

CERCETĂRI ASUPRA CAPACITĂȚII DE IZOLARE TERMICĂ A UNOR COMPOZITE DIN MATERIALE BIODEGRADABILE

Cristina Marinela OLĂRESCU

Ing. – TRANSILVANIA University in Braşov – Faculty of Wood Engineering
Adresa/Address: B-dul Eroilor nr. 29, 50036 Braşov, Romania
E-mail: cristina.olarescu@yahoo.com

Camelia COŞEREANU

Ass.prof.dr.eng. – TRANSILVANIA University in Braşov – Faculty of Wood Engineering
Adresa/Address: B-dul Eroilor nr. 29, 50036 Braşov, Romania
E-mail: cboieriu@unitbv.ro

Rezumat:

Lucrarea este structurată pe trei părți: în prima parte sunt prezentate optsprezece tipuri de plăci compozite obținute experimental din materiale biodegradabile: aşchii de lemn și fibre textile naturale ca materiale de ranforsare și diferite tpuri de lianți: minerali, făină de grâu, materiale acrilice, în diferite combinații. A doua parte cuprinde determinarea coeficientului de conductivitate termică pentru panourile propuse, iar a treia parte este constituită din concluzii.

Cuvinte cheie: materiale compozite; izolare termică.

INTRODUCERE

Termenul de material compozit, reprezintă orice fel de combinație între două sau mai multe materiale solide cu structuri, forme și utilizări diverse, în scopul obținerii unui nou produs ale cărui proprietăți să combine avantajos caracteristicile fiecărui component în parte.

Avantajul major al structurilor compozite constă în posibilitatea modelării proprietăților și obținerea în acest fel a unei game foarte variate de materiale, a căror utilizare se poate extinde în aproape toate domeniile de activitate (Ștefănescu 1996).

OBIECTIVE

Obiectivul principal al lucrării este acela de a prezenta cercetările referitoare la proiectarea și execuția unor materiale compozite ecologice, biodegradabile cu proprietăți bune de izolare termică.

Utilizând materiale biodegradabile precum aşchiile și fibrele din lemn, resturi de lână din procesul de producție și lianți ecologici (argilă, componenți acrilici, ciment, gips, făină de grâu), cercetarea a avut ca scop studiul și experimentarea unor rețete de combinare a lianților ecologici cu inserțiile de lemn și textile în vederea obținerii unor materiale cu densități diferite și capacități de izolare termică diferite.

În final, lucrarea de față prezintă rezultatele privind studiul capacității termoizolante a noilor structuri de panouri propuse.

METODĂ, MATERIALE ȘI APARATURĂ

Au fost realizate și testate optsprezece tipuri de panouri aglomerate termoizolante obținute experimental

RESEARCH ON THE THERMAL INSULATION POTENTIAL OF SOME COMPOSITES MADE OF BIODEGRADABLE MATERIALS

Abstract:

The paper is structured on three parts: the first one presents 18 types of composite panels made of biodegradable materials, as follows: wood chips and natural textile fibers as reinforcing materials and various binders: mineral ones, wheat flour, acrylics, in various combinations. The second part presents the experimental determination of the thermal conductivity coefficient for the proposed panels. The third part of the paper presents the conclusions.

Key words: composite materials; thermal insulation.

INTRODUCTION

The term of composite material, is any combination between two or more solid materials having various structures, shapes and use, in order to obtain a new product, whose properties are an advantageous combination of the characteristics of each component.

The major advantage of composite structures is the possibility of modeling their properties, so to obtain a wide range of materials that can be used in almost all fields of activities (Ștefănescu 1996).

OBJECTIVES

The main objective of the paper is to present the results of the research work on designing and producing ecological and biodegradable composite materials with good thermal insulation properties.

Using biodegradable materials as wooden chips and fibers, wool waste from the production process and ecological binders (clay, acrylic components, cement, gypsum, wheat flour), the research focused on studying and experimenting the recipes of mixing ecological binders with wooden and textile insertions in order to obtain materials with different densities and thermal insulation properties

Finally, the paper presents the results obtained for the study of thermal insulation properties of the new structures of the proposed boards.

