

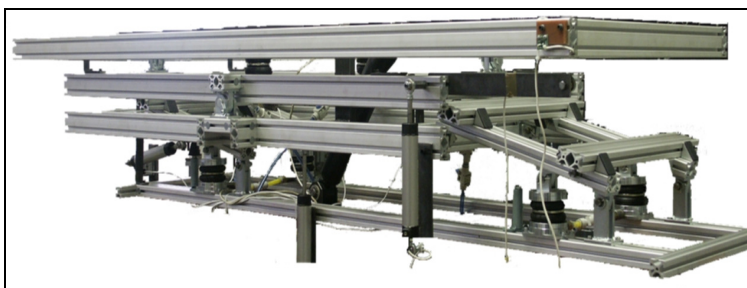
THE DEPENDENCE OF THE VIBROISOLATION EFFECT OF THE SYSTEM WITH THREE DEGREES OF FREEDOM ON THE DESCRIPTION APPLIED DAMPERS

M. Sivčák, J. Šklíba *

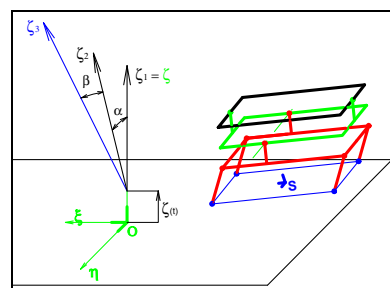
Summary: *In the numerical simulations of vibroisolation system it's necessarily, as establish sharpness of characteristic damper in begin (its standard practice in the stability solution of the equilibrium state), but also establish a sufficient compensation of the characteristic in higher velocities, so that the dumper's effect was minimal distortion.*

1. Úvod

V literatuře [1] je odvozen dynamický systém sanitního lehátka (obr. 1). Systém pohybových rovnic (1) je řešen pomocí matematického softwaru Maple 8 (význam a odvození jednotlivých matic je podrobně popsán v [2]). Pro první simulace byl použit linearizovaný model (pracující v okolí rovnovážné polohy s linearizovanými charakteristikami aplikovaných tlumičů a pružin). Abychom zjistili, jakým způsobem bude dynamický systém reagovat na změny různých parametrů (umístění a tuhost pružin, umístění tlumičů, poloha a hmotnost pacienta, ...) musíme nejprve posoudit, jak spolehlivě linearizovaný model popisuje skutečnost. V tomto příspěvku se budeme nadále věnovat náhradě funkce popisující závislost velikosti tlumičí síly na rychlosti tlumiče.



obr.1



obr.2

$$A\ddot{\vec{q}} + \sum_n B_{0n} \dot{\vec{q}}^n + B_1(t) + (C_0 + C_1(t))\vec{q} = \vec{E}_0 + \vec{E}_1(t) \quad (1)$$

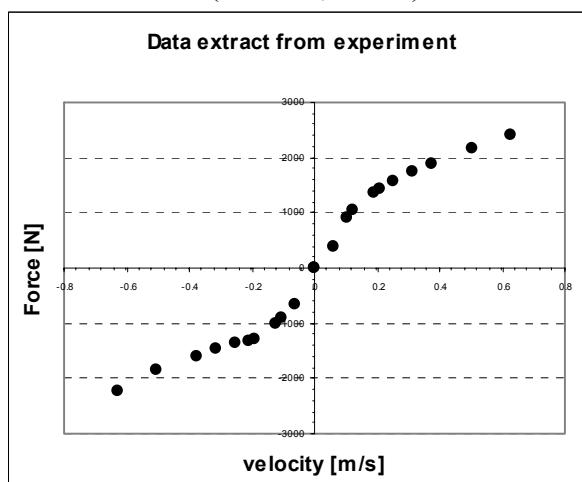
Ve vztahu (1) jsme užili následujícího značení: $\vec{q}(\vartheta, \varphi, \psi)$ vektor úhlových výchylek, A symetrická matice hmotnosti, B_{0n} diagonální matice tlumení příslušející n -té mocnině vektoru relativních rychlostí, C_0 diagonální matice tuhosti, $B_1(t)$ a $C_1(t)$ matice

* Ing. Michal Sivčák, Prof., RNDr. Jan Šklíba CSc.; Technická Univerzita v Liberci, Fakulta Strojní; Hálkova 6, Liberec 1, 461 17; tel. +420.485 354 148; e-mail: michal.sivcak@tul.cz

