

Experimentáln*í* **A**nalýza **N**apětí **2003**

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF RUBBER PADS **EXPERIMENTÁLNE SKÚŠKY PRUŽNÝCH ODLOŽIEK**

Jozef Melcer

Abstract: Rubber railroad pad is the important part of the elastic fastening of rails. Its function is to eliminate the increased stiffness of truck caused by the increased stiffness of rail and to damp the effect of impact load. The mechanical – physical behaviour influences the behaviour of the whole elastic fastening. By the modification of mechanical – physical properties of railroad pads it is possible to modify the properties of the all system and by this way to influence the straining of the structure and the drive comfort. This paper is dedicated to the analysis of mechanical – physical properties of the two set of 8 rubber railroad pads in the static load regime. It describes the methodology of laboratory tests.

Keywords

railway track, elastic fastening, rubber pads, static load, stiffness characteristics, experimental measurements

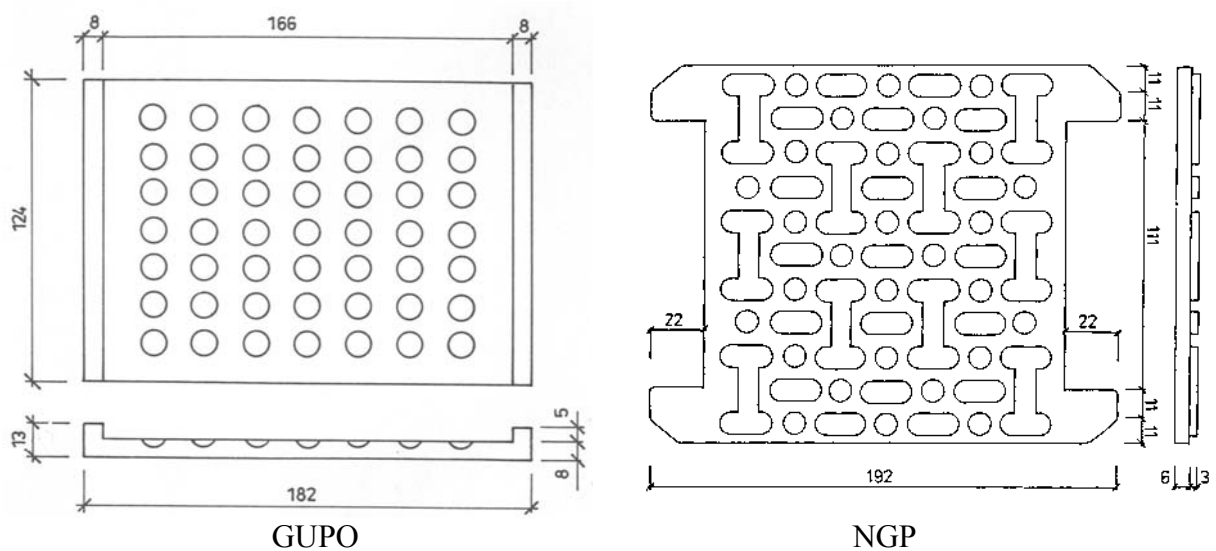
železničná trať, pružné upevnenie, gumené podložky statické zaťaženie, tuhostné charakteristiky, experimentálne merania

Úvod

Pružné gumené podložky pod pätu koľajnice sú dôležitou súčasťou každého pružného upevnenia koľajníc [1]. Ich úlohou je eliminovať zvýšenú tuhosť koľaje zapríčinenú zvýšenou ohybovou tuhosťou koľajníc novších tvarov a tlmiť účinky rázového zaťaženia. Od ich mechanicko-fyzikálnych vlastností, tuhostných charakteristík, závisí správanie sa celého uzla. Zmenou mechanicko-fyzikálnych vlastností týchto komponentov je možné ovplyvňovať vlastnosti celého systému (tzv. *ladenie systému*) a tak vplývať na vzájomnú interakciu medzi kolesom koľajového vozidla a jazdnou dráhou a v konečnom dôsledku ovplyvňovať namáhanie celej konštrukcie i pohodlie jazdy. Vzhľadom na skutočnosť, že pružné podložky vykazujú značné výrobné imperfekcie i značný rozptyl mechanicko – fyzikálnych vlastností, vnášajú značný rozptyl do mechanicko – fyzikálnych vlastností pružného upevnenia ako celku. Rôzne druhy gumených podložiek vykazujú rôzne mechanicko – fyzikálne vlastnosti. Najvhodnejšia cesta zisťovania mechanicko – fyzikálnych vlastností týchto komponentov je realizácia experimentálnych meraní v laboratórnych podmienkach. Výsledky experimentálnych meraní slúžia jednak ako spätná väzba vzhľadom k výrobcovi a jednak ako podklad pre numerickú simuláciu najrôznejších mechanických javov odohrávajúcich sa v interakčnom systéme vozidlo – koľaj – podložie.

