



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2012

## **AȚIUNEA VIBRAȚIILOR INDUSE DE MAȘINILE UNELTE PORTABILE ASUPRA SISTEMULUI MÂNĂ-BRAȚ**

Anamaria BIRIȘ, Mariana ARGHIR

### **ACTION OF THE VIBRATIONS INDUCED BY PORTABLE MACHINE TOOLS OVER THE HAND-ARM SYSTEM**

This paper will be a short presentation of the specialized literature and international standards about the importance of vibration action of portable machine-tools on human body and particularly on the hand-arm system.

Exposure to harmful vibrations can lead to health problems and disorders, especially in the upper joints and dorsal region of the human body.

A thorough knowledge of the undesirable effects of vibration on the human body is essential for realizing appropriate administrative, technical and medical prevention measures.

Cuvinte cheie: vibrații mecanice, mașini-unelte portabile, mână-braț

Keywords: mechanical vibration, machine tools portable, hand-arm

#### **1. Introducere**

În decursul anilor problema vibrațiilor mecanice a fost adusă în atenția diverșilor cercetători fără a fi epuizată din punct de vedere științific și tehnic. Vibrațiile întregului organism uman se produc de obicei în timpul transportului, dar pot fi întâlnite și în alte locuri în desfășurarea proceselor industriale. Indiferent de activitatea industrială din care provine, vibrația acționează asupra organismului uman și

aceasta poate produce disconfort operatorului, îi poate modifica activitatea sau chiar poate avea efecte mai mult sau mai puțin grave asupra sănătății subiectului uman supus unei activități ce presupune acțiunea vibrațiilor asupra întregului organism.

Din punct de vedere medical, este cunoscut faptul ca expunerea îndelungată la vibrații poate duce la apariția a patru tipuri de afecțiuni și anume: 1. sindromul osteo-musculo-articular; 2. afecțiuni digestive; 3. sindromul Raynaud; 4. afecțiuni ale sistemului nervos.

## **2 Efectele acțiunii vibrațiilor transmise sistemului mână-braț**

Mișcarea vibratorie este definită ca fiind o mișcare a unui sistem mecanic, limitată spațial, în care parametrii geometrici și cinematici care determină pozițiile elementelor își schimbă alternativ sensul de variație în timp între valori bine definite [1].

Există două modalități distincte de acțiune a vibrațiilor asupra organismului uman:

- vibrații ale întregului corp uman care generează efecte asupra întregului organism – whole body vibrations (WBV); acestea se transmit prin intermediul membrelor inferioare plasate pe o suprafață care vibrează sau în cazul corpului aflat în poziție șezândă pe un scaun care vibrează, prin intermediul părții dorsale; de obicei vibrațiile care acționează în aceste circumstanțe au frecvența cuprinsă între 0-20 Hz;

- vibrații la nivelul unor segmente ale corpului uman, de exemplu sistemul mână-braț (HAV); se întâlnesc în cazul uneltelor vibratorii pneumatice sau electrice și au frecvența de 20-200 Hz.

Afecțiunile datorate expunerii excesive a organismului uman la vibrațiile induse de mașinile unelte portabile pot fi sintetizate în următoarele categorii:

- *Sindromul „ Mână-Braț ”* În acest caz sunt prezente atât tulburări vasculare, neurologice cât și musculo-scheletale apărute ca urmare a expunerii cronice la vibrații.

- *Tulburări vasculare* (Sindromul Raynaud WFD- White Fingers Dieses).

- *Tulburări neurologice* (Sindromul tunelului carpian).

- *Tulburări ale sistemului osos* (leziuni osoase și articulare la nivelul mâinii, articulației pumnului și articulației cotului, osteoartroze la încheietură și cot).

- *Tulburările sistemului muscular* (diminuare a forței musculare, oboseală musculară, tensinovite).

Expunerea prelungită a întregului corp sau a unor părți din corp la vibrații poate conduce la o serie de efecte adverse, care sunt prezentate în figura 1.

