



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00327**

(22) Data de depozit: **30/05/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/07/2020** BOPI nr. **7/2020**

(41) Data publicării cererii:  
**29/11/2017** BOPI nr. **11/2017**

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

(72) Inventatori:  
• **STANCIU ANCA ELENA,  
STR.COCORULUI, NR.9, BL.222, SC.B,  
AP.14, BRAȘOV, BV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 127882 B1; ING. VASILE GHEORGHE,  
TEZĂ DE DOCTORAT "STRUCTURI CU  
RIGIDITATE RIDICATĂ, DIN MATERIALE  
COMPOZITE, UTILIZATE ÎN  
CONSTRUCȚIA DE AUTOVEHICULE",  
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA  
BRAȘOV, 2013**

(54) **MATERIAL COMPOZIT STRATIFICAT DIN FIBRĂ DE STICLĂ  
ÎN MATRICE DE RĂȘINĂ EPOXIDICĂ, ȘI PROCEDEU  
DE OBTINERE A ACESTUIA**



# RO 132240 B1

1 Inventția se referă la un material compozit stratificat armat cu fibre de sticlă (MAT-fibre  
scurte), și cu țesătură din fibre de sticlă (Roving), și la un procedeu de obținere a acestuia.

3 Domeniul prezentei propuneri de brevet este cel al materialelor, obținându-se astfel  
un material compozit armat cu fibră de sticlă, MAT-Roving, cu matrice de rășină epoxidică,  
5 pentru realizarea structurii din compozit în funcție de dimensiunea recipientului, stabilindu-se  
numărul de straturi, astfel urmărind conceperea, realizarea și optimizarea acestuia,  
7 caracterizat printr-o tehnologie simplă, analiza pe fiecare strat a deformațiilor specifice, în  
funcție de modul de dispunere a straturilor, astfel obținându-se un produs cu un cost scăzut  
9 și o întreținere ușoară.

11 În cazul materialelor compozite polimerice armate cu fibre, orientarea fibrelor  
influențează decisiv anizotropia materialului. Acest lucru determină una dintre caracteristicile  
fundamentale ale acestor materiale, și anume posibilitatea de a controla această anizotropie  
13 printr-o alegere adecvată a orientării fibrelor pentru a prelua sarcinile din exploatare.

15 Cercetările realizate pentru diferite structuri din materiale compozite au urmărit  
optimizarea proprietăților mecanice ale materialele compozite armate cu fibre scurte (MAT)  
și/sau cu țesătură din fibră de sticlă (Roving), prin modelarea structurii compozitelor, precum  
17 și prin determinarea continuității și a reproductibilității semifabricatelor realizate din aceste  
materiale, fiind axate pe studiul efectelor orientării fibrelor și ale poziționării laminelor asupra  
19 caracteristicilor mecanice ale acestor materiale, pentru diferite moduri de încărcare.

21 Compozitele cu umpluturi diverse, în cazul de față rășină epoxidică, precum și cele  
cu fibre scurte, deși sunt heterogene la nivel microscopic, se comportă la nivel macroscopic  
ca materiale omogene.

23 Proprietățile finale ale compozitului sunt influențate nu numai de structura și  
compoziția fazei de consolidare, ci și de modalitatea de poziționare a acesteia în material.  
25 În sistemele compozite ranforsate, fibrele asigură rezistență la solicitări mecanice  
longitudinale, iar matricea polimerică, rezistența transversală și, respectiv, transferul solicitării  
27 către materialul de consolidare.

29 Recipientele armate cu fibră de sticlă prezintă calități net superioare materialelor  
tradiționale, care le-au impus mai întâi în industria chimică fiind deosebit de rezistente la  
coroziune prin alegerea adecvată a rășinii de impregnare ([www.compozite.net](http://www.compozite.net)), având  
31 rezistență mecanică mare, modul de elasticitate ridicat, conductibilitate termică mică,  
rezistență la coroziune, higroscopicitate redusă etc.

33 Autorii [**Noor și Peters în “A Posteriori Estimates for Shear Correction Factors  
in Multi-layered Composite Cylinders” Journal of Engineering Mechanics, Noor, A. K.,  
35 Peters, J. M., Vol. 115, Nr. 6, June, 1989**] studiază efectul numărului de straturi și al  
parametrilor geometrici, în cazul unei structuri cilindrice compozite multistrat, asupra  
37 componentelor energiei de deformație. Se prezintă o schemă a pașilor necesari unei analize  
a tensiunilor și deformațiilor, precum și un calcul al factorilor de corecție.

39 Mai recent, se încearcă folosirea unor materiale care să își modifice proprietățile  
discret pe grosime, prin așezarea succesivă a unor straturi omogenizate cu proprietăți  
41 diferite, dintr-un material ale cărui proprietăți să se modifice uniform, având un rol funcțional  
adaptat situației concrete de încărcare și utilizare.

