

O MODELARE A VIBRAȚIILOR MECANICE TRANSMISE CORPULUI UMAN

MODELLING OF THE MECHANICAL VIBRATIONS TRANSMITTED TO THE HUMAN BODY

Prof. univ. dr. Mihaela PICU, Ș. I. dr. Silviu NĂSTAC

Universitatea "Dunărea de Jos", Galați
Str. Domnească, nr. 47, Galați, Romania
e-mail: mihaelapicu@yahoo.com, silviu.nastac@ugal.ro

Rezumat. *Vibrațiile acționează asupra corpului omenesc prin intermediul suprafețelor de contact dintre om și sistemul vibrant. Această lucrare se referă la analiza influenței frecvenței (4, 8, 16, 32 și 64Hz) asupra corpului omenesc, pentru timpul de vibrație de 5min. S-a obținut o modelare a $a_{r.m.s.}$ pentru diferite părți ale corpului (degete, antebraț, braț, umăr, gât, cap). S-a observat că valorile maxime ale accelerației au fost obținute pentru frecvența de 4Hz pentru toate părțile corpului pe care au fost plasate accelerometrele. Cea mai mare valoare a accelerației este de $2,3m/s^2$, la umăr, pentru $v=4Hz$. Acest rezultat indică faptul că frecvența de 4Hz este frecvența de rezonanță pentru organismul uman.*

Cuvinte cheie: *Vibrațiile întregului corp, Accelerațiile vibrațiilor (pe axele x, y și z), Frecvența de rezonanță pentru organismul uman*

Abstract. *Vibrations act on the human body through the contact surfaces between man and the vibrant system. This paper applies to the analysis of the frequency influence (4, 8, 16, 32 and 64Hz) on the human body during a vibration time of 5min. It was obtained an $a_{r.m.s}$ modelling for different body parts (fingers, forearm, arm, shoulder, neck, and head). It was noticed that the maximum acceleration values were obtained for the frequency of 4Hz for all body parts on which were placed accelerometers. The highest value of acceleration is $2.3m/s^2$, at the shoulder, for $v=4Hz$. This result indicates that for the human body the resonance frequency is 4Hz.*

Keywords: *Whole body vibration, Vibration accelerations (x-, y- and z- axes), Human resonant frequency*

1. INTRODUCERE

Vibrațiile acționează asupra corpului omenesc prin intermediul suprafețelor de contact dintre om și sistemul vibrant [8]. Câmpul vibrațional poate acționa asupra întregului corp (WBV) (în cazul în care persoana stă în picioare sau stă așezat), sau asupra unei părți a corpului, de exemplu asupra mâinilor (HAV) [6]. În primul caz, vibrațiile sunt transmise de

utilaje de construcții (de exemplu: excavatoare, încărcătoare, buldozere, autogredere, autoscrepere, distribuitoare de mixturi asfaltice, agregate de vibropresare, compactoare vibratoare, etc.), autovehicule, tractoare, mașini miniere, mașini agricole, instalații petroliere și petrochimice, etc [3], [9].

În a doua situație – HAV, vibrațiile sunt transmise de utilaje care expun mâinile unui regim de vibrații (de exemplu: plăci vibratoare pentru beton și pământ, rigle vibrante, rulouri vibratoare conduse cu proțap, ciocane pneumatice, ciocane rotopercutante, maiuri mecanice, etc [1]. Vibrațiile transmise întregului corp sau doar unei părți a corpului conduc la apariția unor perturbări ale stării de sănătate a persoanelor supuse câmpului vibrațional [2], (stări de oboseală și somnolență, stări emoționale de frică sau anxietate, cefalee, diminuarea atenției, a acuității vizuale, modificări ale sensibilității tactile, ale funcțiilor aparatului respirator, ale tensiunii arteriale, stări de greață, etc) [10].

2. METODOLOGIE DE LUCRU

Montajul experimental este alcătuit din: scaun vibrant tip Vita Fix Trend (Fig. 1), accelerometre triaxiale tip 356A16, unitatea de achiziție pentru 12 canale – NetdB (Fig. 2), software de prelucrare date dBFA Suite, vibrometru Maestro cu un accelerometru triaxial montat într-un seat-pad [8].