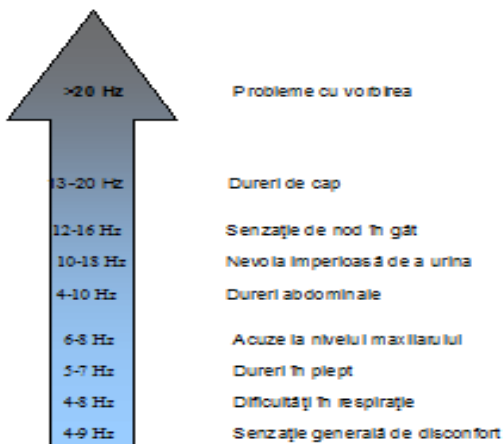


Fig. 1 Efecte adverse ale vibrațiilor asupra organismului uman

Începând de la valori de 4 până la 10 Hz ale vibrațiilor începe să apară o senzație de disconfort general, dureri în piept, o anumită dificultate a mișcărilor respiratorii, unele dureri abdominale.

Trecând de pragul de 10 Hz se fac simțite o senzație de nod în gât, dureri de cap și probleme cu echilibrul și mersul.

### 3. Evaluarea expunerii la vibrații globale a corpului uman

Datorită dificultății de evaluare a răspunsului la vibrații, cât și a datelor insuficiente obținute până în prezent din cercetări, Organizația Internațională de Standardizare (ISO) a stabilit standardul SR ISO 2631-1 care se referă la evaluarea expunerii umane la vibrațiile globale ale corpului. Standardul SR ISO 2631-1 are ca scop definirea metodelor de cuantificare a vibrațiilor globale ale corpului referitoare la sănătatea, confortul uman, perceperea vibrațiilor și incidența răului de mișcare. Durata de expunere mai mare (în ziua de lucru sau zilnic pe mai mulți ani) și intensitatea mai mare a vibrațiilor înseamnă o doză mai mare și se presupune creșterea riscului, în timp ce perioadele de reducere a riscului.

Două expuneri zilnice la vibrații diferite sunt considerate echivalente atunci când:

$$a_{w1} \cdot T_1^{1/2} = a_{w2} \cdot T_2^{1/2} \quad (1)$$

unde:

$a_{w1}$  și  $a_{w2}$  – reprezintă valorile accelerației r.m.s. ponderate pentru prima și respectiv, a doua expunere la vibrații globale;

$T_1$  și  $T_2$  – sunt duratele corespunzătoare pentru prima expunere și a doua expunere.

Alte studii indică o dependență de timp conform următoarei relații:

$$a_{w1} \cdot T_1^{1/4} = a_{w2} \cdot T_2^{1/4} \quad (2)$$

În figura 2 este prezentată o zonă de atenție din indicațiile pentru sănătate obținute cu relațiile 1 și 2.

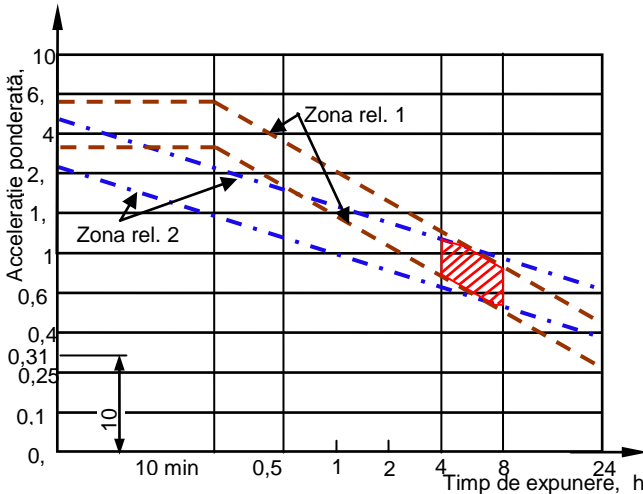


Fig. 2 Zone de atenție pentru sănătate [SR ISO 2631/1]

Standardul stabilește limitele numerice pentru expunerea la vibrații transmise de la o suprafață solidă la corpul uman în domeniul de frecvență de [SR ISO 2631/1]:

- de la 0,5 Hz până la 80 Hz pentru sănătate, confort și perceperea vibrației;
- de la 0,1 Hz până la 0,5 Hz pentru răul de mișcare.

Acest standard este aplicabil doar persoanelor sănătoase, persoane capabile să-și desfășoare activitatea zilnică în mod normal, inclusiv să călătorească sau să lucreze în condiții tensionate sau schimbătoare.

#### 4. Măsurarea vibrațiilor induse de mașinile-unelte portabile

Mașinile-unelte aflate în funcțiune expun persoanele care le folosesc la vibrații mecanice transmise prin mână, acest lucru afectând confortul, eficiența și în unele cazuri chiar securitatea operatorului uman.

