

**PRVKY TESTOVACIEHO ZARIADENIA PRE ÚNAVOVÉ SKÚŠKY
OCEĽOKORDOV****ELEMENTS OF THE TESTING EQUIPMENT FOR FATIGUE TESTS
OF STEEL CORDS**

Ján Vavro, Vladimír Cúth, Miroslav Kopecký, Ivan Letko¹, Anton Kučma²

Abstract:

The contents of the paper points out the necessity of combining the theoretical and experimental approaches in the investigation of tyre load in vehicles.

The models are planar and they model the cross-section of the tyre enabling the consideration of the bottom load and the internal pressure in the tyre, as well as the influence of the lateral force.

The paper presents the finding, the formulations necessary for solving the task obtained in the experimental model tests and serving as a basis for comparison with the results obtained from purely theoretical approaches, e.g. by the method of finite elements, with identical load conditions.

Keywords: Fatigue test, steel cords, tyre load.

Úvod

Oceľokordy vystužujúce pneumatiky motorových vozidiel sú počas prevádzky pneumatiky a jej dotyku s vozovkou časovo premenlivo zaťažené.

Podmienky pre vykonanie a vyhodnotenie experimentálnych skúšok, ktoré by modelovali uvažované zaťaženie pneumatiky vystuženej oceľokordom boli definované nasledovne:

- cyklické zaťažovanie typu miznúci tlak so sínusovou funkčnou závislosťou rastu zaťažujúcej sily od času pôsobiace v osi skúšobnej vzorky,
- frekvencia zaťažujúcej sily má byť regulovateľná v rozsahu od 10 do 30 Hz,
- deformácia vzorky (stlačenie) má byť regulovateľná v rozsahu do 30 % dĺžky vzorky,
- uhol medzi nedeformovanou časťou vzorky v upnutí a voľne sa deformujúcou časťou vzorky má byť konštantný, s veľkosťou 15° alebo 20°,
- zabezpečiť možnosť vykonania skúšok pri rôznych teplotných podmienkach od 0° C do 100° C, pričom v priebehu skúšky má byť teplota konštantná,
- v skúšobnom prístroji sa v priebehu jednej skúšky má dať odskúšať naraz niekoľko vzoriek,
- skúšobná vzorka bude mať tvar a rozmery rovnaké ako vzorky používané pri vykonávaní skúšky podľa STN 62 1464 (Stanovenie súdržnosti gumy s kordom po dynamickej deformácii metódou Henley),

¹ Prof.Ing.Miroslav Kopecký,PhD., Doc.Ing.Ivan Letko,PhD., Doc.Ing.Vladimír Cúth,PhD., Doc.Ing.Ján Vavro,PhD., Fakulta priemyselných technológií-TnU v Púchove, 020 32 Púchov, Slovenská republika,
E-mail: mirkop@post.sk

² Ing.Anton Kučma, Continental Matador s.r.o., 020 32 Púchov, Slovenská republika

- postup výroby skúšobných vzoriek a ich príprava pred skúškou bude rovnaká ako určuje norma STN 62 1464,
- základným výsledkom únavových skúšok, vykonaných podľa vyššie uvedených podmienok, bude určenie súdržnosti gumy s kordom, relatívny pokles súdržnosti gumy s kordom a porovnanie výsledkov získaných v daných podmienkach zaťažovania a podľa STN 62 1464.

K realizácii experimentálnych skúšok bol potrebný návrh jednoduchého skúšobného zariadenia pre cyklické zaťaženie skúšobných vzoriek

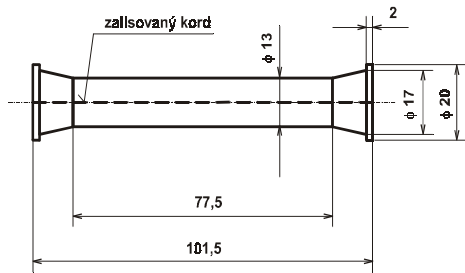
1 Návrh skúšobnej vzorky a spôsob jej upnutia

Skúšobná vzorka bude vyrobená podľa v súčasnosti platnej normy STN 62 1464 „Stanovenie súdržnosti gumy s kordom po dynamickej deformácii metódou Henley“. Jej tvar a rozmery sú znázornené na obr. 1.

