



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2011 01214**

(22) Data de depozit: **24.11.2011**

(41) Data publicării cererii:  
**30.10.2012** BOPI nr. **10/2012**

(71) Solicitant:  
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN  
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,  
BV, RO**

(72) Inventatori:  
• **CERBU CAMELIA, STR- JEBEA NR. 19,  
BL. 4, SC. C, AP. 15, BRAȘOV, BV, RO;**  
• **CIOFOAIA VASILE, STR. PIRĂULUI NR. 4,  
BL. E9, SC.B, AP. 7, BRAȘOV, BV, RO**

(54) **MATERIAL COMPOZIT STRATIFICAT HIBRID PENTRU  
APLICAȚII DE EXTERIOR, PROCEDEU DE OBȚINERE ȘI  
METODĂ DE UTILIZARE**

(57) Rezumat:

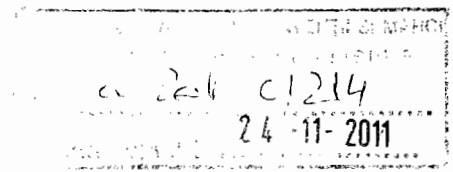
Invenția se referă la un material stratificat pentru aplicații de exterior, și la un procedeu de obținere a acestuia. Materialul conform invenției conține 14,73% țesătură din fibră de sticlă, bidirecționată, cu densitate pe unitatea de suprafață de 200...216 g/m<sup>2</sup>, o grosime de 0,20±0,01 mm, 9,42% făină din lemn de molid, 57,77% rășină epoxi cu densitatea 1,15± 0,01 g/cmc, și 18,10% întăritor cu densitatea 0,96± 0,01 g/cmc. Procedeu conform invenției constă din amestecarea rășinii cu întăritorul și omogenizare timp de 5...10 min, adăugarea făinii de lemn, formarea amestecului în matrită și aplicarea succesivă a unui strat de țesătură de sticlă și a unui amestec, cu tasare, până la

formarea numărului dorit de straturi, după care structura formată este lasată în matrită timp de 48 h la 20...25°C, pentru polimerizarea rășinii, din care rezultă un material stratificat având un modul de elasticitate la tracțiune de 7225 MPa, o tensiune normală maximă la tracțiune de 89MPa, o tensiune normală maximă la încovoiere de 163 MPa și o rezistență la impact de 62 kJ/mp, determinate pe direcțiile de urzeală și țesere corespunzătoare țesăturii de sticlă, bidirecțională, utilizată pentru ranforsare.

Revendicări: 3  
Figuri: 8



Nr. Inv. DPI: 296/18.11.11



51

**Material compozit stratificat hibrid pentru aplicații de exterior,  
procedeu de obținere și metoda de utilizare**

**Invenția se referă la un material compozit stratificat hibrid pentru aplicații de exterior , un procedeu de obținere și o metodă de utilizare a acestuia pentru aplicații de exterior: mobilier de grădină, panouri care pot fi utilizate în construcții etc.**

**Se cunoaște** faptul că, pentru fabricarea mobilierului de exterior, cum ar fi cel de grădină și nu numai, se poate utiliza lemnul sau materiale compozite stratificate lignocelulozice. Lemnul prezintă dezavantajul că, necesită tratamente chimice suplimentare pentru protecție împotriva factorilor de mediu, în special împotriva umidității, care conduce pe termen lung, la degradarea lemnului și a caracteristicilor mecanice ale acestuia.

În domeniul materialelor compozite este bine-cunoscut **procedeu** de ranforsare a componentei numită matrice (de obicei, rășină) cu diverse materiale (fibre unidirecționale, fibre tocate, țesături, așchii, pulberi etc.), ca un procedeu de consolidare a structurii în scopul creșterii rezistenței și a rigidității.

Deasemenea, **există soluții de fabricare** a mobilierului de grădină din materiale plastice (rășini termoplastice) prin injecție. Principalele dezavantaje ale acestor tipuri de materiale sunt: deoarece nu conțin material de ranforsare, au caracteristici mecanice reduse; necesită investiții relativ mari în echipamente de producție; culoarea finală a suprafețelor se obține prin utilizarea unor coloranți specifici pentru astfel de materiale.

**Se cunoaște** că, în construcții, pentru fabricarea panourilor se utilizează material compozit lignocelulozic, termoformabil [brevet RO121256 (B1)] fabricat în principal, din fibre de lemn și polietilenă (deșeu mărunțit) care prezintă dezavantajul că, necesită echipament pentru termoformare. Pentru a imita lemnul, se utilizează pentru panouri de lambriuri și acoperiri pentru suprafața ușilor, un compozit din fibre de lemn / adeziv presate în relief [brevet

Ceșneac Rădulescu

RO120468 (B1)]. Dezavantajul acestui material compozit constă în faptul că, suprafața matriței necesită finisări pentru a imita suprafața în relief iar stratul astfel obținut este doar ornamental fără a avea rezistență mecanică, având doar rol de placare ornamentală.

Se **mai cunosc structuri** din material compozit hibrid cu lemn și țesătură de sticlă, de tipul panourilor sandwich care cuprind o componentă din lemn și două componente de înveliș ranforsate cu fibre de sticlă, câte unul pe fiecare parte, iar legătura la interfața dintre acestea, se realizează cu ajutorul unui adeziv [brevet EP2320002 (A1)]. Acest panou de tip sandwich prezintă dezavantajul că, utilizează lemn masiv pentru componenta din mijloc.

