



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00327

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

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

(71) Solicitant:  
• 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

(54) MATERIAL COMPOZIT DIN FIBRĂ DE STICLĂ,  
ȘI PROCEDEU DE REALIZARE ȘI TESTARE AL ACESTUIA,  
UTILIZABIL ÎN CONSTRUCȚIA DE RECIPIENȚI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un material compozit și la un procedeu de utilizare a acestuia pentru construcția unui recipient. Materialul conform invenției este compus din 6 straturi succesive de fibre dispuse de la interior spre exterior, în care: primul strat este din fibre de sticlă - fire scurte, în matrice de rășină epoxidică cu o greutatea specifică de 450 g/m<sup>2</sup> și o grosime de 0,8...1 mm, următoarele patru straturi sunt fiecare din fibră de sticlă - țesătură în matrice epoxidică cu o greutate specifică de 800 g/m<sup>2</sup> și o grosime de 3,2...3,6 mm, și ultimul strat fiind din fibră de sticlă - fire scurte, în matrice de

rășină epoxidică cu o greutate specifică de 600 g/m<sup>2</sup> și o grosime de 1...1,3 mm. Procedeu conform invenției constă în aplicarea straturilor în ordinea de la interior spre exterior, pe matrițe corespunzătoare componentelor unui recipient, menținerea timp de 14 zile, după care materialul compozit format se assemblează ca recipient și se finisează.

Revendicări: 3  
Figuri: 12



Nr. Int. B. P. D. 168/16.05.17  
1  
(pt. ESIM)

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MARCI  
Cerere de brevet de invenție  
Nr. a 2017 00327  
Data depozit 30-05-2017

## MATERIAL COMPOZIT DIN FIBRĂ DE STICLĂ, PROCEDEUL DE REALIZARE ȘI TESTARE AL ACESTUIA, UTILIZABIL ÎN CONSTRUCȚIA DE RECIPIENȚI

**Invenția se referă** la obținerea și utilizarea unui material compozit stratificat, care este armat cu fibre de sticlă (MAT-fibre scurte), și cu țesătură din fibre de sticlă (Roving), fiind realizat pentru recipiente.

**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, pentru realizarea structurii din compozit în funcție de dimensiunea recipientului, stabilindu-se numărul de straturi, astfel urmărind conceperea, realizarea și optimizarea acestuia, 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 și o întreținere ușoară.

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 printr-o alegere adecvată a orientării fibrelor pentru a prelua sarcinile din exploatare.

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 și prin determinarea continuității și a reproductibilității semifabricatelor realizate din aceste materiale, fiind axat pe studiul efectelor orientării fibrelor și ale poziționării laminelor asupra caracteristicilor mecanice ale acestor materiale, pentru diferite moduri de încărcare.

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.

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. În sistemele compozite ranforsate fibrele asigură rezistență la solicitări mecanice longitudinale,

iar matricea polimerică rezistența transversală și respectiv transferul solicitării către materialul de consolidare, ca avantaj, s-a putut determina prin cele 3 metode: cu ajutorul traductoarelor electrezistive, determinate teoretic prin metoda elementului finit, cât și experimental, fiind solicitate la tracțiune și încovoiere.

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

Autorii Noor și Peters în (A Posteriori Estimates for Shear Correction Factors in Multi-layered Composite Cylinders. Journal of Engineering Mechanics, Noor, A.K., 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 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.

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

Pentru a realiza acest material a fost necesară obținerea și testarea epruvetelor realizate din materiale polimerice armate cu fibră de sticlă, (Contribuții la determinarea proprietăților mecanice ale compozitului de tip mat-roving, utilizat la recipiente cilindrice, teza de doctorat, Stanciu, A.E., Brașov 2011), unde au fost detaliat dezbatute proprietățile mecanice, unde sunt prezentat parametrii cu influență semnificativă asupra proprietăților compozitelor, cum ar fi de exemplu ordinea straturilor, orientarea și dimensiunile straturilor. Acești parametrii au variat în scopul optimizării proprietăților mecanice ale compozitelor, studiul referitor la analiza deformațiilor vizualizând microscopic cât și gradul de noutate prin metoda tensometriei electrezistive (TER), fiind așezate între straturi cu aparatură performanță.