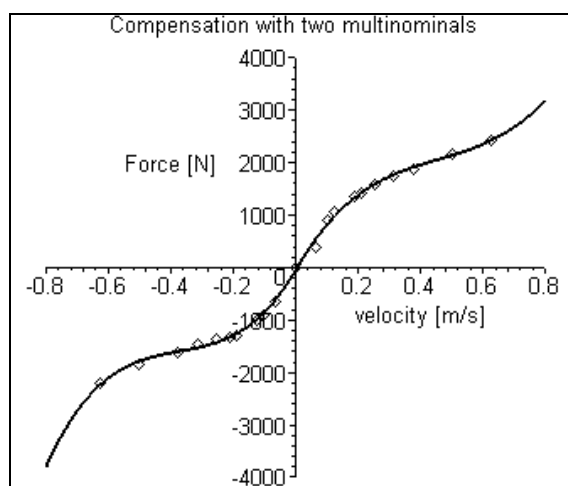
parametrického buzení, $\vec{E}_1(t)$ vektor vnějšího buzení, $\vec{E}_0$ vektor statických momentů gravitačních sil a pneumatických pružin.

2. Náhrada charakteristiky tlumiče

Statická rychlostní charakteristika (obr.3) skutečného tlumiče použitého v systému byla změřena v Hydrodynamické laboratoři Technické univerzity v Liberci a postupně nahrazována dvěma na sebe navazujícími polynomy 3 a 4 stupně ($n = 1..4$, obr.4), lineární 3x lomenou funkcí ($n = 0..1$, obr. 4) a lineární 1x lomenou funkcí ($n = 1$).



obr. 3



obr.4

Nahrazení dvěma na sebe navazujícími polynomy

Pro $v > 0$ byl použit polynom 4 stupně ve tvaru (2)

$$F_1 = -1070.9v^4 + 15219v^3 - 19526v^2 + 10475v \quad (2)$$

a pro $v < 0$ polynom 3 stupně podle (3)

$$F_2 = 22177v^3 + 24723v^2 + 10276v \quad (3)$$

3x lomená lineární funkce

Parametry tlumiče jsou dány podle obr. 5 veličinami $v_a, v_b, v_c, v_d, F_a, F_b, F_c$ a F_d . Tlumicí síla je poté dána vztahem (4)

$$FT = b_1 \cdot v_T + b_2 \quad (4)$$

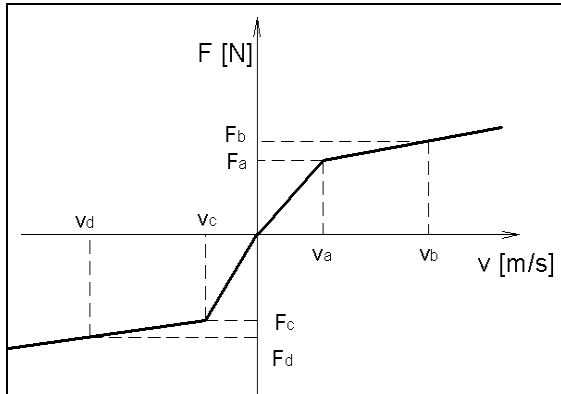
Kde b_1 a b_2 jsou definovány v (5)

$$b_1 = \begin{cases} \frac{F_b - F_a}{v_b - v_a} & v_T \geq v_a \\ \frac{F_a}{v_a} & v_a > v_T \geq 0 \\ \frac{F_c}{v_c} & 0 > v_T \geq v_c \\ \frac{F_d - F_c}{v_d - v_c} & v_c > v_T \end{cases} \quad b_2 = \begin{cases} F_a - \frac{F_b - F_a}{v_b - v_a} \cdot v_a & v_T \geq v_a \\ 0 & v_a > v_T > v_c \\ F_c - \frac{F_d - F_c}{v_d - v_c} \cdot v_c & v_c > v_T \end{cases} \quad (5)$$

