



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Technická
fakulta**

Hodnocení kvality pneumatik vzhledem ke specifickým oblastem jejich aplikace

Bakalářská práce

Autor: Daniel Páv

Katedra: Katedra materiálu a strojírenské technologie

Obor: Obchod a podnikání s technikou

Vedoucí práce: prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Páv

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Hodnocení kvality pneumatik vzhledem ke specifickým oblastem jejich aplikace

Název anglicky

Evaluation of tyres quality owing to specific areas of their application

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je shromáždit a analyzovat aktuální poznatky o problematice hodnocení kvality pneumatik vzhledem ke specifickým oblastem jejich aplikace. Na základě závěrů z literárního rozboru předmětné problematiky stanoví bakalář přínos práce.

Metodika

Současný stav řešeného problému (literární rešerše).

Závěry a přínos práce.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

pneumatika, degradace, technologie výroby, mechanické vlastnosti

Doporučené zdroje informací

Časopis: Rubber Chemistry and Technology, Comprehensive Composite Material, The Science and Technology, Applied composite materials, Journal of Terramechanics, Strojírenská technologie, Composite structures, Research in Agricultural Engineering, Plasty a kaučuk.

DICK, J. S., ANNICELLI, R. A.: Rubber Technology: Compounding and Testing for Performance. Hanser Verlag, 2001.

DUCHÁČEK, V.: Polymery výroba, vlastnosti, zpracování, použití. Praha: VŠCHT Kanag – tisk, 2006.

KRMELA, J.: Pláště pneumatik a jejich materiálové charakteristiky pro výpočtové modelování, Tnuni, 2017.

KUMAR, D. S., WHITE, J. R.: Rubber Technologists Handbook 1. Rapra Technology, 2001.

MASTINU, G., PLÖCHL, M.: Road and off-road vehicle system dynamics handbook. Boca Raton: CRC Press, 2014.

PACEJKA, H. B.: Tyre and vehicle dynamics. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

RŮŽIČKA, B., KOLEČEK, P.: Pneumatiky pro Váš automobil, Brno: CP Books, 2005.

SMITH, R. H.: Analyzing friction in the design of rubber products and their paired surfaces. Boca Raton: CRC Press, 2008.

WHITE, J., KUMAR, D. S., NASKAR, K.: Technologists Handbook 1. iSmithers Rapra Publishing, 2009.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra materiálu a strojírenské technologie

Elektronicky schváleno dne 12. 1. 2019

prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci "Hodnocení kvality pneumatik vzhledem ke specifickým oblastem jejich aplikace" vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce.

V Praze dne 10.4.2021

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat prof. Ing. Miroslavu Müllerovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné vedení, užitečné rady a v neposlední řadě i za trpělivost a ochotu, kterou mi věnoval.

Bibliografická citace

PÁV, Daniel. *Hodnocení kvality pneumatik vzhledem ke specifickým oblastem jejich aplikace*. Praha, 2021. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Hodnocení kvality pneumatik vzhledem ke specifickým oblastem jejich aplikace

Abstrakt

V první části se bakalářská práce zabývá historií, rozdělením a konstrukcí plášťů pneumatik. Jednotlivé části konstrukce jsou rozděleny do podkapitol, ve kterých jsou stručně popsány. Dále jsou zde uvedeny značení pneumatik a energetické štítky. Ve druhé části se práce věnuje výrobě pneumatik. Počínaje druhy kaučuků a jejich vulkanizačními přísadami, technologií výroby, která je rozdělena do podkapitol až po závěrečnou kontrolu kvality, po které následuje kapitola o pneumatikách používaných v severských státech. Práce pokračuje statickými a dynamickými zkouškami, na které navazují rozdíly mezi letními a zimními pneumatikami. V poslední části se práce zabývá dojezdovými pneumatikami, rizikovými stavy a porovnáním cen jedné pneumatiky značky Pirelli po světě.

Klíčová slova

Pneumatika, konstrukce plášťů pneumatik, značení pneumatik, degradace, mechanické vlastnosti, technologie výroby, experimentální zkoušky, dojezdové pneumatiky, rizikové stavy.

Evaluation of tires quality owing to specific areas of their application

Abstract

In the first part of the bachelor thesis deals with the history, division and tire construction. The individual parts of the tire construction are divided into a subcharacter in which they are briefly described. Furthermore, tire labels and energy labels are listed. The second part deals with the production of tires. Starting in kinds of rubber and their vulcanizing additives, production technology, which is divided into a subchapter to final quality control, followed by a chapter on tires used in the Nordic countries. It continues with static and dynamic tests, followed by differences between summer and winter tires. In the last part, the work deals with run flat tires, risk conditions and price comparison of Pirelli tire over the World.

Keywords

Tire, construction, tire marking, degradation, mechanical properties, production technology, experimental tests, run flat tires, risk conditions.

Obsah

Obsah.....	9
1. Úvod	11
2. Pneumatiky z hlediska historie	12
3. Rozdělení pneumatik	13
3.1. Radiální a diagonální pneumatiky	14
4. Konstrukce pneumatik	16
4.1. Označení ráfků	17
4.2. Části pláště pneumatiky	18
4.2.1. Běhoun	19
4.2.2. Nárazník	20
4.2.3. Kostra	21
4.2.4. Bočnice	21
4.2.5. Patka	22
4.2.6. Patní lanko	23
4.2.7. Vnitřní gumová vrstva	23
5. Značení pneumatik	24
5.1. Další značení pneumatik, se kterými se můžeme setkat:	24
5.2. Rozdíl ve značení letních a zimních pneumatik	25
5.3. Energetické štítky EU pneumatik	25
6. Výroba pneumatik	27
6.1. Druhy kaučuku	27
6.1.2. Přírodní kaučuk	27
6.1.3. Syntetický kaučuk	28
6.2. Vulkanizační přísady	28
6.3. Technologie výroby	29
6.3.1. Míchání kaučukových směsí	29
6.3.2. Vytlačování	31
6.3.3. Válcování	32
6.3.4. Nanášení kaučukových směsí na kordy	33
6.3.5. Výroba patního lana	33
6.3.6. Konfekce plášťů pneumatik	33
6.3.7. Lisování a vulkanizace plášťů	34
6.3.8. Kontrola výrobku, test kvality	34
7. Použití pneumatik v severských zemích	35
8. Statické a dynamické zkoušky	36

8.1.	Statické experimenty	37
8.2.	Dynamické experimenty	37
9.	Rozdíl mezi letními a zimními pneumatikami	38
10.	Dojezdové pneumatiky	40
10.1.	Samonosné beztlakové pneumatiky	40
10.2.	Samozacelující se pneumatiky	41
11.	Rizikové stavy.....	41
11.1.	Aquaplaning	41
11.2.	Tlak v pneumatikách	42
11.3.	Stáří pneumatiky.....	43
12.	Cena pneumatiky Michelin Pilot sport 4 S.....	43
13.	Závěr	44
14.	Seznam použitých zdrojů	45
15.	Seznam obrázků.....	48

1. Úvod

Nejprve je třeba si definovat pojem pneumatika. Pneumatika (obr. 1) je nedílnou součástí kol dopravních prostředků. Vzdušnice (lidově duše) uvnitř pneumatiky je plněna tlakovým médiem, zpravidla vzduchem. Často se ovšem používají i bezdušové pneumatiky. Obvykle bývají toroidního tvaru.

Úkolem pneumatiky je zajistit bezprostřední styk vozidla s vozovkou. Musí přenášet zatížení vozidla, zprostředkovat přenos kroutícího momentu a reakce na volant. Zajistit uspokojivé vlastnosti při jízdě (adheze, nepřenášet vibrace na vozidlo, tlumit nerovnosti na vozovce). Pneumatiky by měly mít minimální valivý odpor, což se projeví na spotřebě pohonných hmot. [1]

Cílem práce je rešerše poznatků o problematice pneumatik počínaje historií, konstrukcí, výrobou, degradací a jejich specifickými vlastnostmi na vozovce. Dále je v práci shromáždění a analýza aktuálních poznatků této problematiky.



Obrázek 1: Plášť pneumatiky a duše [2]

2. Pneumatiky z hlediska historie

Podle literatury [3] byly jedny z prvních kol pouze pevné kusy dřeva. Ty byly postupem času potaženy kůží pro pohodlnější jízdu (obr. 2). To byl konec vývoje pneumatik po tisíciletí, dokud na scénu nepřišla nová technologie v podobě gumy. Raná guma byla však při větších teplotách lepkavá a v chladném počasí byla nepružná a tvrdá. V roce 1834 Charles Goodyear strávil pět let experimentováním s vlastnostmi gumy.



Obrázek 2: Dřevěné kolo potažené kůží [5]

Všechny jeho experimenty byly neúspěšné, dokud nezkusil přidat síru a směs zahřát, aby vytvořil první gumu odolnou klimatickým změnám. Proces, který se stal známý jako vulkanizace, poskytl pevnou, poddajnou gumu, kterou známe dnes.

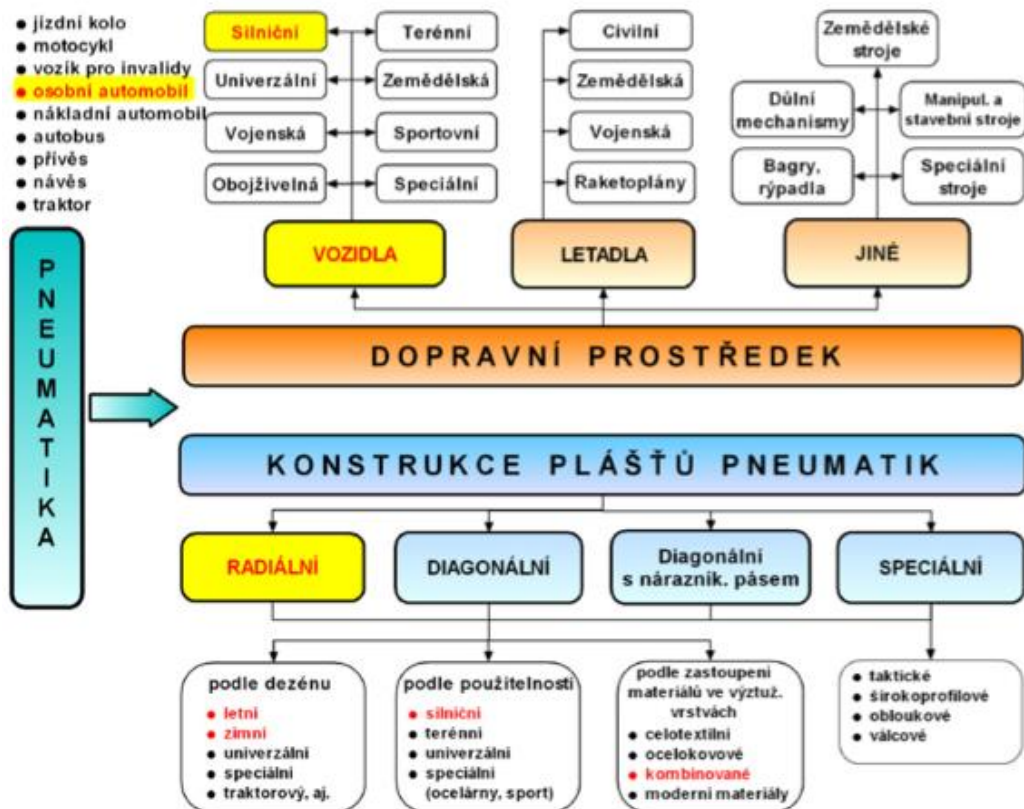
Další generace pneumatik byla vyrobena z plné gumy, ale byli extrémně těžké a poskytovali hrbolatou jízdu. V roce 1845 si Robert W. Thomson nechal patentovat pneumatiku, která využívala několik tenkých hadic nafouklých vzduchem omotaných kolem obruče, což výrazně zlepšilo vibrace a schopnosti pneumatiky udržet se bez klouzání na zemi. Navzdory své genialitě jeho nápad předběhl dobu. Guma byla příliš drahá na to, aby byla zisková a měla praktické využití. [3]

Rostoucí popularita jízdních kol později v 19. století vyvolala nový zájem v odvětví pneumatik. V roce 1888 získal John Boyd Dunlop patent na vzduchem plněné pneumatiky. V této době se již vyráběla jízdní kola, kde nový patent pro pneumatiky našel své uplatnění. [3]

Další vývoj dle autora [3], který ovlivnil životnost pneumatik, se dosáhlo použitím kordové tkaniny při výrobě pláštěů. Tento nový druh pláštěů se používal od roku 1914, použité materiály se neustále vyvíjely. V roce 1923 se používaly kordy na bázi raylonu (regenerované celulózy). Od roku 1937 se pro výrobu pláštěů používaly ocelové kordy v kombinaci s polyamidovými vlákny.

