 VULKANIZACE.....	23
2.1.1 Teplota vulkanizace ve formách	23
2.1.2 V přímé páře.....	24
2.1.3 V horké vodě	25
2.1.4 V horkém vzduchu	25
2.1.5 V lisech.....	26
2.1.6 Vyhřívání elektřinou.....	27
3 ZKOUŠENÍ LISOVACÍCH FOREM	29
3.1 VÝHODY A NEVÝHODY PŘI LISOVÁNÍ.....	29
3.1.1 Výhody při lisování	29
3.1.2 Nečastější nevýhody při lisování.....	30
4 BUTADIENAKRYLNITRILOVÉ KAUKUKY	31
4.1 VLASTNOSTI PRYŽE	31
4.2 POUŽITÍ PRYŽE	33

II	PRAKTICKÁ ČÁST	34
5	NÁVRH 8-NÁSOBNÉ LISOVACÍ FORMY	35
5.1	NÁVRH KONSTRUKCE LISOVACÍ FORMY	36
5.2	VOLBA DĚLÍCÍ ROVINY A NÁSLEDNÉ ZAFORMOVÁNÍ.....	39
5.3	SLOŽENÍ FORMY	39
5.3.1	Upínací deska	40
5.3.2	Kotevní - vyhazovací deska	41
5.3.3	Topná deska.....	43
5.3.4	Tvarová deska	44
6	NÁVRHN VULKANIZAČNÍHO LISU	47
7	MODEL SESTAVY LISOVACÍ FORMY.....	50
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK.....	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

Žijeme v době neomezených možností. Je to doba, která je plná moderní techniky, různých výrobních technologií a dokumentace, jež nám umožňuje či zpřijemňuje život na téhle planetě. Zajisté jsou i zde výrobní postupy či materiály, které tu mají zastoupení již řadu let a jejich zpracování má osvědčenou výrobu.

Mezi tyto tradiční materiály patří různé druhy ocelí, plastů či dokonce i pryž, jejíž vlastnosti využíváme v mnoha průmyslových odvětvích. Jedním z nich je např. lisování pryže ve formách, s kterým se blíže seznámíme ve studijní části.

Při návrhu formy musíme brát ohled na mnoho technologických zásad. Při návrhu či konstrukci samotné lisovací formy musíme také brát v úvahu její ekonomické zhodnocení a výrobní postupy jednotlivých částí formy. Snažíme se o to, aby forma měla široké uplatnění v mezinárodním průmyslovém odvětví. Jedná se nám tedy o to, aby formy byly co nejčastěji normalizovány nebo se skládaly z normalizovaných částí a jejich výroba tak byla zjednodušena. Forma také musí být na výrobu co nejjednodušší jak na výrobu, tak i pro obsluhu požadované formy.

Jednou z nemalých výhod normalizace spočívá v její finanční úspoře pro jednotlivé části formy. Nám ale bude též záležet na postupu výroby, množství výrobků, na výrobcí apod. Dále taky bude záležet v jakém programu budeme jednotlivé díly formy navrhovat a jaké má normalizované součásti daný program uložen ve svých knihovnách. Nejčastější používané programy pro navrhování těchto forem či strojních součástí jsou např. AutoCad2002 či Inventor6.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE LISOVÁNÍ

K získání dobrých výlisků je kromě dobře konstruované formy nutná i vhodná příprava nálože materiálu.

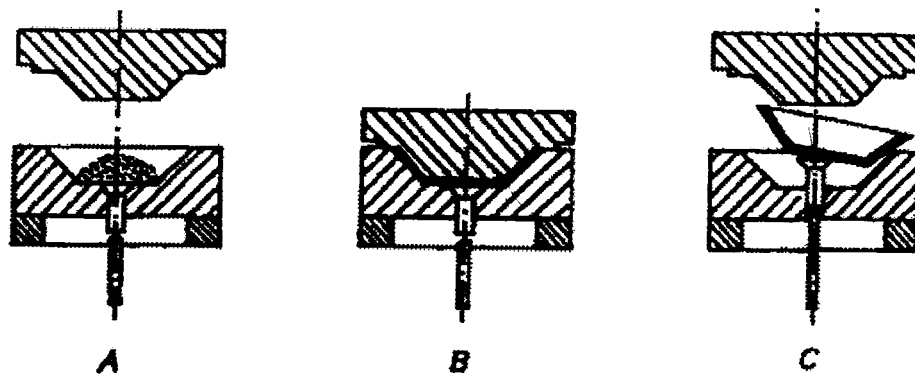
Způsob přípravy nálože záleží na tvaru výrobku, na konstrukci formy a na skladbě směsi. Zásadou je, aby nálož měla co nejpodobnější tvar jako konečný výlisek. Pak stačí již poměrně krátký tok materiálu, vyvolaný lisovacím tlakem, k úplnému zaplnění dutiny formy. Důležité je rovněž, aby tvar nálože a její umístění při vkládání do formy umožňovaly při zalisování uniknutí vzduchu z dutiny formy. Proto se volí tvar nálože spíše vyšší a užší a forma se pomalu uzavírá nízkým tlakem. Jindy se odstraňuje vzduch tzv. odvzdušňováním, tj. zalisování nízkým tlakem je vystřídáno uvolněním tlaku, což se několikrát opakuje, než se forma definitivně uzavře vysokým tlakem.

Je-li forma složitá a odvzdušňování obtížné, navrtávají se do formy na vhodných místech krátké úzké kanálky, do nichž se nažene uzavřený vzduch postupujícím materiálem a jež se zčásti vyplní i lisovaným materiálem. Výlisek má pak tzv. ježky, které se snadno odstraní odstřížením nebo sbroušením (např. u pláštěů pneumatik).

Obecně se nálož připravuje z polotovarů, které se získávají válcováním nebo vytlačováním kaučukové směsi. Jsou to folie, desky, šňůry, profilované výrobky nebo hadice, z nichž se jednotlivé dílce pro sestavení nálože získávají řezáním, vysekáváním apod.

Přípravné dílce se pak sestavují do tvaru nálože buď pouhým skládáním nebo slepováním na pracovních přípravcích.

Váha nálože se rovná váze hotového výrobku plus normální velikost přetoku. Při menší váze vznikají nedolisky, při velké váze zase ztráty neúměrně velkými přetoky, popř. dochází k rozměrové odchylce. [4]



Obr. 1. Princip lisování

A-plnění formy, B-lisování, C-vyjímání vylisku z formy

Separáční činidla

Vulkanizací výrobků ve formách provázejí menší nebo větší obtíže při vyjímání vylisků z formy. Je to způsobováno složitostí formy, lepením kaučukové směsi, zanášením povrchu formy a tím, že fyzikálně mechanické vlastnosti vulkanizátu jsou za teploty vulkanizace podstatně horší než za běžné teploty, což se projevuje větší křehkostí výrobku, který se při vyjímání zatrhává. Obtíže vzrůstají při použití syntetických kaučuků a vysokých teplot vulkanizace. Aby se tyto obtíže odstranily nebo alespoň omezily na přijatelnou míru vstříkují se do formy po každém nebo po několika výrobních cyklech roztoky činidel, jež zabráňují zanášení formy a usnadňují tak vyjímání vylisků z forem. [4]

Dobré činidlo musí vyhovovat několika požadavkům:

- nesmí poškozovat vzhled výrobků (skvrny, matnost), spíše jim má dodávat lesk a lepší omak
- nesmí ovlivňovat stárnutí výrobků
- nesmí být jedovaté, vyvolávat ekzémy
- musí být levné nebo účinné již v malé koncentraci
- nesmí být těkavé, zapáchat nebo jinak znepríjemňovat pracovní podmínky
- musí být rozpustné ve vodě nebo alespoň vytvářet vodné emulze
- musí dovolovat unikání vzduchu z formy

Je třeba dodat, že ideální činidlo, které by vyhovovalo všem těmto požadavkům, doposud neexistuje, zejména požaduje-li se navíc jeho univerzální použití pro všechny materiály, z nichž se zhotovují formy a pro všechny druhy kaučukových směsí.

Typy činidel:

- 0,5 až 2% ních vodných roztoků cukru, thiosíranu sodného, mýdla, glycerínu atd.
- parafínové emulze
- největší použití vodné emulze silikonového oleje v koncentraci 0,5%

1.1 Způsoby lisování

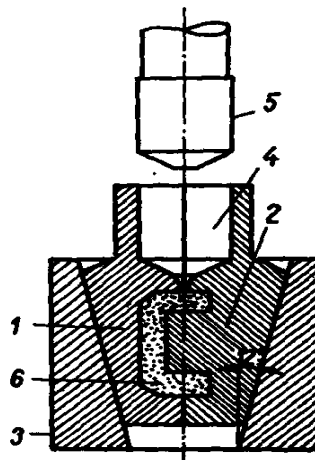
- lisování přetlačováním
- lisování injekčním vstříkem
- pomocí tlaku

1.1.1 Přetlačování

V zásadě se jedná o protlačování kaučukové směsi kanálky do vulkanizační formy. Kaučuková nálož se vkládá do komory. Při spuštění lisu se dolní lisovací deska pohybuje vzhůru a do tlakové komory (kalíšku) začíná vnikat pomocný píst, upevněný na horní lisovací desce. Ten protlačuje směs přes vtokové kanálky do dutiny formy. Jakmile směs vyplní formu, začne vytékat kontrolním otvorem formy, což je znamení k zastavení lisu.

Je-li směs příliš tuhá nebo vulkanizuje-li příliš rychle, je-li vstříkovací kanál příliš úzký nebo příliš dlouhý, nepostupuje tok směsi dostatečně rychle a dutina formy se zcela nezaplňuje.

U formy s velkou dutinou se vyvíjí uvnitř po naplnění směsí značný tlak, a není-li průměr tlačného pístu dostatečný, má forma tendenci se otvírat a vznikají normální přetoky. Proto se přetlačování používá hlavně k výrobě menších technických výlisků. [4]



Obr. 2. Lisování přetlačováním

1-tvárnice, 2-tvárník, 3-upínací rám, 4-kalíšek, 5-razník, 6-výlisek

1.1.2 Lisování injekčním vstříkem

Tento výrobní způsob se uplatnil nejdříve ve zpracování plastických hmot. Gumárenský průmysl musel při aplikaci změnit teplotní režimy se zřetelem na reologické vlastnosti kaučukové směsi a její vulkanizační schopnost.

Na rozdíl od přetlačování, kde tlak uzavírající formu a tlak protlačující směs do formy působí ve stejném okamžiku, tedy současně, jsou u vstřikovacího lisu účinky obou tlaků vzájemně odděleny, přičemž uzavírací tlak působí dříve. To umožňuje dokonalé bezpřetokové lisování i u velkých a tlustých výrobků.

Další rozdíl je v tom, že směs se před vlastním vstřikováním ohřívá, což napomáhá dalšímu podstatnému zkrácení doby vulkanizace. Pro možnost předčasného navulkanizování nesmí teplota ohřívání směsi přestoupit 100 °C. Teplota formy a tím i vulkanizace bývá až kolem 200 °C. Tyto podmínky vyžadují, aby forma byla izolována od vstřikovacího zařízení, aby nedocházelo ani ke ztrátám tepla, ani ke kolísání teploty. [2]

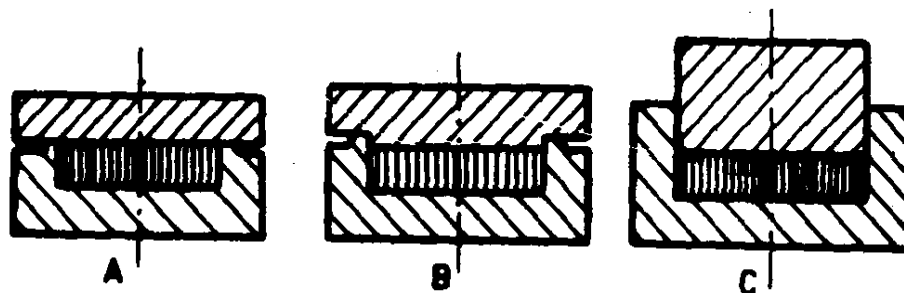
1.1.3 Lisovací formy dle působení tlaku

Lisovací formy se rozdělují podle působení lisovacího tlaku v dutině formy na

- formy s omezeným působením tlaku
- formy s částečným omezeným působením tlaku
- formy s neomezeným působením tlaku

Lisovací tlak se používá ke stanovení lisovací síly, podle které se pak vybírá příslušný lis. Lisovací síla může dosáhnout až 90% tonáže (= max. lisovací síly)

Při řešení formy je třeba také posoudit její životnost, kterou ovlivňuje volba materiálu jednotlivých částí forem, abrazivost lisovací hmoty, tvarová složitost vylisku a nároky na jeho rozměrovou přesnost a vzhled. Pohybuje se od 30 až 300 tisíc cyklů.



