A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEŞ, 2011

AFECȚIUNI ALE SISTEMULUI UMAN MÂNĂ-BRAȚ DATORATE VIBRAȚIILOR MAŞINILOR-UNELTE PORTABILE

Anamaria BIRIŞ, Mariana ARGHIR

DISORDERS OF THE HUMAN HAND-ARM SYSTEM VIBRATION DUE PORTABLE MACHINE-TOOLS

This paper is designed to be an information to the public about the importance of portable machine-tool vibration action on the human body and particularly on the hand-arm system.

The primary objective of the present paper is to show the effect of whole-body vibration and identify those moderating variables that influence the degree to which human performance is affected, and also to highlight a certain amount of diseases caused by prolonged exposure to vibrations of portable machine tools.

Keywords: mechanical vibration, portable machine tools, hand-arm
Cuvinte cheie: vibrații mecanice, maşini-unelte portabile, mână-braț

1. Introducere

În decursul anilor problema vibrațiilor mecanice a fost adusă în atenția diverşilor cercetători fără a fi epuizată din punct de vedere ştiințific si tehnic.

Încă din a doua jumătate a secolului al-XIX-lea a fost recunoscută influența vibrațiilor produse de maşinile-unelte portabile folosite de muncitorii din industria minieră, a încălțămintei şi a pielăriei asupra organismului uman.

În anul 1862 a fost identificat primul caz de fenomen Raynaud (boala degetelor albe), iar în 1911 Profesorul Loriga a descris primul caz de spasm vascular la mâinile minerilor italieni, care foloseau unelte pneumatice.

Au urmat apoi unele studii amănunțite efectuate de cercetători astfel încât în anii 1930-1940 au fost identificate numeroase cazuri de ”degete albe” în cazul muncitorilor care folosesc maşini unelte portabile.

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 □i stabilitații impuse prin tema de proiectare.

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

2. Vibrații mecanice (oscilații mecanice)

Vibrațiile mecanice sunt mişcări periodice sau neperiodice ale unui sistem material în jurul unei poziții de echilibru static sau dinamic.

Oscilația mecanică a unui sistem presupune transferul alternativ de energie între energia potențială şi energia cinetică. Energia cinetică se propagă în mediul solid adiacent pe calea undelor longitudinale şi transversale. Dacă sistemul este scos din poziția sa de echilibru static sau dinamic prin aplicarea sau eliminarea unei forțe, acesta începe să oscileze.

Vibrațiile organismului uman reprezintă un complex de oscilații mecanice ale corpurilor solide care se transmit direct corpului omenesc, de frecvențe, amplitudini, accelerații şi viteze diferite, produse continuu sau discontinuu de unelte, maşini fixe, mijloace de transport în timpul exercitării activității profesionale.

În general la producerea unei vibrații intervin:

- forța de inerție;
- forța elastică;
- forța rezistentă (sau forța de amortizare);
- forța perturbatoare.

Forța elastică caută să readucă mobilul la poziția de echilibru static sau dinamic, forța de amortizare este dată de frecarea exterioară sau poate fi o forță interioară, iar forța perturbatoare acționează din exterior şi întreține mişcarea oscilatorie.

2.1 Efectele acțiunii vibrațiilor asupra organismului uman

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

Tabelul 1

Simptom	Frecvența la care apare
Senzație generală de disconfort	4-9 Hz
Dureri de cap	13-20 Hz
Acuze la maxilarul inferior	6-8 Hz
Probleme cu vorbirea	13-20 Hz
Senzația de nod în gât	12-16 Hz
Dureri în piept	5-7 Hz
Dureri abdominale	4-10 Hz
Nevoia imperioasă de a urina	10-18 Hz
Greutăți la mişcările respiratorii	4-8 Hz

Continuarea expunerii la vibrații după apariția acestor semnale poate duce la deplasări relative ale diferitelor organe, ruperea unor ligamente şi țesuturi mai puțin rezistențe, hemoragii pulmonare, afecțiuni ale membrelor.

2.2 Evaluarea expunerii la vibrații globale a corpului uman

Datorită dificultății de evaluare a răspunsului la vibrații, cât şi 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 şi incidența răului de mişcare. Standardul stabileşte 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 şi perceperea vibrației;
- de la 0,1 Hz până la 0,5 Hz pentru răul de mişcare.

Unele cercetări indică faptul că standardul nu este destul de exact deoarece, la expunerea sub limita maximă admisibilă, există riscul unor îmbolnăviri la nivelul muşchilor sau chiar a scheletului.

