

Optimalizácia materiálových vlastností autoplášťov osobných automobilov v závislosti od šírenia vady

Optimisation of the Material Properties for the Passenger Cars in Dependence on Defect Propagation

prof. Ing. Ján Vavro, PhD.; doc. Ing. Ján Vavro, PhD.; Ing. Helena Hajska, PhD.; Ing. Petra Kováčiková, PhD.; Ing. Radka Bezdedová, PhD.; Ing. Jakub Híreš

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Fakulta priemyselných technológií v Púchove, I. Krasku 491/30, 020 01 Púchov, Slovenská republika

Článok sa zaoberá optimalizáciou materiálových vlastností autoplášťov osobných automobilov v závislosti od šírenia vady pri dynamickom zaťažení. Optimalizácia bola urobená na základe experimentálneho merania šírenia sa trhliny v autoplášti osobného motorového vozidla. Meranie pohybu trhliny sa uskutočnilo tak, že sa menila rýchlosť vozidla, zaťaženie a časová dĺžka prevádzky pri konštantnom tlaku pneumatiky. Experiment bol realizovaný na skúšobnom stroji od firmy IGTT 25 kN – C s priemerom bubna 1 707 mm. Experimentálne meranie šírenia trhliny sa uskutočnilo v oblasti ramena autoplášťa medzi prvým a druhým nárazníkom. Nastavenie CCD kamery pre testovanie autoplášťa na nedeštruktívnom zariadení ITT-1 bolo do plášťa z vnútornej strany. Kontrola plášťa sa robila v sekciách po obvode. Meranie sa uskutočnilo jednoduchým cyklom. Výsledkom testovania na analyzátore je protokol vyhotovený pomocou programu ITTView, ktorý je možné zobrazit' a vytlačiť vo forme fázového pohľadu alebo video pohľadu. Šírenie trhliny bolo vyhodnotené na základe zaťaženia autoplášťa a tiež na základe odbehnutých kilometrov počas prevádzky motorového vozidla. Metóda shearografie je použiteľná na zisťovanie trhlín skúšaných plášťov v rámci laboratorného skúšania plášťov, ako aj pri kontrole kvality vyrábanej produkcie. Na základe poznatkov vzniku trhlín a ich šírenia, sa môžu ľahšie riešiť kritické oblasti plášťa a dá sa jednoznačne rozhodnúť, ktorý variant je vhodný pre použitie vo výrobe.

Kľúčové slová: meranie; tlak; dynamické zaťaženie; nedeštruktívna metóda; holografia

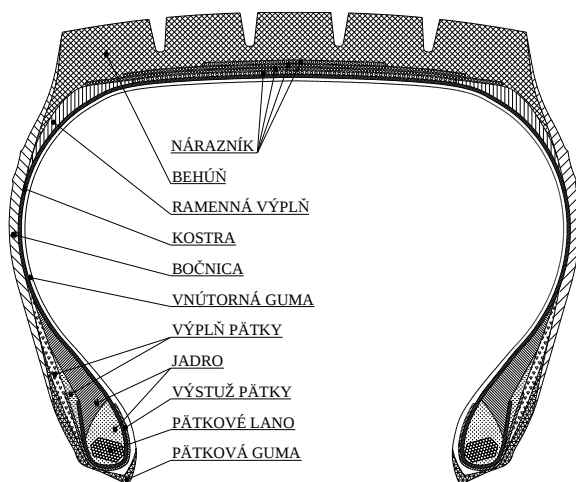
The paper deals with the optimisation of the material properties for the passenger cars in dependence on defect propagation under the dynamic loading. The given investigation is mainly focused on cracks and defects in tire casing, which is used for passengers cars. The mentioned measurement or investigation was performed under the strictly specified conditions. The given measurement of crack propagation in car tire casing was based on changes of speed, changes of loading, as well as changes of service time interval. It is important to point out that the pressure in the tire was predetermined to be of the constant value. The experimental procedures were carried out with the help of special drum testing machine with the designation: IGTT 25kN – C and with the 1707 mm drum diameter. The mentioned measurement was performed for the area of tire casing shoulder and it was at the place between the first and the second buffer lining. The ITT-1 program relating to the non-destructive testing analyser, the CCD camera for the testing procedure of tire casing was used for the camera images, which were taken from the internal side of the tire casing. The inspection of the tire casing was performed for the specified points or segments around the periphery of the tire casing. The measurement was based on a simple cycle. The analyser testing led to the creation of the resulting protocol based on ITTView program and on the basis of this program it is possible to display or print this protocol in the form of the phase image mode or video mode. The crack propagation was evaluated on the basis of tire casing loading, as well as kilometres which were run during the car operation. Shearography is a method, which can be used for specification of tire casing cracks under the laboratory conditions and it can be also useful during the quality inspection of the newly made products. The obtained knowledge relating to crack initiation and propagation in tyres can be used for easier solutions referring to different areas and places of the tire casing and in this way, it is possible to determine, which one of the variants is the most suitable for utilisation in the production.