Výrobné imperfekcie pružných podložiek

Predmetom skúšok boli dva súbory ôsmich náhodne vybraných v prevádzke nepoužitých pružných gumených podložiek pod pätu koľajnice podľa obr. 1 s pracovným označením GUPO a NGP.



Obr. 1

Pred experimentom bolo každej podložke priradené poradové číslo (1 až 8) a bola meraná hrúbka každej podložky v desiatich bodoch. Výsledky merania, priemerné hrúbky, ako aj podmienky, za ktorých boli merania realizované (teplota a vlhkosť vzduchu) sú uvedené v tab. 1 a tab. 2.

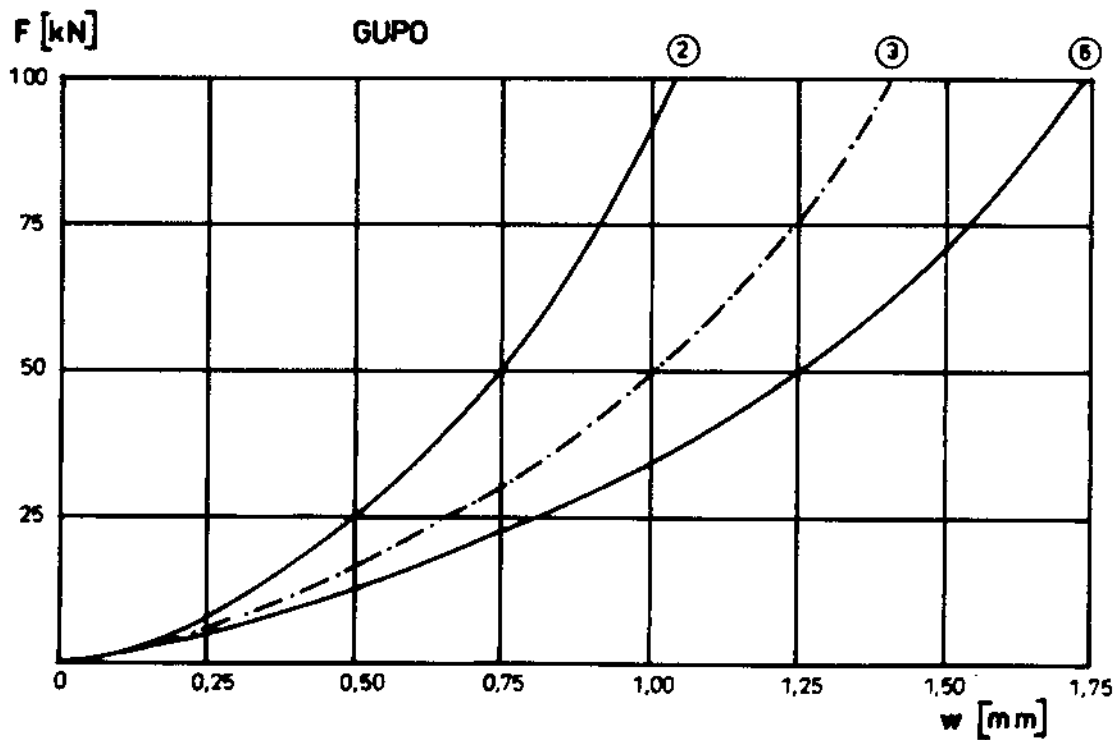
Bod č.	Podložka GUPO č.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
-	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	7,51	7,50	8,38	7,80	6,89	7,66	6,69	7,50
2	7,56	7,42	8,31	7,92	6,95	7,92	6,73	7,69
3	7,55	7,33	8,34	7,76	6,65	8,07	6,60	7,70
4	7,53	7,32	8,31	7,80	6,92	7,99	6,63	7,72
5	7,24	7,54	8,07	7,93	6,95	7,92	7,37	7,77
6	7,50	7,40	8,11	7,81	6,92	7,94	7,37	7,92
7	7,46	7,41	8,13	7,69	7,02	7,98	7,18	7,88
8	7,14	7,49	8,18	7,73	6,95	7,57	7,32	8,08
9	7,28	7,68	8,41	8,05	7,07	7,92	7,25	7,75
10	7,29	7,47	8,33	7,75	6,89	7,76	7,08	8,32
priemer	7,41	7,46	8,26	7,82	6,92	7,87	7,02	7,83
smer.od.	0,1528	0,1062	0,1225	0,1102	0,1105	0,1581	0,3229	0,2311
$t^{\circ}C$		20,8		21,6	22,1			
vlh. %		36		38	38			