**Procedeu 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 (Brevet RO129354A0), dar și determinarea proprietăților atât

teoretice cât și experimentale (Brevet RO 129712A0). Urmărind precizia măsurătorilor, determinată cu ajutorul mărcilor tensometrice, a fost detaliată în monografia (Materiale compozite din fibră de sticlă - aplicații, metodă și optimizare, Editura Universitatea Transilvania, Stanciu A.E., 2013).

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, necesitând un număr de straturi care măresc greutatea finală a structurii.

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.

**Invenția prezintă următoarele avantaje:**

- ✓ obținerea unor materiale compozite rezistente cu un cost redus;
- ✓ obținerea unui produs cu rigiditate ridicată, stabilitate chimică și rezistență mare la temperaturi ridicate;
- ✓ coeficient de dilatare foarte mic, durabilitate în funcționare ridicată;
- ✓ obținerea de informații precise a proprietăților mecanice ale materialelor compozite de tip MAT și Roving în detaliu, pe fiecare strat cu ajutorul traductoarelor electrorezistive;
- ✓ determinarea numărului de straturi cu ajutorul elementului finit, fără un consum în prealabil de materie primă, capacitatea de obține informațiile necesare pentru a putea modifica proprietățile materialului în funcție de orientarea fibrelor;
- ✓ modificarea grosimii materialului în zona cu tensiuni și deformații maxime; astfel că 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;
- ✓ poate fi aplicată pentru orice dimensiune de recipient realizat din material compozit, armat cu fibre;
- ✓ pentru un recipient de 2000 l, sunt necesare 6 straturi de material, deoarece există riscul de a distruge transversal este nevoie de o grosime de aproximativ 6 mm, deoarece este așezat vertical;
- ✓ recipientii care au o capacitate între 500 și maxim 1000 l, se utilizează materialul compozit realizat din 5 straturi unde au fost determinați toți parametrii;

- ✓ folosind modelul geometric, putem aplica pentru orice dimensiune de recipient realizat din material compozit cu structuri diferite, dispunerea țesăturii roving in functie de unghiul ales, a numarului de straturi.

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

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

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

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

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu figurile 1-12 care reprezintă :

Fig.1 Corpul rezervorului în poziția de prelucrare

Fig.2 Capacul rezervorului

Fig.3 Geometria modelului

Fig.4 Vizualizarea mărită a deformațiilor MAT-Roving cu 6 straturi

Fig.5 Distribuția de tensiuni maxime von Mises maxim de pe 6 straturi MAT-Roving

Fig.6 Reprezentarea unei epruvete cu TER între straturi

Fig.7 Straturile pentru epruvetele realizate pentru cercetări

Fig.8 Straturile pentru epruvetele realizate pentru cercetări

Fig.9 Diagrama deformației specifice în funcție de timp pentru MAT-RT800, bătătură

Fig.10 Traductoarele electro rezistive aplicate recipientului

Fig.11 Epruveta b3 mărită de 500 ori 2D

Fig.12 Variația în timp a forței pentru epruveta RT800 pe bătătură


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

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

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

- 1 strat de MAT 600, grosime 1x1-1,3 mm;
- 4 straturi de RT 800, grosime 4x3,2-3,6 mm;
- 1 strat de MAT 450, grosime 1x0,8-1 mm.

Tabelul 1 Descrierea straturilor în laminat al materialului compozit MAT-Roving, 6 straturi

<i>Direcția straturilor în laminat</i>	<i>Strat(Ply)</i>	<i>Tip material</i>
interior  exterior	1	MAT450
	2	RT800
	3	RT800
	4	RT800
	5	RT800
	6	MAT600



În figura 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 mica față de primul materialul supus optimizării MAT-Roving cu – 6 straturi, figura 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 ( $\sigma_{ech v}$ ), 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

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,

traietorie, 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 fiind supusă la încovoiere pură, 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, avem valorile minime și maxime în tabelul 3.

TER utilizate au fost de din cele simple de 120  $\Omega$ , iar constanta k fiind de 2.03; 2.05; 2.09 (figura 6), unde s-a prezentat dispunerea marilor între straturi.