METHOD, MATERIALS AND EQUIPMENT

Eighteen experimental types of thermal insulating panels made of biodegradable materials were tested.

din materiale biodegradabile, în condiții de laborator.

Panourile aglomerate studiate sunt compozite având ca structură: elemente de armare din fibre de deșuri textile (lână nețesută), așchii sau fibre de lemn iar ca varietate de lianți s-au folosit: soluție acrilică; lac ecologic; făină de grâu; lut; gips; ciment, în diferite combinații după cum se observă în Tabelul 1 și Fig. 1.

Tehnologia de obținere a compozitelor aglomerate, la nivel de laborator este următoarea; destrămarea fibre textile, amestec fibre textile cu așchii de lemn (în unele cazuri și fibre de lemn), mixare amestec + liant, formarea plăcii, compactarea la rece în presă, uscarea la cald (35-40°C) timp de 24h.

The mixed panels studied are composite materials having the following structure: textile wastes (unwoven wool), wood chips and fibers as reinforcing elements and acrylic ecological lacquer, wheat flour, clay, gypsum and cement as the variety of binders used in different combinations, as seen in Table 1 and Fig. 1.

The technology of producing the agglomerated structures of composites, in the laboratory conditions is as follows; to break the textile fibers, to mix the textile fibers with wooden chips (wood fibers in some cases), to add the binder and mix again, to form the board, to compact it into a cold press, to dry the board at a temperature of 35-40°C in 24hours.



a.



b.

Fig. 1.

a - Materialele de ranforsare utilizate (fibre de lemn, deșuri de lână, așchii din lemn) / Reinforcement materials used in the structures (wood fibers, wool waste, wood chips);

b - panourile obținute / the obtained panels.

Tabelul 1/ Table 1

Compoziția și codul panourilor biodegradabile/ The components and the code number of the biodegradable panels

Cod panou/ Board code no.	Compoziție/ Components										
	Așchii de lemn/ Wood chips, [g]	Fibre textile/ textile fibers, [g]	Fibre de lemn/ Wood fibers, [g]	Făină/ Wheat flour, [g]	Lut/ Clay, [g]	Ghips/ Gypsum, [g]	Carton/ Cardboard	Lac acrilic/ Acrylic laquer, [ml]	Ciment/ Cement, [g]	Praf ceramic/ Ceramic dust, [g]	Apă/ Water, [ml]
F2	100	100	100	500	-	-	-	-	-	-	1000
F3	150	150	-	500	-	-	-	-	-	-	100
L4	150	150	-	-	800	-	-	-	-	-	600
L5	150	150	-	-	1000	-	-	-	-	-	700
G5	150	150	-	-	-	600	-	-	-	-	500
G6	150	150	-	-	-	600	-	-	-	-	500
G11	150	150	-	-	-	1000	-	-	-	-	800
G12	100	100	100	-	-	1000	-	-	-	-	900
G13	100	100	100	-	-	1000	2 fețe	-	-	-	1000
G14	150	150	150	-	-	1000	2 fețe	-	-	-	1300
A4	150	150	-	-	-	-	-	350	-	-	-
A5	100	100	100	-	-	-	-	500	-	-	500
A11	100	100	100	-	-	-	-	400	-	-	400
A12	100	100	100	-	-	-	-	500	-	-	400
A13	100	100	100	-	-	-	-	600	-	-	400
A14	100	100	100	-	-	-	-	700	-	-	400
C3	150	150	-	-	-	-	-	-	440	-	250
PC2	100	100	100	-	-	-	-	-	-	1000	800

Acestora li s-au determinat următoarele caracteristici: dimensiuni, volum, masa, densitate, coeficientul de conductivitate termică.

Conductivitatea termică este o caracteristică fizică a oricărui material, ce depinde de temperatură, presiune și natura materialului și este determinată experimental utilizând procedee bazate pe determinări în regim termic staționar și nestaționar (Baciu 1999).