Se **mai cunoaște** utilizarea în construcții sau pentru mobilier, a materialelor compozite de tipul lemn-plastic de densitate ridicată formate prin presare sau injecție, materia primă constând în granule sau particule formate prin măcinarea și amestecarea fibrelor de lemn, fibre tocate de sticlă, rășină, antioxidanți [brevet CN101708614 (A)]. Fabricarea acestui material necesită investiții în tehnologie și echipament pentru producerea granulelor din materiale reciclabile și pentru fabricarea pieselor prin injecție, materia primă fiind granulele.

**Un obiectiv** al invenției este de a realiza o structură din material stratificat hibrid pe bază de rășină ranforsată atât cu țesătură de sticlă cât și cu făină de lemn de molid, care să poată fi utilizată pentru fabricarea mobilierului de grădină, în scopul înlăturării dezavantajelor identificate în cazul celorlalte materiale utilizate până în prezent.

**Un alt obiectiv** al invenției constă în utilizarea făinii de lemn provenite din reciclarea deșeurilor lemnoase, ca material de umplutură în structura de material propusă. În plus, făina de lemn conferă un aspect plăcut al suprafeței materialului, apropiat de aspectul lemnului, ceea ce face ca mobilierul de grădină fabricat din acest material, să se integreze bine din punct de vedere vizual, în mediul natural.

**Invenția constă** în stabilirea compoziției, a procedului de obținere și a metodei de utilizare pentru aplicații de exterior, a unui material compozit stratificat, cu structură hibridă, compus

Cetel Infocia

din rășină epoxi notată în continuare cu *Rășina epoxi A*, ranforsată cu țesătură bidirecțională din fibră de sticlă, notată în continuare cu *TSI* și făină de lemn de molid având mărimea fibrelor de lemn până la 500  $\mu\text{m}$ .

Pentru întărirea *Rășinii epoxi A* se utilizează un întăritor care se va nota în continuare, cu *Întăritor B*. Raportul de mixare funcție de masă este de  $32 \pm 1 \text{ g } \text{Întăritor B}$  la 100 g *Rășină epoxi A*.

Materialul compozit se formează în mai multe straturi (pentru exemplul dat, numărul de straturi este de patru) și compoziția pentru un strat este exprimată în raport de masă, după cum urmează: 14,73 % țesătură de sticlă *TSI*; 9,42 % făină de lemn de molid cu mărimea fibrelor de max. 500  $\mu\text{m}$ ; 57,75 % *Rășina A*; 18,10 % *Întăritor B*.

***Rășina epoxi A*** este de tipul Epolam 2015 sau echivalent, având următoarele caracteristici: face parte din categoria rășinilor epoxidice recomandate pentru producerea materialelor compozite prin stratificare; densitate  $1,15 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$  la 20-25°C; vâscozitate aproximativ 1530  $\text{mPa}\cdot\text{s}$  la 20-25°C; comportament bun la impregnarea lemnului; comportament bun în mediu umed; recomandată pentru ambarcațiuni; încoloră sau culoarea chihlimbar deschis pentru a nu denatura culoarea materialului compozit.

***Întăritorul B*** este de tipul Epolam 2014 / 2015 sau echivalent, având următoarele caracteristici: compatibil cu *Rășina epoxi A* prezentată mai înainte; densitate  $0,96 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$  la 20-25°C; vâscozitate 30-70  $\text{mPa}\cdot\text{s}$  la 25°C încolor sau culoarea chihlimbar deschis pentru a nu denatura culoarea materialului compozit.

Compoziția rezultată prin mixarea *Rășinii epoxi A* cu *Întăritorul B* în proporțiile prezentate, trebuie să fie caracterizată prin următoarele proprietăți: vâscozitate 550-650  $\text{mPa}\cdot\text{s}$  (Brookfield LVT) la 20-25°C; densitate 1,08-1,12  $\text{g/cm}^3$ ; timp de manipulare 50-65 min. pe 500g la 20-25°C; timpul de gel 2,5-3 ore la 20-25°C în laminare (turnare pe straturi); timp de demulare 18-24 ore pe laminare la 20-25°C; modul de elasticitate *E* la tracțiune - min.3000-

Ceșme Cufuzic

3100 MPa; rezistența la tracțiune min. 60-70 MPa; rezistența la impact (Charpy) min. 40 – 55 kJ/m<sup>2</sup>; duritate 82-84 Shore D15.

Țesătura din fibra de sticlă *TS1* utilizată pentru ranforsare, este bidirecțională, cu următoarele caracteristici: densitatea pe unitatea de suprafață de 200–216 g/m<sup>2</sup>; grosimea 0,20±0,01 mm; conține 50% din greutate pe direcția de urzeală și 50% din greutate pe direcția de țesere (bătătură); firele din fibre de sticlă sunt de același tip atât pe direcția de urzeală cât și pe direcția de țesere.