*Tabelul 3 Deformațiile specifice pentru materiale determinate experimental*

Nr.crt.	Material compozit	Deformația specifică minimă		Deformația specifică maximă	
		<i>Experimental</i>	<i>Teoretic</i>	<i>Experimental</i>	<i>Teoretic</i>
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 bățatură	-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 bățatură - 8 straturi	-0.02	-0.035	0.02	0.020

Pentru al doilea tip de material realizat din roving așezat pe urzeală, determinându-se în zona TER pe fiecare strat deformația specifică, exemplu pentru epruveta din RT800, pe urzeală, stratul 1 a fost de 0.0474 (figura 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 ne semnificativă între urzeală și bățatură pentru țesătura de roving, atât determinată cu MEF, valori apropiate putem spune; dar și experimental se dovedeste că materialul este mai rigid pe bățatură.

Studiul s-a realizat pe epruvete din material compozit de tip MAT și Roving (figura 8), care au fost supuse la încovoiere, iar cu ajutorul aparatului Spider 8, s-a putut analiza pe fiecare strat în parte proprietățile mecanice ale acestor materiale, unde s-a 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) (figura 9).

Putem observa că valorile sunt determinate experimental sunt apropiate de MEF, ceea ce demonstrează o transparență între teoretic și experimental, putând adopta cu ușurință un program de simulare.

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.

Se constată că în rezervor tensiunile care apar se încadrează în limitele existente fiind valori mici, se constată o supradimensionare a acestuia, deoarece avem deformația specifică maximă la 0.33 umplere a recipientului avem o valoare de 0.0247, (figura 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, un cost mai mic de fabricație.

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 1-1,3mm .

Pentru a testa epruvetele la tracțiune s-a aplicat standardul ASRO SR EN ISO527-1 Determinarea proprietăților de tracțiune, fiind impuse anumite condiții și determinarea anumitor parametri.

Pentru utilizarea cu prezenta parte a ISO 527, sunt prevăzute trei tipuri de epruvete, s-au folosit epruvete de tipul 1B, 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 (figura 12).

Determinarea experimentală a epruvetelor s-a realizat conform standardului roman ASRO SR EN ISO 14125 Compozite de materiale-plastice armate cu fibre, Determinarea proprietăților de încovoiere.

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.

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 (figura 12), după ce fusese solicitată la încovoiere.

În cele ce urmează sunt prezentate caracteristicile reprezentative privind rășina, întăritorul, fibrele de sticlă ce compun materialul propus.

**Rășina** epoxidică prezintă o fixare bună pe fibre, o contracție redusă la turnare (contracția este de cca. 0,5%) și asigură proprietăți mecanice ridicate.

Sistemul Epiphen RE4020 /DE 4020 folosit la material este un sistem epoxy pentru impregnare, stratificare și lipire care polimerizează la temperatura camerei. 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 amestec 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.

*Tabelul 4 Proprietăți fizice ai compuşilor de bază:*

	Rășină EPIPHEN RE 4020	Întăritor EPIPHEN DE 4020
Tip	Rășină epoxidică	Amine alifatică modificate
Aspect	Lichid translucid de nuanță galben deschis	Lichid galben deschis
Vâscozitate Brookfield la 25° C	2200mPa.s	50mPa.s
Densitate	1,15	0,98

*Amestec nepolimerizat:*

- Raport de amestec ( în greutate): 100 părți rășină+ 30 părți întăritor
- Vâscozitate Brookfield la 25° C : 300mPa.s
- Timp de gel :100g la 20° C: 45 minute
- Timp de întărire în strat subțire (la 20° C): 8-9 ore
- Timp de polimerizare completă (la 20° C): 14 zile

K5

Țesăturile de tip RT 800 sunt obținute din roving, cu margini tăiate și întărite cu legatură Dreher. Aceste țesături sunt utilizate, în general, pentru armarea rășinilor poliesterice și epoxidice și prezintă proprietăți bune de impregnabilitate. Cele mai importante caracteristici ale țesăturilor de tip RT sunt: masa specifică de  $800 \text{ g/m}^2$ ; grosime  $0,75 \pm 0,05 \text{ mm}$ ; latime  $120 \pm 5\% \text{ cm}$ .