Bod č.	Podložka NGP č.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
-	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	8,00	8,23	7,56	7,70	7,85	7,59	7,82	8,03
2	8,06	7,91	7,54	7,95	7,85	7,92	7,65	7,95
3	8,10	8,02	7,62	8,19	7,95	7,35	8,25	7,95
4	8,02	8,16	7,50	8,28	7,73	7,57	8,43	7,84
5	7,80	8,02	7,41	8,12	7,96	7,80	8,36	7,65
6	7,63	8,23	7,60	8,09	8,18	7,44	8,29	7,52
7	7,55	8,03	7,72	8,01	8,24	7,66	8,27	7,53
8	7,58	7,94	7,54	8,08	8,25	7,85	8,13	7,62
9	7,72	7,96	7,55	7,73	8,02	7,66	7,97	7,67
10	7,90	8,05	7,42	7,71	7,86	7,56	7,87	7,83
priemer	7,84	8,06	7,55	7,99	7,99	7,64	8,10	7,76
smer.od.	0,2079	0,1148	0,0915	0,2084	0,1805	0,1785	0,2615	0,1845
$t^{\circ}C$	21,3							
vlh. %	37,0							

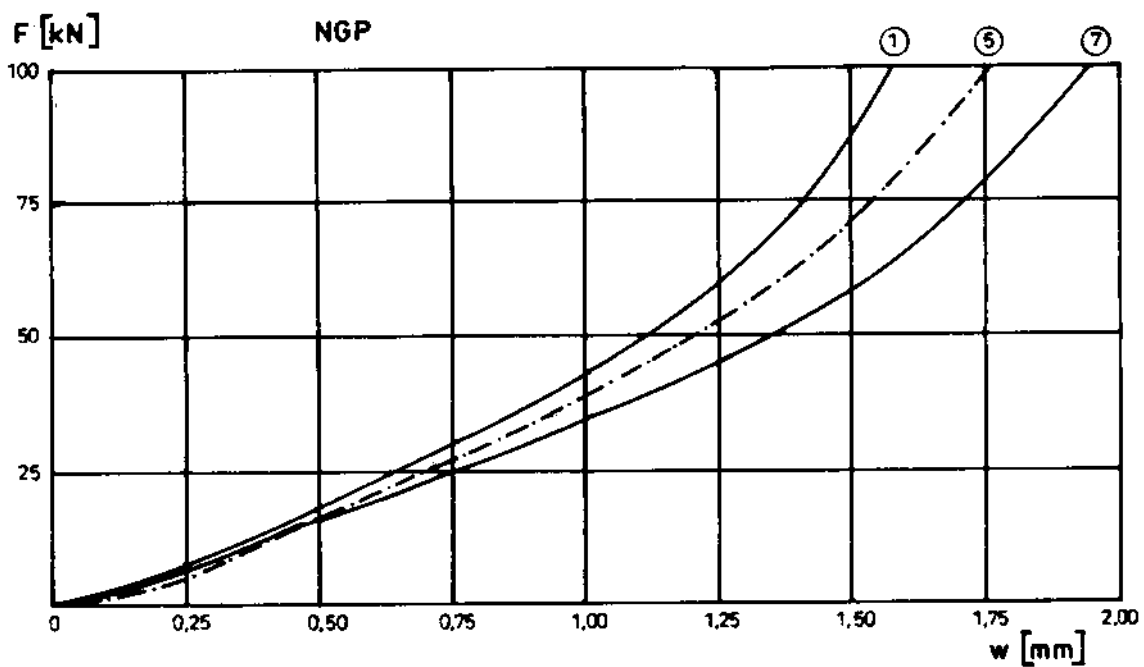
Výsledky merania poukazujú na skutočnosť, že gumené podložky vykazujú značné výrobné imperfekcie. Rozdiely v hrúbke podložky a rozdiely v jej mechanicko-fyzikálnych vlastnostiach bezprostredne ovplyvňujú veľkosť prítlačnej sily, ktorou zvierka pritláča koľajnicu k podkladnici. Najmenšia priemerná hrúbka GUPO je 6,92 mm, najväčšia priemerná hrúbka GUPO je 8,26 mm, relatívna odchýlka priemerných hrúbok je 1,34 mm. Najmenšia priemerná hrúbka NGP je 7,55 mm, najväčšia priemerná hrúbka NGP je 8,10 mm, relatívna odchýlka priemerných hrúbok je 0,55 mm.