Key words: measurement; pressure; dynamic loading; non-destructive method; holography

K tomu, aby sa dalo presne definovať, v ktorej časti pneumatiky sa tvoria trhliny a kam sa šíria, je nutné poznať štruktúru plášťa. Štruktúra plášťa [1] pozostáva z nasledovných častí (obr. 1):

– kostra plášťa – základný nosný prvok tvorený jednou alebo viacerými vložkami z pogumovaného kordu, ktoré sú zakotvené okolo pätkových lán,

- *pätkové laná* – tvorené oceľovými drôtmi alebo páskami vysokej pevnosti; spolu s rôznymi gumovými a textilnými výplňami zabezpečujú plynulé a bezpečné ukotvenie kostrových vložiek a usadenie plášt'a na ráfik,
- *vnútorná guma* – vrstva gumy nachádzajúca sa na vnútornej strane plášt'a; slúži na ochranu kostry a pri bezdušových plášt'och zabráňuje prenikaniu vzduchu do kostry plášt'a,
- *bočnica* – chráni bočnú časť plášt'a pred poškodením a poveternostnými vplyvmi; je vyrobená zo zmesi odolnej voči prelamovaniu a vzniku trhlín,
- *behúň* – dôležitá časť plášt'a, ktorá je v priamom styku s povrchom vozovky; je vyrobený zo zmesi, ktorá má dobré adhézne vlastnosti a vysokú odolnosť voči opotrebovaniu,
- *nárazník* – zachytáva obvodové namáhania, priečne sily a tlmí nárazy od vozovky; je tvorený z jednotlivých, navzájom prekrížených vrstiev pogumovaného kordu,
- *výplne* – sú tvarované gumové profily, ktorých účelom je zlepšenie plynulosti prechodu medzi jednotlivými konštrukčnými prvkami plášt'a.



Obr. 1 Štruktúra plášt'a
Fig. 1 Structure of the tyre casing

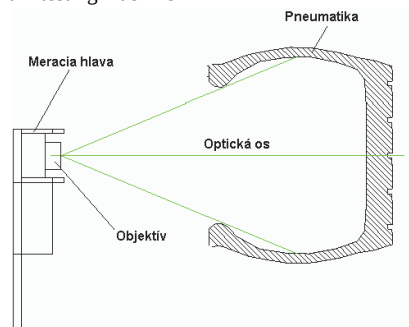
Experimentálne meranie šírenia trhlín

Pre sledovanie šírenia trhliny v pneumatikách [2 – 6] bol použitý skúšobný stroj od firmy IGT 25 kN – C s priemerom bubna 1 707 mm (obr. 2). Rýchlosť bubna je 10 – 320 km·h⁻¹, radiálne zaťaženie je 2 – 25 kN a maximálny regulovaný hustiaci tlak pneumatiky 600 kPa. Skúšobné usporiadanie pri jednoduchom cykle je vyobrazené na obr. 3.