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

2.3 Efectele acțiunii vibrațiilor transmise sistemului mână-braț

Pot fi provocate prin uneltele de lucru, vibrațiile acționând asupra extremităților.

O expunere excesivă a mâinilor la vibrații poate provoca tulburări ale circulației sanguine la nivelul degetelor, a funcțiilor neurologice şi locomotorii ale mâinilor şi brațelor.

Gravitatea efectelor biologice ale vibrațiilor transmise sistemului mână-braț, în condițiile de lucru, este influențată de mai mulți factori:

● Timpul de expunere şi metoda de lucru (durata, frecvența şi secvenționalizarea perioadelor de lucru şi de pauză; depunerea sau păstrarea în mână a utilajului oprit în timpul pauzelor de lucru, eventualitatea folosirii unei comenzi la distanța a aparaturii etc.). Importantă este şi durata expunerii pe zi de lucru şi durata cumulativă pe zi de lucru.

● Direcția vibrației transmisă mâinii;

● Mărimea şi direcția forțelor aplicate de operator prin mâinile sale, uneltei în timpul expunerii (unghiurile articulațiilor degetelor, mâinii, pumnului, cotului şi umărului);

● Tipul şi starea mecanismelor vibratoare, ale uneltelor manuale sau ale piesei prelucrate;

● Metoda de lucru şi calificarea operatorului sunt factori de care trebuie să se țină cont.

Următorii factori pot afecta în mod specific modificările de circulație cauzate de vibrațiile transmise sistemului mână-braț:

- microclimatul;
- zgomotul şi agenții chimici;
- probleme medicale individuale;
- prezența agenților care afectează circulația periferici (cum ar fi fumatul sau anumite medicamente);

2.3.1 Tulburări vasculare

Lucrătorii care sunt expuşi la vibrații prin folosirea regulată a maşinilor unelte portabile pot prezenta forme de diferite grade de

severitate de reducerea circulatiei periferice mergând până la oprirea circulatiei în extremitati. Acesta a fost denumit sindromul Raynaud (după numele celui care l-a descris primul în 1862).

Fig.1 Boala “Degetelor albe” (WFD- white fingers desses)

Sindromul Raynaud - Este asociat de obicei cu acțiunea vibrațiilor asupra sistemului mână-braț, dar este implicat şi în alte boli generale sau profesionale. Poate avea multe cauze, unele legate de locul de muncă. Sindromul Raynaud este o tulburare a circulației sanguine la nivelul degetelor. Afectează reacția degetelor la frig producând criza “degetelor albe” prin reducerea puternică a circulației.

La început crizele de albire se referă la extremitățile unuia sau mai multor degete dar treptat dacă expunerea la vibrații continuă sau creşte ca intensitate se extinde până la baza degetului. În cazuri mai grave albirea degetelor este urmată de o cianoză (poate ajunge chiar la cangrenă) a degetului afectat datorita proastei circulații.

Crizele tipice sindromului Raynaud se desfăşoară astfel:

a) furnicături şi pierderi uşoare ale sensibilității tactile sau amorțeală în degete;
b) albirea degetelor (de obicei, fără să afecteze degetul mare);
c) durere, uneori cu roşeață, care însoțeşte reluarea circulației sângelui în general după un interval cuprins între 30 minute până la 2 ore.

În cazuri de continuare de expunere la vibrații crizele de albire a extremităților degetelor pot continua si pe tot parcursul anului sau pot degenera în pierderea simțului tactil, a îndemânării sau chiar in schimbări trofice (apariția de cangrene, ulcerații).

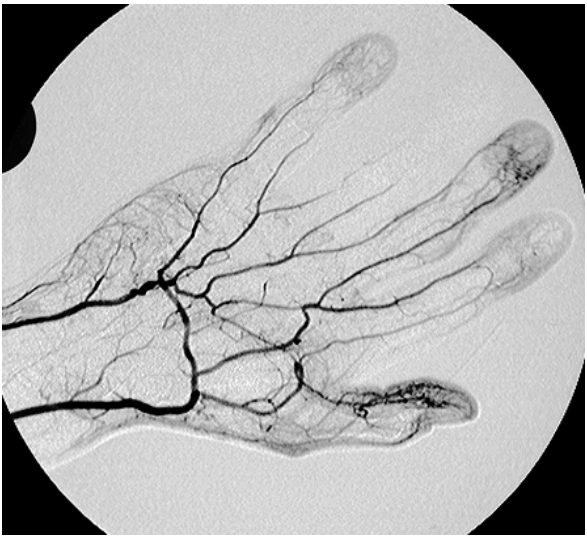

Fig. 2 Îngustarea vaselor de sânge din extremități

2.3.2 Tulburări neurologice

Muncitorii care folosesc unelte de mână, din cauza vibrațiilor la care sunt expuşi în timpul funcționării acestora, pot acuza de asemenea furnicături şi amorțeli ale degetelor.