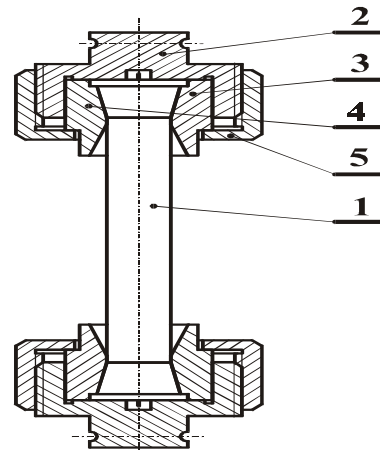
Ak má byť skúšobná vzorka zaťažovaná cyklickým zaťažovaním typu miznúci tlak so sínusovou funkčnou závislosťou rastu zaťažujúcej sily od času, ktoré má pôsobiť v osi skúšobnej vzorky, potom tento spôsob zaťažovania je iný ako pre vykonávanie dynamických skúšok, ktoré predpisuje norma STN 62 1464, kde zaťažujúca sila pôsobí na skúšobnú vzorku v strede jej dĺžky. Z tohto dôvodu je potrebné, v porovnaní s uvedenou normou, zmeniť spôsob upínania vzorky a tiež i celý systém mechanizmu zaťažovania skúšobnej vzorky.

Systém upnutia skúšobnej vzorky je navrhnutý tak, ako je to znázornené na obr. 2. Obidve koncové časti skúšobnej vzorky **1** sa budú upínať do navrhovaných čelustí. Konštrukčne sa čeluste skladajú zo štyroch častí a to zo základného telesa **2**, upevňovacej objímky **3** a dvoch rovnakých upínacích segmentov **4** a **5**. Čeluste sú konštrukčne riešené tak, aby upnutie vzorky bolo ľahké, prenos zaťaženia na vzorku bol jednoznačný a spĺňal podmienky zaťažovania. Súčasne sa uvažoval i fakt, aby jednotlivé časti čelustí boli v praxi ľahko vyrobiteľné.

Koniec skúšobnej vzorky sa vloží do kužela s osadením v upínacích segmentov **4**, **5**. Segmenty spolu so vzorkou sa vsunú do presného valcového otvoru v základnom telese **2**. Na menšiu vonkajšiu plochu upínacích segmentov sa nasunie obímka **5**, ktorá sa naskrutkuje na základné teleso a utiahne. Tým je upnutie konca samotnej vzorky skončené. V základnom telese je vytvorená valcová plocha s drážkou, pomocou ktorej sa vzorky následne vložia do upínača vzoriek v skúšobnom zariadení. Navrhnutý systém upínania zabezpečuje presnosť a súososť upnutia vzorky. Umožňuje definovať uhol nábehu materiálu medzi upnutou a deformovanou časťou vzorky, dĺžku vzorky v blízkosti upnutia sa môže deformovať iba o uhol, ktorý je daný kuželovou plochou v upínacích segmentoch. Upínacie segmenty bude možné vyrobiť s rôznym uhlom kužela a tak počas skúšky simulovať rôzne uhly nábehu. Kuželové vybranie súčasne umožní, aby sa vzorka deformovala v tom smere, kde je odpor skúšaného materiálu proti deformácii najmenší. Navrhnutý systém upínania navyše dovoľuje meniť i zaťaženie samotného kordu. Ako vidieť z obr. 2 v strede základného telesa **2** je vytvorená valcová dutina, ktorej priemer je väčší ako priemer kordu. V tomto prípade počas stláčania vzorky nebude zaťažujúca sila priamo pôsobiť na kord a prípadná deformácia kordu bude spôsobená nepriamo, prostredníctvom deformácie gumy. Ak základné teleso bude vyrobené bez tejto valcovej dutiny, zaťažujúca sila na kord bude priamo pôsobiť a teda bude priamo deformovať i kord. Predpokladom je, že tento rôzny spôsob zaťažovania kordu bude mať svoje dôležité opodstatnenie najmä u vzoriek s oceľovým kordom.



Obr.1



Obr.2

2 Návrh upínača vzoriek

Pri návrhu upínača vzoriek je potrebné splniť nasledovné požiadavky:

1. vysoká presnosť a dostatočná tuhosť upínača,
2. možnosť upnutia väčšieho počtu vzoriek do upínača,
3. maximálna jednoduchosť konštrukcie,
4. maximálna životnosť a spoľahlivosť navrhovanej konštrukcie,
5. ľahká výrobitelnosť jednotlivých častí.