V roce 1948 představili bratři Andre a Eduard Michelin první radiální pneumatiku. O rok později začal prodej prvních radiálních pneumatik pro osobní vozidla, které nesly název „pneumatika X“. Tento nový typ pneumatik měl delší životnost díky vrstvám kordu, které byly pod úhlem 90 stupňů k ráfku kola. První bezdušovou pneumatiku představila firma Dunlop v roce 1972. [3]

3. Rozdělení pneumatik



Obrázek 3: Rozdělení pneumatik [4]

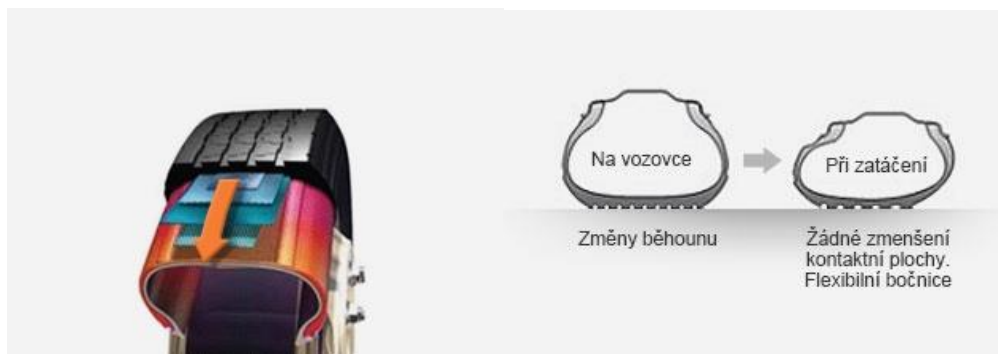
3.1. Radiální a diagonální pneumatiky

Radiální pneumatiky

Radiální konstrukce pneumatik se dle literatury [6], [7] používá pro osobní automobily, nákladní vozidla a autobusy. Konstrukci tvoří sudý či lichý počet kordových vložek, jejichž vlákna vedou od patky k patce a s obvodovou čarou pneumatiky tvoří úhel 90 stupňů. Materiál kordových vložek je nejčastěji z textilní nebo ocelové matrice obalené v pryžovém obalu, který je navulkanizovaný v gumovém těle pneumatiky. Pneumatika schopna snášet zatížení i v obvodovém směru.

U radiálních pneumatik je boční strana pneumatiky pružnější než u pneumatik diagonálních. To má své výhody v podobě větší kontaktní plochy s vozovkou a tím i lepší účinky brzd a zmenšení brzdné dráhy vozidla. Nižší spotřebu paliva, větší přilnavost k vozovce, menší valivý odpor, který umožňuje zvýšenou provozní rychlost a odolnost proti smyku při zatáčení. Využívá maximální pevnosti matrice kordu a nevytváří při provozu zatížení stříhovými silami, které generují větší tření mezi vrstvami pláště a snižují tak účinnost a životnost pneumatiky.

Nevýhodou je tvrdší jízda při nízké rychlosti po špatných cestách a silně znečištěném terénu. Boční stěny jsou náchylnější k průrazům. [6], [7]



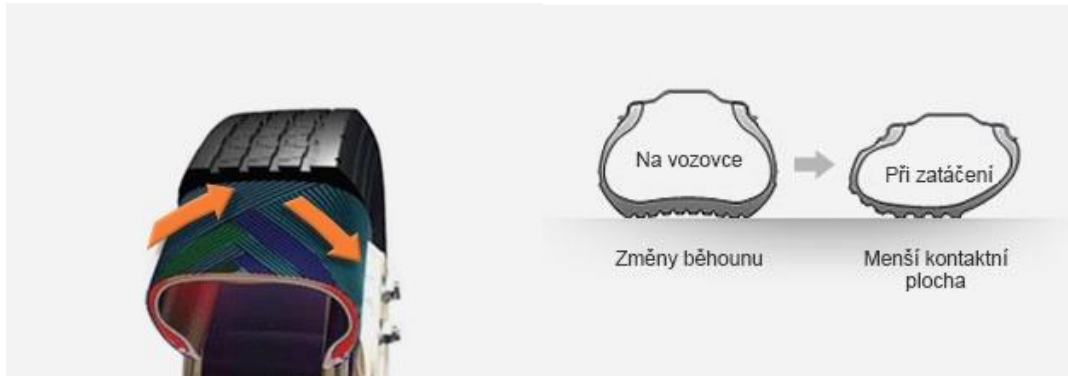
Obrázek 4: Radiální pneumatiky [6]

Diagonální pneumatiky

Literatura [6], [7] udává, že se diagonální pneumatiky primárně používají v terénu, na zemědělských a průmyslových vozech. Kostru tvoří kordy, které jsou uspořádané střídavě ve vrstvách křížem a svírají s obvodovou kružnicí úhel 32 až 40 stupňů. Počet vložek je sudý a jsou přehnuty kolem patního lana. Kordové vložky jsou opatřeny nánosem z kaučukové směsi, která jednak spojuje kordové vložky a pevný systém pryž-kord, který je základem elastických vlastností pro pneumatiky. Při deformaci a zatížení pneumatiky se vlákna neprodlužují, ale posouvají a namáhají pryž mezi nimi

na střih. Běhoun u diagonální pneumatiky spolehlivě snáší vysoké zátěže a má vysokou odolnost proti proražení. Z tohoto důvodu je tento typ vhodný pro velkoobjemová vozidla a pro jízdu na nezpevněných vozovkách. [6], [7]

Nevýhodou diagonálních pneumatik je menší styková plocha a vyšší prokluz. Běhoun reaguje citlivě při vyšších rychlostech a větší přepravované hmotnosti. V důsledku toho se pneumatika více zahřívá a dochází rychleji k jejímu opotřebení. [6], [7]

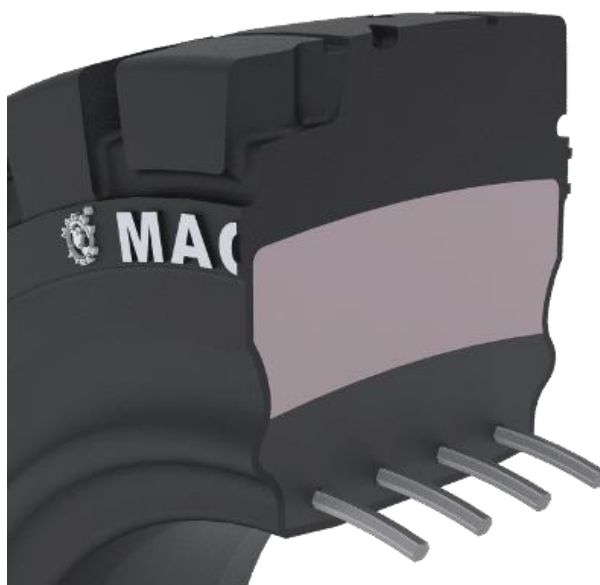


Obrázek 5: Diagonální pneumatiky [6]

Superelastické pneumatiky (plnopryžové)

Autor [7] udává, že se jedná o plné kolo, které není napuštěno vzduchem. Plnopryžová kola (obr. 6) se skládají ze tří vrstev. Vnější vrstvu tvoří velmi odolný běhoun se vzorkem dezénu zajišťující dlouhou životnost a výborný záběr pneumatiky. Střední vrstva tvoří jádro pneumatiky s vysokou pružností. Zajišťuje komfort jízdy, redukuje deformační ohřev a tlumí otřesy. Vnitřní vrstvu plnopryžové pneumatiky tvoří pevný materiál vyztužený ocelovými lankami pro dokonalé obepnutí kolem ráfku kola. Používají se tam, kde existuje riziko rychlého opotřebení, průrazu pneumatiky ostrými předměty (kamenolom, kovošrot), nerovnosti terénu, nebo při předpokladu vysokého zatížení pneumatiky. Jsou samozřejmostí u vysokozdvíhacích vozíků s velkými výškami zdvihu, kde by hrozilo převrácení vozíku v případě defektu.

Zvládají výrazně vyšší zatížení než pneumatiky napuštěné vzduchem. Dále jsou vysoce stabilní a bezúdržbové. Plná kola jsou konstruována pro pomalu pohybující se průmyslové stroje, které vyžadují manipulaci s těžkými břemeny. [7]



Obrázek 6: Superelastické pneumatiky [7]

4. Konstrukce pneumatik

Pneumatika je jednotný název pro plášť, popřípadě duši, a ochranou vložku namontovanou na ráfku kola. Plášť u dušové, či bezdušové pneumatiky je naplněn tlakovým médiem. [8]

Pneumatika je z různých druhů materiálu, hlavně z pryžových směsí. Dle literatury [8] je v podstatě každá pneumatika tvořena ze tří hlavních komponentů. 80-85 % pryže, 12-16 % jsou různá vlákna a 2-3 % ocelového drátu. V současné době je pneumatika vyztužená pryžový kompozit vyrobený z polymerů, černých sazí, olejů, chemikálií, patkových lan a textilií.

Plášť

Autor [8] uvádí, že plášť je vnější pružná část pneumatiky, která zajišťuje styk s vozovkou a svou patní částí dosedá na ráfek. Požadavky na pláště pneumatik jsou dobrá odolnost proti opotřebení, nízký odpor válení, bezpečnost a vysoká životnost. Plášť pneumatiky je tvořen z kostry pogumovaných kordových vložek, které jsou zakončeny patkou. Další částí je nárazník, který tvoří přechod mezi kostrou a běhounem a zároveň z běhounu na bočnici. U pneumatik bezdušových není duše. Její funkci plní samostatný plášť, který je opatřený bezdušovým ventilem.