Mărimea conductivității termice poate fi apreciată prin valoarea coeficientului de conductivitate termică λ , definit prin cantitatea de căldură ce traversează o probă de material cu suprafața de 1 m^2 și grosime, de 1 m , în timp de o oră, pentru o diferență de temperatură de 1°C , între două fețe perpendiculare pe fluxul termic (Leonăchescu 1981).

Pentru determinarea experimentală a coeficientului de conductivitate termică s-a utilizat metoda plăcii încălzitoare cu un singur corp de probă (cunoscută sub numele de Masa Bock). Principiul acesteia este redat în continuare.

În ipoteza plăcilor plane, cu suprafețele izoterme paralele și a transferului termic staționar, fluxul termic unitar transmis pe direcția normală la suprafețele izoterme se determină cu ecuația lui Fourier:

$$q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot \Delta t \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \quad (1)$$

în care: λ este coeficientul de conductivitate termică;
 δ - grosimea plăcii;

Δt - diferența de temperatură între suprafețele plăcii.

Prin urmare, coeficientul de conductivitate termică este numeric egal cu fluxul termic conductiv staționar, care traversează unitatea de suprafață a unei plăci de grosime unitară, când diferența de temperatură între suprafețele exterioare este egală cu unitatea. Deci:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{\Delta t} \left[\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right] \quad (2)$$

Determinarea acestui coeficient presupune măsurarea experimentală a mărimilor q , δ și Δt .

REZULTATE EXPERIMENTALE

Pentru o bună evidențiere și vizualizare a datelor obținute pentru noile structuri concepute și testate s-a întocmit Tabelul 2 care cuprinde caracteristicile acestora.

În Fig. 2 sunt reprezentate grafic valorile coeficientului de conductivitate termică pentru plăcile realizate.

S-a încercat o corelație între capacitatea de izolare termică și densitate, pentru structurile studiate. S-a constatat că nu există o relație matematică între acestea, existând cazuri când pentru densități mari s-au obținut coeficienți mici și invers după cum se poate observa în Fig. 3 și Fig. 4.

The following characteristics of the panels were determined: sizes, volume, mass, density and the thermal conductivity coefficient.

The thermal conductivity is a physical characteristic of any material, which depends on temperature, pressure and the nature of the material and it is experimentally determined using the procedure based on the determinations in the stationary and non-stationary thermal conditions (Baciu 1999).

The thermal conductivity size may be assessed by the thermal conductivity coefficient λ , defined by the amount of heat that passes through a sample having a surface of 1 m^2 and 1 m thickness in one hour, in order to cover a difference of temperature of 1°C between the two faces perpendicular to the thermal flow (Leonăchescu 1981).

The experimental method used to determine the thermal conductivity coefficient was the method of heating plate for a single test sample (known under the name of Bock table). Its working principle is presented below.

Having the hypothesis of the plane plates with parallel isothermal surfaces and of the stationary thermal transfer, the unitary thermal flow transmitted in the normal direction to the isothermal surfaces is calculated with Fourier equation, (1):

$$q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot \Delta t \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \quad (1)$$

where: λ is the thermal conductivity coefficient, δ - the thickness of the sample, Δt - the difference of temperature between the surfaces of the sample.

Therefore, the thermal conductivity coefficient is numerically equal to the stationary conductive thermal flow crossing the unit area of a uniform thickness plate, when the difference of temperature between the exterior surfaces is equal to unity. So:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{\Delta t} \left[\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right] \quad (2)$$

The determination of this coefficient means the experimental measuring of q , δ and Δt sizes.

EXPERIMENTAL RESULTS

In order to highlight and better see the results of the new designed and tested structures, their characteristics are presented in Table 2.

The values of the thermal conductivity coefficient determined for the tested boards are presented in a diagram (Fig.2). A correlation between the thermal insulation values and densities of the tested structures was tried to be done. No mathematical equation was found for this correlation, because there were cases when high densities of the boards corresponded to low thermal conductivity coefficients and vice versa, as can be seen in Fig. 3 and Fig. 4.