Lucrătorii care sunt expuşi la vibrații pot să evidențieze unele semne ale sindromului canalului carpian (tulburare datorată apăsării nervului median care traversează încheietura mâinii).

2.3.3 Tulburări ale sistemului osos

Unele examene radiologice au evidențiat o apariție anormală de chisturi osoase în încheieturile mâinilor muncitorilor care lucrează în mediu vibrațional.

Ocazional au fost semnalate şi alte probleme în articulații cum ar fi: durere locală, tumefiere locală, rigiditate articulară şi în cazuri mai grave deformări articulare.

2.3.4 Tulburările sistemului muscular

Muncitorii expuşi frecvent la vibrații mecanice pot suferi de senzație de slăbire musculară, dureri musculare şi slăbirea forței din brațe precum şi în unele cazuri particulare inflamația tendoanelor şi a tecilor sinoviale.

3. Concluzii

În epoca modernă, studiile vibrațiilor devin tot mai frecvente, hotărâtoare pentru numeroasele maşini, vehicule, constructii.

Inginerii sunt interesați de problemele de vibrații ce apar în proiectarea, fabricația, încercarea sau menținerea maşinilor şi utilajelor.

În urma evaluării riscurilor, principalele măsuri tehnice la care se poate recurge, sunt următoarele:

● Alegerea unui echipament de lucru ergonomic, care să țină cont de tipul de activitate şi care să producă cât mai puține vibrații.

● Obținerea tuturor informațiilor disponibile despre o unealtă/utilaj înainte de achiziționare (date despre firma producătoare, rezultatele testelor comparative etc.).

● Instalarea de elemente de amortizare pentru a proteja angajații împotriva vibrațiilor în timpul lucrului cu utilaje, de exemplu scaune ce reduc vibrațiile pe utilajele grele etc.

● Repararea/evitarea elementelor neechilibrate, de exemplu volane, ghidoane etc.

● Folosirea exclusivă a mănuşilor anti-vibrații (numai pentru utilaje de înaltă frecvență, cum ar fi aparatele de rectificat).

Exemple de măsuri organizatorice la îndemâna utilizatorilor direcți ai maşinilor unelte portabile:

● Alegerea altor metode de lucru ce implică o mai mică expunere la vibrații mecanice;

● Crearea de programe de mentenanță pentru echipamentul de lucru, locul de muncă şi pentru sistemele de muncă;

● Informare asupra nivelului de vibrații al noilor utilaje ce urmează a fi folosite.

NOTĂ: Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul " Creşterea calității studiilor doctorale in ştiințe inginereşti pentru sprijinirea dezvoltării societății bazate pe cunoaştere", 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-Ficher, N., *Vibrații mecanice*, Institutul Politehnic Cluj-Napoca, Facultatea de Mecanică, Cluj-Napoca, 252 pag., 1984.
[2] VanSickle, D.P., Cooper, R.A., Boninge, L.R., DiGiovine, C.P., *Analysis of vibrations induced during wheelchair propulsion*, Journal of Rehabilitation Research and Development, Vol. 38, No. 4, July/August, 2001.
[3] Harris, C.M., *Harris' shock and vibration handbook*, ISBN: 0-07-137081-1, 2002.
[4] Cornel, Marin, *Vibrațiile maşinilor unelte.* Editura Impuls, Bucureşti, 2003.
[5] * * * SR ISO 2631-1:2001, *Evaluarea expunerii umane la vibrațiile globale ale corpului*. Partea 1. Condiții generale. 2001.
[6] * * * SR ISO 2631-2:1997, *Evaluarea expunerii umane la vibrațiile globale ale corpului*. Partea 1. Condiții generale. 1997.
[7] * * * 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.
[8] * * * SR EN ISO 5349-1, *Vibrații mecanice. Măsurarea şi evaluarea expunerii umane la vibrații transmise prin mână*. Partea 1: Cerințe generale. 2003.
[9] * * * SR CR 12349: 2000, *Vibrații mecanice. Ghid pentru efectele vibrațiilor asupra sănătății corpului uman.*

Drd.Ing. Anamaria BIRIŞ, Prof.Dr.Ing. Mariana ARGHIR,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
e-mail: ani_glig@yahoo.com, marianananaarghir@yahoo.com,
telefon: 0264 401759, 0264 401657
membri AGIR