43 Pentru a realiza acest material, a fost necesară obținerea și testarea epruvetelor  
realizate din materiale polimerice armate cu fibră de sticlă [**Stanciu A. E. “Contribuții la  
45 determinarea proprietăților mecanice ale compozitului de tip mat-roving, utilizat la  
recipientele cilindrice”, teză de doctorat, Brașov, 2011**], unde au fost detaliat dezbătute  
47 proprietățile mecanice, unde sunt prezentați parametrii cu influență semnificativă asupra  
proprietăților compozitelor, cum ar fi, de exemplu, ordinea straturilor, orientarea și

# RO 132240 B1

dimensiunile straturilor. Acești parametri au variat în scopul optimizării proprietăților mecanice ale compozitelor, studiul referitor la analiza deformațiilor vizualizând microscopic și gradul de noutate prin metoda tensometriei electrorezistive (TER).	1 3
Procedeele de obținere a diferitelor compozite, din diverse domenii, realizate din compozite stratificate, este bine cunoscut, cât și metodele de determinare a proprietăților mecanice, unde îl regăsim în cererea de brevet <b>RO 129354 A0</b> , dar și determinarea proprietăților atât teoretice, cât și experimentale, din cererea de brevet <b>RO 129712 A0</b> . Precizia măsurătorilor, determinată cu ajutorul mărcilor tensometrice, a fost detaliată în monografia <b>Stanciu A.E. "Materiale compozite din fibră de sticlă - aplicații, metodă și optimizare"</b> , Editura Universitatea Transilvania, 2013.	5 7 9
Un prim dezavantaj al unei structuri de tip compozit, realizat din fibre de sticlă, îl reprezintă obținerea unei rigidități necesare, fără a fi studiat în detaliu structura, și care necesită un număr de straturi care măresc greutatea finală a structurii.	11 13
Alte dezavantaje ale unei structuri din material compozit stratificat din fibre de sticlă sunt date de faptul că determinarea experimentală nu este exactă, datorită faptului că apar diverse erori, iar testele necesare sunt costisitoare; consumul ridicat de rășină polimerică și fibre de armare, precum și prețul de cost ridicat al unei astfel de structuri.	15 17
Invenția înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că materialul compozit stratificat, care este armat cu fibre de sticlă și cu țesătură din fibre de sticlă se compune din 5 straturi de fibre: primul strat - MAT 450 - material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică 1 x 450 g/m <sup>2</sup> , grosime 0,8...1 mm; următoarele 3 straturi - RT 800 - material compozit din fibră de sticlă (țesătură) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică de 3 x 800 g/m <sup>2</sup> , grosime 2,4...2,7 mm; 1 - MAT 600 - material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică 1 x 600 g/m <sup>2</sup> , grosime 1...1,3 mm, se poate utiliza pentru un recipient cu o capacitate între 500 și maximum 1000 l.	19 21 23 25
Invenția prezintă următoarele avantaje:	27
- obținerea unor materiale compozite rezistente cu un cost redus;	29
- obținerea unui produs cu rigiditate ridicată, stabilitate chimică și rezistență mare la temperaturi ridicate;	31
- coeficient de dilatare foarte mic, durabilitate în funcționare ridicată;	33
- obținerea de informații precise a proprietăților mecanice ale materialelor compozite de tip MAT și Roving în detaliu, pe fiecare strat, cu ajutorul traductoarelor electrorezistive;	35
- determinarea numărului de straturi cu ajutorul elementului finit, fără un consum în prealabil de materie primă, capacitatea de a obține informațiile necesare pentru a putea modifica proprietățile materialului în funcție de orientarea fibrelor;	37
- modificarea grosimii materialului în zona cu tensiuni și deformații maxime; astfel ca la gura de vizitare să se adauge încă două straturi de material, și pentru corpul și capacul de jos al recipientului încă un strat de țesătură;	39
- poate fi aplicată pentru orice dimensiune de recipient realizat din material compozit, armat cu fibre;	41
- pentru un recipient de 2000 l, sunt necesare 6 straturi de material;	43
- pentru recipientele care au o capacitate între 500 l și maximum 1000 l, se utilizează materialul compozit realizat din 5 straturi, unde au fost determinați toți parametrii;	45
- folosind modelul geometric, se poate aplica pentru orice dimensiune de recipient realizat din material compozit cu structuri diferite, dispunerea țesăturii roving se realizează în funcție de unghiul ales și a numărului de straturi.	47

# RO 132240 B1

1 Dezavantajele identificate sunt diminuate în cazul prezentei propunerii de brevet de  
2 invenție prin utilizarea fibrelor scurte și a țesăturii într-o anumită ordine și un număr de  
3 straturi. De asemenea, înlocuirea materialelor clasice din care se fabrică unele recipiente,  
4 respectiv tablă, material plastic etc., cu materialul propus în prezenta invenție prezintă un  
5 mare avantaj privind obținerea unui produs cu rigiditate ridicată, stabilitate chimică și  
6 rezistență mare la temperaturi ridicate, coeficient de dilatare foarte mic, durabilitate în  
7 funcționare ridicată, cost scăzut.