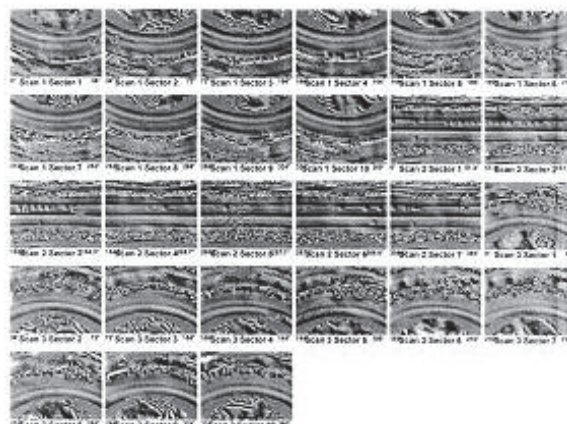
Výsledkom testovania na analyzátore je protokol vyhotovený pomocou programu ITTView, ktorý je možné zobrazíť a vytlačiť vo forme fázového pohľadu (obr. 4) alebo video pohľadu (obr. 5).



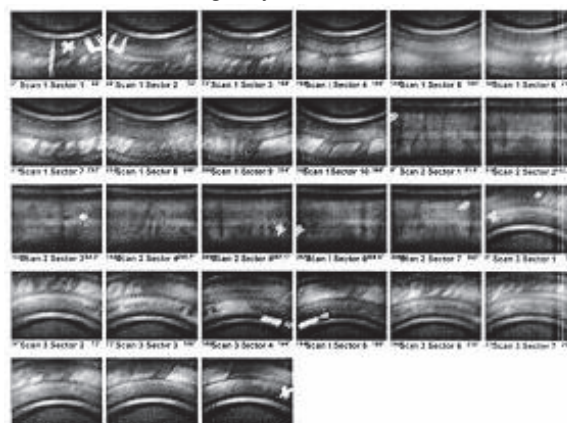
Obr. 2 Bubnový skúšobný stroj
Fig. 2 Drum testing machine



Obr. 3 Skúšobné usporiadanie pri jednoduchom cykle
Fig. 3 Testing assembly relating to the simple cycle

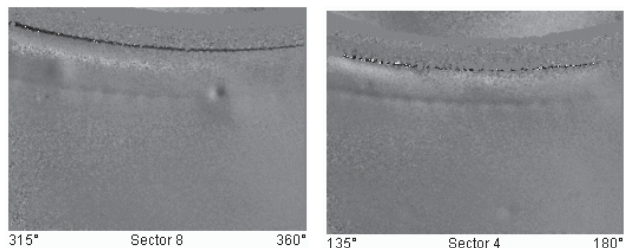


Obr. 4 Protokol z merania na nedeštruktívnom analyzátore vo fázovom zobrazení
Fig. 4 Protocol from measurement – phase images from non-destructive testing analyser



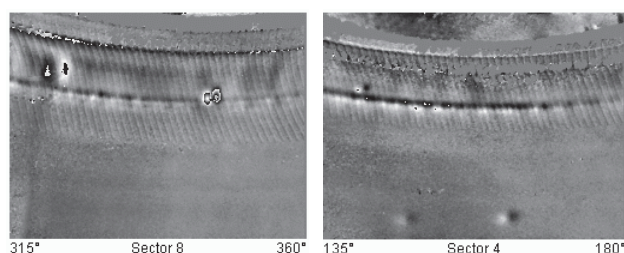
Obr. 5 Protokol z merania na nedeštruktívnom analyzátore vo video zobrazení
Fig. 5 Protocol from measurement – video images from non-destructive testing analyser

Na zobrazenie trhliny na nedeštruktívnom analyzátore má podstatný vplyv správne nastavenie podtlaku vákuua. Na obr. 6 a 7 vidieť ako nastavenie vákuua v komore vplýva na zobrazenie trhliny respektíve separácií.