Duše

Duše je uzavřený pryžový prstenec s tenkou stěnou, který slouží k udržení potřebného tlaku v pneumatice. [8]

Ventil

Ventil slouží k nahuštění nebo vypuštění vzduchu z pneumatiky. [8]

Ochranná vložka

Používá se především pro nákladní automobily a motocykly. Je to profilovaný pryžový prstenec, který chrání duši před poškozením ráfkem. [8]

Kola

Jsou nedílnou součástí pneumatiky a společně tvoří spojovací článek mezi vozidlem a vozovkou. Obecně, je kolo disková část, která spojuje střed kola s jeho ráfkem. Podle konstrukce rozlišujeme kola na disková, hvězdicová, paprsková a drátová. [8], [9]

Ráfek

Dle literatury [9] a [10] je ráfek prstencová část kola, která slouží k uložení pláště s duší a vložkou. Podle konstrukce mohou být jednodílné či vícedílné. Ráfky, které se skládají z několika částí, se používají pro snazší montáž, zejména u autobusů, nákladních vozidel, zemědělských a stavebních strojů z důvodu použití velkých pneumatik. Dále dělíme ráfky na ploché a prohloubené. Ty umožňují snazší montáž a demontáž pláště pneumatiky přes okraj ráfku. Prohloubené ráfky mají na jedné nebo na obou stranách vyvýšení, tzv. hump, který slouží k zajištění pláště pneumatiky proti sesmeknutí z ráfku.

4.1. Označení ráfků

Udává údaje o průměru, šířce a tvaru okraje ráfků (obr. 7). Pro jednodílné prohloubené ráfky se mezi šířku a průměr ráfku dává symbol „X“ a pro ploché ráfky se používá symbol „-“. Údaje šířky a průměru jsou udávány v palcích. [10]

5 J x 14 H2

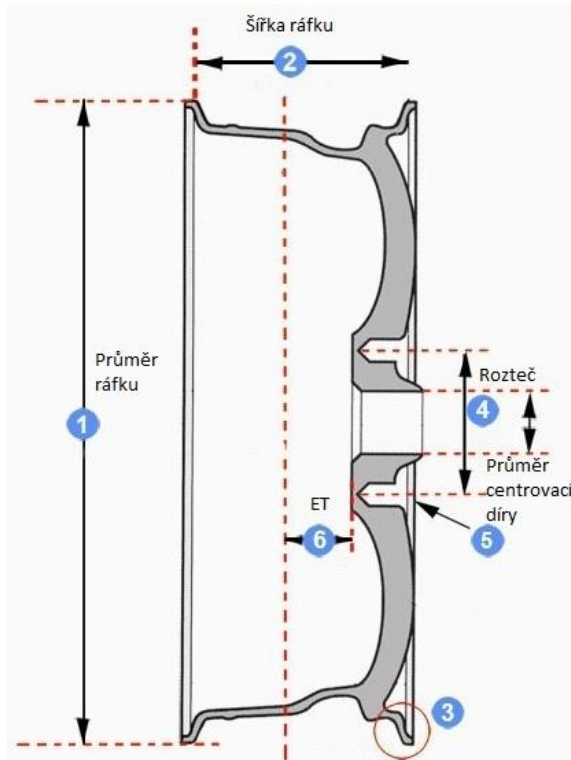
5 – šířka ráfku v palcích

J – tvar okraje ráfku (J pro auta turismo – passangers cars)

X – označení pro jednodílný ráfek

14 – průměr ráfku v palcích

H2 – oboustranný hump



Obrázek 7: Značení ráfků pneumatiky [9]

Například 7.5Jx16H2 ET35 – šířka 7,5 palce, průměrem 16 palců a s profilem bočnice J. Hřbety v provedení „double hump“. ET35 udává vzdálenost od osy kola k jeho dosedací ploše v milimetrech. Čím nižší číslo ET, tím více bude kolo koukat z blatníku. [10]

4.2. Části pláště pneumatiky

Plášť pneumatiky je dle literatury [8] jednotný název pro běhoun, nárazník, kostru, bočnici, patku, patní lanko a vnitřní gumovou vrstvu.

4.2.1. Běhoun

Běhoun je vnější pryžová část pláště z kaučukové směsi o určité tloušťce, do nichž je vytvořený dezén. Zajišťuje přímý kontakt s vozovkou a chrání kostru před poškozením. Musí mít maximální přilnavost k vozovce za všech klimatických podmínek, odolnost proti oděru a co nejvyšší životnost. [8]



Obrázek 8: Běhoun [8]

Dezén je dle literatury [12] odborný název pro vzorek pneumatiky. Tvar dezénu se liší podle typu pneumatiky na letní, zimní a celoroční. Podle rozmístění drážek v plášti pneumatiky rozlišujeme tyto základní tvary dezénu:

Symetrický dezén je standardním typem, který se v současné době používá především u pneumatik střední a nižší třídy. Uplatnění najde u vozidel jezdících na kratší vzdálenosti, například městské vozy. Díky nižším nákladům na výrobu a spolehlivým jízdním vlastnostem mají tyto pneumatiky výborný poměr cena/výkon. v současné době se vyrábí většinou jen do průměru R18. [11], [12]

Směrový (šípový) dezén je vhodný a nejpoužívanější pro zimní pneumatiky a je speciální formou symetrického dezénu. Jeho charakteristikou je šípový design, který dobře odvádí z běhounu sníh i vodu. [11], [12]

Asymetrický dezén má jak vnitřní, tak vnější část jinou a každá má svoji specifickou funkci. Obvykle strana vnější zajišťuje vedení v přímém směru a stabilitu v zatáčkách. Vnitřní strana zajišťuje odvod vody, popřípadě sněhu a přenos záběrových a brzdících sil na vozovku. U asymetrických pneumatik nerozlišujeme pravou a levou pneumatiku, pouze vnější a vnitřní stranu pneumatiky. [11], [12]



Obrázek 9: Druhy dezénu [12]

4.2.2 Nárazník

Nárazník neboli korunní kordová vrstva tvoří přechod mezi kostrou pláště a běhounem. Ve svislém směru musí být dostatečně ohebné, aby absorbovaly deformace způsobené nerovnostmi povrchu na silnici. Musí být pevné v příčném směru, aby odolávaly namáhání a tlakům při změně směru jízdy. U nákladních automobilů se používají 3-4 nárazníky, pro osobní automobily se používají většinou 2 vrstvy nárazníku. [8]



Obrázek 10: Nárazník [8]

4.2.3. Kostra

Kostra neboli radiální kordová vrstva je základní část pláště pneumatiky a je tvořena kordovými vložkami. Jedná se o vrstvu textilie, která je vyrobena z gumou potažených a spletených kordových vláken. U radiálních pneumatik vedou vlákna od patky k patce a s obvodovou čarou pneumatiky tvoří úhel 90 stupňů. Pevnostní vlastnosti jsou závislé především na kvalitě kordů, počtu vložek na konstrukci nárazníku a v kostře pláště.

O kvalitě, a především o pevnosti kostry u diagonálních pneumatik rozhoduje pevnost použitých kordů, hustota a počet nití kordové tkaniny, počet kordových vložek a úhel pod kterým se svírají kordové nitě v kordových vložkách. Počet vložek bývá zpravidla sudý.

Kostra určuje řadu vlastností pneumatiky, jako je nosnost pneumatiky, její tvar nebo jízdní vlastnosti. Hlavním úkolem kostry je zabezpečit přenos točivého momentu kol na vozovku. Dále nedovolit změnu tvaru pneumatiky a také zabraňuje roztržení pneumatiky při nahuštění na vysoký tlak. [8]



Obrázek 11: Kostra pláště [8]

4.2.4. Bočnice

Bočnice spojuje běhoun s patkami a zajišťuje ochranu boční části kostry pláště pneumatiky před mechanickým poškozením. Při používání pneumatiky je bočnice vystavena nebezpečí chemického i mechanického poškození, které se projevuje prasklinami, trhlinami nebo zvrásněním. Pokud trhliny a praskliny postupují dále směrem ke kostře pláště pneumatiky, může dojít k trvalému poškození kostry a zničení celé pneumatiky. Bočnice jsou řezané na pásy tak, aby seděly na konkrétní rozměr

pneumatiky. Jsou ze speciální kaučukové směsi, která se pak pokládá na kostru po obou stranách běhounu. Na bočnici se mimo jiné uvádí popisy označení pneumatik. [8]



Obrázek 12: Bočnice [8]

4.2.5. Patka

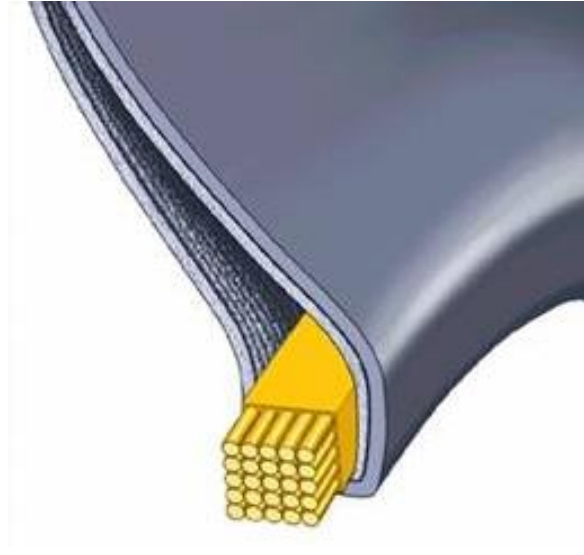
Patka pláště pneumatiky je zesílená část dosedající na ocelový ráfek. Patku na ráfek přitlačuje tlak vzduchu v pneumatice, a zároveň musí přenášet síly mezi ráfkem a pneumatikou. Jsou konstruovány tak, aby přenášely brzdovou sílu mezi pneumatikou a vozovkou. Vytváří se kordovými vložkami ohnutými kolem patních lan. Jádrem patky pláště tvoří patní lanko, kolem kterého jsou přehnuty okraje kordových vložek. Na počtu lan v patce zaleží, zda je plášť pneumatiky určen pro osobní nebo nákladní automobil. [8]



Obrázek 13: Patka [8]

4.2.6. Patní lanko

Patní lanko slouží k vyztužení patky. Formuje vnitřní okraje pneumatiky, zajišťuje těsné usazení pneumatiky na ráfku a přenos podélných sil díky tření mezi ráfkem a patkou pneumatiky. Patní lanko se skládá z několika vrstev ocelových drátů, kdy každý z nich je pogumován pryží. [8]



Obrázek 14: Patní lanko [8]

4.2.7. Vnitřní gumová vrstva

Vnitřní gumová vrstva slouží k zabránění úniku vzduchu z vnitřního prostoru pláště pneumatiky. Je vyrobena z butylového kaučuku, který je nepropustný pro vzduch. Při použití u bezdušových pneumatik plní funkci duše. [8]



Obrázek 15: Vnitřní gumová vrstva [8]

5. Značení pneumatik

Jednotlivé údaje a informace o pneumatice jsou vylisovány na bočnici pláště. V současné době je na trhu obrovské množství různých výrobců pneumatik, proto je pro lehčí orientaci základní značení pneumatik pro všechny stejné. [14]

Šířka je první údaj vylisovaný na pneumatice (obr. 16) a vyjadřuje šířku běhounu v milimetrech. Profilové číslo je procentuální vyjádření poměru výšky pláště pneumatiky k jeho šířce. Písmeno R značí typ konstrukce, kdy v tomto případě se jedná o radiální konstrukci. V případě diagonální konstrukce je písmeno R nahrazeno symbolem “-“. U některých vysokorychlostních pneumatik se uvádí písmeno Z pro konstrukci pneumatik umožňující rychlost vyšší než 240 km/h (ZR). Dalším údajem na plášti pneumatiky je vnitřní průměr, který musí být shodný s průměrem ráfku a je udáván v palcích. Za hodnotou průměru následuje nosnostní (LI) a rychlostní index (SS). Index nosnosti je numerický kód, která udává zatížení jednotlivé pneumatiky na nápravě. Rychlostní index je uveden v technickém průkazu vozidla a každé písmeno rychlostního indexu odpovídá tabulkové rychlosti v km/hod. M+S anglicky mud and snow (bláto a sníh) je povinné označení pro všechny zimní, celoroční a SUV pneumatiky. [14], [15]



Obrázek 16: Značení pneumatik [13]

5.1. Další značení pneumatik, se kterými se můžeme setkat:

A/S – označení pro celoroční pneumatiky

DOT – čtyřčíselné označení pro datum výroby. První dvě čísla udávají týden výroby, poslední dvě rok výroby.