8 Prin contribuțiile personale aduse la modelarea structurilor materialelor compozite  
9 armate cu fibre, precum și prin determinarea continuității și a reproductibilității  
10 semifabricatelor, studiul aduce un aport la cunoașterea comportării materialului compozit de  
11 tip MAT - Roving și tip Roving.

12 Analizând indicatorii care definesc cantitatea de material necesar pentru realizarea  
13 de recipiente cilindrice și nu numai, se constată că, prin înlocuirea materialelor tradiționale,  
14 se obține ca prim avantaj reducerea costurilor de fabricație și a creșterii duratei de viață.

15 Scopul invenției este de a găsi o soluție optimă pentru recipientul cilindric vertical din  
16 material compozit care este realizat din fibră de sticlă: (fibre scurte) MAT și (țesătură din fibră  
17 de sticlă) Roving, astfel încât grosimea peretelui să fie minimă, să fie economic, să aibă o  
18 fiabilitate ridicată; rigiditate crescută; ordinea straturilor, dispunerea și numărul acestora să  
19 fie optimă; structura integrală monobloc; durabilitate, etanșeitate, greutate și densitate  
20 redusă în comparație cu alte recipiente existente pe piață din materiale compozite cu fibre  
21 de sticlă; rezistență la uzură mecanico-chimică a straturilor interioare; rezistență la razele  
22 ultraviolete a straturilor exterioare, modificarea grosimii materialului în zona cu tensiuni și  
23 deformații maxime; astfel că, pentru recipiente cilindrice mai mari de 1000 l până în jurul  
24 volumului de 2000 l, să fie folosit materialul realizat din 6 straturi.

25 Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...12,  
26 care reprezintă:

- 27 - fig. 1, corpul rezervorului în poziția de prelucrare;
- 28 - fig. 2, capacul rezervorului;
- 29 - fig. 3, geometria modelului;
- 30 - fig. 4, vizualizarea mărită a deformațiilor MAT-Roving cu 6 straturi;
- 31 - fig. 5, distribuția de tensiuni maxime von Mises maxim de pe 6 straturi MAT-Roving;
- 32 - fig. 6, reprezentarea unei epruvete cu TER între straturi;
- 33 - fig. 7, straturile pentru epruvetele realizate pentru cercetări M;
- 34 - fig. 8, straturile pentru epruvetele realizate pentru cercetări;
- 35 - fig. 9, diagrama deformației specifice în funcție de timp pentru MAT-RT800,  
36 bătătură;
- 37 - fig. 10, traductoarele electrezistive aplicate recipientului;
- 38 - fig. 11, epruveta **b3** mărită de 500 ori 2D;
- 39 - fig. 12, variația în timp a forței pentru epruveta RT800 pe bătătură.

40 Folosind modelul geometric, putem aplica pentru orice dimensiune de recipient  
41 realizat din material compozit, armat cu fibre, părțile componente ale recipientului sunt  
42 prezentate în fig. 1 corpul fiind prezentat, iar capacul de jos în fig. 2.

43 Modelul a fost realizat în preprocesorul MSC Patran, în meniul Geometry, produsul  
44 optimizat al invenției fiind materialul cu 5 și cel cu 6 straturi MAT-Roving.

45 Materialul pentru recipientul propus este realizat din 6 straturi de tip MAT-Roving,  
46 fiind prezentată succesiunea straturilor în tabelul 1; s-au utilizat următoarele detalii ale  
47 materialelor:

- 48 - 1 strat de MAT 600, grosime 1 x 1...1,3 mm;
- 49 - 4 straturi de RT 800, grosime 4 x 3,2...3,6 mm;
- 1 strat de MAT 450, grosime 1 x 0,8...1 mm.

Descrierea straturilor în laminat al materialului compozit MAT-Roving, 6 straturi

Direcția straturilor în laminat	Strat (Ply)	Tip material
<div style="text-align: center;">                     interior                      ↓                      exterior                 </div>	1	MAT450
	2	RT800
	3	RT800
	4	RT800
	5	RT800
	6	MAT600

În fig. 3 s-a prezentat geometria modelului analizat. Modelarea geometrică în vederea discretizării (împărțirea prin linii drepte într-un număr de asemenea elemente, triunghiuri sau patrulatere, legate între ele doar prin noduri în programul de element finit) necesită generarea de contururi închise compuse din linii pentru cazul domeniilor plane sau suprafețe.

Conform standardului, densitatea apei (condiții de referință) este de  $1000 \text{ kg/m}^3$ . S-a luat un factor de siguranță de 1,25, astfel densitatea de calcul a apei este de  $1250 \text{ kg/m}^3$ . Presiunea s-a calculat pe cele 5 sectoare circulare rezultate în urma discretizării modelului, ținând cont de lungimile fiecărui sector și volumul de apă.

Deformațiile modelului de tip MAT-Roving din 6 straturi au variația maximă de 2,05; având o deformație cu 0,5 mai mică față de primul materialul supus optimizării MAT-Roving cu 6 straturi, fig. 5.