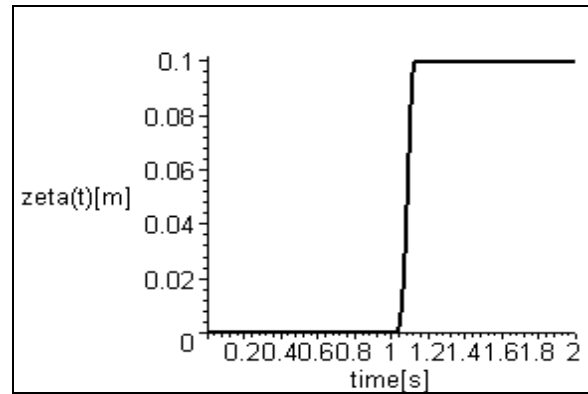
1x lomená lineární funkce

Tato náhrada je pouze modifikací předchozí 3x lomené lineární funkce, kde v celém intervalu kladných i záporných rychlostí tlumiče je tlumení konstantní (viz. vztah (6)). Do rovnice (4) je za hodnoty b_1 a b_2 dosazeno ze vztahu (6).

$$b_1 = \begin{cases} \frac{F_a}{v_a} & v_T \geq 0 \\ \frac{F_c}{v_c} & v_T < 0 \end{cases} \quad b_2 = 0 \quad (6)$$



obr. 5



obr. 6

3. Buzení

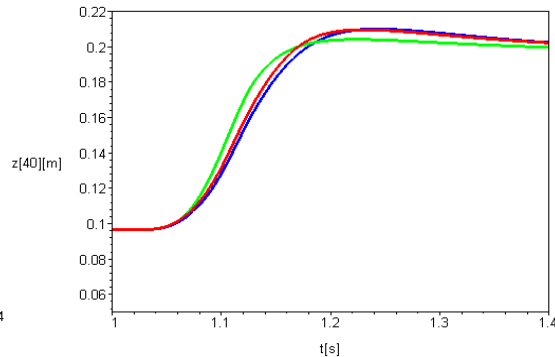
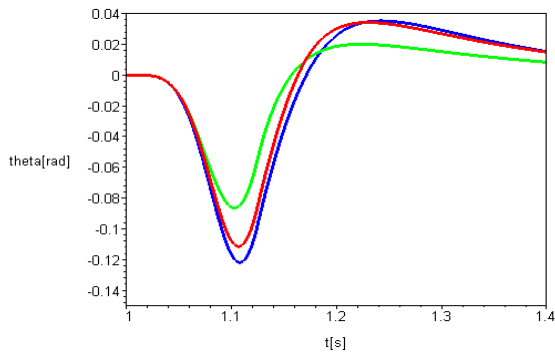
Buzení je prováděno modifikovanou funkcí sinus ($1 < t < 1.125$) a konstantou ($0 < t < 1$, $1.125 < t$) podle vztahu (7). Průběh je znázorněn na obr. 6, směry buzení jsou na obr. 2.

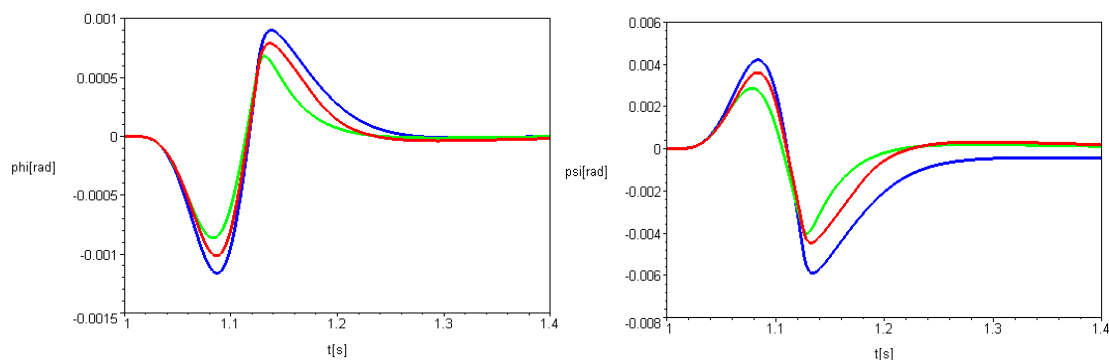
$$\zeta(t) = \begin{cases} 0.1 \sin^5(4\pi t) & 1 < t < 1.125 \\ 0.1 & t > 1.125 \\ 0 & t < 1 \end{cases} \quad (7)$$