So zreteľom na splnenie podmienok experimentálnych skúšok a vyššie uvedených podmienok bolo rozhodnuté v konštrukcii upínača vzoriek použiť normalizovaný vodiaci stojanček, ktorý pomerne jednoduchými úpravami sa prispôsobí pre podmienky cyklického zaťažovania. Výhodou normalizovaných vodiacich stojančekov je skutočnosť, že horná, pohyblivá časť stojančeka sa pohybuje vo vedení, ktoré je vytvorené z puzdra a stĺpu. Pohyb hornej časti sa teda vykonáva po presne definovanej dráhe. Presnosť pohybu je závislá od konštrukčného vyhotovenia vedenia, použitého v konštrukcii stojančeka, klzné alebo valivé. Od druhu vedenia je závislé tak opotrebenie vedenia ako aj životnosť jeho funkčných častí.

V návrhu konštrukcie skúšobného zariadenia sa použil vodiaci stojanček podľa normy STN 22 6352, ktorý má pracovné plochy kruhové s priemerom 200 mm. Samotný systém upínania vzoriek do stojančeka je znázornený na obr. 3. Na pracovné plochy stojančeka musia byť, v presne definovanej polohe, pripevnené upínacie dosky, horná doska 2 a spodná doska 3. Presnosť uloženia dosiek na pracovných plochách stojančeka sa zabezpečí použitím kolíkov. Na upevnenie dosiek na pracovné plochy vodiaceho stojančeka sa použije skrutkový spoj. Do otvorov upínacích dosiek sa vloží sedem skúšobných vzoriek s nasadenými upínacími hlavami 1. Polohu upínacích hláv na skúšobných vzorkách sa zaistí v hornej i v dolnej upínacej doske pomocou závrtných skrutiek 4, ktorých hrot zasahuje až do drážky, vytvorenej na základnom telese upínacej hlavy.

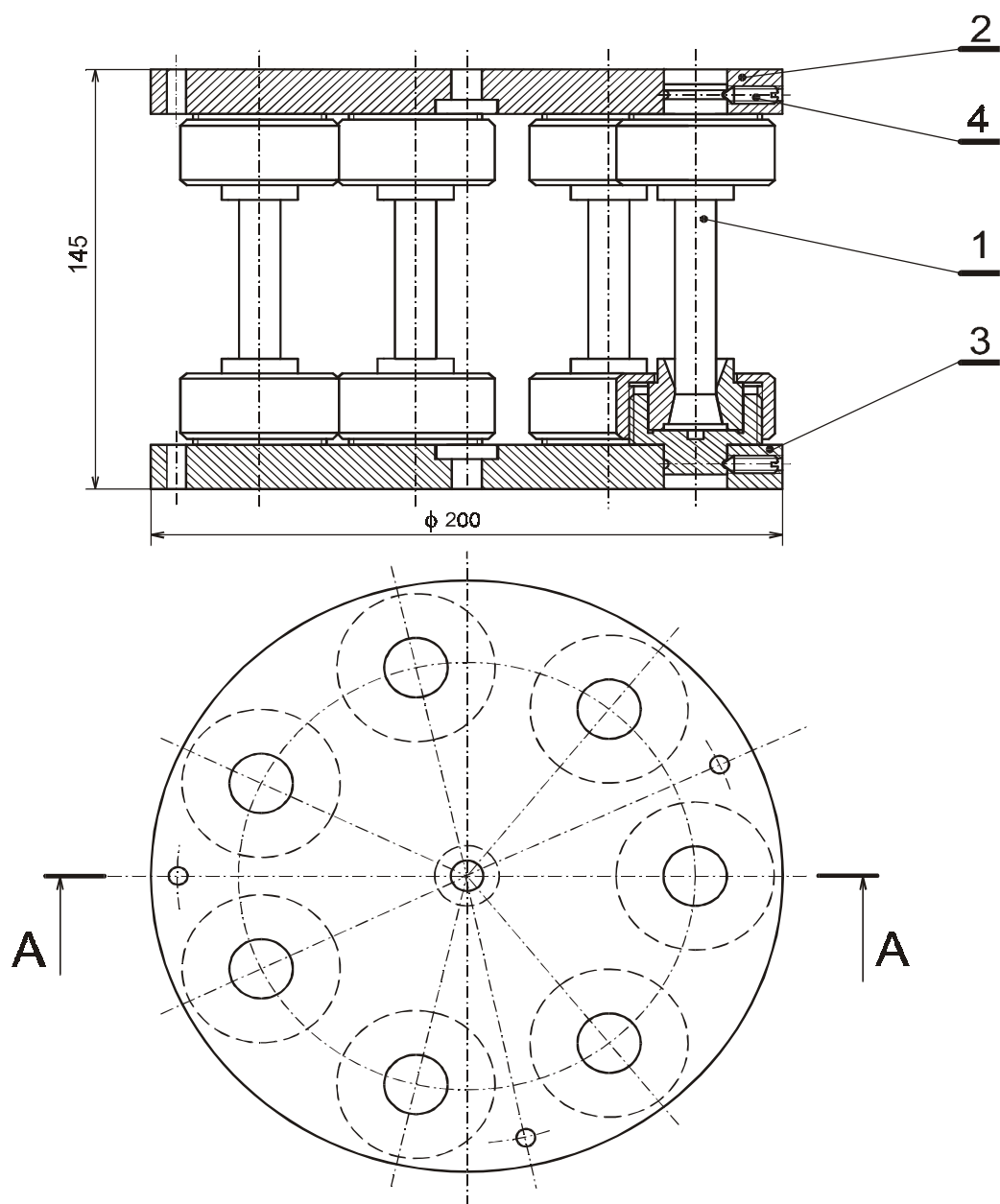
Pri výrobe upínacích dosiek a ich upevňovaní k častiam vodiaceho stojančeka je potrebné zabezpečiť súososť vzorky, upínacích hláv a otvorov pre uloženie upínacích hláv v hornej a spodnej upínacej doske. Iba pri splnení tejto podmienky je možné zabezpečiť identické podmienky zaťažovania skúšobných vzoriek.