Analiza s-a realizat cu programul NASTRAN, s-au studiat 4 materiale compozite armate cu fibră de sticlă pentru recipientul prezentat, denumindu-l pe primul material tip MAT-Roving, cu 8 straturi; cel de-al doilea material este Roving 8 straturi, al treilea este de tip MAT-Roving 5 straturi și ultimul fiind MAT-Roving 6 straturi.

În urma studiului cu MEF (metoda elementului finit) a rezultat tensiunea maximă pe toate straturile: von Mises, pe axa X și pe axa Y fiind prezentată în tabelul 2.

Tabelul 2

Tensiunile maxime pe toate straturile pentru cele 4 tipuri de materiale

Nr. Crt.	Materiale studiate	Tensiunea maximă pe axa X ( $\sigma_x$ ), MPa	Tensiunea maximă pe axa Y ( $\sigma_y$ ), MPa	Tensiunea maximă von Mises ( $\sigma_{\text{ech v}}$ ), MPa
1	MAT-Roving 8 straturi	42,8	29,4	46,9
	Roving 8 straturi	31,3	21,1	32
1	MAT-Roving 6 straturi	53	45,3	57,2
3	MAT-Roving 5 straturi	69	54,5	71,1

# RO 132240 B1

S-a realizat un studiu privind comportarea materialului pe fiecare strat în parte aplicând 2 metode: atât cea teoretică utilizând MEF (metoda elementului finit), aplicând programul MSC Nastran; dar și experimental cu ajutorul aparatului Spider 8, care este un sistem electronic de măsurare cu ajutorul calculatorului, având programul CATMAN, în vederea măsurării mecanice cum ar fi: tensiune, deformație specifică, forță, presiune, traiectorie, accelerație și pentru temperatură. Spider 8 utilizează un amplificator de frecvență de 600 Hz pentru a realiza măsurătorile cu S/G într-o conexiune în 1/4, 1/2, sau punte întreagă.

Prin intermediul TER (traductoarelor electrorezistive) deformațiile specifice, epruveta a fost supusă la încovoiere la 600 N forță pentru epruvetele realizate din 4 straturi, iar pentru materialul compozit MAT-Roving din 8 straturi, epruveta a fost testată la 1000 N forță, și avem valorile minime și maxime în tabelul 3.

TER utilizate au fost din cele simple de 120  $\Omega$ , iar constanta k fiind de 2,03; 2,05; 2,09 (fig. 6), unde s-a prezentat dispunerea mărcilor între straturi.

Tabelul 3

*Deformațiile specifice pentru materiale determinate experimental*

Nr. crt.	Material compozit	Deformația specifică minimă		Deformația specifică maximă	
		Experimental	Teoretic	Experimental	Teoretic
1	MAT 450-4 straturi	-0,033210	-0,025	0,033580	0,025
2	RT 800-4 straturi așezat pe urzeală	0,023369	-0,016	0,025651	0,015
3	RT 800-4 straturi așezat pe bătătură	-0,016164	-0,014	0,017041	0,014
4	MAT și Roving așezate pe urzeală - 8 straturi	-0,02	0,020	0,02	0,021
5	MAT și Roving așezate pe bătătură - 8 straturi	-0,02	-0,035	0,02	0,020

Pentru al doilea tip de material realizat din roving așezat pe urzeală, s-a determinat în zona TER pe fiecare strat deformația specifică, exemplu pentru epruveta din RT800, pe urzeală, stratul 1 a fost de 0,0474 (fig. 7).

Erorile deformației specifice maxime a materialului studiat experimental, cât și teoretic, apar datorită diferenței de distanță față de axa neutră pe care o stabilește elementul finit.

Diferența este nesemnificativă între urzeală și bătătură pentru țesătura de roving, atât determinată cu MEF, valori apropiate putem spune; dar și experimental se dovedește că materialul este mai rigid pe bătătură.

Studiul s-a realizat pe epruvete din material compozit de tip MAT și Roving (fig. 8), care au fost supuse la încovoiere, iar cu ajutorul aparatului Spider 8, s-au putut analiza pe fiecare strat în parte proprietățile mecanice ale acestor materiale, unde s-au obținut deformațiile specifice în funcție de timp pentru toate materialele, din care amintim, ca exemplu, MAT-RT800 - 8 straturi urzeală, următoarele valori TER1-(0,01719), TER2-(0,00902), TER3-(0,00394), TER4-(-0,00117), TER5-(-0,00470), TER6-(-0,00922), TER7-(-0,01512) (fig. 9).

