

TESTAREA LA TRACȚIUNE A MATERIALELOR COMPOZITE LIGNOCELULOZICE CU APLICAȚII ÎN INDUSTRIA AUTOVEHICULELOR

Drd. ing. Ovidiu Mihai TERCIU, Prof. univ. dr. ing. dr.h.c. Ioan CURTU,
Conf. dr. ing. Camelia CERBU, Dr. ing. Mariana Domnica STANCIU

Universitatea „Transilvania” din Brașov

REZUMAT. Lucrarea prezintă câteva dintre rezultatele experimentale obținute în urma testării la tracțiune a unor materiale noi ranforsate cu țesături din fibre de in. Scopul cercetării a fost obținerea principalelor proprietăți mecanice și determinarea influenței direcției firelor de urzeală și de bătătură asupra proprietăților mecanice ale materialelor compozite. Aceste materiale au fost proiectate pentru a fi utilizate în industria autovehiculelor, pentru a obține componente auto de interior cu suprafețe vizibile și texturi naturale.

Cuvinte cheie: aplicații auto, materiale compozite, țesături, fibre naturale, rășină epoxidică.

ABSTRACT. The paper presents some experimental research results from testing new composite materials reinforced with weave fabrics of flax fibres, subjected to tensile stress. The aim of the research is to obtain the main mechanical properties and to determine the influence of warp and weft directions of natural fibres weave fabrics on mechanical properties of composite material. These materials were designed in order to be used in the automotive industry for obtaining interior components with visible surfaces and natural textures.

Keywords: automotive applications, composite materials, weave fabrics, natural fibres, epoxy resin.

1. INTRODUCERE

Datorită problemelor de mediu cauzate de volumul mare de deșeuri, lumea se orientează spre utilizarea materialelor compozite armate cu fibre naturale.

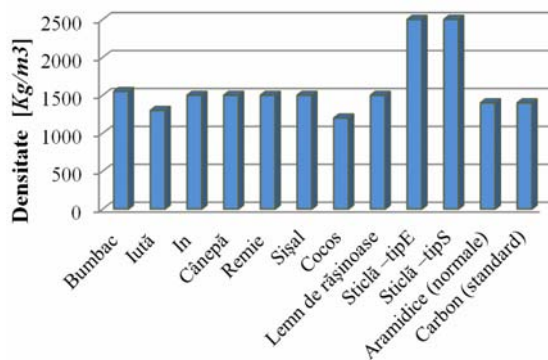


Fig. 1. Comparație între densitatea fibrelor naturale și cele sintetice [3].

Deși fibrele naturale au proprietăți mecanice mai scăzute decât fibrele sintetice, acestea prezintă unele avantaje cum ar fi densitatea scăzută (fig.1), prețul mic al materiei prime și biodegradabilitatea.

Datorită acestor avantaje materialele compozite armate cu fibre naturale sunt apreciate în domeniile în care greutatea materialelor joacă un rol important. Un astfel de domeniu este și cel al componentelor auto de interior.

În figura 2 se poate observa consumul de energie pentru fiecare dintre etapele unui ciclu de viață al unui autovehicul. După cum se poate observa, cea mai mare parte din energia consumată se regăsește în etapa de utilizare. Ținând seama de strânsa legătură dintre consumul de combustibil și greutatea autovehiculului, putem deduce că greutatea materialelor utilizate în construcția unui autovehicul influențează cantitatea de CO₂ emisă în atmosferă cu efecte nefaste asupra mediului.

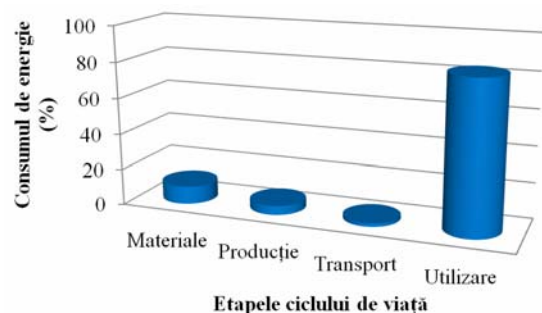


Fig. 2. Valorile aproximative ale energiei consumate în principalele etape ale ciclului de viață ale unui autovehicul.

