

Konstrukce pláště pneumatiky pro sportovní účely

Bc. Michal Sviták

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michal SVITÁK**

Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Konstrukce technologických zařízení**

Téma práce: **Konstrukce pláště pneumatiky pro sportovní účely**

Zásady pro vypracování:

Vypracujte literární studii na téma

1. Studie

- a) Pláště pneumatik druhy rozdělení
- b) Konstrukční řešení plášťů pneumatik
- c) Konstrukční řešení forem
- d) Výroba plášťů pneumatik radiálních — technologie konfekce

2. Praktická část

- a) Zpracujte konstrukci radiálního pláště pneumatiky 195/65 R15 určeného pro sportovní automobily úpravy Rallye, povrch M+S.
- b) Zpracujte konstrukční řešení segmentové formy

3. Zhodnocení a závěr

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] MARCÍN, Jiří. Pneumatiky : výroba,použití,údržba. 1. vyd. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1976. 272 s. 04-617-76

[2] Dunlop. Tisková zpráva. Mireval [Francie] : ls.n.l, 2007. 5 s.

[3] Barum Continental spol. s r.o. Učební texty Gumárenská technologie, 2004, 80 s

[4] TOMIS, František, HELŠTÝN, Josef. Formy a přípravky. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1985. 273 s.

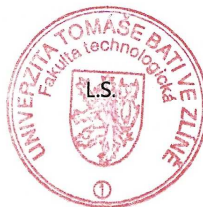
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zdeněk Dvořák, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2010**

Ve Zlíně dne 22. ledna 2010


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

Příjmení a jméno: Sviták Michal

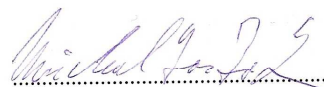
Obor: Konstrukce technologických zařízení

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jcn s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 10. 5. 2010



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:
(1) Vysoká škola nevydávalečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá konstrukcí pláště pneumatiky pro sportovní účely. Práce popisuje plášť pneumatiky jako součást kola motorového vozidla, typy konstrukce kostry pláště pneumatiky a vztahy nutné pro její výpočet, konstrukci plášťů pneumatik, forem na jejich výrobu a postup při výrobě. Součástí práce je studie současné situace na trhu s pláští pneumatik pro osobní vozidla v úpravě M+S v České Republice, konstrukční řešení pláště pneumatiky a formy na jeho výrobu včetně 3D modelů a výrobní výkresové dokumentace.

Klíčová slova: plášť pneumatiky, pneumatika, radiální konstrukce kostry pláště pneumatiky, konstrukce pláště pneumatiky, konstrukce formy

ABSTRACT

The master thesis deals with design of a tyre for sporting purposes. A tyre is characterised as a part of a power-driven vehicle wheel. The thesis describes types of a tyre carcass design and the necessary mathematical relations, design of a tyre and a mould for producing it and a manufacturing process. The thesis includes the study of the situation on Czech market of the passenger car tyres of the M+S specification, the solution of the tyre design and the mould for producing it and moreover the 3D models and the production drawing documentation.

Keywords: tyre, radial tyre carcass design, tyre design, mould design

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce, Ing. Zdeňkovi Dvořákovi, CSc., za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady, odborné materiály a čas, který mně při tom věnoval. Také děkuji Doc. Mgr. Františkovi Koutnému, CSc. za ochotně poskytnuté rady, laskavé svolení k využití programu INSTRUC pro účely této práce a čas, který mně při tom věnoval.

Prohlášení

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 CHARAKTERISTIKA PNEUMATIKY	13
1.1 PLÁŠŤ PNEUMATIKY	15
1.1.1 Kostra pláště pneumatiky	16
1.1.2 Patka	18
1.1.3 Nárazník	19
1.1.4 Bočnice.....	20
1.1.5 Běhoun	22
1.1.6 Výztužné materiály.....	24
1.1.6.1 Textilní výztužné materiály	24
1.1.6.2 Ocelové výztužné materiály.....	25
1.2 RÁFEK	28
1.3 VENTIL	28
1.4 DUŠE	29
1.5 OCHRANNÁ VLOŽKA.....	30
1.6 ZÁKLADNÍ ROZMĚROVÉ PARAMETRY PNEUMATIK	30
2 KONSTRUKCE PLÁŠŤŮ PNEUMATIK	33
2.1 DIAGONÁLNÍ KONSTRUKCE	33
2.2 RADIÁLNÍ KONSTRUKCE	34
2.2.1 Označování radiálních pláštěů pneumatik.....	35
2.2.2 Konstrukční výpočet meridiánu kostry pláště pneumatiky	36
2.3 SMÍŠENÁ KONSTRUKCE.....	40
3 KONSTRUKCE VULKANIZAČNÍCH FOREM NA VÝROBU PLÁŠŤŮ PNEUMATIK	41
3.1 SOUČÁSTI SEGMENTOVÉ FORMY	43
3.2 KONTEJNER PRO SEGMENTOVÉ FORMY	44
3.3 ODVZDUŠNĚNÍ FORMY	45
3.4 OHŘEV FOREM.....	46
4 VÝROBA PLÁŠŤŮ PNEUMATIK	48
4.1 PŘÍPRAVA POLOTOVARŮ.....	48
4.1.1 Vytlačování polotovarů	48
4.1.2 Válcování polotovarů	50
4.2 KONFEKCE PLÁŠŤŮ PNEUMATIK.....	51
4.2.1 Konfekce diagonálních pláštěů pneumatik.....	52
4.2.1.1 Konfekce diagonálních pláštěů pneumatik výrobou z obalů	52
4.2.1.2 Konfekce diagonálních pláštěů pneumatik výrobou z kordových vložek	52

4.2.2	Konfekce radiálních plášťů pneumatik	53
4.2.2.1	Dvoustupňová konfekce radiálních plášťů pneumatik.....	54
4.2.2.2	Jednostupňová konfekce radiálních plášťů pneumatik	55
4.2.2.3	Konfekce na velkokapacitních vícebubnových konfekčních linkách ..	56
4.3	VULKANIZACE PLÁŠŤŮ PNEUMATIK.....	56
4.3.1	Vulkanizace plášťů pneumatik v autoklávech s použitím topných duší	56
4.3.2	Vulkanizace plášťů pneumatik v lisech s použitím topných duší	57
4.3.3	Vulkanizace plášťů pneumatik v membránových lisech.....	57
5	SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI.....	59
II	PRAKTICKÁ ČÁST	60
6	STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	61
7	SOUČASNÁ SITUACE NA TRHU V ČESKÉ REPUBLICE	62
7.1	BARUM CONTINENTAL SPOL. S R.O.	62
7.2	CONTINENTAL	64
7.3	GOODYEAR.....	66
7.4	MICHELIN	68
7.5	PIRELLI TYRE	70
8	NÁVRH PLÁŠTĚ PNEUMATIKY	72
8.1	KOSTRA PLÁŠTĚ PNEUMATIKY	73
8.2	BĚHOUN	75
8.3	OCHRANNÝ PÁSEK.....	77
9	NÁVRH FORMY NA VÝROBU PLÁŠTĚ PNEUMATIKY	78
9.1	SOUČÁSTI FORMY	78
9.1.1	Dezénové vložky	79
9.1.2	Segmenty	80
9.1.3	Dolní bočnicová deska	81
9.1.4	Horní bočnicová deska	82
9.1.5	Dolní patní kroužek.....	84
9.1.6	Horní patní kroužek.....	84
9.2	VÝROBNÍ CYKLUS PLÁŠTĚ PNEUMATIKY VE FORMĚ	85
10	NÁVRH VERIFIKACE KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ.....	87
	ZÁVĚR	89
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	91
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ	96
	SEZNAM PŘÍLOH.....	99

ÚVOD

Plášť pneumatiky je dnes nepostradatelnou součástí naprosté většiny motorových vozidel. Zajišťuje pružné spojení mezi vozidlem a jízdním povrchem. Jeho vlastnosti jsou na takové úrovni, že jej v současné době nelze zcela nahradit jiným zařízením.

U pláště pneumatiky dochází k neustálému vývoji. Rostou nároky na jeho nosnost, zvyšují se provozní rychlosti a především se musí přizpůsobovat neustále se měnícímu složení vozového parku.

Tak jako v jiných disciplínách, tak také v automobilismu se soutěží. Jedním z nejlepších prostředků této soutěže je automobilový sport. V současnosti existuje mnoho sportovních soutěží mezi automobily. Amatérské soutěže v rallye jsou jedním z nich. Pro tyto účely byl zkonstruován plášť pneumatiky, který je předmětem této diplomové práce.

Cíle diplomové práce jsou zpracovat konstrukci radiálního pláště pneumatiky 195/65R15 určeného pro sportovní automobily úpravy rallye na povrchu M+S a navrhnout konstrukční řešení segmentové formy na jeho výrobu.

Plášť pneumatiky je nejdůležitější součástí pneumatiky. Pneumatika představuje jednu ze součástí kola vozidla. Při provozu se všechny tyto komponenty přímo ovlivňují. Při návrhu pláště pneumatiky se dnes musí vycházet z norem.

Pláště pneumatik lze rozdělit podle konstrukce jejich kostry. Rozlišuje se konstrukce diagonální, radiální a smíšená. Kostra pláště pneumatiky tvoří jeho pevný základ. Na jejím tvaru a rozměrech závisí mnoho jeho vlastností. Tyto parametry jsou určující pro další konstrukci pláště pneumatiky.

Výroba pláště pneumatik začíná přípravou polotovarů, které se při konfekci vzájemně spojí. Vzniká tak surový plášť pneumatiky. Pláště pneumatik se v konečné fázi vyrábějí vulkanizací ve vulkanizačních lisech na pláště pneumatik. Ve vulkanizačním lisu je upnut kontejner s formou, která plášti pneumatiky dává konečný tvar a rozměry.

Při návrhu nového typu pláště pneumatiky se vždy vychází z již zkonstruovaných typů. Je potřeba vycházet ze současné situace na trhu, aby konstrukce nebyla zastaralá a málo funkční.

Největší a nejviditelnější změny oproti stávajícím typům jsou patrné především v běhounové části pláště pneumatiky. Jedná se hlavně o tvar a rozměry dezénu a o složení použitých kaučukových směsí.

Jakmile je navrhnut plášť pneumatiky, řeší se konstrukce formy na jeho výrobu. Forma se konstruuje pro určitý typ kontejneru.

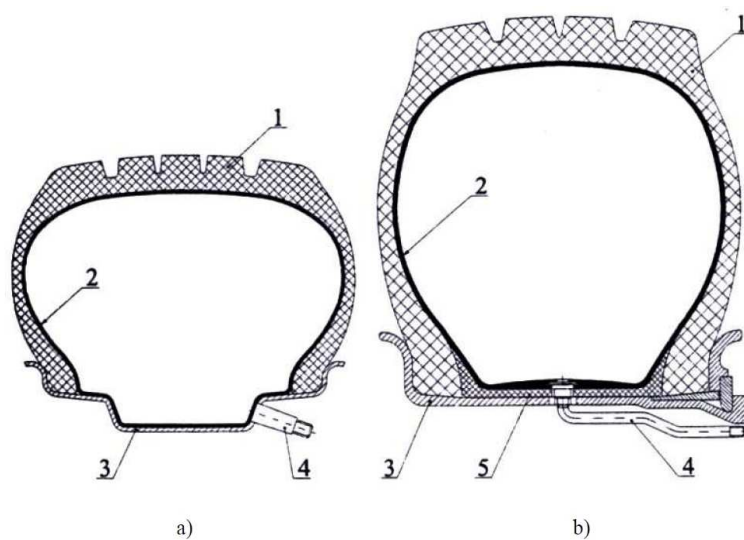
Po všech fázích konstrukce jak pláště pneumatiky, tak také formy na jeho výrobu, následuje verifikace navrženého konstrukčního řešení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA PNEUMATIKY

Pneumatika je celek, který se skládá z pláště pneumatiky, případně duše a ochranné vložky. Společně s ráfkem a ventilem tvoří kolo vozidla. Takto tvořená sestava prstencovitého tvaru je naplněna tlakovým médiem. Pneumatika pracuje na principu tlakové nádoby, jejíž stěny tvoří pružná membrána. (1) (2)

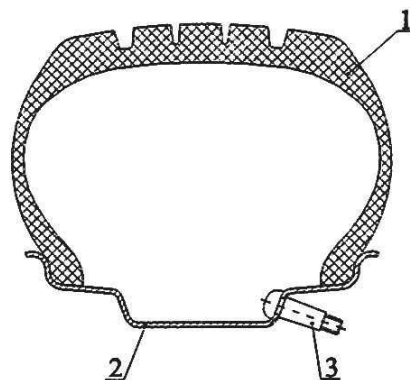
Pneumatiky se rozdělují podle jejich provedení na pneumatiky s duší (Obr. 1) a bezdušové pneumatiky (Obr. 2). (1)



Obr. 1. Řez pneumatikou s duší.

a) pneumatika pro osobní automobily, b) pneumatika pro nákladní automobily

1) plášť pneumatiky, 2) duše, 3) ráfek, 4) ventil, 5) ochranná vložka (1)



Obr. 2. Řez bezdušovou pneumatikou.

1) plášť pneumatiky, 2) ráfek, 3) ventil (1)

Mezi základní požadavky kladené na pneumatiku patří:

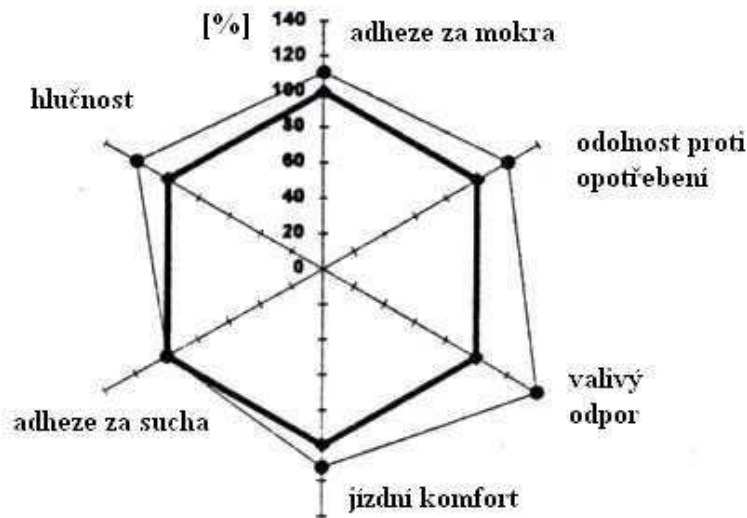
- přenášení zátěže vozidla na vozovku
- přenášení hnacích a brzdných sil a sil přenášených z řízení na povrch vozovky
- vyvinutí příčných sil potřebných pro zatáčení a udržování směru
- tlumení rázů
- zabezpečení dostatečné pružnosti a schopnosti kopírovat překážky
- přesné a rychlé reakce na řízení
- dobrá adheze k povrchu vozovky za různých podmínek (1)

Další důležité požadavky jsou:

- nízký valivý odpor
- nízká úroveň hluku a vibrací
- dostatečně dlouhá životnost
- bezpečnost v provozu
- komfort jízdy
- nízká hmotnost (1)

Uvedené požadavky musí pneumatika splňovat po celou dobu její životnosti. Optimálně sladit tyto požadavky, které jsou často v protikladu, není jednoduché. Proto jsou při navrhování pneumatiky některé vlastnosti více a některé méně dominantní, v závislosti na účelu použití konkrétní pneumatiky a požadavcích na ni kladených. Příklad požadavků je patrný z diagramu na obrázku (Obr. 3). (1)

Na obrázku (Obr. 3) je zobrazen paprskový diagram. Jednotlivé větve diagramu představují požadované vlastnosti pneumatiky a vzdálenost bodů od středu diagramu jejich míru. Silně je vyznačen srovnávací produkční typ pneumatiky, např. Matador MP 12. Každá z vlastností této pneumatiky zaujímá v tomto srovnání 100 %. Požadované vlastnosti pneumatiky jsou vyznačeny tenkou čarou.

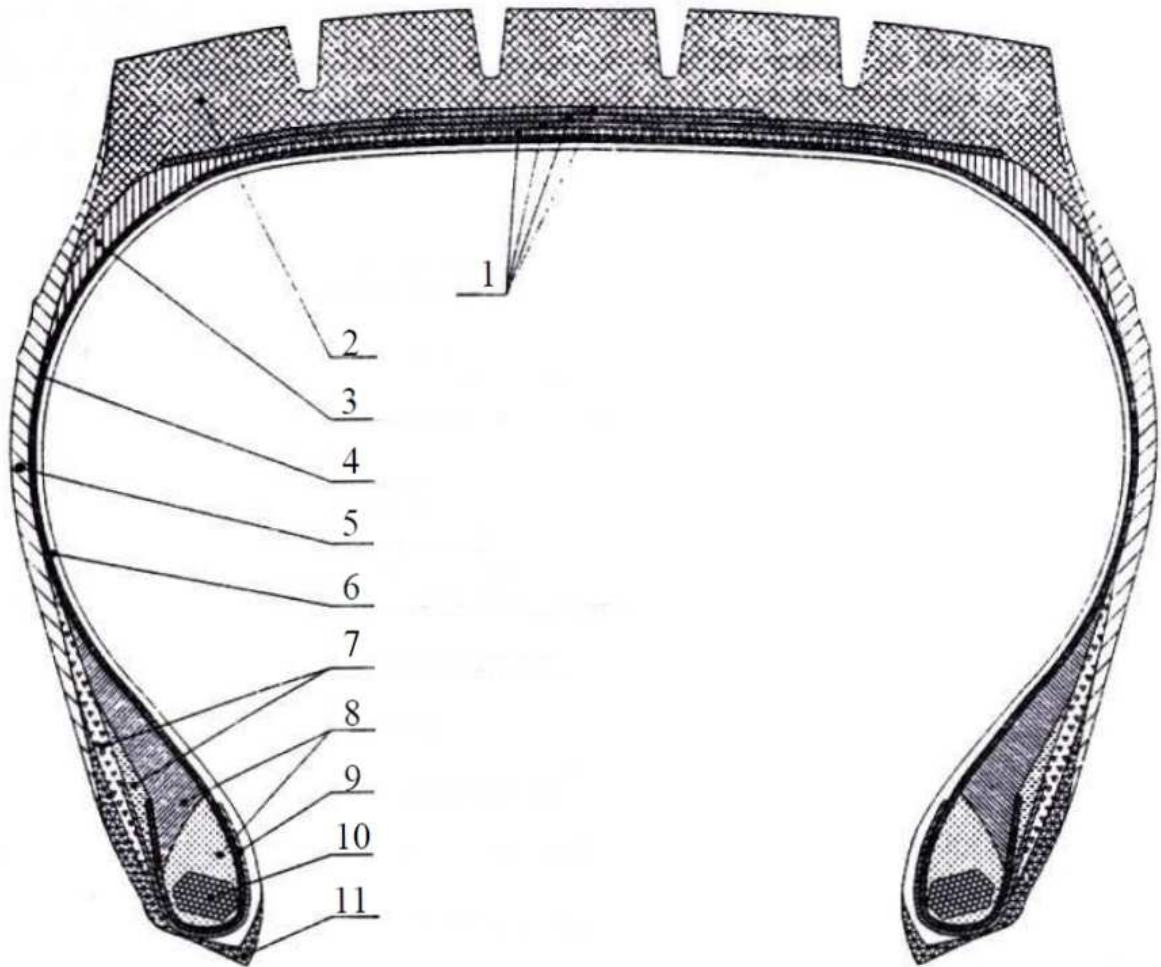


Obr. 3. Polární diagram vlastností pneumatiky. (1)

1.1 Plášť pneumatiky

Plášť pneumatiky je pružná vnější část pneumatiky, která zabezpečuje styk s vozovkou a svou patní částí dosedá na ráfek. (1) (2)

Základ pláště pneumatiky tvoří jeho kostra. Ta je tvořená z pogumovaných kordových vložek. Kostra je zakončena v patní části, kde obepíná patní lana a výztuž patky. Kostru pláště pneumatiky chrání v její vrchní části nárazník. Vnější stranu kostry kryjí po bocích bočnicemi a shora běhoun. Zevnitř je kostra kryta vnitřní gumou, která chrání kostru zevnitř pláště pneumatiky a u bezdušových pneumatik zabraňuje ztrátám tlaku v pneumatice skrze plášť pneumatiky. Vnitřní guma přechází v patní části pláště pneumatiky v patní gumu. Patní guma zabraňuje ztrátám tlaku mezi pláštěm pneumatiky a ráfkem. Ostatní části pláště pneumatiky tvoří různé mezivrstvy, výplně a výztuhy. Výplně jsou tvarované gumové profily, jejichž účelem je zlepšení plynulosti přechodu mezi jednotlivými konstrukčními prvky pláště pneumatiky. Jednotlivé části pláště pneumatiky jsou zobrazeny v řezu na obrázku (Obr. 4). Všem částem pláště pneumatiky se věnuje velká pozornost jak z hlediska jejich konstrukce, tak i z hlediska skladby kaučukových směsí. (1) (2)



Obr. 4. Struktura pláště pneumatiky pro nákladní automobily - radiální řez.

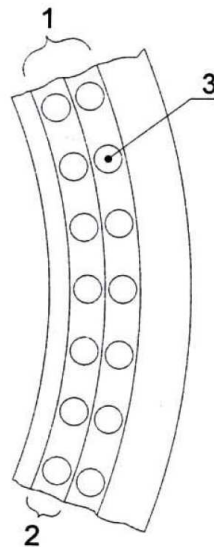
- 1) nárazník, 2) běhoun, 3) výplň ramene, 4) kostra, 5) bočnice, 6) vnitřní guma, 7) výplň patky, 8) jádra, 9) výztuž patky, 10) patní lano, 11) patní guma (1)

1.1.1 Kostra pláště pneumatiky

Kostra pláště pneumatiky - viz obrázek (Obr. 5) - je základní nosný prvek tvořený jednou nebo více vložkami z pogumovaného kordu, které jsou zakotvené kolem patních lan. Určuje řadu důležitých vlastností pneumatiky, mezi něž patří především nosnost pneumatiky, její tvar a jízdní vlastnosti. (1) (2)

Vlastnosti kostry pláště pneumatiky závisí na druhu použitých kordů a konstrukci, která byla pro plášť pneumatiky zvolena. Podle konstrukce kostry pláště pneumatiky rozeznáváme pláště diagonální, radiální a smíšené konstrukce. U diagonální konstrukce plášťů pneumatik rozhoduje o kvalitě kostry a především o její pevnosti pevnost použitých kordů,

hustota dostavy kordové tkaniny, počet kordových vložek a úhel, který spolu svírají kordy ve dvou sousedních vložkách. Počet vložek bývá zpravidla sudý a jednotlivé kordy svírají s obvodovou kružnicí úhel 32 až 40°. Kordové vložky jsou zakotveny v patce přehnutím kolem patního lana. (2)



Obr. 5. Řez
kostrou pláště
pneumatiky.

1) kostra pláště pneumatiky, 2) kostrová vložka, 3) kord (1)

U radiálních pneumatik jsou pevnostní charakteristiky závislé na kvalitě kordů, na počtu vložek v kostře pláště pneumatiky a na konstrukci nárazníkového pásu. Kordy jednotlivých vložek v kostře pláště radiální pneumatiky jsou kladeny ve směru kolmém na obvodovou kružnici, tedy nejkratším směrem od patky k patce (směrem radiálním k ose rotace pláště pneumatiky). Důležitým činitelem pevnosti pláště radiální pneumatiky je nárazník, jehož kordy svírají s nitěmi kostry pláště pneumatiky pravý úhel. (2)

Konstrukci kostry pláště pneumatiky se věnuje značná pozornost a jednotlivé technologické operace jsou předem přesně určeny. (2)

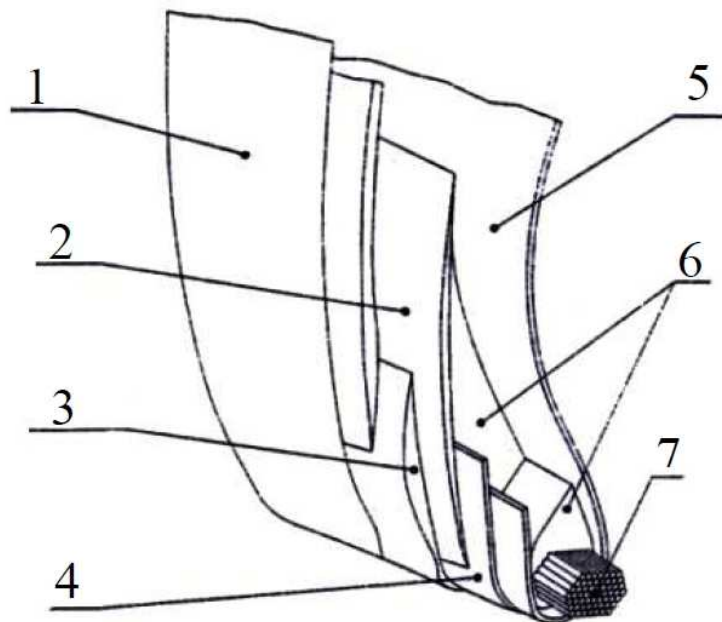
Kord je vyroben z textilu nebo z oceli. Textil používaný pro výrobu kordů může být na přírodní nebo častěji na syntetické bázi. (1)

1.1.2 Patka

Patka pláště pneumatiky je zesílená část pláště dosedající na ráfek. Vytváří se ohnutím kordových vložek kolem patních lan. Ve z vulkanizovaném plášti pneumatiky tvoří pogumované kordy s ocelovým lanem tuhý systém a umožňují pevné ukotvení pláště pneumatiky na ráfek. (2)

Patní lano tvoří dloužený ocelový drát s několika závity o vysoké pevnosti. Počet lan v patce není vždy stejný. Pláště pneumatik pro osobní automobily mají v patce jedno lano, pláště pneumatik nákladních automobilů, zejména při větších rozměrech pneumatiky, mají dvě lana v patce. Tím se kostra i patka dokonale zpevní. Patní lana mohou být různého provedení. Liší se tvarem svého průřezu, počtem drátů v laně nebo konstrukcí lana. (1) (2)

Z vnější strany je nutno chránit patku vysoce pevnostní pogumovanou tkaninou. U plášťů pneumatik radiální konstrukce především pro nákladní automobily se patka většinou vyztužuje pogumovaným ocelovým kordem, aby při značných deformacích za provozu nedocházelo k prolamování pláště pneumatiky pod patkou. Kromě toho obsahuje patka výplně, výztuže, jádra, případně další komponenty, jak je patrné z obrázku (Obr. 6). (1) (2)



Obr. 6. Struktura patky pláště pneumatiky.

