

# VYBRANÉ EXPERIMENTÁLNE SKÚŠKY KOMPOZITOV S ELASTOMÉROVOU MATRICOU PRE OVERENIE VÝPOČTOVÝCH MODELOV PNEUMATÍK

Peter VIDO, Jozefína DRDÁKOVÁ, Monika STRUHÁRŇANSKÁ, Jan KRMEĽA

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

## Abstrakt

Článok sa zaoberá experimentálnymi skúškami špecifických kompozitov s elastomérovou maticou, ktoré je potrebné uskutočniť pre overenie výpočtových modelov plášťov pneumatík. Pozornosť bola venovaná najmä osobným plášťom pneumatiky s ohľadom na výstužné oceľokordové vlákna a nánosové zmesi. Na získanie verifikačných údajov pre potreby výpočtov, ktoré majú zohľadňovať najmä dynamické a mechanicko-fyzikálne parametre vybraných častí plášťov, sa realizovali skúšky metódou DMA (dynamicko-mechanická analýza) a skúšky v ťahu v jednoosej napätosti. Pre pozorovanie degradačného správania oceľokordových nárazníkov, ako najdôležitejších častí plášťov pneumatík, sme zvolili urýchlené korózne skúšky v koróznej komore.

## Kľúčové slová

Pneumatika, oceľokordový nárazník, dynamicko-mechanická analýza, skúška v ťahu, jednoosá napätosť, korózna skúška, degradácia.

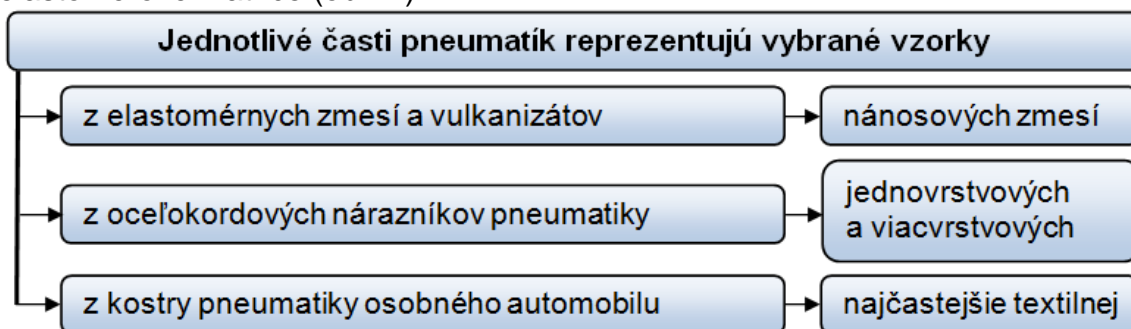
## Úvod

Pre vstupné parametre do výpočtových modelov plášťov pneumatík a ich častí, ako aj pre vlastné verifikačné účely za účelom porovnania výsledkov výpočtov s experimentálnymi dátami, je potrebné vykonať celý súbor experimentov. Pri vytváraní výpočtových modelov je dôraz kladený na materiálové charakteristiky a parametre jednotlivých častí pneumatík ako dôležitých vstupných údajov do modelov. Pomocou vybraných experimentov možno stanoviť materiálové údaje týchto častí pneumatiky (obr. 1).