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. 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. 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:  $t = 5 \text{ mm}$
- Numărul straturilor:  $N = 5$
- Frațiunea volumică a fibrelor fiecărui strat:  $\phi = 35\%$

*Date privind caracteristicile fibrelor și matricei:*

- Tipul materialului de armare: Fibre de sticlă
- Tipul matricei: Rășină epoxidică

Procedeul de realizare a placilor 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 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 rășina epoxidică ;
6. Peste aceste straturi se aplică un strat de MAT450 din fibră de sticlă cu masa specifică  $1 \times 450 \text{ g/m}^2$ , se impregnează cu rășină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role pentru a se asigura o bună impregnare a fibrelor;

AM

7. Peste aceste straturi se mai aplică încă 4 straturi de RT 800 țesătură din fibră de sticlă cu masa specifică de  $4 \times 845 \text{g/m}^2$ ;
8. Peste acestea se aplică un strat de MAT600 din fibră de sticlă cu masa specifică  $1 \times 600 \text{g/m}^2$  și se impregnează cu rășină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role pentru a se asigura o bună impregnare a fibrelor;
9. În final, matrița este mutată într-o zonă de polimerizare 24 ore la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ ;
10. După polimerizare, care durează 14 zile, piesa este desprinsă din matriță;
11. Se trasează, se taie și se ajustează marginile;
12. Lipirea componentelor recipientului (corpul, capacul de jos, teava de alimentare și gura de aerisire);
13. Șlefuire exterioară;
14. Lustruire interioară;
15. Marcarea;
16. Controlul final.

**REVENDICĂRI:**

1. **Material compozit din fibra de sticlă utilizabil în construcția de recipiente, caracterizat prin aceea că** 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  $1 \times 450 \text{ g/m}^2$ , grosime 0,8-1 mm; urmatoarele 3 straturi - RT 800 – material compozit din fibră de sticlă (țesătură) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică de  $3 \times 800 \text{ g/m}^2$ , 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  $1 \times 600 \text{ g/m}^2$ , grosime 1-1,3mm, se poate utiliza pentru un recipient cu o capacitate între 500 și maxim 1000 l.

2. **Procedeu pentru obtinerea materialului compozit din fibra de sticlă pentru construcția de recipiente , caracterizat prin aceea că** se compune din urmatoarele etape:

- ⚡ Se realizează în funcție de dimensiunea recipientului matrițe pentru corpul recipientului, capacul, gura de vizitare și țeava de alimentare sau daca există matrițele se curăță, iar eventualele deteriorări ale suprafeței active se remediază;
- ⚡ Pe suprafața activă a matriței se aplică un strat fin de demulant, de obicei pe bază de ceară;
- ⚡ Urmează aplicarea unui strat de gelcoat;
- ⚡ Se croiește fibra de sticlă;
- ⚡ Se prepară rășina epoxidică ;
- ⚡ Peste aceste straturi se aplică un strat de MAT450 din fibră de sticlă cu masa specifică  $1 \times 450 \text{ g/m}^2$ , se impregnează cu rășină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role pentru a se asigura o bună impregnare a fibrelor;
- ⚡ Peste aceste straturi se mai aplică încă 4 straturi de RT 800 țesătură din fibră de sticlă cu masa specifică de  $4 \times 845 \text{ g/m}^2$ ;
- ⚡ Peste acestea se aplică un strat de MAT600 din fibră de sticlă cu masa specifică  $1 \times 600 \text{ g/m}^2$  și se impregnează cu rășină epoxidică prin pensulare sau cu ajutorul unor role pentru a se asigura o bună impregnare a fibrelor;
- ⚡ În final, matrița este mutată într-o zonă de polimerizare 24 ore la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ ;
- ⚡ După polimerizare, care durează 14 zile, piesa este desprinsă din matriță;
- ⚡ Se trasează, se taie și se ajustează marginile;
- ⚡ Lipirea componentelor recipientului (corpul, capacul de jos, teava de alimentare și gura de aerisire);

- ↓ Șlefuire exterioară;
- ↓ Lustruire interioară;
- ↓ Marcarea;
- ↓ Controlul final.

3. **Material compozit din fibra de sticlă utilizabil în construcția de recipienti așezați vertical, caracterizat prin aceea că se compune din 6 straturi, -primul strat - MAT 450 – material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică 1x450 g/m<sup>2</sup>, grosime 0,8-1 mm; următoarele 4 straturi - RT 800 – material compozit din fibră de sticlă (țesătură) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică de 4x 800 g/m<sup>2</sup> , grosime 3,2-3,6 mm; ultimul strat- MAT 600 – material compozit din fibră de sticlă (fire scurte) în matrice de rășină epoxidică cu greutatea specifică 1x600 g/m<sup>2</sup>, grosime 1-1,3mm).**