A/T – pneumatiky pro každý terén.

M/T – (mud terrain) pro terénní provoz

HP – výkonné pneumatiky (UHP – vysoce výkonné pneumatiky)

E – označení v souladu se směrnicemi ECE (ekonomická komise Evropy), číslo po označení E v kroužku označuje, ve které zemi Evropy proběhla homologace.

3PMSF – (Three-Peak Mountain Snowflake) tzv. alpský symbol, označuje zimní pneumatiky v souladu s předpisy Evropskou Únií.

tl/tt – “tl“ anglicky tubeless je značení pro bezdušové pneumatiky. Označení “tt“ pro dušový typ pneumatik.

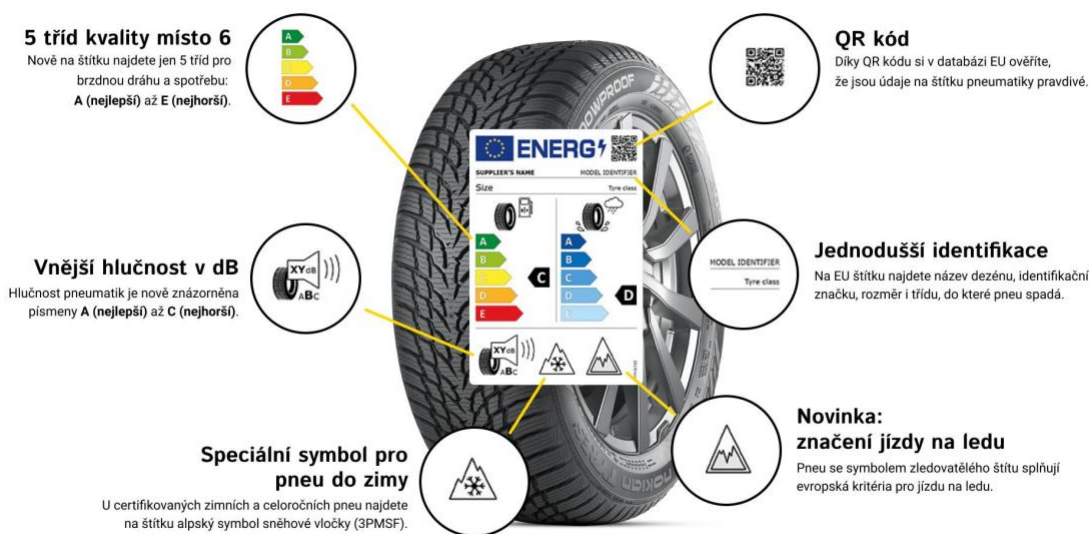
XL – nové značení pro pneumatiky se zesílenou bočnicí (staré značení RF). [14], [15]

5.2. Rozdíl ve značení letních a zimních pneumatik

Letní pneumatiky na rozdíl od zimních nemají žádné přesné označení a vyznačují se jinou konstrukcí dezénu, který má ze zákona stanovenou minimální hloubku (1,6 mm). Zimní pneumatiky mají přesně dané značení, aby splnili legislativní požadavky dané země a odlišily se od letních pneumatik. To samé platí pro celoroční pneumatiky, které umožňují provoz v zimním období. [15]

5.3. Energetické štítky EU pneumatik

Autor [16] uvádí, že štítek pro značení pneumatik poskytuje přehledné informace o bezpečnostních a environmentálních charakteristice pneumatiky (obr. 17). Hlavními kritérii pro štítek pneumatik jsou spotřeba paliva, brzděné vlastnosti na mokré vozovce a hlučnost v decibelech. Od 1. května 2021 přibudou nové údaje na štítku, a to je symbol pro označení zimní pneumatiky (3PMSF) a symbol pro pneumatiky, které umožňují jízdu na ledu. Pomocí QR kódu je možné ověřit, jestli dané údaje, kterými prezentuje prodejce své pneumatiky jsou pravdivé. Slouží k tomu Evropská online databáze “EPREL“, do které musí výrobce, nahrát ke každému modelu pneumatiky kompletní parametry EU štítku. Na novém štítku také najdeme jednodušší identifikaci o pneumatice, kde jsou údaje o názvu dezénu, identifikační značku, rozměr i třídu do které pneumatika spadá.



Obrázek 17: Evropský štítek značení pneumatik [16]

Na štítku lze škálovat spotřebu paliva podle kategorie od A pro nejušpornější až po E, které jsou nejméně úsporné. Oproti starému značení, kde byla spotřeba paliva kategorizována od A po nejhorší G, má nové značení pouze 5 tříd a vyjadřuje úsporu paliva v litrech na 100 kilometrů. Tato hodnota je pouze jedním z faktorů pro spotřebu paliva u vozidla a sami výrobci uvádí, že větší úspory paliva se dosáhne pravidelnou kontrolou tlaku v pneumatikách a přiměřenou jízdou po vozovce. [16]

Dalším údajem na štítku je přilnavost pneumatiky za mokra při brždění, který má zásadní význam z hlediska bezpečnosti. Nové značení také opustilo od kategorizování od A do G a nyní disponuje také jako spotřeba paliva 5 písmeny kategorizace (A nejlepší, G nejhorší). [16]

Posledním parametrem na štítku je vnější hluk v decibelech a řadí se do 3 tříd (1 nejtíší, 3 nejhlučnější). Jedna černá čárka na symbolu externí hlučnosti pneumatiky znamená, že hodnota hluku je o 3 decibely menší než budoucí evropské limity. Dvě černé čárky u symbolu značí pneumatiky s budoucími limity a tři černé čárky u symbolu značí, že je pneumatika v souladu se současnými normami. [16]

Tyto testy se však neprovádí na jedné homologované zkušebně, ale podle evropské komise si každý výrobce zadává testování pro své pneumatiky u akreditovaných zkušeben. Evropskou Únií byla stanovena obsáhlá metodika, která by měla zajistit co nejvyšší míru objektivitu při měření. [16]

6. Výroba pneumatik

Produktem výroby je surový plášť, ze kterého následnou vulkanizací vznikne hotový výrobek. Plášť je tvořen 48 % kaučuku, 36 % plnidla z toho 27 % jsou technické saze, které dodávají pneumatice černou barvu a 9 % jsou chemická aditiva, 16 % tvoří vyztužené materiály (12 % kord, 4 % patní lanka). Nicméně se tyto procentuální údaje mohou nepatrně lišit dle typu pneumatiky. [17]

Pneumatiky se vyrábějí ze směsí surovin, mezi které patří přírodní a syntetický kaučuk, saze, olej a další. Z celé pneumatiky tvoří gumové směsi více než 80 %, do zbytku patří celá řada zpevňovacích materiálů. Skoro třetinu samotné gumové směsi tvoří plnidla. Mezi nejdůležitější plnidlo patří saze, které dodávají pneumatice její černou barvu. Samotná gumová směs je rozdílná v různých částech pneumatiky a odlišná i s ohledem na roční období. [17]

6.1. Druhy kaučuku

6.1.1 Přírodní kaučuk

Získává se ze stromů *Hevea Brasiliensis*. Největšími producenty přírodního kaučuku jsou Indonésie, Malajsie, Thajsko, Indie nebo Brazílie. Latex, který obsahuje okolo 40 % kaučuku, se získává šikmým naříznutím kůry stromu, kde se vytékající latex shromažďuje do nádob (obr. 18). Přírodní kaučuk se z latexu získá procesem koagulace (sražení kaučuku kyselinou octovou). Takto upravené bloky kaučuku se následně proplachují vodou, poté se vysuší a nakonzervují. Výhodou je dobrá odolnost vůči anorganickým chemickým látkám, vysoká pevnost a dobrá trvalá deformace v tlaku. Nevýhodou je špatná odolnost proti ozónu, organickým kapalinám a maximální teplota použití je 75-100 stupňů celsia. [17]



Obrázek 18: Získávání přírodního kaučuku [18]

6.1.2. Syntetický kaučuk

Rozmach nastal v období 2. Světové války, kdy byl nedostatek přírodního kaučuku. Základní surovinou syntetického kaučuku je ropa. Má podobné vlastnosti jako přírodní kaučuk a přidáním ztužujících plniv dosáhneme lepších mechanických vlastností. Mezi nejpoužívanější druhy syntetických kaučuku patří butadienstyrenový (SBR), který se používá nejvíce pro výrobu směsi běhounu nebo izoprenový (IR), který se používá v kombinaci s přírodním kaučukem do všech částí pláště pneumatiky. [17]

6.2. Vulkanizační přísady

Vulkanizační činidla

Vulkanizace je zahřívání kaučukové směsi s přísadkou vulkanizačního činidla na dobu, než dojde k tzv. sesíťování. To má za následek přeměny viskosní kaučukové směsi na elastický vulkanizát. Nejpoužívanějším vulkanizačním činidlem je síra, používají se ale také oxidy kovů nebo organická pryskyřice. [17]

Urychlovače

Jsou to látky, které slouží ke zkrácení času vulkanizace (síťování), snížení závislosti rychlosti vulkanizace na teplotě a snížení obsahu síry. [17]

Aktivátory

Zvyšují podstatně účinnost vulkanizační reakce (síťování) a také zmenšují závislost rychlosti vulkanizace na teplotě. Vlivem přidání aktivátoru zvýšíme koncentraci chemických příčných vazeb molekul kaučuku ve vulkanizátu. Bez použití aktivátoru by byla potřeba větší koncentrace činidel, aby se dosáhlo stejného stupně zesíťování. Mezi nejpoužívanější aktivátory patří oxid zinečnatý, oxid hořečnatý nebo oxid vápenatý. [17]

Inhibitory (retardéry)

Jsou to látky, které zabraňují předčasnému navulkanizování, ke kterému může dojít při vulkanizaci za zvýšené teploty. Prodloužují zpracovatelskou bezpečnost, aniž by ovlivňovali samotnou rychlost procesu síťování. Doba vulkanizace je prodloužena o tolik, o kolik se prodlouží doba zpracovatelské bezpečnosti, tedy navulkanizace. [17]

Změkčovadla

Jsou přísady, které se přidávají do směsí kaučuku pro zlepšení jejich zpracovatelnosti. Většinou se jedná o kapalné oleje (Kalafuna, parafin, ropné oleje). Zvyšují její lepkavost a elasticitu. Snižují modul a tvrdost vulkanizátu a současně snižují teplotu zpracování. [17]