Obr. 3. Typy lisovacích forem

A – s omezeným působením tlaku, B – s částečně omezeným působením tlaku,

C – s neomezeným působením tlaku

Jiné rozdělení lisovacích forem respektuje uspořádání násypného prostoru

V takovém případě se rozlišují:

- formy bez zvětšeného násypného prostoru (plnicího) prostoru (Obr. 3. A)
- formy se zvětšeným násypným (plnicím) prostorem

Ve druhém případě může být přetok vertikální (Obr. 3 .C), nebo přetok horizontální. [1]

1.1.4 Typy forem dle způsobu upnutí

Snímací – forma se vyjímá z lisu a manipuluje se s ní mimo něj (např. čištění či plnění formy)

Upínací – forma zůstává stále upnutá v lise při všech operacích

1.1.5 Dělení forem dle konstrukce

Etážové – má několik dělicích rovin nad sebou, přičemž v každé dělicí rovině jsou stejné tvarové dutiny

Dělené – má tvárník nebo tvárnici složenou ze dvou nebo více pohyblivých dílů, aby bylo možno vyjmout výrobek

Sdružená nebo také kombinovaná – je dvojnásobná nebo vícenásobná forma, ve které se tvoří tvarově rozdílné dílce. Výhodou formy je snazší organizace výroby kompletizačních dílů a snazší dodržení jednotlivých barevných odstínů. Nevýhodou však může být dosažení optimálního výkonu formy, komplikace v kompletaci finálního výrobku při nestejném počtu zmetků.

1.2 Lisovací formy pro kaučukové směsi

Lisovací formy pro kaučukové směsi se vesměs řeší jako snímací. Těžší formy, např. pro tvrdou pryž, se na lisy upínají.

1.3 Zaformování výrobku

Výkres výrobku je sice podkladem při navrhování formy, ale výrobek nebývá zpravidla řešen s ohledem na jeho výrobu. Proto se výrobek upravuje tak, aby jeho tvar byl v souladu se zvoleným výrobním postupem – technologií výroby. V podstatě jde o zabezpečení požadovaných vlastností výrobků při vysoké spolehlivosti a ekonomii jeho výroby.

1.3.1 Technologičnost výrobku

Tvarové řešení výrobku z výrobního hlediska je závislé na zvoleném výrobním postupu. Zásady uvedené dále platí vesměs pro tvářené výrobky, zejména lisované, přetlačované a vstřikované. Pro jiné výrobní postupy je třeba uvedené tvarové řešení přiměřeně modifikovat.

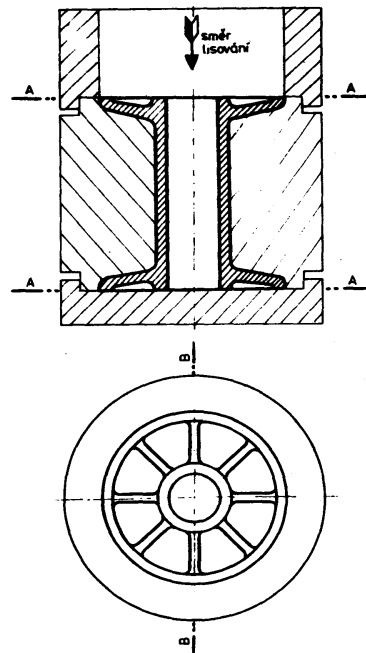
K obecným zásadám patří tvarově jednoduché provedení výrobku i formy s minimálními nároky na dodatečné opracování. Zaformování výrobku začíná zpravidla stanovením polohy dělicí plochy. [1]

1.3.2 Dělicí plocha

Dělicí plocha je plocha, ve které na sebe dosedají části formy při uzavření dutiny formy. I když obecně hovoříme o dělicí ploše, nejčastějším případem bývá dělicí rovina, hlavně z výrobních důvodů. Dělicí plocha se umísťuje vzhledem k výrobku tak, aby bylo snadné jeho vyjímání z dutiny formy, a aby stopa po dělicí rovině nezpůsobila funkční nebo vzhledové závady na výrobku. Případně vzniklý přetok se musí dát lehce odstranit. Složitě dělicí plochy se vyskytují např. u forem na hračky. S ohledem na umístění dělicí roviny rozlišujeme:

- hlavní dělicí rovinu a vedlejší dělicí rovinu

Za hlavní dělicí rovinu se nejčastěji považuje dělicí rovina, která je kolmá na směr uzavírání formy. Ostatní dělicí roviny (plochy) jsou pak vedlejší. Jsou nutné u výrobků s bočními otvory, nálitky, zápichy apod. Dělicí rovina se umísťuje zpravidla do hrany nebo vypouklé plochy výrobku. Okraj dělicí roviny však nesmí být zeslabený, aby se výrobek nemohl poškodit. Stopa po dělicí rovině u rotačních součástí se upravuje tak, aby případné nepřesnosti nezpůsobily estetické závady. [1]



Obr. 4. Řešení dělicích rovin

A – A hlavní dělicí roviny, B – B vedlejší dělicí roviny

1.4 Podmínky konstrukce formy

Musí se věnovat velká pozornost, neboť má značný vliv jak na kvalitu vylisku, tak na produktivitu výroby.

Forma musí vyhovovat těmto požadavkům:

- musí se dát rychle a pohodlně sestavit i rozebrat, musí být umožněno vhodné naplnění náloží, snadné vyjmutí vylisku a očištění formy
- má umožňovat vhodný tok kaučukové směsi nejkratší cestou do všech částí dutiny formy, přičemž vzduch musí mít možnost unikat před tokem materiálu ven
- dělená forma musí zajišťovat přesné zapadnutí jednotlivých částí na sebe, aby nemohlo dojít k přelisování a k jinému poškození částí nebo celé formy tlakem lisu. Zajišťují to nejčastěji vodící kolíky umístěné na jedné části formy a zapadající do pouzder její druhé části
- pro ruční manipulaci nesmí být forma příliš těžká

- formy na zátky, desky jsou jen jednoduché, jen jakési rámy, které se podkládají a překrývají ocelovými plechy, aby se zabránilo přímému styku ploch vylisku s topnými deskami
- materiál formy se musí pečlivě volit zejména se zřetelem na lisovací tlaky, aby se forma brzy neopotřebovala a také rovněž na chemické působení kaučukových směsí a to zejména u směsí s velkým obsahem síry
- závažným činitelem při konstrukci formy je smršťování kaučukové směsi při vulkanizaci. Toto smrštění závisí na druhu kaučuku. U běžných kaučuků bývá běžně do 2%, avšak u silikonového kaučuku 3 až 7 % [1]

1.4.1 Návrh dutiny formy

Rozměry hotového výrobku jsou dány zpravidla příslušnými výkresy. Při zaformování se rozměry dutiny budou lišit od hotových rozměrů výrobků, a to jak v jmenovitých mírách, tak i v tolerancích. Na rozměry dutiny formy má zejména vliv:

- smrštění zpracovávaného materiálu
- tolerance a mezní úchytky jednotlivých rozměrů tvářeného výrobku
- opotřebení činných částí formy
- přesnost výroby formy, zejména jejích činných částí
- pružnost vylisků z měkké pryže umožňuje na jedné straně menší citlivost k podkosům a zápichům, jakož i snazší vyjímání jader, na druhé straně však vylučuje použití vyhazovacích kolíků. Rozměry dutiny formy se stanoví s ohledem na smrštění. Pro snazší oddělování přetoků se může dosedací plocha odlehčit. Velikost dosedací plochy třeba stanovit s ohledem na zachycení plné lisovací síly. Dovolené namáhání v tlaku je dáno materiálem formy. Lisovací tlaky se pohybují podle druhu zpracovaného materiálu a složitosti vylisku v desetinách až jednotkách MPa. Formy musí být dostatečně tuhé, aby tolerance rozměrů i velikost přetoků byly v povolených mezích. [1]

1.4.2 Odstraňování přetoků

Při uzavírání formy vzniká již zmíněný přetok v místě dělicí roviny. Tak že přebytečný materiál má možnost úniku a v místě dělicí roviny vytvoří přetok, který je spojen s výliskem.

Je-li výlisek složitějšího tvaru, musíme přetok pracně odstříhovat. K snadnějšímu a rychlejšímu odstraňování přetoků existuje mnoho různých přípravků, kdy se pohybuje buď výlisek nebo přípravek. Tenké přetoky u jednoduchých výlisků technické pryže je možno odstraňovat automaticky ve zmrazovacích rotačních bubnech. Tenké přetoky se rychle přechladí (dříve než hmota výlisku), zkrěhnou a snadno se odlamují vzájemnými nárazy.

1.5 Konstrukce formy

První podmínkou tvarování lisovacích látek je vytvořit lisovací formu, ve které dostane výlisek žádaný tvar. Dílce všech lisovacích forem dělíme na dvě základní skupiny. A to na konstrukční a funkční, kde se vytváří tvar výlisku (tvárník, tvárnice, jádra, atd) Prostě součásti které se přímo stýkají s tvářeným materiálem a podle nichž materiál dosáhne požadovaného tvaru. [3]

1.5.1 Konstrukční části formy

Rám formy tvoří základní část formy, v které jsou uloženy tvářecí součásti a vyhazovací zařízení. Skládá se nejčastěji z těchto částí:

- a) *upínací desky* (tj. základní desky sloužící k zachycení formy na beran a stůl lisu).
Upnutí na lis se provádí upínkami a podložkami pod upínky. Někdy jsou do upínacích desek vyfrézovány zářezy, kam se vkládají přímo upínací šrouby. Upínání je tím jednodušší.
- b) *kotevní desky* (vložkové desky, objímky) sloužící k zachycení tvářecích součástí.

- c) *opěrné desky* sloužící k podložení tvářecích součástí zabraňují zamačkávání tvárníků a tvárnic do upínacích desek.
- d) *topné desky*, v nichž je zabudováno topné zařízení (tj. topná válcová tělesa, pro něž se do desky vyvrtají otvory s co nejmenší vůlí, aby byl zajištěn dobrý převod tepla).
- e) *rozpěrky*, tj. součásti vymezující patřičnou mezeru mezi upínací deskou a ostatními díly formy. Tím je usnadněna tepelná izolace tvárníků a tvárnic od upínacích desek a kromě toho se ve vzniklém prostoru může pohybovat vyhazovací zařízení. Jako rozpěrky se používají sloupky o kruhovém průřezu nebo obdélníkové rozpěrné lišty.
- f) *dorazu* (dorazových destiček) sloužícího k přesnému vymezení dráhy pohyblivých částí formy, a tedy i k vymezení rozměrů výlisku ve směru lisování. Formy bez dorazu se nepoužívají, neboť vzniká nebezpečí, že stykové plochy obou polovin forem se otláčí, a výlisek tak zmenší své rozměry. Používají se dorazové destičky přišroubované na kotevní desku formy, nejlépe horní, kde nepřekážejí při vkládání hmoty.)
- g) *vodicích součástí* sloužících k ustředění pohyblivé poloviny proti polovině pevné, Sestávají obvykle z vodicích sloupků (kolíků) a vodicích pouzder. Vodicí sloupky jsou umístěny nejlépe v horní polovině formy Pod vodicími pouzdry v dolní polovině formy jsou odpadové otvory, které zabraňují ucpávání pouzder přetoky, zbytky hmot apod. U forem, kde lze otočit spodní polovinu proti vrchní o 180°, popř. o 90°, se umísťují vodicí sloupky nepravidelně, popř. mají různý průměr. Tím se vyloučí otočení formy. [4]

1.5.2 Vyhazování výlisků

Ploché výlisky (misky, popelníky apod.) bez zálisků a s dobrým úkosem stěn se z formy vyhazují vyfukováním stlačeným vzduchem. Rovněž ručně se snímají výlisky se závity, které ulpí na tvárníku.

Většinou se však výlisky vyhazují mechanicky. K tomu to účelu se formy vybavují mechanickým vyhazovacím zařízením. Toto ústrojí se umísťuje na tě tvářecí části formy, kde se předpokládá, že výlisek ulpí po otevření formy.