- 1) bočnice, 2) patní výplň, 3) patní guma, 4) patní výztuž, 5) kostra pláště pneumatiky, 6) jádra, 7) patní lano (1)

Patka pláště pneumatiky umožňuje její montáž na ráfek pneumatiky. Konstrukce patky pláště pneumatiky musí splňovat následující požadavky:

- dobré uchycení pláště pneumatiky na ráfek pneumatiky
- nemožnost poškození patky raménkem ráfku v provozu pneumatiky
- umožnění montáže pneumatiky
- těsnost pláště pneumatiky na ráfku (2)

K výrobě patních lan se používá velmi kvalitního drátu nebo pásků, které jsou pomosazeny, poměděny nebo pobronzovány, aby se zlepšila jejich adheze k pryži. Lano je nánosováno kaučukovou směsí a při navíjení spojeno v požadovaný tvar. Pro pláště pneumatik s kostrou z ocelových kordových tkanin se tato lana nehodí, protože by při konfekci došlo k deformaci vinutého lana a k jeho poškození. Lana pro radiální pneumatiky s ocelovou kostrou se vyrábějí vinutím ocelových drátů bez obštíku na speciálních strojích. Takové lano se při konfekci nedeformuje, nemění tvar ani po vulkanizaci a může tak dobře plnit svou funkci. (1) (2) (3)

1.1.3 Nárazník

Nárazník je část pláště pneumatiky, která je umístěna mezi běhounem a kostrou pláště pneumatiky. K jeho výrobě se používá různých druhů materiálů. (2)

Nárazník zlepšuje dynamické spojení mezi kostrou a běhounem a současně zvyšuje odolnost kostry pláště pneumatiky proti průrazu. Nárazník zachytává obvodové a příčné síly a tlumí rázy. (1) (2)

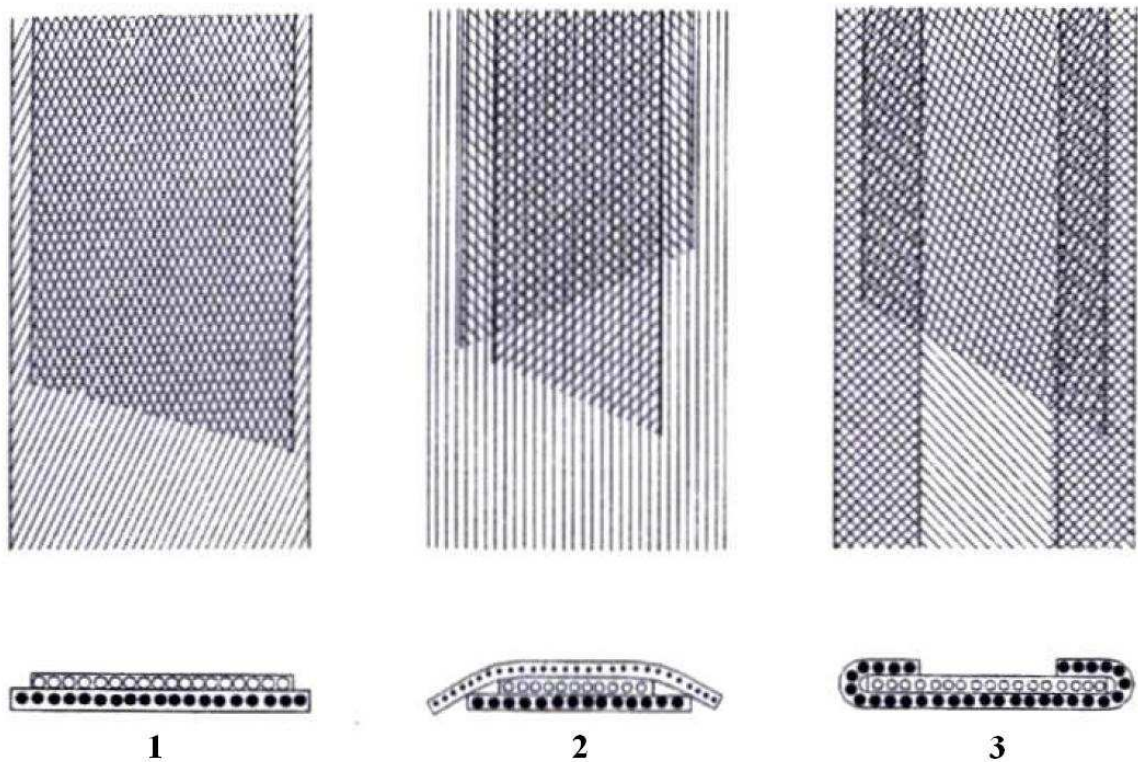
U diagonálních pneumatik se obvykle používá nárazníků dvouvložkových, s úhlem křížení obdobným úhlu křížení kordových nití v kostře. U pneumatik radiálních je počet nárazníkových vložek větší. (2)

U pláštů pneumatik radiální konstrukce mluvíme o nárazníkovém pásu. Úkolem nárazníkového pásu u radiálních pneumatik je především stabilizovat běhoun v obvodovém směru omezováním nežádoucího pohybu jednotlivých partií běhounu. Aby mohl tuto funkci plnit, musí být nárazníkový pás radiálních pneumatik vyroben z vhodných materiálů s velkým modulem. Nejlépe se pro tento účel hodí kordy ocelové. v praxi se však pro náraz-

níkové pásy radiálních pneumatik používají také kordy viskóznové a v některých případech i kordy skleněné. (2)

Výběr materiálu závisí na řadě okolností, z nichž nejdůležitější jsou druh pneumatiky, provozní podmínky a dostupnost jednotlivých typů kordů a výrobních zařízení pro přípravu nárazníkových vložek a konfekci pláště pneumatik. U diagonálních pláště pneumatik bývá nárazník zhotoven z obdobných kordů jako kostra. (2)

Nejpoužívanější konstrukce nárazníku jsou zobrazeny na obrázku (Obr. 7). (1)



Obr. 7. Nejpoužívanější konstrukce nárazníku.

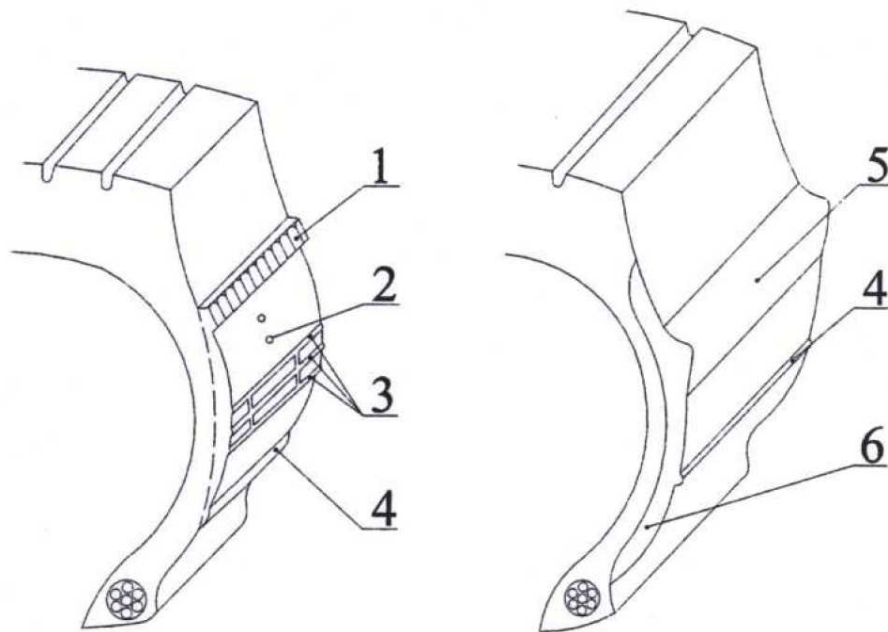
1) řezaný nárazník, 2) řezaný nárazník s ovinutím, 3) překládaný nárazník (1)

1.1.4 Bočnice

Bočnice pláště pneumatiky (Obr. 8) chrání boční část kostry pláště pneumatiky před mechanickým poškozením a atmosférickými vlivy. Vyrábí se z pásů ze speciální kaučukové směsi, která se při konfekci pláště pneumatiky pokládá na kostru symetricky po obou stranách běhounu. (2)

Bočnice je při použití pneumatiky vystavena nebezpečí mechanického i chemického poškození, které se projevuje různými trhlinami, prasklinami a zvrásněním. Nebezpečí spočívá v tom, že trhliny a praskliny postupují směrem ke kostře a může dojít k úplnému poškození kostry, separacím jednotlivých strukturních částí pláště pneumatiky a vyřazení pláště pneumatiky z provozu. Proto se volí kaučuková směs odolná vůči mechanickému opotřebení a vzniku prasklin a trhlin. (1) (2)

Velmi nebezpečným jevem je stárnutí bočnice vlivem vzdušného kyslíku, ozónu a vlivem okolní atmosféry. Jednou z cest jak zabránit tomuto jevu je použití chemických přísad, které vážou vzdušný kyslík. Přísady proti stárnutí nepříznivým působením vzdušného kyslíku a ozónu jsou nazývány antioxidanty a antiozonanty. Jinou možností je použití etylenpropylenového kaučuku (EPDM) do kaučukové směsi při výrobě bočnice. Tento kaučuk má vysokou odolnost proti ozónovému stárnutí. Jeho nevýhodou je však snížená pevnost za tepla. (2)



Obr. 8. Řez bočnicí pláště pneumatiky.

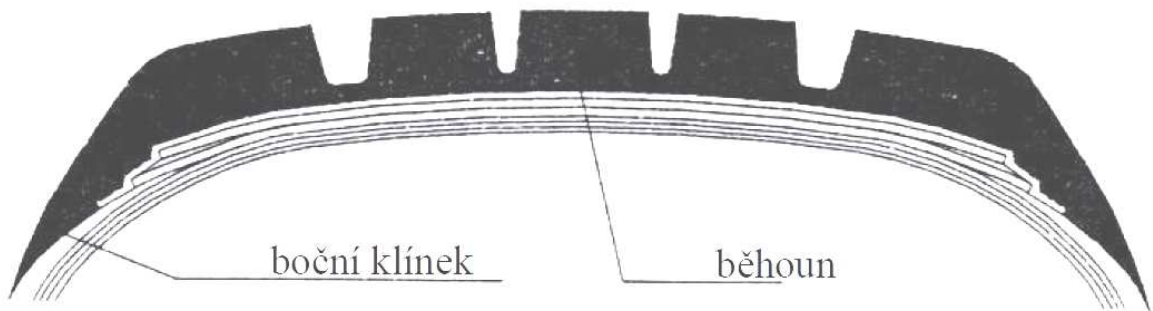
1) ozdobný (krycí) pásek, 2) otisky odvzdušňovacích kolíků, 3) otisky odvzdušňovacích drážek, 4) středící indikační kroužek, 5) ochranný pásek, 6) bočnice pláště pneumatiky (1)

Uvedené způsoby ochrany podstatně zvyšují odolnost pryže bočnice, ale v případech, kdy je pneumatika vystavena dlouhodobému vlivu atmosféry (např. při dlouhodobém stání vozidla na slunci), je potřeba ji chránit ještě speciálním nátěrem. (2)

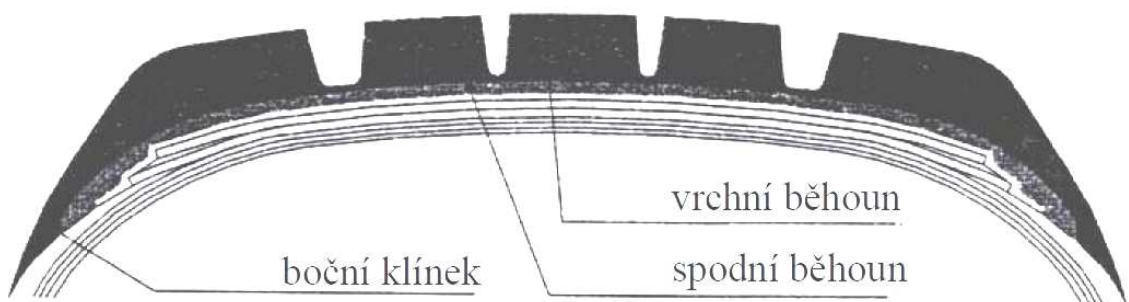
Bočnice obsahuje popis pláště pneumatiky, případně ozdobné, krycí a ochranné pás-
ky a středící indikační kroužek (viz Obr. 8), pomocí kterého se kontroluje správné usazení
patky na ráfek. (1)

1.1.5 Běhoun

Běhoun (Obr. 9, Obr. 10) je vrstva pryže na vnějším obvodu pláště pneumatiky, opat-
řená zpravidla vzorkem - dezénem (Obr. 11), která přichází do styku s vozovkou. Hlavní
funkcí běhounu je přenášet hnací moment na vozovku, dále zlepšovat záběrový moment
pneumatiky a její adhezi k vozovce a zvyšovat účinnost brzdového systému. Použitá kau-
čuková směs musí mít dobré adhezní vlastnosti a přitom vysokou odolnost proti opotřebe-
ní. (1) (2)



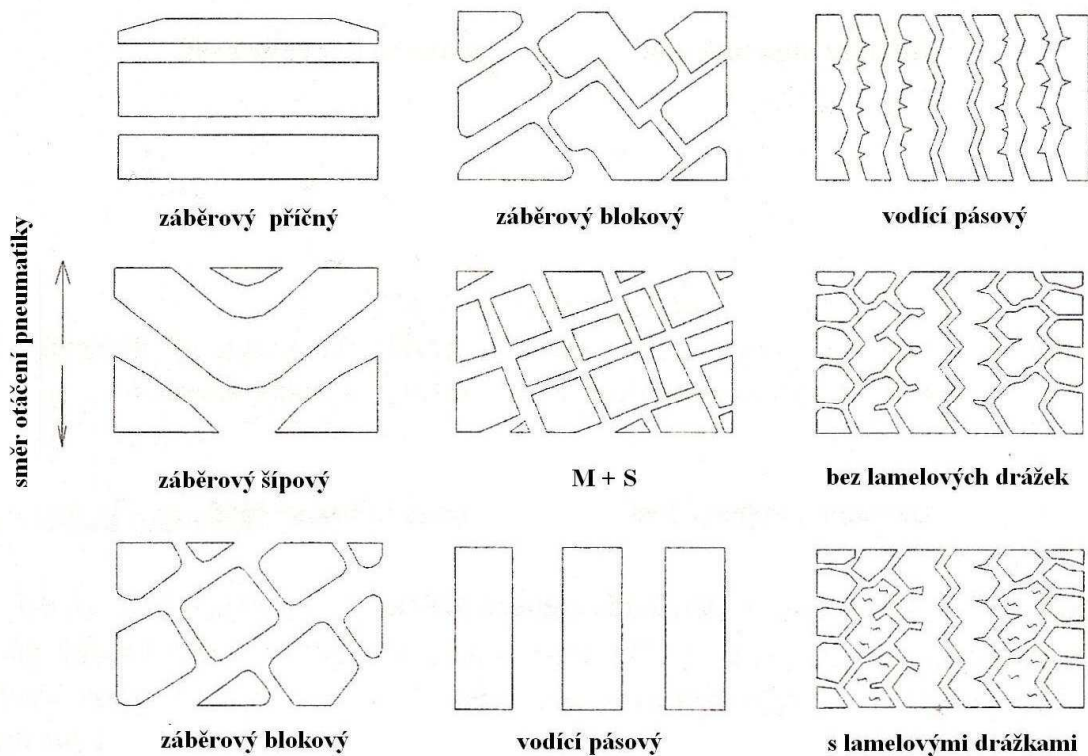
Obr. 9. Řez jednovrstvým běhounem. (1)



Obr. 10. Řez dvouvrstvým běhounem. (1)

Tloušťka běhounu má vliv na teplotní stav pneumatiky, neboť teplo, které vzniká vli-
vem hysterezních pochodů v plášti pneumatiky, je odváděno k povrchu, tj. do běhounu a
bočnice. Je zřejmé, že z energetického hlediska by byl nejvýhodnější co nejtenčí běhoun.
Proto se stěny pláště pneumatiky i běhounu konstruují co nejtenčí. Tloušťka běhounu je
určována především hloubkou drážky dezénu, která ovlivňuje životnost pneumatiky, a po-

třebnou tloušťku materiálu pod drážkou, k zajištění stability dezénových figur a ke zvýšení odolnosti pryže pod drážkou proti praskání. Obvykle se tloušťka běhounu volí tak, že drážka tvoří asi 60 % a hmota pod běhounem asi 40 %. (2)



Obr. 11. Základní typy dezénů. (1)

Moderní pláště pneumatik mají běhoun složený z více vrstev. Spodní vrstva je z materiálu s velmi dobrými hysterezními vlastnostmi při dynamickém namáhání a svrchní z materiálu mimořádně odolného proti oděru. Tato skladba navíc napomáhá rozložení napěťových špiček na okrajích. Na obrázku (Obr. 10) je zobrazen řez pláštěm pneumatiky s dvouvrstvým běhounem. (1) (2)

Značná pozornost se věnuje chemickému složení běhounové kaučukové směsi. Základem této směsi je kaučuk, přičemž pro pneumatiky osobních automobilů se většinou používá v co největší míře kaučuků syntetických, kdežto pneumatiky pro nákladní automobily a autobusy obsahují i kaučuk přírodní, který příznivě ovlivňuje hysterezní pochody ve velké tloušťce běhounu. (2)

Důležitou přísadou do kaučukové směsi na výrobu běhounu jsou aktivní plniva, které svým ztužujícím účinkem zlepšují pevnost běhounové pryže a její odolnost proti odírání za

provozu. Používá se speciálních sazí s velmi velkým povrchem částic, nebo oxidu křemičitého (silika). Zlepší se tím přilnavost běhounu k mokré vozovce, trakce na sněhu a sníží se valivý odpor. (2) (4)

1.1.6 Výztužné materiály

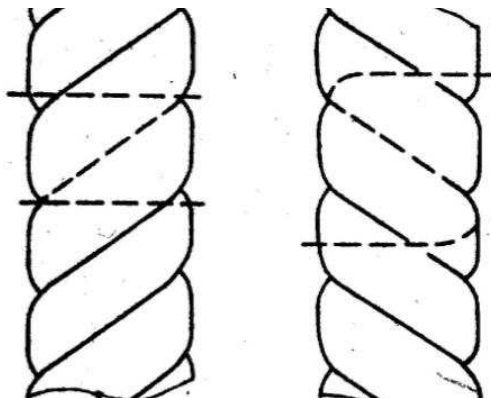
Jako výztužné materiály jednotlivých částí pláště pneumatiky slouží pogumované kordy z technických vláken, tkanin a drátů. Rozhodujícím způsobem ovlivňují funkční vlastnosti pneumatiky a mají významný vliv na životnost pláště pneumatiky v provozu. (1)

Výztužné materiály používané při konstrukci pláště pneumatiky sehrávají významnou úlohu zejména ve formě kompozitů s kaučukovými směsmi. Na výztužné materiály se kladou různé požadavky v závislosti od jejich použití. (1)

Hlavní oblasti použití výztužných materiálů při konstrukci plášťů pneumatik jsou: patní lano, kostra pláště pneumatiky, nárazník a výztuže. (1)

1.1.6.1 Textilní výztužné materiály

Základní formou textilních výztužných materiálů jsou kordové nitě, které se vyrábí skaním. Základní příze se během této úpravy seskává (tím se získává zákrut - Obr. 12), sdružuje a seskáním v opačném směru z ní vzniká kordová niť. V kordové tkanině tvoří kordy osnovu, útek je velmi řídký (5 - 6 nití na 10 cm). Útkové nitě jsou tenké a jejich hlavní úlohou je udržovat nitě osnovy v konstantní vzájemné vzdálenosti. Nánosováním kaučukových směsí na takto uspořádané kordy vzniká kordová vložka. Na obrázku (Obr. 13) je zobrazen detail kordové tkaniny před pogumováním. (1)



Obr. 12. Detail zákrutů textilních vláken -
typ Z a S. (3)



Obr. 13. Detail kordové tkaniny. (3)

Vlákna používané ve funkci textilních materiálů můžeme dále rozdělit na vlákna přírodní a chemická. Z přírodních vláken se v současnosti používá jen bavlna, zejména pro méně náročné aplikace jako např. pláště pneumatik jízdních kol. Její hlavní výhodou je především jednoduchá technologická zpracovatelnost a vyváženost vlastností. Z chemických vláken mají praktické využití hlavně vlákna polyesterová, polyamidová (PA 6 nebo PA 66) a viskózová. V posledních letech se do popředí dostávají vlákna z aromatických polyamidů (tzv. aramidová vlákna) a vlákna z aromatických polyesterů. (1)

Kordové tkaniny se vyrábějí v šířkách do 1500 mm a v délkách do 1000 až 2500 m. Jsou upraveny impregnací pro dobrou adhezi s kaučukovou směsí. (4)

Příklad značení kordové tkaniny: 140 / 1x2, 1100 m, směs CP 01. Příklad znamená, že jde o kord o hmotnosti $140 \frac{mg}{m}$ pro 1 přízi v délce 1 m. 2 takové příze jsou seskané do 1 kordové nitě. Počet osnovních nití v šířce 1 m je 1100. Kordová tkanina bude pogumována kaučukovou směsí CP 01. (4)

1.1.6.2 Ocelové výztužné materiály

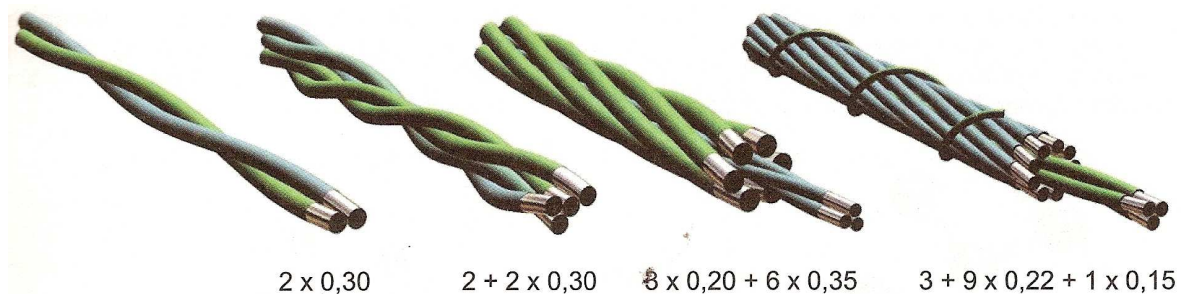
Ocelové výztužné materiály se svými vlastnostmi, technologií výroby, úpravou i zpracováním výrazně liší od ostatních typů výztužných materiálů. Výroba kvalitního ocelového drátu závisí hlavně na vlastnostech surovin a přesně zvládnuté technologii. (1)

Hlavní požadavky, které se kladou na tyto výztužné materiály jsou:

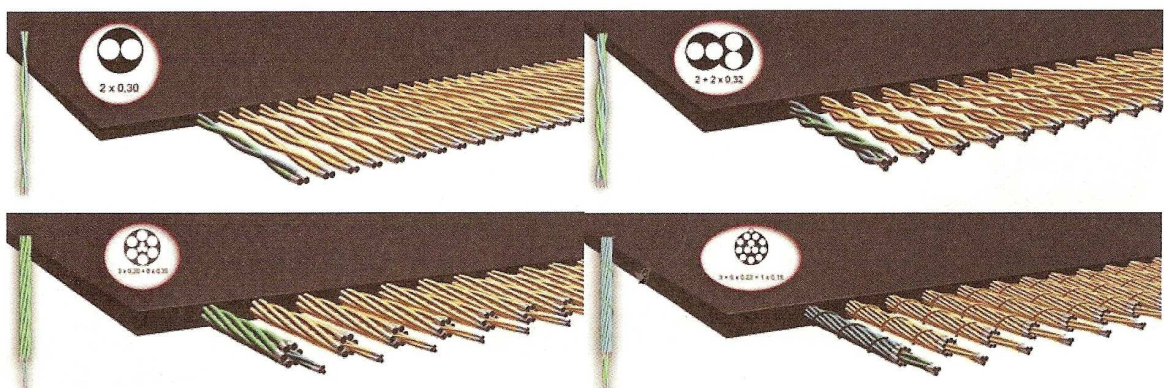
- vysoká pevnost a rozměrová stabilita
- adheze ke kaučukové směsi
- zachování konstantních rozměrů drátů, ale i mezer mezi nimi
- odolnost vůči korozi
- ohybová tuhost
- odolnost vůči tlaku
- dostatečná penetrace kaučukové směsi do prostorů mezi dráty
- hladké okraje nařezaných pogumovaných ocelových výztužných materiálů (1)

Ocelové výztužné materiály se dělí na ocelové kordy a patní lana. (1)

Dostavu ocelových kordů tvoří pouze osnovní ocelové dráty splétané z tenkých drátků. Jsou bez útku. Pro zvýšení adheze s kaučukovou směsí se pomosazují nebo pobronzují. Značení ocelových kordů je obdobné jako u textilních (Obr. 14). Ocelové kordy se nánosují kaučukovou směsí na víceválcích (Obr. 15). (4)

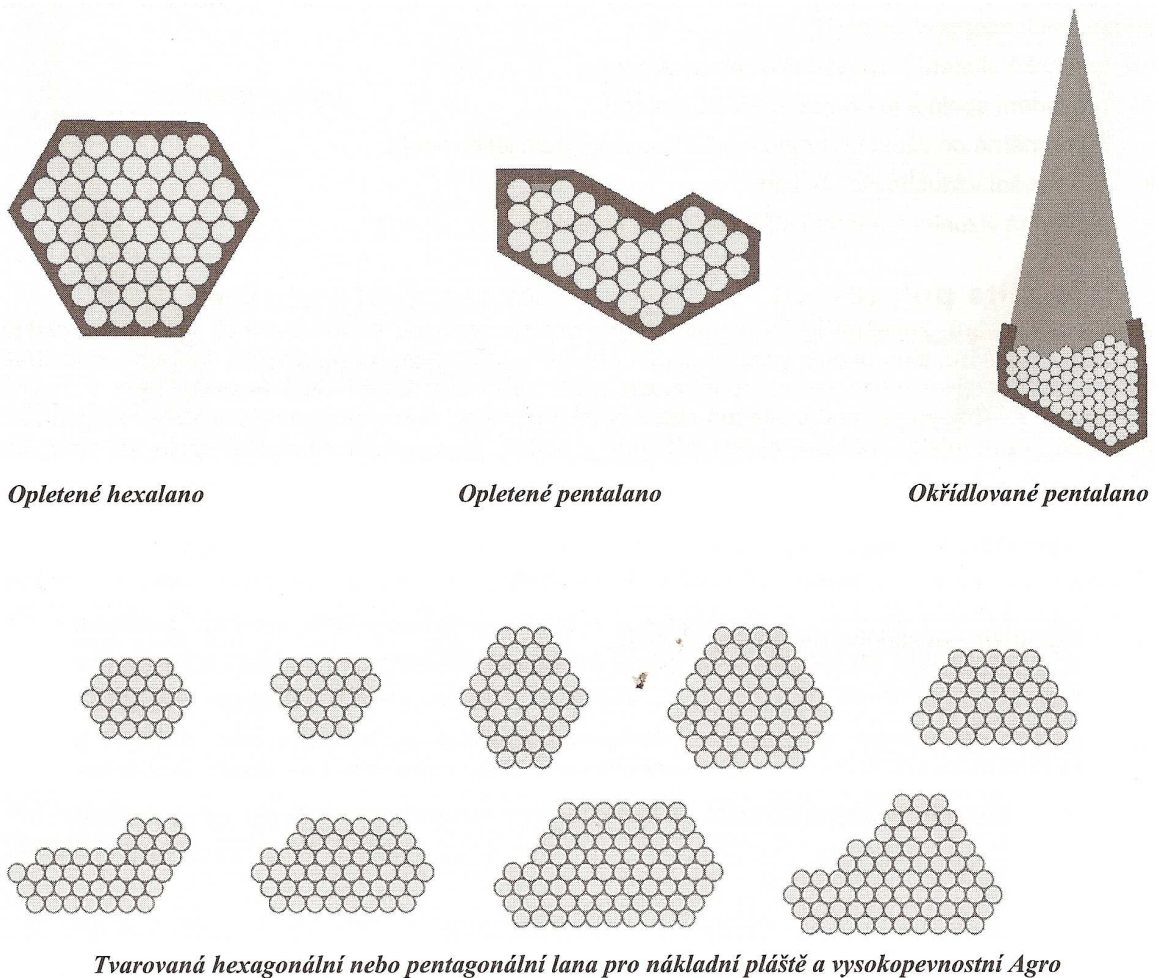


Obr. 14. Příklady ocelových kordů s jejich značením. (4)

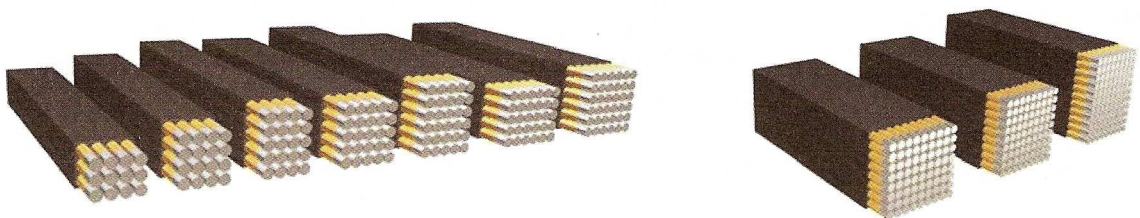


Obr. 15. Ukázky nánosovaných ocelových kordů. (4)

Pro patní lana se používá ocelový drát o průměru 0,89 mm pro pláště pneumatik osobních automobilů a pneumatik pro zemědělskou techniku a průměru 1,8 mm pro pláště pneumatik nákladních automobilů. Drát je upravený pomosazením nebo pobronzováním. Ukázky tvarů patních lan jsou na obrázcích (Obr. 16, Obr. 17). (4)



Obr. 16. Ukázky patních lan. (4)



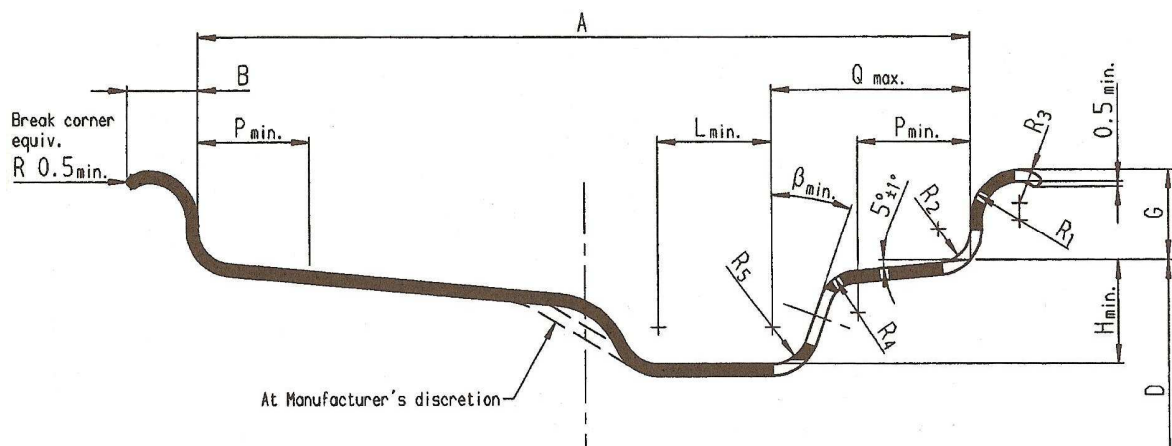
Obr. 17. Příklady čtyřhranných patních lan. (4)

1.2 Ráfek

Ráfek je jednodílný nebo vícedílný pevný disk, vytvarovaný pro uchycení a oporu pláště pneumatiky a případně i duše. Ráfek zprostředkovává přenos sil mezi patkou pláště pneumatiky a střední nosnou částí ráfku. Vyrábí se z kovových materiálů, nejčastěji z ocelového plechu nebo tlakovým litím z hliníkové nebo hořčíkové slitiny. (2) (5)

Prohloubené ráfky jsou ve skutečnosti jediným typem ráfků, které se používají u osobních aut, karavanů a jiných přívěsů za osobní automobily. Prohloubené ráfky – jednodílné ráfky, prohloubené pro snazší montáž pneumatiky (5° úkos dosedacích ploch; v označení rozměru ráfku je uvedeno „x“). Ve skutečnosti jsou používány jen „J“ a „B“ verze (označení tvarů okraje ráfku) prohloubených ráfků. (5)

Konstrukce ráfku vychází z norem ETRTO (6). Typický příklad konstrukce ráfku je zobrazen na obrázku (Obr. 18).



