



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

DIMINUAREA ȘI ATENUAREA ZGOMOTULUI ÎNTR-O HALĂ INDUSTRIALĂ

Mariana ARGHIR, Georgeta TODICA, Arabela LUNGU

DIMINISH AND SOUND ABSORPTION INTO INDUSTRIAL HALL

The paper contains theoretical considerations for the study regarding the diminish and sound absorption into industrial hall. The indoor plants have the possibility to absorb, to reflect, and to diffract the sound waves. They are given into industrial hall, where is an industrial equipment that produces sound pollution in the strong way. In this situation it is necessary to establish what are the possibility to diminish this pollution, and we consider that it is possible using the plane formed with plants. They are the vegetable with the known sound characteristics as: sound absorption, and sound transmission.

Keywords: reducing industrial noise, pollution sonoră, absorption

Cuvinte cheie: diminuarea zgomotului industrial, poluare sonoră, absorbție

1. Aspecte generale privin poluarea sonoră

Poluarea sonoră în halele industriale produce dezechilibre în întregul organism uman cu efecte temporare sau permanente. Ea produce perturbarea somnului, anxietate, depresie, tulburări de ritm cardiac, nevroză stomacală, hiperactivitate glandulară, hipertonie musculară și mai ales hipoacuzie neurosenzorială sau de percepție.

În întreaga lume, se estimează că 500 de milioane de oameni suferă de o formă de hipoacuzie.

Costul financiar al zgomotului pentru societate este estimat ca fiind între 0,2 – 2 % din PIB [1].

2. Ecranarea și atenuarea zgomotului industrial

Din studiile efectuate asupra posibilităților de absorbție a zgomotului, de către regnul vegetal s-a prezentat în capitolul doi faptul că plantele pot fi folosite ca atenuator de zgomot, prin absorbție, prin reflexie, prin difracție, prin refracție atât în medii închise (în interiorul unor hale industriale, cazul de față), cât și în exterior, dacă plantele sunt amenajate sub formă de perdele în fața unei surse importante de zgomot din curtea unei întreprinderi industriale.

Din studiul din literatura de specialitate se poate spune că, absorbția poluării sonore de către plante depinde de mai mulți factori, printre care se pot enumera: Factorii morfologici, ce rezidă din formă a frunzelor, distribuția acestora pe înălțimea plantei, volumul foliar al acestora; Factorii fiziologici, care țin de mediul în care se găsește planta; Densitatea plantelor; Amplasamentul acestora, sub formă de perdele, panouri, care va constitui studiul din capitolul de față; Frecvența sursei sonore.

Toate aceste aspecte au fost luate în considerare, pentru realizarea unui panou fonoabsorbant, în interiorul halei industriale, reprezentată schematic în figura 1, a cărui sursă principală de zgomot este un utilaj, ce realizează imprimarea pe folie stratificată a unor reprezentări specifice produselor alimentare preambalate.

Din multitudinea de specii de plante [1], s-au selectat două categorii de absorbant vegetal. Situația se prezintă centralizat în tabelul 1 (Coeficientul de absorbție funcție de materialul vegetal utilizat [1]) pentru Ficus Benjamina și pentru scoarța de copac, corespunzător coeficientului de absorbție, iar în tabelul 2 (Coeficientul de transmitere funcție de materialul vegetal utilizat) pentru coeficientul de transmitere.

Tabelul 1

Plante/ Frecvențe [Hz]	Coeficientul de absorbție					
	125	250	500	1000	2000	4000
Ficus Benjamina	0,06	0,06	0,1	0,19	0,22	0,57
Scoarța de copac	0,05	0,16	0,26	0,46	0,73	0,88

Tabelul 2

Plante/ Frecvențe [Hz]	Coeficientul de transmitere					
	125	250	500	1000	2000	4000
Ficus Benjamina	0,65	0,57	0,42	0,37	0,29	0,21
Scoarța de copac	0,23	0,21	0,20	0,15	0,05	0,06

Coeficientul de transmitere se estimează aproximativ din [ISO 9613-2], cu relația :

$$A_{gr} = 4,8 f - \left(\frac{2h_m}{d} \right) \left[17 + \left(\frac{300}{d} \right) \right] \geq 0 [dB] \quad (1)$$

În această relație semnificația notațiilor este:

A_{gr} – este gradientul coeficientului de absorbție, care se găsește centralizat pe cele două categorii de materiale în tabelul 1;

h_m – coeficientul de transmitere;

d – distanța de la sursă;

f – este frecvența sursei.