Măsurarea vibrațiilor la mașini-unelte ținute sau ghidate cu mâna se efectuează în două scopuri principale:

- pentru determinarea dozei de vibrații prin combinarea accelerațiilor vibrațiilor măsurate cu timpul de expunere pe parcursul căruia mașina este utilizată pe durata unei zile normale de muncă. Valorile vibrațiilor măsurate trebuie să fie obținute în așa fel încât să reprezinte cât mai îndeaproape posibil o situație reală de muncă. Poate să fie necesară amplasarea mai multor traductoare în diferite poziții pentru a ține seama de diferențele nivelului de vibrații de-a lungul mânerului sau a zonei de prindere;

- pentru compararea vibrațiilor emise de diferite mașini-unelte, sau a diferitelor modele ale aceleiași mașini.

Măsurătorile ar trebui efectuate pe mânerul/mânerul mașinii unelte pe care de obicei muncitorul îl ține în mână în momentul acționării. Poziția normală a traductorului trebuie să fie la mijlocul lungimii mânerului. Dacă amplasarea lui nu este posibilă în această poziție acesta trebuie amplasat cât mai aproape posibil de această poziție.

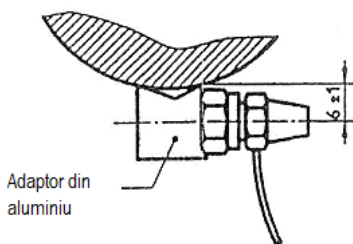


Fig. 3

Montarea adaptorului de aluminiu pe mânerul de control

În figurile 4 a-d sunt prezentate diferite moduri de amplasare a accelerometrelor pe mânerul de comandă a diferitelor mașini unelte portabile astfel, a). cu ajutorul unui colier pe care s-a lipit sau sudat o piesă; b). cu ajutorul unui adaptor pe care se înșurubează traductorul (adaptorul se montează cu ajutorul unor benzi de plastic); c). lipit cu un adeziv special direct pe o suprafață plană; d). prin polizarea unei suprafețe plane și apoi găurirea și filetarea unei găuri. Traductorul trebuie montat pe mânerul mașinii conform figurii 5., pentru mașini

portabile cu mâner de comandă drept (în acest caz mânerul mașinii este paralel cu arborele motor).

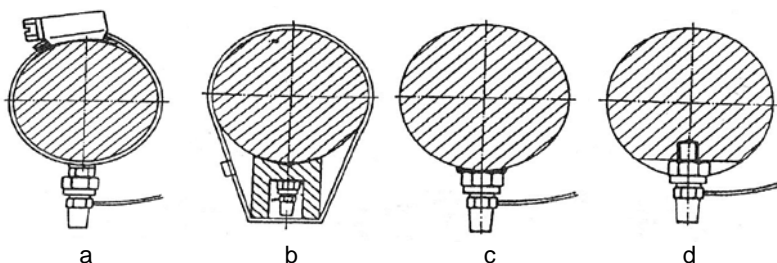


Fig. 4 Moduri de amplasare a accelerometrelor pe mânerul de comandă

Amplasarea traductorului se face astfel încât acesta să măsoare accelerația la suprafața mașinii, pe direcție tangențială față de arborele motor.

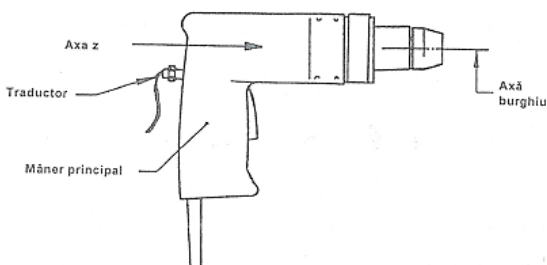


Fig. 5

Poziționarea traductorului pe direcția de măsurare

În cazul în care mânerul pe care va fi fixat aparatul este din material moale, elastic, trebuie avut în vedere ca proprietățile acestui material să nu influențeze măsurarea vibrațiilor.

Dacă această captușeală elastică nu are ca scop reducerea vibrațiilor se poate proceda la:

- îndepărtarea materialului elastic din zona în care se va monta aparatul sau,
- traductoarele vor fi fixate pe materialul elastic cu o forță care comprimă complet acest material.

