

VIBRAȚII TRANSMISE CLĂDIRILOR

Drd. Ing. Gianina Cornelia SPÂNU (ȘTEFAN)

Universitatea "Dunărea de Jos" - Galați

RESUME

Vibration is one of the main causes for which a structure may suffer in various ways, the most serious being impairment the integrity and health of building occupants and its entirely destruction (or destroying it such that it can no longer serve the purpose for which was created).

In order to establish an optimal solution for isolating structures against vibrations is absolutely necessary to know as many of the causes that can lead to vibrations (in other words: you can cure a "disease" if you know the cause that produced it). The present work comes to meet those who want to start a study on isolation of harmful vibrations to buildings. Thereby it is attempted to achieve accurate classification of why can produce unwanted vibrations.

1. Introducere

Vibrațiile reprezintă una dintre principalele cauze pentru care o structură poate avea de suferit în diverse moduri, cele mai grave fiind distrugerea ei în întregime sau distrugerea ei de așa manieră încât să nu mai poată servi scopului pentru care a fost creată. Pentru a se putea stabili o soluție optimă pentru izolarea structurilor împotriva vibrațiilor este absolut necesar să se cunoască cât mai multe dintre cauzele care pot duce la apariția vibrațiilor (cu alte cuvinte ca să poți vindeca o "boală" trebuie să cunoști cauza care a produs-o).

2. Noțiuni generale referitoare la vibrațiile transmise clădirilor

Vibrațiile sunt oscilații mecanice ce se propagă prin intermediul solului și construcțiilor.

Parametrii cinematici esențiali ce definesc mișcarea vibratorie periodică sunt deplasarea, viteza, accelerația, precum și frecvența. Alte mărimi de sinteză sunt transmisibilitatea, grad de izolare, tărie, grad de percepere, funcție de transfer, impedanță mecanică.

Evaluarea exactă a vibrațiilor necesită cunoașterea completă a parametrilor care influențează amplitudinea acestor vibrații. De aceea, este necesar ca procesul de producere a vibrațiilor și factorii care influențează aceste vibrații să fie cât mai bine definite.

În general, vibrațiile sunt definite complet în momentul în care se cunosc:

- sursa de vibrații (unde este generată forța dinamică);
- calea de propagare a undelor (cum este transmisă energia);
- receptorii de vibrație (ce cantitate de zgomot sau vibrație poate fi tolerată).

3. Perceperea vibrațiilor

Perturbația datorată vibrațiilor are loc atunci când acestea depășesc limita percepției umane. Gama de vibrații care perturbă omul este mult mai mică decât intervalul care provoacă perturbări clădirilor obișnuite. Vibrațiile a căror frecvență este mai mică de 20 Hz au efecte dăunătoare asupra corpului uman, mai exact vibrațiile de frecvențe între 1 și 10 Hz sunt cele mai periculoase, deoarece aceste frecvențe se găsesc în domeniul frecvențelor proprii ale organelor interne ale corpului uman adică în această gamă se produce rezonanța principalelor organe.

Perceperea vibrațiilor de către ocupanții clădirii, supusă unor acțiuni dinamice periodice, poate fi evaluată cu ajutorul unui parametru de sinteză denumit coeficient de percepere, notat cu KB și care este dat de relația:

$$KB = q \cdot q_0 \cdot H_{KB}(f)$$

Unde :

- q = parametrul cinematic de interes, adică accelerația a în m/s^2 , viteza v în mm/s sau deplasarea x în mm ;
- q_0 = valoarea de referință a inversului parametrului de interes și anume :
 $q_0^a = \alpha$; $q_0^v = \beta$ și $q_0^x = \gamma$
- $H_{KB}(f)$ = amplificarea

$$H_{KB}(f) = \left[1 + \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \right]^{-1/2}$$

Unde :

- f = frecvența vibrației, în Hz
- f_0 = frecvența de referință reprezentând pragul superior al filtrului trece sus;
 $f_0 = 5,6$ Hz.

