

DETERMINĂRI ACUSTICE PE PLĂCI CU DOUĂ TIPURI DE MATERIALE TEXTILE RECUPERABILE

ACOUSTIC PANELS DETERMINATIONS IN TWO TYPES OF RECOVERABLE TEXTILES

Iuliana STAMATE¹, Ovidiu VASILE², Radu I. IATAN³

¹Colegiul Tehnic Gheorghe Asachi
București, Romania
e-mail: yulyanastamate@yahoo.com

²I.C.E.C.O.N.
București, Romania
e-mail: ovidiu_vasile2002@yahoo.co.uk

³Dept. Echipamente de Proces, Universitatea Politehnica București
București, Romania
e-mail: r_itan@yahoo.com

Rezumat. Se urmărește obținerea unor rezultate experimentale despre izolarea fonică a două tipuri de plăci textile din materiale recuperabile: o placă este din fibre scurte – deșeuri, de lână, pentru două grosimi: 3 mm și 10 mm, iar cea de a doua placă este realizată din fibre sintetice PNA recuperate, cu o grosime de 10 mm. Pentru efectuarea determinărilor este folosit tubul de impedanță cu 2 microfoane, tip 4206 A și software de achiziție a datelor Brüel & Kjør. Analizând rezultatele coeficientului de absorbție reiese că materialele au unele caracteristici de absorbție; grosimea plăcilor influențează direct proporțional absorbția fonică și funcție de materia primă, de preferință ar fi utilizarea plăcii fabricate din deșeuri de material sintetic. Se studiază aceste caracteristici în scopul folosirii acestor plăci la carcasarea surselor de zgomot industriale.

Cuvinte cheie: fonoabsorbant, placă, recuperabil, sintetic, grosime.

Abstract. The aim is to obtain the experimental results of sound insulation for two types of plate made of recoverable textile materials: one plate is a staple fiber - waste wool, two thickness: 3 mm and 10 mm, and the second plate is made of PNA recovered fibers with a thickness of 10 mm. For determinations is used the impedance tube with 2 microphones, type 4206 A and data acquisition software Brüel & Kjør. Analyzing the results of absorption coefficient show that the materials have some characteristics of absorption; plate thickness affects sound absorption and proportionally depending on the feedstock, preferably is using plate made from material sintetic waste. We studying these features in order to use these plates to seal industrial noise sources.

Keywords: sound absorbing, plate, recoverable synthetic, thickness.

1. INTRODUCERE

În urma diverselor procese tehnologice din industria textilă - filatură, țesătorie, tricotaje, confecții -, rezultă mai multe tipuri de deșeuri [1 - 4]. Toate sunt supuse desfibrării, pentru ca odată ajunse din nou în stare de fibră să li se dea un nou parcurs tehnologic, în scopul obținerii unor plăci de material textil [1]. Prezentul studiu susține proprietățile fonoabsorbante ale acestor materiale, în scopul lărgirii domeniului lor de utilizare, în cadrul unor materiale compozite fonoabsorbante, care pot placa pereții halelor industriale, reducând nivelul de zgomot la care sunt supuși lucrătorii [5] sau pot folosi la capsularea motoarelor, pentru diminuarea zgomotului la sursă [6].

De subliniat este interesul pentru utilizarea materialelor reciclabile în realizarea materialelor compozite ce au fost studiate [7 - 11]. Inserțiile de fibre au un rol important, motiv pentru care s-a urmărit impactul acestora, atât pentru fibre lemnoase sau de ceai [11, 12], cât și pentru fibre textile – bambus, iută [13 - 16]. Utilizarea intenționată dată materialelor compozite care urmează a fi realizate este aceea de obținere a unor structuri cu care să se realizeze carcasarea surselor de zgomot. Interes adecvat este remarcat și în conținutul lucrărilor [17 - 19].

2. OȚINEREA PLĂCILOR DIN DEȘEURI DE MATERIAL TEXTIL

Tabelul 1

Generalități cu privire la procedeele de obținere a straturilor fibroase [1]

Procedeu	Orientarea fibrelor	Masa stratului fibros (g/m ²)	Direcția cu rezistența maximă
1. Procedee în stare uscată: - cardare-pliere	Unghiuri de pliere	80...800...1000	După unghi de pliere
- procedeu aerodinamic	Multidirecțională	50...5000...10500	Echilibrată în toate direcțiile
- procedeu STRUTO	Lamele vâl perpendiculare	100...500	Perpendiculară pe planul stratului fibros
- procedeu pentru structuri HIGH-LOFT	Perpendiculară	100...700	Perpendiculară
2. Procedeu în stare umedă	Multidirecțională	50...250	Echilibrată în toate direcțiile

Operațiile cuprinse în procesul tehnologic din procedeele prezentate în tabelul 1, sunt grupate în următoarele faze: tăiere sau mărunțire a deșeurilor, cântărire deșeuri, cardare, amestecare cu rășini termoadezive, uscare, depunere în matrice, termopresare, tăiere și egalizare margini.