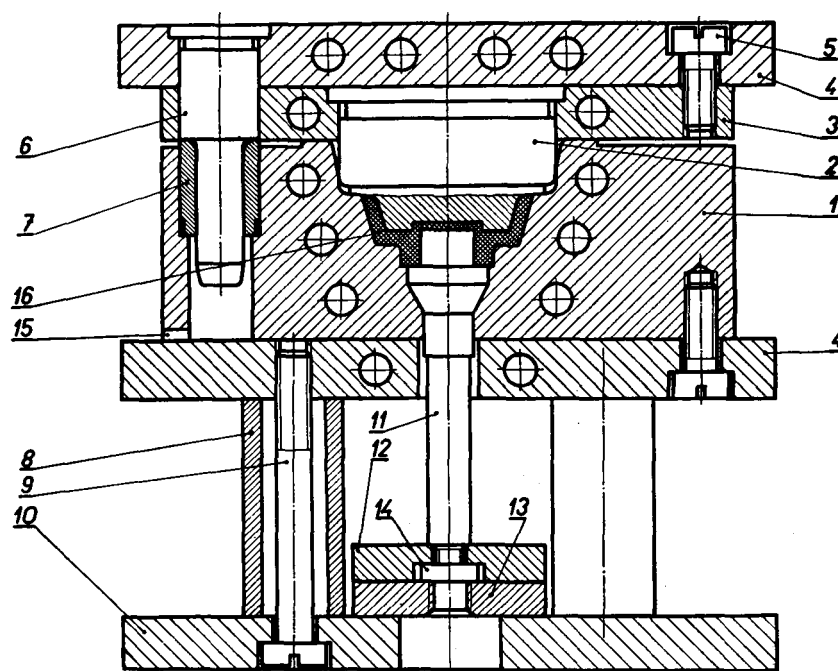
Vyhazovací kolíky se umísťují pod zálisky, pod závitové kolíky, pod tvářecí vložky, pod čelisti čelistových forem, tedy pod ty části, které by se při vyhazování při zatečení hmoty vytrhávaly z výlisku. Kromě toho také nezůstává na výliscích stopa po vyhazovacích kolících. V ostatních případech je nutné aby vyhazovací kolíky měli správnou délku, jinak zůstávají na výliscích buď výstupky, anebo otvory.

Pro tenké výlisky se vzhledem k nebezpečí propíchnutí výlisku vyhazovacími kolíky volí stírací desky.

1.6 Nejjednodušší lisovací forma

Skládá se nejčastěji ze dvou částí – tvárníku a tvárnice. Když tvárnici uzavřeme tvárníkem, vznikne mezi nimi dutina. Tvarem dutiny je daný i základní tvar vylisku. Potřebné množství lisovací látky se vloží do plnicího prostoru a tvárníkem se vtlačí do tvárnice. Tlak potřebný k lisování vyvineme lisem. Formu upneme na lis pomocí upínací desky. Jakmile vylisek vychladne, vytlačíme jej z lisovací formy vyhazovacím zařízením.

[3]



Obr. 5. Dílce lisovací formy

1-tvárnice, 2-tvárník, 3-kotevní deska, 4-horní upínací deska, 5-šroub, 6-vodící sloupek, 7-vodící pouzdro, 8-rozpěrka, 9-šroub, 10-dolní upínací deska, 11-vyhazovač, 12-kotevní deska vyhazovače, 13-dolní vyhazovací deska, 14-upevňovací vložka, 15-čisticí kanál, 16-vylisek, 17-mezideska

2 OHŘEV LISOVACÍCH FOREM

2.1 Vulkanizace

Vulkanizace je považována za jednu z nedůležitějších reakcí kaučuku s ostatními složkami vulkanizačního systému. Vulkanizace je definována jako chemický proces, při kterém působením složek vulkanizačního systému a teploty dochází k tvorbě příčných chemických vazeb mezi kaučukovými řetězci. V průběhu vulkanizace se mění lineární struktura kaučukových řetězců na prostorovou strukturu vulkanizátu, přičemž se mění jeho fyzikálně – mechanické vlastnosti a kaučuk přechází ze stavu plastického do stavu elastického.

Vulkanizací vzrůstá pevnost polymeru až do určité hodnoty. Po překročení optimálního stupně z vulkanizování jeho hodnota klesá, vzrůstá modul a tvrdost. Se vzrůstajícím stupněm vulkanizace se zlepšuje odolnost vůči trvalé deformaci. Mění se i další fyzikální vlastnosti, např. odolnost vůči dynamické únavě, strukturní pevnost.

Skutečný průběh vulkanizace chápeme jako spojení mikroskopických částec hmoty v určitém pořadí a podle určitých pravidel, kde vlivem vulkanizačních přísad a pomocné vazbové energie vzniká nová hmota s odlišnými vlastnostmi.

2.1.1 Teplota vulkanizace ve formách

Většina kaučukových směsí se vulkanizuje při teplotách 130 - 160° C. Jsou případy kdy vulkanizace probíhá při mnohem nižších teplotách (s použitím ultraurychlovačů i pod 100° C) nebo naopak při vyšších teplotách, zvláště u výrobků nevelkých rozměrů z kaučuků odolávajících reverzi.

Při vulkanizaci pryžových výrobků menších rozměrů ze syntetických kaučuků lze použít teplot vulkanizace kolem 200° C, přičemž se proces podstatně urychlí, přitom se uspoří urychlovače vulkanizace a vlastnosti pryže zůstanou podstatně neovlivněny. Vysokých teplot vulkanizace se s výhodou využívá zvláště u plynulé vulkanizace vytlačovaných profilů a u technologie vstřikování.

Doba vulkanizace bývá od desítek sekund do několika hodin. Kromě složení směsi má na dobu vulkanizace vliv teplota vulkanizace a rozměry výrobku, jakož i způsob ohřevu. [6]

Rozdělení vulkanizace dle způsobu ohřevu:

- v přímé páře
- v horké vodě
- v horkém vzduchu
- v lisech
- vyhřívání elektřinou

2.1.2 V přímé páře

Vulkanizace v přímé páře se nejčastěji provádí v kotlích a to buď ve stojatých nebo ležatých, Ležatý tvar patří mezi nejobvyklejší, neboť umožňuje pohodlné naplňování a vyprazdňování pomocí vozíků, které jsou posouvány po kolejnicích. Vozíky mají několik rámových pater, na něž se ukládají plechy s materiálem určeným k vulkanizaci. Stojaté kotle vyžadují k obsluze jeřábové zařízení a manipulační doba je delší.

U starších kotlů se víko uzavíralo pomocí šroubů, ale dnes je již manipulace rychlejší a bezpečnější pomocí bajonetového uzávěru. Tímto uzávěrem jsou opatřeny všechny kotle nověji vyrobené. Dokonalý závěr mezi víkem o kotlem zajišťuje po obvodě těsnění z teplovzdušné pryže.

Kotel je vybaven ventily pro přívod a odvod páry a pro odtok kondenzované páry, tlakoměrem, a pojistným ventilem pro maximální dovolený tlak. Každý kotel má registrační zařízení zaznamenávající na kruhovém diagramovém papíru výšku teploty vulkanizace a dobu vulkanizace jednotlivých vulkanizačních cyklů.

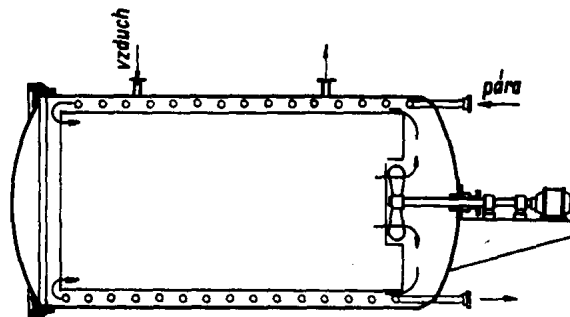
Kotel, víko, a přívodní zařízení na páru musí být dobře izolovány. Obvyklé rozměry kotlů pro technickou pryž jsou od 800 x 1500 mm až do 2000 x 3200 mm. Nejčastější výrobky získané vulkanizací v přímé páře jsou např. duše do kopacích míčů nebo nafukovací kruhy pro nemocné, atd. [2]

2.1.3 V horké vodě

Jedná se o zvláštní případ vulkanizace v přímé páře, kdy vulkanizovaný předmět je vložen do vody. Tato metoda se nejčastěji využívá při výrobě masivních výrobků z tvrdé pryže. Např. kovové dílce pogumované vrstvou tvrdé pryže nebo obklady zařízení pro chemický průmysl, celo pryžové trouby, atd.

2.1.4 V horkém vzduchu

Používá se tam kde přímý styk s párou způsobuje různé závady, proto se vulkanizují v horkém vzduchu. Vzduch se ohřívá na teplotu vulkanizace párou, která postupuje trubkovým vedením, tzv. parním hadem, instalovaným kolem obvodu kotle a předává své teplo vzduchu, který vytváří vlastní vulkanizační prostředí. [2]



Obr. 6. Vulkanizační kotel na teplý vzduch s ventilátorem

Některé kotle mají přídavné elektrické vyhřívání, jež umožňuje zvýšit teplotu vzduchu až do 200 °C. Takzvané univerzální kotle jsou vybaveny pro vulkanizaci přímou párou i horkým vzduchem. Jinou formou vulkanizačního zařízení jsou stojaté komory nebo tunely.

Vulkanizace horkým vzduchem v kotli se provádí pod tlakem 0,2 až 0,4 MPa. Kaučukové směsi mohou totiž obsahovat vlhkost nebo malé podíly těkavých látek, jejichž vinou se při zpracování vytvářejí ve fólii nebo vytlačeném profilu drobné póry.

Největším problémem při tomto způsobu vulkanizace je dosažení stejnoměrné teploty v celém pracovním prostředí. Za běžných podmínek mohou být rozdíly velmi značné, někdy i 10 až 15 °C, takže jednotlivé výrobky jsou podle umístění nestejněmálně zvulkanizovány.

Hlavní zásady vyskytující se při vulkanizaci v horkém vzduchu jsou způsobovány nestejnou teplotou vulkanizace a stékáním z forem, je-li směs přeměkčená nebo zpomalený začátek vulkanizace bývá příčinou některých vad výrobků.

Stejnou teplotu zajišťujeme různými způsoby. Moderní kotle mají výměníky tepla zamontované na vnitřním obvodu. Pohyb vzduchu obstarává ventilátor umístěný v zadní části kotle a poháněný motorem, který je vně kotle. Ventilátor saje vzduch z vnitřní pracovní části kotle a žene jej přes výměník tepla u stěn kotle zpět do vnitřní části kotle. Horkým vzduchem se mohou vulkanizovat i celo pryžové fólie nebo pogumovaný textil. Nejčastěji se vulkanizují i máčené výrobky z latexu nebo z kaučukových roztoků jako jsou rukavice. [2]

2.1.5 V lisech

Nejvíce gumárenských výrobků se vulkanizuje ve formách – ve vulkanizačních lisech. Lisování ve formách se vyznačuje tím, že tvarování i vulkanizace probíhá v jedné operaci. Po vložení materiálu do formy (musí být v přebytku) a po jejím uzavření se směs rychle ohřívá na teplotu vulkanizace, přičemž se ve formě vytváří určitý přetlak, který zaručuje dokonalé vyplnění formy a potřebný tlak, aby se zamezila tvorba pórů i po úplném uzavření formy.

V první fázi vulkanizačního cyklu se přebytek materiálu vytlačí v podobě přetoků do přetokových kanálek. Aby se zabránilo otvírání formy během vulkanizace, musí být uzavírací tlak větší než vnitřní.

Nejčastěji se používají pro vulkanizaci plášťů pneumatik, porážek, podpatků, plných obručí apod. [2]

2.1.6 Vyhřívání elektřinou

Je jedním z nejlepších a nejčistších vyhřívacích zařízení. Při neodborně zhotovených a vhodně instalovaných tělesech se často vyskytují poruchy. Pokud jsou formy nedostatečně uzemněné, může nastat i smrtelný úraz.

Elektrické vyhřívací zařízení je velmi drahé a užitečné pouze v malých lisovnách s malým počtem lisovaných kusů (asi do 35 kusů).

Pro správné dimenzování elektrických vyhřívacích těles, t. j. pro určení jejich správného výkonu musíme znát množství tepla potřebného na hospodárné využití lisovací formy.