2. FIBRELE LIGNOCELULOZICE ȘI MODURI DE UTILIZARE

Fibrele lignocelulozice utilizate pentru ranforsarea materialelor compozite pot fi obținute dintr-o mare varietate de plante, cum ar fi:

- tulpinile păioase ale cerealelor (grâu, orz, orez, secară);
- plantele textile (în, cânepă, rafie, bumbac);
- alte plante cu utilizări industriale, cu fibre dure (trestia de zahăr, trestia, papura, rapița, nucile de cocos, bambusul, bananier, sisal etc.)

Acestea au un conținut ridicat de celuloză, lignină, pectine și alte substanțe.

Un mare dezavantaj al fibrelor vegetale îl reprezintă diferențele de structură anatomică și chimică. Acestea determină proprietăți fizico-chimice cu variații mari de la o specie la alta, uneori chiar și în cadrul aceleiași specii, datorate condițiilor de vegetație și microclimat.

Fibrele pentru ranforsarea materialelor compozite pot fi utilizate sub diferite forme, cum ar fi: mături din fibre aranjate aleatoriu, fibre scurte tocate, fire dispuse unidirecțional (UD), fire dispuse după două sau mai multe direcții (BD, TD ș. a). Utilizând fire dispuse unidirecțional (UD), bidirecțional (BD) sau tridimensional (TD) se pot realiza materiale compozite stratificate, la care însă gradul de anizotropie este unul ridicat. Firele obținute din fibre pot avea diverse forme în secțiunea transversală și diferite moduri de dispunere a fibrelor [2].

Pentru obținerea fibrelor, în cazul fibrelor sintetice acestea pot avea lungimi nelimitate și se pot alcătui fire cu fibre continue, paralele între ele. Aceste fire poartă denumirea de roving-uri și pot avea secțiunea transversală de diverse forme. În cazul fibrelor din fibre naturale, datorită lungimii variabile ale fibrelor, în funcție de tipul și înălțimea plantei din care acestea sunt extrase, firele se formează prin toarcerea și au o secțiunea transversală de formă circulară.

În figura 3 sunt reprezentate principalele moduri de dispunere ale fibrelor într-un material compozit stratificat.

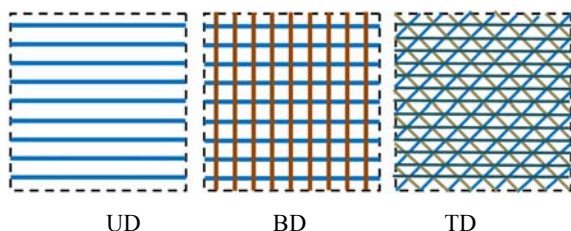


Fig. 3. Moduri de dispunere ale fibrelor în materialele compozite stratificate.

În industria componentelor auto de interior, fibrele naturale utilizate pentru ranforsarea materialelor com-

pozite se întâlnesc cu precădere sub formă de mături din fibre sau țesături din fire.

Deși în cazul utilizării fibrelor de ranforsare dispuse unidirecțional modulul de elasticitate și rezistența la tracțiune ale materialelor compozite sunt mai mari decât în cazul utilizării fibrelor dispuse bidirecțional, pentru cele mai multe dintre aplicațiile tehnice utilizarea acestui mod de dispunere nu este posibil datorită complexității formelor pieselor și a tehnologiei de fabricație [1].