Tabel 1. Valori limită pentru coeficientul de percepere KB

Zona de amplasare a clădirii	Momentul zilei	Valori limită pentru KB		
		Vibrații de durată pe direcția		Vibrații care se produc rar
		verticală	orizontală	
Zonă urbană generală	Ziua	0,20	0,15	04,00
	Noaptea	0,15	0,10	0,15
Zonă rurală	Ziua	0,30	0,20	8,00
	Noaptea	0,20	–	0,20
Zonă profesională	Ziua	0,40	–	12,00
	Noaptea	0,30	–	0,30
Zonă	Ziua	0,60	–	12,00

industrială	Noaptea	0,40	–	0,40
Zonă specială utilitară și de locuit	Ziua	0,10...0,60	–	4,0...12,0
	Noaptea	0,10...0,40	–	0,40...0,50

4. *Vibrații dăunătoare clădirilor și oamenilor*

Cauze (surse) datorită cărora se pot produce vibrații dăunătoare clădirilor și ocupanților acestora: cutremure de pământ, acțiunea vântului, circulația vehiculelor (traficul suprateran și subteran, traficul rutier, traficul rutier și maritim, traficul aerian), explozii (în cariere – detonări în vederea extracției, detonări în vederea demolării), funcționarea mașinilor și echipamentelor dinamice stabile cu amplasamente pe poziții fixe (țesătorii), acțiunile dinamice ale echipamentelor încorporate (înglobate) în construcții, construcțiile din apropiere în care se desfășoară activități care generează forțe dinamice (cu caracter de impuls sau mișcare periodică): dans, gimnastica ritmica/aerobica, concerte, spectacole culturale sau sportive; procesele tehnologice cu parametri variabili în timp (procesul de sablare, forjare și ștantare, trafic pe șinele ferate în întreprindere, batere de piloni - pereti de palplanse, piloni pentru fundament).

Vibrațiile produse de cutremurele de pământ sunt periculoase atât datorită duratelor lungi de acțiune (zeci de secunde), cât și propagării spațiale a mișcărilor seismice.

Vibrațiile produse de acțiunea vântului pot produce efecte stării limită ultime și stării limită a exploatarei normale la clădiri înalte, poduri, turnuri, linii de înaltă tensiune, antene înalte pentru purtători de undă.

Astfel de efecte pot fi atenuate într-o anumită măsură, prin includerea unor amortizoare reglate în masă (absorbitoare dinamice). Acestea sunt mase atașate la arcuri care pot fi plasate în partea de sus a unei clădiri și sunt reglate la o frecvență potrivită cu frecvența proprie a clădirii.

Acest lucru face ca să vibreze în locul clădirii, atunci când este atinsă frecvența naturală, amortizându-se vibrațiile clădirii la această frecvență.

În general, se constată că este puțin probabil să se deterioreze structura clădirii din cauza vibrațiilor induse de vânt, dar este mult mai probabil să le fie provocate daune fațadelor și acoperișurilor clădirilor.

Fenomenele aeroelastice sunt foarte complexe pentru a putea fi modelate, dar efectele lor pot fi descrise destul de simplu, de aceea o listă cu tipuri de efecte induse de vânt întâlnite în cazul clădirilor înalte este prezentată în continuare:

- Acțiuni în direcția rafalelor de vânt: Caracterul pseudo-periodic al vântului în rafale poate provoca turbulențe la fața exterioră a unei structuri și astfel se produce vibrația clădirii.