Obr. 6 Skúmanie plášťa pri vákuu 10 mbar = 1 kPa

Fig. 6 Investigation of the tire casing in vacuum – 10 mbar = 1 kPa

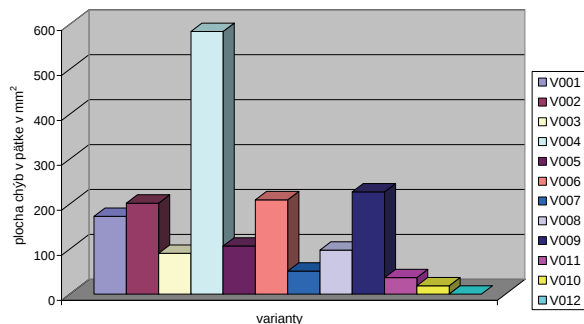


Obr. 7 Skúmanie plášťa pri vákuu 100 mbar = 10 kPa

Fig. 7 Investigation of the tire casing in vacuum – 100 mbar = 10 kPa

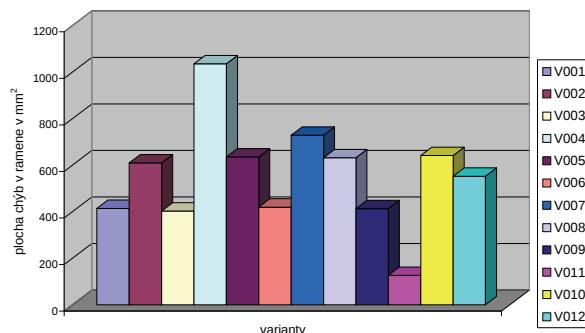
Vyhodnotenie výsledkov z nedeštruktívnej analýzy na analyzátore ITT-1

Za účelom skúmania vplyvu materiálu a konštrukčných zmien na šírenie trhliny v pneumatike bolo vyrobených 12 kusov plášťov rozmeru 225/75 R 16 C s rovnakým dezénom. Jednotlivé plášte boli označené ako variant 1 až 12. Pri týchto variantoch boli použité jednak dva druhy zmesí, ale aj rôzne konštrukčné zmeny v oblasti ramien a jeden z variantov bol plášť z bežnej výroby. Plášte boli skúšané na skúšobnom bubnovom stroji 75 kN – C od firmy IGTT a testované na nedeštruktívnom analyzátore ITT-1 od firmy SDS. Na obr. 8 až 13 sú spracované grafy, porovnanie šírenia trhlín u jednotlivých variantov v oblasti pätky, ramena a celého plášťa pneumatiky po odbehnutí 40 h čiže po 1 600 km.



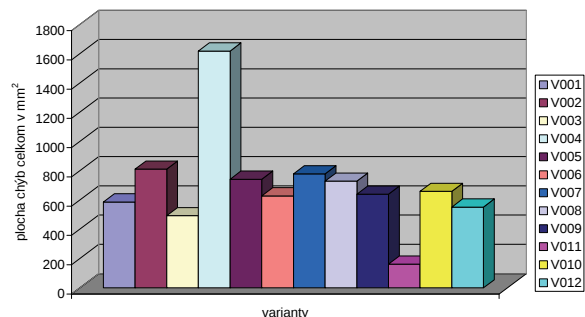
Obr. 8 Zobrazenie plochy vady v oblasti nad pätkou pre rôzne varianty pneumatík