Celkový pohľad na navrhovaný kompletný uzol zaťažovania skúšobných vzoriek je na obr. 4.

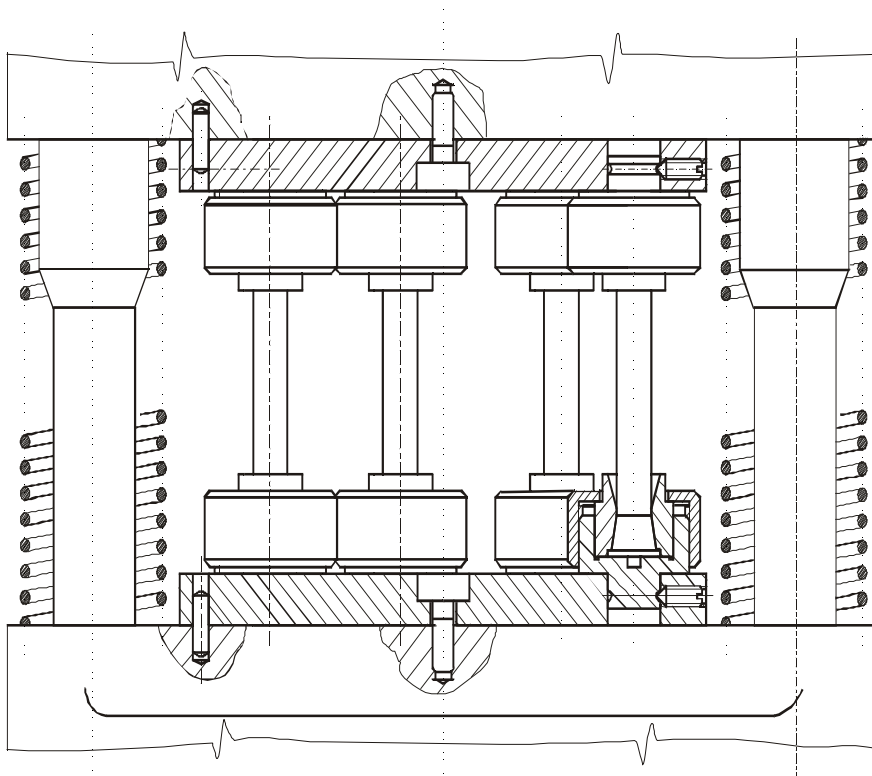
3 Návrh zaťažovacieho mechanizmu

Zaťažovací mechanizmus má zabezpečiť podmienky, definované v úvode pre vykonanie experimentálnych skúšok.