Obr. 18. Konstrukce ráfku. (6)

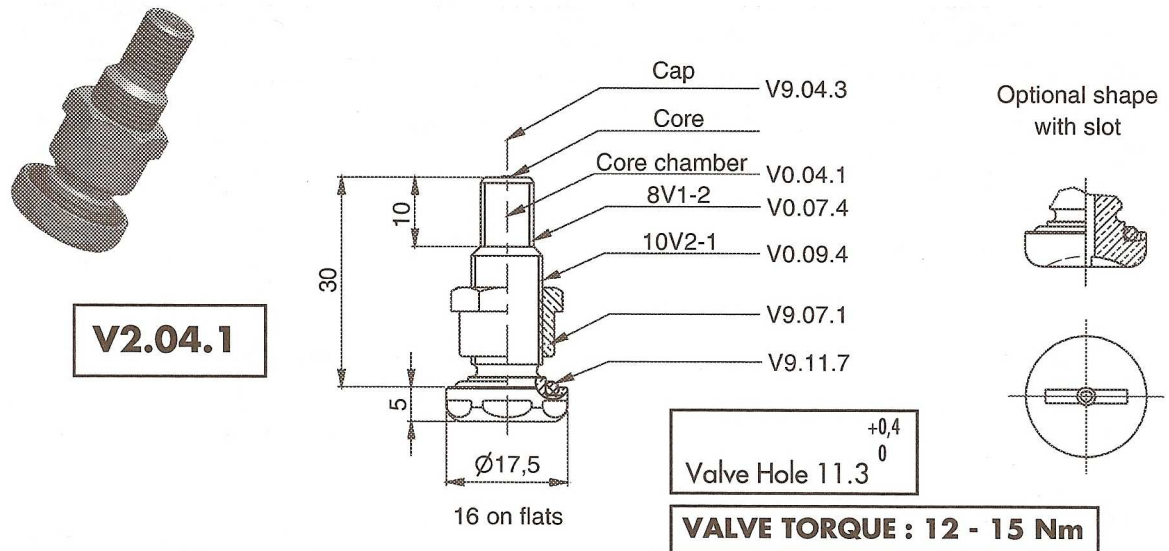
1.3 Ventil

Ventil je kovový nebo pryžokovový dílec, který slouží k huštění bezdušové pneumatiky nebo duše a k vypouštění tlakového média z nich a bezpečně zajišťuje udržení tlaku média v pneumatice při provozních podmínkách. (2)

Ventil musí být konstruován tak, aby těsnil a přitom umožňoval rychlé nahuštění tlakového média v pneumatice na předepsaný tlak. Pláště pneumatik pro osobní automobily mají kovové ventily kombinované s pryžovou těsnící vrstvou, kdežto u plášťů pneumatik

nákladních automobilů se používají ventily celokovové. Ventil se skládá z těchto částí: těleso, kuželka a čepička. (2)

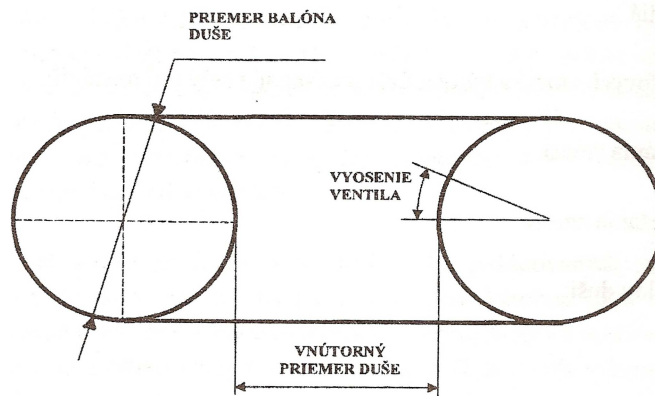
Konstrukce ventilu vychází z norem ETRTO (6). Typický příklad konstrukce ventilu je zobrazen na obrázku (Obr. 19).



Obr. 19. Konstrukce ventilu. (6)

1.4 Duše

Duše (vzdušnice) - viz obrázek (Obr. 20) - bývá součástí pneumatiky s duší. Jejím úkolem je udržovat v plášti pneumatiky tlakové médium. (2)



Obr. 20. Profil duše. (1)

Velká část pneumatik, zejména pro osobní automobily, se vyrábí v provedení bezdušovém. Duše se však u části těchto pneumatik stále používá. (2)

Duše musí mít především relativně vysokou pevnost, dostatečnou neprodyšnost a dostatečně dlouhou životnost. Pro zajištění dobré pevnosti duší se musí k jejich výrobě používat kvalitních kaučukových směsí, jejichž základem je butylkaučuk s výbornou odolností vůči difúzi plynů. (2)

Stěny duše pneumatiky osobních automobilů mají tloušťku asi 2 mm, nákladních automobilů 4 mm a více. Na duši je vyznačen rozměr pláště pneumatiky, pro nějž může být použita. Nedoporučuje se montovat duši do pláště pneumatiky jiného rozměru, neboť se tím vždy zkracuje její životnost. Je-li plášť příliš malý, vznikají na duši přehyby, které během provozu praskají a jsou příčinou jejího znehodnocení a v některých případech i znehodnocení pláště pneumatiky. Při použití duše ve větším plášti pneumatiky, než je povoleno, dochází k většímu protažení stěny duše, a tím opět k zvýšenému nebezpečí poškození. Proto se musí používat duše, které svým rozměrem odpovídají rozměrům pláště pneumatiky. Součástí duše pneumatiky je ventil. (2)

1.5 Ochranná vložka

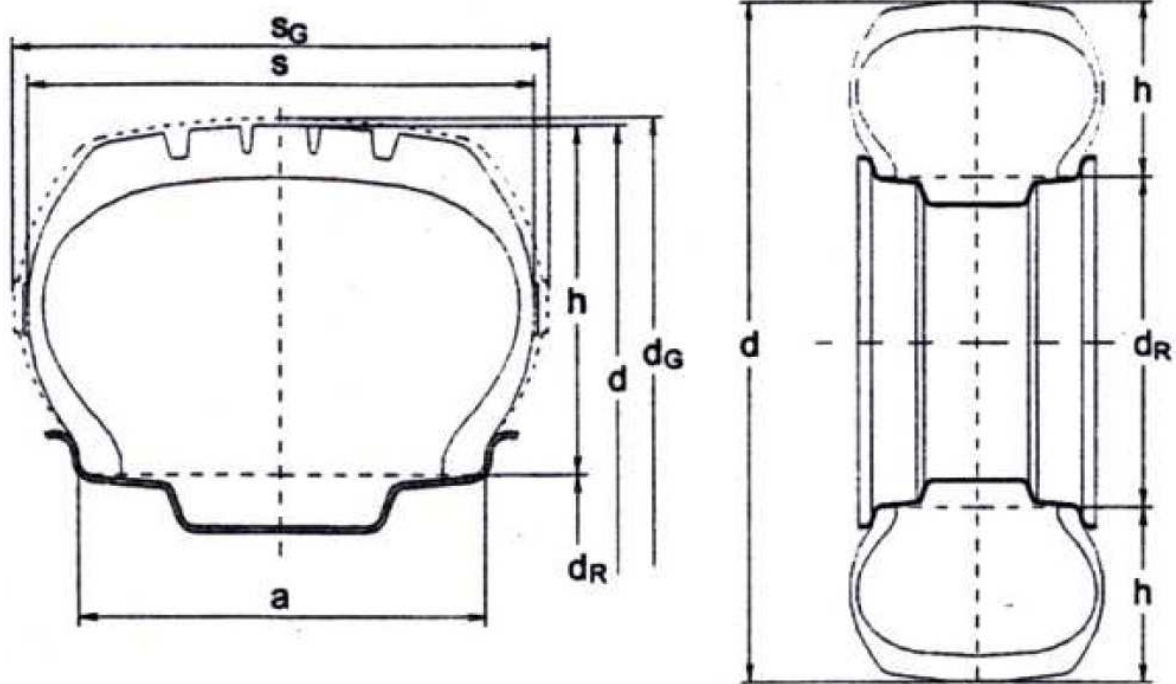
Ochranná vložka je tvarovaný prstenec vyrobený z pryže, chrání duši pneumatiky před možným poškozením způsobeným kontaktem duše pneumatiky s ráfkem. (1) (2)

Protože ochranná vložka není po dobu exploatace dynamicky namáhána, nároky na kaučukovou směs, ze které se vyrábí, nejsou vysoké.

1.6 Základní rozměrové parametry pneumatik

Mezi základní rozměrové parametry pneumatik (Obr. 21) patří:

- jmenovitá šířka pneumatiky - šířka pneumatiky, která je uvedena v označení rozměru pláště a používá se pro výpočet rozměrů pneumatiky [mm]
- s - šířka profilu pneumatiky - vzdálenost dvou rovin kolmých k ose rotace, které se dotýkají vnějšího povrchu profilu nezátížené nahuštěné pneumatiky bez popisu, ochranných pásků a výstupků [mm]
- celková šířka pneumatiky - vzdálenost dvou rovin kolmých k ose rotace, které se dotýkají vnějšího povrchu profilu nezátížené nahuštěné pneumatiky včetně popisu, ochranných pásků a výstupků [mm]



Obr. 21. Základní rozměry pneumatik. (1)

- s_G – maximální celková šířka pneumatiky v provozu – celková šířka pneumatiky zvětšená výrobní a provozní tolerance [mm]
- h – výška profilu pneumatiky – polovina rozdílu mezi celkovým průměrem pneumatiky a jmenovitým průměrem ráfku [mm]
- d_R – jmenovitý průměr ráfku – zaokrouhlený průměr ráfku uváděný jako standardizované označení průměru ráfku, které se používá pro definici velikosti pláště [anglický palec]
- d – celkový průměr pneumatiky - vzdálenost dvou rovin rovnoběžných s osou rotace, které se dotýkají vnějšího povrchu nezátížené nahuštěné pneumatiky [mm]
- d_G – maximální celkový průměr pneumatiky v provozu – maximální průměr pneumatiky zvětšený o výrobní a provozní tolerance [mm]
- jmenovité profilové číslo – stonásobek poměru výšky profilu pneumatiky (h) k šířce profilu pneumatiky (s); plášť je nasazený na standardizovaném ráfku [-]
- a – měřicí šířka ráfku – vodorovná vzdálenost mezi rameny standardizovaného ráfku v místě d_R [mm] (1)

Základní rozměrové parametry pneumatiky vycházejí z norem ETRTO. Normy ETRTO jsou technické podmínky mezinárodní působnosti, které jsou kladeny s ohledem na budoucí vývoj. Jsou založeny na zkušenostech z praxe a umožňují uživateli získat požadované vlastnosti pneumatik, ráfků a ventilů. Podávají obecné informace, ale neberou v úvahu zvláštní podmínky provozu a všechny typy vozidel. (6)

The European Tyre and Rim Technical Organisation (ETRTO)¹ – Evropská technická organizace pro pneumatiky a ráfky - byla založena v říjnu 1964. Členové jsou výrobci pneumatik, ráfků a ventilů. Cíle této organizace jsou uvedeny v dokumentu z října 2001 - E.T.R.T.O. Constitution:

1. podporovat sladování národních norem a hlavně dosáhnout zaměnitelnosti pneumatik, ráfků a ventilů v Evropě
2. zavést společné rozměry, charakteristiky zatížení/tlak a provozní směrnice
3. prosazovat volnou výměnu technických informací ohledně pneumatik, ráfků a ventilů (6)

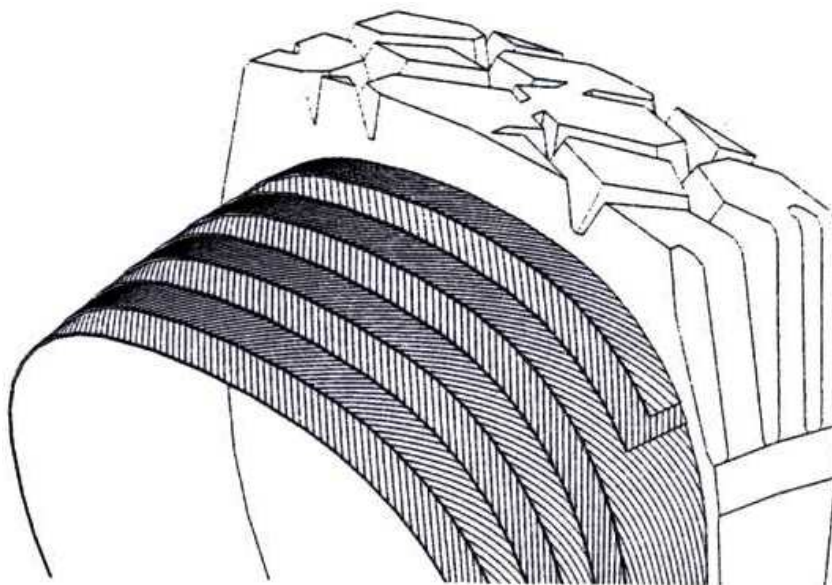
¹ Více informací je k dostupných na internetových stránkách Organizace: <http://www.etrto.org>.

2 KONSTRUKCE PLÁŠŤŮ PNEUMATIK

Podle způsobu konstrukce lze dělit pláště pneumatik na diagonální, radiální a pláště pneumatik smíšené konstrukce. (1)

2.1 Diagonální konstrukce

Kostra pláště pneumatiky diagonální konstrukce je tvořená většinou sudým počtem kordových vložek, jejichž kordy se v jednotlivých vrstvách navzájem kříží pod úhlem menším než 90° , zpravidla v rozmezí $32 - 40^\circ$ vůči střední rovině běhounu (Obr. 22). Takovýto plášť může být doplněn nárazníkem malé pevnosti, který nepřenáší obvodové namáhání, ale jen vyztužuje oblast kostry pláště. (1) (4)



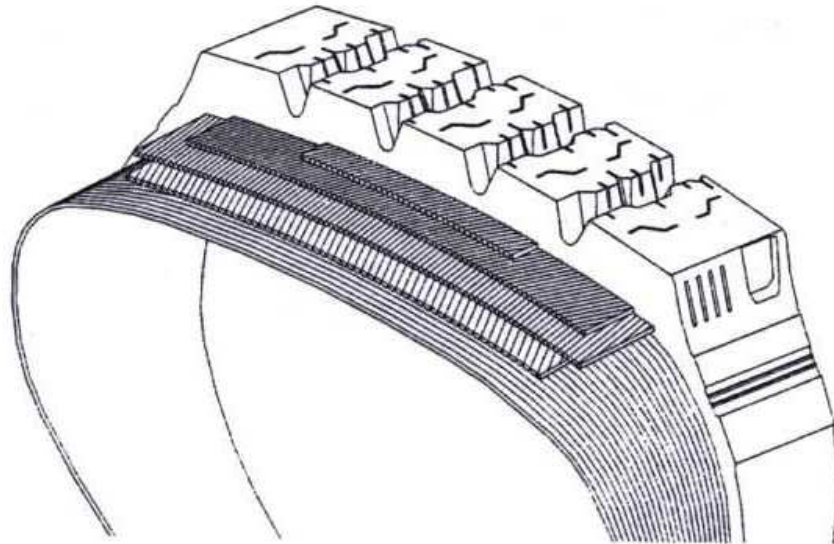
Obr. 22. Plášť pneumatiky diagonální konstrukce. (1)

Diagonální plášť pneumatiky má tuhou bočnici a poměrně poddajnou běhounovou část. V porovnání s radiální konstrukcí pláště pneumatiky má vyšší valivý odpor a s tím související větší vývin tepla a vyšší úroveň opotřebení běhounu, které způsobuje jeho celkově kratší životnost. Jeho výhodou spočívá v nižším riziku proražení a deformace bočnice. Výrobní náklady jsou ve srovnání s radiální konstrukcí pláště pneumatiky nižší. (1) (4)

V současnosti je diagonální konstrukce pláště pneumatik v útlumu. V současnosti se vyrábí v diagonální konstrukci ještě některé rozměry pláště pneumatik pro zemědělství a pláště pneumatik určených do těžkých terénů, kde vyniknou zmíněné výhody této konstrukce. (4)

2.2 Radiální konstrukce

Kostra pláště pneumatiky radiální konstrukce je tvořená lichým nebo sudým počtem kordových vložek, jejichž kordy jsou uloženy vzhledem ke střední rovině běhounu pod úhlem $90^\circ (+0^\circ; -5^\circ)$, jak je patrné z obrázku (Obr. 23). Kostra je vyztužená v běhounové části pláště pneumatiky nárazníkem, který zachycuje veškerá namáhání v obvodovém směru. Ten je řezán pod úhlem $18 - 20^\circ$, pro pláště pneumatik nákladních automobilů až 60° . Pro konstrukci nárazníku se volí materiály s větším modulem, např. ocel. V porovnání s diagonálním pláštěm pneumatiky má tužší běhounovou část a poddajnější bočnicovou část. Pro zesílení patky i oblasti nad patkou se přidává k patnímu lanu ještě výztuha, obvykle z ocelového kordu. (1) (2) (4)



Obr. 23. Plášť pneumatiky radiální konstrukce. (1)

Rozeznáváme 3 skupiny radiálních plášťů pneumatik: celotextilní, kombinované a celoocelové. (2)

Výhodou radiální konstrukce oproti diagonální je lepší záběr pneumatiky na vozovce, menší spotřeba pohonných hmot, větší styčná plocha dezénu s povrchem vozovky (díky lepší přizpůsobivosti kostry pláště pneumatiky terénu), nižší náchylnost vůči smýkání, komfortnější jízda, nižší valivý odpor a kratší brzdná dráha. S tím souvisí zvýšená bezpečnost jízdy. Velkou předností je skutečnost, že se maximálně využije pevnosti kordových nití, neboť v provozu pneumatiky nedochází ke vzniku stříhových sil a kostra pláště pneumatiky se méně zahřívá. Proto může být počet kordových vložek v kostře radiálního pláště

pneumatiky nižší než v kostře diagonálního pláště pneumatiky. Radiální pláště pneumatik jsou však citlivější ke změnám huštění. (2) (4)

Tato diplomová práce řeší plášť pneumatiky osobního automobilu pro sportovní účely. Pro tyto účely je radiální konstrukce pláště pneumatiky nejvýhodnější a nejpoužívanější, proto bude podrobněji rozebrána.

2.2.1 Označování radiálních plášťů pneumatik

Základní údaje o plášti pneumatiky se nacházejí na jeho bočnici. Nejčastěji se zde nacházejí tyto údaje:

- název výrobce pláště pneumatiky
- označení rozměru pláště pneumatiky
- obchodní název pláště pneumatiky
- index nosnosti a index rychlosti
- konstrukce pláště pneumatiky
- provedení pláště pneumatiky (s duší nebo bezdušová)
- označení čísla vulkanizační formy
- indikátor opotřebení dezénu
- maximální použitelný tlak média
- týden a rok výroby
- použitelnost (celoroční, zimní nebo letní) (1)

Rozměry plášťů pneumatik se nejčastěji udávají v jednotkách anglický palec nebo mm, popř. jejich kombinace. (4)

Příklad označení radiálního pláště pneumatiky pro osobní vozidla může být následující: Barum Bravuris 2 195/65 R15 91 H. Takto označený plášť pneumatiky vyrobila společnost Barum, obchodní označení pláště pneumatiky je Bravuris 2. Jmenovitá šířka pneumatiky je 195 mm, jmenovité profilové číslo je 65 a jmenovitý průměr ráfku, na nějž se plášť pneumatiky nasazuje, je 15 anglických palců. Velké písmeno R označuje, že se jedná

o plášť pneumatiky radiální konstrukce. Číslo 91 je index nosnosti a označení H znamená index rychlosti. (4)

2.2.2 Konstrukční výpočet meridiánu kostry pláště pneumatiky

Kostra pláště pneumatiky expanduje do předem daného tvaru ve vulkanizační formě, kdy membrána natlačí surový plášť pneumatiky na povrch formy. Jestliže opora zvenčí chybí, musí kostra sama vzdorovat tlaku na její vnitřní povrch a zaujme tvar vyhovující obecnému principu minimální energie. (7)

Energie nahuštěné pneumatiky při nulové rychlosti se skládá z elastické energie stěny pláště pneumatiky a energie tlakového média v dutině pneumatiky:

$$E_p = E_{el} + E_a, \quad (1)$$

kde:

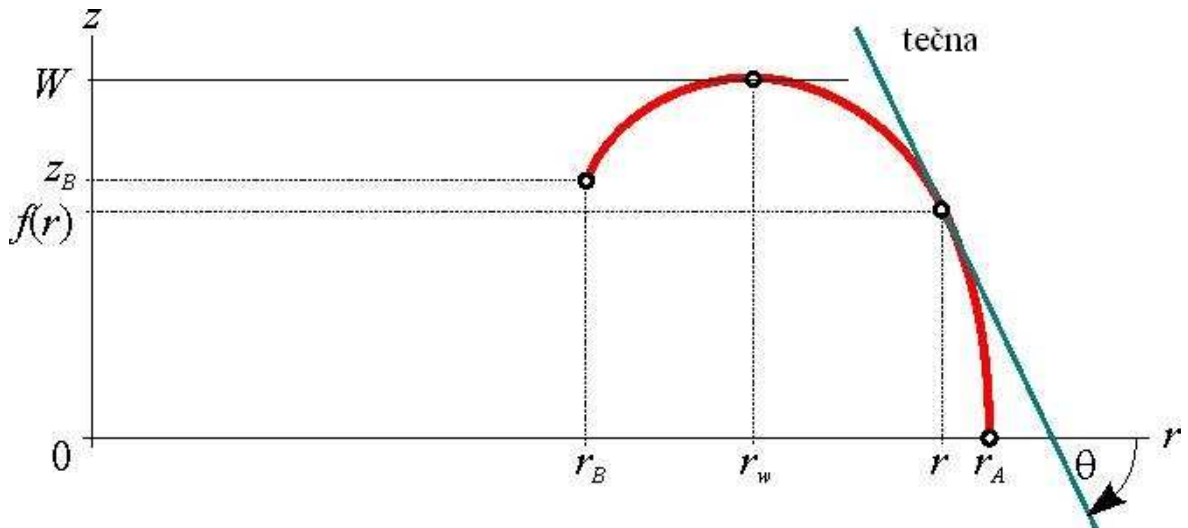
- E_p je potenciální energie nahuštěné pneumatiky [J]
- E_{el} je elastická energie stěny pláště pneumatiky [J]
- E_a je energie tlakového média v dutině pneumatiky [J]

Je dokázáno, že E_{el} lze považovat za zanedbatelnou. Pak lze stěnu pláště pneumatiky redukovat na rotační plochu, jejíž konečný tvar je plně určen sítí kordů kostry. (7)

Nezatížená nahuštěná pneumatika rotuje úhlovou rychlostí ω [s^{-1}]. Proměnná tloušťka a hustota stěny pláště pneumatiky se odráží v povrchové hustotě $\rho \left[\frac{kg}{m^2} \right]$ povrchu A [m^2] reprezentujícího horní polovinu pneumatiky ($z \geq 0$) - viz obrázek (Obr. 24). Je-li bod P na ploše A, je kinetická energie celé plochy reprezentující pneumatiku:

$$E_k = 2 \frac{\omega^2}{2} \int_A \rho(P) r^2(P) dA(P) \quad (2)$$

(7)



Obr. 24. Náčrt typického meridiánu kostry pláště pneumatiky. (7)

Považujeme volně rotující pneumatiku za energeticky uzavřený systém. (7)

Lokální měření délek a úhlů v bodě P plochy A se děje v tečné rovině v tomto bodě, tj. rovině určené dvěma nezávislými tečnými vektory v bodě P. (7)

V případě rotační symetrie vzhledem k ose z je plocha A úplně zadána meridiánovou křivkou:

$$z = f(r) \quad (3)$$

Úpravami a s využitím osové symetrie je:

$$E_k(f) = 2\pi\omega^2 \int_{r_B}^{r_A} \rho(r)r^3 \sqrt{1+f'^2(r)} dr \quad (4)$$

Objem dutiny V [m³] vymezené plochou A s meridiánem z je:

$$V(f) = \int_A dx_1 dx_2 dx_3 \quad (5)$$

S využitím cylindrických souřadnic, použitím věty o substituci a Fubiniho věty je:

$$V(f) = 2 \int_{r_B}^{r_A} 2\pi r f(r) dr = 4\pi \int_{r_B}^{r_A} r f(r) dr \quad (6)$$

Za potenciální energii pneumatiky považujeme jen energii vzduchu stlačeného v dutině pneumatiky, tj.:

$$U_p(f) = p_0 V_0 \ln \frac{V_0}{V(f)} = p_0 V_0 \ln \left[1 - \frac{V_0 - V(f)}{V_0} \right] \approx -p_0 V_0 \left[-\frac{V_0 - V(f)}{V_0} \right] =$$

$$= p_0 \left[V_0 - 4\pi \int_{r_B}^{r_A} r f(r) dr \right], \quad (7)$$

kde:

- V_0 je počáteční objem pneumatiky [m^3]
- p_0 je absolutní tlak [Pa] (7)

Celková energie pneumatiky E [J] je pak funkcí funkce f :

$$E(f) = E_k(f) + U_p(f), \quad (8)$$

V reálných podmínkách se E vždycky minimalizuje. (7)

Při hledání minima energie rotující pneumatiky:

$$[E(f)]L(f) = l_{AB}, \Phi(f) = \phi_{AB}(f) \rightarrow \min., \quad (9)$$

kde:

- L, Φ jsou invarianty expanze [J],

se dospěje úpravami, integrací, zjednodušením a dosažením příslušných integračních konstant k:

$$\sin \theta(r_w) = - \frac{2\pi p (r_w^2 - C)}{\left[\omega^2 \rho r_w^3 + \frac{1}{\sin \alpha} \left(\mu + \nu \frac{\cos \alpha}{r_w} \right) \right]} = 0, \quad (10)$$

$$C = r_w^2, \quad (11)$$

kde:

- μ, ν jsou konstanty (Lagrangeovy multiplikátory) [-]. (7)

Maximální poloměr a (horní hranice definičního oboru funkce f) je definován rovností:

$$\theta(a) = -\frac{\pi}{2}. \quad (12)$$

Tento poloměr v mnoha případech reprezentuje poloměr rovníku kostry pláště pneumatiky.