Făina de lemn de molid utilizată s-a obținut prin măcinare în moară, a rumegușului rezultat din operații tehnologice de prelucrare a lemnului de molid. Pentru obținerea făinii de lemn cu așchii având lungimea sub 500 μm, s-a utilizat un sistem de site. Înainte de utilizare, făina de lemn de molid este uscată în etuvă, timp de minim o zi, la temperatura de 30-40°C în scopul reducerii conținutului de umiditate. Până la utilizare, aceasta se păstrează în desicator sau în ambalaj de plastic închis ermetic.

Faina de lemn de molid se adaugă în compoziția omogenizată formată din *Rășina epoxi A* și *Întăritorul B*, în proporție masică de 9,42% în momentul formării unui strat, conform procedurii de obținere a materialului compozit stratificat hibrid din invenție, care urmează să fie prezentat.

Se dă în continuare, un exemplu pentru **metoda de realizare** a structurii din material compozit stratificat hibrid cu proprietăți mecanice pentru aplicații de exterior conform invenției în legătură și cu tabelele 1, 2 și figurile 1...8 care prezintă:

- Tabel 1. Proprietăți mecanice ale materialului compozit hibrid pe direcția urzelii și pe direcția țesăturii;
- Tabel 2. Degradarea proprietăților de încovoiere ale materialului compozit după imersiune de lungă durată în apă;

Rehmel Prof. Dr.

- Fig.1. Structura în secțiune a materialului compozit conform invenției;
- Fig. 2. Curba caracteristică  $\sigma - \varepsilon$  (tensiune normală – lungire specifică) la tracțiune;
- Fig. 3. Graficul  $\varepsilon_y - \varepsilon_x$  (lungire specifică transversală – lungire specifică longitudinală) înregistrat la solicitarea de tracțiune pe direcția  $Ox$ ;
- Fig. 4. Curba F-v (forță-săgeată la mijlocul epruvetei) la încercarea la încovoiere prin metoda celor trei puncte;
- Fig. 5. Curba  $\sigma_{\max} - \varepsilon$  (tensiune normală – deformație specifică normală) până la limita de elasticitate, la încercarea la încovoiere prin metoda celor trei puncte;
- Fig. 6. Curba de absorbție de apă a materialului compozit pentru 6572 ore de imersiune ( $\cong$  274 zile);
- Fig. 7. Aplicarea invenției la componente de scaun;
- Fig. 8 – Deformațiile specifice  $\varepsilon$  măsurate cu mărcile tensometrice R1 și R3 lipite pe scaun, pe direcțiile A, B, C.

Pentru **metoda de utilizare** a materialului compozit stratificat hibrid, în scopul fabricării diferitelor produse conform invenției, se poate utiliza tehnologia de formare manuală a straturilor în matriță din metal sau lemn fără însă a fi excluse prin acest exemplu și alte tehnologii semi-mecanizate sau automatizate.

În etapa inițială (Etapa 0), se pregătește matrița prin aplicarea unui strat fin de ceară demulantă în formă de pastă pentru suporturi puțin poroase. Aceasta se lasă să se usuce 5-6 ore. Apoi, se așează în matriță un strat din țesătură de sticlă bidirecțională, notată cu *Țesătură de sticlă TS2*, cu densitatea  $80-105 \text{ g/m}^2$ , utilizată frecvent în tehnologia materialelor compozite, pentru îmbunătățirea calității suprafeței finale a piesei.

În Etapa 1, pentru turnarea primului strat, se omogenizează amestecul format din *Rășina A* cu *Întăritorul B* corespunzător, în proporțiile masice stabilite mai înainte pentru un strat (57,75% *Rășina A*; 18,10 % *Întăritor B*). Omogenizarea compoziției se face timp de 5-10

Costel Anton

min. la temperatura de 20-25°C. Apoi, se adaugă la amestec, făina de lemn de molid în proporția masică de 9,42% prevăzută pentru un strat. Se omogenizează amestecul timp de 5-10 min. la temperatura 20-25°C. Apoi, amestecul se aplică manual în matriță (se întinde cu pensulă și rolă) sau cu un pistol pentru spray-ere. Se așează un strat de Țesătură TS1 de sticlă utilizând o rolă. Se tasează stratul cu rola în vederea eliminării golurilor de aer și a uniformizării grosimii.

Tehnologia prezentată mai înainte la Etapa 1, se repetă în următoarele etape (de exemplu. trei etape E3, E4, E5) până la formarea numărului de straturi dorit (de exemplu, patru straturi).

În toate straturile, țesătura de sticlă TS1 trebuie orientată pe aceeași direcție astfel încât cele două direcții ale țesăturii (urzeală și țesătură) să coincidă cu direcțiile principale de tensiune pentru piesa fabricată din materialul compozit din invenție. Se cunoaște că, direcțiile principale de tensiune reprezintă direcțiile după care tensiunile cauzate de încărcări mecanice, au valori extreme.

În etapa finală (pentru exemplul dat, Etapa 5), structura formată din materialul compozit stratificat hibrid se lasă în matriță 48 ore la temperatura de 20-25°C, pentru polimerizarea rășinii.

**În Fig. 1** se prezintă o fotografie în secțiune, a materialului compozit stratificat din invenție.

Fotografia a fost efectuată cu ajutorul unui microscop digital.