Obr. 1: Časti pneumatiky

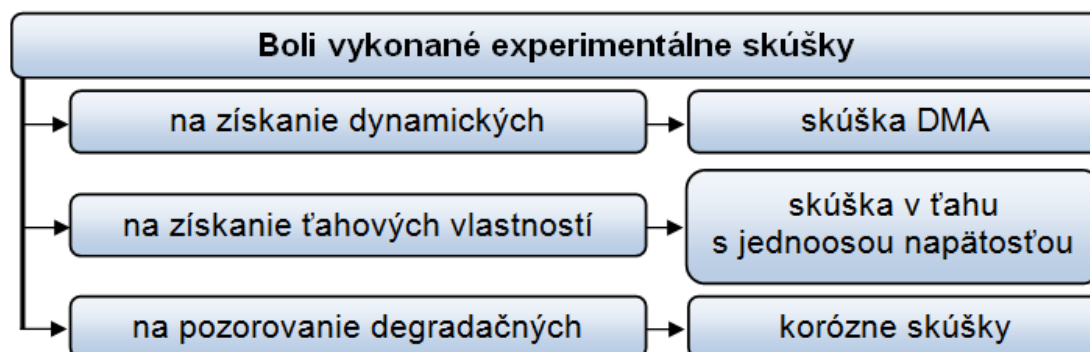
Jednotlivé konštrukčné časti plášťov pneumatík osobného automobilu sú reprezentované špecifickými experimentálnymi vzorkami v zastúpení od nánosových zmesí až po vzorky, kde sa vyskytujú v interakcii oceľové kordy, textilné kordy a elastomérové matrice (obr. 2).



**Obr. 2:** Vzorky reprezentujúce časti pneumatík

Experimentálne skúšky podľa schémy na obr. 3 boli vykonané za účelom získania materiálových charakteristík a parametrov jednotlivých častí vybraného plášťa pneumatiky ako dôležité materiálové vstupy do výpočtov, ako aj pre verifikačné analýzy výpočtových modelov s experimentálnymi údajmi.

Skúšanie elastomérnych zmesí a vulkanizátov bolo vykonané podľa normovaných skúšok (podľa STN 62 1452), ostatné skúšky boli prispôsobené pre dané experimentálne vzorky s ohľadom na parametre skúšobných zariadení a podmienky skúšok. Tieto skúšky je potrebné vykonať na vzorkách nových, ako aj degradovaných vzoriek po koróznej skúške v koróznej komore.



**Obr. 3:** Rozdelenie experimentov podľa získaných vlastností

Dynamicko-mechanická analýza (DMA) je jedna z najcitlivejších techník schopná charakterizovať a interpretovať mechanické chovanie materiálu. Podstata metódy DMA je založená na sledovaní viskoelastickej odozvy materiálu podrobeného malému oscilačnému napätiu. Metóda oddeľuje viskoelastickú odozvu materiálu na dva komponenty modulu ( $E^*$ ): reálna časť, ktorá reprezentuje elastický modul ( $E'$ ) a imaginárnu časť, ktorá predstavuje útlmovú alebo viskozitnú zložku ( $E''$ ). Celkový tzv. komplexný modul je  $E^* = E' + iE''$ . Táto separácia merania do dvoch komponentov popisuje dva nezávislé procesy vo vnútri materiálu: elasticitu (vratná zložka) a viskozitu (stratová, disipačná energia). To je základný princíp DMA, ktorý ju charakterizuje na rozdiel od ostatných metód testovania mechanických vlastností látok [1].

Z analýzy DMA je možné získať dynamické parametre vzoriek rozsahu teplôt od -150 až do 450°C, čo plne postačuje na simulovanie prevádzkových podmienok pneumatík automobilu v reálnej prevádzke, kde sa teploty v našich klimatických podmienkach pohybujú od -30 do 120°C (rozsah teplôt vo vnútri plášťa pneumatiky).