Pak:

$$a = r_a, \quad (13)$$

$$f(a) = 0. \quad (14)$$

Dosazením a úpravami se dospěje k:

$$\sin \theta(r) = -\frac{(r^2 - r_w^2) \sin \alpha(r)}{(a^2 - r_w^2) \sin \alpha(a)} = 0. \quad (15)$$

Znalost funkce $\sin \theta(r)$ umožňuje algoritmičtý výpočet hodnot funkce f numerickou integrací. Derivace $\frac{d}{dr} \sin \theta(r)$ je rovna křivosti $\kappa(r)$ rovinné křivky z :

$$\kappa(r) = \frac{f''}{(1 + f'^2)^{\frac{3}{2}}}. \quad (16)$$

Tato křivost je konečná a nenulová. Pak lze funkci f v okolí bodu $r = a$ aproximovat obloukem oskulační kružnice:

$$(a - R)^2 + z^2 = R^2, \quad (17)$$

kde:

$$R(a) = \left| \frac{1}{\kappa(a)} \right|. \quad (18)$$

(7)

Výpočet meridiánové křivky lze provést v následujících krocích:

1. zvolí se ε , např. 10^{-4} , a v intervalu $[(1 - \varepsilon)a; a]$ se konstruuje oskulační oblouk

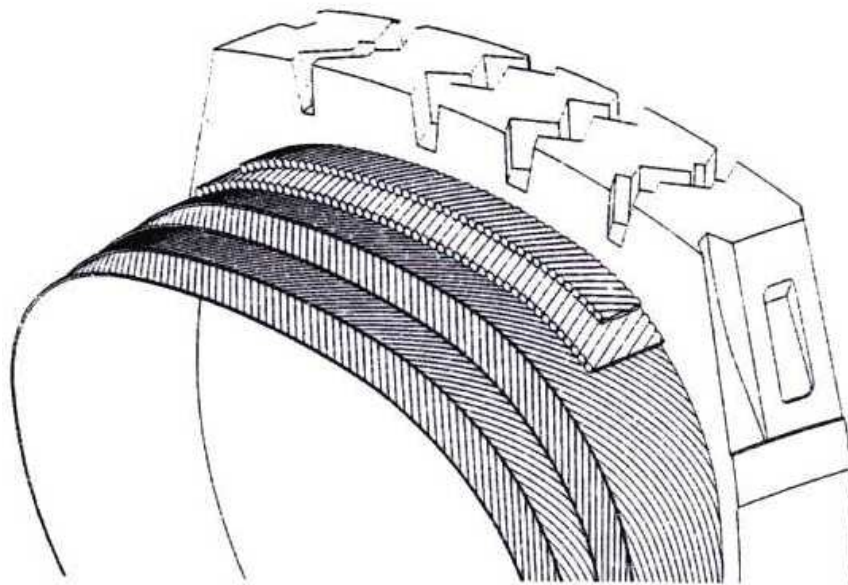
$$z(r) = \sqrt{[2R(a) - a + r](a - r)}$$

2. zvolí se klesající posloupnost poloměrů $(1 - \varepsilon)a = r_0 > r_1 > r_2 > \dots > r_n = r_B$ a numerickou integrací se vypočtou souřadnice

$$z_1 = z(r_i) = z_{i-1} + \int_{r_{i-1}}^{r_i} \frac{\sin \theta(u)}{\sqrt{1 - \sin^2 \theta(u)}} du$$

2.3 Smíšená konstrukce

Tato konstrukce pláště pneumatiky má diagonální kostru s nárazníkem, který zachycuje značnou část obvodového namáhání (Obr. 25). Tvoří přechod mezi diagonálním a radiálním pláštěm pneumatiky. Nejvíce se této konstrukci přibližují radiální sportovní pláště. Tímto konstrukčním řešením se výrobci snažili překlenout období, kdy rostla poptávka po radiálních pláštích pneumatik, ale výrobní kapacity byly zaměřené převážně na výrobu diagonálních pláštů pneumatik. V současnosti se tato konstrukce prakticky nepoužívá. (1)



Obr. 25. Plášť pneumatiky smíšené konstrukce. (1)

3 KONSTRUKCE VULKANIZAČNÍCH FOREM NA VÝROBU PLÁŠŤŮ PNEUMATIK

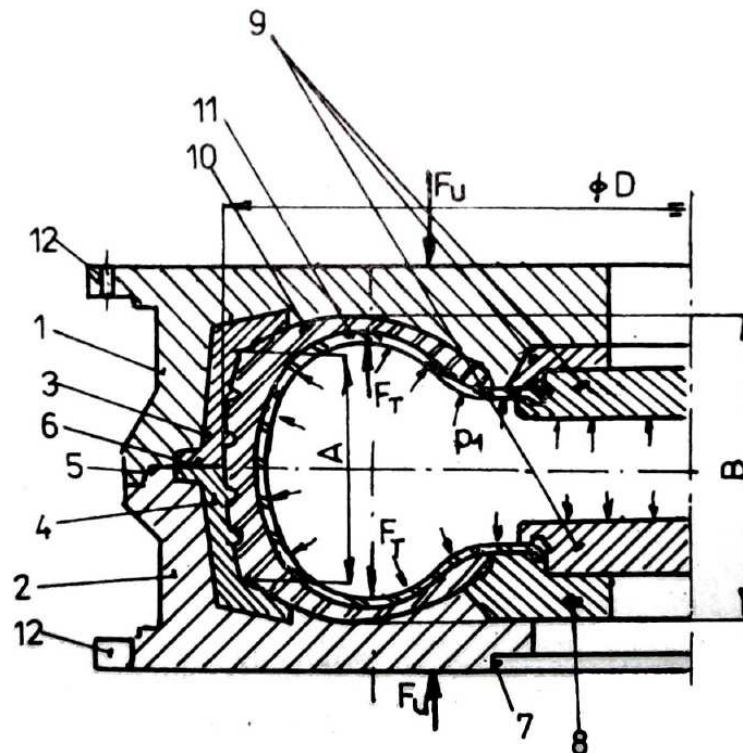
Vulkanizační forma na výrobu pláštěů pneumatik je lisovací nástroj, ve kterém působením tepla a tlaku po určitou dobu získává surový plášť pneumatiky výsledný tvar, rozměry a fyzikálně-mechanické vlastnosti. (1) (8)

Funkce vulkanizačních forem pro pláště pneumatik je poněkud odlišná od funkce běžných lisovacích forem. Tvářecí tlak je totiž vyvozován na výrobek zevnitř, když vlastní forma je již uzavřena. (8)

Vulkanizační formy na pláště pneumatik se dělí na formy dvoudílné a formy segmentové. (8)

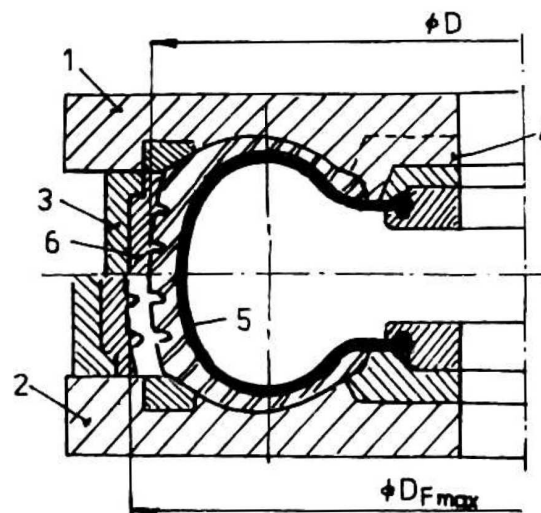
Formy dvoudílné (Obr. 26) mají jednu - horizontální - dělící rovinu. Jsou složeny z horní a dolní poloviny, které jsou vybaveny dezénovými vložkami. Používají se hlavně při výrobě technologicky méně náročných diagonálních pláštěů pneumatik a při výrobě některých druhů speciálních pláštěů pneumatik. Ve výrobě radiálních pláštěů pneumatik se tento typ forem využívá jen okrajově, protože při vertikálním otevírání formy by se poškozoval a deformoval vylisovaný plášť pneumatiky v oblasti dezénu. Výhodou těchto forem je nízká cena a jednoduchá údržba. (1)

Segmentové formy (Obr. 27) jsou formy s více dělícími rovinami. Skládají se z dezénových segmentů, horní a dolní bočnicové desky a patních kroužků. Radiální pohyb segmentů je zpravidla vyvozen mechanismem kontejneru pro segmentové formy, který obepíná formu. Segmentové formy představují nejdůležitější konstrukční skupinu forem pro výrobu osobních i nákladních radiálních pláštěů pneumatik. Segmentové formy jsou několikanásobně dražší, náročnější na údržbu i manipulaci. Hlavní výhodou těchto forem je radiální pohyb segmentů ve fázi otvírání a zavírání formy. Forma je tedy vůči plášti pneumatiky šetrná a nedochází k poškozování částí dezénu a nežádoucím deformacím v této oblasti. (1)



Obr. 26. Radiální řez dvoudílnou formou.

1 – horní díl, 2 – dolní díl, 3 – horní dezénové vložky, 4 – dolní dezénové vložky, 5 – středící kužel, 6 – dělicí rovina, 7 – středící průměr spodního dílu, 8 – vyhazovací patní kroužek, 9 – membránové kroužky, 10 – plášť pneumatiky, 11 – lisovací membrána, 12 – otvory pro upínací šrouby (8)

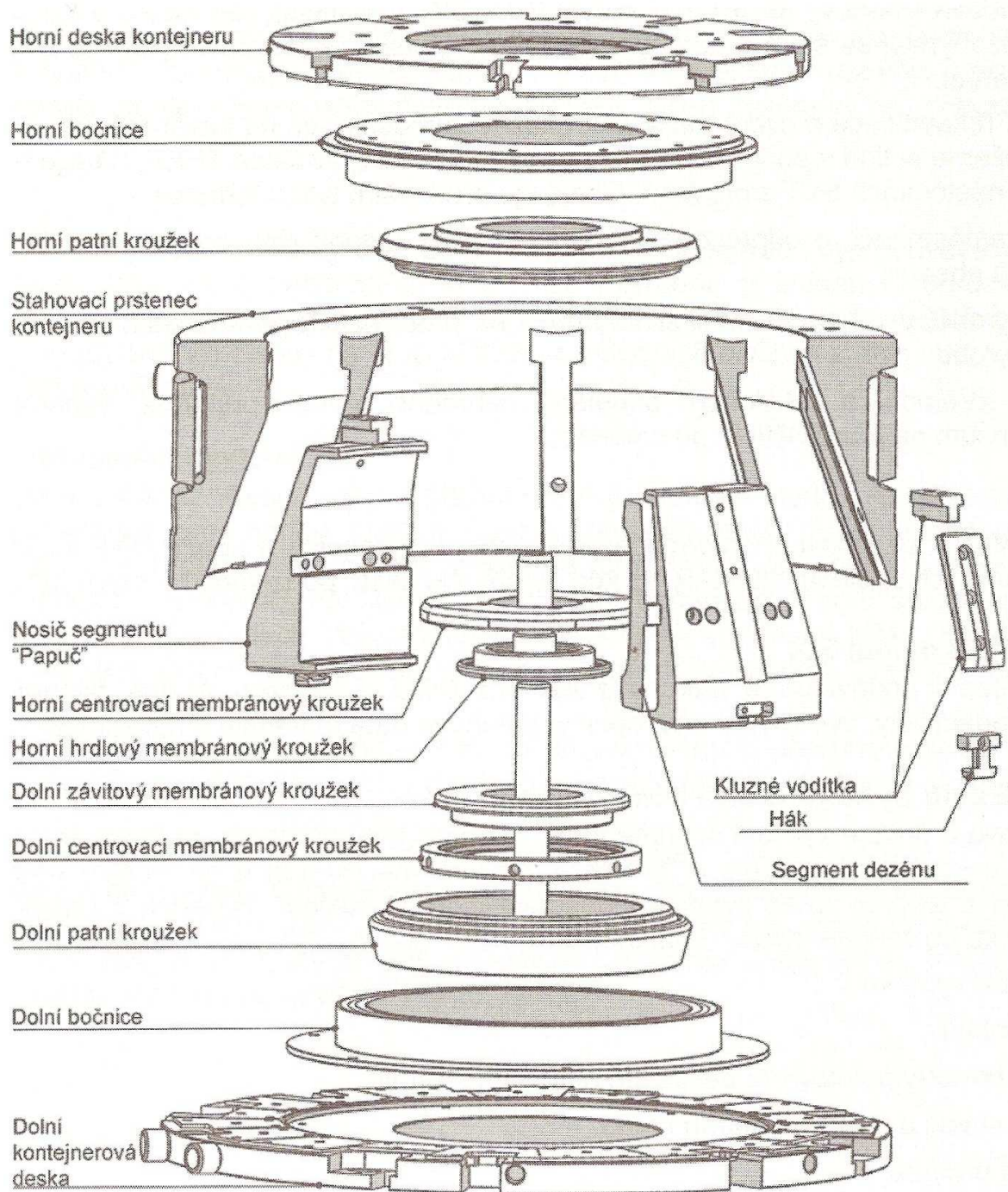


Obr. 27. Radiální řez segmentovou formou.

1 – horní díl, 2 – dolní díl, 3 – segmenty, 4 – horní výsuvný patní kroužek, 5 – lisovací membrána, 6 – dezénová vložka (8)

3.1 Součásti segmentové formy

Hlavními konstrukčními prvky segmentových forem jsou dolní bočnicová deska, horní bočnicová deska, dolní patní kroužek, horní patní kroužek, segmenty a dezénové vložky (viz Obr. 28) (1) (4)



Obr. 28. Součásti segmentové formy a kontejneru pro segmentovou formu. (4)

Dolní a horní bočnicová deska mají tvarové části, které dávají část konečného profilu pláště pneumatiky. Obsahují osazení pro patní kroužky, středící a upínací prvky. Bočnicové desky se upínají do desek kontejneru pro segmentovou formu. Soustruží se z vyžíhaných polotovarů a následně jsou do nich vyfrézovány otvory pro výměnné vložky popisu. Po vsazení a dopasování výměnných štítků se na tvarové části desek gravíruje zbývající negativ popisu pláště pneumatiky a krycích grafických prvků. Musí se zde také zhotovit od vzdušňovací systém. Společně s od vzdušněním se na deskách ručně dohotoví chybějící detaily a odstraní případné nerovnosti. (1) (4)

Patní kroužky se po vyžíhání ocelových polotovarů soustruží. Po soustružení základního tvaru se na tvarové části kroužků vrtá a frézuje od vzdušňovací systém. (4)

Dezénové vložky jsou výrobně nejnáročnější částí formy. Při kompletování formy se upínají do segmentu. Dezénové vložky se vyrábějí z hliníkových slitin nejčastěji tlakovým litím. Odlité dezénové vložky se dále frézují, aby lícovaly se segmenty. Velmi náročné je zhotovení od vzdušnění dezénové části dutiny formy. v dezénových vložkách se musí vyvrtat až tisíce otvorů pro speciální euroventily, aby bylo zabezpečeno správné od vzdušnění této tvarově složité části dutiny formy. Spolu s provedením od vzdušnění se na dezénových vložkách provádějí i ruční dokončovací operace a odstraňování případných vad. (1) (4)

Segmenty zajišťují nesení dezénových vložek a jejich přesnou polohu ve formě. Segmenty se vyrábějí z odlitého prstence, který se po odlití vyžihá. Potom se prstenec nařeže na příslušný úhel podle dezénových vložek. (1) (8)

3.2 Kontejner pro segmentové formy

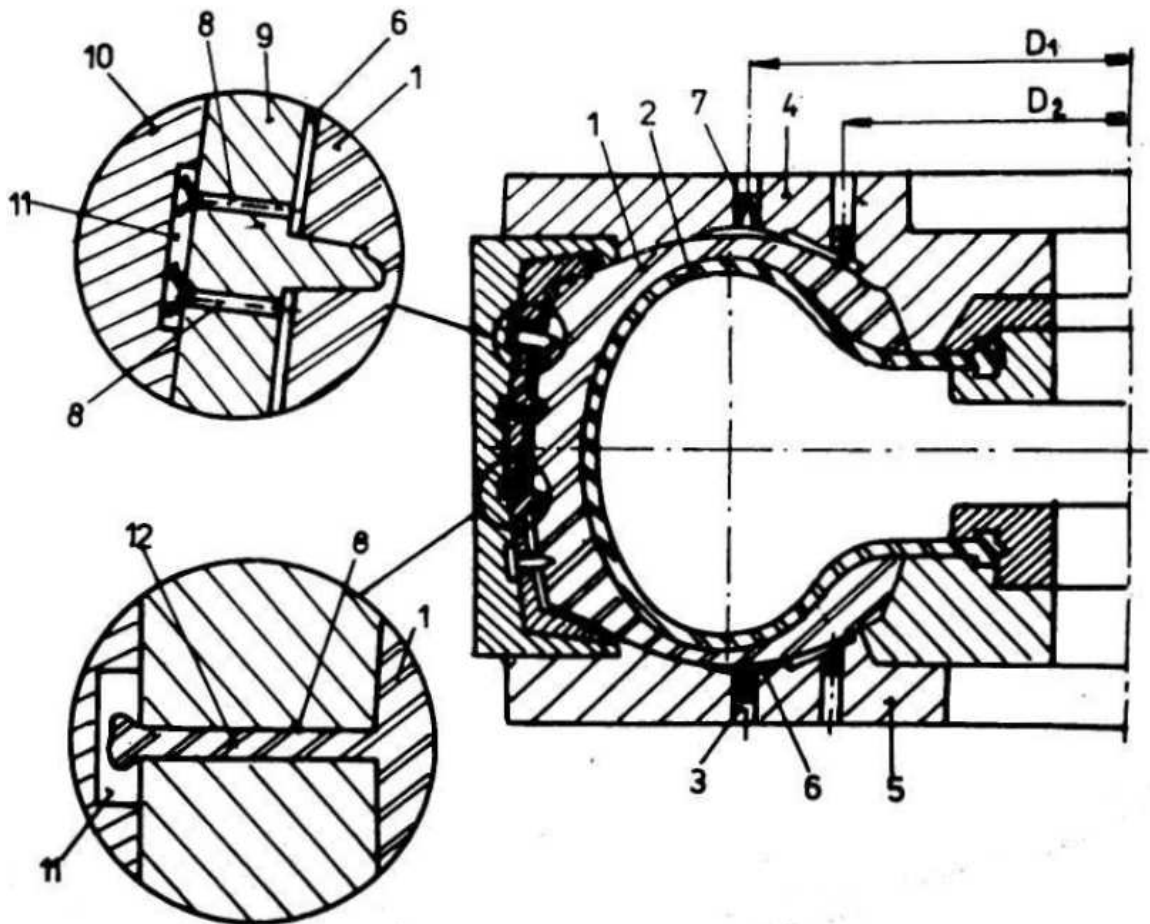
Kontejnery pro segmentové formy jsou zařízení, do kterých se upínají segmentové formy. Jejich hlavním účelem je využitím síly lisu ovládat radiální pohyb segmentových forem. Lisy pro použití kontejnerů musí mít v horním příčnicku zabudované hydraulické ovládání těchto kontejnerů. Ohřev musí být řešen výhřevnými deskami lisu. Ohřev párou je možný jen částečně. (1)

V praxi se používá více konstrukcí kontejnerů pro segmentové formy, ale zpravidla všechny jsou založené na principu posuvu po nakloněné ploše. Pro snížení úrovně tření jsou ve styčných plochách umístěny kluzné prvky. Rozsah pohybu je určen jeho zdvihovou charakteristikou udávající posuv v radiálním a axiálním směru. (1)

Součásti kontejneru pro segmentové formy jsou naznačeny v obrázku (Obr. 28). Jsou to všechny součásti vyjma součástí popisovaných v kapitole 3.1 a membránových kroužků, jež jsou součástí vulkanizačního lisu. (4)

3.3 Odvzdušnění formy

Úkolem odvzdušňovacího systému je odvedení co největšího množství vzduchu nacházejícího se mezi surovým pláštěm a povrchem dutiny formy. Je tvořený soustavou navzájem propojených jemných obvodových a příčných drážek, ve kterých jsou otvory s osazenými odvzdušňovacími kolíky. Pomocí těchto kolíčků nebo sběrných kanálků je vzduch odváděn do prostoru mimo dutinu formy. (1)



Obr. 29. Příklad odvzdušnění formy na výrobu pláštěů pneumatik.

1 – plášť pneumatiky, 2 – membrána, 3 – vložkový otvor, 4 – horní díl formy, 5 – dolní díl formy, 6 – vzduchový polštář, 7 – odvzdušňovací kolík, 8 – odvzdušňovací kanálek, 9 – dezénová vložka, 10 – segment, 11 – sběrný kanál, 12 – přetok (8)

Odvzdušňovací systém se navrhuje současně s konstrukcí formy, ale konečný stav odvzdušňovacího systému zpravidla nastává až po odlisování zkušebních vzorků pláště pneumatik a případné následné úpravě tohoto systému. (1)

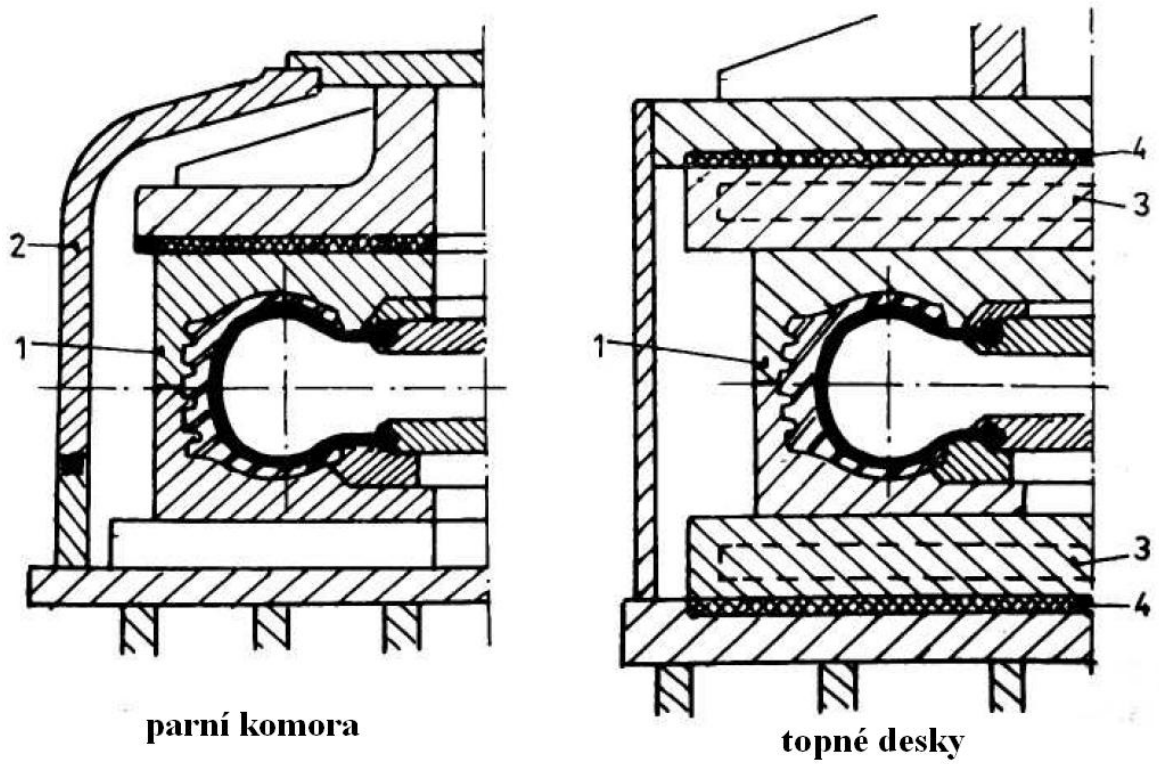
Současné segmentové formy se odvzdušňují pomocí klasických odvzdušňovacích kolíků s vnitřním průměrem 0,6 mm. Přetoky, které zůstávají na plášti po těchto kolících se neodstraňují. Plochy, které netvoří profil pláště stačí odvzdušnit pomocí otvorů s průměrem 1 až 2 mm. Nejnáročnější na odvzdušnění je dezénová část formy, kde jednotlivá žebra a lamely dezénu tvoří překážky pro plynulý odchod vzduchu. Zde je potřeba jednotlivé uzavřené oblasti odvzdušnit každou zvlášť nebo je navzájem propojit. (1)

Příklad odvzdušnění formy na výrobu pláště pneumatik je ukázán na obrázku (Obr. 29).

3.4 Ohřev forem

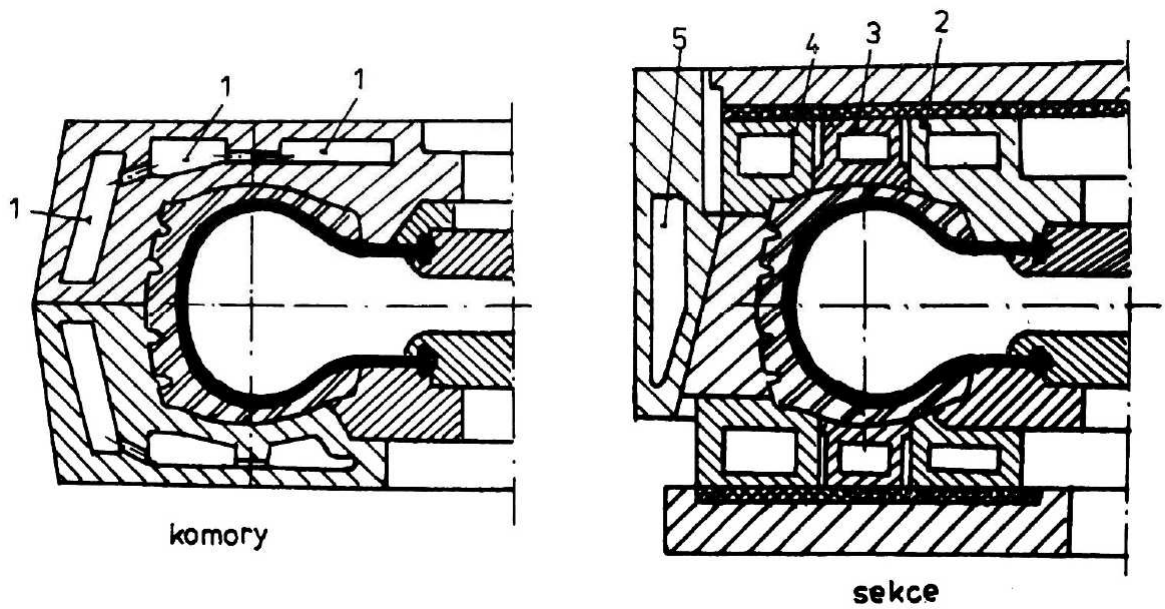
Formy na výrobu pláště pneumatik se ohřívají tlakovou vodou, nebo sytou párou. Plášť pneumatiky se ve formě ohřívá oboustranně. Teplota v dutině formy bývá u směsí z přírodního kaučuku 140 až 150 °C, zatímco u směsí na bázi syntetických kaučuků může být 100 až 220°C. Formu je možné ohřívát v parní komoře mezi topnými deskami nebo má komorový, případně sekční ohřev. U sekčního ohřevu forem jsou sekce od sebe izolovány a každá má samostatný topný okruh. Teplotní režim se musí nastavit tak, aby vulkanizace probíhala rovnoměrně ve všech průřezích pláště. (8)

Schématické znázornění různých druhů ohřevu formy je na obrázcích (Obr. 30, Obr. 31).



Obr. 30. Ohřev forem.

1 - forma, 2 - komora, 3 - topná deska, 4 - izolace (8)



Obr. 31. Ohřev forem.