# RO 132240 B1

Putem observa că valorile determinate experimental sunt apropiate de MEF, ceea ce demonstrează o transparență între teoretic și experimental, putând adopta cu ușurință un program de simulare.	1 3
În planul deformațiilor și al tensiunilor, se observă că lucrul mecanic interior este asociat cu trei componente ale eforturilor în coordonate plane, componenta plană normală a tensiunii nu implică egalarea cu zero a altor eforturi sau tensiuni.	5
Se constată că, în recipient, tensiunile care apar se încadrează în limitele existente fiind valori mici, se constată o supradimensionare a acestuia, deoarece la deformația specifică maximă la 0,33 umplere a recipientului avem o valoare de 0,0247 (fig. 10), ceea ce a dus la realizarea de materiale compozite cu mai puține straturi, atunci grosimea acestora este mai mică pentru a se reduce consumul de fibre și rășină și, implicit, un cost mai mic de fabricație.	7 9 11
Materialul propus în invenției este format din următoarele straturi succesive: (1) - MAT 450 - material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică $1 \times 450 \text{ g/m}^2$ , grosime 0,8...1 mm; (2...5) - RT 800 - material compozit din fibră de sticlă (țesătură) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică de $4 \times 800 \text{ g/m}^2$ , grosime 3,2...3,5 mm; (6) - MAT 600 - material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică $1 \times 600 \text{ g/m}^2$ , grosime 1...1,3 mm.	13 15 17 19
Pentru a testa epruvetele la tracțiune, s-a aplicat standardul ASRO SR EN ISO527-1. Pentru determinarea proprietăților de tracțiune sunt impuse anumite condiții și determinarea anumitor parametri.	21
Pentru utilizarea a ISO 527 sunt prevăzute trei tipuri de epruvete, s-au folosit epruvete de tipul IB, MAT-Roving 8 straturi, MAT 4 straturi, Roving 4 straturi, din care amintim variația în timp a forței pentru epruveta RT800 pe bătătură, realizată din 4 straturi (fig. 12).	23 25
Determinarea experimentală a epruvetelor s-a realizat conform standardului român ASRO SR EN ISO 14125: compozite de materiale-plastice armate cu fibre și determinarea proprietăților de încovoiere.	27 29
Microscopul VHX 500 vine în întâmpinarea necesităților de reducere a timpului de evaluare și îmbunătățirii calității, se pot compune imagini precise în adâncimea câmpului de observare, cu corectarea deviațiilor marginal, se poate afișa imediat o imagine 3D prin deplasarea lentilei în jos, capacitatea de a mări obiectul între 500 și 2000 de ori.	31 33
Epruveta b3 realizată din Roving 4 straturi a fost supusă la încovoiere, fiind vizualizată cu camera video unde a fost mărită de 5 ori, dar și observată cu microscopul VHX în zona de rupere mărită de 500 de ori (fig. 12), după ce fusese solicitată la încovoiere.	35
În cele ce urmează sunt prezentate caracteristicile reprezentative privind rășina, întăritorul și fibrele de sticlă ce compun materialul propus.	37
Rășina epoxidică prezintă o fixare bună pe fibre, o contracție redusă la turnare (contracția este de circa 0,5%) și asigură proprietăți mecanice ridicate.	39
Sistemul Epiphen RE4020/DE 4020 folosit la material este un sistem epoxy pentru impregnare, stratificare și lipire care polimerizează la temperatura camerei.	41
Sistemul conține un întăritor care acționează rapid DE 4020, detaliat în tabelul 4. Întăritorul a fost utilizat în aceeași cantitate în raport cu rășina. Raportul de amesteceste de 100 p rășină/30p întăritor. Principalele caracteristici ale rășinii: polimerizare la temperatura camerei, foarte bună rezistență la umiditate și ultraviolete, excelentă aderență la poliuretan, lemn, aluminiu, sticlă, grad scăzut de toxicitate, rezistență termică deosebită după post-coacere, aspect transparent, fără impurități, nelipicios.	43 45 47

Proprietăți fizice ai compuşilor de bază

	Răşină EIPHEN RE 4020	Întăritor EIPHEN DE 4020
Tip	Răşină epoxidică	Amine alifaticе modificate
Aspect	Lichid translucid de nuanţă galben deschis	Lichid galben deschis
Vâscozitate Brookfield la 25°C	2200 mPa.s	50 mPa.s
Densitate	1,15	0,98

Amestec nepolimerizat:

- raport de amestec (în greutate): 100 părți răşină + 30 părți întăritor;
- viscozitate Brookfield la 25°C: 300 mPa.s;
- timp de gel 100 g la 20°C: 45 min;
- timp de întărire în strat subţire (la 20°C): 8...9 h;
- timp de polimerizare completă (la 20°C): 14 zile.

Țesăturile de tip RT 800 sunt obținute din roving, cu margini tăiate și întărite cu legătură Dreher. Aceste țesături sunt utilizate, în general, pentru armarea răşinilor poliesterice și epoxidice și prezintă proprietăți bune de impregnabilitate. Cele mai importante caracteristici ale țesăturilor de tip RT sunt: masă specifică de 800 g/m<sup>2</sup>; grosime 0,75 ± 0,05 mm; lăţime 120 ± 5% cm.