În ceea ce privește dispunerea fibrelor bidirecțională întâlnim șapte tipuri diferite de țesături. În figura 4 sunt reprezentate trei dintre principalele tipuri de țesături. Tipul țesături influențează de asemenea proprietățile mecanice ale materialului compozit. Dintre acestea țesăturile cu legături de tip satin au proprietăți mecanice superioare țesăturilor cu legături de tip pânză sau de tip diagonală și se apropie cel mai mult de proprietățile mecanice ale fibrelor dispuse unidirecțional. Cu toate acestea cel mai des utilizate sunt țesăturile cu legături de tip pânză datorită simplității de calcul, dar și datorită problemelor legate de dislocarea fibrelor din țesătură în cazul în care sunt realizate piese cu forme complexe și diferite proeminente.

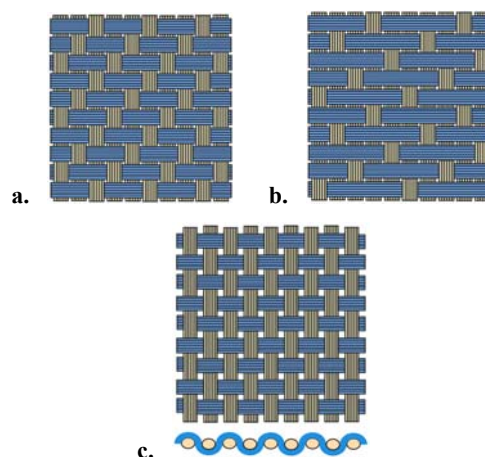


Fig. 4. Tipuri de țesături:
a – cu legături de tip diagonală; b – cu legături de tip satin;
c – cu legături de tip pânză.

3. MATERIALE NOI ȘI METODE DE TESTARE

La ora actuală firme de mare renume din industria autovehiculelor realizează componente auto de interior, spre exemplu panouri de portieră (fig. 5), din materiale compozite ranforsate cu fibre naturale. Însă o mare provocare este obținerea unor componente din materiale compozite ranforsate cu fibre naturale care să prezinte suprafețe vizibile, nefiind nevoie de acoperirea lor cu alte materiale. În acest scop s-a impus crearea unui nou

material care prezintă suprafețe cu texturi naturale date de particulele de lemn înglobate în materialul compozit.



Fig. 5. Panou de portieră din materiale compozite ranforsate cu fibre naturale și rășini polimerice [4].

Noul material compozit stratificat propus și realizat este alcătuit din șase straturi de rășină epoxidică ranforsată cu țesături din fibre de in și făină de lemn de stejar sau molid (fig. 6).



Fig. 6. Noile materiale compozite:

1 – făină de lemn (molid și stejar); 2 – țesătura din fibre de in cu legături de tip pânză; 3 – rășină epoxidică; 4 – materialele rezultate.

Țesătura de in cu legături de tip pânză are o densitate pe unitatea de suprafață de 220 g/cm^2 și numărul de fire pe unitatea de lungime este de 14 fire / cm , atât în direcția firelor de urzeală, cât și în cea a firelor de bătătură. La realizarea țesăturii a fost utilizat același tip de fir din fibre de in. Cele două direcții ale firelor pot fi observate în figura 7. Direcția firelor de urzeală este dată de direcția lungimii rolei de țesătură.

Pentru a determina principalele proprietăți mecanice ale noilor materiale, acestea au fost testate la tracțiune.

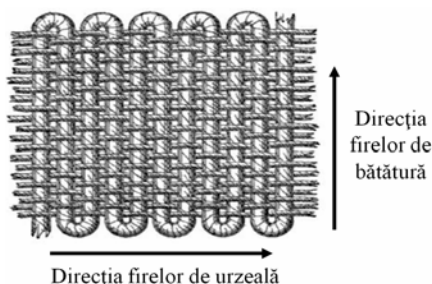


Fig. 7. Direcția firelor de urzeală și direcția firelor de bătătură la o țesătură cu legături de tip pânză.

