

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY ŠPECIFICKÝCH KOMPOZITOV S ELASTOMÉROVOU MATRICOU A OCEĽOVOU VÝSTUŽOU Z POHLĀDU VÝPOČTOVÉHO MODELOVANIA

Peter VIDO, Jozefína PANÁČKOVÁ, Jan KRMEĽA, Vladimíra KRMEĽOVÁ

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Fakulta priemyselných technológií v Púchove, I. Krasku 491/30, 020 01 Púchov, Slovenská republika, e-mail: peter.vido@fpt.tnuni.sk, jan.krmela@fpt.tnuni.sk, jan2.krmela@post.cz

Abstrakt

Článok sa zaoberá stanovením materiálových charakteristík špecifických kompozitov s elastomérovou maticou a oceľovou výstužou ako vstupných údajov do výpočtových modelov plášťov pneumatík. Tieto kompozity tvoria oceľokordové nárazníky plášťa pneumatiky. Výpočtové modelovanie plášťov pneumatík bude realizované s využitím metódy konečných prvkov. Pre deformačno-napätové analýzy plášťov pneumatík je potrebné experimentálne stanoviť materiálové parametre ako pre oceľové výstuže, tak pre elastomérovú maticu. Tieto parametre budú získané z materiálových charakteristík jednotlivých komponentov tvoriacich plášť. Dôležitými faktormi, ktoré môžu značne ovplyvniť presnosť výpočtov vybraných častí plášťov pneumatík, sú počiatočné a okrajové podmienky, reflektujúce zaťaženie, geometriu a materiálové parametre pre každú materiálovú časť plášťa. V článku sú prezentované vybrané výsledky z experimentov potrebných na získanie materiálových charakteristík kordovo – elastomérových kompozitov, ktoré sú nevyhnutné aj pre verifikáciu výpočtových modelov s experimentmi.

Kľúčové slová: kompozit, plášť pneumatiky, oceľový kord, elastomér, výpočtové modelovanie.

ÚVOD

Pre určenie vstupných parametrov do výpočtových modelov plášťov pneumatík pre osobné automobily a ich častí je potrebné vykonať celý rad experimentov. Pri vytváraní výpočtových modelov je dôraz kladený na materiálové charakteristiky a parametre jednotlivých častí pneumatík ako dôležitých vstupných materiálových údajov do modelov. Pomocou vybraných experimentov možno stanoviť materiálové údaje jednotlivých konštrukčných častí plášťov pneumatiky.

STANOVENIE MATERIÁLOVÝCH CHARAKTERISTÍK JEDNOTLIVÝCH ČASTÍ PLÁŠŤA PNEUMATIKY

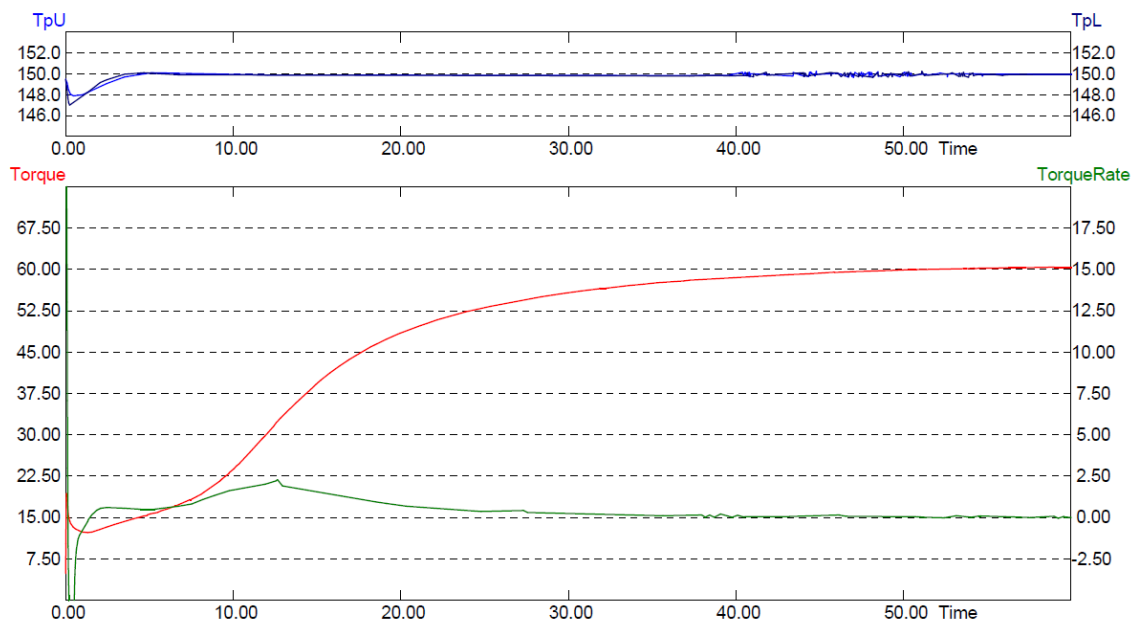
Jednotlivé konštrukčné časti plášťov pneumatík osobného automobilu sú reprezentované špecifickými experimentálnymi vzorkami v zastúpení od nánosových zmesí až po vzorky, kde sa vyskytujú v interakcii oceľové kordy, textilné kordy a elastomérové matrice.