Tabelul 2/ Table 2

Sinteza caracteristicilor panourilor termoizolante biodegradabile / Synthesis of the characteristics of the biodegradable thermal insulating boards

Nr. Crt./ No	Proba/ Sample	Dimensiuni/ Sizes [mm]			Volum/ Volume [m ³]	Masa/ Mass [kg]	Densitate/ Density [kg /m ³]	Coeficientul de conductivitate termica/ Thermal conductivity coefficient λ
		L	I	g				W/mK
1	F2	257	250	28.1937	0.00181145	0.47464	262.02283	0.06008
2	F3	250	250	57.0825	0.00356766	0.46538	130.44418	0.12629
3	C3	250	250	23.475	0.00146719	0.77972	531.43855	0.0727
4	PC2	258	256	23.9937	0.00158474	0.98623	622.33083	0.1085
5	L4	250	250	22.58	0.00141125	0.61428	435.27369	0.0799
6	L5	260	250	23.855	0.00155058	0.77706	501.14312	0.0822
7	G5	250	250	24.535	0.00153344	0.63717	415.51742	0.0888
8	G6	250	245	25.77	0.00157841	0.54912	347.89385	0.0795
9	G11	257	250	24.1025	0.00154859	1.0141	654.85562	0.093
10	G12	256	250	22.7325	0.00145488	0.9555	656.7552	0.10512
11	G13	250	250	32.6987	0.00204367	1.0474	512.50967	0.12327
12	G14	250	250	32.96	0.00206	1.1624	564.27184	0.12745
13	A4	250	250	38.1887	0.00238679	0.31539	132.13961	0.0493
14	A5	250	250	24.4462	0.00152789	0.3633	237.77929	0.0584
15	A11	250	250	30.7237	0.00192023	0.336	174.97893	0.0504
16	A12	250	250	31.9	0.00199375	0.3592	180.16301	0.0508
17	A13	258	250	30.7575	0.00198386	0.39252	197.85683	0.0412
18	A14	250	250	31.2562	0.00195351	0.37114	189.98599	0.0485

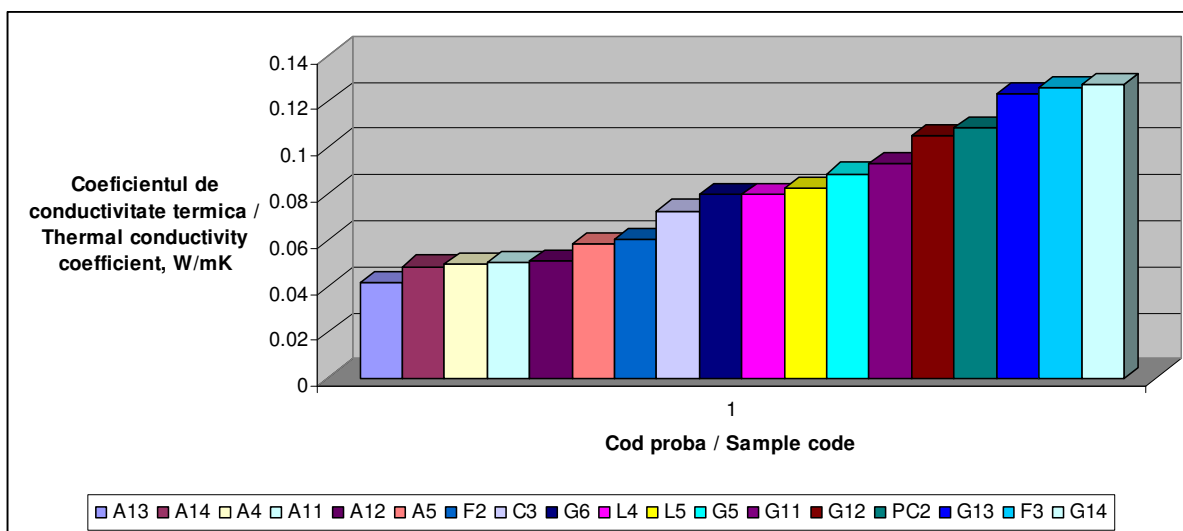


Fig. 2.

Coeficientul de conductivitate termică pentru plăcile realizate/ The thermal conductivity coefficient determined for the tested boards .