Plăcile din materiale compozite din care au fost debitate epruvetele au fost obținute prin procedeul de formare prin contact, fiind alcătuite din șase straturi ranforsate cu țesături de in. Țesăturile au fost așezate în aceeași direcție, având direcția firelor de urzeală pe direcția longitudinală a plăcii. Pentru testele de tracțiune au fost debitate epruvete în ambele direcții ale plăcii, având forma și dimensiunile conform ASRO SR EN ISO 527 [5].

Echipamentele utilizate pentru testarea materialelor compozite au fost următoarele: o mașină de tracțiune cu viteză constantă echipată cu dispozitive de fixare a epruvetelor, extensometru pentru măsurarea lungirii la rupere și un sistem de corelare digitală a imaginilor pentru determinarea coeficientului lui Poisson al materialelor.



Fig. 8. Echipamentele utilizate pentru testarea materialelor compozite:

1 – mașina de testat la tracțiune; 2 – sistemul de corelare digitală a imaginilor.

Pentru determinarea coeficientului lui Poisson prin metoda corelării digitale a imaginilor, utilizând sistemul ARAMIS, epruvetele au fost vopsite în prealabil cu un strat de vopsea albă, peste care au fost dispuse aleatoriu puncte de vopsea neagră, după cum se poate vedea în figura 9.



Fig. 9. Epruvetă utilizată pentru determinarea coeficientului lui Poisson prin metoda corelării digitale a imaginilor.

4. REZULTATE

După prelucrarea datelor obținute de la mașina de testat, au fost reprezentate diagramele ($F-AL$) (fig. 10.). Forța de rupere variază în funcție de direcția în care au fost debitate epruvetele.

Câteva dintre principalele proprietăți mecanice rezultate în urma testelor la tracțiune sunt date în tabelul 1.

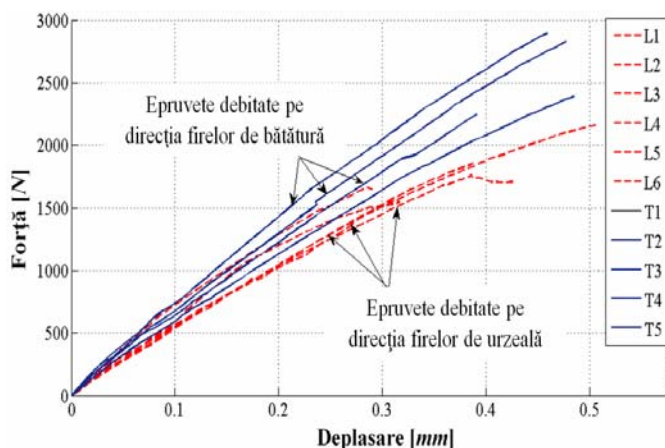


Fig. 10. Diagrammele testelor de tracțiune pe cele două direcții ale țesăturilor utilizate la ranforsarea compozitului.

Tabelul 1

Proprietățile mecanice ale materialului realizat rezultate în urma testelor

Proprietățile mecanice la tracțiune ale materialului testat	Valorile medii pe direcția urzelii	Valorile medii pe direcția bătăturii
Rigiditatea, N/m	7259254,27	9155033,62
Modulul de elasticitate, MPa	8657,56660	10417,9465
Încărcarea la rupere, kN	1,77748200	2,60339505
Tensiunea la rupere, MPa	26,0802528	37,1255573
Energia absorbită de epruvetă până la rupere, Nmm	105569.09	135815.622
Coefficientul lui Poisson	0,3371	0,3395

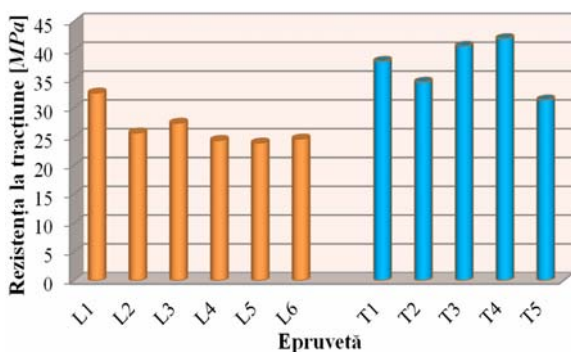


Fig. 11. Rezistența la tracțiune pentru cele două tipuri de epruvete (longitudinale și transversale).