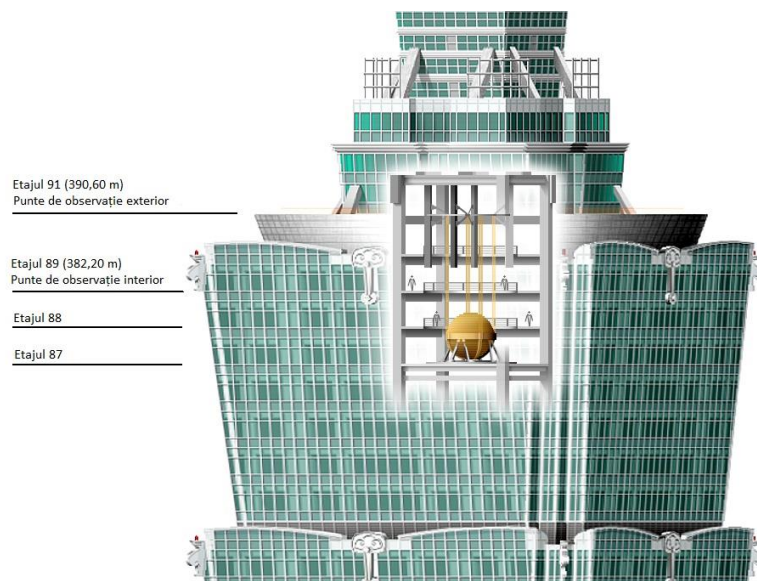


Fig. 1. Absorbitor dinamic atașat turnului Taipei 101

- Instabilitate de înaltă frecvență cauzată de separarea fluxului de aer în jurul unei clădiri. O vibrație aleatoare forțată capabilă să provoace forțe de rupere asupra fațadelor clădirilor și, în cazuri extreme, deteriorarea structurilor interioare de susținere.
- Curgere turbionară. Atunci când fațada unei clădiri este expusă unui debit de fluid în mișcare se generează periodic vortexuri în spatele obiectului și astfel structura este determinată să vibreze.
- Trepidație. Un fenomen care are loc atunci când o buclă de feedback pozitiv este setată între frecvența naturală a unei clădiri și a forțelor aerodinamice care acționează asupra ei.

Tipurile de vehicule care pot produce vibrații sunt:

- vehicule de transport pe căi rutiere (automobile, autobasculante, auto-transportoare de mare capacitate);
- vehicule de transportat pe căi de rulare supraterane (tramvaie, trenuri) și subterane (metrouri);
- nave fluviale și maritime;
- aeronave

Vibrațiile produse de circulația vehiculelor produc efecte dăunătoare atât asupra oamenilor, cât și asupra clădirilor și a podurilor. Traficul rutier tinde să producă vibrații cu frecvențe predominant în intervalul la 5 la 25 Hz

Vibrațiile generate pe cale terestră sau aeriană au caracter aleator sau stocastic.

Vibrațiile produse de explozii în cariere au la origine șocurile puternice de scurtă durată ce pot cauza avarii la clădiri.

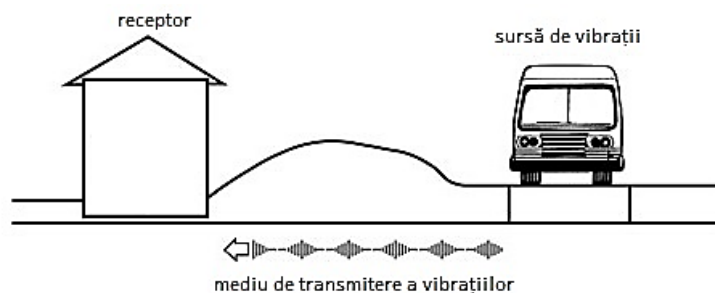


Fig. 2. Transmiterea vibrațiilor datorate deplasării automobilelor, autobasculantelor, autotransportoarelor de mare capacitate, în sol și clădirilor

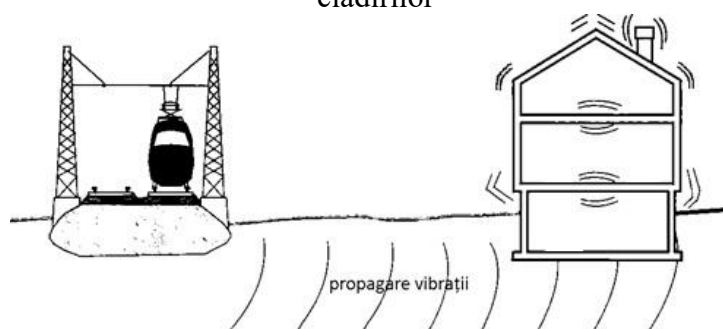


Fig. 3. Transmiterea vibrațiilor datorate deplasării tramvaielor și trenurilor, în sol și clădirilor

Cauzele generării vibrațiilor datorate funcționării mașinilor constau în existența unor componente cu elemente masice neechilibrate aflate în mișcare circulară și/sau alternativă și rectilinie.