Plniva

Plniva mění zpracovatelské vlastnosti celé směsi, snižují náklady a upravují fyzikální vlastnosti jako je tvrdost, pevnost nebo tažnost. Můžeme je rozdělit na ztužující plniva, jako je saze, která zvyšuje pevnost v tahu, ořevzdornost a modul elasticity. Gumárenská saze je černé barvy, která také působí jako UV absorbér a chrání tak pneumatiky proti degradaci slunečním zářením. Dalším ztužujícím plnivem může být silika, která oproti sazím snižuje vnitřní tření gumárenské směsi, snižuje tím valivý odpor pneumatiky a zlepšuje adhezní vlastnosti pneumatiky. Neztužující plniva snižují celkovou cenu výrobku, protože zvětšují objem kaučukovitých směsí. Nejčastěji se používá křída, vápenec nebo kaolín. [17]

Antidegradanty

Vulkanizované kaučuky je nutné chránit proti škodlivému prostředí, proto se do směsí přidávají sloučeniny, které jsou schopny chránit pneumatiky před degradací. Pro ochranu před účinkem kyslíku jsou do kaučukové směsi přidávány antioxidanty, pro ochranu před degradací ozonem se používají antiozonanty. Mezi nejpoužívanější antidegradanty patří zejména fenoly a vosky. [17]

Regenerát

Zvláštní přísada, která z části nahrazuje kaučuk, používá se do méně kvalitních směsí. Vyrábí se regenerací staré pryže. [17]

6.3. Technologie výroby

6.3.1. Míchání kaučukových směsí

Dle literatury [19] je míchání základním procesem gumárenské výroby a směs pro výrobu pláštěů je složena z kaučuku a dalších příměsí. Úkolem míchání je zajistit co nejlepší a nejrovnoměrnější rozptýlení všech složek směsi. V případě špatného

promíchání směsi dojde ke zhoršení mechanických vlastností vulkanizátu (pryže). Pro míchání směsi se nejvíce používá hnětací stroj a jedná se o vícestupňový proces.

Při první fázi se do hnětače (obr. 19) dostává stanovené množství kaučuku a ostatní složky jako jsou především oleje a saze nebo silka. Celý proces míchání řídí počítač. Pokud je dávka podle předpisu zamíchána, otevře se spodní část hnětače, kde je dvouválec, který směs válcuje na požadovanou tloušťku. Z dvouválce vychází směs jako plast, který pokračuje dále procesem separační suspenzí proti vzájemnému slepení plastů. Základová směs je buď skladována nebo přivedena rovnou do 2. stupně míchání. Druhý stupeň míchání se připravuje domícháním urychlovačů a vulkanizačních činidel. Automaticky se domíchávají pouze urychlovače. Vulkanizační činidla se z bezpečnostních důvodů přidávají ručně spolu s nasekanými plasty z 1. fáze na přesnou hmotnost. Teplota komory hnětacího stroje je nižší oproti 1. míchání a domíchání trvá velmi krátce (1-3 minuty). Po zamíchání prochází směs opět přes dvouválec, přes které projde separačním roztokem a následně uloženy do chladničky plastů. V chladničce se směs ochlazuje a suší pomocí vzduchových ventilátorů. Finální směs je poskládána na paletu a odvezena do skladu.

Vícestupňové míchání

Touto technologií rozumíme, pokud se provádí mezi 1. a 2. fází míchání. Jedná se o několikanásobné přemíchání základu. Provádí se z důvodu zvýšení homogenizace a v případě potřeby postupného přimíchávání přísad směsi. [19]

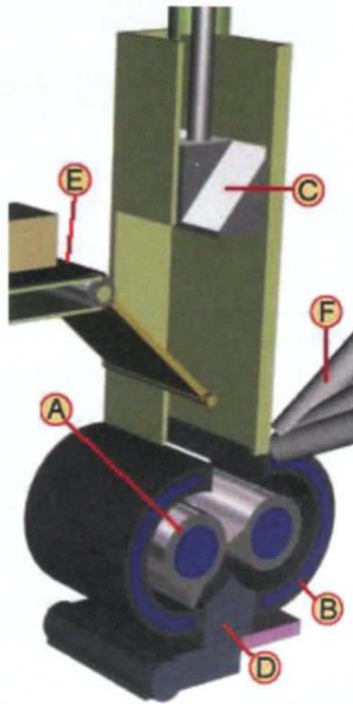
Tandemové míchání

Je efektivnější a produktivnější způsob míchání směsí. U tohoto typu míchání jsou umístěny dva hnětiče nad sebou. Doba míchání v horním hnětiči je výrazně kratší díky následnému míchání v dolním hnětiči. Výsledkem je kvalitnější zamíchaná směs. [19]

Kontrola kvality finální směsi

Všechny domíchané směsi se musí před dalším zpracováním podrobit zkoušce kvality. Provádí se na konci míchací linky před ukládáním na palety nebo na pracovištích určené ke kontrole kvality. Vzorek se upraví na potřebnou velikost a zalisuje se mezi vyhřívané čelisti zkušebního stroje. Měří se vulkanizační charakteristika, kdy průběh zkoušky je zaznamenáván na vulkanizační křivce, která musí procházet stanovenými

limity. V případě odchylky je směs přepracována nebo vyřazena. Další část vzorku se posílá do laboratoře na rozbor fyzikálně-mechanických vlastností pryže. [19]

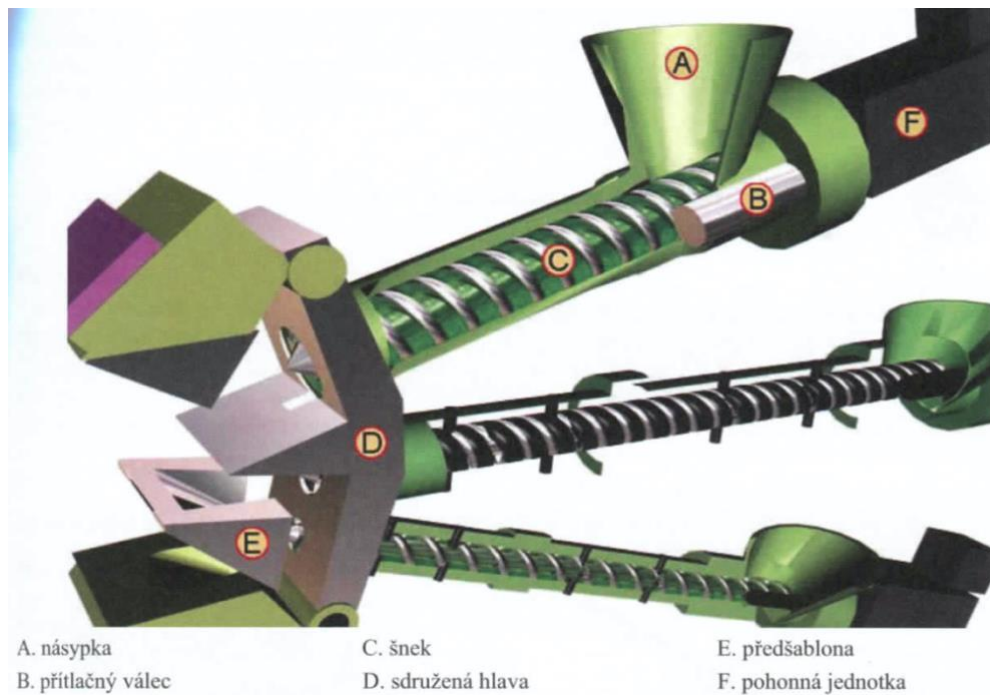


Obrázek 19: míchaní směsí v hnětiči [19]

- A) Hnětadla B) Hnětací komora C) Horní přítlačný klín
D) Spodní uzávěr E) Váhový dopravník F) Násypka

6.3.2. Vytlačování

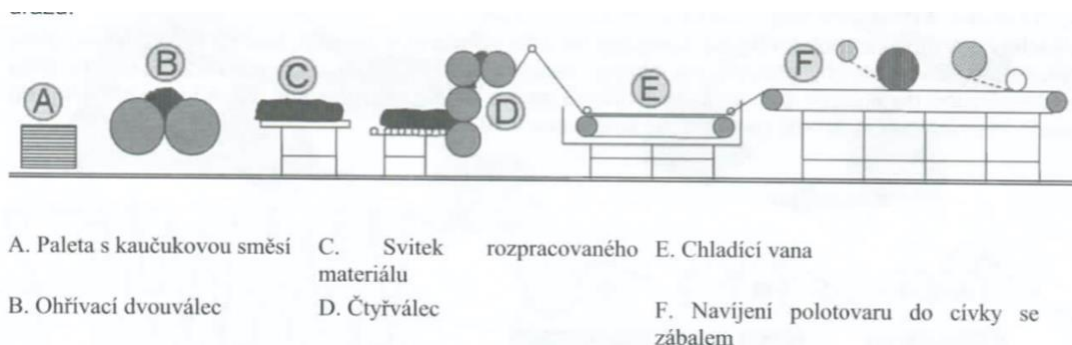
Je proces, při kterém je směs rozpracována mezi šnekem a pláštěm vytlačovacího stroje (obr. 20). Přes šablonu je vytlačována do volného prostoru. Je to jedna z nejproduktivnějších metod zpracování směsí kaučuku. Pro gumárenský průmysl se nejvíce používají šnekové vytlačovací stroje. Při procesu je nutné kontrolovat teplotní režim, aby nedocházelo k přehřívání směsi a tím k navulkanizování. Narůstání materiálu je jev, při kterém je vytlačený profil větší než otvor šablony. Při vytlačování je toto běžnou situací. Ta nastává například při směsi s větším podílem kaučuku nebo nižší teplotou vytlačovacího stroje. Vytlačovanými polotovary jsou běhouny a bočnice. [19]



Obrázek 20: Vytlačování třemi šneky pro vytlačování sdružených profilů [19]

6.3.3. Válcování

Jedná se o technologický postup, při kterém kaučukové směsi prochází mezi válci a tvoří se pás o tloušťce dané mezerou mezi válci (obr. 21). Rozlišují se podle uspořádání válců. Tento postup může být použit i k výrobě profilovaných polotovarů (válec musí být profilovaný – vzorek dezénu). Tento postup se používá k výrobě polotovarů vnitřní gumy pláště pneumatiky (na čtyř-válci) nebo jader pro patní lanka. Dvouválců se používají k ohřívání, rozpracování nebo míchání směsí. Pro výrobu fólií, profilů a pásů se používají tři-válce, čtyř-válce, popřípadě pěti-válce. Obecně platí čím kvalitnější a tenčí povrch, tím více válců musí být použito. [19]



Obrázek 21: Proces válcování na čtyřválci [19]

6.3.4. Nanášení kaučukových směsí na kordy

Textilní a ocelové kordy jsou vyztužené materiály v plášti pneumatiky a je nutné je opatřit vrstvou kaučukové směsi. Nanesení vrstvy kaučuku na textilní kordy se provádí na čtyř-válci. Do mezery mezi středními válci je nanesena naimpregnovaná tkanina. Nanášejí se zde vrstvy kaučukové směsi vyválnované mezi dolní a horní dvojící válců. Pro ocelové kordy je směs kaučuku po ohřátí na dvouválci dopravena do čtyřválce, kde se teplá fólie nanáší na ocelové kordy. [19]