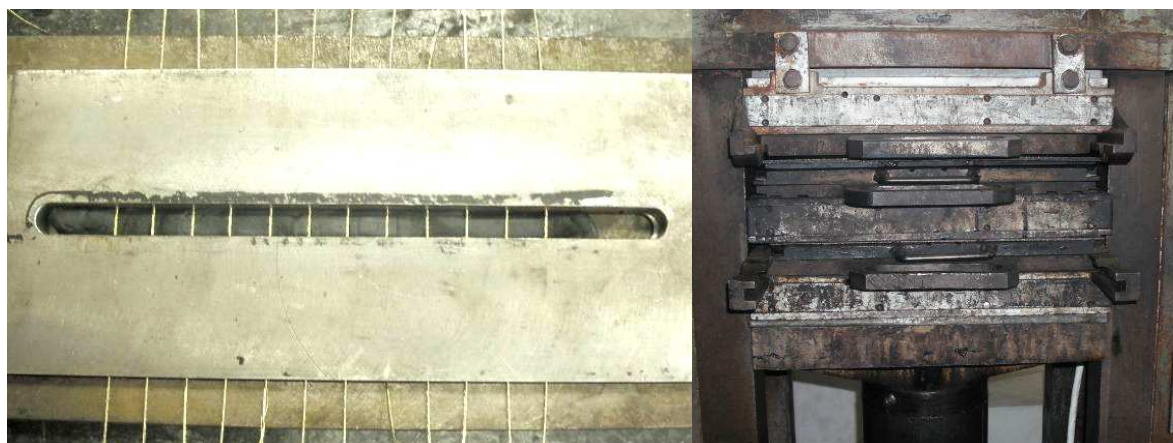
Pod pojmom „ťahové vlastnosti“ sa zahrňuje viacero parametrov, stanovených zo závislosti deformácie od napätia, tzv. ťahové skúšky. Sú to pevnosť v ťahu, napätie pri danej deformácii a predĺženie pri danom pretrhnutí a pri danom napätí, ako aj napätia pri medzi sklzu [2].

U vzoriek vybraných elastomérov (gumárenských zmesí) bol kladený dôraz najmä na nánosové zmesi k ocelovým kordom v nárazníkovej časti plášťa. Na obr. 4 sú uvedené tzv. platničky, z ktorých sa vzorky vysekávajú na požadovaný rozmer podľa platných noriem pre dané skúšky.



**Obr. 4:** Elastomérne zmesi po vulkanizácii

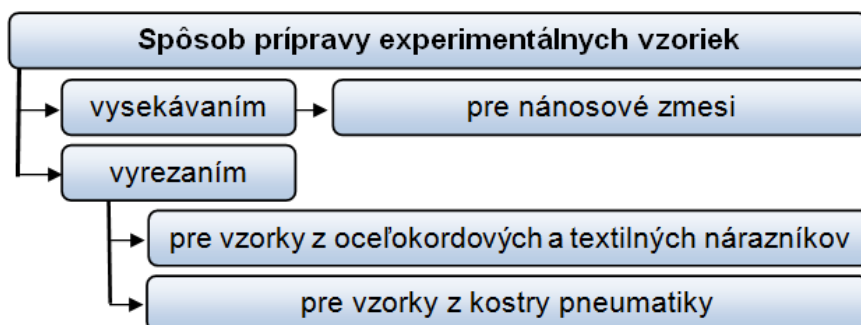
Pri výrobe vzoriek s ocelovými kordmi (obr. 5 vľavo) boli na základe použitia nánosovej zmesi zvolené parametre vulkanizačného procesu a to teplota 150°C a čas vulkanizácie 35 minút pri tlaku vulkanizačného lisu 20 MPa. Vulkanizácia bola vykonaná na vulkanizačnom lise v laboratóriu na Fakulte priemyselných technológií (FPT) v Púchove (obr. 5 vpravo).



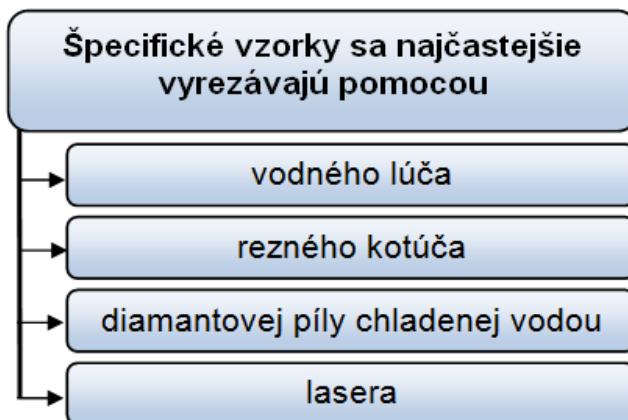
**Obr. 5:** Vybrané ocelové kordy vo forme na vulkanizáciu a vulkanizačný lis [3]

Spôsob prípravy skúšobných vzoriek je znázornený na obr. 6.