Pentru caracterizarea din punct de vedere mecanic, a materialului compozit hibrid din invenție, în Tabelul 1, se prezintă rezultatele obținute în: încercarea la tracțiune (SR EN ISO 527-2: 2000); încercarea la încovoiere prin metoda celor trei puncte (SR EN ISO 178: 2003); încercarea la impact prin test Charpy (SR EN ISO 179-1: 2001). Rezultatele reprezintă valori medii obținute pentru seturi de câte 10 epruvete pentru fiecare tip de încercare.

Atât încercarea de tracțiune cât și cea de încovoiere, s-au efectuat cu echipamentul LR5K Plus fabricat de LLOYD Instruments care permite: înregistrarea electronică a datelor

Costel Anzuin

experimentale sub formă de fișiere cu un număr de înregistrări limitat doar de frecvența de achiziție a datelor; reprezentarea în timp real a curbelor de încercare; prelucrarea statistică a rezultatelor pentru un set de epruvete. La încercarea la tracțiune, s-a utilizat un extensometru care a fost conectat la echipamentul LR5K Plus, pentru a putea înregistra datele legate de variația tensiunii normale  $\sigma$  în funcție de lungirea specifică  $\varepsilon$ .

**În Fig. 2**, se prezintă curba medie de variație a tensiunii normale  $\sigma$  în funcție de lungirea specifică  $\varepsilon$  înregistrată în încercarea la tracțiune efectuată conform cu prevederile SR EN ISO 527-2: 2000.

**Figura 3** arată variația liniară a lungirii specifice transversale  $\varepsilon_y$  funcție de lungirea specifică longitudinală  $\varepsilon_x$  de pe direcția solicitării la tracțiune. Panta acestei drepte reprezintă valoarea coeficientului de contracție transversală  $\nu$  (coeficientul lui Poisson) prezentat în Tabelul 1. Pentru determinarea coeficientului lui Poisson  $\nu$ , s-a utilizat metoda corelării digitale a imaginii combinată cu încercarea la tracțiune. S-a utilizat sistemul Aramis pentru achiziția imaginilor în timpul încercării de tracțiune și pentru prelucrarea digitală a acestora în vederea determinării curbei  $\varepsilon_y - \varepsilon_x$ .

**În Fig. 4** se prezintă curba care arată variația forței de încărcare  $F$  în funcție de săgeata  $v$  (deplasarea verticală) a mijlocului epruvetei, înregistrată la încercarea de încovoiere prin metoda celor trei puncte, efectuată conform cu SR EN ISO 178: 2003.

**Figura 5** arată variația tensiunii normale maxime  $\sigma_{\max}$  înregistrată în partea de jos a secțiunii de la mijlocul epruvetei, funcție de lungirea specifică normală  $\varepsilon$ . Se poate considera doar porțiunea liniară a acestei curbe deoarece calculul tensiunii normale  $\sigma_{\max}$  se face cu relația lui Navier valabilă doar în ipoteza comportării liniare a materialului.

Pentru a cunoaște efectele absorbției de apă asupra comportării mecanice a materialului compozit hibrid din invenție, se prezintă rezultate referitoare la: absorbția de apă funcție de

*Adrian Anforu*



timp (**Fig. 6**) înregistrată după imersiunea totală a epruvetelor (conform cu EN ISO 62: 2008); degradarea caracteristicilor mecanice (Tabel 2) determinate prin încercarea la încovoiere prin metoda celor trei puncte, după imersiune de lungă durată în apă.

Se menționează că, după 6572 ore ( $\cong$  274 zile) de imersiune în apă, nu s-au constat modificări de culoare ale suprafeței materialului din invenție și nici apariția de pete. **Acest avantaj** se datorează utilizării făinii de lemn de molid care are un conținut redus de tanini în comparație cu alte esențe lemnoase (stejarul); conținutul ridicat de tanini ar conduce la formarea unor compuși chimici de culoare închisă care ar putea schimba aspectul materialului compozit din invenție.

**Unul dintre avantajele materialului** compozit din invenție, constă în reutilizarea / valorificarea / reciclarea deșeurilor din lemn de molid sub formă făină de lemn care nu necesită tratamente chimice suplimentare cu antioxidanți [brevet CN101708614 (A)] deoarece lemnul de molid are conținut scăzut de tanini și conține rășini care împiedică absorbția de apă.

Aspectul suprafeței materialului este plăcut datorită culorii naturale dată de componenta de făină de lemn de molid.

Ținând cont de faptul că, materialul invenției este format pe straturi, fabricarea pieselor din astfel de material se poate face atât automatizat (cu prese) cât și prin tehnologia manuală prezentată în invenție; fabricarea pieselor necesită realizarea în prealabil, a unei matrițe. Nu necesită investiții mari în echipament ca în cazul materialelor compozite de tipul lemn-plastic de densitate ridicată formate prin presare [brevet CN101708614 (A)] sau a materialelor compozite lignocelulozice termoformabile [brevet RO121256 (B1)].

Se pot obține piese de tip înveliș (panouri pentru construcții, mobilier de grădină și terase etc.), de dimensiuni mari, cu forme complexe și design modern.

Prof. Dr. C. Anforu

Se dă în continuare, un exemplu de aplicare a invenției (Fig.7, a) care prezintă un scaun compus dintr-o structură metalică (1) și o componentă (2) fabricată din materialul compozit hibrid din invenție.

Noutatea nu constă în modelul de scaun, ci în materialul utilizat pentru componenta de șezut-spătar (2). Ținând cont de datele prezentate mai înainte, referitoare la efectele apei asupra materialului din invenție, acest scaun se poate utiliza în exterior, ca mobilier de grădină sau pentru terase.