MAT 450 - material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de răşină epoxidică cu greutatea specifică 1 x 450 g/m<sup>2</sup>, grosime 0,8...1 mm. MAT 600 - material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de răşină epoxidică cu greutatea specifică 1 x 600 g/m<sup>2</sup>, grosime 1...1,3 mm. Reprezintă cea mai utilizată formă de material de armare și constă dintr-un strat de fire orientate aleator, fire legate între ele prin intermediul unui liant ușor.

Date privind arhitectura structurii compozite cu secvența straturilor:

- grosimea structurii compozite: t = 5 mm;
- numărul straturilor: N = 5;
- fracțiunea volumică a fibrelor fiecărui strat: φ = 35%.

Date privind caracteristicile fibrelor și matricei:

- tipul materialului de armare: fibre de sticlă;
- tipul matricei: răşină epoxidică.

Procedeele de realizare a plăcilor din material compozit conform invenției constă din parcurgerea următoarelor etape:

1. se realizează în funcție de dimensiunea recipientului matrițe pentru corpul recipientului, capacul, gura de vizitare și țeava de alimentare sau, dacă există matrițele, acestea se curăță, iar eventualele deteriorări ale suprafeței active se remediază;

2. pe suprafața activă a matriței se aplică un strat fin de demulant, de obicei pe bază de ceară;

3. urmează aplicarea unui strat de gelcoat;

4. se croiește fibra de sticlă;

5. se prepară răşina epoxidică;

6. peste aceste straturi se aplică un strat de MAT450 din fibră de sticlă cu masa specifică 1 x 450 g/m<sup>2</sup>, se impregnează cu răşină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role pentru a se asigura o bună impregnare a fibrelor;



# RO 132240 B1

7. peste aceste straturi se mai aplică încă 4 straturi de RT 800 țesătură din fibră de sticlă cu masa specifică de 4 x 845 g/m<sup>2</sup>; 1
8. peste acestea se aplică un strat de MAT600 din fibră de sticlă cu masa specifică 1 x 600 g/m<sup>2</sup> și se impregnează cu rășină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role pentru a se asigura o bună impregnare a fibrelor; 3  
5
9. în final, matrița este mutată într-o zonă de polimerizare 24 h la temperatura de 20°C; 7
10. după polimerizare, care durează 14 zile, piesa este desprinsă din matriță;
11. se trasează, se taie și se ajustează marginile; 9
12. lipirea componentelor recipientului (corpul, capacul de jos, țeava de alimentare și gura de aerisire); 11
13. șlefuire exterioară;
14. lustruire interioară; 13
15. marcarea;
16. controlul final. 15

## Bibliografie

1. Brevet **RO 129354 A0**, *Material compozit hibrid carbon - cânepă, procedeul de obținere a acestuia cu aplicație în industria auto și construcția de mașini*, 2014. 19  
21
2. Brevet **RO 128093 B1**, *Procedeul de obținere a plăcilor din materiale compozite polimerice armate cu fibre*, 2012. 23
3. Brevet **RO 117339 B1**, *Metoda iterativă de determinare experimentală a modului de elasticitate la forfecare pentru materiale anizotrope cu fibre lungi*, 1996. 25
4. Brevet **RO 129712 A0**, *Material compozit bazat pe coremat și procedeul de realizare a acestuia, utilizabil în construcția de adăposturi subterane și componente auto*, 2014. 27
5. Block, J., *Personliche Mitteilung*, DFVLR Braunschweig, 1985. 29
6. Noor A.K., Peters J.M., *A Posteriori Estimates for Shear Correction Factors in Multi-layered Composite Cylinders*. *Journal of Engineering Mechanics*, vol. 115, Nr. 6, 1989. 31
7. G. D. Sims, W. R. Broughton, *2.05 Glass Fiber Reinforced Plastics*, vol. 2, *Comprehensive composite materials*, pp. 151-197, 2000. 33
8. Stanciu, A. E., *Contribuții la determinarea proprietăților mecanice ale compozitului de tip mat-roving, utilizat la recipiente cilindrice*, teza de doctorat, Brașov, 2011. 35
9. Stanciu A. E., *Materiale compozite din fibră de sticlă - aplicații, metodă și optimizare*, Editura Universitatea Transilvania Brașov, 2013. 37
10. [www.compozite.net](http://www.compozite.net), 2013.

# RO 132240 B1

## Revendicări

1

3 1. Material compozit stratificat din fibra de sticlă în matrice de rășină epoxidică,  
5 **caracterizat prin aceea că** este constituit din 5 straturi de fibre, primul strat din material  
7 compozit din fibră de sticlă de tip fire scurte în matrice de rășină epoxidică cu greutatea  
9 specifică  $1 \times 450 \text{ g/m}^2$ , grosime  $0,8 \dots 1 \text{ mm}$ ; următoarele 3 straturi din material compozit din  
11 fibră de sticlă de tip țesătură în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică de  
13  $3 \times 800 \text{ g/m}^2$ , grosime  $2,4 \dots 2,7 \text{ mm}$ ; ultimul strat din material compozit din fibră de sticlă de  
15 tip fire scurte, țesătură în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică  $1 \times 600 \text{ g/m}^2$ ,  
17 și grosime  $1 \dots 1,3 \text{ mm}$ .