Prin aplicarea relației (1) pentru cele două categorii de materiale, s-a putut întocmi tabelul 2, ce va fi utilizat mai târziu împreună cu tabelul 1, la studierea atenuării zgomotului în hala industrială.

2.1 Poziționarea barierei fonoabsorbante

Se ia în considerare amplasarea utilajului, care constituie sursa de zgomot, prezentată în figura 1, iar în zona deschiderii din utilaj, care este reprezentată punctat în desen, se va posta un panou fonoabsorbant, care va fi format din cele două materiale: coaja de copac și grup de plante din specia Ficus Benjamina.

În figura 4.7 [3] se redă situația din hala industrială în care se găsește sursa de zgomot, cu deschiderea din utilajul, care produce poluarea de 4,28 m x 3,5m.

3. Expresia matematică a absorbției sonore

Studiile efectuate asupra absorbției sonore, la deplasarea undelor prin diferite medii, se diminuează exponențial și depinde de materialul fonoabsorbant pe care în străbate. De la sursa de zgomot,

reprezentată în figura 1 unde sonorele străbat o distanță prin aer, unde vor fi atenuate, după o lege exponențială.

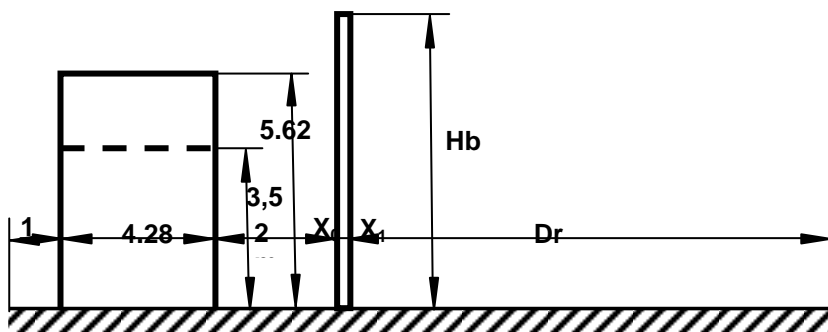


Fig. 1 Schema explicativă a barierei fonoabsorbante. Vedere din față. 1- sursa de zgomot; 2 – bariera fonoabsorbantă; Hb – înălțimea barierei; Dr – distanța până la receptor; X_0 – cota de intrare a sunetului în bariera; X_1 – cota de ieșire a sunetului din barieră

La cota X_0 specificată în desen, undele sonore se lovesc de bariera/perdeaua din material vegetal. Aici suferă unele transformări:

- O parte din acestea sunt reflectate și se întorc în mediul din care au venit, unde formează unde stationare, împreună cu undele incidente;
- O parte sunt absorbite de către bariera de zgomot. După cum rezultă din tabelul 1, **coeficientul de absorbție** depinde de materialul fonoabsorbant, dar depinde și de frecvența excitației;
- O altă parte traversează bariera (dacă este din coajă de copac) / perdeaua (dacă este din plante de Ficus Benjamină în ghivece) și **coeficientul de transmitere** depinde de materialul fonoabsorbant, dar și de frecvența sursei;
- O altă parte se difractă, sau se refractă la suprafața barierei / perdelei. Ceea ce se găsește aici, dar și partea care se reflectă formează împreună **coeficientul de reflexie**.

La ieșirea din barieră, notată cu cota X_1 undele sonore se deplasează prin aer și suferă absorbție (atenuare) exponențială, la propagarea sunetului în aer liber.