3. MODELARE A VIBRAȚIEI TRANSMISE CORPULUI UMAN

Obiectivul studiului îl reprezintă analiza influenței frecvenței (4÷64Hz) asupra corpului omenesc, pentru timpul de vibrație de 5min.

Pentru a studia modul în care vibrațiile acționează asupra organismului uman a fost folosit un sistem vibrator Vita Fix Trend, care produce vibrații cu frecvență fixă, de amplitudine constantă (1mm) [7]. Accelerațiile pe axele x, y, și z au fost măsurate cu sistemul Multicanal NetdB, iar accelerometrele au fost montate pe degete, antebraț, braț, umăr, gât, cap (Fig. 3, 4.) [4], [5].

În Fig. 5 sunt prezentate variațiile $a_{r.m.s.}$ în funcție de frecvența sistemului, pentru diferite părți organism; timpul iradierii s-a menținut constant 5min. Se vede că pentru frecvențele de 4Hz, 16Hz, 32Hz, accelerația maximă a fost obținută în zona umărului.

Din datele experimentale se poate obține o modelare a $a_{r.m.s.}$ pentru părțile corpului.

Nr. crt.	Frecvența (Hz)	Modelarea $a_{r.m.s.}$ pentru părțile corpului	Abaterea pătratică
1	0	repaus	
2	4	$a_{r.m.s.} = 0,0167x^3 - 0,2786x^2 + 1,2476x + 0,5$	$R^2 = 0,8494$
3	8	$a_{r.m.s.} = -0,025x^3 + 0,2107x^2 - 0,3786x + 0,6$	$R^2 = 0,9667$
4	16	$a_{r.m.s.} = -0,0194x^3 + 0,0845x^2 + 0,204x + 0,5$	$R^2 = 0,9506$
5	32	$a_{r.m.s.} = -0,0056x^3 + 0,0262x^2 + 0,0746x + 0,0015$	$R^2 = 0,9481$
6	64	$a_{r.m.s.} = 0,0056x^3 - 0,119x^2 + 0,5754x - 0,3$	$R^2 = 0,8028$

O modelare a vibrațiilor mecanice transmise corpului uman



Fig. 1 Vita Fix Trend
Sistem vibrant pentru întreg corpul

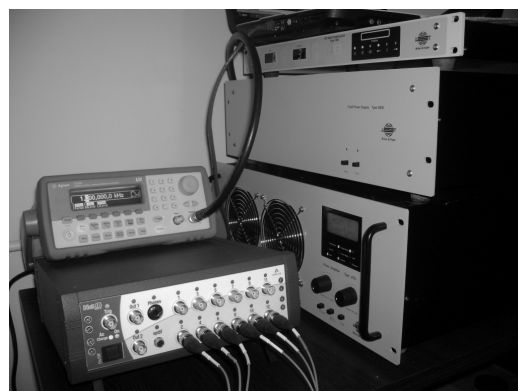


Fig. 2 Unitatea de achiziție pentru 12 canale
NetdB, alimentator tip 2830, unitate de comandă
tip 1056 și amplificator tip 27210 B & K

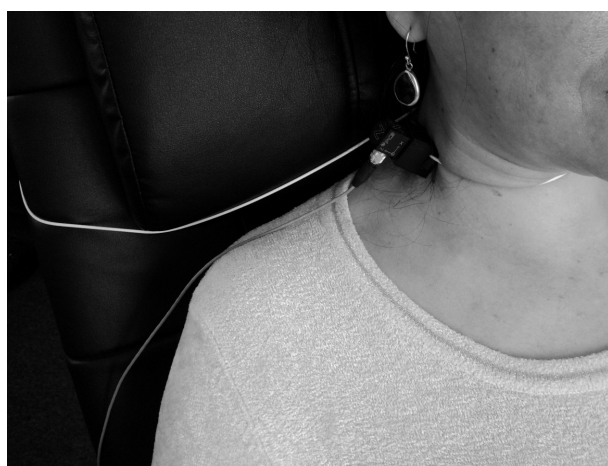


Fig. 3 Subiect plasat pe scaunul vibrant,
cu accelerometrul plasat pe cervicală



Fig. 4 Subiect plasat pe scaunul vibrant,
cu accelerometrele plasate pe deget, cot și umăr