Pokud je lisovací forma odborně izolovaná je třeba na vyhřátí jednoho kubického centimetru objemu lisovací formy 0,15 až 0,30 wattů, a nebo při přepočítávání na váhu lisovací formy na každý kilogram lisovací formy třeba 20 až 40 wattů. Váhou lisovací formy rozumíme váhu tvárníka a tvárnice. S velikostí formy spotřeba proudu úměrně klesá.[3]

Tab. I. Potřebný příkon na 1 kg lisovací formy

Váha [kg]		Příkon [kW]
od	do	
	45	0.040
45,5	71	0.036
71,5	112	0.032
112,5	180	0.028
180,5	280	0.025
280,5	450	0.022
	nad 450	0.020

Často se stává, že nedostatečné dimenzování není schopné elektronicky vyhřívané těleso vyhřát formu na předepsanou teplotu. Každý lisovač v lisovně s elektrickým ohřevem lisovacích forem dobře pozná dodatečné vyhřívání. Tento stav je vyvolaný tehdy, pokud tepelný regulátor po dosažení nastavené teploty vypne elektrické vyhřívací těleso z proudového okruhu. V okamžiku vypnutí proudu je však už mezi tepelným regulátorem a vyhřívacím tělesem vyšší teplota, která se nechtěně přenese i na pracovní plochy lisovací formy, a tak vznikají při lisování výlisků nedolisky. Proto nesmí být vyhřívací těleso předimenzované. V praxi se používají elektrické vyhřívací tělesa plášťové, pásové a dále pak vyhřívací patrony a trubice. [3]

3 ZKOUŠENÍ LISOVACÍCH FOREM

U lisovacích forem po upnutí na lis se nejdříve prověřuje její funkce, tj. otevírání, uzavírání, pohyb vyhazovačů, vyhřívání apod. Značnou péči je třeba věnovat při zkoušení forem stanovení optimální doby vytvrzení a odvzdušnění. Doba tvrzení totiž ovlivňuje jakost výrobku i ekonomii výroby a obvykle se optimalizuje vzhledem k mechanickým vlastnostem výlisků.

Velikost lisovací síly se stanoví tak, že se postupuje od minimálních hodnot k hodnotám vyšším. Za směrodatnou se bere nejmenší lisovací síla, která ještě zajišťuje kvalitní výlisky. Obdobně se stanoví dávka lisovací hmoty a trvání celého lisovacího cyklu. Případně úpravy se na zkoušené formě provádějí bezprostředně.

Při zkoušení formy se sestavuje kromě zkušebního protokolu také technologický předpis včetně dokončovacích metod. Odzkoušená forma spolu s referenčními výlisky, zkušebním protokolem a technologickým předpisem je připravena pro nasazení do výroby.

3.1 Výhody a nevýhody při lisování

3.1.1 Výhody při lisování

1. Při přesném dávkování a dobré konstrukci formy dosáhneme maximálního využití lisované hmoty. Neodpadá hmota, která se vytvrdí v rozváděcích kanálech, jako je tomu při přetlačování a vstřikování. Odpadají problémy eroze vtokové soustavy.
2. Kvůli minimálnímu pnutí ve výliscích, které je umírněno díky krátkému a mnohsměrnému toku se výrobky nedeformují.
3. Lze pracovat s formou o velké násobnosti, aniž je nutno brát v úvahu složitý vtokový systém.
4. Lisování (zvláště menších jednoduchých výlisků) je snadno automatizovatelné.
5. Lisování je vhodné pro výlisky s tenkými stěnami, které se nekrotí a nemění rozměry. Jsou lisovány výlisky o tloušťce stěny až 0,7 mm, ale běžně je doporučovaná tloušťka 1,5 mm.

6. Umožňuje nám výrobu výlisků i nad 1500 g. Velikost výlisku je pouze omezena lisovací silou lisu.
7. Lisovací formy bývají obvykle jednodušší na výrobu než přetlačovací či vstříkovací, a tím jsou i levnější.

3.1.2 Nečastější nevýhody při lisování

1. Tvoření bublin, které se vytvoří na výlisku po jeho vyjmutí z formy případně po dobu jeho chladnutí. Může to být taky zapříčiněno nízkou teplotou lisovací formy či krátkým lisovacím časem.
2. Příčiny pórovitosti a nedolisovaných míst na povrchu výlisku jsou zapříčiněna nedostatečnou tekutostí lisovací látky, tekutostí lisovací látky či příliš nízkou teplotou formy.
3. Dalším nedostatkem je lepkavost, která je zapříčiněna příliš vysokou teplotou lisovací látky nebo chybnou konstrukcí lisovací formy.
4. Výlisek nemá vysoký lesk, je matný. Příčinou je nedostatečně vyleštěná lisovací forma, nízká lisovací teplota či vysoký obsah plniv v lisovací látce.
5. Na výlisku je viditelný tok lisovací látky. To je zapříčiněno, že lisovací látka je vlhká nebo příliš tekutá.
6. Lisovací látka je lepkavá i bez skvrn na formě, formu nelze otevřít. Příčinou bývá přeplnění lisovací formy nebo nedostatečný úkos stěn a dutin formy.

4 BUTADIENAKRYNITRILOVÉ KAUČUKY

Butadienakrylnitrilové kopolymery jsou type kaučuků pro speciální použití. Významnou vlastností je zejména velká odolnost proti botnání v minerálních a nepolárních rozpouštědlech a teplovzdornost. Označují se také jako nitril kaučuky (NBR). Jednotlivé vyráběné druhy nitrilkaučuku se liší obsahem akrylonitrilu v kopolymeru, pohybuje se v rozmezí od 18 % do 50 %.

4.1 Vlastnosti pryže

Hlavní vlastností nitrilkaučuků je jejich olejvzdornost, tj. schopnost zachovat si původní fyzikální a mechanické vlastnosti (pevnost, modul, rozměry) v kontaktu s oleji a pohonnými kapalinami. Silně polární nitrilové postranní skupiny zvyšují celkovou polaritu butadienakrylonitrilových kopolymerů (jejich hustotu kohezní energie) a zmenšují tak stupeň jejich nabotnávání v látkách nepolárního a mírně polárního typu, jako jsou benzíny a minerální oleje. Naproti tomu v silně polárních rozpouštědlech, např. v acetonu nebo 2-butanonu (methylethylketonu) botnají pryže z NBR daleko více než kaučuky nepolární (NR, SBR). S rostoucím obsahem vázaného akrylonitrilu se zhoršuje mrazovzdornost a souvislosti s tím, jak vzrůstá teplota zesklnění polymeru, vzrůstá také pevnost pryže, její odolnost proti oděru, tvrdost a nepropustnost pro plyny a naopak se zmenšuje odrazová pružnost a snášitelnost se změkčovadly. S rostoucím obsahem akrylonitrilu se také zlepšuje teplovzdornost pryží. [5]

Tab. II. Vliv obsahu akrylonitrilu na jednotlivé vlastnosti pryže

	Obsah akrylonitrilu 18 % ← → 50 %
Odolnost proti olejům vzrůstá	→
Pevnost vzrůstá	→
Tvrдость vzrůstá	→
Odolnost proti oděru vzrůstá	→
Nepropustnost pro plyny vzrůstá	→
Teplovzdornost vzrůstá	→
Mrazovzdornost vzrůstá	←
Odrážová pružnost vzrůstá	←
Snášlivost se změkčovadly vzrůstá	←

S postupným růstem nároků automobilového průmyslu (benzíny s větším obsahem aromátů, vyšší pracovní teploty) rostou i nároky na odolnost kaučuků proti botnání a na jejich teplo vzdornost při současném zachování vyhovující mrazovzdornosti. [5]

4.2 Použití pryže

Nitrilkaučuky s vysokým a velmi vysokým obsahem akrylonitrilu se používají tam , kde se požaduje odolnost proti botnání v agresivních aromatických kapalinách, olejích a rozpouštědlech. Druhy se středním obsahem se uplatňují tam, kde obsah aromátů je menší nebo kde lze tolerovat větší botnání. Druhy s nízkým nebo středně nízkým obsahem akrylonitrilu se používají v případech, kdy mrazovzdornost je důležitější než odolnost proti botnání. Výrobky z nitrilkaučuku se používají v mnoha průmyslových odvětvích, v průmyslu automobilovém, leteckém, palivářském, textilním a polygrafickém a všude tam, kde pryž přichází do styku s olejem, benzínem nebo jinými nepolárními rozpouštědly. Nejdůležitější aplikace jsou olejovzdorná těsnění a ucpávky, hadice a nádrže na pohonné hmoty, válce do tiskových strojů, dále adheziva, impregnovaný papír, textil a syntetické usně, olejovzdorné rukavice, dopravní pásy, hnací řemeny, tlumicí elementy, teplovzdorná i tvrdá pryž. [5]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH 8-NÁSOBNÉ LISOVACÍ FORMY



Obr. 7. Zadaný pryžový díl

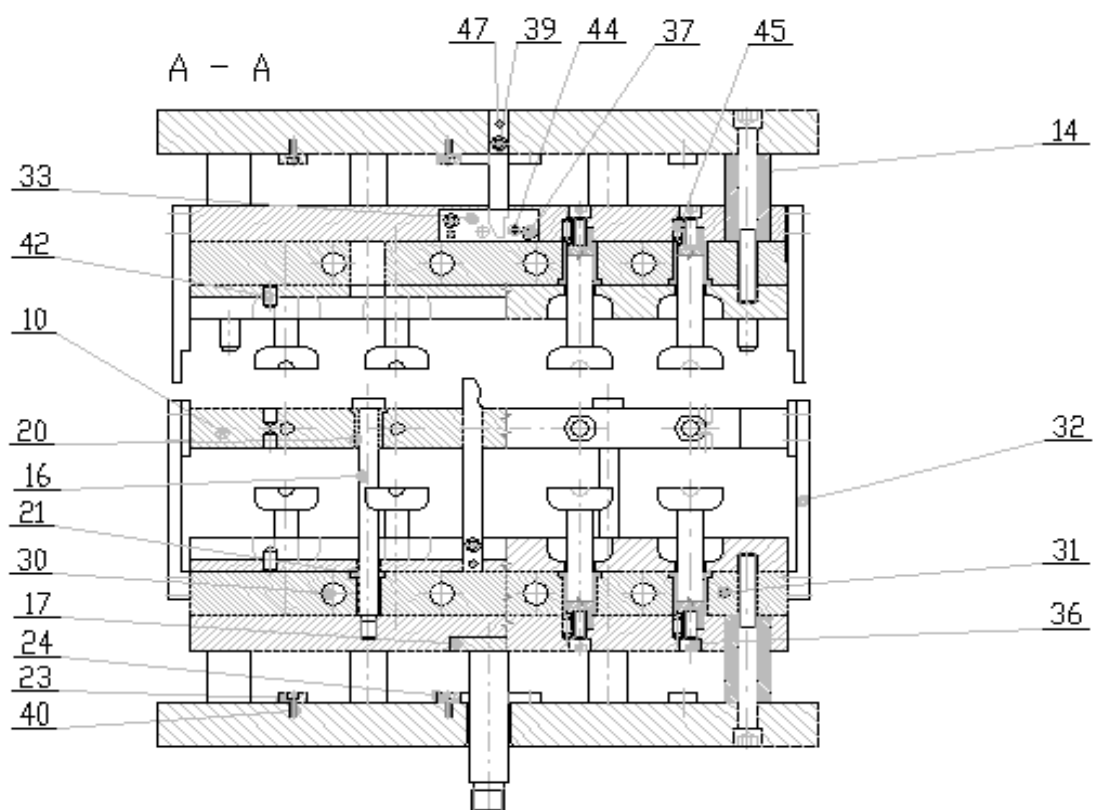
Výroba dílů lisováním probíhá pomocí stroje a ve formě v určitém čase, za působení dostatečného tlaku a teploty a dalších nutných parametrů.