Modelul de scaun (Fig.7, a) s-a studiat experimental pentru a măsura deformațiile în câteva puncte mai solicitate ale componentei fabricată din materialul din invenție. În acest sens, s-au utilizat mărci tensometrice de tip rozetă 0/45/90 (Fig. 7, b și c) care măsoară deformațiile specifice  $\varepsilon$  pe trei direcții.

Semnalele achiziționate de la mărcile tensometrice au fost preluate în calculator prin intermediul plăcii de achiziție de tip Quantum 840A cu 8 canale, specializată pentru măsurători de tensometrie. Aceste date experimentale s-au prelucrat cu soft-ul Catman Easy și în final, s-au obținut grafice care arată variația în timp a deformațiilor specifice înregistrate cu fiecare marcă tensometrică pe cele trei direcții A, B, C. Graficele din figura 8 prezintă astfel de rezultate, înregistrate de mărcile tensometrice R1 (Fig. 7, c) și R3 (Fig. 7, c) pe parcursul așezării pe scaun a unei persoane cu masa de 87 kg. Se observă că, valorile deformațiilor specifice înregistrate, se înscriu pe porțiunile liniare ale curbelor  $\sigma - \varepsilon$  la tracțiune (Fig. 2) și  $\sigma_{\max} - \varepsilon$  la încovoiere, curbe care s-au prezentat mai înainte.

Costin Anforu

### Listă bibliografică

- [1]. RO 121256 (B1) – Patent: Material compozit lignocelulozic, termoformabil, pentru obținerea de semifabricate pentru construcții și procedeu de obținere a acestora / Lignocellulosic heat-formable composite material for preparing half-finished products used in constructions and process for obtaining the same, Inventors: Enescu Leontina Luminița [RO]; Milo Ileana [RO]; Iancu Ileana [RO]; Publication date: 2007-02-28.
- [2]. RO 120468 (B1) – Patent: Articol compozit din material lemnos presat în relief și metodă de obținere a acestuia / Composite article made of relief-embossed wood material and method for obtaining the same, Inventors: Lynch Steven K [US]; Schafernak Dale E [US]; Luetgert Karine [US]; Liang Bei-Hong [US]; Braddock Lee [US], Publication date: 2006-02-28.
- [3]. EP 2320002 (A1) – Patent: Composite wood-glass structural panel and process for producing same, Inventors: Botas Pequeno Jose Manuel [PT]; De Sousa Cruz Paulo Jorge [PT]; Leal Pacheco Jose Alberto [PT], Publication date: 2011-05-11.
- [4]. CN 101708614 (A) – Patent: High-intensity wood plastic composite board and fabrication method thereof, Inventors: Tao Huang; Wen Lei; Zheyu Qian; Wangwang Yu, Publication date: 2010-05-19.
- [5]. EN ISO 527-2: 2000, Determination of the tensile properties of the plastics - Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics, European Committee for Standardization, Bruxelles, 2000.
- [6]. EN ISO 178: 2001, Plastics. Determination of flexural properties, European Committee for Standardization, Brussels, 2001.
- [7]. EN ISO 179-1: 2001, Plastics materials, Determination of the properties in Charpy test, the 1st Part: Uninstrumentally dynamic test. Determination of the characteristics of the materials under Charpy test. 2001.
- [8]. EN ISO 62: 2008, Plastics. Determination of water absorption, European Committee for Standardization, Brussels, 2008.

**Material compozit stratificat hibrid pentru aplicații de exterior, procedeu de  
obținere și metodă de utilizare**

**REVENDICĂRI**

1. Material compozit stratificat hibrid pentru aplicații de exterior **caracterizat prin aceea că:** este o compoziție formată în straturi care conține, în raport masic: **14,73 % țesătură din fibra de sticlă** TS1 bidirecțională, cu densitatea pe unitatea de suprafață de  $200-216 \text{ g/m}^2$  cu grosimea  $0,20 \pm 0,01 \text{ mm}$ , cu 50% din greutate pe direcția de urzeală și cu 50% din greutate pe direcția de țesere (bătătură), firele fiind de același tip atât pe direcția de urzeală cât și pentru pe direcția de țesere; plus **9,42 % făină de lemn de molid** cu mărimea fibrelor de max.  $500 \text{ }\mu\text{m}$ ; plus **57,77 % Rășina epoxi A** cu densitatea  $1,15 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$  la  $20-25^\circ\text{C}$ ; plus **18,10 % Întăritor B** compatibil cu Rășina epoxi A, cu densitate  $0,96 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$  la  $20-25^\circ\text{C}$ .
2. Procedeu de obținere a materialului compozit stratificat hibrid pentru aplicații de exterior **caracterizat prin aceea că,** în prima etapă se obține o Compoziție rezultată prin mixarea Rășinii epoxi A (**57,77 % raport masic**) cu Întăritorul B (**18,10 % raport masic**) în proporțiile prezentate, compoziție caracterizată prin: vâscozitate  $550-650 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  (Brookfield LVT) la  $20-25^\circ\text{C}$ ; densitate  $1,08-1,12 \text{ g/cm}^3$ ; și cu făină de lemn de molid în proporția masică de **9,42%**, timp manipulare  $50-65 \text{ min}$ . pentru o cantitate totală a compoziției de  $500 \text{ g}$  la  $20-25^\circ\text{C}$ , având timpul de gel  $2,5-3 \text{ ore}$  la  $20-25^\circ\text{C}$  în laminare (turnare pe straturi) și timpul de demulare  $18-24 \text{ ore}$  pe laminare la  $20-25^\circ\text{C}$ , compoziție care în etapele următoare se aplică alternativ peste straturi de țesătură din fibra de sticlă TS1 bidirecțională.
3. Metoda de utilizare a materialului compozit stratificat hibrid pentru aplicații de exterior conform invenției în scopul obținerii unor produse în matrițe având forma produsului, **caracterizată prin aceea că** se compune din un număr de etape egal cu numărul de straturi în care trebuie să fie executat produsul, începând cu Etapa 0 în care se pregătește matrița prin aplicarea unui strat de ceară demulantă în formă de pastă pentru suporturi puțin poroase care se lasă să se usuce  $5-6 \text{ ore}$ , după care urmează Etapa 1 în care se așează în matriță un strat din țesătură de sticlă bidirecțională notată cu TS2 cu densitatea  $80-105 \text{ g/m}^2$  peste care se aplică manual sau mecanizat un strat din materialul compozit