1 - komora, 2 až 4 - sekce (8)

4 VÝROBA PLÁŠŤŮ PNEUMATIK

Výroba pláštěů pneumatik je souborem těchto základních technologických procesů:

- skladování a příprava surovin
- příprava kaučukových směsí
- příprava polotovarů vytlačováním nebo válcováním
- konfekce pláštěů pneumatik
- lisování a vulkanizace pláštěů pneumatik
- úpravy a kontrola z vulkanizovaných pláštěů pneumatik (9)

Nedílnou součástí všech základních technologických procesů je kontrolní činnost, jejímž cílem je zajistit dosažení předepsaných parametrů výrobku na každém technologickém stupni. (9)

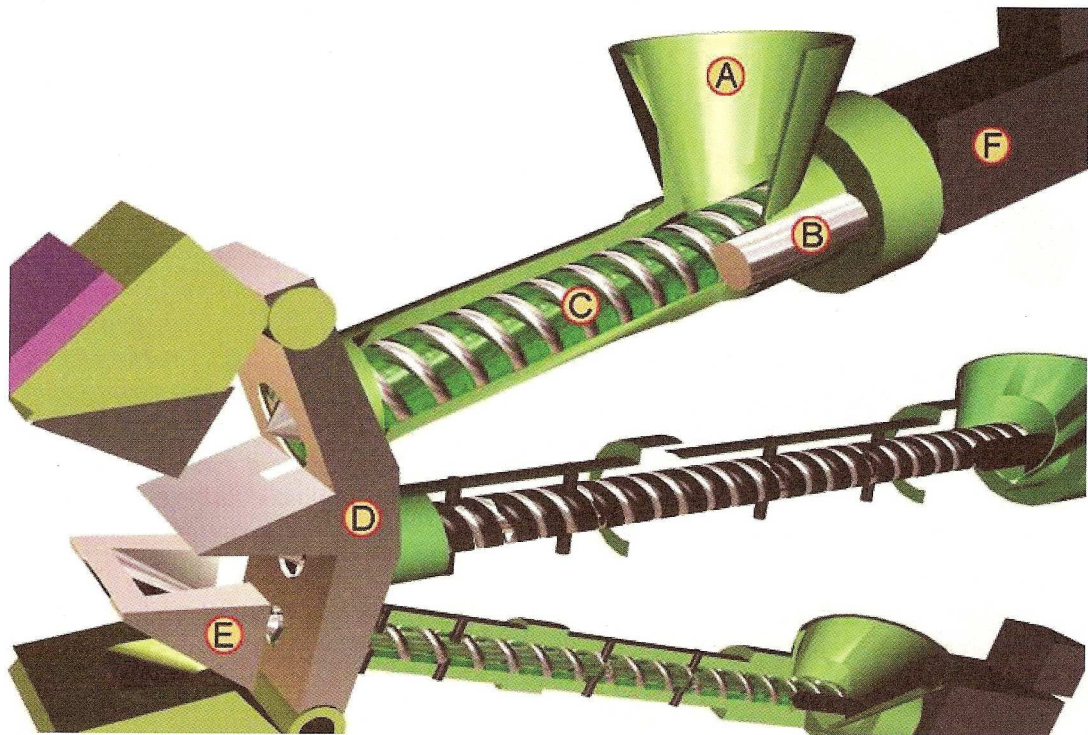
4.1 Příprava polotovarů

Základními polotovary pro výrobu pláštěů pneumatik jsou běhouny, kordové vložky, bočnicové pásy, patní lana, nárazníky a různé druhy doplňujících materiálů. (2)

Polotovary pro výrobu pláštěů pneumatik se připravují dvěma základními způsoby: válcováním a vytlačováním. (10)

4.1.1 Vytlačování polotovarů

Vytlačování je jedna z nejproduktivnějších metod zpracování kaučukových směsí.. Rozumí se tím proces, při kterém je kaučuková směs rozpracována mezi šnekem a pláštěm vytlačovacího stroje a přes šablonu je vytlačována do volného prostoru. Vytlačovací stroje se dělí na šnekové, pístové a diskové. Pro výrobu polotovarů pro konfekci se používají vytlačovací stroje šnekové (Obr. 32), protože mají nepřetržitý cyklus, lze je zařadit do výrobních linek. (4)



Obr. 32. Vytlačovací stroj se 3 šneky pro vytlačování sdužených profilů (viz Obr. 33).

A - násypka, B - přítlačný válec, C - šnek, D - sdužená hlava, E - předšablona, F - pohonná jednotka (4)



Obr. 33. Příčný řez vytlačeným sduženým profilem běhounu.

A - běhounová směs, B - bočnicová směs (miniskirt), C - spojovací faxink (tie-guma) (4)

Šnekové vytlačovací stroje rozdělujeme na:

- stroje zásobované teplou, rozpracovanou směsí na ohřívacím dvouválci
- stroje zásobované studenou směsí přímo z palety

Oba druhy se liší hlavně svou konstrukcí, výkonem a kvalitou vytlačovaných profilů. Velikost zařízení se udává dle průměru šneku v mm. (4)

Vlastní vytlačování je dáno vytlačovacím předpisem. Vzhledem k možným odchylkám zpracovávané směsi je nutné, aby obsluha linky sledovala šířkové parametry a hlavně úsekové hodnoty hmotnosti. Tyto pak upravuje regulací otáček šneku, odtahovou rychlostí

dopravníku tak, aby se úseková hmotnost dostala do předepsaných hodnot. Je nutné rovněž dodržovat teplotní režim, aby nedocházelo k přehřívání směsi a tím k navulkanizování. (4)

Vytlačovací stroje se používají pro vytlačování běhounů, bočnicových pásů a jader a k opláštění patních lan. (1) (3) (9)

4.1.2 Válcování polotovarů

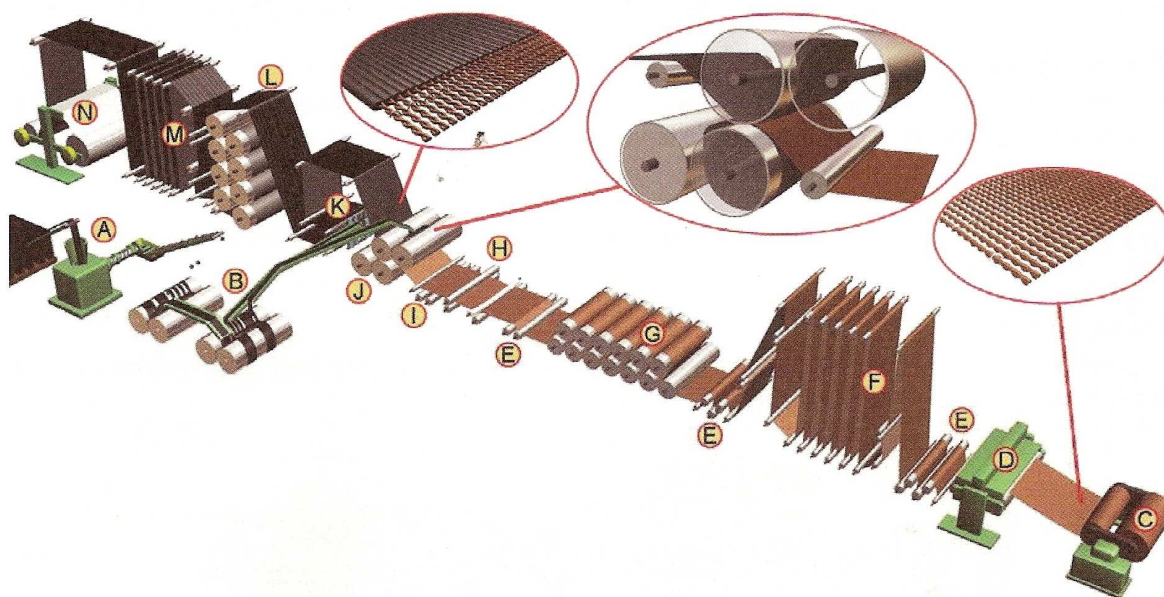
Válcování je technologický postup, při kterém se ze směsi průchodem mezi dvěma válci vytváří pás o tloušťce dané mezerou mezi válci. Tento postup lze použít i k výrobě profilovaných polotovarů (pokud je poslední válec profilovaný) – různých výplní, pásků a jader pro patní lana. Válcování se používá na výrobu vnitřní gumy, přelepovacích pásků, ochranných patních pásků a nánosování kordů a tkanin. (4) (9)

Strojní zařízení pro válcování polotovarů se nazývají válcovací stroje. Válcovací stroje se dělí podle počtu válců na dvouválce a víceválce. Dvouválce se používají k ohřívání, rozpracování, nebo míchání kaučukových směsí. Často slouží jako ohřívací a zásobovací dvouválce pro víceválcové stroje. K výrobě fólií, pásů, profilů a nanášení se používají tříválce, čtyřválce, popř. pětiválce. Všeobecně platí, že čím má být fólie tenčí a povrch kvalitnější, tím větší počet válců musí zařízení mít. (4)

Válcové stroje se rozlišují dle uspořádání válců na:

- dvouválce - uspořádání válců vedle sebe nebo nad sebou
- tříválce - uspořádání válců nad sebou do písmene I, úhlové uspořádání do písmene V
- čtyřválce - uspořádání válců do písmene I, F, L, Z
- pětiválce - uspořádání válců do písmene C - používají se k dublování (4)

Víceválcové stroje jsou vždy součástí určité technologické linky složené obvykle z ohřívací a zásobovací soupravy, víceválce, chladicího, odebíracího či navíjecího zařízení. Příklad linky na oboustranné nánosování textilního kordu je uveden na obrázku (Obr. 34). (4)



Obr. 34. Linka pro oboustranné nánosování textilního kordu.

A - ohřívací vytlačovací stroj, B - ohřívací dvouválec, C - odvíjecí zařízení, D - parní spojovací lis, E - tažné válce, F - zásobník surového kordu, G - sušička, H - napínací zařízení, I - středící zařízení, J - čtyřválec, K - pokládání nití, L - chladící zařízení, M - zásobník pogumovaného kordu, N - navíjecí zařízení (4)

4.2 Konfekce pláštěů pneumatik

Konfekce pláštěů pneumatik je výrobní proces, při kterém kompletováním jednotlivých, přesně specifikovaných polotovarů za přítomnosti médií konfekčního stroje, řádně zaškolené a zapracované obsluhy je zhotoven surový plášť pneumatiky. (1)

Konfekce má velký vliv na výslednou kvalitu pláště. Z toho důvodu je přesně popsána a řízena následujícími předpisy:

- výrobní předpis výrobku – přesně popisuje materiálové složení pláště pneumatiky, tj. šířky, tloušťky, délky, rozměry jednotlivých polotovarů, konstrukce použitých výstužných materiálů, atd.
- konfekční a seřizovací předpis – přesně definuje pořadí a polohu pokládání polotovarů na konfekční buben a nastavení konfekčního stroje resp. konfekční linky
- pracovní instrukce – přesně stanovuje jednotný pracovní postup při jednotlivých operacích konfekce pláště pneumatiky

- návod k obsluze konfekčního stroje a bezpečnostní předpisy

Všechny tyto předpisy musí být přesné, výstižné a srozumitelné. (1)

Konstrukce pláštěů pneumatik největší měrou ovlivňuje způsob jejich konfekce. Rozznáváme konfekci: diagonální – konfekce pláštěů pneumatik s diagonální konstrukcí a radiální - konfekce pláštěů pneumatik s radiální konstrukcí. (1)

Dalším důležitým faktorem, hrajícím roli při konfekci pláštěů pneumatik je druh použití pláště. Známe konfekci pláštěů pro osobní automobily, nákladní a užitkové automobily, speciální vozidla, traktory, motocykly, jízdní kola a vozíky. (1)

4.2.1 Konfekce diagonálních pláštěů pneumatik

Při konfekci diagonálního pláště pneumatiky jsou jednotlivé kostrové vložky kladeny na konfekční buben tak, že následující vložka má vždy opačný sklon kordových nití. (1)

Výsledkem je surový diagonální plášť pneumatiky válcovitého tvaru, který se tvaruje až ve vulkanizační formě při vulkanizaci. (1)

Konfekci diagonálních pláštěů pneumatik je možno podle technologie rozdělit na výrobu z obalů a výrobu z kordových vložek. (1)

4.2.1.1 Konfekce diagonálních pláštěů pneumatik výrobou z obalů

Při konfekci z obalů se obaly (skupiny kostrových vložek mezi patními lany) připravují na speciálních strojích - lepičkách. Jsou to jednoduché stroje s bubnem, zásobníkem a přítlačným válcem. (1)

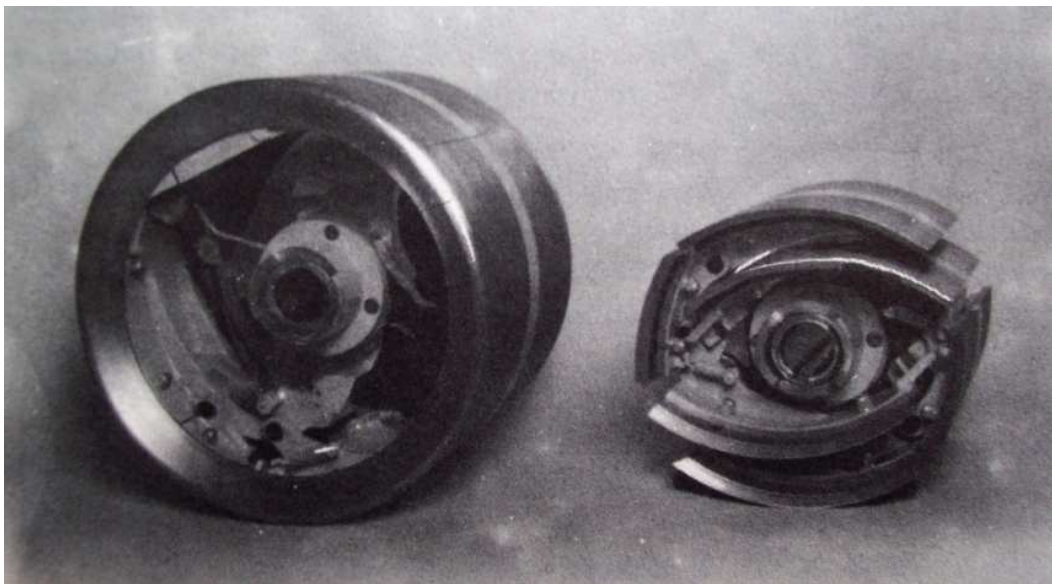
Takto připravené obaly jsou natahovány pomocí kovové tyče na buben hlavního konfekčního stroje. Konfekční stroje pro výrobu pláštěů z obalů nemají zásobník kordových vložek. (1)

V současnosti se tato technologie používá už jen velmi okrajově a je stále více nahrazena technologií výroby z kordových vložek. (1)

4.2.1.2 Konfekce diagonálních pláštěů pneumatik výrobou z kordových vložek

Plášť je konfekčně zhotoven na jednom stroji. Jednotlivé kostrové vložky jsou postupně odvíjeny ze zásobníku konfekčního stroje a ukládány na konfekční buben (Obr. 35).

Po poležení předepsaného počtu kostrových vložek jsou k patní části konfekčního bubnu přitlačena patní lana a přehýbací mechanismus přehne volné okraje kostrových vložek okolo patních lan. Takto připravená kostra pláště pneumatiky je za současného otáčivého pohybu konfekčního bubnu okolo své osy na něj přitlačena. Postupně se na takto připravenou kostru pláště pneumatiky ukládají nárazníkové vložky, běhounový pás, ochranný patní ségl a bočnicové pásy. Takto zkompletovaný surový plášť pneumatiky je zaválen, aby se odstranil vzduch z prostor mezi vrstvami. Po sklopení konfekčního bubnu se plášť pneumatiky odebere ze stroje. (1)



Obr. 35. Sklopný konfekční buben. (2)

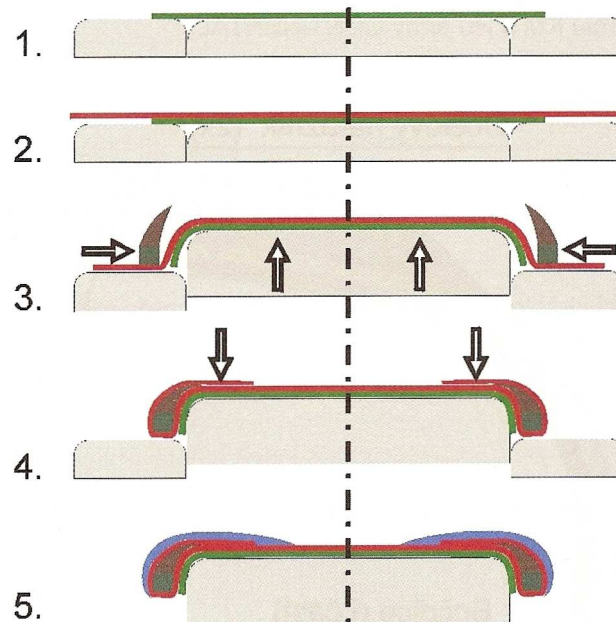
4.2.2 Konfekce radiálních plášťů pneumatik

Surový plášť pneumatiky s radiální konstrukcí má tvar podobající se zvulkanizovanému plášti pneumatiky. V tom je zásadní rozdíl oproti plášti pneumatiky s diagonální konstrukcí, který je tvaru plochého - válcového. U pláště s radiální konstrukcí se tvarování uskutečňuje přímo na konfekčním stroji. Ve vulkanizačním lisu už probíhají pouze malé tvarové změny. (3)

Podle technologie výroby můžeme konfekci radiálních plášťů pneumatik rozdělit na: dvoustupňovou, jednostupňovou konfekci a konfekci na velkokapacitních vícebubnových konfekčních linkách. (1)

4.2.2.1 Dvoustupňová konfekce radiálních pláštů pneumatik

Její princip spočívá v tom, že surový plášť pneumatiky je zhotoven ve dvou stupních na dvou konfekčních strojích, jak schématicky ukazují obrázky (Obr. 36, Obr. 37). (1)



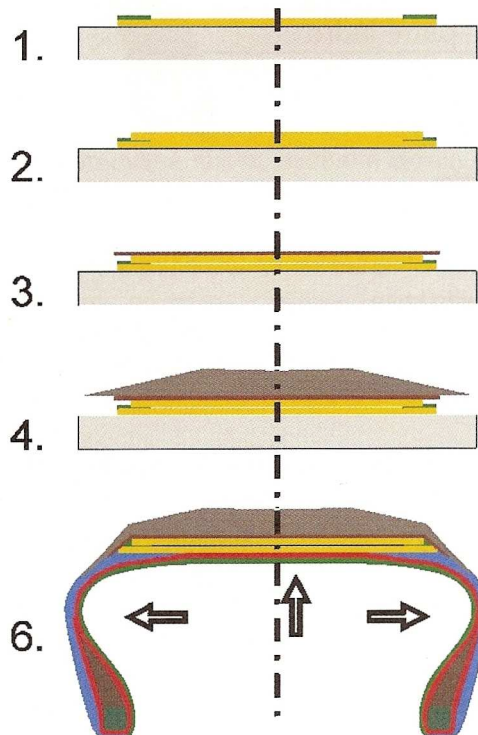
Obr. 36. Konfekce radiálního pláště pneumatiky pro osobní automobily dvoustupňovou technologií - 1. stupeň.

0 - uložení lan do narážeců, 1 - navinutí vnitřní gumy, 2 - navinutí textilních kordů, 3 - naražení lan, 4 - přehnutí okrajů kordů přes lana, 5 - uložení bočnic, 6 - celkové zaválení polotovarů, 7 - sejmutí kostry, kontrola (4)

V 1. stupni se zhotoví kostra na konfekčním stroji s pevným sklopným konfekčním bubnem. Technologie výroby 1. stupně radiálního pláště pneumatiky je podobná technologii výroby diagonálního pláště pneumatiky výrobou z kostrových vložek. V patní oblasti radiálního pláště pneumatiky je použito více polotovarů a kostrové vložky jsou kladeny na konfekční buben bez nárazníků. Připravená kostra pláště pneumatiky má válcový tvar a po sejmutí z konfekčního bubnu se převezí ke konfekčnímu stroji 2. stupně. (1)

Ve 2. stupni konfekce je kostra v patních částech upevněna na konfekční buben. Přiblížením patek za současného vydutí do požadovaného průměru je vytvarována pro položení nárazníkových pásů a běhounu. Surový plášť pneumatiky se vysune z konfekčního bubnu. (1)

Tento postup je nutný proto, že tuhý výztužný pás by neumožnil další vydutí surového pláště pneumatiky při vulkanizaci ve vulkanizačním lisu. (1)



Obr. 37. *Konfekce radiálního pláště pneumatiky pro osobní automobily dvoustupňovou technologií - 2. stupeň.*

0 - usazení kostry do disků konfekčního bubnu, 1 - položení 1. nárazníkového pásu na pomocný konfekční buben, 2 - položení 2. nárazníkového pásu, 3 - položení 3. nárazníkového pásu, 4 - položení běhounu na nárazníkový prstenec, 5 - přenesení vzniklého prstence na předtvarovanou kostru pláště pneumatiky, 6 - dotvarování kostry a celkové zaválení, 7 - sejmutí zhotoveného pláště, kontrola (4)

4.2.2.2 *Jednostupňová konfekce radiálních plášťů pneumatik*

Princip jednostupňové konfekce spočívá v tom, že surový plášť je zhotoven na jednom konfekčním stroji na jednom konfekčním bubnu, který není pevný, ale dokáže vytvářet kostru pláště pneumatiky pro uložení nárazníkových pásů a běhounového pásu. (1)

Zhotovení surového radiálního pláště pneumatiky při jednostupňové konfekci zahrnuje též hlavní operace jako u konfekce dvoustupňové. Tyto se provádějí na jednom stroji a jednom bubnu. (1)

4.2.2.3 Konfekce na velkokapacitních vícebubnových konfekčních linkách

V současnosti se velmi často využívá technologie, kdy konfekční linky jsou vybaveny více konfekčními bubny, na kterých se v téměř čase vykonávají různé operace v poloautomatickém nebo automatickém režimu. Mezi jednotlivými operacemi jsou zhotovené části pláště pneumatiky přepravované pomocí přenášeců. V linkách je souběžně rozpracováno více pláštů. (1)

4.3 Vulkanizace pláštů pneumatik

Vulkanizace je děj, při kterém vznikají v kaučukové směsi při působení teploty a tlaku za určitou dobu pevné chemické vazby mezi jednotlivými řetězovými molekulami. Optimální hustota síťové prostorové struktury závisí na teplotě a čase, po který se působí na elastomerní směs. (3)

Teplota vulkanizace je funkcí i typu použitého kaučuku ve směsi a volí se v rozmezí 140 - 200°C. S vyšší teplotou se zkrátí vulkanizační čas a zvýší se teplotní spád se všemi důsledky. Pro kvalitní vulkanizát je důležitý tlak při vulkanizaci. (3)

Přestup tepla mezi zdrojem a kaučukovou směsí je nejúčinnější z kovových forem a v nasycené páře. Nejhorší je v horkém vzduchu a ohřevem v objemu. (3)

4.3.1 Vulkanizace pláštů pneumatik v autoklávech s použitím topných duší

Tento způsob se používá hlavně k vulkanizaci pláštů pneumatik velkých rozměrů, popř. některých speciálních pláštů pneumatik a při protektorování pláštů pneumatik. (9)

Autokláv je svařovaná tlaková nádoba, v níž se vlivem tepla a tlaku ve formě mění surový plášť pneumatiky na z vulkanizovaný. (9)

Surový plášť pneumatiky se nejprve musí vystříkat speciálním postříkem nebo vymazat speciální pastou. Následně se vydouvá na vydouvacím stroji. Forma se musí vyčistit a vystříkat separačním činidlem. Surový plášť pneumatiky se umístí do dolní poloviny formy a přiklopí horní polovinou. Jednotlivé formy se pak ukládají do autoklávu. Formy obsahují

topné duše, které jsou v autoklávu vzájemně propojeny. Autokláv se uzavře víkem. K vulkanizaci se používá horká tlaková voda, která cirkuluje. Po zvulkanizování pláštěů pneumatik se autokláv ochladí sprchováním a pláště pneumatik se vyjmají. (9)

4.3.2 Vulkanizace pláštěů pneumatik v lisech s použitím topných duší

Tato technologie má dnes již jen velice omezené použití. (9)

Vulkanizační lis s topnou duší se skládá z komory, v níž je uložena vulkanizační forma tak, že její spodní polovina je připevněna ke spodní opěrné desce, kdežto horní polovina formy je připevněna k horní pohyblivé části lisu. Topná duše se plní tlakovým vzduchem. Forma je z vnější strany ohřívána párou. (9)

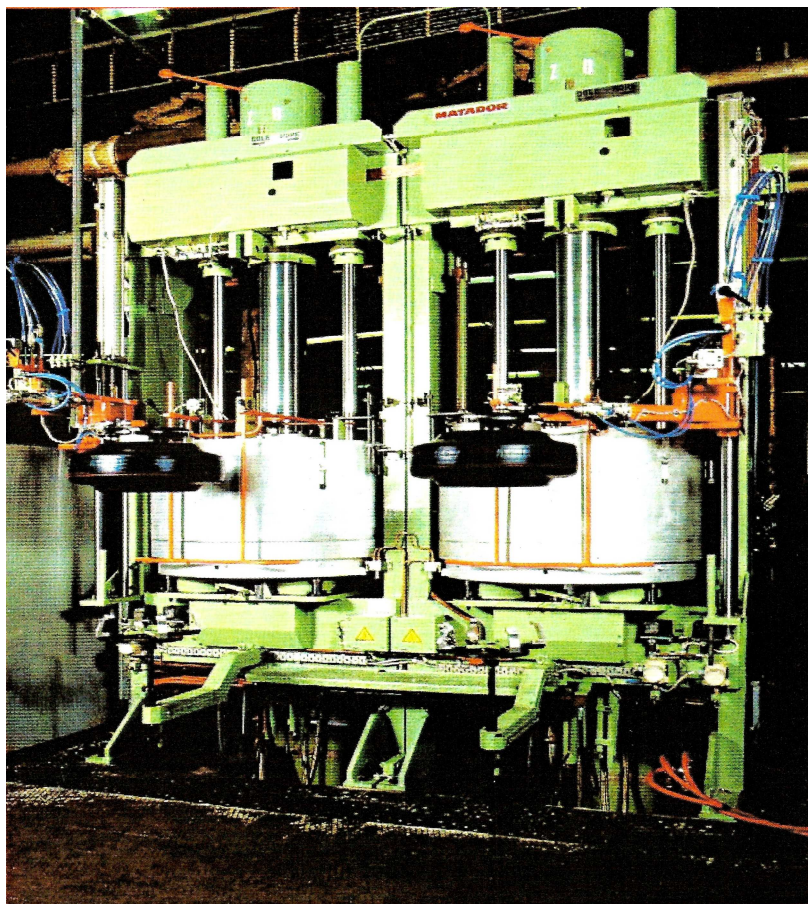
Vulkanizační proces i přípravné operace jsou obdobné jako v předchozí kapitole (4.3.1). (9)

4.3.3 Vulkanizace pláštěů pneumatik v membránových lisech

Membránový vulkanizační lis typu Big-O-Matic patří už do kategorie starších lisovacích zařízení a využívá se při lisování pláštěů pneumatik pro nákladní automobily. K modernějším patří vulkanizační lisy typu Autoform. Liší se tím, že membrána se po ukončení vulkanizačního cyklu v lisu stáhne pod spodní desku lisu do speciálního válce. Slouží především k lisování pláštěů pneumatik s radiální konstrukcí pro osobní a lehké nákladní automobily. Vulkanizační proces může být plně automatizován, čehož se v praxi často využívá. (1)

První operací po vložení surového pláště pneumatiky do vyhřáté formy vulkanizačního lisu je tvarování membránou, kterou nafukuje horká tlaková pára. Uzavřením formy se ukončí proces tvarování a dochází k vlastnímu lisování. Tlak v membráně se zvýší vpuštěním vysokotlaké horké páry a cirkulující horké tlakové vody. Současně se vpustí tlaková pára do vyhřívacích komor lisu. Topné desky a segmenty se vyhřívají párou nepřetržitě. Ukončení vulkanizačního cyklu zabezpečuje řídicí systém lisu. Po úplném uvolnění tlaku v lisu se lis odblokuje a otevře. Zvulkanizovaný plášť se vyjme z lisu. (1)

Příklad membránového vulkanizačního lisu je zobrazen na obrázku (Obr. 38). (1)



Obr. 38. Vulkanizační lis VHL 45" - M1. (1)

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Plášť pneumatiky je nejdůležitější součástí pneumatiky. Jedná se o heterogenní prvek, který je složen z několika konfekčních dílů. Pneumatika představuje jednu ze součástí kola vozidla. Při provozu se všechny tyto komponenty přímo ovlivňují. Při návrhu pláště pneumatiky se vychází z norem.

Kostra pláště pneumatiky tvoří jeho pevný základ, na jehož tvaru a rozměrech závisí mnoho jeho vlastností. Výpočtem tvaru a rozměrů meridiánu kostry pláště pneumatiky podle matematického modelu začíná samotná konstrukce. Z hlediska konstrukce kostry pláště pneumatiky se rozlišuje konstrukce diagonální, radiální a smíšená.

Pro navržený plášť pneumatiky se musí řešit nástroj na jeho výrobu - forma. Pro výrobu plášťů pneumatik se využívají dvě základní koncepce forem. Jsou to formy dvoudílné a segmentové.