Între coeficientul de absorbție – notat cu „a” – , coeficientul de transmitere – notat cu „t” – și coeficientul de reflexie – notat cu „r” – există o relație liniară. Suma lor este constantă și egală cu „1”.

$$1 = a + t + r \quad (2)$$

3.1 Propagarea undei sonore

Unda sonoră se propagă în medii diferite cu coeficienți corespunzători mediului, prin care se propagă. Pentru unda sonoră, ce întâlnește bariera/perdeaua formată din material fonoabsorbant, unda se propagă după legea:

$$p(x,t) = \begin{cases} \left(A \cdot e^{-a_1 \cdot x} \cdot \cos\left(\omega \cdot t - \frac{\omega}{c} \cdot x\right) \right) & \text{if } x \leq x_0 \\ \left[(1-r)A \cdot e^{-a_1 \cdot x_0} \cdot e^{-a_2 \cdot (x-x_0)} \cdot \cos\left(\omega \cdot t - \frac{\omega}{c} \cdot x\right) \right] & \text{if } (x > x_0 \wedge x < x_1) \\ \left[(1-r) \cdot \tau \cdot A \cdot e^{-a_1 \cdot x_0} \cdot e^{-a_2 \cdot (x_1-x_0)} \cdot e^{-a_3 \cdot (x-x_1)} \cdot \cos\left(\omega \cdot t - \frac{\omega}{c} \cdot x\right) \right] & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

În relația (3):

- în prima linie este trecută legea de propagare, proiectată pe axă Ox, longitudinală în reprezentarea din figura 1, până la întâlnirea obstacolului, corespunzător barierei;
- în a doua linie este specificată legea de propagare, prin obstacolul dat de bariera sau perdeaua formată din materialul vegetal, proiectată pe axă Ox, longitudinală în reprezentarea din figura 1;
- iar, în cea de a treia linie se găsește legea de propagare a undei sonore, prin aer, după ce a depășit bariera, până la peretele încăperii sau până când energia undei se anulează. Reprezentarea este proiectată pe axă Ox, longitudinală în reprezentarea din figura 1.

Amplitudinea oscilației corespunzătoare undei sonore, prezintă variație exponențială în timp și se prezintă sub forma:

$$A_{dl}(x) := \begin{cases} A \cdot e^{-a_1 \cdot x} & \text{if } x < x_0 \\ (1-r) \cdot A \cdot e^{-a_1 \cdot x_0} \cdot e^{-a_2 \cdot (x-x_0)} & \text{if } [(x \geq x_0) \wedge (x < x_1)] \\ (1-r)A \cdot e^{-a_1 \cdot x_0} \cdot e^{-a_2 \cdot (x_1-x_0)} \cdot e^{-a_3 \cdot (x-x_1)} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

În relația (4) succesiunea relațiilor are aceeași ordine, ca în relația (3) cu specificația că, acestea nu se proiectează pe axa longitudinală Ox, a figurii 1, ci dă succesiunea plană a amplitudinii unde sonore și este reprezentată în fiecare figură a diagramei de variație a amplitudinii prin culoarea albastră.

4. Concluzii

■ Poluarea sonoră în halele industriale este direct răspunzătoare de starea de sănătate a operatorului uman, care își desfășoară activitatea profesională la utilajul, care constituie sursa de zgomot, dar și în vecinătatea acestuia, care poate să fie în aceeași încăpere sau în cele alăturate.

■ Se analizează teoretic atenuarea în hală prin introducerea unui panou/perete/barieră de zgomot în dreptul sursei poluante, ceea ce duce la diminuarea zgomotului din spatele barierei, prin care desfășurarea activității productive sde poate realiza nesctingherită.

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * <http://www.ecophon.com/en/resources/acoustic-knowledge-bank/Basic-Acoustics/Sound-absorption>.
- [2] * * * SR EN ISO 11654:2005. Acustică. Absorbanți acustici utilizați în clădiri. Evaluarea absorbției acustice.
- [3] Arabela LUNGU, Mariana ARGHIR, *Studii și cercetări privind poluarea sonoră în halele industriale*, „Conferința Internațională Multidisciplinară „Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”, Sebeș, 6 – 7 iunie 2014, Știință și Inginerie, ISSN 2067-7138, An XIV, Vol. 26 / 2014, pag. 191-198, Editura AGIR.
- [4] * * * ISO 9613-2, *Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation*, 1996.

Prof. em. Dr. Ing. Mariana ARGHIR
Drd. Ing. Arabela LUNGU, Dr. Ing. Georgeta TODICA,
Departamentul: Ingineria Sistemelor Mecanice,
Facultatea de Construcții de Mașini,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
e-mail: marianaarghir@yahoo.com; arabelalungu@yahoo.com
telefon: 0724-268078