U formy se vyžaduje:

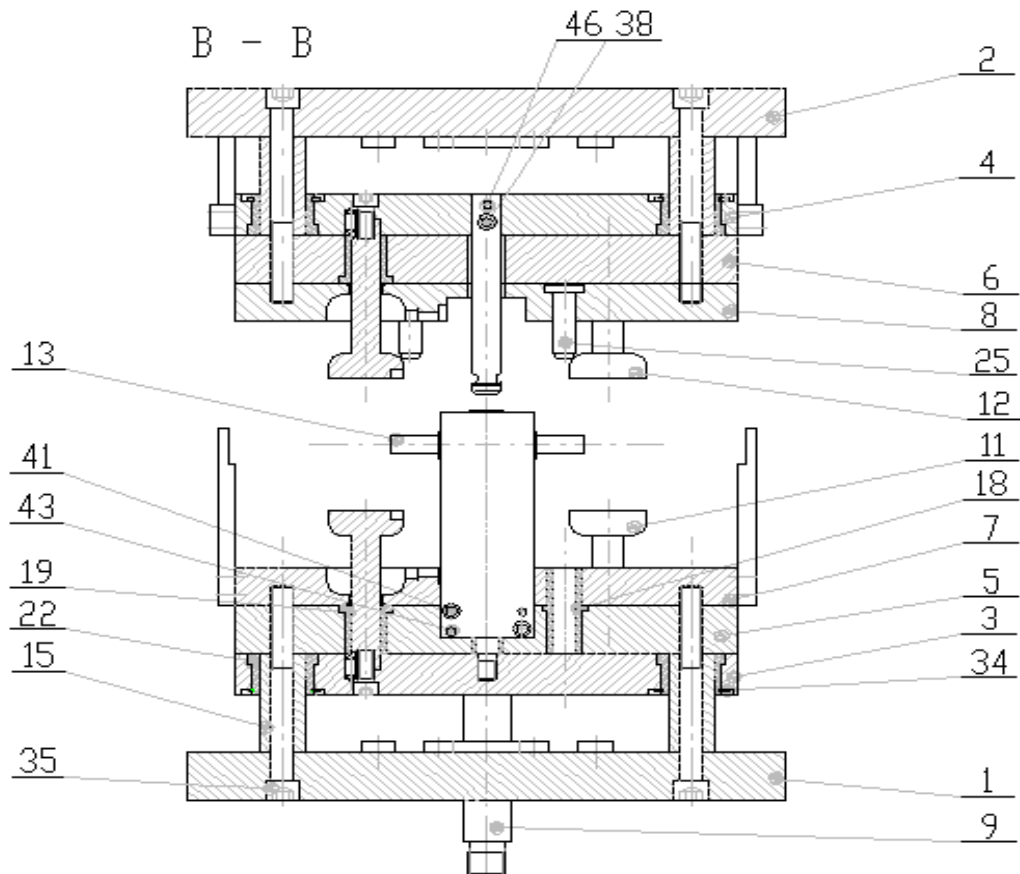
- vysoká přesnost a požadovaná jakost funkčních ploch zhotovené dutiny formy a ostatních funkčních dílů
- maximální tuhost a pevnost jednotlivých částí formy i celků, pro zachycení potřebných tlaků.
- správná funkce formy, vyhazování výlisků, odvzdušnění, temperování a pod.
- optimální životnost zaručená konstrukcí, materiálem i výrobou.

5.1 Návrh konstrukce lisovací formy

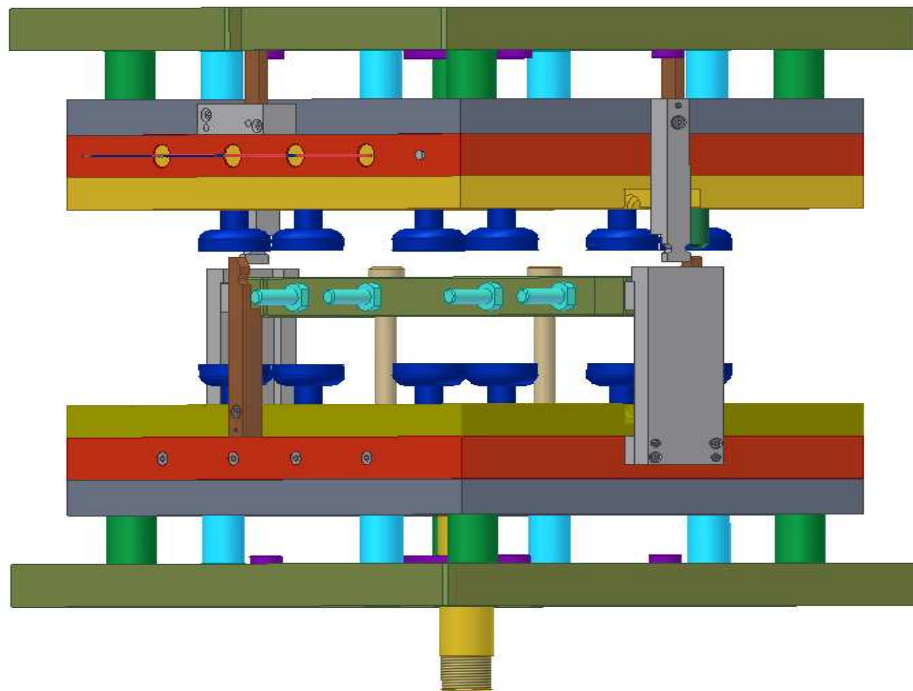
Při návrhu konstrukce lisovací formy bylo vycházeno z teoretické části a použité literatury. Návrh byl zhotoven v programu AutoCAD2002 a pro zhotovení parametrického modelu program Inventor6, kde pak byla provedena následná animace otevření formy.



Obr. 8. Řez A-A vedený lisovací formou



Obr. 9. Řez B-B vedený lisovací formou



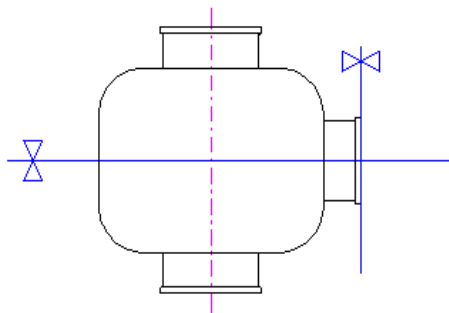
Obr. 10. Zobrazení návrhu formy v programu Inventor6

<i>Pozice</i>	<i>Název - rozměr</i>	<i>Č. výkresu-norma</i>	<i>Poznámka - materiál</i>	<i>Poč. ks.</i>
1	Upínací deska	01-1D1	11600	1
2	Upínací deska	01-2D1	11600	1
3	Kotevní deska	01-3D1	11600	1
4	Kotevní deska	01-4D1	11600	1
5	Topná deska	01-5D1	11600	1
6	Topná deska	01-6D1	11600	1
7	Tvarová deska	01-7D1	19 312 kal. HRC 50-55	1
8	Tvarová deka	01-8D1	19 312 kal. HRC 50-55	1
9	Táhlo	01-9E1	11 600 kal. HRC 50-54	1
10	Unašeč	01-10D1	19 312 kal. HRC 50-55	1
11	Jádro I.	01-11E1	19 312 kal. HRC 50-55	8
12	Jádro II.	01-12E1	19 312 kal. HRC 50-55	8
13	Trn	01-13E1	19 312 kal. HRC 50-55	8
14	Rozpěrka	01-14E1	11600	8
15	Vodící sloupek	01-15E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	8
16	Táhlo I.	01-16E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	2
17	Podložka	01-17E1	19 312 kal. HRC 52-54	1
18	Pouzdro I.	01-18E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	2
19	Pouzdro II.	01-19E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	16
20	Pouzdro III.	01-20E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	2
21	Pouzdro IV.	01-21E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	2
22	Pouzdro V.	01-22E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	8
23	Doraz I.	01-23E1	19 312 kal. HRC 50-55	8
24	Doraz II.	01-24E1	19 312 kal. HRC 50-55	2
25	Vodící čep	01-25E1	14220 cem.0,6-1;kal. HRC 60-62	2
29	Zátka M 10x8	Z940/10x1		8
30	Temp. trubice	Z975/16x250		8
31	Snímač	Z2512		2
32	HASCO-tažný systém	Z174/50		2
33	HASCO-tažný systém	Z170/1		2
34	Pojistný kroužek 32	ČSN 02 2930		8
35	Šroub M 12x120	ČSN 02 1143		16
36	Šroub M 8x20	ČSN 02 1143		16
37	Šroub M 5x25	ČSN 02 1143		8
38	Šroub M 5x20	ČSN 02 1143		2
39	Šroub M 5x16	ČSN 02 1143		2
40	Šroub M 4x12	ČSN 02 1143		16
41	Šroub M 4x25	ČSN 02 1143		4
42	Kolík 8x16	ČSN 02 2102		4
43	Kolík 6x32	ČSN 02 2102		8
44	Kolík 5x28	ČSN 02 2102		4
45	Kolík 5x14	ČSN 02 2102		16
46	Kolík 4x26	ČSN 02 2102		2
47	Kolík 3x20	ČSN 02 2102		4
<i>Vypracoval:</i>	Gregor Ondřej	<i>Číslo sestavy:</i>	01-S1D1	
<i>Datum:</i>	10.5.2006	<i>Číslo kusovníku:</i>	01-K1E1	
<i>Kontroloval:</i>		<i>Název práce:</i>	Konstrukce lisovací formy	

Obr. 11. Zobrazení kusovníku lisovací formy

5.2 Volba dělicí roviny a následné zaformování

Správná volba dělicí roviny je důležitá i při otevírání formy. Dělicí rovina je plocha, ve které na sebe dosedají části formy při uzavření dutiny formy. Dělicí rovina je umístěna tak, aby se usnadnilo vyjímání výrobku z dutiny formy a aby stopa po dělicí rovině nepůsobila funkční nebo vzhledové problémy. Umístění hlavní dělicí roviny jsem zvolil v polovině dílu a kolmo na hlavní dělicí rovinu jsem umístil vedlejší dělicí rovinu (Obr. 12).



Obr. 12. Dělicí rovina dílu

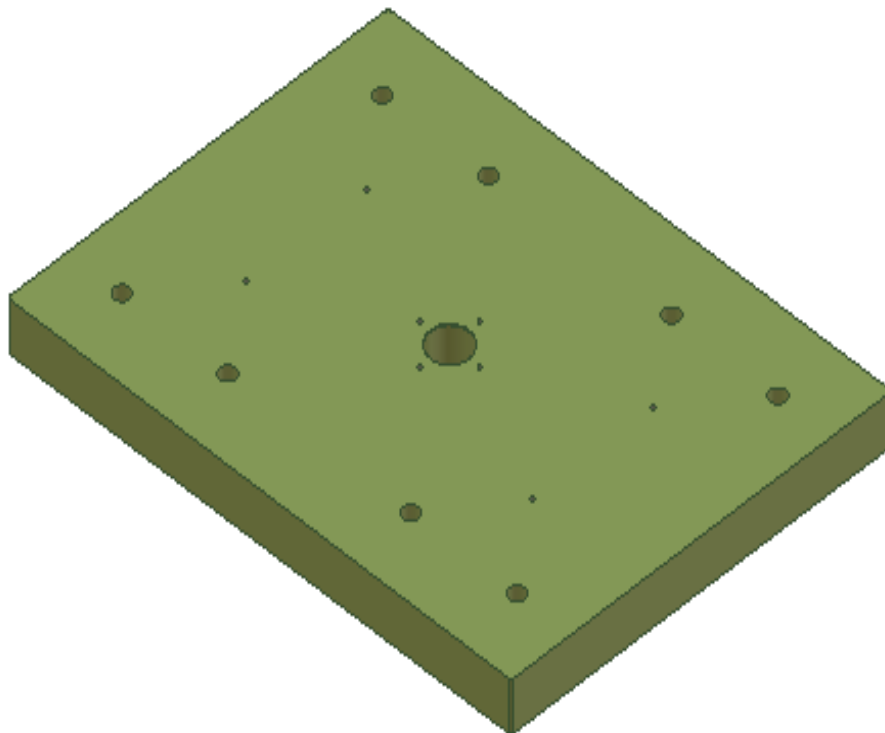
Zaoblení děláme z důvodu možného vnitřního pnutí v ostrých hranách. Tvarové části formy je nutno rovněž zvětšit o přídavek na smrštění. Velikost smrštění je rozdíl mezi rozměrem dutiny formy a skutečným rozměrem výrobku. Pro náš materiál je velikost smrštění 1%. Po každém lisovacím cyklu se dutina formy musí dokonale vyčistit pomocí vzduchu a vystříkat separačním činidlem.

5.3 Složení formy

Lisovací forma se skládá z těchto součástí: upínací desky, kotevní desky, topné desky, tvarové desky, táhla, jádra, trny, rozpěrky, vodící sloupky, pouzdra, šrouby, kolíky, pojistné kroužky, normálie firmy HASCO (temperovací patrony, teplotní čidla, západkový tažný systém)

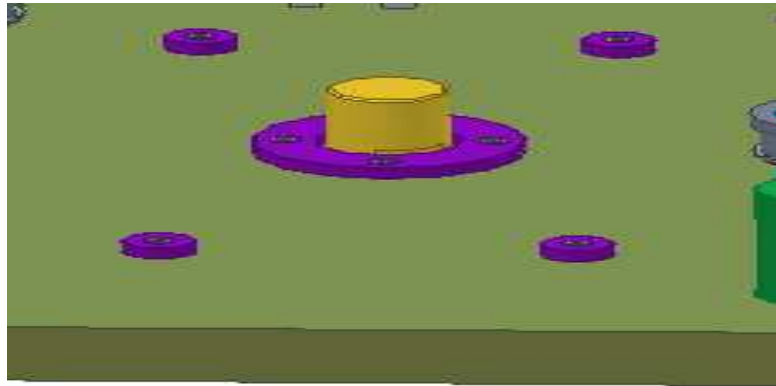
5.3.1 Upínací deska

Slouží k upnutí formy k ploše stolu. Upnutí na lis se provede upínkami a podložkami pod upínky.