Statické skúšky sú dôležité pre hodnotenie nielen materiálových parametrov hotových gumárenských výrobkov, ale majú vysokú vypovedaciu schopnosť aj o kvalite prípravy gumárenských zmesí a taktiež, či boli jednotlivé zmesi pre danú aplikáciu správne zvolené.

Medzi experimenty, potrebné na získanie materiálových charakteristík jednotlivých komponentov plášťa pneumatiky, patrí:

- reometrická analýza elastomérových zmesí,
- skúška v ťahu nánosových zmesí,
- skúška v ťahu oceľových výstužných kordov,
- skúška súdržnosti medzi elastomérovou maticou a oceľovou výstužou, a iné.

Významnú úlohu pri výskume a vývoji špecifických kompozitov s elastomérovou maticou a oceľovou alebo textilnou výstužou má stanovenie mechanických vlastností vulkanizátov. Pred samotnou vulkanizáciou elastomérových zmesí je potrebné stanoviť vulkanizačné charakteristiky nánosových zmesí. Reometrická analýza bola vykonaná podľa normy ISO 3417 [1]. Pribeh krivky krútiaceho momentu pôsobiaceho na vulkanizačnú zmes je znázornený na obr. 1.

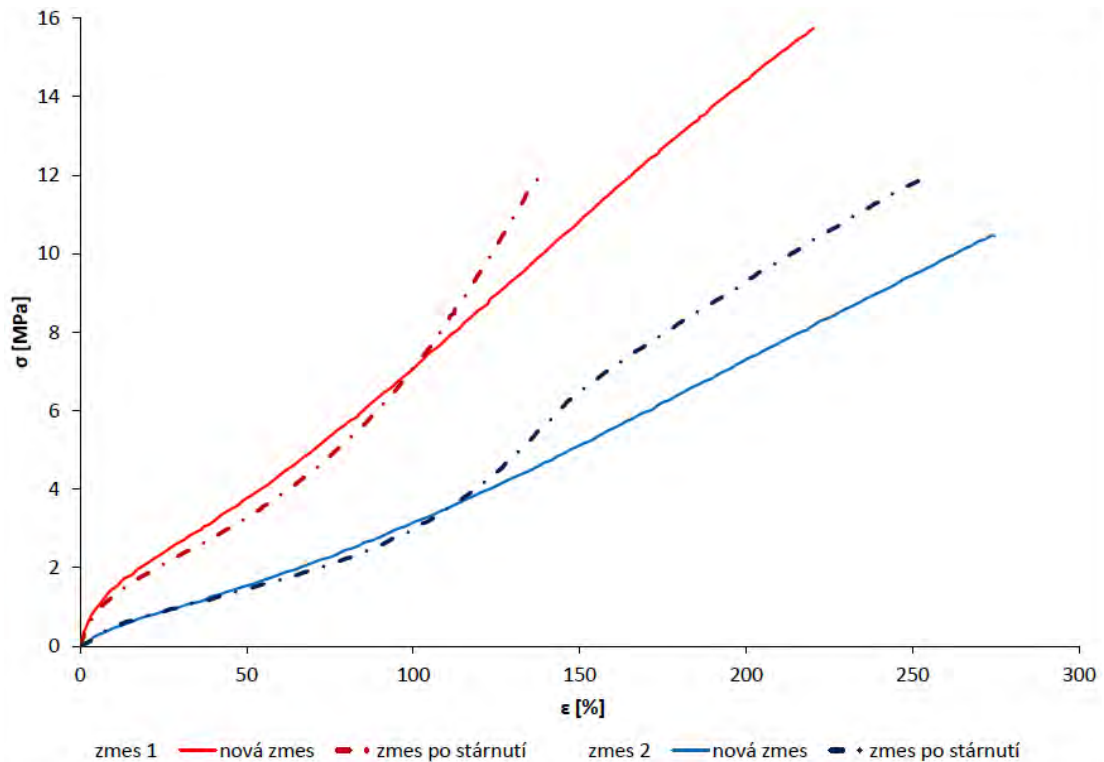


Obr. 1: Záznam z reometrickej analýzy

Z výsledkov reometrickej analýzy danej gumárenskej zmesi sú najdôležitejšie údaje čas vulkanizácie (30 minút), teplota (150°C) a tlak vulkanizačného lisu (20 MPa).

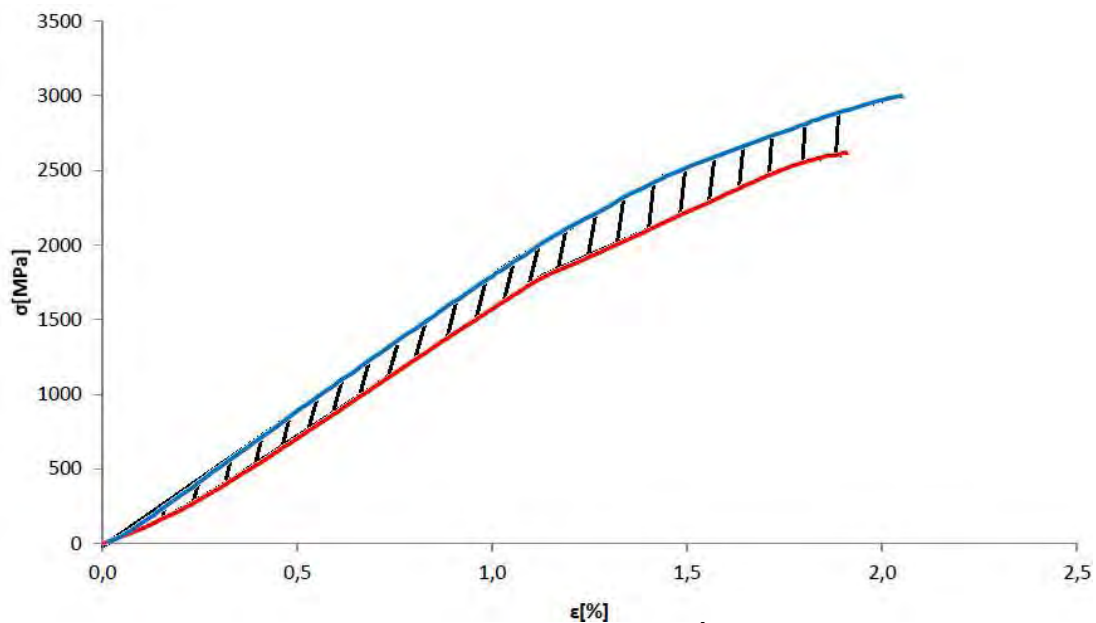
Pre statickú skúšku v ťahu v jednoosovom silovom pôsobení zaťažovacej sily až do pretrhnutia bolo použité univerzálne statické skúšobne zariadenie Hounsfield H20K-W. Rýchlosť zaťažovania bola zvolená 25 mm/min a počiatočná vzdialenosť medzi čelustami bola 80 mm [2, 3].

Grafické závislosti zaťažovacej sily od predĺženia do pretrhnutia kordu boli transformované do diagramu závislosti napätia od pomerného predĺženia obr. 2.