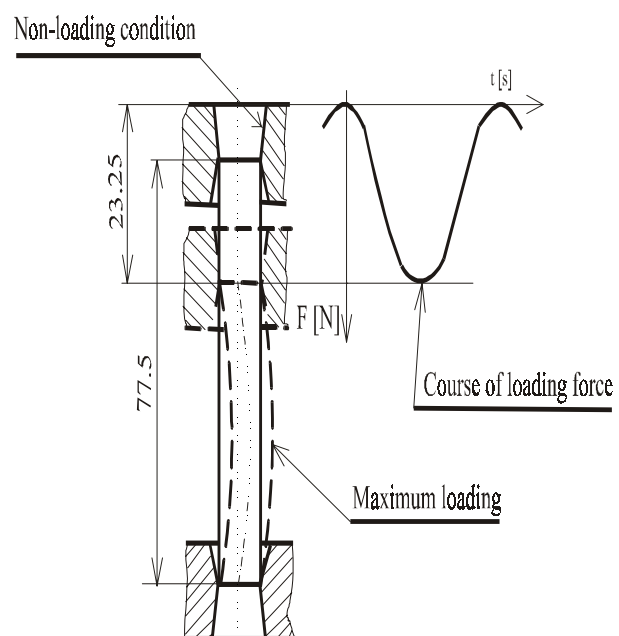
Aby bolo možné zabezpečiť plynulú zmenu frekvencie zaťažujúcej sily, je pre pohon zaťažujúceho zariadenia výhodne použiť elektromotor s polovodičovou reguláciou otáčok. Mechanizmov, ktoré umožňujú zmenu pohybu rotačného na pohyb posuvný je veľa. Z pohľadu maximálnej jednoduchosti zaťažovacieho mechanizmu je najvýhodnejší vačkový mechanizmus. Jeho nevýhodou je však skutočnosť, že posuv nemožno plynule meniť a pre každý stupeň deformácie vzorky by bolo potrebné navrhnuť a vyrobiť novú vačku. Výhodou vačkového mechanizmu je skutočnosť, že aj pri rôznych deformáciách vzorky nie je potrebné dodatočné nastavovanie uzla zaťažovania skúšobných vzoriek. Táto skutočnosť platí iba v tom prípade, ak pri všetkých vačkách „uvažovaných pre vykonanie vybraných stupňov deformácie vzorky, bude dodržaný rovnaký polomer nezdvihovej časti vačky ($r = \text{konšt.}$).