4. Výsledky

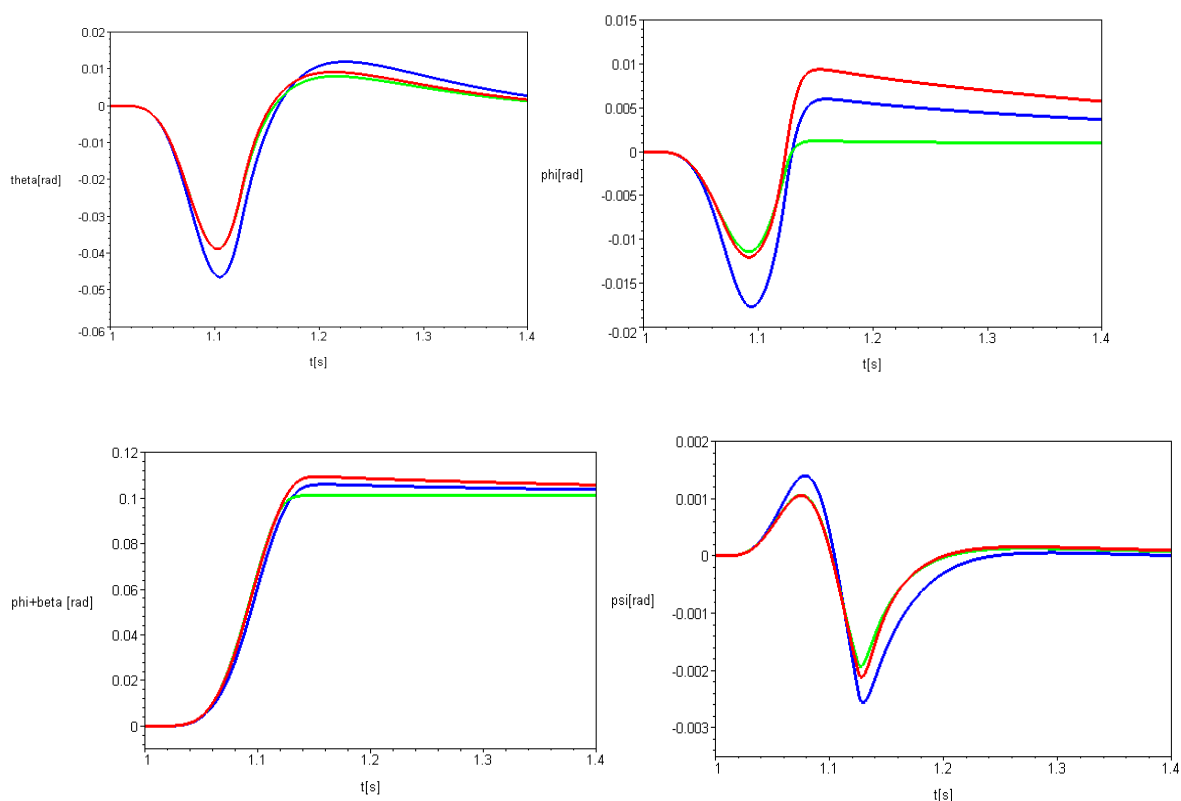
- - náhrada pomocí dvou polynomů
- - 3x lomená lineární funkce
- - 1x lomená lineární funkce

Buzení skokem ve směru $\xi(t)$ (vertikální translace)





Buzení skokem ve směru $\beta(t)$ (rotace kolem příčné osy vozu)



5. Závěr

Na základě výsledků numerické simulace nelze doporučit náhradu statické rychlostní charakteristiky tlumiče 1x lomenou lineární funkcí. Shoda náhrady 3x lomené lineární funkce s polynomiální náhradou je uspokojivá.

6. Poděkování

Výzkum je podporován z projektu MSMT 4674788501 "Optimalizace vlastností strojů v interakci s pracovními procesy a člověkem".

7. Literatura

- [1] Šklíba J., Prokop J., Sivčák M. (2006) Vibroisolation system of ambulance couch with three degrees of freedom, *Engineering Mechanics*
- [2] Šklíba J., Prokop J., Sivčák M. (2005), Základní kinematický a dynamický rozbor pružně uloženého sanitního lehátka, *Dílčí zpráva VZ 1453/2005-01*