Petru C. Căpăruș

pregătit conform revendicărilor 1 și 2 și se tasează cu o rolă în vederea eliminării golurilor de aer și a uniformizării grosimii, după care urmează atâtea Etape identice cu Etapa 1 câte straturi trebuie să aibă piesa, după care în etapa finală structura formată din material compozit stratificat hibrid se lasă în matriță 48 ore la temperatura de 20-25°C, pentru polimerizarea rășinii, după care piesa poate fi extrasă din matriță.

Cesme Anfora

**Tabel 1. Proprietăți mecanice ale materialului pe direcția urzelii și pe direcția țesăturii**

Proprietatea mecanică	Unitatea de măsură	Valoarea	Metoda de determinare
Modulul lui Young $E$ la tracțiune	MPa	7225,3	SR EN ISO 527-2: 2000
Tensiunea normală $\sigma_t$ la tracțiune	MPa	89	SR EN ISO 527-2: 2000
Lungire specifică $\varepsilon_t$ la tracțiune	%	1,4467	SR EN ISO 527-2: 2000
Coeficientul de contracție transversală $\nu$ (coeficientul lui Poisson)	-	0,16	SR EN ISO 527-2 combinată cu metoda corelării digitale a imaginii (CDI)
Modulul lui Young $E$ la încovoiere (metoda celor trei puncte)	MPa	3801	SR EN ISO 178: 2003
Tensiunea normală $\sigma_i$ la încovoiere	MPa	163	SR EN ISO 178: 2003
Rezistența la impact prin test Charpy (reziliența)	kJ/m <sup>2</sup>	62	SR EN ISO 179-1: 2001

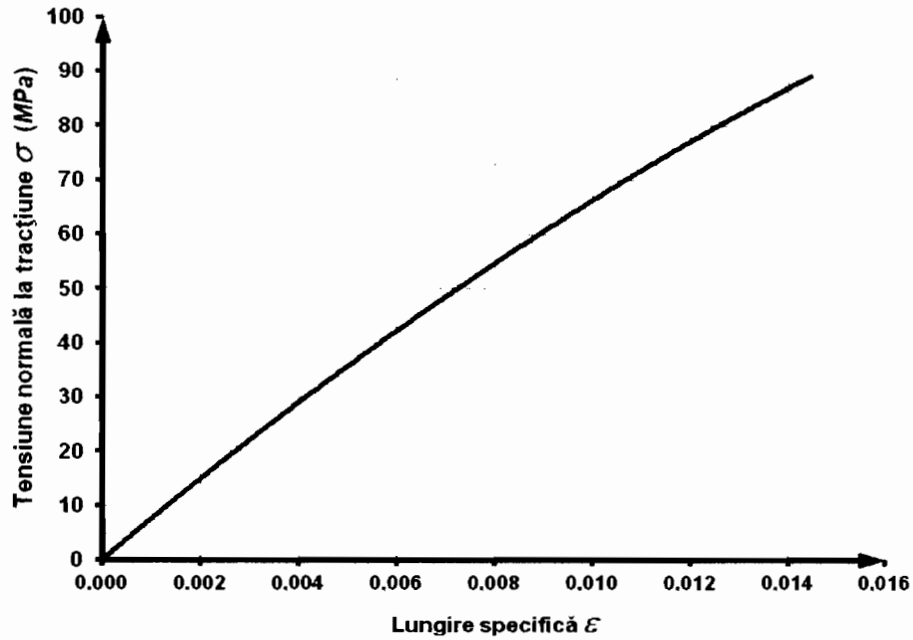
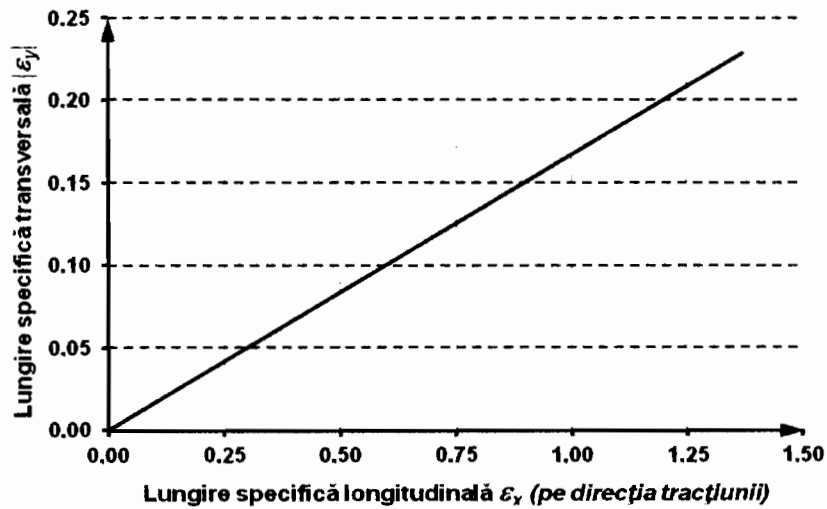
**Tabel 2. Degradarea proprietăților de încovoiere ale materialului compozit după imersiune de lungă durată în apă**