41

Figurile prezentate în invenție

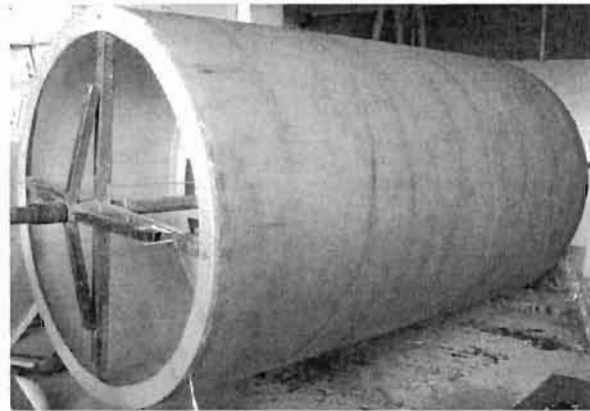


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Paper: 2017-012 - Rev: 10 23.12.14  
 Tema: Definitiv AD Static Subcase - Stress Tensor - von-Mises - Maximum Effort Ed. Ibram

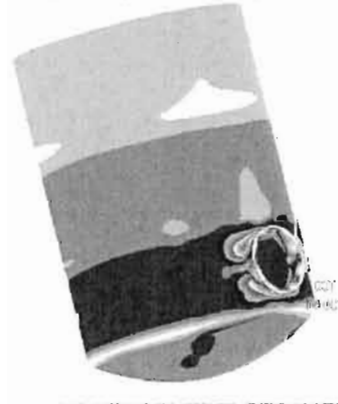
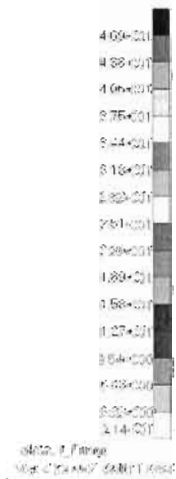


Fig. 5



Handwritten signature or initials.

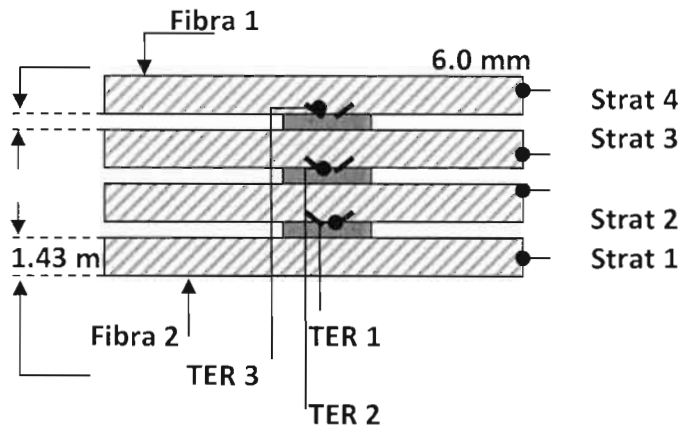
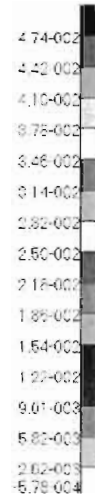
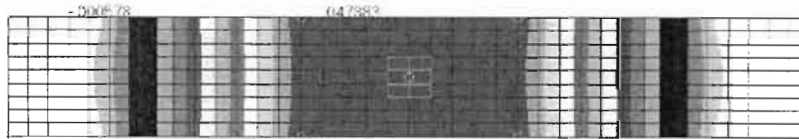


Fig. 6

Patran 2008r2 21-Nov-10 14:54:08

Fringe: Default, A1 Static Subcase, Strain Tensor, X Component, Layer 1001



default\_Fringe  
Max: 047300 @Nd 162  
Min: 000578 @Nd 4

Fig. 7

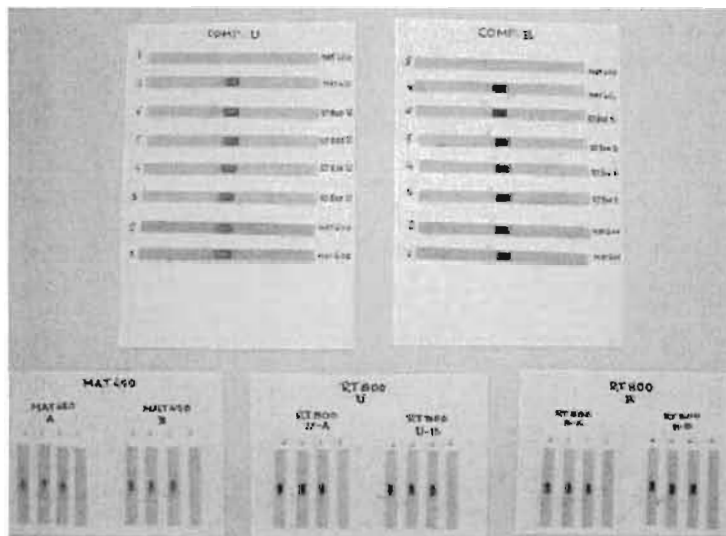


Fig. 8

Handwritten signature or initials.