Fig. 8 Area of defect at the place of bead bundle for individual tire variants



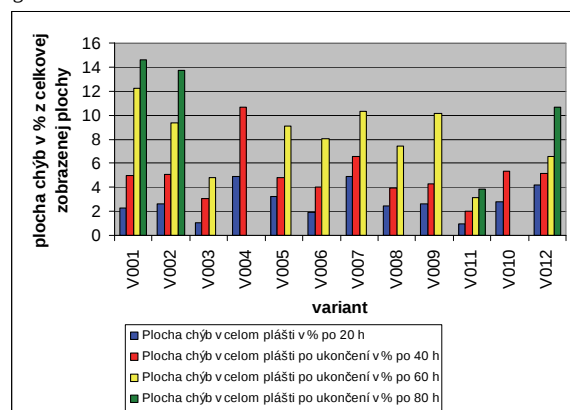
Obr. 9 Zobrazenie plochy vady v oblasti ramien pre rôzne varianty

Fig. 9 Area of at the place of the shoulder for individual tire variants



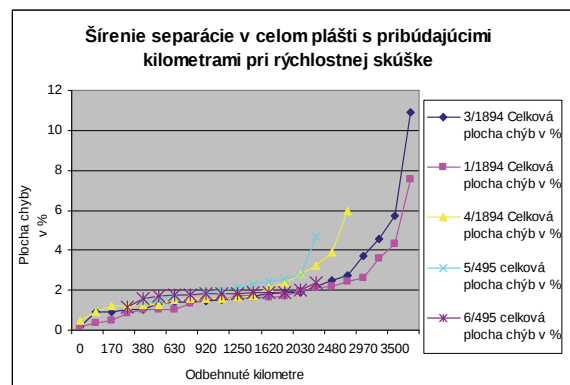
Obr. 10 Zobrazenie plochy vady v celej pneumatike pre rôzne varianty

Fig. 10 Area of defect in the whole tire for individual tire variants



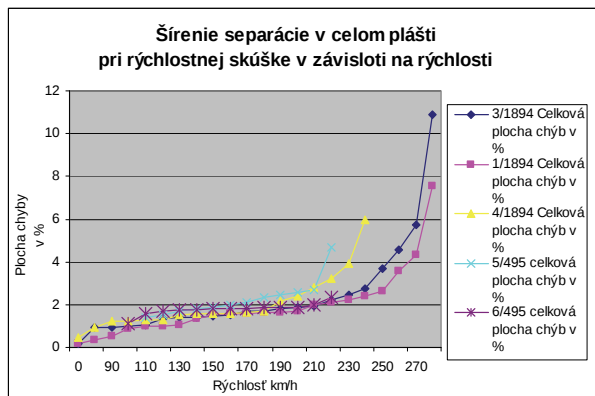
Obr. 11 Porovnanie jednotlivých variant pneumatík po odbehnutí 800, 1 600, 2 400, 3 200 a 4 000 km v závislosti od % chýb v celej pneumatike

Fig. 11 Mutual comparison of individual tire variants in dependence on % of defects for the whole tire after running of 800, 1 600, 2 400, 3200 and 4 000 km



Obr. 12 Porovnanie šírenia chýb v plášťoch pri rýchlostnej skúške v závislosti na odbehnutých kilometroch

Fig. 12 Mutual comparison of defect propagations in the tire casing in dependence on the kilometres run during the speed test



Obr. 13 Porovnanie šírenia chýb v plášťoch pri únavovej skúške v závislosti na zvyšujúcej sa záťaži

Fig. 13 Mutual comparison of defect propagations in the tire casing in dependence on the increasing loading during the fatigue test

Záver

Metóda shearografie (laserovej shearing interferometrie) je použiteľná na zisťovanie trhlín skúšaných plášťov v rámci laboratórneho skúšania plášťov, ako aj pri kontrole kvality vyrábanej produkcie. Výhodou tejto metódy je, že nie je potrebná žiadna špeciálna príprava plášťov a pri analýze nedochádza k ich porušeniu.