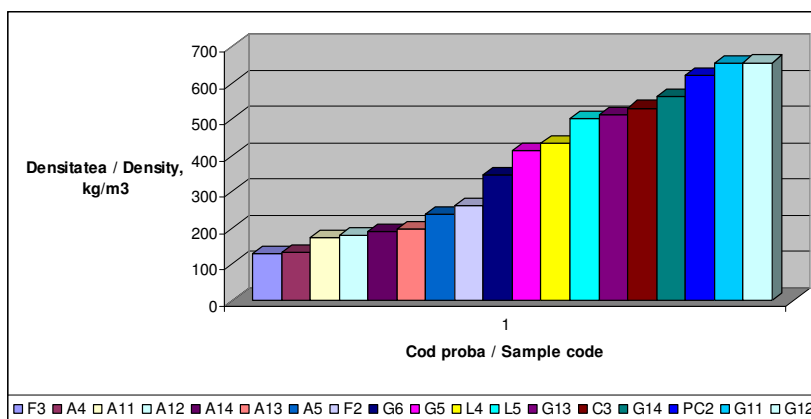


Fig. 3.
Densitatea pentru plăcile realizate/ The density of the tested boards.

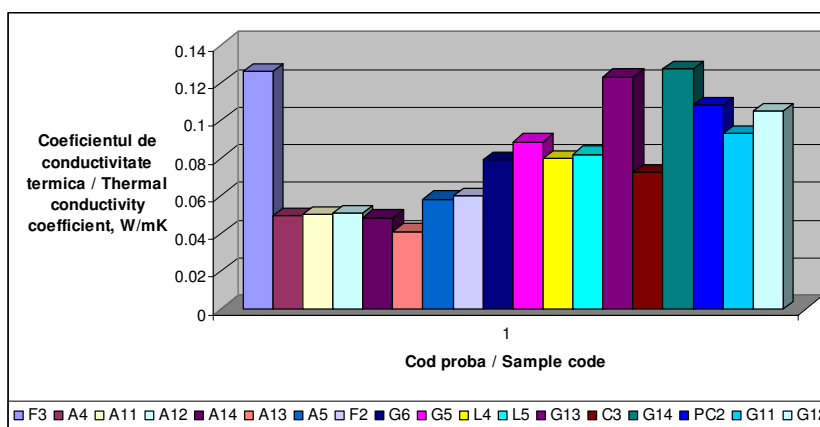


Fig. 4.
Coefficientul de conductivitate termică pentru plăcile realizate în raport cu densitatea/ The thermal conductivity coefficient against the density of the tested boards.

CONCLUZII

Compozitele termoizolante biodegradabile studiate au coeficientul de conductivitate termică cuprins între 0,0412 – 0,12745 W/mK. În practică, materiale de construcție care au valori ale coeficientului de conductivitate termică sub 0,25W/mK sunt utilizate ca materiale izolatoare termice. Conform rezultatelor obținute toate panourile biodegradabile obținute îndeplinesc această condiție.

MULȚUMIRI

Lucrarea s-a realizat în cadrul contractului nr. 72-200 din 2008 - BIOCOMPTX.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

BACIU, A. (1981). Determinarea experimentală a caracteristicilor termotehnice ale materialelor de construcții (Experimental Determination of Thermotechnical Characteristics of Building Materials). Universitatea Tehnică de Construcții, București.
LEONĂCHESCU, N. (1981). Termotehnica (Thermotechnics). Editura Didactică și Pedagogică, București.
ȘTEFĂNESCU, F. (1996). Materialele viitorului se fabrică azi. Materiale Compozite (Materials of Future are Made Today. Composite Materials). Editura Didactică și Pedagogică, București.

CONCLUSIONS

The studied thermal insulating biodegradable composites were determined to have the thermal conductivity coefficient in the range of 0.0412 – 0.12745 W/mK. In practice, the building materials having the thermal conductivity coefficient less than the value of 0.25 W/mK are considered to be thermal insulating materials. According to the obtained results, all tested biodegradable composites meet this condition.

ACKNOWLEDGEMENTS

The paper was prepared in the frame of the contract no. 72-200/ 2008 - BIOCOMPTX.