Funcționarea mașinilor tehnologice al căror principiu de lucru îl constituie efectul de impact de scurtă durată se încadrează în categoria surselor de șocuri (ciocane de forjă, concasoare cu ciocane, concasoare cu fălci, ciocane rotopercutante, maiuri mecanice, mașini de introducere a piloților și palplanșelor în pământ).

Vibrațiile datorate echipamentelor înglobate în construcții se transmit la structura de rezistență, la elementele portante și la cele neportante, la închiderile interioare și exterioare. Efectele directe constau în avarii parțiale, zgomot structural, disconfort pentru ocupanții clădirilor.

5. Concluzii

Vibrațiile pot deranja sau tulbura ocupanții unei clădiri și pot de asemenea provoca daune estetice sau chiar structurale acestor construcții. Efectele vibrațiilor se transpun prin fisuri, avarii parțiale, pierderea stabilității locale și generale, prăbușiri (în cazul turnurilor, podurilor).

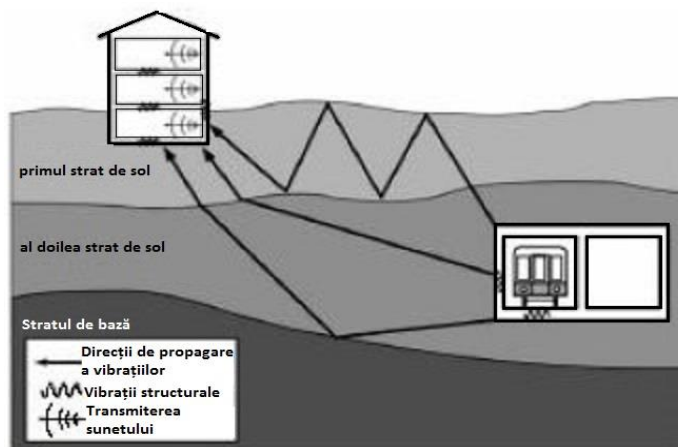


Fig. 4. Transmiterea vibrațiilor datorate deplasării metrourilor, în sol și clădirilor

Riscul de deteriorare indus de vibrații depinde de mărimea, caracteristicile de frecvență și durata totală a vibrațiilor intrare, precum și tipul de construcție a clădirii.

Pentru a evaluare efectele vibrațiilor trebuie să se țină cont de: în cazul clădirilor - viteza oscilației și frecvența iar în cazul ocupanților cladirilor - intensitatea oscilației (se calculează din viteza oscilației evaluată ca frecvență și timp).

Bibliografie

1. BRATU, POLIDOR. Analiza structurilor elastice. Comportarea la acțiuni statice și dinamice, Editura IMPULS, București, 2011
2. BRATU, POLIDOR. Curs de Vibrații Neliniare și Aleatorii
3. BRATU, POLIDOR Curs de Analiza dinamică a mașinilor cu acțiune vibrantă și prin șoc
4. BRATU, POLIDOR. Vibrații mecanice. Teorie. Aplicații tehnice. Editura IMPULS, București, 1998
5. GH. Buzdugan, L. FETCU, M. RADEȘ. Vibrații mecanice. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
6. GHEORGHE, ENE; CRISTIAN, PAVEL. Introducere în tehnica izolării vibrațiilor și a zgomotului
7. [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000223](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000223)
8. <http://scialert.net/fulltext/?doi=jas.2009.2001.2015#f24>
9. http://www.norsonic.com/en/applications/vibration/building_vibration/
10. http://www.rmgc.ro/Content/uploads/uploads_eia/impactul-potential/zgomot-vibratii/04.3-zgomot-si-vibratii.pdf
11. www.wikipedia.ro