6.3.5. Výroba patního lana

Konstrukce patního lana je volena podle použití a druhu pláště s dostatečnou bezpečností, která několika násobně převyšuje hodnotu maximálního hustícího tlaku. Pro výrobu se používají 0,9 mm ocelové dráty a povrch je upraven bronzováním nebo pomosazením. Cívky s dráty jsou uloženy v cívečnici. Požadovaný počet drátů se odvíjí a prochází hlavou vytlačovacího stroje, v nichž jsou dráty opláštěovány kaučukovou směsí. Po ochlazení se opláštěované dráty navíjí na konfekční kolo do předepsaného počtu vrstev. Navinutá vrstva drátu se odsekne a hotové lano se zajistí páskem technické tkaniny nebo tlakem. [19]

6.3.6. Konfekce pláštěů pneumatik

Konfekce pláštěů pneumatik patří k nejnáročnější pracovní operaci při výrobě. Pracovní postupy při konfekci ovlivňují kvalitu výrobku, a proto jsou na pracovníky vykonávající konfekci pláštěů pneumatik kladené vysoké nároky na zručnost. Mezi faktory ovlivňující kvalitu patří výrobní zařízení, u kterého je důležité, aby bylo správně seřízené. Dalším faktorem je kvalita polotovarů a operátor, který se drží předem stanovených kroků při konfekci pláštěů. Mezi nejčastější způsoby konfekce se dle literatury [19] používá dvoustupňová technologie. Na prvním stupni se vyrobí kostra pláště, kde jsou postupně na konfekční buben pneumatiky nanášeny patní lana, vnitřní guma, kordy a bočnice. Na druhém stupni jsou na buben navinuty nárazníky, na které je položen běhoun. Následuje přenesení nárazníkového prstence na kostru, na které dojde k dotvarování kostry a celkovému zaválení. Tento celek se nazývá surová pneumatika, která je přesunuta k závěrečné operaci. [19]

6.3.7. Lisování a vulkanizace pláštěů

Procesem lisování a vulkanizace (obr. 22) obdrží plášť konečný tvar a fyzikálně mechanické vlastnosti. Kaučukové směsi mají plastické vlastnosti a vlivem vulkanizace se mění v elastickou pryž s potřebnými vlastnostmi pro pláště pneumatiky jako jsou elasticita, tvrdost, tažnost, odolnost proti opotřebení, povětrnostním a chemickým vlivům. [19]

S nástupem lisovacího tlaku a zahřátí pneumatiky kovovou formou na 120 stupňů začíná probíhat vlastní proces vulkanizace. Forma udává výsledný tvar pláště a dezénu. Po uplynutí potřebné doby k vulkanizaci je lis otevřen a hotová pneumatika vyjmuta a přepravena na kontrolní linku. [19]



Obrázek 22: Vulkanizační lis [19]

6.3.8. Kontrola výrobku, test kvality

Kontrola kvality se provádí nejprve vizuálně prostřednictvím testorů pro vnější a vnitřní části pláště. Po vizuální kontrole pokračují na tzv. test uniformity, který simuluje skutečné chování pláště pneumatiky na vozovce. Po provedení testu se vyhodnocují silové nerovnosti v pláštích pneumatik jako je házivost, nevyváženost, geometrické nerovnoměrnosti, měření radiálních a bočních sil. [19]

Výrobní vady jsou běžnou součástí závodu na výrobu pneumatik. Případné vady se označí křídou (vizuální chyby). Příslušný pracovník poté posuzuje, jestli se jedná o zmetek, vzhledovou vadu nebo plášť na opravu. Výrobním vadám plášťů lze částečně předejít dodržováním předepsaného technologického procesu a údržbou strojního zařízení. [19]

Mezi nejčastější výrobní vady patří:

Nedolisované pláště – směs nevyplní celou formu. Příčinou bývá nedostatek materiálu, vzduchové polštáře, vlhkost nebo nedostatečný tlak.

Podvulkanizovaný/ převulkanizovaný plášť – Podvulkanizovaný vzniká při krátké době nebo nízké teploty vulkanizace. Plášť je částečně plastický, nemá potřebnou tvrdost, pružnost a odolnost. V případě převulkanizovaného pláště je výrobek tvrdý a praská, vzniká při vysokých teplotách a dlouhé vulkanizační době.

Slabá patka – Vzniká při vulkanizaci a příčinou může být špatný průměr a usazení patního lanka, málo utažené kordy přes lana nebo neseřízený konfekční buben.

Separace – dle literatury [19] se jedná o nespojení jednotlivých polotovarů v různých částech pláště vlivem vlhkosti, nečistoty, mastnoty a podvulkanizováním. [19]

7. Použití pneumatik v severských zemích

Pro podnebí a klimatické podmínky v severských zemích je charakteristické krátké léto a dlouhé studené zimy. V zimním období se teploty pohybují v průměru -20 stupňů celsia. Některé extrémy dosahují až -50 stupňů celsia. Z tohoto důvodu musí být pneumatiky přizpůsobené těmto podmínkám. Tyto pneumatiky jsou často nazývané jako třecí, ledové nebo kontaktní. Vozidlo opatřeno severskými pneumatikami má v porovnání s běžnými zimními pneumatikami užívanými ve střední Evropě při rychlosti 50 km/hod na zledovatělé vozovce o 18 metrů kratší brzdovou dráhu. [20]

Nehrotové pneumatiky

Oproti zimním pneumatikám ve střední Evropě disponují vyšším dezénem běhounu, který je více lamelovaný. Použitá směs je celkově měkčí. Některé typy zvládají částečně absorbovat vlhkost povrchu na kterém se nachází. [20]

Hrotové pneumatiky

Použitím hrotových pneumatik (obr. 23) se zaručí lepší akcelerace, zabrání se protáčení kol a v neposlední řadě přispívají ke zkrácení brzdné dráhy. Jejich hlavní výhodou je dokonalá přilnavost na ledu nebo zasněžené vozovce. Nicméně na mokré silnici mají horší přilnavost na asfaltu než běžné pneumatiky. Oproti bezhrotovým pneumatikám jsou méně pohodlné a hlučné. Jsou poměrně drahé a při jízdě na suchu se rychleji opotřebují. V některých státech je použití těchto pneumatik zakázáno z důvodu poškození asfaltu hroty. Avšak v extrémních zimních podmínkách některých severských států je použití hrotových pneumatik výhodou. [20]



Obrázek 23: Hrotové pneumatiky [21]

V Evropských státech, ve kterých jsou hrotové pneumatiky zakázány, se používají jako alternativa sněžové řetězy. [20]

8. Statické a dynamické zkoušky

Dle literatury [4] patří statické a dynamické experimenty mezi laboratorní zkoušky. Dalšími zkouškami pneumatik jsou zkoušky silniční, které simulují různé povětrnostní podmínky a provádí se na zkušebních polygonech nebo na reálné vozovce.

Vyhodnocují se výsledky adheze, hluku, životnosti a opotřebení běhounu. Zkoušky pevnosti a životnosti (pevnost patních lan, odpor proti protlačování trnu), funkčních vlastností (test uniformity, velikost stopy, hloubka drážek). Posledním kategorií jsou zkoušky speciální, kde se vyhodnocuje odolnosti vůči žhavé strusce nebo ostrým kamenům.

8.1. Statické experimenty

Experimenty se provádí na statickém adhezoru (obr. 24), kde je možné pláště pneumatik zatěžovat až do hodnoty 240 % LI vůči pevné podložce, za účelem získání výsledků pro velké deformace pneumatik. Statické zkoušky probíhají za klidu a posuzují se deformační a pevnostní vlastnosti pneumatik. Výstupem statického adhezoru jsou radiální a obvodová tuhost, tvar a velikost kontaktní plochy pláště s podložkou. [4]

Statické zkoušky se mohou dělit na nedestruktivní zkoušky, kde se provádí rozměrové měření jako je obvod, průměr a šířka pláště. Dále zkoušky otisku a tlaku ve styčné ploše mezi vozovkou a běhounem pneumatiky při různých hodnotách zatížení pomocí tlakocitlivých filmů, který zaznamenává tvar otisku do počítače. Destruktivní zkoušky provádí pevnostní měření konstrukce jako jsou zkoušky proti proniknutí cizího tělesa nebo trhačí zkoušky vzorků části pláště pneumatik. [4]



Obrázek 24: Statický adhezor s připravenou pneumatikou pro měření [4]

8.2. Dynamické experimenty

Statické zkoušky neposkytují informace o chování pláště pneumatik v provozních podmínkách z tohoto důvodu je nutné provádět i zkoušky dynamické. Provádí se na dynamickém adhezoru (obr. 25) s rotujícím vnějším bubnem. Pneumatika je nahuštěná na předepsaný tlak a přitlačována na rotující buben. Zařízení simuluje kontakt mezi

pláštěm pneumatiky a vozovkou při určité rychlosti. Mezi dynamické experimenty řadíme zkoušky valivého odporu, hluku, tuhost pneumatiky v radiálním směru za rotace, obvodové nerovnoměrnosti, životnosti a destrukční rychlosti. [4]



Obrázek 25: Dynamické zkušební zařízení při kontaktu s pneumatikou [4]

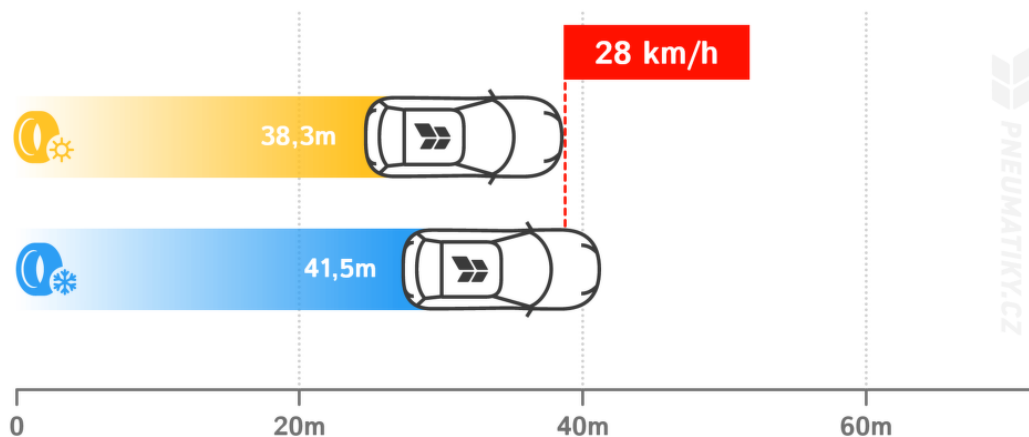
Výsledkem zkoušek jsou určité charakteristiky, které slouží k porovnávání různých konstrukcí plášťů pneumatik a také k odhadu chování pneumatiky za běžného provozu na vozovce. [4]

9. Rozdíl mezi letními a zimními pneumatikami

Mezi letními a zimními pneumatikami existují tři zásadní rozdíly. Jedná se o jejich strukturu, směs kaučuku a dezén. [22]