Tehnologiile de consolidare a straturilor fibroase cuprind:

1 - **procedee mecanice**: interțesere; interțesere și scămoșare; coasere – tricotare, eventual urmată de scămoșare;

2 - **procedee fizico – chimice**: cu adezivi în stare lichidă și în stare solidă;

3 - **procedee mixte**.

Consolidarea stratului fibros se realizează în proces de tip discontinuu sau continuu – spre acesta concurând tendințele actuale, condiționate de multiplele automatizări [1].

Clasificarea plăcilor sau a panourilor presate, având în componență deșeuri textile, din punct de vedere a caracteristicilor de rezistență și elasticitate, cuprinde: plăci dure, rigide, flexibile și moi. Plăcile sau panourile presate din deșeuri textile, au grosimi de 3...10 mm și se pot realiza cu următoarele suprafețe: cca 250 mm x 250 mm, până la cca 2000 mm x 5000 mm [3, 4].

Dezvoltarea continuă a domeniului textil, prin descoperirea de noi fibre și tehnologii de prelucrare a acestora a dus la obținerea de noi materiale compozite, de înaltă performanță, utilizându-se în special sub forma de plăci stratificate. Datorită naturii tridimensionale a fibrelor, arhitectura structurilor obținute este mai puțin înclinată spre delaminare și rezistența sa la impact crește semnificativ [4].

3. MĂRIMI CARACTERISTICE MATERIALELOR FONOAORSORBANTE

Dezideratele de reducere a nivelului global al zgomotului pot fi realizate simultan și pe toată gama de frecvențe, numai dacă se utilizează structuri de materiale de tip sandwich/sandvici care conțin cel puțin un strat de material poros cu caracteristici fonoabsorbante (pentru zgomotul cu frecvențe medii și înalte), un strat de material cu masă specifică ridicată care să aibă proprietăți fonoizolatoare (a zgomotului cu frecvențe joase), precum și un strat de material cu proprietăți de amortizare a vibrațiilor și zgomotului structural.

Pentru caracterizarea proprietăților fonoabsorbante ale materialelor, este necesar a se preciza cantitativ, atât gradul de transmisie a undelor acustice la suprafața de separare a celor două medii, precum și gradul de absorbție acustică [20, 21].

Coefficientul de reflexie acustică r este definit de raportul dintre fluxul de energie acustică a undelor reflectate și fluxul de energie acustică a undelor incidente pe suprafața de separare a celor două medii.

Coefficientul de transmisie acustică T este definit de raportul dintre fluxul de energie acustică a undelor transmise și fluxul de energie acustică a undelor incidente pe suprafața de separare a celor două medii.

Coefficientul de absorbție acustică α_i apare dacă la suprafața de separare a celor două medii are loc o disipare de energie acustică [22]:

$$\alpha_i = 1 - \frac{\Phi_r}{\Phi_i} \quad , \quad (1)$$

unde Φ_r reprezintă fluxul de energie acustică reflectată; Φ_i - fluxul de energie incidentă.

Atunci când cantitatea de energie nu este reflectată, se consideră absorbită.

Valoarea medie a acestui coeficient poate fi evaluată cu expresia [21, 23]:

$$\alpha_{med} = \frac{\sum \alpha_i S_i}{\sum S_i} \quad . \quad (2)$$

Coefficientul de absorbție acustică, α , este definit ca raport între energia sonoră absorbită (E_a) de mediul în care trece unda și energia unei incidente (E_i) [22]:

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}, \quad (3)$$

sau:

$$\alpha = 1 - \left(\frac{E_r}{E_i} \right) \quad (4)$$

în care E_r este energia undei reflectate.

Suprafața fonoabsorbantă echivalentă poate fi calculată cu relația [20, 21]:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i \quad (5)$$

unde S_i reprezintă suprafața cu/fără tratament fonoabsorbant i ; α_i - coeficientul de absorbție acustică a suprafeței S_i .