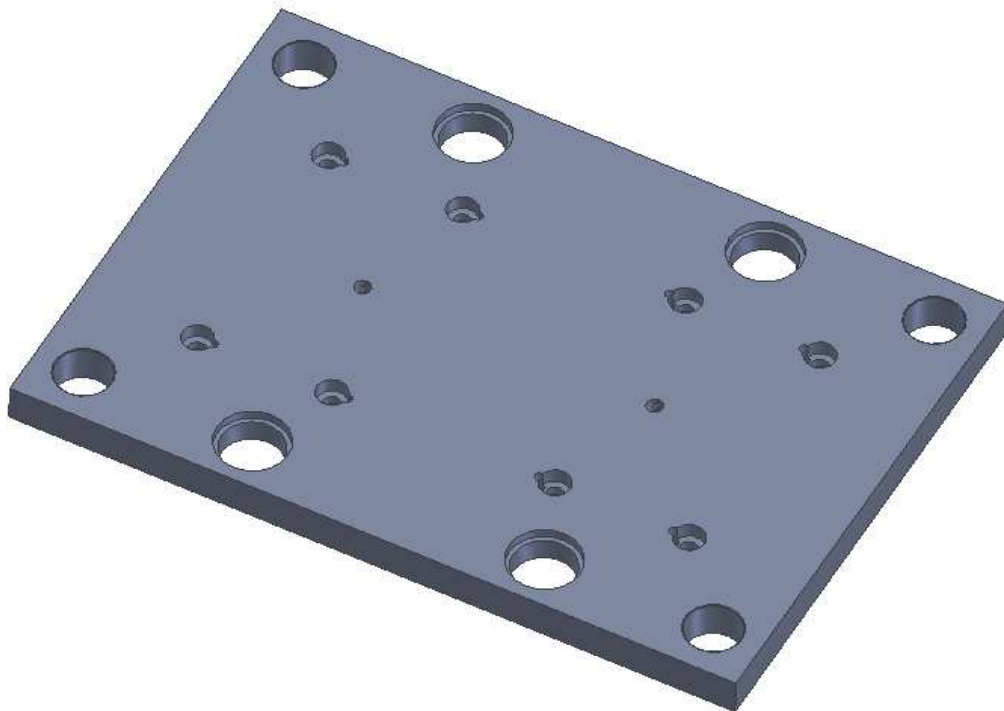
Obr. 13. Upínací deska

Deska též slouží k upevnění rozpěrky a vodících sloupků. Na desce jsou umístěny dorazy, které při zpětném pohybu vyhazovacích desek zabraňují průhybu při dosednutí. Dále tam mohou vyskytnout nečistoty, které se pomocí tzv. dorazů (Obr.14) mohou eliminovat



Obr. 14. Dorazy

5.3.2 Kotevní - vyhazovací deska



Obr. 15. Kotevní deska

Slouží k upnutí, ukotvení jader a následnému vysunutí z formy. Pootočení jader jsem pojistil pomocí kolíků, které jsou vloženy do otvoru pro upnutí jádra. Tím se zabezpečí

jejich bezpečnost proti pootočení (Obr.16). Deska se pohybuje ve vodivých sloupcích a pouzdech. Maximální délka pohybu, tedy zdvihu jader je 29 mm.



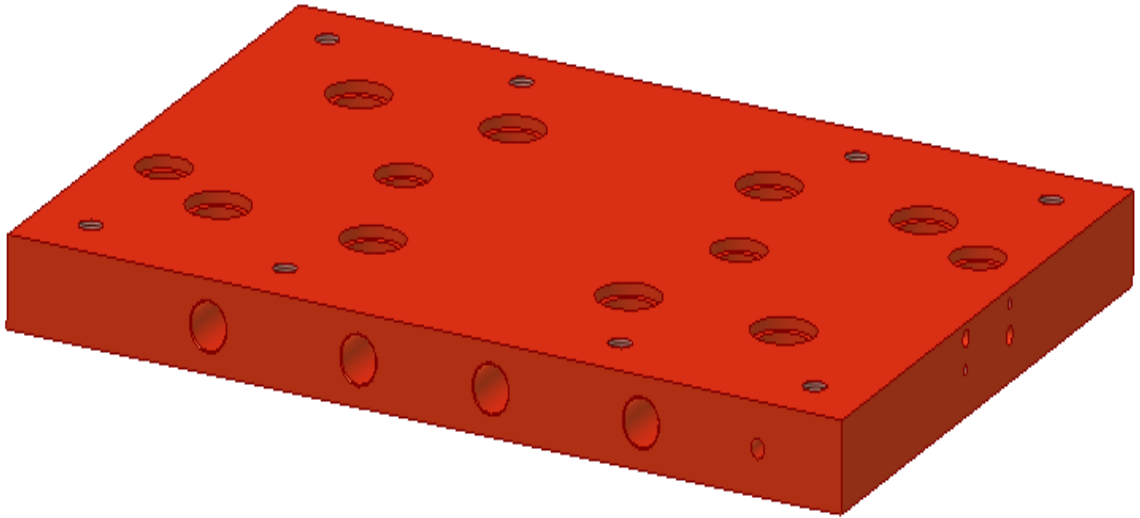
Obr. 16. Ukotvení jader

Dále je zde důležité odvzdušnění formy. Vzduch z dutiny formy stačí uniknout dělicí rovinou (vedlejšími dělicími rovinami), vůlí mezi pohyblivými částmi. Pro dokonalé odvzdušnění formy a odstranění přebytečného materiálu z formy volím odvzdušnění na jádře. Odvzdušnění vznikne zabroušením na válcové ploše jádra (Obr.17).



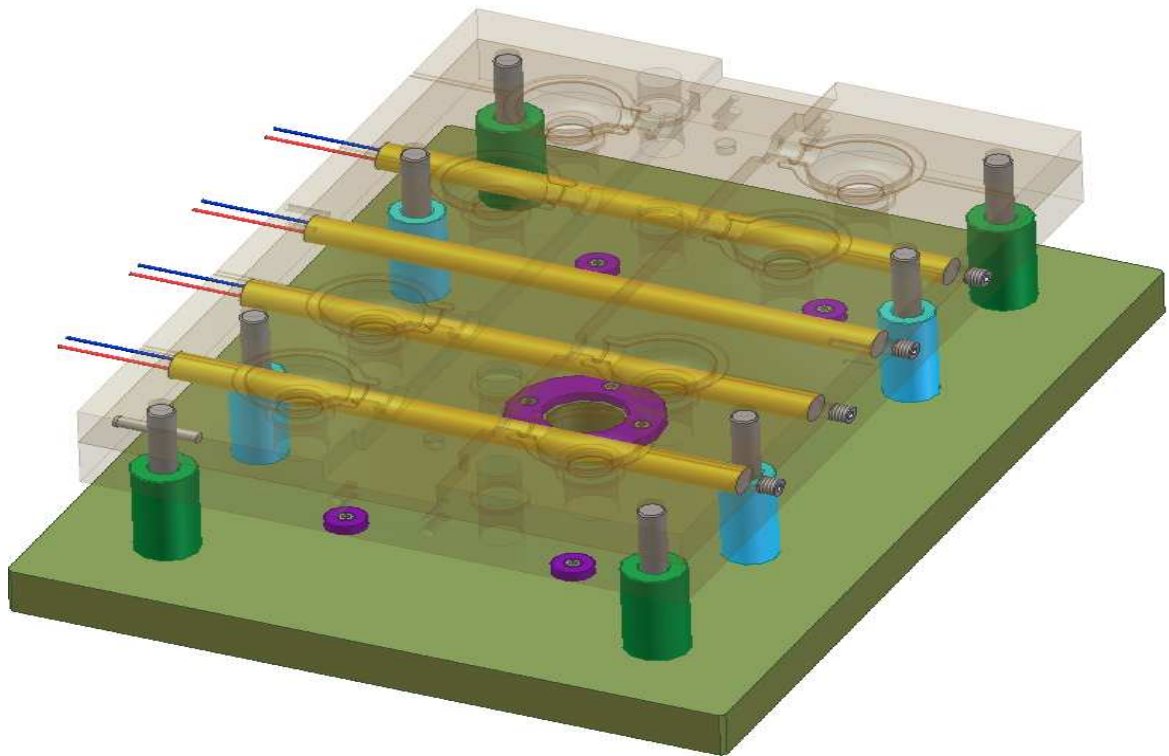
Obr. 17. Jádro

5.3.3 Topná deska



Obr. 18. Topná deska

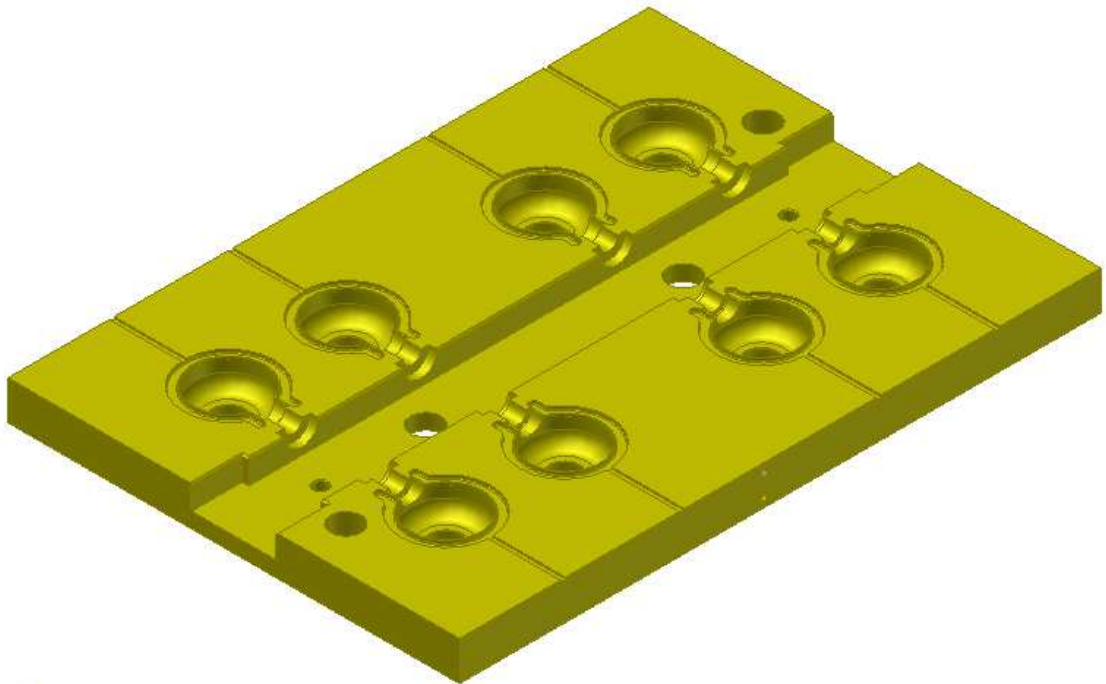
Topná deska nám slouží k temperaci formy na vulkanizační teplotu pro námi zvolený materiál. Forma by měla mít stálou teplotu obzvláště okolo dutin formy. K ohřevu formy proto byly použity topné patrony. K snímání vulkanizační teploty nám zde slouží teplotní čidlo, které je od firmy HASCO. Otvory temperační dutiny jsou uzavřeny pomocí ucpávek (Obr.20).



Obr. 19. Zobrazení topných patron a ucpávek

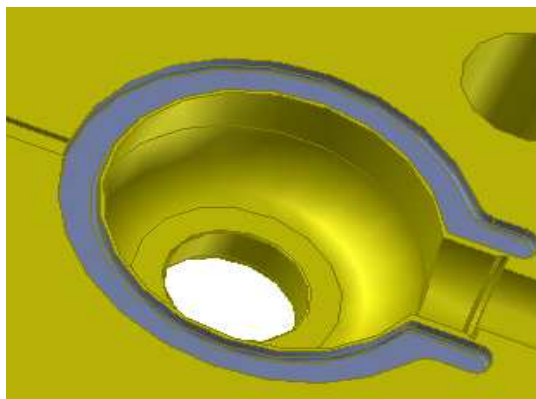
5.3.4 Tvarová deska

Jak již napovídá název jedná se o desku, která patří mezi nejdůležitější části sestavy. Nachází se zde dutina formy, která je dokonale vyleštěna, aby se mohl daný díl snadně vyjmout pomocí jader, které zároveň slouží jako vyhazovače. Povrch jader a trnů, které jsou uchyceny na unašeči, je též dokonale vyleštěn, aby sejmutí pryžového dílu při přetažení bylo pokud možno co nejjednodušší.