În general, materialele elastice de pe mânerul mașinilor unelte portabile, nu sunt destinate reducerii vibrațiilor, ci doar realizează o mai bună suprafață de prindere a mânerului, așadar acestea nu afectează mărimea vibrațiilor induse de mașina-unealtă.

## 5. Condiții generale pentru validarea măsurătorilor

Pentru validarea măsurătorilor trebuie să îndeplinească unele condiții generale:

- măsurătorile trebuie efectuate pe mașini noi, bine unse și bine întreținute;
- în timpul măsurătorilor mașina trebuie să funcționeze conform indicațiilor producătorului (referitor la alimentare și regimul de lucru);
- mașina să funcționeze stabil și fără vibrații;
- de obicei brațul operatorului trebuie să fie perpendicular pe mânerul de comandă;
- încercările vor fi efectuate de trei muncitori cu experiență, fiecare efectuând o serie de încercări. O serie de încercări trebuie să cuprindă cinci cicluri de încercare cu o durată nu mai mică decât 4 s;
- măsurătorile trebuie continuate până se ajunge la o serie validă de încercări, adică până când coeficientul de variație a cinci valori ponderate consecutive pentru același operator este mai mic de 0,15 sau abaterea este mai mică de  $0,30 \text{ m/s}^2$ .

Coeficientul de variație este calculat cu relația 3:

$$C_v = \frac{s_{n-1}}{\bar{x}} \quad (3)$$

unde:

$s_{n-1}$  - abaterea standard;

$\bar{x}$  - valoarea medie a seriei

$$s_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

unde:

$\bar{x}_i$  - reprezintă valoarea măsurată,  $i$

$n$  - reprezintă numărul de valori măsurate.

## 6. Concluzii

Prezența vibrațiilor în toate structurile mecanice este un fapt cunoscut cu implicații foarte serioase în funcționarea lor mai ales când se pune problema preciziei, duratei de funcționare și stabilității impuse prin tema de proiectare.

Existența unei suprasolicitări fundamentale a aparatului locomotor (sistemului musculo-scheletic) determină apariția unor boli profesionale.

Pentru evitarea apariției acestor afecțiuni se recomandă:

- evitarea excesului de efort;
- evitarea mișcărilor repetitive;
- evitarea acțiunii vibrațiilor mecanice asupra aparatului locomotor (sistemului musculo-scheletic);
- schimbarea locului de muncă (temporar sau definitiv);
- evitarea unor factori favorizanți (obezitate etc.).

**NOTĂ:** Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul " Creșterea calității studiilor doctorale in științe inginerești pentru sprijinirea dezvoltării societății bazate pe cunoaștere", contract: POSDRU/107/1.5/S/78534, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Ursu, N., F., *Vibrații mecanice*, Institutul Politehnic Cluj-Napoca, Facultatea de Mecanică, Cluj-Napoca, 252 pag., 1984.
- [2] Harris, C., M., *Harris' shock and vibration handbook*, ISBN: 0-07-137081-1, 2002.
- [3] \* \* \* SR ISO 2631-1:2001, *Evaluarea expunerii umane la vibrațiile globale ale corpului. Partea 1. Condiții generale*. 2001.
- [4] \* \* \* SR ISO 2631-3:1997, *Evaluarea expunerii umane la vibrații globale verticale ale corpului pe axa z în domeniul de frecvență de la 0,1 Hz până la 0,63 Hz*. 1997.
- [5] \* \* \* SR EN ISO 5349-1, *Vibrații mecanice. Măsurarea și evaluarea expunerii umane la vibrații transmise prin mână. Partea 1: Cerințe generale*. 2003.
- [6] \* \* \* SR CR 12349: 2000, *Vibrații mecanice. Ghid pentru efectele vibrațiilor asupra sănătății corpului uman*.
- [7] \* \* \* SR EN ISO 8662-8:2001, *Mașini portative - Măsurarea vibrațiilor pe mâner*. Partea 8: Mașini portative de lustruit și mașini portative de șlefuit rotative, orbitale și orbitale speciale. 2001.

Drd. Ing. Anamaria BIRIȘ  
Prof. Dr. Ing. Mariana ARGHIR  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,  
e-mail: ani\_glig@yahoo.com, mariananaarghir@yahoo.com,  
telefon: 0264 401759, 0264 401657  
membri AGIR