Statické skúšky gumených podložiek

Predmetom statických skúšok boli tzv. tuhostné charakteristiky, udávajúce závislosť medzi pôsobiacou prítlačnou silou a stlačením podložky. Zisťovanie tuhostných charakteristík sa vykonalo nasledovným spôsobom. Na podložku tvorenú oceľovými nosníkmi I₅₀₀ sa uložila podkladnica, do podkladnice meraná gumená podložka a na ňu tuhá roznášacia oceľová doska. Potrebná prítlačná sila sa vyvodzovala prostredníctvom hydraulického valca značky TOS CHZM 25-15-2. Tlak vo valci sa reguloval mechanickou pumpou značky TOS CHZM 100-15. Veľkosť sily sa zisťovala silomerom nemeckej výroby značky KMB M 10187 s pracovným rozsahom do 200 kN. Zariadenie sa rozoprelo o rám zaťažovacieho lisu. Zatláčenia podložky, zodpovedajúce určitej prítlačnej sile, sa merali mechanickými odchýlkomermi značky SONET so stupnicou odstupňovanou po 0,01 mm (tzv. Mohrove stotinovú hodinky). Použili sa 4 symetricky umiestnené odchýlkomery. Pre zostrojenie grafu sa použili priemerné hodnoty získané zo 4 odchýlkomerov. Rekapitulácia výsledkov pre GUPO je zobrazená na obr. 2 a pre NGP na obr. 3.



Obr. 2



Obr. 3

Teplota vzduchu pri skúškach sa pohybovala v rozmedzí 20 - 23 °C a relatívna vlhkosť vzduchu v rozmedzí 36 - 39 %. Niektoré merania boli kvôli kontrole realizované 2 krát. Výsledky prvého a kontrolného druhého merania však vykazovali nepodstatné rozdiely.

Záver

Všetky tuhostné charakteristiky sú výrazne nelineárne s tzv. *tvrdnúcou charakteristikou* a vykazujú pomerne značný rozptyl nameraných hodnôt. Ako najtvrdšia sa javila GUPO 2 a ako najmäkšia GUPO 6. Podložku GUPO 3 môžeme považovať za „*strednú hodnotu*“ sledovaného súboru 8 podložiek. Ak zatlačenie GUPO 3 pri sile 100 kN budeme považovať za 100 %, potom zatlačenie GUPO 2 pri tej istej sile je o 26,2 % menšie a zatlačenie GUPO 6 o 24,8 % väčšie. Pre účely číselných výpočtov sa nelineárna tuhostná charakteristika po častiach linearizuje a nahrádza sa bilineárnou tuhostnou charakteristikou tak, ako to vidieť na obr. 2. Pre tuhšie podložky v rozsahu síl 0 - 45 kN lineárnou tuhosťou $k = 60 \text{ kN.m}^{-1}$ a v rozsahu síl 45 - 100 kN tuhosťou $k = 150 \text{ kN.m}^{-1}$ a pre mäkšie podložky v rozsahu síl 0 - 40 kN lineárnou tuhosťou $k = 40 \text{ kN.m}^{-1}$ a v rozsahu síl 40 - 100 kN tuhosťou $k = 150 \text{ kN.m}^{-1}$. S takýmito bilineárnymi tuhostnými charakteristikami boli doposiaľ realizované rôzne statické výpočty konštrukcie koľaje na Katedre stavebnej mechaniky SvF ŽU v Žiline [2]. Výsledky experimentálnych meraní potvrdili oprávnenosť takto zavedených tuhostí do statických výpočtov. Zmeny v tuhostnej charakteristike pružnej podložky po cyklických únavových skúškach sú prezentované v [3].

Literatúra

- [1] *Predpis ŽSR S3 - Železničný zvršok*, NADAS, Praha, 1980.
- [2] Melcer, J.: *Návrh výpočtového modelu koľajnice*. Stavebnícky časopis, roč. 39, č. 3, VEDA, Bratislava, 1991, s.157-177.
- [3] Kuchárová, D.: *Dynamické skúšky pružných podložiek*. V zborníku prednášok 38. medzinárodnej konferencie Experimentálna analýza napätí, EAN'2000. Třešť, Česká republika, 6.-8.6.2000.