Výroba plášťů pneumatik začíná přípravou polotovarů. Ty se při konfekci surového pláště pneumatiky vzájemně spojí. Pláště pneumatik se v konečné fázi vyrábějí vulkanizací ve vulkanizačních lisech na pláště pneumatik. Ve vulkanizačním lisu je upnut kontejner, který nese formu. Ta plášti pneumatiky dává konečný tvar a rozměry.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI

Cíle praktické části diplomové práce jsou zpracovat konstrukci radiálního pláště pneumatiky 195/65R15 určeného pro sportovní automobily úpravy rallye. Plášť pneumatiky je určen pro použití na povrchu M+S. Pro navržený plášť pneumatiky je nutné navrhnout konstrukční řešení segmentové formy na jeho výrobu.

Při návrhu nového typu pláště pneumatiky se vždy vychází z již zkonstruovaných typů. Je potřeba vycházet ze současné situace na trhu, aby konstrukce nebyla zastaralá a málo funkční. Je nutné provést studii současné situace na trhu s plášti pneumatik pro osobní vozidla v úpravě M+S.

Dále bude s využitím poznatků získaných v teoretické části navrženo řešení pláště pneumatiky. Řešení se musí hledat jako průnik požadavků vyplývajících ze zamýšleného účelu použití a možností výroby. Nejdříve se bude řešit kostra pláště pneumatiky a následně všechny další její části, největší důraz bude kladen na běhoun.

Pro navržený plášť pneumatiky se dále řeší konstrukce formy na jeho výrobu. Forma se konstruuje pro určitý typ kontejneru.

Nakonec bude potřeba navrhnout způsoby verifikace navrženého konstrukčního řešení pláště pneumatiky a formy na jeho výrobu.

7 SOUČASNÁ SITUACE NA TRHU V ČESKÉ REPUBLICE

Podle vyhlášky 341/2002 Sb. (11) § 21 odst. 5 musí mít pláště pneumatik vozidel vyjma mopedů v provozu hloubku hlavních dezénových drážek nejméně 1,6 mm. Podle vyhlášky 30/2001 Sb. (12) § 10 odst. 1 písm. z) příkazuje značka č. C 15a použití zimních plášťů pneumatik s minimální hloubkou dezénových drážek 4 mm pro osobní automobily a lehké nákladní automobily do maximální přípustné hmotnosti 3,5 t od 1. listopadu do 31. března. Zimní plášť pneumatiky je podle vyhlášky 341/2002 Sb. (11) §21 odst. 2 označen symboly „M+S“. Většina zimních plášťů pneumatik na našem trhu se prodává s hloubkou hlavních dezénových drážek 8 mm. Jak bude patrné z následujících podkapitol, většina zimních pneumatik nabízených na českém trhu je v provedení se směrovým dezénem.

Testy plášťů pneumatik prováděné každoročně např. společností ADAC² nebo Auto-Zeitung³ mohou pomoci při výběru plášťů pneumatik pro sportovní účely. Je ale nutno se řídit dílčími výsledky a ne absolutními, protože pro sportovní účely jsou váhy jednotlivých testovaných vlastností výrazně odlišné.

V následujících podkapitolách budou představeny zimní pláště pneumatik pro osobní a lehké nákladní automobily prodávané na našem trhu. Účelem tohoto textu není postihnout kompletní sortiment na trhu, ale pouze nastínit obecnou situaci na trhu s plášti pneumatik v ČR. Proto je popisována vždy část sortimentu vybraných výrobců plášťů pneumatik.

7.1 Barum Continental spol. s r.o.

Tradiční český výrobce a člen skupiny Continental vyrábí pláště pneumatik pod značkou Barum.

V sortimentu zimních plášťů pneumatik pro osobní automobily se společnost omezuje na dva typy: Polaris 2 a Norpolaris. (13)

² viz: <http://www.adac.de/>

³ viz: <http://www.autozeitung.de>

Typ Polaris 2 (Obr. 39) je všestranný, vhodný do všech zimních podmínek. Vyznačuje se směrovým dezénem, který má dvě základní části: střední a ramenní. Ve střední části dominují tzv. Z lamely, které zlepšují záběr a brzdění na sněhu a ledu. V ramenní části se nacházejí sinusové lamely, které zlepšují vlastnosti na suchých a mokřích vozovkách. Na část dezénu je použita kaučuková směs se silikou. (5) (13)



Obr. 39. Barum Polaris 2. (14)

Typ Norpolaris (Obr. 40) je vhodný do podmínek s množstvím ledu a sněhu na vozovce. Plášť pneumatiky má v běhounu předlisované otvory pro nastřelení ocelových hrotů. Vyznačuje se směrovým dezénem, který napomáhá odvodu vody, sněhu, sněhové břečky, nebo bláta. (5) (13)



Obr. 40. Barum Norpolaris. (13)

7.2 Continental

Společnost Continental patří mezi přední výrobce pláštěů pneumatik ve světě. Pláště pneumatik vyrábí pod stejnojmennou značkou - Continental.

V sortimentu zimních pláštěů pneumatik pro osobní automobily společnost nabízí tyto typy: ContiWinterContact TS 760, ContiWinterContact TS 780, ContiWinterContact TS 790, ContiWinterContact TS 790 V, ContiWinterContact TS 800, ContiWinterContact TS 810, ContiWinterContact TS 810 Sport, ContiWinterContact TS 830, ContiWinterContact TS 830 P, Conti4x4WinterContact a Conti4x4IceContact. (15)

Typ ContiWinterContact TS 790 (Obr. 41) dává vozu vysokou stabilitu v zatáčkách a dobrou ovladatelnost i při vysokých rychlostech. Je to dáno kombinací vhodné kaučukové směsi se silikou a lamelami CLS (Cross Link Sipes = vzájemně se křížící lamely), umístěnými na vnitřní části asymetrického dezénu. Plášť pneumatiky lze umístit na kteroukoli

pozici na voze. Tento dezén se díky dvěma obvodovým drážkám na vnější části dezénu vyznačuje vysokou odolností vůči aquaplaningu. (14) (16) (17)



Obr. 41. Continental ContiWinterContact TS 790. (14)

Typ ContiWinterContact TS 800 (Obr. 42) má šestihřanné lamely, které zvyšují tuhost dezénu v příčném směru, zvyšují přilnavost na suché vozovce a zvyšují záběr na zasneženém povrchu a stabilitu v zatáčkách. Směrový dezén napomáhá odvodu vody a snižuje tak nebezpečí aquaplaningu. Kaučuková směs obsahuje větší množství změkčovadel (mj. BR), díky čemuž se zvyšuje bezpečnost jízdy na zledovatělém povrchu. (14) (15)



Obr. 42. Continental ContiWinterContact TS 800. (14)

7.3 Goodyear

Společnost Goodyear je největším výrobcem pláštěů pneumatik na světě. Pláště pneumatik vyrábí pod stejnojmennou značkou - Goodyear. (18)

V sortimentu zimních pláštěů pneumatik pro osobní automobily společnost nabízí tyto typy: UltraGrip Performance 2, UltraGrip Performance, UltraGrip 7, Eagle UltraGrip UltraGrip 6 a Wrangler UltraGrip. (18)

Typ UltraGrip Performance 2 (Obr. 43) je vhodný do všech zimních podmínek. 2 různé typy lamel zajišťují dobrý záběr na kluzkých površích a zároveň výborné vlastnosti na sněhu. Směrový dezén umožňuje dobrý odvod sněhu ze styčné plochy. 2 podélné drážky napomáhají odvodu vody a omezují možnosti vzniku aquaplaningu. Kaučuková směs obsahující siliku zvyšuje přilnavost pláště pneumatiky ke styčnému povrchu. Duální uspořádání a umístění jednotlivých částí dezénu zajišťuje tichou jízdu a optimální opotřebení. (18)



Obr. 43. Goodyear UltraGrip Performance 2. (19)

Typ UltraGrip 7 (Obr. 44) se svým směrovým dezénem předurčuje k použití za podmínek M+S. Zdvojené drážky napomáhají odvodu vody a rozbrědlého sněhu ze styčné plochy s vozovkou a 3D lamely výborný záběr na sněhu. (18)



Obr. 44. Goodyear UltraGrip 7. (19)

7.4 Michelin

Světový výrobce pláštíů pneumatik Michelin nabízí na českém trhu tyto typy: Alpin, Pilot Alpin, Primacy Alpin, Latitude Alpin a Latitude Alpin HP. Jedná se o zimní pláště pneumatik pro osobní vozidla. (20)

Typ Alpin (Obr. 45) má typický směrový dezén, který napomáhá odvodu sněhu, bláta a vody ze styčné plochy pláště pneumatiky s vozovkou. 2 podélné drážky zajišťují zvýšení odolnosti vůči aquaplaningu. Jednotlivé části dezénu jsou zaplněny lamelami, které zvyšují záběr na sněhu a ledu.



Obr. 45. Michelin Alpin. (20)

Typ Latitude Alpin HP (Obr. 46) je charakteristický svým asymetrickým směrovým dezénem. Je určen především pro vozy typu SUV (Sport Utility Vagon = sportovně-užitkový vůz). Podélné drážky zajišťují rychlý odvod vody ze styčné plochy. Vzájemně se křížící lamely ve střední části dezénu zajišťují stabilitu při průjezdu zatáčkou a sinusové lamely na vnějších okrajích dezénu zvyšují záběr na sněhu a ledu.



Obr. 46. Michelin Latitude Alpin HP. (20)

7.5 Pirelli Tyre

Společnost Pirelli Tyre je na základě svého obrátu 5. největším producentem pláštíů pneumatik na světovém trhu. Pláště pneumatik prodává pod označením Pirelli. (21)

Sortiment zimních pláštíů pneumatik pro osobní vozy v ČR zahrnuje tyto typy: Winter SOTTOZERO, Winter SNOWSPORT, Winter SNOWCONTROL SERIE II, Winter SNOWCONTROL, Winter CARVING EDGE a SCORPION ICE & SNOW. (21)

Typ Winter SNOWSPORT (Obr. 47) je navržen pro výkonné automobily. Na běhoun byla použita kaučuková směs se silikou. Asymetrický dezén s různými bloky zajišťuje dobrou ovladatelnost i při vysokých rychlostech. Vzájemně se křížící lamely dávají vozu stabilitu při průjezdech zatáčkami. (21)



Obr. 47. Pirelli Winter SNOWSPORT. (19)

Typ Winter SNOWCONTROL SERIE II (Obr. 48) se vyznačuje 2 typickými širokými podélnými drážkami vybavenými lamelami. Drážky odvádějí vodu a rozbředlý sníh a lamely v nich zvyšují záběr na sněhu. Směrový asymetrický dezén napomáhá odvodu vody ze styč-

né plochy a velké množství vzájemně se křížících lamel zajišťuje dobrý záběr a brzdné vlastnosti i v zatáčkách. Střídaté rozmístění jednotlivých částí dezénu napomáhá tiché jízdě. (21)



Obr. 48. Winter SNOWCONTROL SERIE II. (19)

8 NÁVRH PLÁŠTĚ PNEUMATIKY

Podmínky pro konstrukci pláště pneumatiky byly zadány takto:

- radiální konstrukce kostry
- rozměry: 195/65 R15
- použitelný pro sportovní automobily úpravy Rallye
- vhodný pro povrch M+S

Další parametry byly voleny nebo vycházejí z norem ETRTO (6).

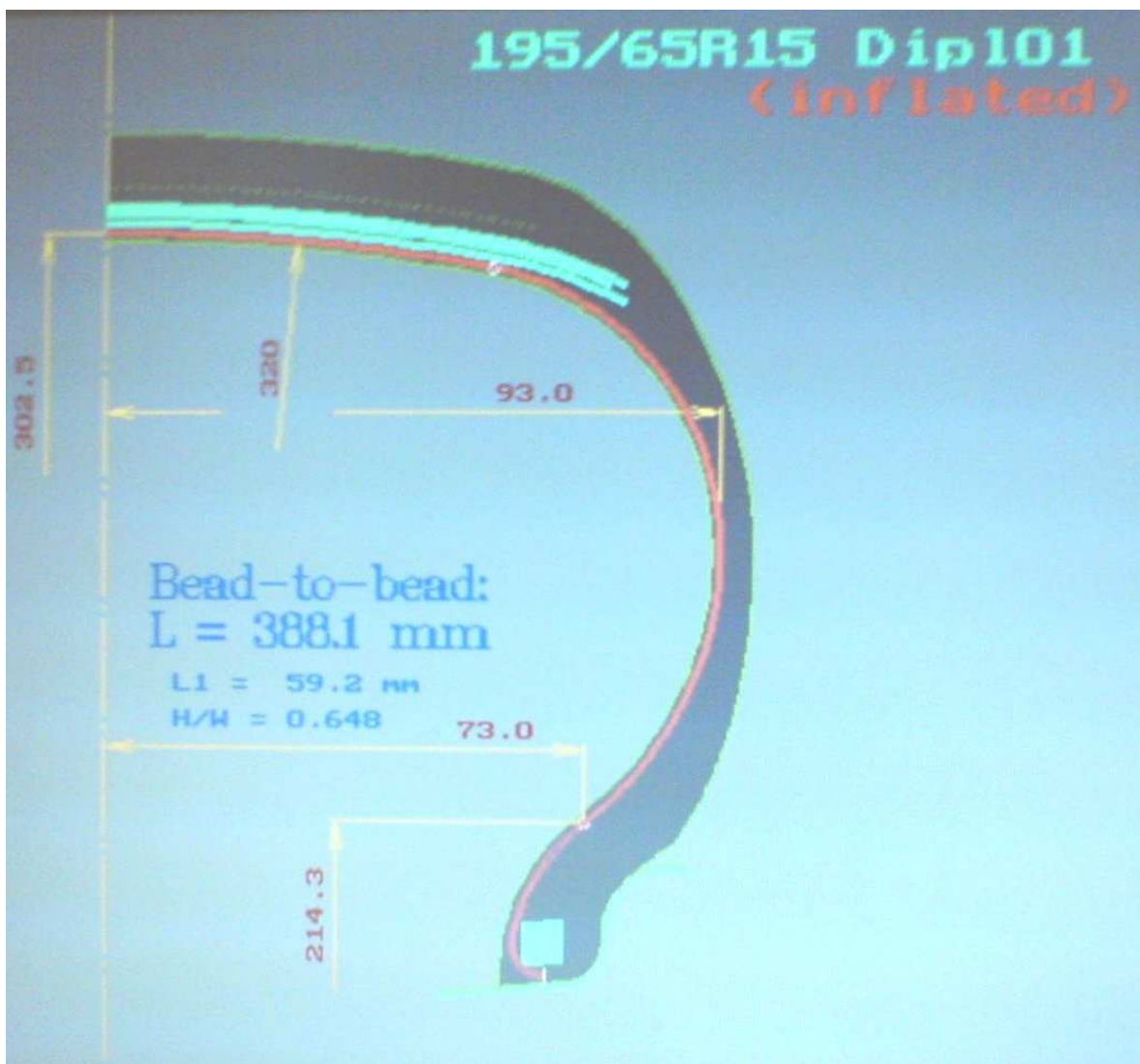
Byl zkonstruován plášť pneumatiky (Obr. 49) vyhovující podmínkám uvedeným výše. V následujících podkapitolách jsou uvedeny části pláště pneumatiky, na kterých jsou patrné změny oproti dosud vyráběným typům.



Obr. 49. 3D model pláště pneumatiky v programu CATIA.

8.1 Kostra pláště pneumatiky

S využitím vztahů uvedených v kapitole 2.2.2 a s použitím norem ETRTO (6) byly vypočítány rozměry a tvar meridiánu kostry pláště pneumatiky. K tomuto účelu byl využit program Doc. Mgr. Františka Koutného, CSc. s názvem INSTRUC. Jedná se o program, který běží na platformě operačního systému Microsoft DOS. Tento program byl vytvořen pomocí programovacího jazyka PASCAL v programu TURBO PASCAL 7.0. Na obrázku (Obr. 50) je zobrazen výsledek výpočtu. Jedná se o meridián kostry pláště pneumatiky, který je upnut na ráfku a zatížen tlakem plnicího média velikosti 250 kPa.



Obr. 50. Tvar a rozměry meridiánu kostry pláště pneumatiky.

Plášť pneumatiky byl v témže programu zatížen vnitřním přetlakem velikosti 250 kPa, jak je patrné z obrázku (Obr. 51). V plášti pneumatiky působí napětí, které je reakcí na vyvozený vnitřní přetlak. Pro porovnání velikosti tohoto napětí a únosnosti pláště pneuma-

tiky se využívá tři bezrozměrných hodnot - bezpečností: bezpečnost kostry pláště pneumatiky (s_{rc}), bezpečnost patního lana (s_r) a bezpečnost nárazníkového pásu (s_{rb}). Na obrázku (Obr. 52) je zobrazen výsledek této pevnostní analýzy. Je patrné, že pevnostní podmínky jsou splněny.

```

      0-FILE
                                     (F. Koutný)

Tire : 195/65 R 15  DR48

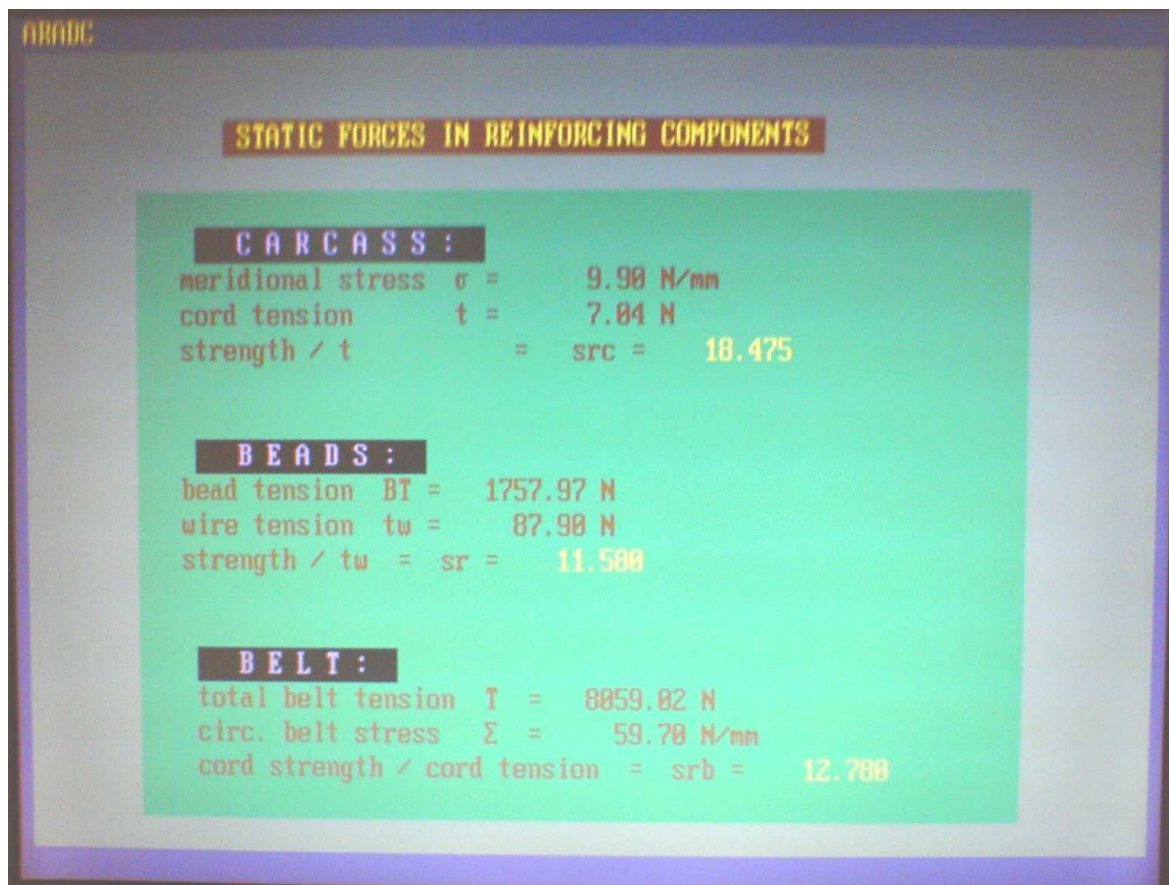
Data for problem 0:
tire cross-section ( carcass ) geometry:
  carcass equator radius [mm]      rz .. 302.50
  meridional width [mm]           w .. 94.30
  belt part radius [mm]           rn .. 320
  r-coordinate of bead point [mm]  rb .. 214.68
  z-coordinate of bead point [mm]  zb .. 73.51

Data for strength calculations
carcass:
  inflation pressure [kPa]         p .. 250
  number of plies                  jc .. 2
  cord density [cords per in]     nc .. 1150
  cord strength [N]                cs .. 130.00
  carcass radius on drum [mm]     rd .. 181.50

beads:
  wire steel strength [MPa]        ss .. 1600.00
  wire diameter [mm]              wd .. 0.90
  number of wires in a bead        nw .. 20
  rim conus angle [deg.]          ac .. 5.0

```

Obr. 51. Zatížení pláště pneumatiky vnitřním přetlakem.



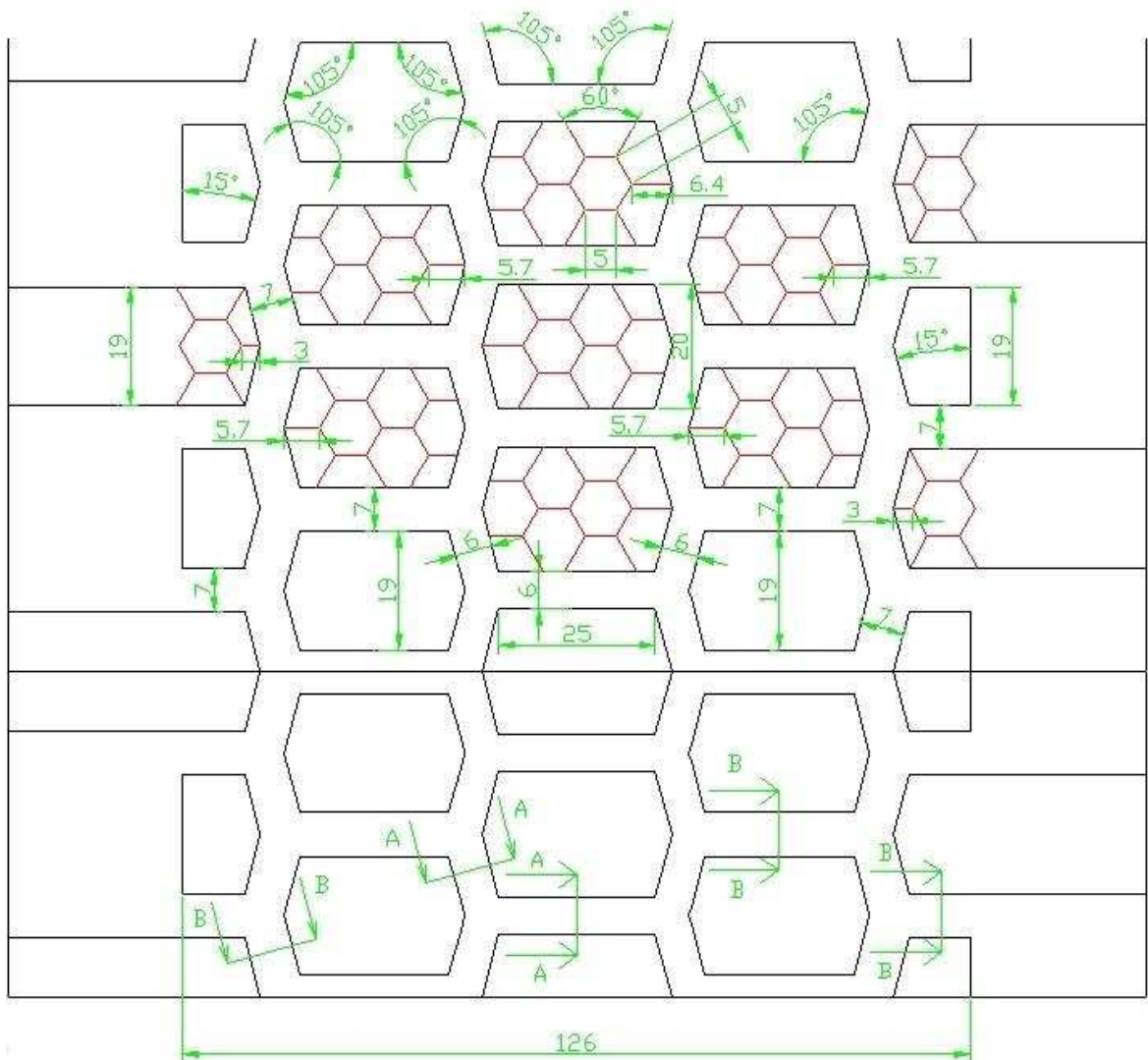
Obr. 52. Výpočet bezpečností.

8.2 Běhoun

Nároky na běhoun vycházejí z účelu použití pláště pneumatiky, tj. pro sportovní jízdu na voze kategorie Rallye. Jedná se o následující nároky: dobrá přilnavost ke kontaktnímu povrchu (často nezpevněnému - sníh, bláto, led, rozbředlý sníh, aj.); výborná dopřední i zpětná trakce na těchto površích; vynikající odvod sněhu, rozbředlého sněhu, bláta, vody, šotoliny a jiného materiálu přicházejícího do kontaktu s pláštěm pneumatiky ze styčné plochy mezi kontaktním povrchem a pláštěm pneumatiky; výborné přímé vedení vozidla; vynikající boční stabilita vozidla při zatáčení; vynikající brzdné vlastnosti na uvedených površích, dobrá odolnost vůči oděru a životnost pláště pneumatiky po dobu mezi výměnami kol.

Běhoun byl vzhledem k výše uvedeným požadavkům navržen ze dvou vrstev - běhounový pás se bude vyrábět koextruzí na vytlačovacím stroji. Spodní vrstva byla navržena z materiálu s velmi dobrými hysterezními vlastnostmi při dynamickém namáhání a svrchní

z materiálu mimořádně odolného vůči oděru a zároveň s dobrou adhezí k povrchům vyjmenovaných výše.



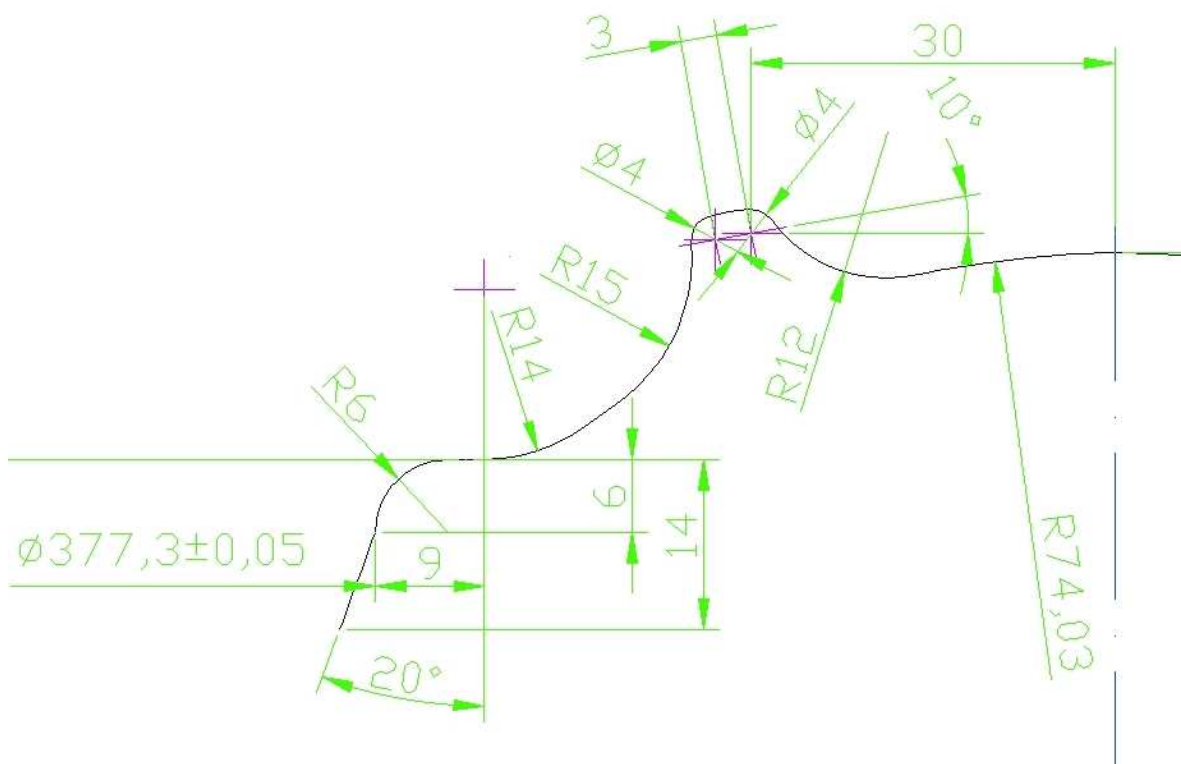
Obr. 53. Pohled na dezén pláště pneumatiky.