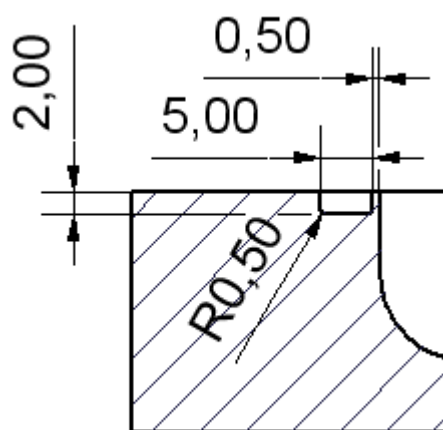


Obr. 20. Tvarová deska

Dále se zde nachází přetokové kanálky, které mi odvádí přebytečný materiál a slouží též pro odvzdušnění formy. Při uzavírání formy vzniká již zmíněný přetok v místě dělicí roviny. Tak že přebytečný materiál má možnost úniku a v místě dělicí roviny vytvoří přetok, který je spojen s výliskem. Pro snadnější oddělování přetoku je možno dosedací plochu odlehčit, jak je znázorněno na obrázku (Obr.21). Pokud přetok nelze odtrhnout, pak ho musíme pracně odstříhovat nebo jej ořízneme pomocí skalpelu.



Obr. 21. Odlehčení dosedací plochy



Obr. 22. Detail dosedací plochy

6 NÁVRHN VULKANIZAČNÍHO LISU

Při návrhu lisu musí vždy konstruktér zvolit stroj na němž bude výroba probíhat. Při této volbě je třeba se držet některých parametrů, a to že: Obvodové rozměry formy musí být takové, aby šla bez většího problému připevnit na stroj. Dále musí brát v úvahu uzavírací sílu stroje F_u . Musí být větší než je síla, která se snaží formu otevřít F_v . Sílu F_v vypočteme tak, že vynásobíme součet průmětů ploch výlisku, vtoku a přetoků do dělící roviny tlakem pístu stroje.

$$F_v = S \cdot p_{vs} = 2750,5 \cdot 45 = \underline{\underline{123772,5N}} \quad (1)$$

Vypočtená síla je 123,8 kN. Nyní zvolíme stroj a sílu zkontrolujeme. Jako vulkanizační lis volím lis CBS – 45, který je vhodný pro přímé lisování a přetlačování termosetů.

Síla uzavírací je 597 kN a tím tedy vyhovuje. Jedná se o tlakový lisovací stroj (Obr. 23). Řízení stroje je elektrohydraulické. Technické parametry stroje důležité pro lisování jsou uvedeny v Tab. 3.



Obr. 23. Vulkanizační lis CBS - 45

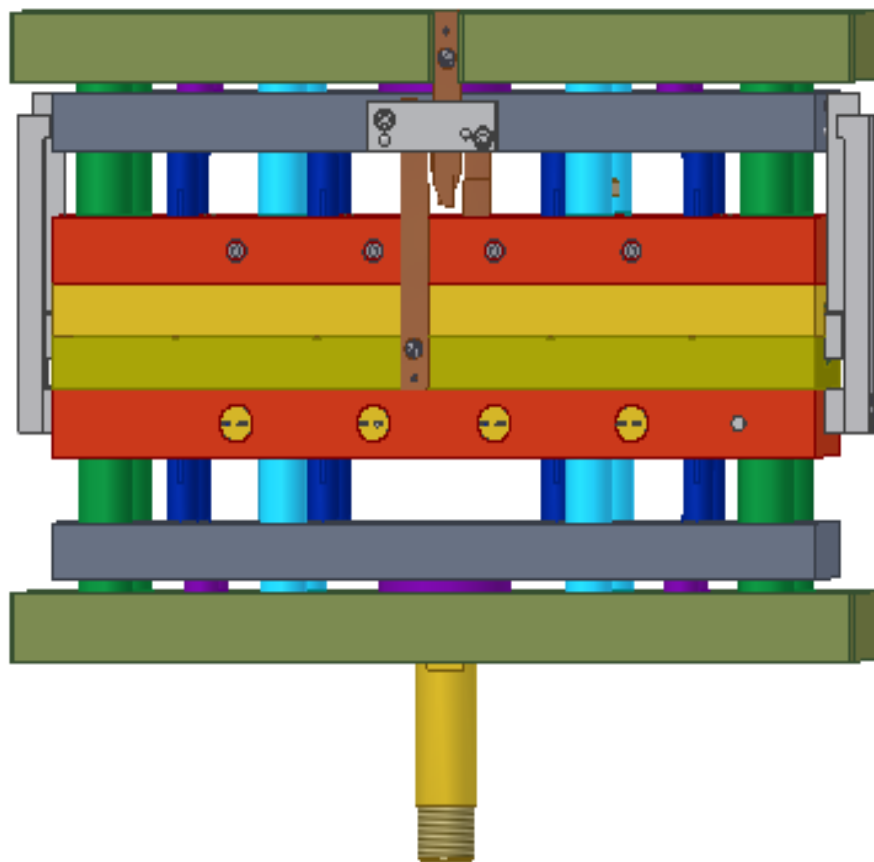


Obr. 24. Upínací plocha stolu pro lis

Tab. III Technické údaje lisu

Uzavírací síla stroje	kN	597
Zdvih uzavíracího pístu	mm	250
Průměr uzavíracího pístu	mm	130
Rychlost: sjížděcí		
nízkým tlakem	mm s ⁻¹	40
vysokým tlakem	mm s ⁻¹	2,5
lisovací	mm s ⁻¹	12
zpětná uzavíracího pístu	mm s ⁻¹	20
Max. otevření lisu	mm	750
Průchod	mm	385
Upínací plocha stolu	mm	360 x 400
Pracovní tlak kapaliny	MPa	0,64
Výkon elektromotoru čerpadla	kW	1,1
Rozměry stroje - délka x šířka x výška	mm	1060 x 750 x 2100
Hmotnost stroje	kg	1120

7 MODEL SESTAVY LISOVACÍ FORMY



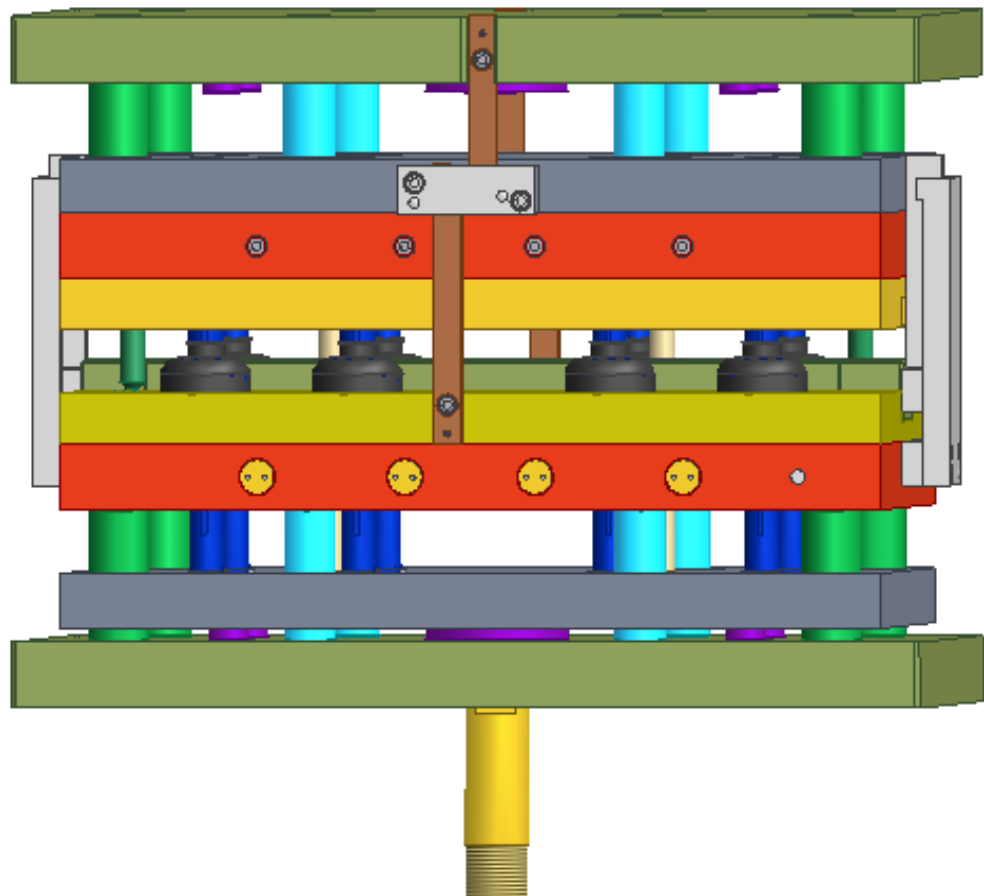
Obr. 25. Uzavřený model sestavy

Model sestavy byl vytvořen pomocí programu Inventor6. Jedná se o program, který nám slouží ke kreslení součástí převážně v prostoru. Při konstruování bylo vycházeno z návrhu formy, který jsem si vytvořil v programu AutoCAD2002 a z podmínek uvedených v teoretické části. Dále se Vás stručně provedu otevřením formy a její přípravou pro další použití.

Otevření formy lze rozdělit do několika fází:

1. fáze otevření formy

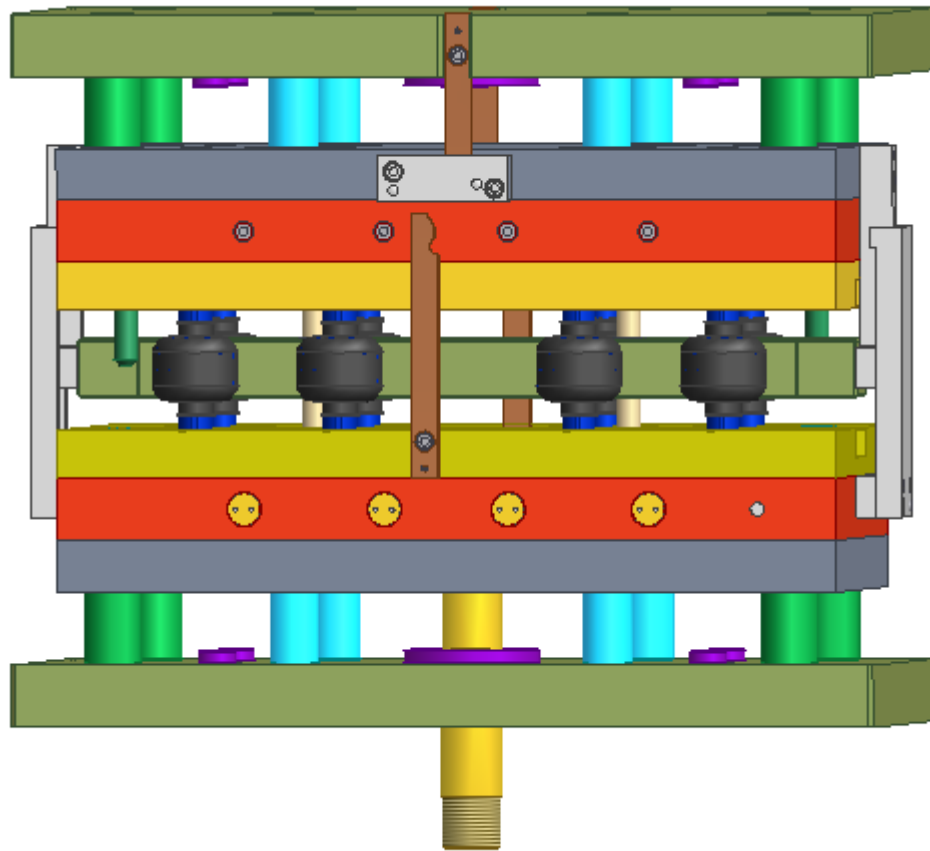
V této počáteční fázi sepne obsluha stroj a uvede do pohybu beran stroje, na kterém je pomocí upínek upevněna horní část formy. Dojde zde k otevření formy, ale částečnému. Posun kotevní desky nám umožňuje tažný systém. Tento tažný systém je normálí od firmy HASCO. Maximální posun kotevní desky, ve které jsou ukotvena jádra, které slouží jako vyhazovače z horní části formy činí 29 mm. Pomocí jader se tedy pryžový díl vytáhne z horní dutiny formy.