Obr. 1: Závislosť napätia od pomerného predĺženia zo skúšky v ťahu nánosových zmesí

Statickou skúškou v ťahu boli skúmané aj oceľové kordy vo forme lanka s konštrukciou 2x0,30, ktoré slúžia ako oceľové výstuže v nárazníkoch plášťov pneumatík pre osobné automobily. Závislosti napätia od pomerného predĺženia pre oceľové kordy sú zobrazené na obr. 3. Rýchlosť zaťažovania bola zvolená 5 mm/min a počiatočná vzdialenosť medzi čelustami bola stanovená na 200 mm.



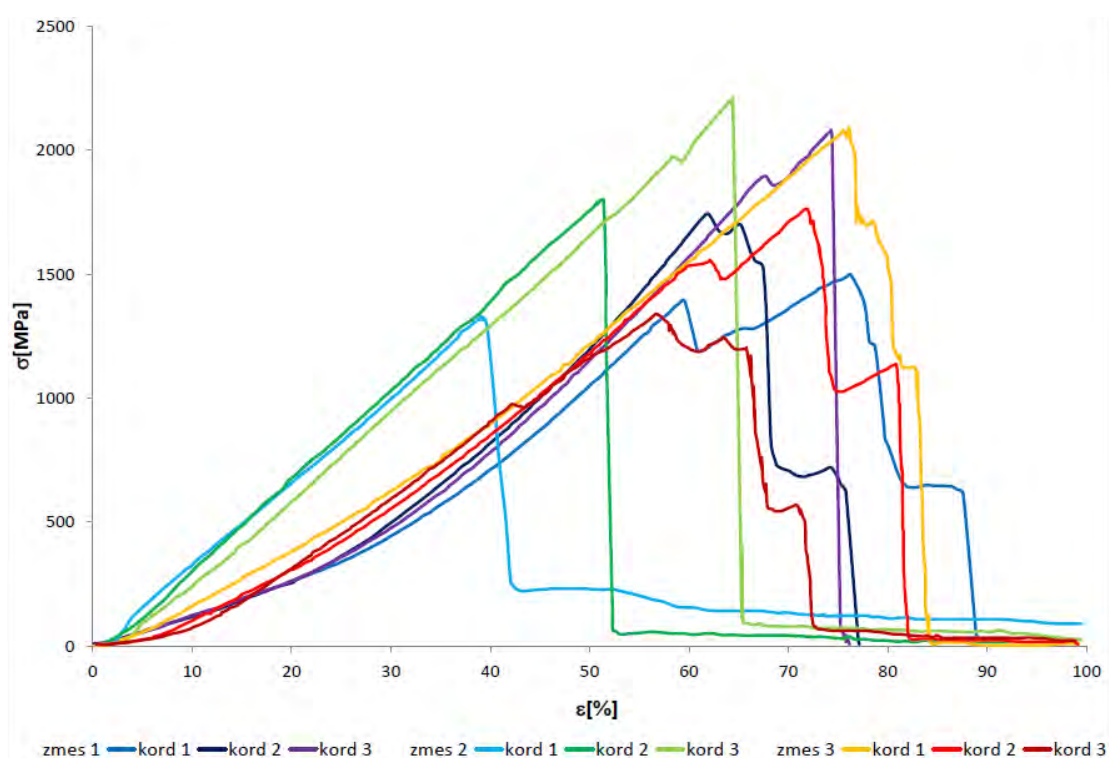
Obr. 2: Závislosť napätia od pomerného predĺženia pre oceľové kordy

Šrafovaná plocha grafu na obr. 3 predstavuje oblasť, ktorá ohraničuje krivky závislosti napätia od pomerného predĺženia pre oceľové kordy s konštrukciou

2x0,30. Na základe porovnania hodnôt maximálnej sily pre pretrhnutie rovnakého typu kordu možno konštatovať, že medzi maximálnou a minimálnou nameranou hodnotou sily je rozdiel až 12 % (vzťahnuté k maximálnej hodnote sily).