Pre špecifické vzorky z plášťov pneumatík, ako sú napríklad ocelokordové nárazníky a kostra pneumatiky, je nutné použiť metodiku uvedenú na obr. 7.



**Obr. 6:** Spôsob dokončenia prípravy vzoriek



**Obr. 7:** Najčastejšie spôsoby vyrezania vzoriek

Rezanie vzoriek pomocou vodného lúča sa s ohľadom na výslednú kvalitu vzoriek a ekonomické hľadisko pre nás zatiaľ javí ako najvhodnejšia metóda. Na obr. 8 je znázornené vysekávanie vzoriek gumárenských zmesí podľa normy do konečnej podoby pre statickú skúšku v ťahu.

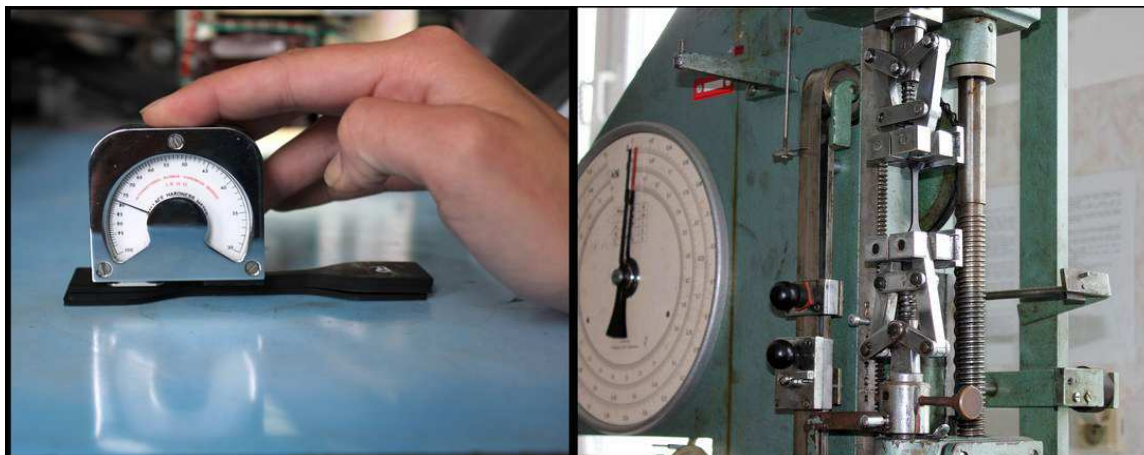


**Obr. 8:** Vysekávanie vzoriek gumárenských zmesí

Medzi ďalšie experimentálne skúšky potrebné na získanie materiálových parametrov gumárenských zmesí môžeme zaradiť napríklad meranie tvrdosti (obr. 9 vľavo) a odrazovej pružnosti.

Skúšky v ťahu v jednoosej napätosti boli vykonané na prístroji Hounsfield H20K-W (obr. 10a). Príklad skúšky vytrhávania zalisovaného oceľového kordu z elastoméru je uvedený na obr. 10b.