Reducerea nivelului global de zgomot ΔL se calculează cu relația [20, 21, 22]:

$$\Delta L = 10 \lg \frac{A}{A_0} \quad (6)$$

unde A reprezintă suprafața de absorbție acustică, echivalentă, după aplicarea tratamentului acustic; A_0 - suprafața de absorbție acustică, echivalentă, fără tratament acustic.

Absorbția acustică din interiorul zonei unde se produce zgomotul poate fi caracterizată și de **constanta de absorbție**:

$$R = \frac{\alpha_m \cdot S}{1 - \alpha_m} \quad (7)$$

4. PREZENTAREA APARATURII UTILIZATE ȘI A MATERIALELOR SUPUSE TESTĂRILOR

La realizarea încercărilor pentru determinarea coeficientului de absorbție acustică α , a coeficientului de reflexie a presiunii acustice, a impedanței acustice de suprafață sau a admitanței acustice de suprafață a materialelor structurilor complexe compozite și obiectelor, se utilizează metoda tubului Kundt (interferometrul acustic), conform SR EN ISO 10534-1:2002 și SR EN ISO 10534-2:2005 [23, 24]. Componenta sistemului experimental este: tub de citire a impedanței cu 2 microfoane, tip 4206 A, transformator, amplificator, PC cu soft de preluare a datelor Brüel&Kjer. Determinările acustice se fac în gama de frecvențe de 100Hz÷3,2 kHz [25].



Fig. 1. Tub Kundt de citire a impedanței



Fig. 2. Tipurile de materiale supuse testărilor

Pentru experimentări se folosesc două tipuri de materiale (fig. 2):

1. Din fibre scurte de lână, placă cu grosimea de 3 mm, utilizată pentru ștanțarea garniturilor de etanșare – proba P5 – fig. 3,a; sau placă cu grosimea de 10 mm – proba P 6 – fig. 3,b;

2. Din fibre sintetice: 85% deșuri PNA și 15% fibre PA sau PE la prima utilizare sau recuperate, cu grosimea de 8 – 10 mm – proba P 7 – fig. 3,c.



a)

b)

c)

Fig. 3. Prezentarea materialelor supuse testărilor

4. REZULTATE EXPERIMENTALE

Tabelul 2

Date experimentale obținute pentru coeficientul de absorbție

Proba P 5		Proba P 6		Proba P 7	
f (HZ)	Real Part	f (HZ)	Real Part	f (HZ)	Real Part
100	0.0054	100	0.0080	100	0.0034
125	0.0046	125	0.0164	125	0.0133
160	0.0081	160	0.0301	160	0.0212
200	0.0159	200	0.0365	200	0.0156
250	0.0371	250	0.0439	250	0.0208
315	0.0217	315	0.0587	315	0.0315
400	0.0239	400	0.0683	400	0.0353
500	0.0242	500	0.0911	500	0.0516
630	0.0292	630	0.1123	630	0.0717
800	0.0313	800	0.1368	800	0.1035
1000	0.0386	1000	0.1645	1000	0.1465
1250	0.0448	1250	0.2006	1250	0.2132
1600	0.0568	1600	0.2547	1600	0.3184
2000	0.0774	2000	0.3202	2000	0.4420
2500	0.1114	2500	0.4112	2500	0.5861
3150	0.2671	3150	0.5087	3150	0.6370

Tabelul 3

Clase de absorbție [15, 24]

Absorption coefficient α	Sound Absorption Class
1,00 – 0,90	A
0,85 – 0,80	B
0,75 – 0,60	C
0,55 – 0,30	D
0,25 – 0,15	E
0,10 – 0,00	Not classified

Interpretând datele din tabelul 3, se obține un grafic pentru toate probele, vizualizându-se diferențele de comportament al materialelor.

Se observă o creștere direct proporțională a coeficientului de absorbție funcție de frecvență, pentru toate tipurile de material.

Valoarea coeficientului de absorbție pentru proba P 5 are cea mai lentă creștere, până la valoarea de 2500 Hz (fig. 4); coeficientul de absorbție ia valori sub 0,1. Proba se încadrează în clasa E de absorbție; aceasta se datorează grosimii mici a materialului. Dacă se analizează influența grosimii materialului, rezultă că proprietățile fonoabsorbante ale materialelor au o corelare direct proporțională cu grosimea plăcii. Conform claselor de absorbție acustică, cele două probe cu grosimea de 10 mm, se încadrează (fig. 4): P 6 intră în clasa de absorbție D și P 7 se încadrează în clasa de absorbție C ($\alpha_m = 0,60-0,75$). Până la 1000 Hz, proba P 6, care este realizată din fibre scurte de lână, având o grosime a plăcii de 10 mm, are valorile cele mai ridicate ale acestui coeficient de absorbție. Pe plaja de frecvențe între 0 și 1000 Hz acest material se comportă cel mai bine din punct de vedere al absorbției acustice, dintre materialele