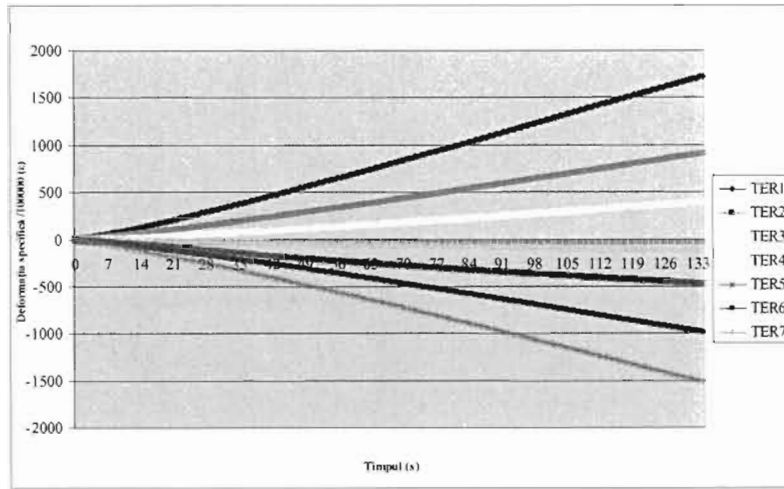


Fig. 9

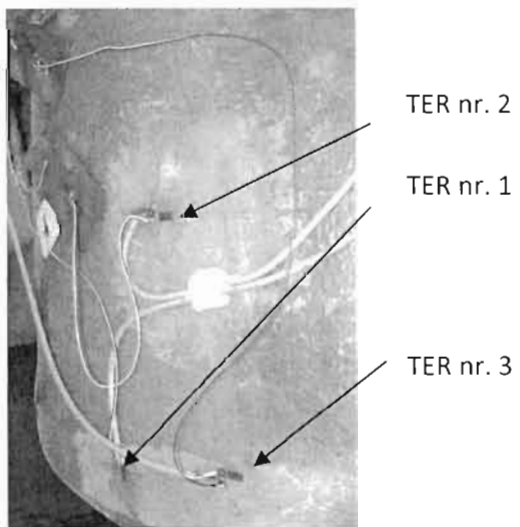


Fig. 10



Fig. 11

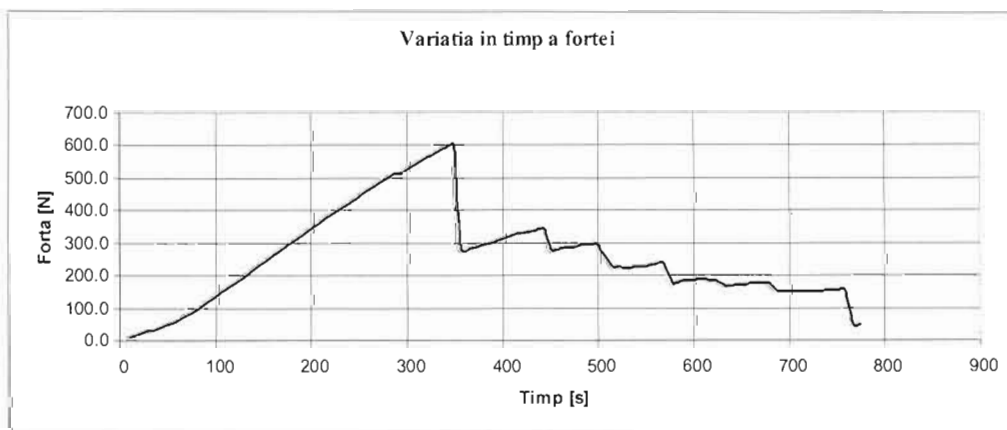


Fig. 12