Pre skúšku súdržnosti medzi elastomérovou maticou a oceľovými kordmi boli v rámci práce [4] navrhnuté a vyrobené prípravky umožňujúce vykonať túto skúšku na zariadení Hounsfield H20K-W, ktoré nebolo primárne usporiadané na vykonanie takejto skúšky. Na obr. 4 je znázornená závislosť napätia od pomerného predĺženia pre oceľové kordy a elastomérové zmesi, pričom dĺžka zalisovania oceľového kordu v elastomérovej matici bola 10 mm.

Výsledky zo skúšok súdržnosti v podobe závislosti zaťažovacej sily na predĺžení boli spracované a porovnané pre jednotlivé konštrukcie výstuže a pre jednotlivé druhy nánosových zmesí [5]. Pri skúške bola použitá nová nánosová zmes a nánosové zmesi degradované vplyvom vzdušného ozónu (tzv. oxidačným stárnutím).



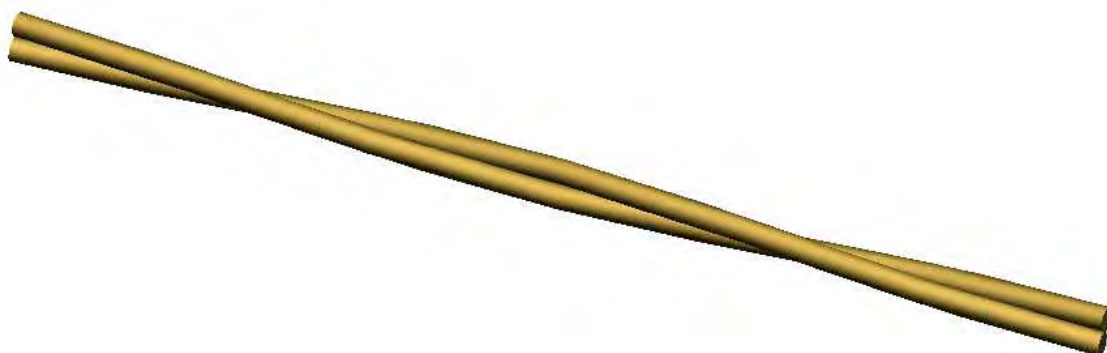
Obr. 3: Závislosť napätia od pomerného predĺženia zo skúšky súdržnosti medzi elastomérom a oceľovým kordom

Porovnanie hodnôt sily pri vytrhnutí oceľového kordu z elastomérovej matrice pri použití novej a degradovaných nánosových zmesí sú uvedené v tab. 1. Hodnota priemernej sily je uvedená zo všetkých meraní, ktoré nie sú zahrnuté v diagrame na obr. 4. Nová nánosová zmes (zmes 1) má približne rovnaký priebeh závislosti napätia od pomerného predĺženia ako zložením rovnaká zmes (zmes 3), ktorá bola vystavená pôsobeniu vzdušného ozónu po dobu jeden rok. Faktorom môže byť iné chemické zloženie než bolo deklarované výrobcom a je potrebné sa tomu naďalej venovať.

Tab. 1: Hodnoty sily pri vytrhnutí kordu z elastomérovej matrice

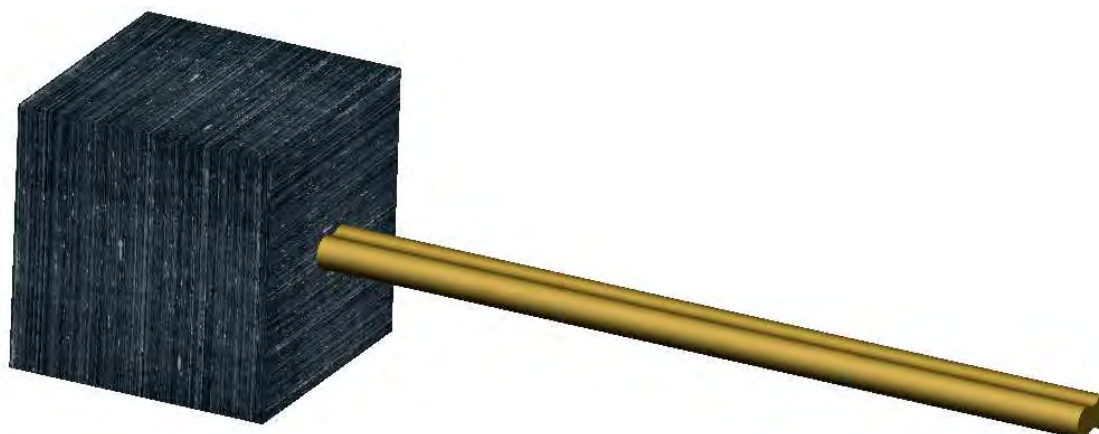
Druh zmesi	Zmes 1	Zmes 2	Zmes 3
Minimálna hodnota [N]	211,8	188,1	189,4
Maximálna hodnota [N]	294,4	312,6	295,9
Priemerná hodnota [N]	256,8	233,5	244,8