11 2. Material compozit stratificat conform cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea**  
13 **că** se compune din 6 straturi, primul strat din țesătură din fibră de sticlă de tip fire scurte în  
15 matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică  $1 \times 450 \text{ g/m}^2$ , grosime  $0,8 \dots 1 \text{ mm}$ ;  
17 următoarele 4 straturi din fibră de sticlă de tip țesătură în matrice de rășină epoxidică cu  
19 greutatea specifică de  $4 \times 800 \text{ g/m}^2$ , grosime  $3,2 \dots 3,6 \text{ mm}$ ; și ultimul strat din fibră de sticlă  
21 de tip fire scurte în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică  $1 \times 600 \text{ g/m}^2$  și  
23 grosime  $1 \dots 1,3 \text{ mm}$ .

19 3. Procedeu pentru obținerea materialului compozit din fibră de sticlă de la  
21 revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** va cuprinde următoarele etape:

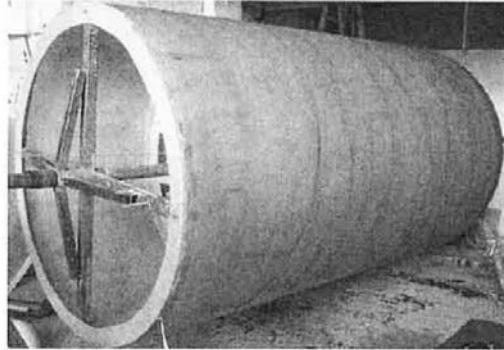
21 - aplicarea pe suprafața activă a matriței a unui strat fin de demulant, de obicei pe  
23 bază de ceară, apoi aplicarea unui strat de gelcoat;

23 - aplicarea peste aceste straturi a unui strat din fibră de sticlă cu masa specifică  
25  $1 \times 450 \text{ g/m}^2$ , impregnarea cu rășină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role  
27 pentru a se asigura o bună impregnare a fibrelor;

25 - aplicarea peste aceste straturi a încă 3 straturi sau opțional încă un strat de țesătură  
27 din fibră de sticlă cu masa specifică de  $4 \times 845 \text{ g/m}^2$ ;

27 - aplicarea unui strat din fibră de sticlă cu masa specifică  $1 \times 600 \text{ g/m}^2$  și impregnarea  
29 cu rășină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role pentru a se asigura o bună  
31 impregnare a fibrelor;

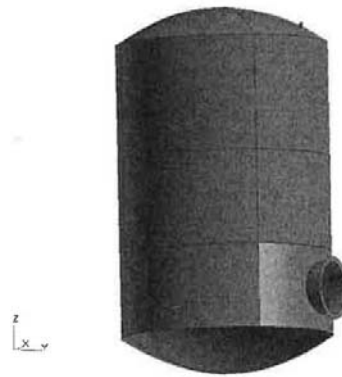
31 - matrița este mutată într-o zonă de polimerizare 24 h la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , timp  
de 14 zile, scoaterea piesei din matriță, trasarea, tăierea și ajustarea marginilor.



**Fig. 1**



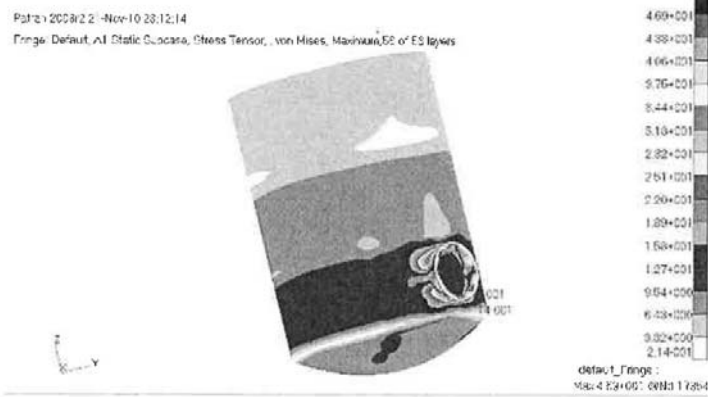
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

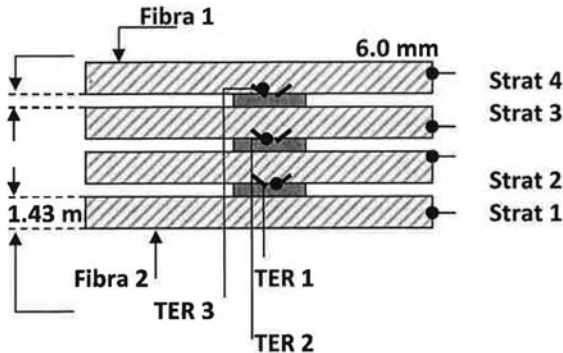


Fig. 6

Patran 2008/2 21-Nov-10 14:54:08  
Fringe Default, A1.Static Subcase, Strain Tensor, X Component, Layer 1001