**Obr. 9:** Meranie tvrstí (vľavo) a pevnosti (vpravo)



**Obr. 10:** Skúšky v ťahu: a) elastomérov, b) zalisovaných ocel'ových kordov

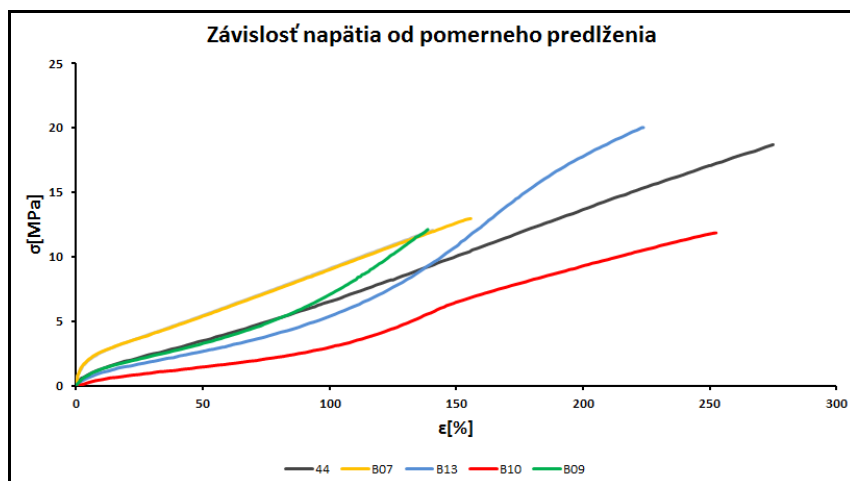
Korózne skúšky vybraných vzoriek elastomérov samotných i vzoriek oceľokordových nárazníkov boli realizované v koróznej komore. Zámerom bolo porovnanie charakteru vzoriek pred a po degradácii, ako sa menia pod vplyvom degradácie ich dynamické a fyzikálno-mechanické vlastnosti. Výsledné vlastnosti boli značne rozdielne.

Príkladom môže byť vzorka z jednej vrstvy oceľokordového nárazníka z konkrétneho radiálneho plášťa pneumatiky pre osobné automobily (obr. 11). Vzorka bola exponovaná v koróznom diagnostickom prístroji Gebr. Liebisch 500 hodín pri teplote 70°C v rozprášenom 5% soľnom kúpeli roztoku NaCl.



**Obr. 11:** Rozsah korózneho pôsobenia na vytrhnutých kordoch oceľokordového nárazníka [4]

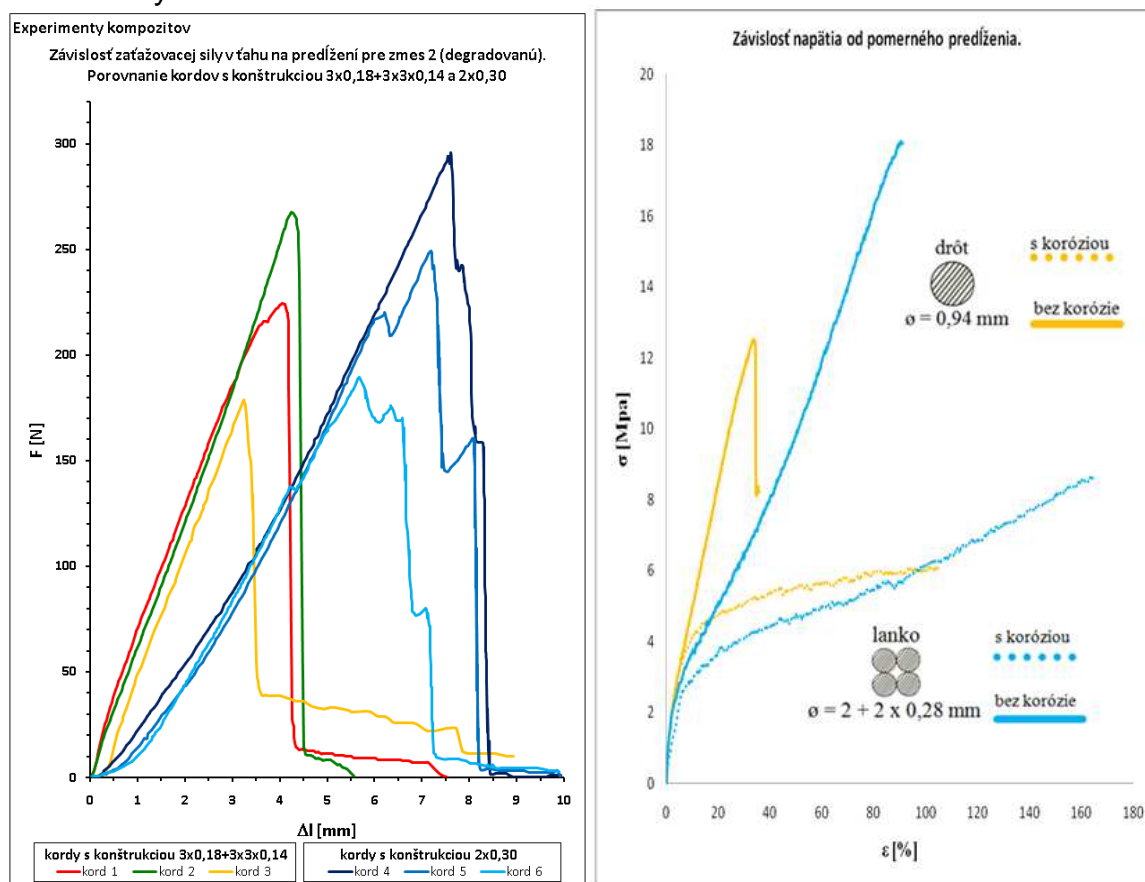
Údaje zo skúšok v ťahu vzoriek samotných nanosových zmesí sú uvedené na obr. 12 ako závislosť napätia od pomerného predĺženia. Vzorky boli vyrobené z gumárenských zmesí odložených 2 a viac rokov, preto sa priebehy javia odlišne v závislosti na časovom pôsobení vplyvom ozónu, čo výrazne ovplyvnilo priebeh charakteristík v porovnaní s novými gumárenskými zmesami.