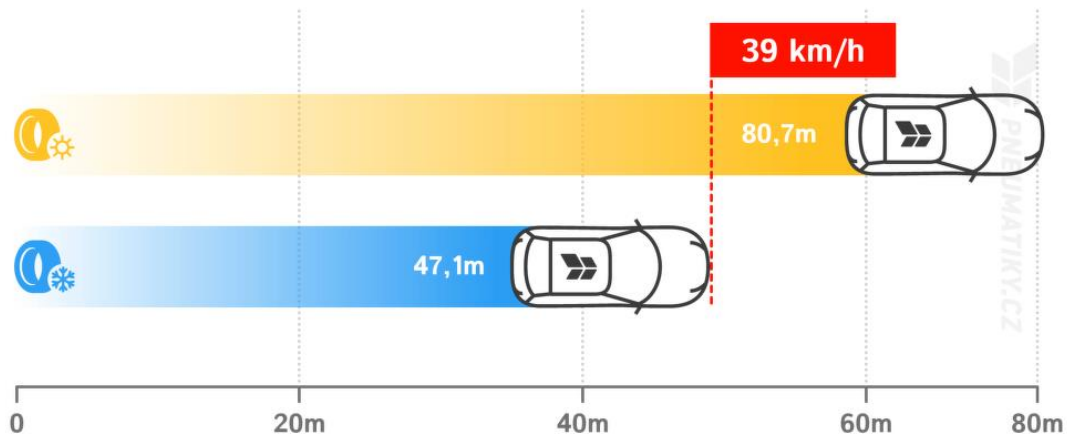
Zimní pneumatiky mají vyšší obsah přírodního kaučuku, který je udržuje v chladu pružný, protože čím měkčí jsou tím je pneumatika schopna se vzájemně spojit s povrchem vozovky, což zlepšuje přilnavost i ovladatelnost díky stovkám malých drážek uvnitř běhounu, které se starají o rychlý odvod vody ven z pneumatiky a ve sněhu nedovolí pneumatice proklouznout, protože se tyto drážky zahryzávají do sněhu, rozbředlého sněhu a popřípadě ledu a tím zajišťují optimální přilnavost k vozovce. Hluboký vzorek

dezěnu u zimních pneumatik nabírá každým otočením do svých kanálků sníh, který zesiluje účinek přilnavosti a trakce na zasněžených a zledovatělých vozovkách. Na rozdíl od letních pneumatik, které při nízkých teplotách rychle ztvrdnou, si zimní pneumatiky vedou nejlépe při teplotě pod 7 stupňů celsia. [22]



Obrázek 26: Brzdná dráha při 100 km/h (beton, sucho, -5 °C) [22]

Letní pneumatiky poskytují lepší všestranný výkon v teplejších měsících roku. Mají relativně tvrdou směs, která měkne při mírnějších teplotách, tak aby se dokázala přizpůsobit suché i mokré vozovce. Letní pneumatiky mají oproti zimním pneumatikám méně drážek v běhounu. Po celém běhounu jsou široké kanálky a podpůrné drážky navrženy primárně pro odvod vody (ochrana proti aquaplaningu). Dezén je obvykle vybaven jednoduchým vzorkem bloků a svojí velikostí zvyšují kontaktní plochu s vozovkou. Ačkoli letní pneumatiky zvládnou většinu povětrnostních podmínek, nejsou vhodné do drsnějších a chladnějších klimatických podmínek. Mají oproti zimním pneumatikám tvrdší směs s méně přírodním kaučukem, který začíná tvrdnout, a proto letní pneumatiky mohou křehnout pod teplotou 7 stupňů celsia. Letní pneumatiky jsou navrženy tak, aby měly co největší stopu na vozovce. Tím je zajištěna vynikající ovladatelnost a výrazný dopad na brzdnou dráhu (obr. 26), (obr. 27). [22]



Obrázek 27: Brzdná dráha při 100 km/h (beton, mokro, +5 °C) [22]

Celoroční pneumatiky se vyplatí tam, kde se najezdí s vozidlem méně než 15 000 kilometrů ročně. Je to kompromis mezi letní a zimní pneumatikou, kdy se stěží vyrovnají letním pneumatikám v létě a zimním pneumatikám v zimě. Výhodou je nižší spotřeba paliva na suché vozovce oproti zimní pneumatice a také úspora času a peněz v podobě přezouvání a skladování druhé sady pneumatik. [22]

10. Dojezdové pneumatiky

Mezi nejpoužívanější dojezdové pneumatiky patří rezervní, které v případě defektu plně nahrazují pneumatiky na vozidle. Alternativou pro rezervní pneumatiky jsou odlehčená dojezdová kola menších rozměrů. RunFlat pneumatiky používá řada automobilek a nahrazuje jimi rezervní kolo či sadu na opravu pneumatik. Dělí se na beztlakové, které jsou schopny dojet i při nulovém tlaku v pneumatikách a tzv. samozacelující se pneumatiky. Pro využití RunFlat pneumatik je zásadní, aby vozidlo bylo vybaveno systémem monitorování tlaku v pneumatikách (TPMS). [23]

10.1. Samonosné beztlakové pneumatiky

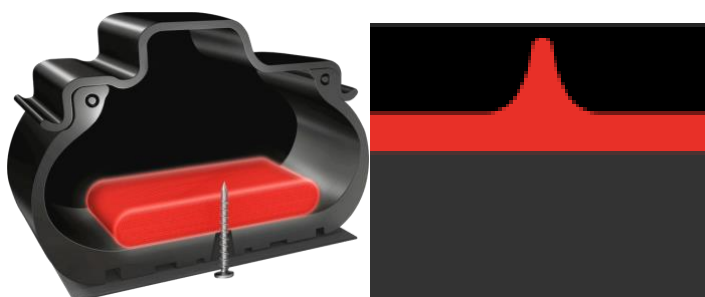
Samosnosné pneumatiky umožňují dojezd až 80 km při snížené rychlosti 80 km/h. Princip je založený na zesílené vyztužené samonosné bočnici, která v případě proražení zabraňuje zborcení pneumatiky. Na obrázku 28 je dojezdová pneumatika Pirelli RFT při normálním stavu a nulovém tlaku. Vlivem nulového tlaku dochází k deformaci bočnice a vzniku velkého množství tepla. Proto jsou tyto bočnice vyrobeny z materiálu, který dokáže vzdorovat vysokým teplotám a případnému samovznícení. [24]



Obrázek 28: Nahuštěná, nulový tlak pneumatiky [24]

10.2. Samozacelující se pneumatiky

Pro tento typ dojezdových pneumatik je charakteristická vnitřní část běhounu, na který je nanesena černá a lepkavá vrstva těsnícího tmelu. Tyto pneumatiky mají samozacelující funkci, což znamená, že v okamžiku vpichu, například hřebíku, obejmě tato vrstva hřebík a při jeho vyjmutí vyplní vzniklý prostor. Vrstva dokáže dočasně utěsnit proražení až do děr o průměru 5 mm. Dle obrázku 29 samozacelující funkce pneumatiky značky Pirelli SIT po vpichu a následném vyjmutí hřebíku z pneumatiky. [25]












Obrázek 29: Po vpichu, po vyjmutí hřebíku ven [25]

11. Rizikové stavy

11.1. Aquaplaning

Nejedná se o běžný smyk vozidla na vozovce, ale o úplnou ztrátu přilnavosti pneumatiky k vozovce. K aquaplaningu dochází, když drážky v dezénu nestíhají odvádět vodu ven a vytváří se souvislá vrstva vody mezi vozovkou a pneumatikou. Dochází k aquaplaningu v rychlostech nad 80 km/hod, ale v případě malé hloubky dezénu může nastat i při mnohem menší rychlosti (obr. 30). Omezit riziko aquaplaningu lze zamezit pravidelnou kontrolou dezénu pneumatik a jejich výměna při hloubce nižší než 3 mm. Obdobou je slushplaning, který vzniká jako aquaplaning při ztrátě kontaktu pneumatiky s vozovkou na rozbředlém sněhu. [26]

HLOUBKA DEŽENŮ RYCHLOST AUTOMOBILU	1,6 mm	4 mm	8 mm
5 km/hod	 plocha 100%	 plocha 100%	 plocha 100%
75 km/hod	 plocha 16%	 plocha 58%	 plocha 74%
125 km/hod	 plocha 6%	 plocha 11%	 plocha 47%

Obrázek 30: kontaktní plocha mezi vozidlem a vozovkou [26]

11.2. Tlak v pneumatikách

Při podhuštěných pneumatikách (obr. 31) dochází k menší přilnavosti pneumatiky s vozovkou. Tento stav je způsoben tlakem bočnic, které tlačí na středovou část běhounu. Běhoun se při podhuštěném stavu začne ohýbat dovnitř. Tento stav má na přední nápravu vliv v nedotáčivosti a pro zadní nápravu zvyšuje riziko přetáčivosti vozidla. Podhuštěné pneumatiky se projevují rychlejším opotřebením a vyšší spotřebou pohonných hmot. [27]

U přehuštěné pneumatiky je střed běhounu vytlačený vzduchem a zmenšuje tak kontakt postranních částí běhounu s vozovkou (obr. 30). Snižuje tak jízdní stabilitu jak v zatáčkách, tak v přímém směru. Zvyšuje riziko aquaplaningu, z důvodu menší styčné plochy pneumatiky s vozovkou, a tím se zvyšuje možné riziko ztráty přilnavosti k vozovce. [27]



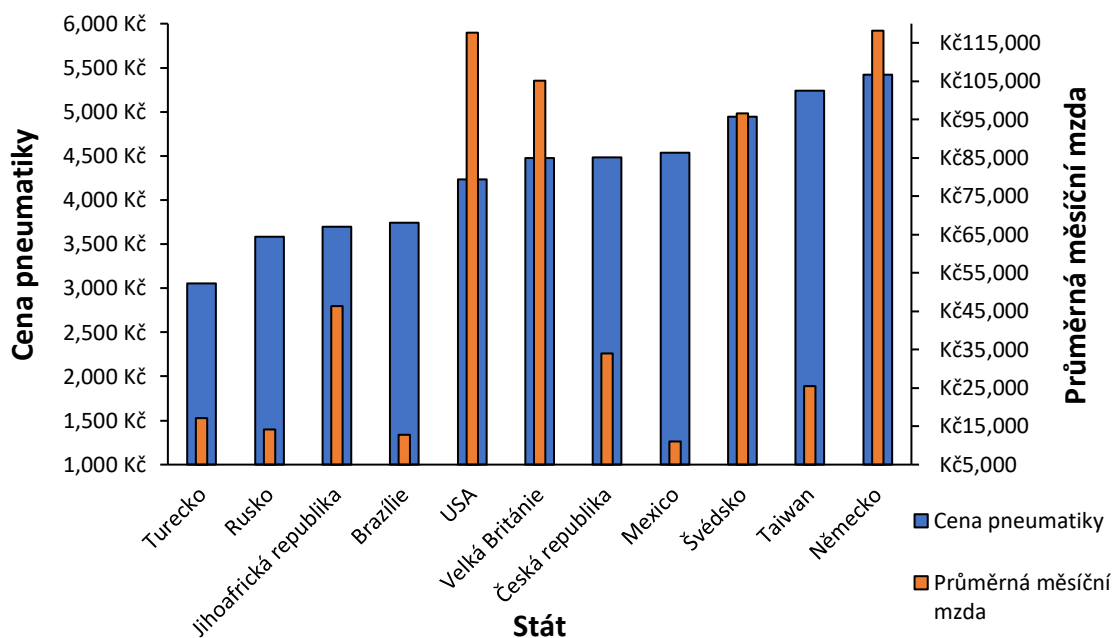
Obrázek 31: kontaktní plochy pláštěů za odlišných podmínek tlaku [27]