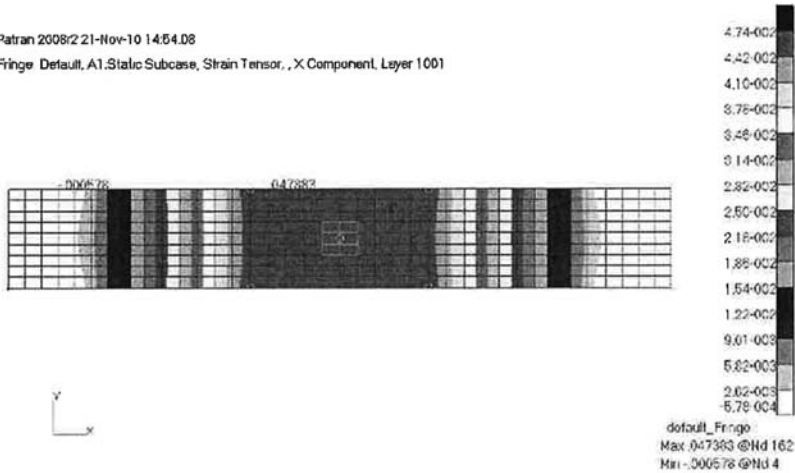


Fig. 7

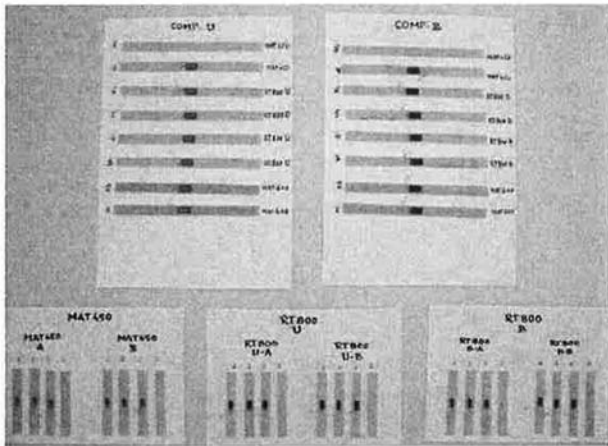
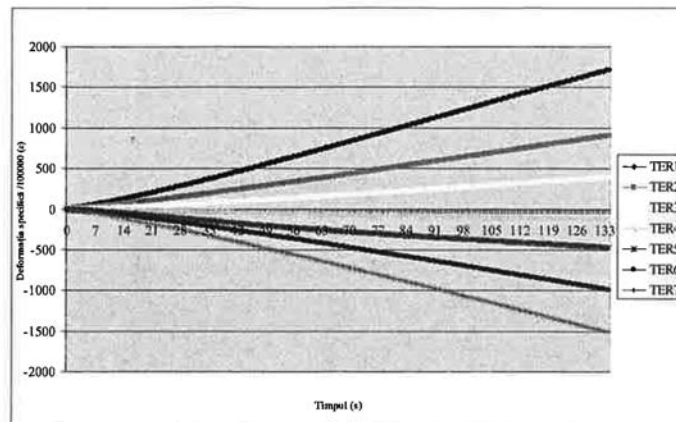
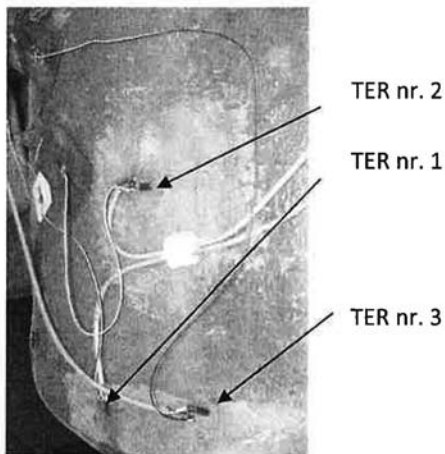


Fig. 8



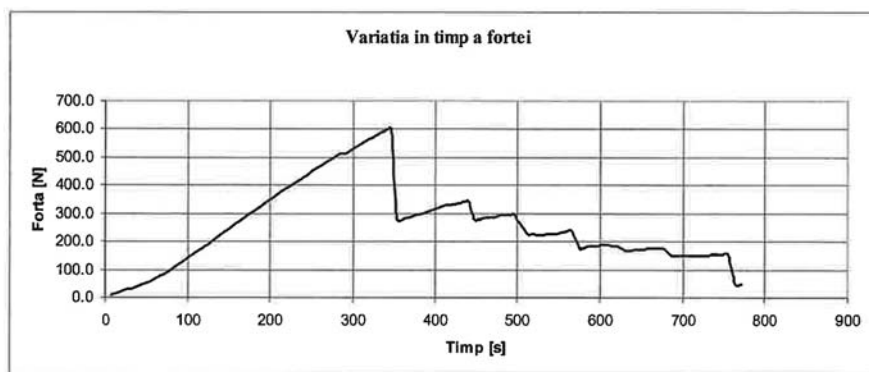
**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**