Podľa výrobcov stanovených parametrov a na základe výsledkov z experimentov bol vytvorený priestorový model oceľového kordu (obr. 5) a elastomérovej matrice, ktoré budú podrobené FEM analýze za účelom simulácie vytrhávania kordu z matrice.



Obr. 4: Model oceľového lanka 2x0,30

Pre zjednodušenie a urýchlenie výpočtov systému kord – elastómér bol skrútený model oceľového lanka nahradený jednoduchším modelom (obr. 6).



Obr. 5: Zjednodušený model lanka v elastomérovej matrici

ZÁVER

Skúšky v ťahu elastomérnych zmesí a kompozitov s elastomérovou matricou ako aj degradačné skúšky vedú k získaniu celého spektra materiálových parametrov slúžiacich ako vstupy do výpočtov a pre potreby verifikačných analýz.

Vybrané skúšobné elastomérové vzorky predstavovali nánosové zmesi na pogumovanie oceľokordov, ktoré sa používajú pri výrobe oceľokordových

nárazníkoch v plášti pneumatík pre osobné automobily. Z výsledkov statických skúšok v ťahu s jednoosou napätosťou vo forme závislosti napätia a pomerného predĺženia možno konštatovať, že priebeh závislosti vzoriek nových elastomérnych zmesí mal „lineárnejší“ charakter oproti rovnakým zmesiam po starnutí.

Skúšky v ťahu oceľových kordov slúžili na overenie výrobcom deklarovaných materiálových charakteristík a možno konštatovať, že údaje udávané výrobcom korešpondujú s dosiahnutými výsledkami.

Výsledky uvedené v článku sú časťou výskumu zameraného na výpočtové modelovanie vyťahovania kordov a ich verifikácia s experimentmi. Preto získané výsledky budú použité aj ako verifikačné parametre pre výpočty plášťov pneumatík, alebo špecifických častí plášťov – oceľokordových nárazníkov, s experimentálne získanými údajmi.

LITERATURA:

- [1] ISO 3417 – Rubber — Measurement of vulcanization characteristics with the oscillating disc curemeter. (*anglicky*)
- [2] Drdáková J., Krmela J., Mikrolokalita degradovaných oceľokordových nárazníkov v plášti radiálnych pneumatík. In *Preveda - interaktívna konferencia mladých vedcov*, (2012), <<http://www.preveda.sk/conference/viewer/id=518/presentation/>>, 75, ISBN 978-80-970712-3-3.
- [3] Struharňanská, M., Pajtášová, M., Krmela, J.: Vybrané fyzikálno–mechanické vlastnosti polymérnych materiálov s plnivami na báze kremičitanov. In *Preveda - interaktívna konferencia mladých vedcov*, (2012) <<http://www.preveda.sk/conference/article/id=456/>>, 76, ISBN 978-80-970712-3-3.
- [4] Vido P.: *Systém kord – elastomér pri výrobe plášťa a jeho vplyv na životnosť pneumatiky*. [diplomová práca]. Trenčianska univerzita A. Dubčeka v Trenčíne – Fakulta priemyselných technológií v Púchove, (2011), 68.
- [5] Vido P., Pastorek M., Krmela J.: Vybrané experimentálne skúšky kompozitov s elastomérovou maticou pre overenie výpočtových modelov pneumatík. In: *Zborník príspevkov: SEMDOK 2013: 18th International of PhD. students' seminar*, (2013), 152-155, ISBN 978-80-554-0629-9.