studiate. Diferențe esențiale rezultă din analiza curbelor în intervalul 1000 – 3150 Hz, luând chiar un reper intermediar și anume frecvența de 2000 Hz: pentru P 6, α_i are valoarea de 0,3202 (fig. 4), iar pentru proba P 7, α_i are valoarea de 0,4420 (fig. 4). Calitățile fonoabsorbante mai bune ale probei P 7 se manifestă printr-o creștere mai rapidă a coeficientului de absorbție, atât pe intervalul de frecvență 1000-2000 Hz, de la 0,1465 la 0,4420 (fig. 4), cât și în continuare pe intervalul 2000-3150 Hz, de la 0,4420 la 0,6370 (fig. 4).

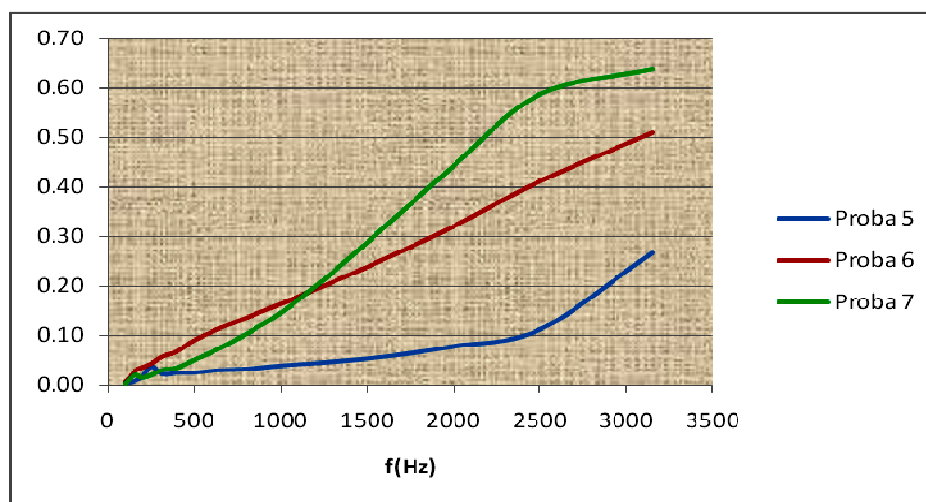


Fig. 4. Curba absorbției pentru cele trei tipuri de materiale testate pe 1/3 octavă

5. CONCLUZII

Analizând rezultatele coeficientului de absorbție reiese că materialele au unele caracteristici de acest gen, diferențiate; grosimea plăcilor și natura materialului influențează direct proporțional absorbția fonică. O recomandare în acest sens, în cazul de față, este utilizarea plăcii fabricate din deșuri de material sintetic. Dintre aceste trei plăci textile, doar placa P 7, ce conține deșuri PNA, cu o pondere de min. 85%, se recomandă a avea utilizare în domeniul izolării fonice, eventual prin integrarea într-un compozit stratificat, unde și celelalte componente să dețină proprietăți fonoabsorbante, dar și caracteristici de rezistență mecanică și/sau chimică. Se studiază aceste caracteristici în scopul folosirii acestor plăci la carcasa surselor de zgomot industriale și al stabilirii unei structuri multistrat convenabile din punct de vedere tehnic și economic. Cercetările efectuate cu scopul enunțat, pot fi dezvoltate și în cazul altor materiale cu caracteristici fonoabsorbante, cu matrice polimerică, de regulă, și armătură sau umplutură de natură animală sau vegetală.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Zamfir, M., *Deșuri textile-surse reale de materii prime*, Editura Performantica, Iași, 2008.
- [2]. Cioară, I., *Inginerie generală în textile pielărie*, Editura Performantica, Iași, 2007.
- [3]. Dorogan, A., Cărpuş, E., *Produse textile funcționalizate utilizate în domenii tehnice: rolul elementelor textile din componența automobilelor* (2009), Editura Certex, București.
- [4]. * * * *Manualul Inginerului Textilist*, vol. II, partea A, Editura AGIR, București, 2003.