11.3. Stáří pneumatiky

Nově vyrobená pneumatika si své vlastnosti zachová při správném skladování v čistém, na suchém a chladném místě a mohou se tak prodávat jako nové při tomto skladování po dobu 5 let. Stáří pneumatiky lze zjistit na boku pláště, kde jsou vylišované jednotlivé údaje o pneumatice, tzv. DOT číslo vyjadřuje stáří pneumatiky, z nichž první dvě vyjadřují týden výroby a druhé dvě čísla rok výroby. Celková životnost pneumatiky se doporučuje maximálně na 10 let. Pro provozní životnost pneumatiky se doporučuje maximálně 6 let. Při jízdě na starých pneumatikách může být vozidlo hůře ovladatelné a prodlužuje se jeho brzdná dráha. Vozidlo se vystavuje také možného rizika smyku nebo aquaplaningu v důsledku nízkého dezénu pneumatiky. [28]

12. Cena pneumatiky Michelin Pilot sport 4 S

Pro porovnání cen byla zvolena pneumatika značky Michelin s názvem PILOT SPORT 4S s rozměrem 215/35 ZR18 84Y XL. Cena se vztahuje na jeden kus pneumatiky a byly určeny z oficiálních stránek značky Michelin nebo distributorských firem značky Michelin po světě (obr. 32). [29]



Obrázek 32: Ceny jednoho kusu pneumatiky Michelin PILOT SPORT 4S

Z grafu lze posoudit, že nejlevnější cena pneumatiky je v Turecku 3055 Kč a nejdražší v Německu 5 425 Kč. Je třeba brát v potaz průměrné měsíční mzdy v jednotlivých zemích. Z grafu (obr. 32) vyplývá, že pneumatiku Michelin Pilot sport 4S

koupí nejvýhodněji v poměru mzda/cena člověk aktivně pracující v USA s průměrnou měsíční mzdou 117 641 Kč. Obyvatele USA vyjde tedy pneumatika v průměru na 3,6 % jejich měsíční mzdy. Naopak nejhůře na tom jsou obyvatelé Mexika s průměrnou měsíční mzdou 11 016 Kč. V tomto případě je vyjde pneumatika na 41,3 % měsíční mzdy.

13. Závěr

Tato práce je průřezem jednotlivých fází konstrukce pláštěů pneumatik, jejich technologického postupu. Popisující použité materiály, vulkanizační přísady na výrobu, konfekci, vulkanizaci, lisování až konečnou kontrolu kvality a případné výrobní vady. Část je věnována detailnímu popisu mezinárodního značení pláštěů pneumatik, doplněné o detaily ohledně energetických štítků pro evropské prodejce, u kterých bude docházet k aktualizaci v květnu 2021. Dalšími tématy práce jsou použití pneumatik v severských státech, druhy dojezdových pneumatik „run flat“, porovnání mechanických vlastností a brzdové účinky letních a zimních pneumatik, také správné nahuštění, které je shrnuto v kapitole rizikové stavy. Součástí práce je grafické porovnání ceny u vybraného, jednotného druhu specifické pneumatiky v 11 lokacích. Dále jsou ceny porovnávány s průměrnou měsíční mzdou v daných státech.

Závěrem je třeba podotknout, že pneumatiky byly a budou nedílnou součástí všech dopravních prostředků ještě dlouhou dobu.

Na prvním místě vývoje a výroby bude vždy bezpečnost, která je podpořena kvalitou použitých materiálů a maximálním dodržováním technologických postupů a kontrol.

Trend na hospodárnost pneumatik spojena s maximalizací využití, důrazem na nižší opotřebitelnost a zvyšující se tlak na bezpečnost vyzývá k zamyšlení, jaké nové technologie, materiály pro výrobu se budou v budoucnu používat. Úspora energie, obnovitelné zdroje jsou soudobé trendy, které budou mít stálý dopad na úspory ve výrobě pneumatik a tlak na snižování hmotností dopravních prostředků.

14. Seznam použitých zdrojů

- [1] VLK, František. Podvozky motorových vozidel: pneumatiky a kola: zavěšení kol, nápravy: odpružení: řídicí ústrojí: brzdové soustavy. Brno: VLK, 2000. ISBN 80-238-5274-4.
- [2] Pollici Pneumatici [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://picclick.it/10x2125-Pollici-Pneumatici-Per-Hoverboard-Auto-Bilanciamento-Scooter-Gomma-223425724681.html>
- [3] AUGUSTYN, Adam. Pneumatic tire: transportation [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/pneumatic-tire>
- [4] KRMELA, Jan. Pláště pneumatik a jejich materiálové charakteristiky pro výpočtové modelování: Pláště pneumatik a ich materiálové charakteristiky pre výpočtové modelovanie: vědecká monografie. Zábřeh: Jan Krmela, 2017. ISBN 978-80-270-2893-1.
- [5] PXFUEL [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.pxfuel.com/es/search?q=rueda+de+carreta+antigua&page=2>
- [6] Typy pneumatik [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.hankooktire.com/cz/services-tips/tire-guide/types-of-tires/by-structure.html>
- [7] Konstrukce pneumatiky – diagonální/pevná/radiální [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://magnatyres.com/cs/konstrukce-pneumatiky-diagonalni-pevna-radialni/>
- [8] SAJDL, Jan. *Konstrukce pneumatiky* [online]. 2020 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/konstrukce-pneumatiky/>
- [9] RAŠ, Jakub. *Značení ráfků pneumatiky* [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://pneuporadna.cz/vse-o-pneu/znaceni-rafku-pneumatiky>
- [10] *How to read the wheel markings?* [online]. 2020 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.oponeo.co.uk/blog/how-to-read-the-wheel-markings>
- [11] Konstrukce, funkce a výroba pneumatiky [online]. 2020 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <http://www.pneu-asistent.cz/Konstrukce-funkce-a-vyroba-pneumatiky.html>
- [12] KRÁL, Jiří. *Dezén a typy dezénů pneumatik* [online]. 2020 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/typy-dezenu-pneumatik-t4>

- [13] *Tyres performance centre* [online]. [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.tyresnorthampton.com/news/choose-right-tyres-car/>
- [14] *Tyres marking* [online]. [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.oponeo.ie/blog/car-tyre-markings-a-complete-guide>
- [15] KRÁL, Jiří. Značení pneumatik [online]. 2017 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/znaceni-pneumatik-t4>
- [16] DRDLÍČEL, Josef. Značení pneumatik [online]. 2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/co-rikaji-energeticke-stitky-pneumatik-t4>
- [17] DUCHÁČEK, Vratislav a Zdeněk HRDLIČKA. *Gumárenské suroviny a jejich zpracování*. Vyd. 4., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2009. ISBN 978-80-7080-713-2.
- [18] 10 Facts about Natural Rubber [online]. 2017 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://blog.ringfeder.com/10-facts-about-natural-rubber>
- [19] MECHL, Viktor a Martin MUŠINSKÝ. *Gumárenská technologie v Barum Continental, spol. s.r.o.: učebnice pro žáky zpracovatelského oboru SPŠ polytechnické - COP Zlín*. Zlín: Střední průmyslová škola polytechnická - COP Zlín, 2011. ISBN 978-80-905002-2-8.
- [20] Pneu s hroty [online]. [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://www.autodoc.cz/pneumatiky/hroty>
- [21] Zimní pneumatiky - hroty [online]. [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://globusks.ru/cs/zimnie-shiny-shipy-ili-lipuchka/>
- [22] DRDLÍČEK, Josef. Jaký je rozdíl mezi letní, zimní a celoroční pneumatikou [online]. 2020 [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/jaky-je-rozdil-mezi-letni-zimni-a-celorocni-pneumatikou-t4>
- [23] KRÁL, Jiří. Dojezdové pneumatiky [online]. 2017 [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/dojezdove-runflat-pneumatiky-t4>
- [24] Run flat [online]. [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: <https://www.pirelli.com/tyres/en-ww/car/tech-and-knowledge/runflat>
- [25] *Seal inside* [online]. [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: <https://www.pirelli.com/tyres/en-ww/car/tech-and-knowledge/seal-inside>

- [26] KRÁL, Jiří. *Aquaplaning – prevencí jsou i správné pneumatiky* [online]. 2020 [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/aquaplaning-prevenci-jsou-i-spravne-pneumatiky-t4>
- [27] KRÁL, Jiří. *Mají vaše pneumatiky správný tlak?* [online]. 2013 [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/maji-vase-pneumatiky-spravny-tlak-t4>
- [28] *Stáří a životnost pneumatik* [online]. 2013 [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/stari-a-zivotnost-pneumatik-t4>
- [29] *MICHELIN PILOT SPORT 4 S* [online]. [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: https://www.michelin.cz/auto/tyres/michelin-pilot-sport-4-s?gclid=CjwKCAjwj6SEBhAOEiwAvFRuKlx3v-IFSDNS0k3rES8xqoMz7eQuINtCVBAsJd5xr_xrBPrjBBwkQRoCdTUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

15. Seznam obrázků

Obrázek 1: Plášť pneumatiky a duše [2].....	11
Obrázek 2: Dřevěné kolo potažené kůží [5]	12
Obrázek 3: Rozdělení pneumatik [4]	13
Obrázek 4: Radiální pneumatiky [6].....	14
Obrázek 5: Diagonální pneumatiky [6].....	15
Obrázek 6: Superelastické pneumatiky [7]	16
Obrázek 7: Značení ráfků pneumatiky [9]	18
Obrázek 8: Běhoun [8].....	19
Obrázek 9: Druhy dezénu [12].....	20
Obrázek 10: Nárazník [8].....	20
Obrázek 11: Kostra pláště [8]	21
Obrázek 12: Bočnice [8]	22
Obrázek 13: Patka [8]	22
Obrázek 14: Patní lanko [8]	23
Obrázek 15: Vnitřní gumová vrstva [8].....	23
Obrázek 16: Značení pneumatik [13]	24
Obrázek 17: Evropský štítek značení pneumatik [16]	26
Obrázek 18: Získávání přírodního kaučuku [18].....	27
Obrázek 19: míchaní směsí v hnětiči [19]	31
Obrázek 20: Vytlačování třemi šnekami pro vytlačování sdružených profilů [19].....	32
Obrázek 21: Proces válcování na čtyřválcích [19]	32
Obrázek 22: Vulkanizační lis [19].....	34
Obrázek 23: Hrotové pneumatiky [21]	36
Obrázek 24: Statický adhezor s připravenou pneumatikou pro měření [4]	37
Obrázek 25: Dynamické zkušební zařízení při kontaktu s pneumatikou [4]	38
Obrázek 26: Brzdná dráha při 100 km/h (beton, sucho, -5 °C) [22].....	39
Obrázek 27: Brzdná dráha při 100 km/h (beton, mokro, +5 °C) [22].....	40
Obrázek 28: Nahuštěná, nulový tlak pneumatiky [24]	41
Obrázek 29: Po vpichu, po vyjmutí hřebíku ven [25].....	41
Obrázek 30: kontaktní plocha mezi vozidlem a vozovkou [26]	42
Obrázek 31: kontaktní plochy pláštěů za odlišných podmínek tlaku [27]	42
Obrázek 32: Ceny jednoho kusu pneumatiky Michelin PILOT SPORT 4S.....	43