Do běhounu bude při výrobě pláště pneumatiky vylisován dezén. Tento dezén (Obr. 53) je symetrický a obousměrný. Plášť pneumatiky lze umístit na jakoukoli pozici na voze. Zároveň jsou záběrové vlastnosti ve směru dopředním i zpětném shodné. Umístění jednotlivých částí dezénu bylo ve směru od podélné osy k okraji dezénu voleno střídavě, aby hlavní drážky zabíraly postupně. Řešení podélných drážek je voleno s ohledem na boční vedení a optimální průjezd zatáčkami. Tyto drážky také dobře a rychle odvádějí vodu a rozbředlý sníh. Zvyšuje se tak odolnost vůči aquaplaningu. V jednotlivých částech dezénu jsou umístěny lamely ve tvaru šestiúhelníků. Z důvodu zvýšení tuhosti běhounu na jeho okrajích, kde je tento nejvíce namáhán oděrem, nebudou tyto lamely v těchto částech dezé-

nu vylisovány - viz obrázek (Obr. 53). Takto uspořádané lamely zvyšují počet záběrových hran a zajišťují tak vynikající trakční a brzdné vlastnosti a to i v bočním směru. Snižuje se tím také možnost smýkání pláště pneumatiky po kontaktním povrchu.

8.3 Ochranný pásek

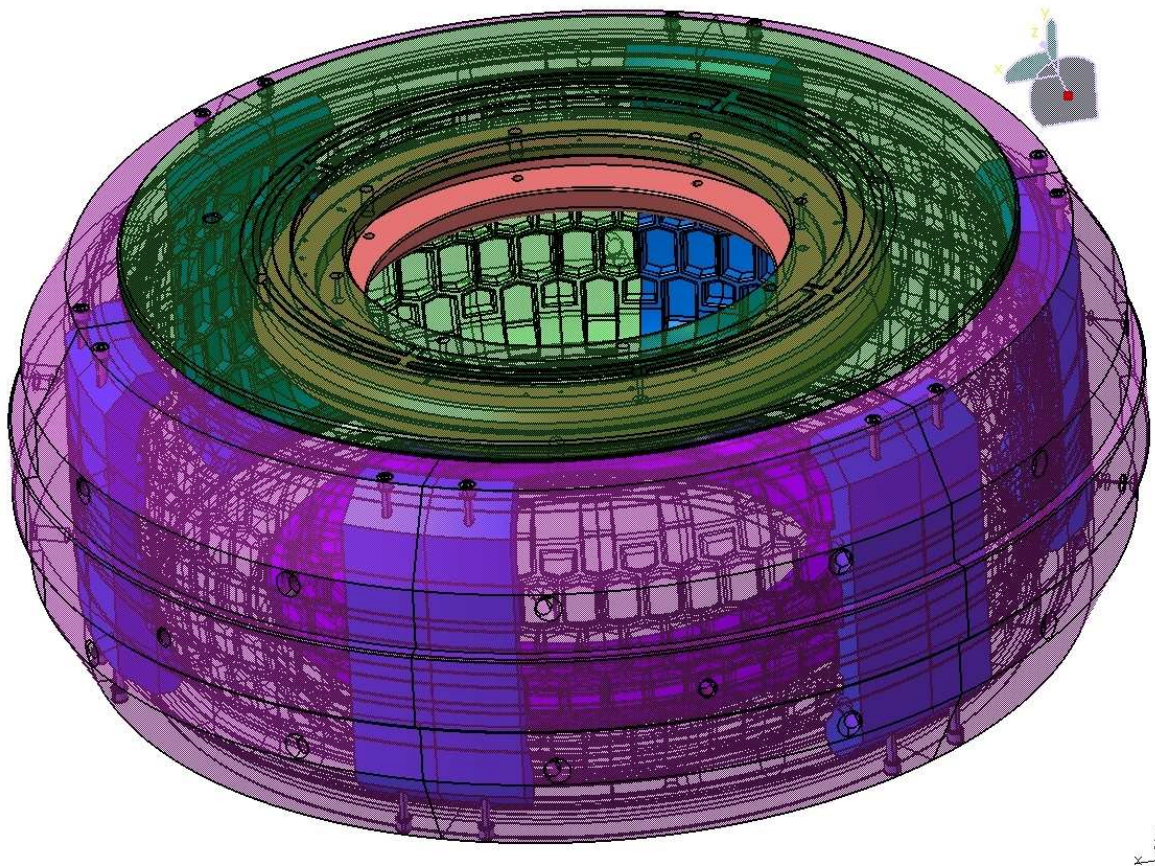
Ráfky pro sportovní účely bývají vyrobeny z lehkých slitin. Jejich mechanické poškození vlivem provozu a nešetrného zacházení je ve většině případů neopravitelné. Ve spodní části bočnice pláště pneumatiky je umístěn ochranný pásek jehož vnější konturu lze vidět na obrázku (Obr. 54). Tento pásek zajišťuje účinnou ochranu ráfku před jeho mechanickým poškozením (nárazem, oděrem, atp.). Také se jím vyztuží bočnicová část pláště pneumatiky. To přispívá k lepší stabilitě pláště pneumatiky na ráfku při průjezdech prudkými zatáčkami a v případě defektu pneumatiky nebo nízkého tlaku plnicího média v pneumatice.



Obr. 54. Vnější kontura ochranného pásku.

9 NÁVRH FORMY NA VÝROBU PLÁŠTĚ PNEUMATIKY

Vulkanizační formy na výrobu plášťů pneumatik se dělí na formy dvoudílné a formy segmentové. Navržený plášť pneumatiky (viz kapitola 8) má během se složitějším dezénem. Ve dvoudílné formě by se vylišovaný dezén při jejím otevírání příliš deformoval. Proto byla pro jeho výrobu navržena segmentová forma (Obr. 55). Forma bude upnuta v kontejneru O. V. Kontejner bude upnut ve vulkanizačním lisu VHL 42". Podrobnější informace k vulkanizačním formám na výrobu plášťů pneumatik a popis principu funkce formy a kontejneru je možno nalézt v kapitole 3.



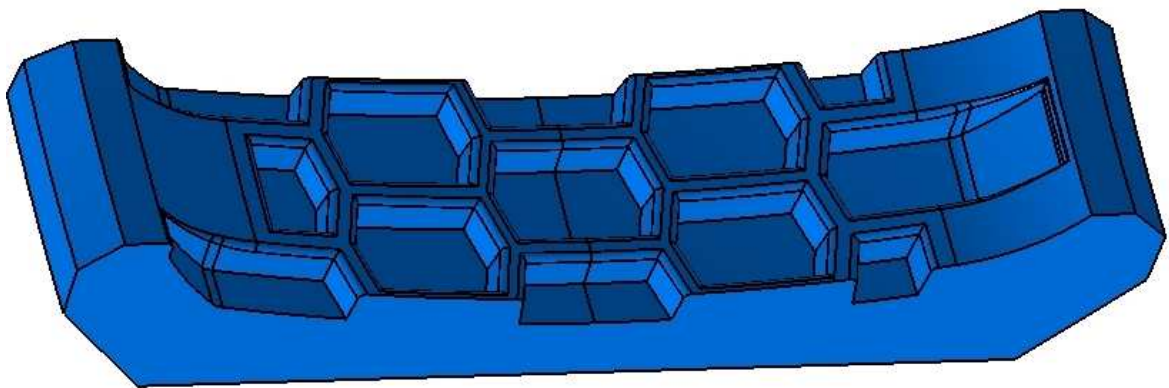
Obr. 55. 3D model formy v programu CATIA.

9.1 Součásti formy

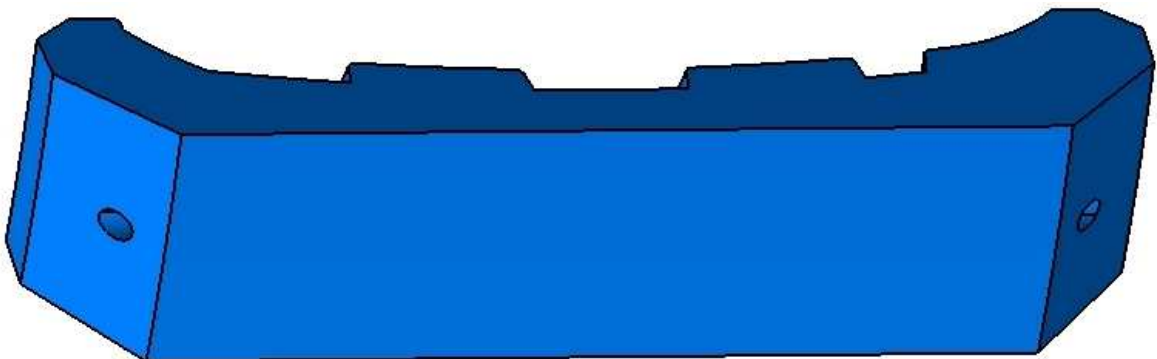
Součásti navržené segmentové formy na výrobu plášťů pneumatik jsou: dezénové vložky, segmenty, horní bočnicová deska, dolní bočnicová deska, horní patní kroužek a dolní patní kroužek. V následujících podkapitolách budou tyto zkonstruované součásti popsány.

9.1.1 Dezénové vložky

Hlavní funkcí dezénových vložek při lisování pláště pneumatiky je otisknout tvar dezénu do jeho běhounové části. Dezénové vložky (Obr. 56) se při kompletaci formy upínají do segmentů. Jednotlivé vložky jsou vyrobeny s úhlem 10° , segmenty jsou vyrobeny s úhlem 60° . Do 1 segmentu se vejde 6 vložek. Jak je patrné z obrázku (Obr. 57), boční vložky v sobě mají vyvrtané závitové díry, kterými se k segmentu upnou. Dezénové vložky budou vyrobeny ze silumínu (slitina hliníku a křemíku) tlakovým litím do kokily. Vložky se dále frézují, aby lícovaly se segmenty. Velmi náročné je zhotovení odvodu vzduchu z dutiny formy. V dezénových vložkách se musí po vylisování prvního kusu pláště pneumatiky vyvrtat až tisíce otvorů pro speciální euroventily. Zabezpečí se tak správné odvodu vzduchu těchto částí dutiny formy, kde je na vylisovaném vzorku patrné nedolisování z důvodu uzavření vzduchu.



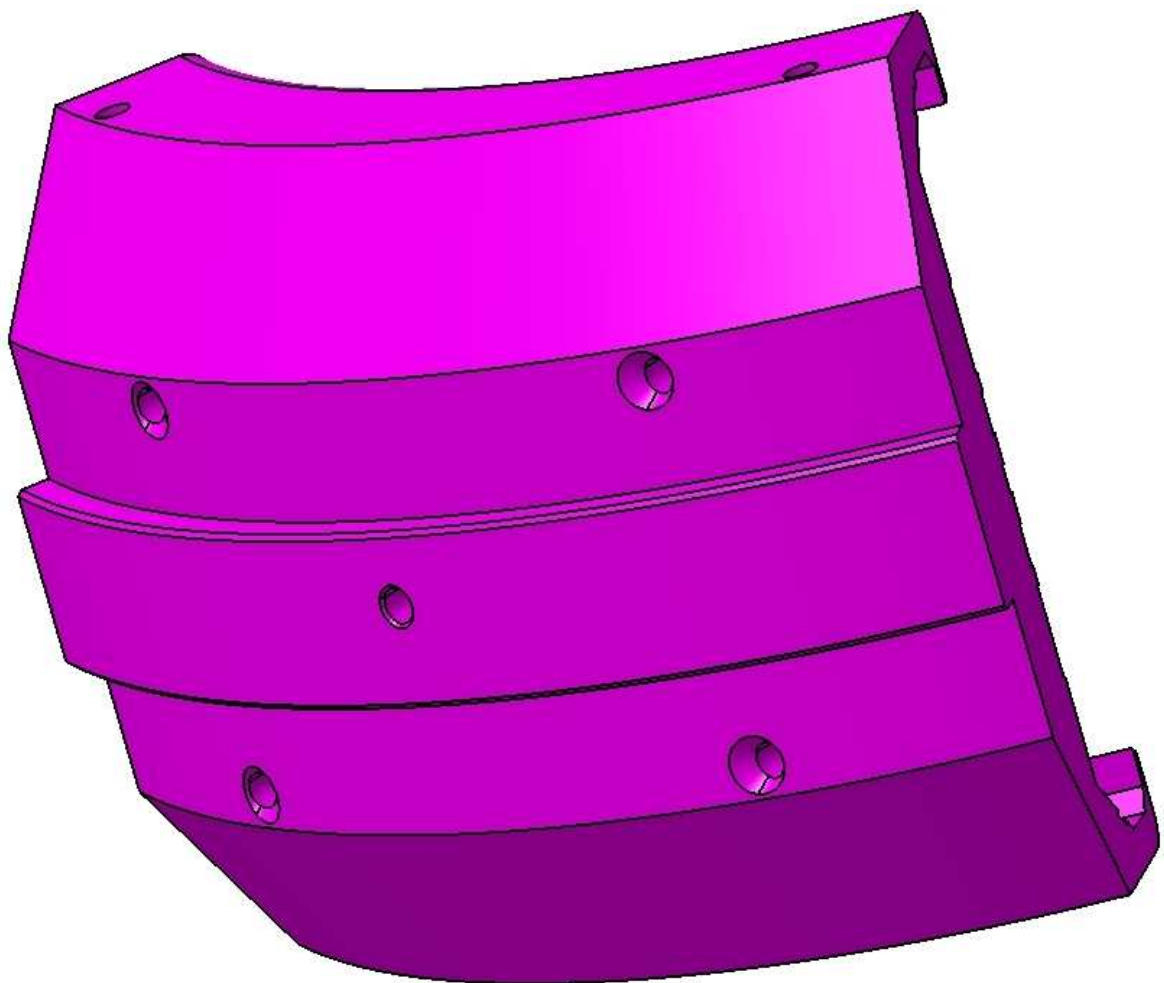
Obr. 56. 3D model dezénové vložky v programu CATIA.



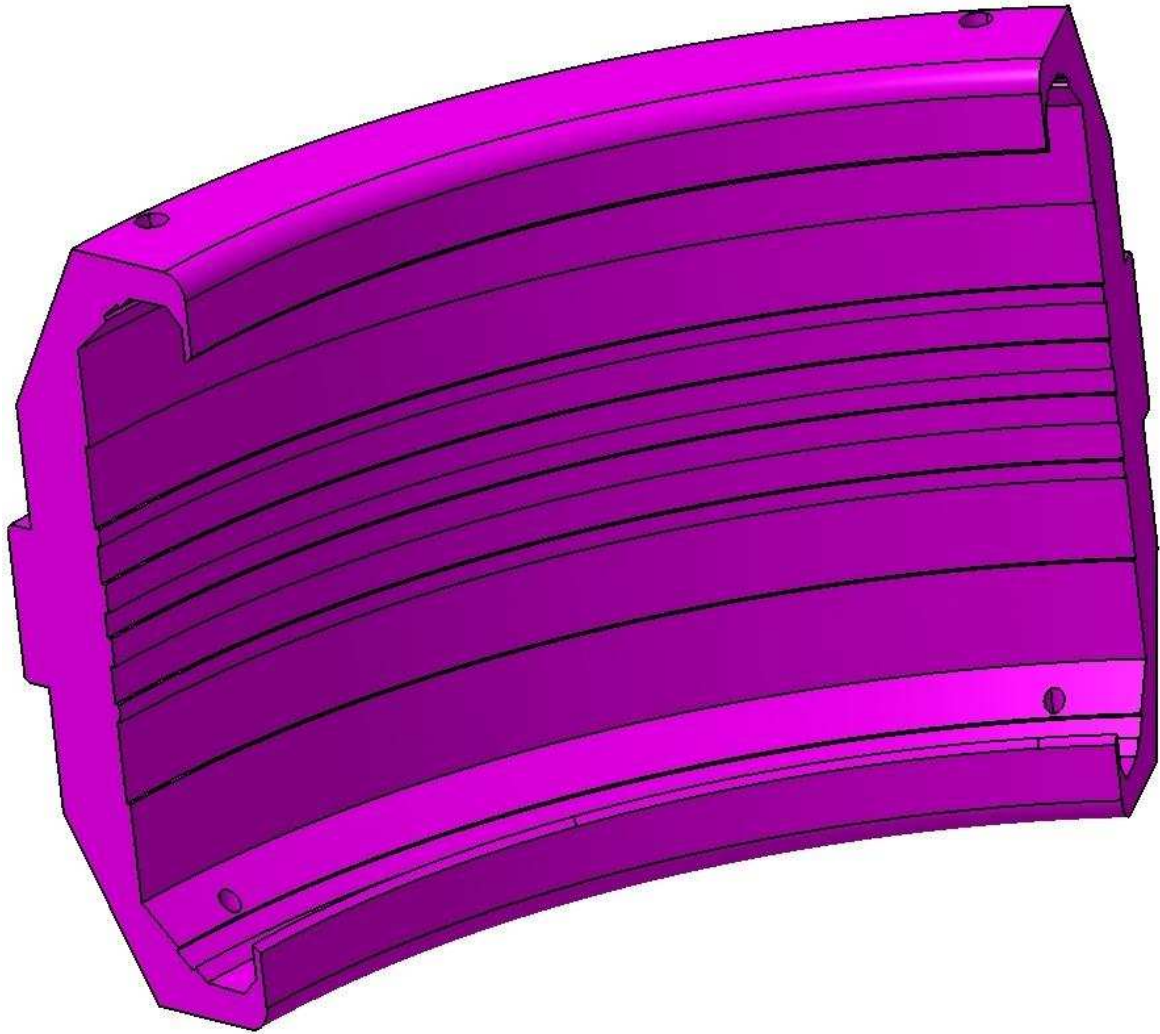
Obr. 57. 3D model dezénové vložky v programu CATIA.

9.1.2 Segmenty

Do segmentů jsou upnuty dezénové vložky. Zajišťují jejich přesnou polohu ve formě. Segmenty se budou vyrábět z prstence vykovaného z materiálu 11 416. Prstenec se nařeže v úhlu 60° (segmenty jsou shodné) a obrobí se podle výrobní výkresové dokumentace. Do segmentů se upnou dezénové vložky, jak bylo popsáno výše (kapitola 9.1.1). Segmenty se radiálně upnou do příslušných nosičů segmentů, které ovládají jejich pohyb při otevírání lisu. 3D model segmentu z programu CATIA je možno vidět na obrázcích (Obr. 58, Obr. 59).



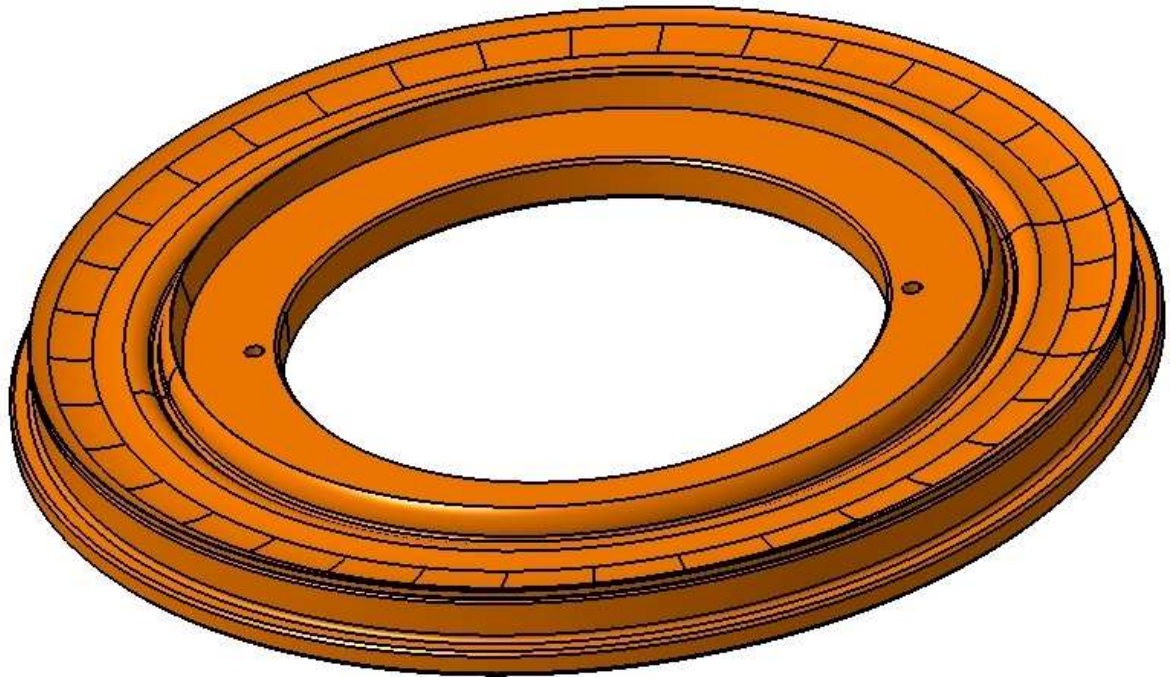
Obr. 58. 3D model segmentu v programu CATIA.



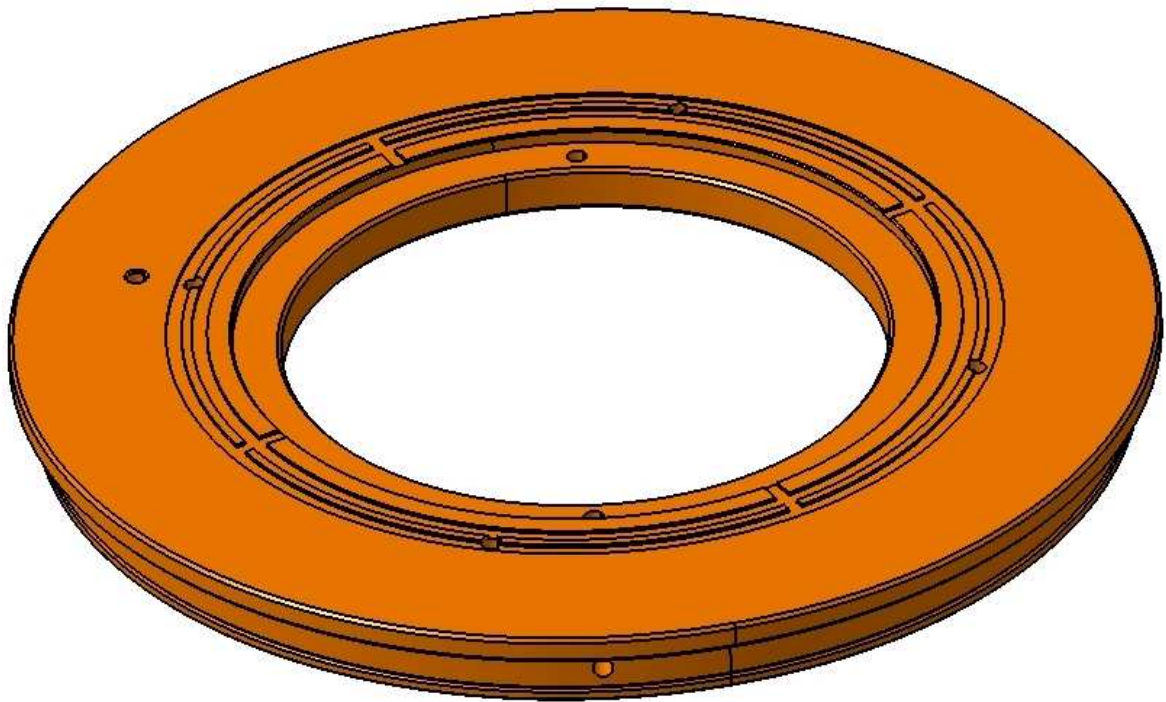
Obr. 59. 3D model segmentu v programu CATIA.

9.1.3 Dolní bočnicová deska

Dolní bočnicová deska, jež je vyobrazena na následujících obrázcích (Obr. 60, Obr. 61), má ve své horní části vysoustružen tvar, který dává část konečného profilu pláště pneumatiky včetně ochranného pásku. V desce je vysoustruženo osazení pro dolní patní kroužek. Dále deska obsahuje středící, upínací a manipulační prvky. Dolní bočnicová deska se upíná do dolní kontejnerové desky. Dolní bočnicová deska se soustruží z vyžíhaného polotovaru materiálu 11 523. Pro své velké rozměry se deska soustruží na karuselovém soustruhu. Po vylisování prvního vzorku pláště pneumatiky se musí zhotovit odvodušňovací systém. Společně s odvodušňáním se na desce dohotoví chybějící detaily a odstraní případné nerovnosti.



Obr. 60. 3D model dolní bočnicové desky v programu CATIA.

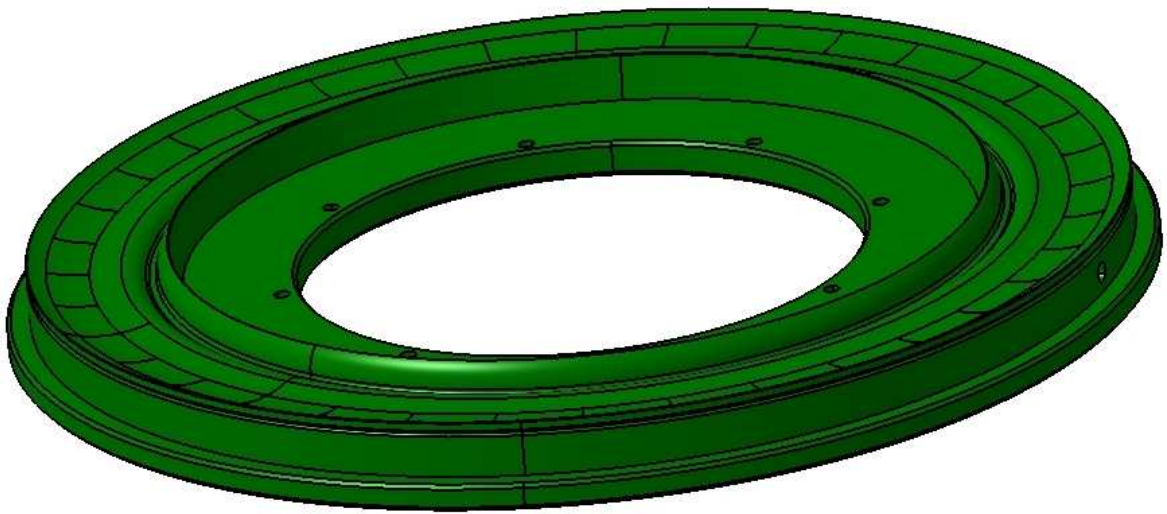


Obr. 61. 3D model dolní bočnicové desky v programu CATIA.

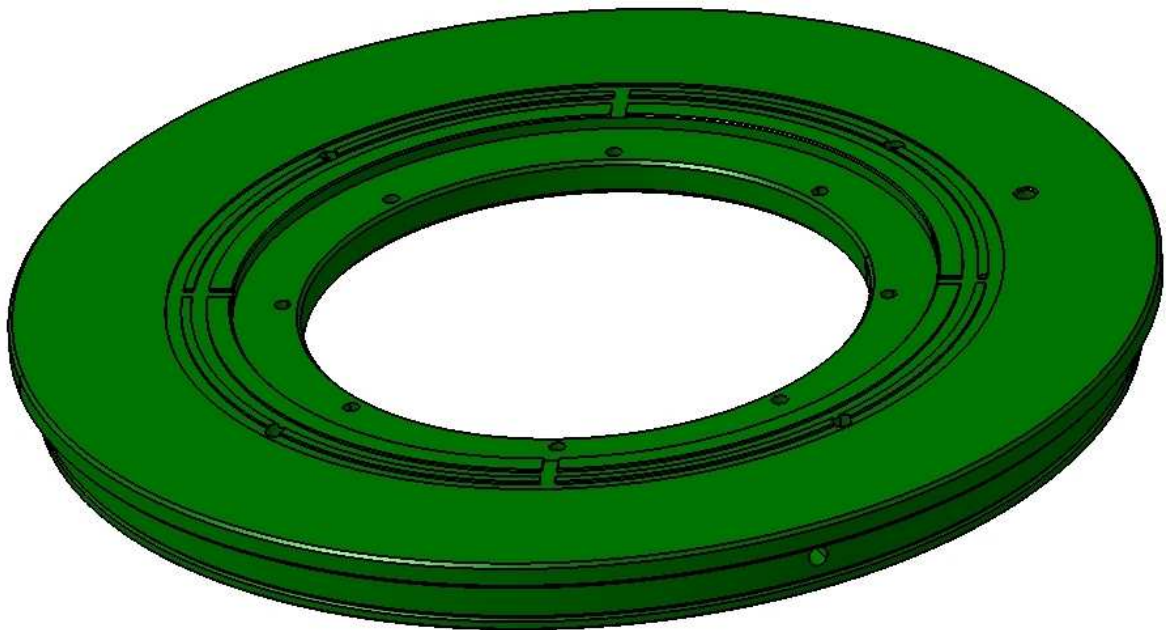
9.1.4 Horní bočnicová deska

Horní bočnicová deska, zobrazená na obrázcích níže (Obr. 60, Obr. 61), má ve své dolní části vysoustružen tvar, který dává část konečného profilu pláště pneumatiky včetně

ochranného pásku. V desce je vysoustruženo osazení pro horní patní kroužek. Dále tato deska obsahuje středící, upínací a manipulační prvky. Horní bočnicová deska se upíná do Horní kontejnerové desky. Horní bočnicová deska se soustruží z vyžíhaného polotovaru materiálu 11 523. Pro své velké rozměry se deska soustruží na karuselovém soustruhu. Po vylisování prvního vzorku pláště pneumatiky se musí zhotovit odvzdušňovací systém. Společně s odvzdušněním se na desce dohotoví chybějící detaily a odstraní případné nerovnosti.