- [5]. **Beranek, L.**, *Problema zgomotului în industria textilă*, Textile Industries, S.U.A., 134, nr. 6, 1970, pp. 113 - 117 și 144.
- [6]. **Kubik, S.**, *Zgomotul la locul de muncă*, vol. II, Bratislava, 1986.
- [7]. **Tiuc, A., O. Vasile, O., Gabor, T.**, *Determination of Antivibrational and Acoustical Properties of Some Materials Made From Recycled Rubber Particles and Sawdust*, Romanian Journal of Acoustics and Vibration, vol. XI, issue 1, 2014, pp. 47-52, ISSN 1584 - 7284.
- [8]. **Youngeung Lee, Changwhan Joo**, *Sound Absorption Properties Of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers*, Autex Research Journal, Vol. 3, No2, June 2003.
- [9]. **Gheorghe, A., Borlea (Tiuc), A.**, *Evaluation of absorbing performances for composite plates made from recycled waste*, SISOM 2012 and Session of the Commission of Acoustics, Bucharest 30-31 May, pp. 307 - 313.
- [10]. **Zhou, Hh., B. Li, Huang, G., He, J.**, A novel composite sound absorber with recycled rubber particles, Journal of Sound and Vibration, Nr. 304, 2007, pp. 400 – 406.
- [11]. **Terciu, O. M. , Curtu, I., Cerbu, Camelia, Stan, G. I.**, (2011), *Research On Mechanical Properties Of Composites Materials Reinforced With Lignocellulosic Fibers*, The 8th International Conference “Wood Science And Engineering In The Third Millenium, Icwise 2011, 3-5 November 2011, Brasov, Romania, Issn 1843-2689, pp. 345 - 352.
- [12]. **Ersoy, S., H. Kucuk, H.**, *Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties*, Applied Acoustics, Nr. 70, 2009, pp. 215 – 220.
- [13]. **Koizumi, T., Tsujiuchi, N., Adachi, A.**, *The Development of Sound Absorbing Materials Using Natural Bamboo Fibers*, High Performance, WIT Press, 2002.
- [14]. **Fatima, S., Mohanty, A. R.**, *Acoustical and fire-retardant properties of jute composite materials*, Applied Acoustics, Nr.72, 2011, pp. 108 – 114.
- [15]. **Curtu, I., Stanciu, M. D., Coșoreanu, C., Vasile, O.**, *Assessment of Acoustic Properties of Biodegradable Composite Materials with Textile Inserts*, Materiale plastice 49, Nr. I, 2012, pp. 68 – 72.
- [16]. **Bratu, P.**, *Tracing Curves For The Sound Absorbing Characteristics In Case Of Composites Consisting Of Textile Materials*, Romanian Journal Of Acoustics And Vibrations, Vol 4, Nr. 1, 2007, P. 23 - 26.
- [17]. **Nastac, S., Anghelache, D., Stanciu, M., Curtu, I.**, *On acoustic panels with high performances for pollutant individual working place insulation*, 8th International DAAAM Baltic Conference "INDUSTRIAL ENGINEERING -19-21 April 2012, Tallinn, Estonia, pp. 69 - 73.
- [18]. **Anghelache, D.**, *About phonic isolation of the mobile equipment cabin*, The Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati, Fascicle XIV Mechanical Engineering, vol.1, 2008.
- [19]. **Bratu, P., N. Drăgan, N., Vasile, O.**, *Experimental studies of sound absorption coefficient of composite materials used for acoustic treatments of the cabins*, in the 11-th International Congress on Automotive and Transport Engineering CONAT 2010, Proceedings – Volume III “Automotive Vehicles and Environment”, ISSN 2069-0401, 2010, p. 177 - 181.
- [20]. **Alexandrescu, L.**, *Acustica Industrială*, Editura Infomarket, Brașov, 2001.
- [21]. **Bratu P.**, *Acustica interioară pentru construcții și mașini*, Editura Impuls, București 2002.
- [22]. **Enescu N., Magheți I., Sârbu M. A.**, *Acustica tehnică*, Editura ICPE, București, 1998.
- [23]. *** SR EN ISO 10534 – 1: 2002. Determination of sound absorption coefficient and acoustic impedance with the interferometer. Part 1: Stationary wave ratio method, 2002.
- [24]. *** SR EN ISO 10534 – 2 : 2005. Determination of sound absorption coefficient and acoustic impedance with the interferometer. Part 2. Transfer function method, 2002.
- [25]. *** SR ISO 11654. Acoustics. Acoustic Absorbers For Use In Buildings. Evaluation Of Acoustic Absorption, 2002