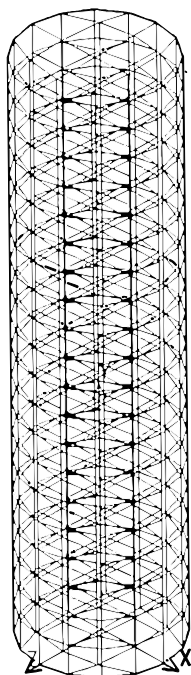
Obr.3



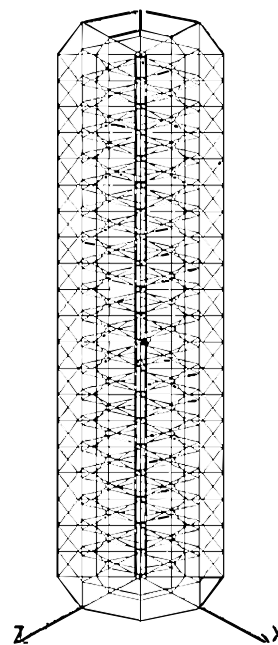
Obr.4



Obr. 5



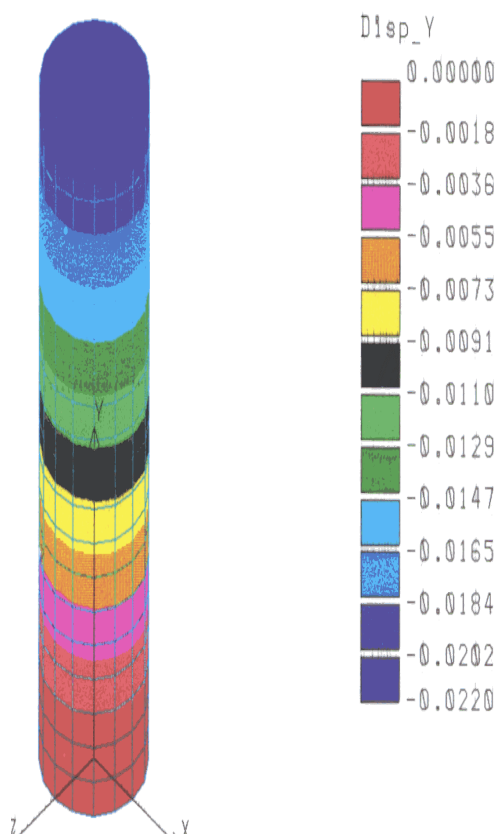
Obr.6



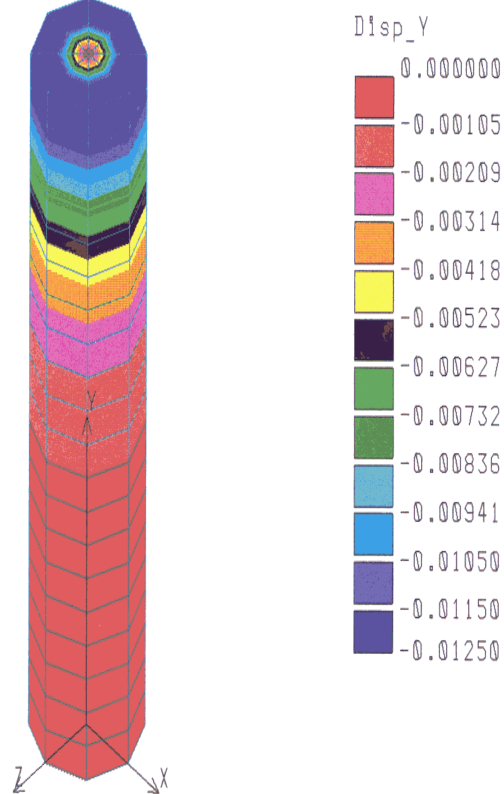
Obr. 7

Tab. 1

Material	ρ [kg.m ⁻³]	E [MPa]	m	G [MPa]
Rubber	1255	8,2	0,488	2,8
Steel cord	7800	2,1	0,33	0,8



Obr. 8



Obr. 9

4 Rozbor deformácií v skúšobnej vzorke

Na obr. 5 je nakreslený spôsob zaťaženia vzoriek pomocou sily, ktorej priebeh sa mení periodicky v tvare sínusovky. Maximálna veľkosť deformácie vzorky je 30 % z funkčnej dĺžky vzorky (77,5 mm), čo predstavuje deformáciu vzorky (23,25 mm) pri maximálnej frekvencii zmeny sily 30 Hz.

Zaťažovacie skúšky sa vykonávajú na dvoch typoch vzoriek. Na vzorke bez oceľového kordu a s oceľovým kordom ϕ 1 mm, ktorý je zavulkanizovaný v strede vzorky.

Pre výpočet veľkých deformácií boli vytvorené dva konečnoprvkové modely. Na obr. 6 je model bez oceľového kordu a na obr. 7 je model s oceľovým kordom ϕ 1 mm. Materiálové konštanty pre gumu, ktoré boli použité pri výpočte sú uvedené v tabuľke č. 1.

Vzorka č. 1 bez oceľového kordu je podstatne poddajnejšia ako vzorka č. 2 s oceľovým kordom. Dokazuje to i výpočet posunutí (obr.8 a obr. 9) pri rovnakej zaťažujúcej sile. Pre overenie výsledkov výpočtu je potrebné urobiť na väčšom počte vzoriek experimentálne

meranie a následné vyhodnotenie, podľa ktorého sa výpočtový model upraví. Myslia sa tým konkrétne okrajové podmienky uchytenia vzorky, adhézne vlastnosti medzi oceľovým kordom a gumou, veľkosť zaťažujúcej sily a jej frekvencia, priemer oceľového kordu, jeho tvar a podobne.

Skúšobný stroj má možnosť uchytenia vzorky tak, aby sa oceľový kord mohol podľa potreby zo vzorky vysúvať, alebo nie.

Na obr. 9 sú posunutia vypočítané pre stláčanie vzorky tak, aby sa mohol oceľový kord uvoľniť zo vzorky. Posunutie je udané v metroch.

5 Záver

Teoretické a experimentálne modelové skúšky umožňujú výber najvhodnejšieho variantu riešenia zaťaženia pneumatík dopravných prostriedkov.

Ich výsledky môžu byť použité pri vývoji nových vzorov a tvarovania pneumatík. Zároveň ako porovnávacie výsledky k iným metódam riešenia danej problematiky.

Acknowledgments

The authors express their thanks to Slovak Agency for Research and Science for its support of this work (grant 1/6058/99).

Literatúra

- [1] Kopecky M. and collective : Development of testing equipment for cyclic loading of the test specimen. Scientific work 4/98, FIT-Púchov,12/98.
- [2] Prospect IGITUR, s.r.o.,1998.