	Modulul lui Young $E$ la încovoiere (MPa)	Tensiunea normală max. $\sigma_{max}$ la încovoiere (MPa)
Material nedegradat	3801	163
După 1177 ore de imersiune în apă	3456	112
După 3048 ore de imersiune în apă	3301	102
După 6572 ore de imersiune în apă	3445	109



Fig.1. Structura în secțiune a materialului compozit conform invenției

Ceșcu Iulian

Fig. 2. Curba  $\sigma - \varepsilon$  la tracțiuneFig. 3. Graficul  $\varepsilon_y - \varepsilon_x$  înregistrat la sollicitarea de tracțiune pe direcția  $Ox$ 

Costin Anforu

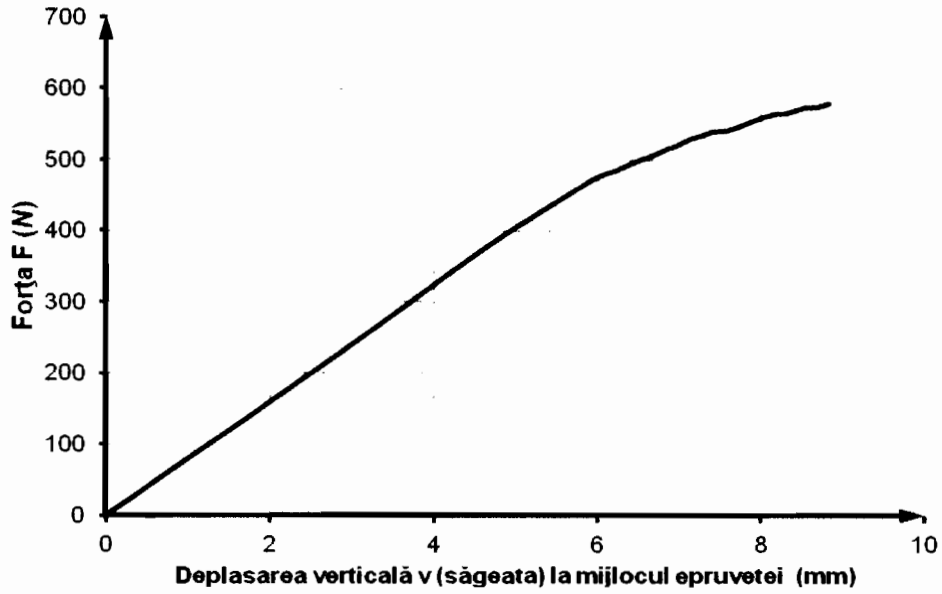


Fig. 4. Curba  $F-v$  (forță-săgeată) la încercarea la încovoiere prin metoda celor trei puncte