În figura 11 se poate observa variația rezistenței la tracțiune a epruvetelor debitate pe cele două direcții. În urma testelor a rezultat că materialul are o rezistență mai bună atunci când este solicitat pe direcția firelor de bătătură ale țesăturii utilizată la ranforsarea compozitului.

5. CONCLUZII

Testele experimentale au arătat că există diferențe semnificative între proprietățile mecanice ale materialului pe cele două direcții ale țesăturii utilizată la ranforsare, cu toate că firele de urzeală și firele de bătătură ale țesăturii sunt de același tip, iar distanța dintre fire este egală pe ambele direcții. Aceste diferențe se datorează procesului de fabricație al țesăturii

Un factor foarte important pentru a obține țesături cu proprietăți mecanice asemănătoare pe cele două direcții este gradul de tensionare al firelor în procesul de realizare a țesăturilor, deoarece acesta influențează mărimea unghiului ondulațiilor firelor. Odată cu creșterea unghiului ondulațiilor firelor pe o anumită direcție a țesăturii, rezistența la tracțiune a materialului armat cu aceasta scade pe acea direcție.

Prin utilizarea acestor materiale compozite armate cu fibre lignocelulozice se pot realiza componente auto de interior cu suprafețe vizibile și texturi naturale, la care culoarea materialului poate fi variată în funcție de specia lemnoasă utilizată sub formă de particule.

Acknowledgement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/88/1.5/S/59321

BIBLIOGRAFIE

- [1] Cristaldi, G., Latteri, A., Recca, G., Cicala, G. (2010). Composites Based on Natural Fibre Fabrics, *Woven Fabric Engineering*, Published by Sciyo, Rijeka, November 2010, pp.317-342, ISBN 978-953-307-194-7, Croatia;
- [2] Ever J. Barbero, (2011), *Introduction to Composite Materials Design*, Second Edition, CRC Press Taylor and Francis Group, ISBN 978-1-4200-7915-9, p. 302-396, United State of America, 2011;
- [3] Terciu, O.M., Curtu, I., Cerbu, C., Stanciu, M.D. (2011), *Composite materials reinforced with weave fabrics of natural fibres for automotive interior parts*, The 4th International Conference on Computational Mechanics and Virtual Engineering, COMEC 2011, 20-22 october 2011, Brasov, Romania, ISBN 978-973-131-122-7, p. 297-301;
- [4] *** <http://www.johnsoncontrols.com/>, accesată la data de 30.06.2011
- [5] ***SR EN ISO 527-5:2009-Materiale plastice. Determinarea proprietăților de tracțiune. Partea 5: Condiții de încercare pentru compozite de materiale plastice armate cu fibre

Despre autori

Drd. ing. **Ovidiu Mihai TERCIU**
Universitatea *Transilvania* din Braşov

Prof. univ. dr. ing. **Ioan CURTU**
Universitatea *Transilvania* din Braşov

A absolvit Facultatea de *Industrializarea Lemnului*; dr. ing. din anul 1973.

Este conducător de doctorat în specialitatea *Rezistenţa materialelor, elasticitate şi plasticitate*. Este membru titular al Academiei de Ştiinţe Tehnice din România. Este membru al Academiei de Ştiinţe Naturale a Federaţiei Ruse, Moscova. A publicat 20 de cărţi în edituri centrale, precum şi numeroase articole ştiinţifice. Are preocupări în analiza corpurilor izotrope şi anizotrope.

Conf. dr. ing. **Camelia CERBU**
Universitatea *Transilvania* din Braşov

Dr. ing. **Mariana Domnica STANCIU**
Universitatea *Transilvania* din Braşov