A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

STUDII ŞI CERCETĂRI PRIVIND POLUAREA FONICĂ ÎN MEDIUL INDUSTRIAL

Ionela Lavinia LĂPUȘAN, Mariana ARGHIR

RESEARCH AND DEVELOPMENTS ON NOISE POLLUATION IN INDUSTRIAL ENVIRONMENTS

The document shows the importance of studying and researches the phenomenon of noise pollution which is a current issue both internationally and nationally, because it affects people and causes so-called occupational diseases. But we have to consider that the main source of noise pollution is industrial environment.

Keywords: pollution, noise, impact sound, industrial environment
Cuvinte cheie: poluare sonoră, impactul zgomotului, mediul industrial

1. Noţiuni generale

Poluarea fonică (sonoră) reprezintă o componentă importantă a poluării mediului înconjurător şi prin caracterul nociv şi prin prezenţa sa în toate compartimentele vieţii moderne, poluarea sonoră constituie o problemă majoră pentru toate ţările dezvoltate economic sau în curs de dezvoltare. Poluarea fonică reprezintă agresiunea continuă, determinată de diferite zgomote produse de maşini, utilaje, aparatură industrială sau casnică, în incinta construcţiilor sau în afara acestora.

În România există o tendinţă, care de altfel se manifestă şi pe plan mondial, de creştere a nivelului de zgomot şi de producere a vibraţiilor, ale căror surse apar odată cu dezvoltarea impetuoasă a tuturor ramurilor economiei şi transportului. Unul din factorii perturbatori

ai mediului, care influenţează ambianţa în care se desfăşoară activitatea şi viaţa omului este zgomotul asociat şi identificat, în general, cu poluarea fonică (acustică sau sonoră).

2. Noţiuni generale despre sunete

În continuare sunt prezentate noţiunile generale despre sunet şi caracteristicile undelor sonore. Sunetele sunt unde de presiune care au o forma sinusoidală,fiind capabile să producă senzaţie auditivă. Deoarece sunetul este o undă,în continuare este prezentată o clasificare a acestora:

1. **după forma suprafeţei de undă**, ele se impart în:

- **unde sferice** care se propagă în toate direcţiile iar suprafaţa de undă este o sferă
- **unde plane** care se propagă într-o singură direcţie iar suprafaţa de unde este un plan.

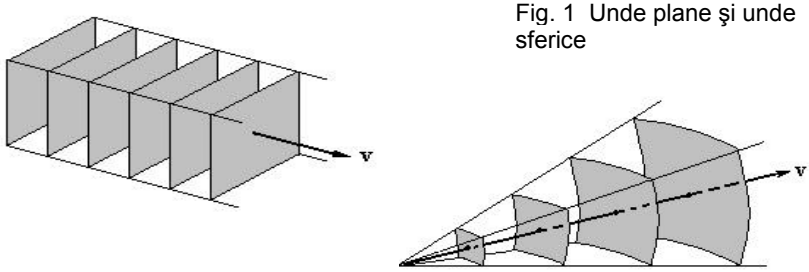


Fig. 1 Unde plane şi unde sferice

2. **după direcţia de propagare**:

- **unde transversale**:deplasarea particulelor este perpendiculară pe direcţia lor de propagare

$$v_t = \sqrt{T/\mu} \quad ; \quad \mu = m/l \qquad (1)$$

În care: t = tensiunea ; μ=densitatea liniară.

- **unde longitudinale:** deplasarea particulelor este paralelă cu direcţia de deplasare.

$$v_l = \sqrt{E/\phi} \qquad (2)$$

în care: E –modul de elasticitate longitudinaL ; φ – densitate volumică.