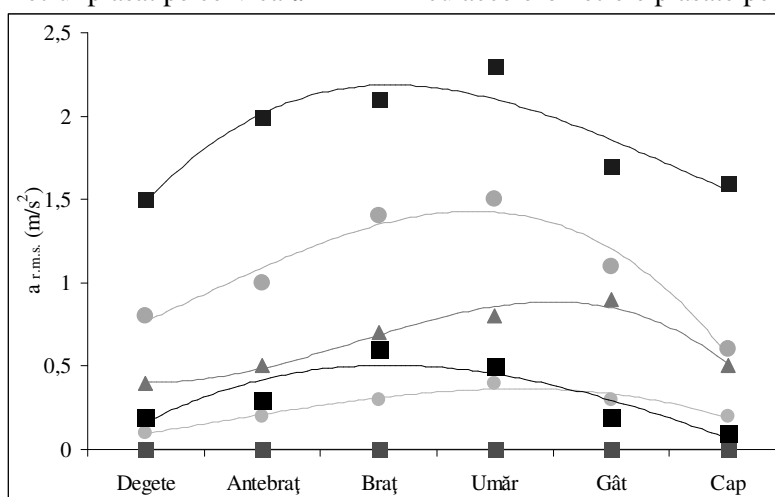


Fig. 5 Variația $a_{r.m.s.}$ în funcție de frecvență, pentru diferite părți ale corpului
(■) 0Hz, (■) 4Hz, (▲) 8Hz, (●) 16Hz, (○) 32Hz, (■) 64Hz

4. CONCLUZII

S-a constatat că pentru frecvența de 8Hz, accelerația maximă a fost obținută în zona gâtului și pentru frecvența de 64Hz, accelerația maximă a fost obținută în zona brațului.

De asemenea, se observă că valorile maxime ale accelerației au fost obținute pentru frecvența de 4Hz pentru toate părțile corpului pe care au fost plasate accelerometrele.

Cea mai mare valoare a accelerației este de $2,3\text{m/s}^2$, la umăr, pentru $v=4\text{Hz}$.

Acest rezultat indică faptul că frecvența de 4Hz este frecvența de rezonanță pentru organismul uman.

BIBLIOGRAFIE

- [1] BYLUND, S.H., BURSTROM, L. ȘI KNUTSSON, A., *A Descriptive Study of Women Injured by Hand-Arm Vibration*, Ann. occup. Hyg., Vol. 46, No. 3, 299-307, 2002.
- [2] GRIFFIN, M. J. ȘI HUANG, Y., *Effect of voluntary periodic muscular activity on nonlinearity in the apparent mass of the seated human body during vertical random whole-body vibration*, Journal of Sound and Vibration, Vol. 298, 23, 824-840, 2006
- [3] ISO 2631-1:1997 – *Mechanical vibration and shock. Evaluation of human exposure to whole-body vibration*, Part 1: General requirements
- [4] NĂSTAC, S., PICU, M., *Evaluating methods of whole-body-vibration exposure in trains*, The Annals of “Dunarea de Jos” of Galati, Fascicle XIV Mechanical Engineering, ISSN 1224-5615, 2010.
- [5] NASTAC, PICU, M., *A study on the sensation of discomfort induced by cars vibrations to the drivers*, 2010
- [6] PARSONS, K.C. ȘI GRIFFIN, M.J., *Whole-body vibration perception thresholds*, Journal of Sound and Vibration, 121, 237-258, 1988.
- [7] PICU, A., *Experimental investigation of the professional whole body vibrations*, 2009
- [8] PICU, M., *Hand-arm vibration analysis for tractor drivers*, SISOM 2009 and Session of the Commission of Acoustics, Bucharest, 28-29 May, Institute of Solid Mechanics and Commission of Acoustics of Romanian Academy, 2009.
- [9] SCHUST, M. ș.a., *Examination of perceptions (intensity, seat comfort, effort) and reaction times (brake and accelerator) during low-frequency vibration in x- or y-direction and biaxial (xy-) vibration of driver seats with activated and deactivated suspension*, Journal of Sound and Vibration, Vol. 298, Issue 3, 12 606-626, 2006.
- [10] YOO, W.S., LEE, C.H., JEONG, W.B. ȘI KIM, S.H., *Development and application of new evaluation system for ride comfort and vibration on railway vehicles*. Journal of Mechanical Science and Technology, 19(7), 1469-1477, 2005.