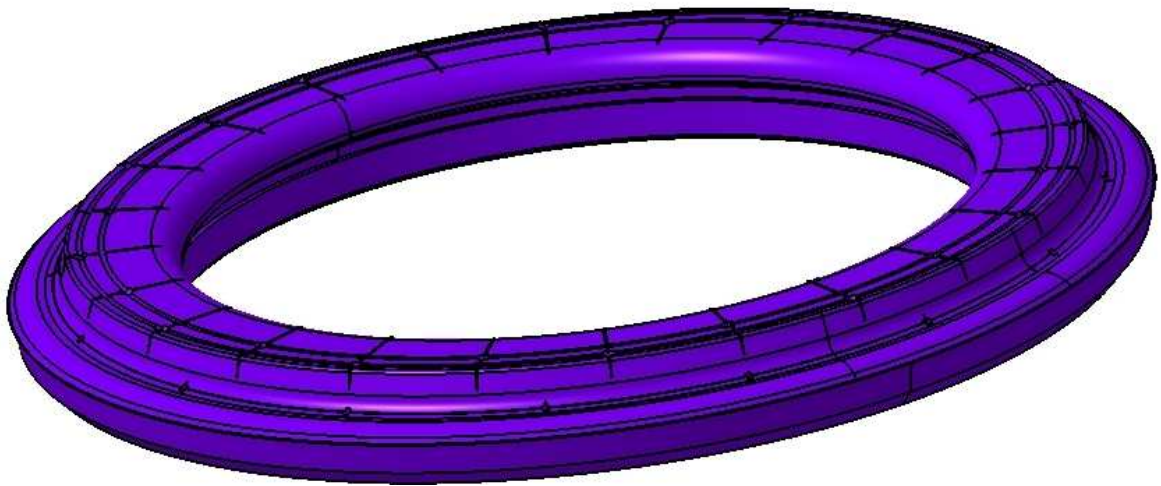
Obr. 62. 3D model horní bočnicové desky v programu CATIA.



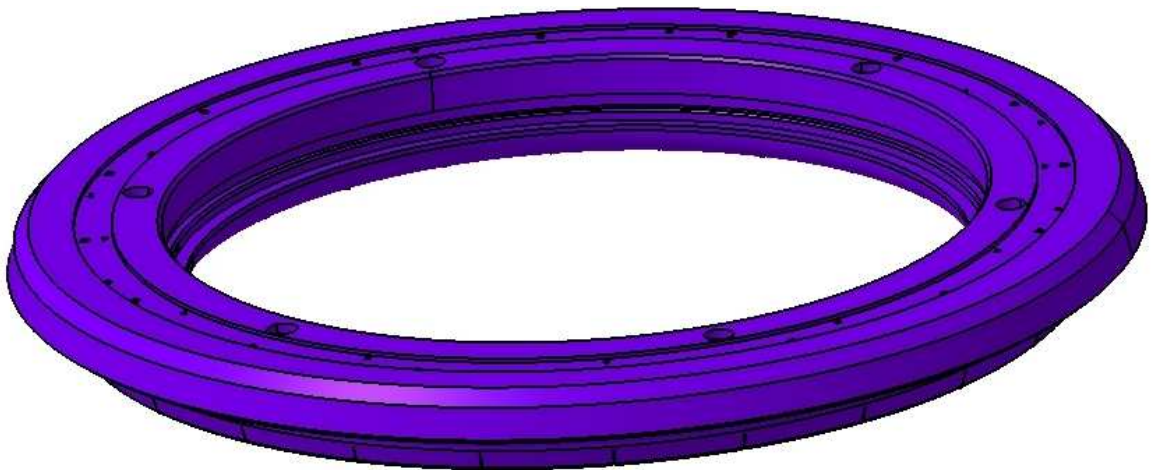
Obr. 63. 3D model horní bočnicové desky v programu CATIA.

9.1.5 Dolní patní kroužek

Dolní patní kroužek se po vyžihání polotovaru z materiálu 11 523 soustruží na karuselovém soustruhu (z důvodu velkých rozměrů). Po vysoustružení základního tvaru se na tvarové části kroužku vrtá a frézuje odvětrávací systém. Dolní patní kroužek dosedá na dolní bočnicovou desku, ve které je vysoustruženo osazení. Na následujících obrázcích (Obr. 64, Obr. 65) je zobrazen 3D model dolního patního kroužku navržený v programu CATIA.



Obr. 64. 3D model dolního patního kroužku. v programu CATIA.

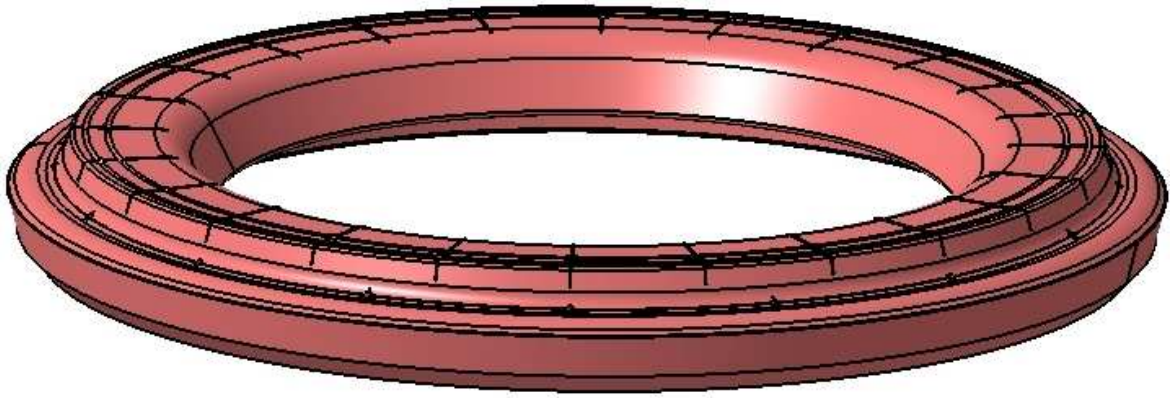


Obr. 65. 3D model dolního patního kroužku. v programu CATIA.

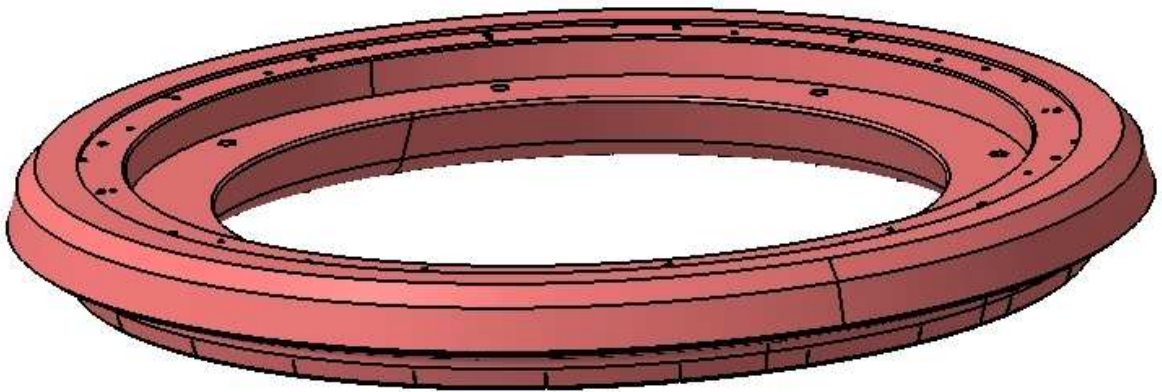
9.1.6 Horní patní kroužek

Horní patní kroužek se po vyžihání ocelového polotovaru 11 523 soustruží na karuselovém soustruhu (z důvodu velkých rozměrů). Po vysoustružení základního tvaru se na

tvarové části kroužku vrtá a frézuje odvodušňovací systém. Horní patní kroužek dosedá na horní bočnicovou desku, ve které je vysoustruženo osazení. Na obrázcích níže (Obr. 66, Obr. 67) jsou zobrazeny pohledy na 3D model horního patního kroužku navržený v programu CATIA.



Obr. 66. 3D model horního patního kroužku. v programu CATIA.



Obr. 67. 3D model horního patního kroužku. v programu CATIA.

9.2 Výrobní cyklus pláště pneumatiky ve formě

Všechny součásti formy i kontejneru se zkontrolují. Jednotlivé součásti formy se smontují jak je uvedeno v předchozí kapitole - 9.1. Složené části formy se upnou do kontejneru O. V. Takto sestavené části kontejneru a formy se umístí do vulkanizačního lisu VHL 42". Vulkanizační lis se uzavře a vyhřeje se na předepsanou vulkanizační teplotu a setrvá v klidu po stanovenou dobu. Lis a s ním i forma se otevřou a do dutiny formy se umístí surový plášť pneumatiky. Pryžová membrána, která je součástí kontejneru, umístěná uvnitř surového pláště se naplní tlakovým médiem o předepsané teplotě a tlaku. Tím se surový plášť pneumatiky vytvaruje. Poté se lis společně s formou uzavřou a tlak se

v membráně zvýší a surový plášť pneumatiky se dotvaruje. Po uzavření formy začne v surovém plášti probíhat vulkanizace. Po předepsané době se forma otevře a plášť pneumatiky se z ní vyjme. Ve vyjmutém plášti pneumatiky ještě po určitou dobu probíhá dovulkanizace. Mezitím se do formy umístí další kus surového pláště pneumatiky. Zvulkanizovaný plášť pneumatiky se dopraví k úseku kontroly.

10 NÁVRH VERIFIKACE KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Je zřejmé, že se plášť pneumatiky jako reálný objekt musí reprezentovat ve velmi zjednodušené formě, aby příslušné matematické modely zůstaly fyzikálně názorné. Kdykoliv je to možné, měly by se teoretické výsledky každého modelu porovnávat s experimentálními výsledky. (7)

Byl zkonstruován plášť pneumatiky. Je vhodné jej podrobit ověřovacímu procesu. Tento je v současné době víceúrovňový a skládá se z teoretického ověření funkčnosti, zejména s využitím SW (software = programové vybavení počítače), a praktických zkoušek.

Plášť pneumatiky musí při svém použití odolávat různému zatížení. Proto je potřeba jej tomuto zatížení virtuálně vystavit. Nejčastější případ nastane je při zatížení vnitřním přetlakem tlakového média v pneumatice. Tato verifikace byla provedena - viz kapitola 8.1. Další možné případy zatížení lze zkoumat různými SW, nejčastěji využívajícími FEM (Finite Element method = metoda konečných prvků) analýzu. Jedná se například o situace, kdy je plášť pneumatiky ve smyku, při odvalování, zatížení hmotností vozidla, aj. SW kontrola je v tomto případě velmi důležitá a může ušetřit mnoho finančních prostředků.

Zkoušky praktické lze rozdělit na předvýrobní a povýrobní. Předvýrobní zkoušky zahrnují mechanické, technologické, fyzikální, aj. zkoušky materiálů, které se zamýšlejí použít při výrobě pláště pneumatiky. Lze z nich získat dílčí vlastnosti těchto materiálů. Ověřit se tím funkčnost zamýšleného řešení před vlastní výrobou. Výroba zkušebních kusů plášťů pneumatik je velmi nákladná. Musí ji tedy předcházet výše uvedené testy. Zkušební kusy se nejdříve testují na zkušebně. Poté se zkouší funkčnost plášťů pneumatik na testovací dráze a až nakonec v provozu na veřejných komunikacích.

Forma na výrobu plášťů pneumatik představuje jednu z největších finančních položek při jejich výrobě. Proto se na ověření funkčnosti formy klade velký důraz. Lze jej opět rozdělit na teoretické a praktické ověřování.

Forma při svém provozu musí odolávat různému zatížení. Jedná se především o tlakové namáhání. Proto se provádí zkoušky především na otlacení. Důležitým faktorem ovlivňujícím ekonomičnost výroby plášťů pneumatik je při vysokých nákladech na výrobu

formy její životnost. Tyto dva hlavní faktory se musí promítnout už do samotné konstrukce formy a provázejí ji až do konce její životnosti.

ZÁVĚR

V diplomové práci byly popsány všechny součásti kola motorového vozidla s pneumatikou a jejich rozměrové parametry. Dále byly uvedeny typy konstrukce kostry pláště pneumatiky a základní vztahy nutné pro její výpočet. Byla popsána i konstrukce forem na výrobu pláštů pneumatik, především segmentové řešení. Byl také řešen postup při výrobě - od přípravy polotovarů přes konfekci surového pláště pneumatiky až po jeho vulkanizaci ve vulkanizačním lisu.

Cíle diplomové práce byly zpracovat konstrukci radiálního pláště pneumatiky 195/65R15 určeného pro sportovní automobily úpravy rallye na povrchu M+S a navrhnout konstrukční řešení segmentové formy na jeho výrobu.

Nejdříve byla provedena studie současné situace na trhu s plášti pneumatik pro osobní vozidla v úpravě M+S v České Republice. Bylo zvoleno 5 výrobců, z toho 4 zahraniční a 1 tuzemský. Od každého z výrobců byly zvoleny 2 typy pláštů pneumatik. Bylo shledáno, že současný trend v sortimentu M+S je vyrábět účelové typy pláštů pneumatik. Z hlediska dezénů byly popisovány především směrové a asymetrické typy s velkým množstvím lamel. Z hlediska složení použitých kaučukových směsí byl zaznamenán velký podíl směsí se silikou.

Dále byl navrženo řešení pláště pneumatiky. Řešení bylo nalezeno jako průnik požadků vyplývajících ze zamýšleného účelu použití a možností výroby.

Kostra pláště pneumatiky byla navržena v programu INSTRUC při využití vztahů z teoretické části práce a norem ETRTO. Následně byl plášť pneumatiky virtuálně zatížen vnitřním přetlakem tlakového média. Byly vypočteny příslušné bezpečnosti, které ukazují na vhodnost řešení.

Dezén pláště pneumatiky byl navržen jako symetrický a obousměrný. Jednotlivé části dezénu byly pro postupný záběr rozmístěny střídavě. Záběrové drážky byly doplněny lamelami ve tvaru šestiúhelníků pro zvýšení počtu hran.

Dále byl na plášť pneumatiky umístěn ochranný pásek jako ochrana ráfku před mechanickým poškozením.

Pro výrobu výše popsaného pláště pneumatiky byla navržena segmentová forma. Byla zvolena jako šestisegmentová s umístěním do kontejneru O. V. v lisu VHL 42”.

Plášť pneumatiky, stejně jako forma na jeho výrobu byl navržen ve 3D v programu CATIA P3 V5 R18. Pro výrobu byla vytvořena výkresová dokumentace v témže programu s podporou programu AutoCAD 2008.

Nakonec byla navržena verifikace použitého konstrukčního řešení pláště pneumatiky a formy na jeho výrobu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) *Gumárenská technológia II*. Redaktoři Ján Pietka, Katarína Schlesingerová; Štefan Prekop, aj. 1. vyd. Trenčín: GC TECH Ing. Peter Gerši ve spolupráci s Trenčianskou univerzitou A. Dubčeka v Trenčíně, 2003. 374 s. ISBN 80-88914-85-x.
- (2) MARCÍN, J. *Pneumatiky - výroba, použití, údržba*. Redaktorka Jana Štěpánová. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., 1976. 272 s.
- (3) DVOŘÁK, Z. *Zpracovatelské procesy gumárenské pro konstrukční směry* [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická. Zlín: 2009. 130 s. [cit. 23. 9. 2009]. Dostupné z WWW: <http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/czech/staff/dvorak/elektronickepodpory/pdf/T8Z_PG_zpracovatelske_procesy_gumarenske.pdf>..
- (4) Barum Continental spol. s r.o. *Gumárenská technologie. Učební texty*. Otrokovice, 2008. 99 s.
- (5) Barum Continental spol. s r.o. *Technický rádce pneumatiky pro osobní a dodávkové automobily*. Otrokovice, 2004. 70 s.
- (6) The European Tyre and Rim Technical Organisation. *Standards Manual 2005*. Bruxelles (Belgium), The European Tyre and Rim Technical Organisation, 2004.
- (7) KOUTNÝ, F. *Konstrukce výrobků. Geometrie a mechanika pneumatik*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 139 s. ISBN 978-80-7318-796-5.
- (8) TOMIS, F. a kol. *Formy a přípravky*. 1. vyd. Brno, 1979. 278 s.
- (9) MARCÍN, J., ZÍTEK, P. *Pneumatiky*. Redaktorka Jana Štěpánová. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., 1985. 496 s.
- (10) MALÁČ, J. *Gumárenská technologie*. [online]. Zlín: 2005. [cit. 9. 12. 2009]. Dostupné z WWW: <http://web.ft.utb.cz/cs/docs/GT1-_vod.pdf>
- (11) Česká republika. 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In *Sbírka zákonů*. 2002, 123, s. 7146. Dostupný také z WWW: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.1>

55/701?PC_8411_number1=341/2002&PC_8411_l=341/2002&PC_8411_ps=10#10821>.

- (12) Česká republika. Vyhláška č. 30/2001 Sb. Ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích. In *Sbírka zákonů*. 2001, 11, s. 522. Dostupný také z WWW:
<http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.155/701?PC_8411_number1=30/2001&PC_8411_l=30/2001&PC_8411_ps=10#10821>.
- (13) Dirk Rockendorf. *Barum - Zimní pneumatiky*. [online]. Continental Aktiengesellschaft. Hannover: 2010. [cit. 31. 3. 2010]. Dostupné z WWW:
<<http://www.barum-online.com/generator/www/cz/cz/barum/pneumatiky/themes/zimni-pneumatiky/zimni-pneumatiky-cz.html>>
- (14) ContiTrade Services s.r.o. *ContiTrade - pneuservis, autoservis*. [online]. [cit. 22. 2. 2010]. Dostupné z WWW: <<http://contitrade.cz/>>
- (15) Barum Continental, spol. s r. o. *Continental Automobil*. [online]. [cit. 24. 2. 2010]. Dostupné z WWW: <http://www.conti-online.com/generator/www/cz/cz/continental/automobil/hlavni/home/index_cz.html>
- (16) Continental Aktiengesellschaft. *Technický rádce - osobní pneumatiky 2007 - 2008*. Otrokovice, 2007. 121 s.
- (17) Libor Nekovář - Pneumax. *PNEUMAX LIBEREC*. [online]. [cit. 12. 3. 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.pneumax.cz/continental.asp>>
- (18) Goodyear Česká Republika. *Goodyear Česká Republika-Safety together*. [online]. [cit. 23. 2. 2010]. Dostupné z WWW: <http://eu.goodyear.com/cz_cs/index_flash.jsp>
- (19) ONIO s.r.o. *Pneumatiky.cz - letní levné pneu*. [online]. [cit. 10. 5. 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.pneumatiky.cz/>>

- (20) MICHELIN Hungária Abroncsgyártó Korlátolt Felelősségű Társaság. *Michelin pneu : Pneumatika pro osobní vozidla, pro motorky, pro vozy 4 x 4, pro skútry, .* [online]. [cit. 22. 2. 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.michelin.cz/cz/home/home.jsp>>
- (21) Pirelli & C. S.p.A.. *PIRELLI TYRE*. [online]. [cit. 10. 5. 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.pirelli.cz/web/default.page>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

s	šířka profilu pneumatiky [mm].
s_G	maximální celková šířka pneumatiky v provozu [mm].
h	výška profilu pneumatiky [mm].
d_R	jmenovitý průměr ráfku [anglický palec].
d	celkový průměr pneumatiky [mm].
d_G	maximální celkový průměr pneumatiky v provozu [mm].
a	měřicí šířka ráfku [mm].
h	výška profilu pneumatiky [mm].
h	výška profilu pneumatiky [mm].
h	výška profilu pneumatiky [mm].
E_p	potenciální energie nahuštěné pneumatiky [J].
E_{el}	elastická energie stěny pláště pneumatiky [J].
E_a	energie tlakového média v dutině pneumatiky [J].
ω	úhlová rychlost nezátížené nahuštěné rotující pneumatiky [s^{-1}].
ρ	povrchová hustota plochy horní poloviny pneumatiky $\left[\frac{kg}{m^2} \right]$.
A	velikost plochy povrchu horní poloviny pneumatiky [m^2].
V	objem dutiny pneumatiky [m^3].
U_p	potenciální energie pneumatiky [J].
V_0	počáteční objem pneumatiky [m^3].
p_0	absolutní tlak [Pa].
E	celková energie pneumatiky [J].
L	invariant expanze [J].
Φ	invariant expanze [J].

μ	Lagrangeův multiplikátor [-].
ν	Lagrangeův multiplikátor [-].
κ	křivost rovinné křivky z [mm^{-1}].
ČR	Česká republika.
CLS	Cross Link Sipes = vzájemně se křížící lamely.
BR	Butadiene Rubber = butadienový kaučuk.
SUV	Sport Utility Vagon = sportovně-užitkový vůz.
s_{rc}	bezpečnost kostry pláště pneumatiky [-].
s_r	bezpečnost patního lana [-].
s_{rb}	bezpečnost nárazníkového pásu [-].
SW	software = programové vybavení počítače.
FEM	Finite Element Method = metoda konečných prvků.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Řez pneumatikou s duší.</i>	13
<i>Obr. 2. Řez bezdušovou pneumatikou.</i>	13
<i>Obr. 3. Polární diagram vlastností pneumatiky. (1)</i>	15
<i>Obr. 4. Struktura pláště pneumatiky pro nákladní automobily - radiální řez.</i>	16
<i>Obr. 5. Řez kostrou pláště pneumatiky.</i>	17
<i>Obr. 6. Struktura patky pláště pneumatiky.</i>	18
<i>Obr. 7. Nejpoužívanější konstrukce nárazníku.</i>	20
<i>Obr. 8. Řez bočnicí pláště pneumatiky.</i>	21
<i>Obr. 9. Řez jednovrstvým běhounem. (1)</i>	22
<i>Obr. 10. Řez dvouvrstvým běhounem. (1)</i>	22
<i>Obr. 11. Základní typy dezénů. (1)</i>	23
<i>Obr. 12. Detail zákrutů textilních vláken - typ Z a S. (3)</i>	24
<i>Obr. 13. Detail kordové tkaniny. (3)</i>	25
<i>Obr. 14. Příklady ocelových kordů s jejich značením. (4)</i>	26
<i>Obr. 15. Ukázky nánosovaných ocelových kordů. (4)</i>	26
<i>Obr. 16. Ukázky patních lan. (4)</i>	27
<i>Obr. 17. Příklady čtyřhranných patních lan. (4)</i>	27
<i>Obr. 18. Konstrukce ráfku. (6)</i>	28
<i>Obr. 19. Konstrukce ventilu. (6)</i>	29
<i>Obr. 20. Profil duše. (1)</i>	29
<i>Obr. 21. Základní rozměry pneumatik. (1)</i>	31
<i>Obr. 22. Plášť pneumatiky diagonální konstrukce. (1)</i>	33
<i>Obr. 23. Plášť pneumatiky radiální konstrukce. (1)</i>	34
<i>Obr. 24. Náčrt typického meridiánu kostry pláště pneumatiky. (7)</i>	37
<i>Obr. 25. Plášť pneumatiky smíšené konstrukce. (1)</i>	40
<i>Obr. 26. Radiální řez dvoudílnou formou.</i>	42
<i>Obr. 27. Radiální řez segmentovou formou.</i>	42
<i>Obr. 28. Součásti segmentové formy a kontejneru pro segmentovou formu. (4)</i>	43
<i>Obr. 29. Příklad odvodušnění formy na výrobu plášťů pneumatik.</i>	45
<i>Obr. 30. Ohřev forem.</i>	47
<i>Obr. 31. Ohřev forem.</i>	47

<i>Obr. 32. Vytlačovací stroj se 3 šneky pro vytlačování sdružených profilů (viz Obr. 33).</i>	49
<i>Obr. 33. Příčný řez vytlačeným sdruženým profilem běhounu.</i>	49
<i>Obr. 34. Linka pro oboustranné nánosování textilního kordu.</i>	51
<i>Obr. 35. Sklopný konfekční buben. (2).</i>	53
<i>Obr. 36. Konfekce radiálního pláště pneumatiky pro osobní automobily dvoustupňovou technologií - 1. stupeň.</i>	54
<i>Obr. 37. Konfekce radiálního pláště pneumatiky pro osobní automobily dvoustupňovou technologií - 2. stupeň.</i>	55
<i>Obr. 38. Vulkanizační lis VHL 45“ - M1. (1)</i>	58
<i>Obr. 39. Barum Polaris 2. (14)</i>	63
<i>Obr. 40. Barum Norpolaris. (13)</i>	64
<i>Obr. 41. Continental ContiWinterContact TS 790. (14)</i>	65
<i>Obr. 42. Continental ContiWinterContact TS 800. (14)</i>	66
<i>Obr. 43. Goodyear UltraGrip Performance 2. (19)</i>	67
<i>Obr. 44. Goodyear UltraGrip 7. (19)</i>	67
<i>Obr. 45. Michelin Alpin. (20)</i>	68
<i>Obr. 46. Michelin Latitude Alpin HP. (20)</i>	69
<i>Obr. 47. Pirelli Winter SNOWSPORT. (19)</i>	70
<i>Obr. 48. Winter SNOWCONTROL SERIE II. (19)</i>	71
<i>Obr. 49. 3D model pláště pneumatiky v programu CATIA.</i>	72
<i>Obr. 50. Tvar a rozměry meridiánu kostry pláště pneumatiky.</i>	73
<i>Obr. 51. Zatížení pláště pneumatiky vnitřním přetlakem.</i>	74
<i>Obr. 52. Výpočet bezpečností.</i>	75
<i>Obr. 53. Pohled na dezén pláště pneumatiky.</i>	76
<i>Obr. 54. Vnější kontura ochranného pásku.</i>	77
<i>Obr. 55. 3D model formy v programu CATIA.</i>	78
<i>Obr. 56. 3D model dezénové vložky v programu CATIA.</i>	79
<i>Obr. 57. 3D model dezénové vložky v programu CATIA.</i>	79
<i>Obr. 58. 3D model segmentu v programu CATIA.</i>	80
<i>Obr. 59. 3D model segmentu v programu CATIA.</i>	81
<i>Obr. 60. 3D model dolní bočnicové desky v programu CATIA.</i>	82
<i>Obr. 61. 3D model dolní bočnicové desky v programu CATIA.</i>	82

<i>Obr. 62. 3D model horní bočnicové desky v programu CATIA.</i>	83
<i>Obr. 63. 3D model horní bočnicové desky v programu CATIA.</i>	83
<i>Obr. 64. 3D model dolního patního kroužku. v programu CATIA.</i>	84
<i>Obr. 65. 3D model dolního patního kroužku. v programu CATIA.</i>	84
<i>Obr. 66. 3D model horního patního kroužku. v programu CATIA.</i>	85
<i>Obr. 67. 3D model horního patního kroužku. v programu CATIA.</i>	85

SEZNAM PŘÍLOH

PI Výrobní výkresová dokumentace:

- výrobní výkres sestavy formy
- soupis položek
- výrobní výkres dolního patního kroužku
- výrobní výkres dolní bočnicové desky
- výrobní výkres segmentu
- výrobní výkres dezénové vložky
- výrobní výkres profilu
- výrobní výkres horní bočnicové desky
- výrobní výkres horního patního kroužku

PII Disk CD:

- Diplomová práce ve formátu pdf
- výrobní výkresová dokumentace ve formátu pdf
- 3D modely vytvořené v programu CATIA P3 V5 R18
- 2D modely vytvořené v programu AutoCAD 2008