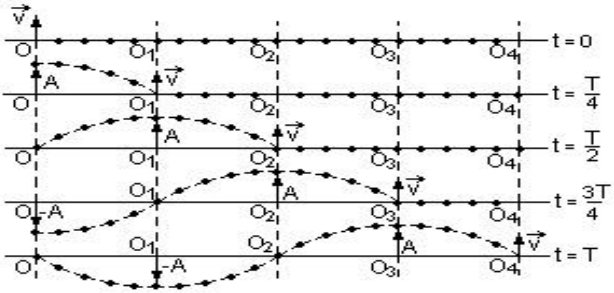
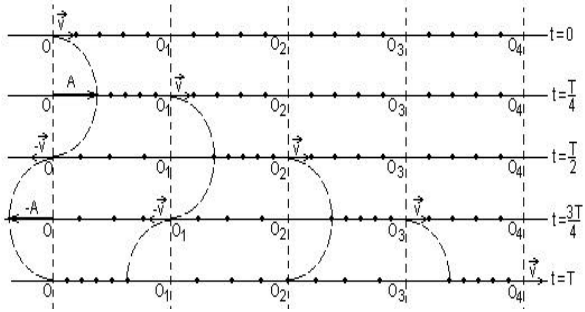


Fig. 2 Unde longitudinale şi unde transversale



Ca orice unde elastice, sunetele se caracterizează prin frecvenţă, definită ca număr de oscilaţii complete dintr-o unitate de timp. Se măsoară în Hertz, 1 Hz fiind o perioadă/s (perioadă fiind timpul, în secunde, în care are loc o oscilaţie completă). Sunetele se pot caracteriza şi prin presiunea acustică, măsurată în Pa [1]. Aparatele cu care se măsoară intensitatea sunetului în foni se numesc fonometre.

2.1 Caracteristicele undelor sonore

Sunetul se propagă sub formă de unde elastice numai în substanţe (aer, lichide şi solide) şi nu se propagă în vid. În aer, viteza de propagare este de aproximativ 340 m/s.Lungimea de undă este legată de viteza de propagare a undei respective şi de frecvența ei prin relația:

$$\lambda = \frac{v}{f} = vT \qquad (3)$$

[1] Pascal, 1 Pa = 1 N/m^2. Pentru intensitatea auditivă a sunetelor se mai utilizează ca unitate de măsură *fonul (*egal cu tăria unui sunet a cărui intensitate auditivă este cu 1,26 ori mai mare decât pragul auditiv inferior).

unde simbolurile reprezintă: ▪ λ = lungimea de undă, ▪ v = viteza de propagare a undei în mediul respectiv, ▪ f = frecvența undei, inversa perioadei temporale, ▪ T = perioada undei.

În funcţie de mediul în care are loc transmisia sonoră (solid, lichid sau gazos),viteza de propagare poate avea valori diferite. Câteva valori ale vitezei sunetului în diferite medii sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Material sau mediu	Viteza sunetului [m/s]
Aer (10^5 Pa, 20 °C)	343
Apă (10 °C)	1440
Cauciuc (în funcţie de duritate)	600-1500
Aluminiu	5100
Oţel	5000

2.2 Caracteristicele sunetului

Intensitatea (nivelul de presiune sonoră, se notează cu S), se exprimă prin comparaţie cu un nivel de referinţă, notat S_0 şi se măsoară în Beli (mai frecvent subunităţi, respectiv decibeli, dB). Pentru om, limita medie de suportabilitate este de 65 dB, iar intensitatea maxim tolerabilă este în jur de 80-100 dB, dar ea variază în funcţie de frecvenţă.

În tabelul 2 se prezintă intensităţile sonore, în ordine crescândă, pentru unele activităţi uzuale [4], [5].