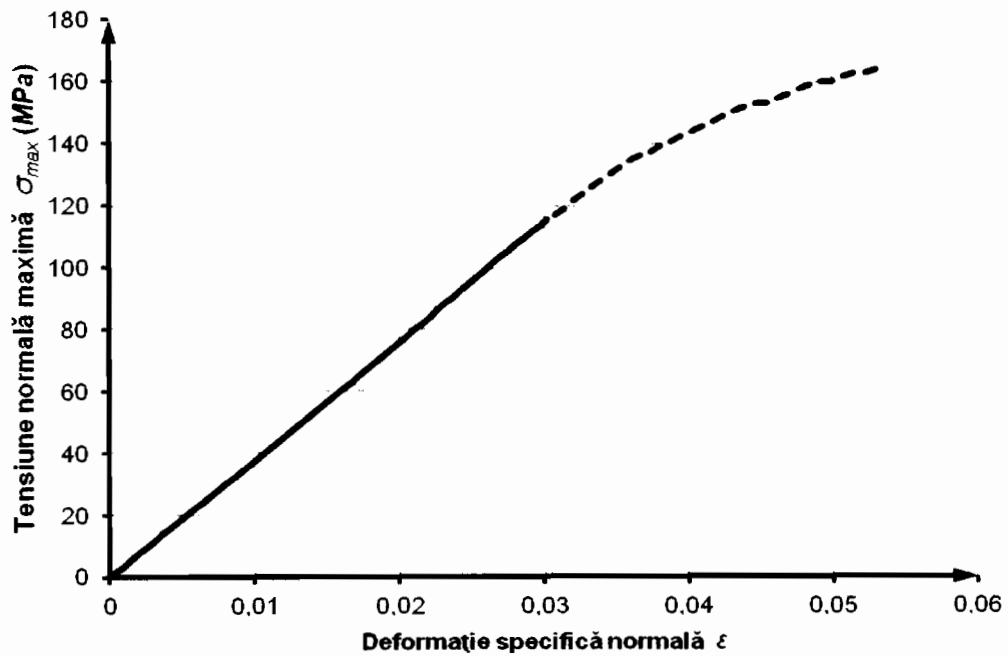


Fig. 5. Curba  $\sigma_{max} - \epsilon$  până la limita de elasticitate, la încovoiere prin metoda celor trei puncte

Cedre Anforic



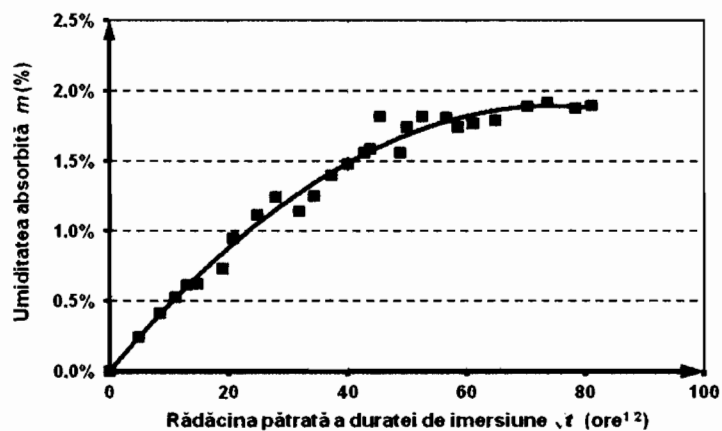


Fig. 6. Curba de absorbție de apă a materialului compozit pentru 6572 ore de imersiune ( $\cong$  274 zile)

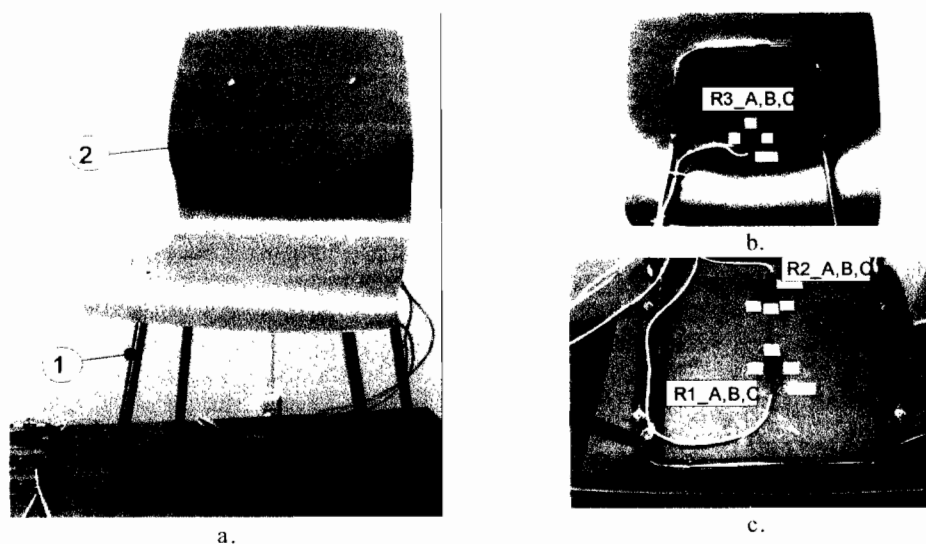


Fig. 7. Aplicarea invenției la componente de scaun

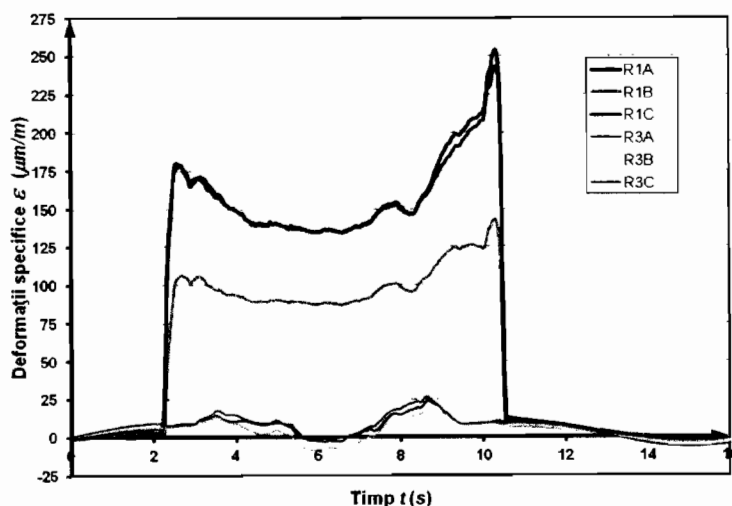


Fig. 8 – Deformațiile specifice  $\epsilon$  măsurate cu mărcile tensometrice R1 și R3 lipite pe scaun, pe direcțiile A, B, C

Ceșne Răduț