Na plášťoch sa dá po jednotlivých krokoch dynamickej skúšky po obehnutí určitého počtu kilometrov nedeštruktúrnou analýzou presne zistiť miesto trhliny, jej šírenie a rozsah, čím sa ušetrí nemalé finančné prostriedky v porovnaní s tým, že by sa po každom kroku robil rez plášťa, čiže deštruktívna analýza.

Výhodou použitia nedeštruktívneho analyzátora pre zisťovanie separácií v pneumatikách je:

1. Systém pracuje v reálnom čase:

- poskytuje okamžité výsledky testu na monitor,
- dovoľuje vytlačiť, archivovať a elektronicky prenášať výsledky testov.

2. Má nízke operačné náklady:

- nie je spotreba žiadneho filmového materiálu alebo chemikálií (napr. ako pri holografii),

- nízka energetická spotreba,
- nižšie náklady na náhradné laserové diódy v porovnaní s inými technikami.

3. Vysoká rozlišovacia schopnosť a opakovateľnosť

4. Vysoká citlivosť na všetky typické údaje:

- separáciu, bublinky, prelamanú konštrukciu, vydutia, ...

5. Ľahká operatívnosť s čistými a jedinečnými výsledkami

Na základe poznatkov vzniku trhlín a ich šírenia sa môžu ľahšie riešiť kritické oblasti plášťa a dá sa jednoznačne rozhodnúť, ktorý variant je vhodný pre použitie vo výrobe.

Podakovanie

Práca bola podporená grantmi VEGA 1/0358/14, KEGA 006TnUAD-4/2014, KEGA 005TnUAD-4/2016 a projektom „Centrum pre testovanie kvality a diagnostiku materiálov“, ITMS kód 26210120046 Operačného programu Výskum a vývoj financovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- [1] MARCÍN, J., ZÍTEK, P. *Gumárenské výroby I - Pneumatiky*, Praha: SNTL, 1985.
- [2] VAVRO, J., KOPECKÝ, M., KOŠTIAL, P., HAJSKÁ, H., FANDÁKOVÁ, M. The Experimental Measurement of the Tyre Impurities Circulation by the Dynamic Loading and Application of the Experiment Evaluation by the Method of the Active Factor Experiment. *Machine Dynamics Problems*, Warsaw University of Technology, 2004.
- [3] VAVRO, J., HAJSKÁ, H., VAVRO, J. ml., VAVROVÁ, A. *Nové metódy a prístupy experimentálnej mechaniky pri identifikácii väd a porúch výrobkov*. Krakow: Spolok Slovákov v Poľsku, 2011. ISBN 978-83-7490-461-2.
- [4] KOVÁČ, I., KRMELA, J., BAKOŠOVÁ, D. Parametrizing of Material Input for Modal Analyses of FEA Tire Models, *Hutnické listy*, 64 (2011) 7, 73–78. ISSN 0018-8069
- [5] ONDRUŠOVÁ, D., PAJTÁŠOVÁ, M. *Rubber components and their influence on rubber properties and environmental aspects of production*, 1st ed. Krakow: Spolok Slovákov v Poľsku, 2011. 166 p. ISBN 978-83-7490-385-1.
- [6] KRMELA, J., KRMELOVÁ, V., BENEŠ, L. Experiment of tire-crown for computational modeling of tire. *Scientific papers of the University of Pardubice: Series B*, 2014, 1981–88.

Opatrný optimismus u budoucího odbourávání přebytečných kapacit

Stahl Aktuell

08.09.2016

Zástupci devíti ocelářských svazů v Evropě, v Severní a Jižní Americe se tváří opatrně optimisticky, co se týká plánovaného odbourávání přebytečných výrobních ocelářských kapacit. K tomu se hospodářsky nejrozvinutější země zavázaly na setkání G20 v Číně. „Je to důležitý první krok. Nyní ale musí následovat konkrétní politické činy,“ píše se ve společném vyjádření. Zejména jde také o to, aby se ukončily státní subvence a jiné formy podpory, které vedou ke křivení trhu.