Tabelul 2

Prag auditiv	0 dB
Sunetele naturii	10 dB
Bibliotecă	20 dB
Conversaţie	40 dB
Zgomot într-un birou	50–60 dB
Aspirator	70 dB
Zgomotul trenului	80 dB
Autocamion	90 dB
Ciocan pneumatic	100 dB
Motocicletă în demaraj	110 dB
Orchestră de jazz modernă	112 dB
Motorul pornit al avionlui cu reacţie	120 dB
Avion cu reacţie, la decolare	130 dB
Pragul dureros	>140 dB

- ***Durata*** sunetului are de asemenea impact asupra organismelor vii. Dacă se depăşesc limitele de suportabilitate se poate ajunge la o psihoză periculoasă.
- ***Timbrul*** este calitatea care deosebeşte între ele sunetele egale ca frecvenţă şi intensitate. Timbrul diferit al sunetelor este dat de armonicile semnalului sonor. Sunetele pure sunt foarte puţine, acestea conţin o singură frecvenţă (de exemplu diapazonul). Majoritatea conţin mai multe armonici, acestea deosebesc două sunete cu aceeaşi frecvenţă unul de altul (de exemplu două instrumente diferite).

2.3 Noţiuni generale despre zgomote

Zgomotul se defineşte ca fiind o suprapunere dezordonată a sunetelor de frecvenţe şi intensităţi diferite care produc o senzaţie dezagreabilă şi agresivă. Apare ca o consecinţă a activităţii industriale a omului, a activităţii de transport în urma căreia undele mecanice, reprezentate de trepidaţii sunetele au o acţiune dăunătoare asupra sănătăţii omului.

Parametrii principali consideraţi în analiza acţiunii zgomotului sunt [1], [3]: intensitatea; frecvenţa; modul de acţiune; durata acţiunii zgomotului; durata activităţii în mediul zgomotos.

Fluxul de energie acustică ce străbate unitatea de suprafaţă, perpendiculară pe direcţia de propagare a zgomotului constituie ***intensitatea acustică***, I, în punctul respectiv. Aceasta se defineşte [2] cu expresia:

$$I = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_0^T p \ v \ ; I = \frac{\overline{p}^2}{\rho c} \qquad (4)$$

unde:

- $\overline{p}^2$ reprezintă presiunea acustică medie, $[N/m^2]$;
- *v* este viteza de propagare a unei sonore, *[m/s]*;
- ρc este impedanţa caracteristică a fluidului, Rayl, unde:
- ρ este densitatea mediului de propagare, $[\mathrm{kg/m^3}]$;
- c reprezintă viteza sunetului prin acel mediu, [m/s]

Prin definiţie [1], ***nivelul de intensitate sonoră***, L_I, se exprimă în următoarea formulă:

$$L_I = 10 \lg \frac{I_1}{I_0}; \qquad (5)$$

unde I_1 intensitatea acustică a zgomotului, exprimat în [W/m^2].

Omul percepe sunete cu o intensitate între 0 si 120 dB.

Nivelul de presiune acustică, L_p, exprimat în decibeli, se defineşte în [1] prin următoarea relaţie:

$$L_P = 10 \lg \frac{p_1}{p_0}; \qquad (6)$$

unde:

- p_1 – presiunea acustică a zgomotului măsurat, în N/m^2;
- p_0 – presiunea de referinţă, în conformitate cu ISO 1683 ($P_0 = 2 \prec 10^{-5}\ N/m^2$).

Pentru evaluarea facilă a variaţiilor nivelului de presiune acustică se utilizează următorii indicatori:

Lp = log10(p/po) [in B, Bell-i] = 20·log10(p/po) [dB] (7)

- nivelul L_{10} – este nivelul atins sau depăşit cu 10 % din timp şi care reprezintă zgomotul de vârf;
- nivelul L_{50} – este medie statistică, reprezentând zgomotul mediu;
- nivelul L_{90} - reprezentând zgomotul de fond.

Integrând intensitatea acustică pe întreaga suprafaţă ce înconjoară o sursă de zgomot, se va obţine din [1] puterea acustică a acestei surse. ***Nivelul de putere acustică***, măsurat în decibeli, va fi:

$$L_W = 20 \lg \frac{W_1}{W_0} \qquad (8)$$

unde:

- W_1 este puterea acustică a sursei, *[W];*
- W_0 – puterea acustică de referinţă (10^{-12} W).