**Obr. 12:** Diagram závislosti napätia od pomerneho predĺženia elastomérnych zmesí

Príklad výsledkov zo skúšky vytrhávania kordov z elastomérnej matrice je uvedený ako závislosť sily od predĺženia na obr. 13 vľavo.

Závislosť napätia od pomerneho predĺženia pre degradované vzorky oceľokordových nárazníkov sú uvedené na obr. 13 vpravo. Je porovnaný priebeh pre dve vybrané konštrukcie kordov a zároveň sú uvedené výsledky degradovaných ako aj nových vzoriek, kde je vidieť výrazný vplyv korózneho pôsobenia a znehodnotenia materiálových charakteristík.



**Obr. 13:** Diagramy z ťahových skúšok

## Záver

Skúšky v ťahu elastomérnych zmesí a kompozitov s elastomérnou maticou ako aj degradačné skúšky v koróznej komore vedú k získaniu celého spektra materiálových parametrov slúžiacich ako vstupy do výpočtov. Ďalej tieto údaje sú aj verifikačnými parametrami výpočtových modelov plášťov pneumatík alebo špecifických častí plášťov, ako sú oceľokordové nárazníky s experimentálne získanými údajmi.

Výskum v oblasti degradačných procesov ukazuje výrazný vplyv na zníženie materiálových parametrov, dokonca dochádza aj k úplnej strate celistvosti a znehodnoteniu materiálov. Vplyv degradácie odstátých gumárenských zmesí sa v súčasnosti porovnáva s údajmi zo skúšok nových gumárenských zmesí.

Cieľom výskumu je vytvoriť výpočtové modely plášťov pneumatík a ich špecifických častí pre konkrétnu formu degradácie, ktoré budú do výpočtov zahrnuté formou znížených materiálových parametrov.

## LITERATÚRA

- [1] [www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/prednaska7.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/prednaska7.pdf) s.2, online 5.10.2012
- [2] VAJDOVÁ J., ŠTUBNA M., OLŠOVSKÝ M.: Laboratórium odboru II - Chemické a fyzikálno-mechanické skúšky. FPT Púchov, 2003, 160 s., ISBN 80-8075-010-6, 1. vydanie
- [3] Vido P.: Systém kord - elastomér pri výrobe plášt'a a jeho vplyv na životnosť pneumatiky. [diplomová práca]. Trenčianska univerzita A. Dubčeka v Trenčíne – Fakulta priemyselných technológií v Púchove, SK, 2011. 68 s.
- [4] Drdáková J., Mikrolokalita systému elastomér – oceľový kord v pneumatikách po degradácií. [diplomová práca]. Trenčianska univerzita A. Dubčeka v Trenčíne – Fakulta priemyselných technológií v Púchove, SK, 2011. 67 s.