Obr. 26. 1. fáze otevření formy

2. fáze otevření formy

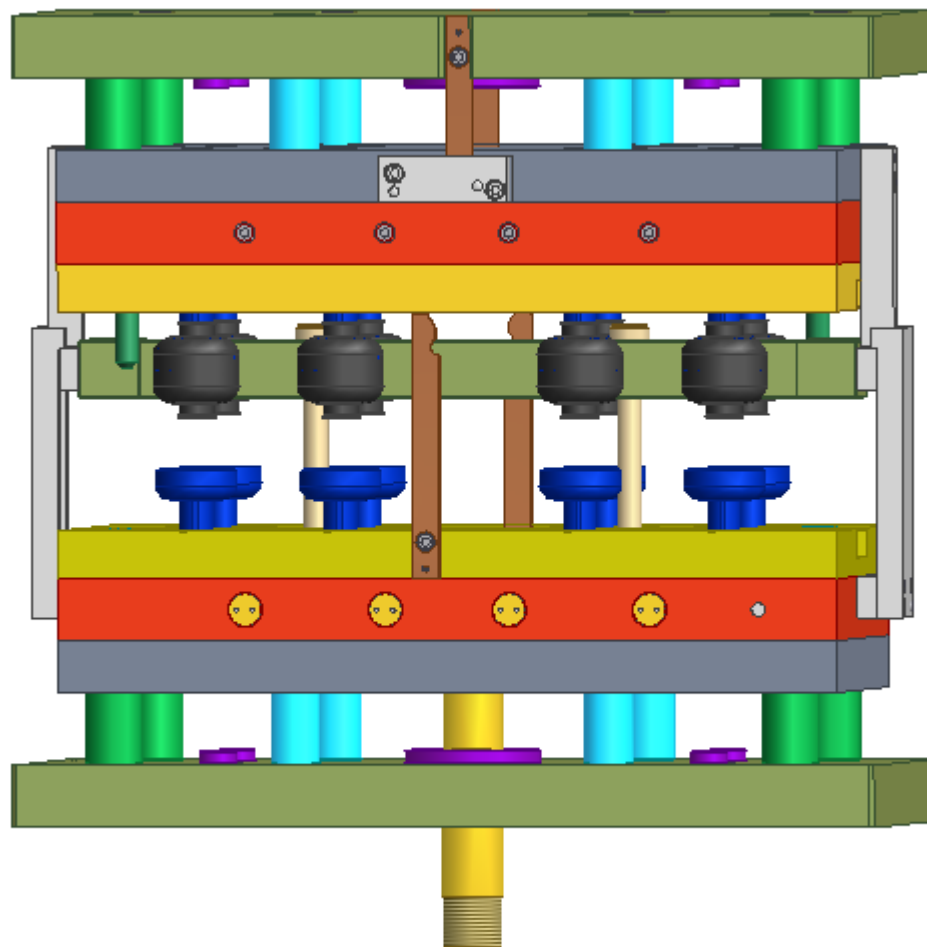
Tady začne fungovat hydraulický válec, na který je upevněno táhlo. Táhlo začne tlačit na spodní kotevní desku, která se nadzvedne a vynese jádra spolu s dílem ze spodní dutiny formy. V této fázi je rovněž uveden do pohybu unašeč, na kterém jsou umístěny trny. Povrch trnů je jsou leštěny, aby sejmutí dílu ve finální části bylo snadnější.



Obr. 27. 2. fáze otevření formy

3. fáze otevření formy

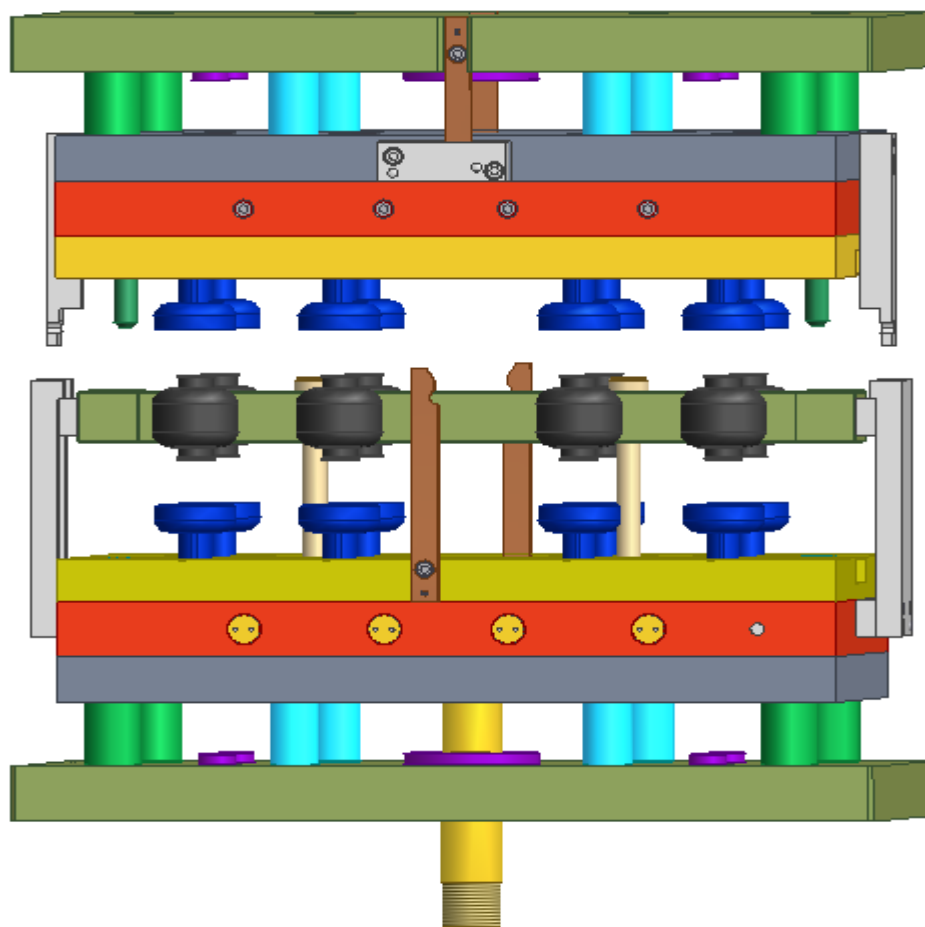
Dochází zde pohybu unašeče spolu s horní částí formy. Unašeč s trny se pohybuje pouze do polohy, kde mu to umožní táhla a tažný systém. Při pohybu dochází k přetažení spodní části dílu z jader, které jsou ukotveny ve spodní kotevní desce. Díl pak zůstane upevněn na horních jádrech a trnech unašeče.



Obr. 28. 3. fáze otevření formy

4. fáze otevření formy

Nazýváme ji jako konečnou část otevření formy. Dojde zde k úplnému otevření lisovací formy. Horní část odjíždí, dochází k přetažení pryžového dílu z horních jader. Díl zůstane uchycen na trnech unašeče. Po ukončení pohybu formy, obsluha sejme díl bočních trnů.



Obr. 29. 4. fáze otevření formy

Po dokonalém očištění formy od nežádoucích nečistot a vyjmutí dílu z formy následuje příprava formy k dalšímu lisování. K odstranění nečistot použijeme vzduch, který je součástí každé firmy, která se zabývá strojírenskou výrobou. Na nečistoty, které nelze odstranit pomocí vzduchu použijeme tyčinky, dráty z měkkého materiálu, abychom nepoškodili dokonalý povrch formy. Po očištění formu vystříkáme separačním činidlem, které nám pak zjednoduší vyjmutí dílu z formy ven. Pokud bychom formu dokonale nevyčistili a nenaimpregnovali činidlem, mohlo by dojít k poškození dílu, nemohli bychom ho vyjmout z formy a měl by vady, jako například kousky staré pryže či bubliny.

Dále musíme nachystat nálož, kterou vložíme do dutiny formy. Nálož musí být předeřhána, kdy předeřháním zkrátíme dobu vulkanizace a docílíme tím lepší tekutosti materiálu. Po uzavření formy následuje dotlak, kde přebytečný materiál a plyny se dostanou z formy ven. Pak už jen následuje doba vulkanizace, kdy vulkanizaci chápeme jako spojení mikroskopických částíček hmoty v určitém pořadí a podle určitých pravidel, kde vlivem vulkanizačních přísad a pomocné vazbové energie vzniká nová hmota s odlišnými vlastnostmi. Předpokládanou dobu vulkanizace volím 6 – 8 minut a vulkanizační teplotu v rozmezí 160 - 200° C. Po uplynutí vulkanizace je díl připraven na vyjmutí z formy ven. Bude následovat otevření formy, jak jsem se již zmínil v předešlé fázi a vyjmutí dílu z formy.

ZÁVĚR

V práci bylo provedeno zaformování dílu a následné provedení návrhu formy, který byl zhotoven pomocí programu AutoCAD2002. Po zhotovení návrhu následovalo zhotovení parametrického modelu programem Inventor6, kde pak byla provedena následná animace otevření formy. Otevření formy bylo rozděleno do několika fází, které se zabývaly průběhem otevření formy a pak následným vyjmutím dílu z formy.

Byla zde volena i předpokládaná doba lisovacího cyklu, kdy při vulkanizační teplotě 160 - 200° C byla stanovena na 6 – 8 minut. Pro temperaci formy byli voleny topné patrony, které formu zahřejí na námi požadovanou vulkanizační teplotu. Pro stabilitu vulkanizační teploty formy byli voleny teplotní čidla. Čidla a topné patrony jsou normálie od firmy HASCO.

Při volbě vhodného vulkanizačního lisu bylo vycházeno z několika podmínek, aby byla dostatečná uzavírací síla stroje, a aby šla forma bez většího problému připevnit na plochu upínacího stolu pracovního stroje. Jako pracovní stroj byl volen hydraulický lis CBS – 45, který je vhodný pro přímé lisování a přetlačování termosetů.

Práce se též zabývá popisem a funkcí vybraných částí formy, které jsou v práci zobrazeny. Při návrhu a následné konstrukci bylo vycházeno z teoretické části a použité literatury.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TOMIS, F, HELŠTÝN, J, KAŇOVSKÝ, J. *Formy a přípravy* .
Brno : Vysoké učení technické v Brně, 1979. 374 s.
- [2] FRANTA, I. A KOLEKTIV *Zpracování kaučukových směsí a vlastnosti pryže*.
Praha : SNTL, 1969. 536 s.
- [3] NUHLÍČEK, F. – OSAĐAN, Z. *TERMOSETY - výroba, spracovaie, použitie*.
Bratislava : Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry n. p, 1959. 384 s.
- [4] ŠTĚPEK, J. – ZELINGER, J. – KUTA, A. *Technologie zpracování a vlastnosti plastů*. Praha : SNTL, 1989. 637 s
- [5] FRANTA, I. A KOLEKTIV *Gumárenská technologie I – Gumárenské suroviny*.
Praha : SNTL, 1979. 608 s
- [6] ŠPAČEK, J. *Technologie gumárenská a plastikářská II*.
Brno : Vysoké učení technické v Brně, 1979. 200 s

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

NBR Butadienakrylnitrilový kaučuk

NR Přírodní kaučuk

SBR Butadienstyrenové kaučuky

F_v Otevírací síla formy

F_u Uzavírací síla stroje

P_{vs} Tlak taveniny ve formě

S Plocha

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Princip lisování	11
Obr. 2. Lisování přetlačováním	13
Obr. 3. Typy lisovacích forem	14
Obr. 4. Řešení dělicích rovin	17
Obr. 5. Dílce lisovací formy.....	22
Obr. 6. Vulkanizační kotel na teplý vzduch s ventilátorem	25
Obr. 7. Zadaný pryžový díl	35
Obr. 8. Řez A-A vedený lisovací formou	36
Obr. 9. Řez B-B vedený lisovací formou.....	37
Obr. 10. Zobrazení návrhu formy v programu Inventor6	37
Obr. 11. Zobrazení kusovníku lisovací formy	38
Obr. 12. Dělicí rovina dílu	39
Obr. 13. Upínací deska.....	40
Obr. 14. Dorazy.....	41
Obr. 15. Kotevní deska	41
Obr. 16. Ukotvení jader	42
Obr. 17. Jádru.....	42
Obr. 18. Topná deska	43
Obr. 19. Zobrazení topných patron a ucpávek	44
Obr. 20. Tvarová deska.....	45
Obr. 21. Odlehčení dosedací plochy	46
Obr. 22. Detail dosedací plochy.....	46
Obr. 23. Vulkanizační lis CBS - 45	48
Obr. 24. Upínací plocha stolu pro lis	48
Obr. 25. Uzavřený model sestavy	50
Obr. 26. 1. fáze otevření formy	51
Obr. 27. 2. fáze otevření formy	52
Obr. 28. 3. fáze otevření formy	53
Obr. 29. 4. fáze otevření formy.....	54

SEZNAM TABULEK

Tab.IV. Potřebný příkon na 1 kg lisovací formy	27
Tab.V. Vliv obsahu akrylonitrilu na jednotlivé vlastnosti pryže	32
Tab.VI. Technické údaje lisu	48

SEZNAM PŘÍLOH

P I CD, obsahující: Návrh a model sestavy, animaci otevření formy, textovou část bakalářské práce