Această valoare a nivelului de putere acustică reprezintă energia acustică totală eliberată de maşina-unelte în unitatea de timp.

Există patru factori care determină nocivitatea zgomotului:

- Intensitatea sau tăria sunetului (măsurată în dB)
- Frecvenţa sau tonalitatea (măsurată în Hz)
- Periodicitatea – frecvenţa de repetare
- Durata – perioada de timp cât se desfăşoară.

3. Măsuri şi metode de prevenire şi reducere a poluării sonore şi a vibraţiilor în industrie

Reducerea zgomotului, fie la sursă, fie pe calea de propagare, trebuie să reprezinte elementul central major al programelor de control al zgomotului, ţinând cont de proiectarea şi întreţinerea atât echipamentului cât şi a locului de muncă. O serie de măsuri tehnice de control pot conduce la aceasta, prin:

- izolarea sursei de zgomot, prin intermediul carcasării acesteia, fonoizolării sau amortizării vibraţiilor prin intermediul suspensiilor metalice sau pneumatice sau a suporturilor din elastomer;
- reducerea zgomotului la sursă sau pe calea de propagare prin utilizarea incintelor fonoizolante şi a ecranelor, montarea de atenuatoare sau amortizoare de zgomot la eşapare sau prin reducerea turaţiei de aşchiere, de ventilare sau a vitezei de impact;
- înlocuirea sau modificarea maşinilor - utilizarea în special a transmisiilor prin curea în locul transmisiilor zgomotoase prin roţi dinţate, sau a sculelor electrice în locul celor pneumatice;
- aplicarea de materiale mai silenţioase - cum ar fi o îmbrăcăminte din cauciuc la recipientele de alimentare sau colectare, benzi transportoare şi vibratoare.

Metode de combatere sau reducere a zgomotului la sursă în mediul industrial:

- adoptarea unor soluţii de atenuare a zgomotului specifice naturii sursei;
- evitarea vibraţiilor inutile,suprimarea şocurilor sau amortizarea lor;
- dotarea echipamentelor care nu au fost proiectate iniţial cu atenuatoare de zgomot;
- modificarea utilajelor şi tehnologiilor.

4. Concluzii

■ Eliminarea zgomotului la sursă este cea mai eficientă modalitate de prevenire a riscurilor şi trebuie luată în considerare ori de câte ori sunt achiziţionate echipamente tehnice noi sau sunt proiectate noi locuri de muncă.

■ O politică de achiziție propice unui mediu de muncă lipsit de zgomot sau cu zgomot redus reprezintă metoda cea mai eficientă din punct de vedere al costurilor, pentru prevenirea sau controlul zgomotului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Darabont, A., Iorga, I., *Măsurarea zgomotului şi vibraţiilor în tehnică*, pag.1-113,Editura Tehnică, Bucureşti, 1983.
[2] Barnea, M., *Efectele poluării mediului asupra omului*, Editura Academiei R.S.R, Bucureşti, 1973, pag. 73-90.
[3] Căpăţînă Camelia, Tomescu, I., *Poluarea sonoră*, University's day, 8-th International Conference, Universitatea „Constantin Brâncuşi" Târgu-Jiu Târgu Jiu, May 24-26, 2002.
[4] Roşu Daniela, *Poluarea sonoră*, capitol în *Ecologie. Suport de curs*, editor Albulescu Mariana, Editura Eurobit, Timişoara, 2008.
[5] * * * http://zgomot.protectiamuncii.ro/docs/galati/Andronescu.

Drd. Ing. Ionela Lavinia LĂPUŞAN
Prof. Dr. Ing. Mariana ARGHIR
Departamentul: Ingineria Sistemelor Mecanice
Facultatea de Construcţii de Maşini
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail:lăpuşanlavinia86@yahoo.com, marianaarghir@yahoo.com,
telefon: 0264 401759, 0264 401657
membri AGIR