



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00893**

(22) Data de depozit: **13/12/2019**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2024** BOPI nr. **5/2024**

(41) Data publicării cererii:
29/05/2020 BOPI nr. **5/2020**

(73) Titular:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE
AEROSPAȚIALĂ "ELIE CARAFOLI"-
I.N.C.A.S. BUCUREȘTI, BD. IULIU MANIU
NR. 220, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• **RUSU BOGDAN, STR.J.M. ELIAS, NR.567,
COMUNA SASCUT, BC, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 2004/0113305 A1; SHENGLONG JIANG
ET AL., "MECHANICAL PROPERTIES
ANALYSIS OF POLYETHERIMIDE PARTS
FABRICATED BY FUSED DEPOSITION
MODELING", HIGH PERFORMANCE
POLYMERS, VOL. 31(I), PP. 97-106, 2019**

(54) **MATERIAL COMPOZIT DE TIP SANDWICH PE BAZĂ
DE POLIETERIMIDĂ ȘI FIBRE DE CARBON ȘI PROCEDEU
DE OBȚINERE A ACESTUIA**



RO 134108 B1

1 Prezenta invenție se referă la un material compozit de tip sandwich, pe bază de poli-
2 eterimidă și fibre de carbon și la un procedeu de obținere a materialului compozit. Invenția
3 face referire la obținerea unui produs, mai precis la obținerea unui compozit de tip sandwich
4 cu miez realizat prin tehnologie de imprimare 3D cu material de tip rășină polieterimidă (PEI),
5 material de tip polimer amorf, caracterizat prin proprietăți termice și chimice ridicate, bună
6 stabilitate dimensională, cu capabilități de întârziere a flamabilității și învelișuri realizate din
7 material compozit, bazat pe matrice din rășină epoxidică ranforsată cu fibră de carbon. Este
8 bine cunoscut faptul că aceste materiale compozite sunt renumite pentru raportul rigiditate -
9 greutate foarte ridicat, rezistență foarte bună la compresiune și au aplicații în numeroase
10 domenii industriale.

11 Domeniul de aplicare al invenției este în principal industria aerospațială, dar poate
12 fi extins și la alte domenii precum industria autovehiculelor sau industria navală.

13 Imprimarea 3D este cunoscută sub mai multe denumiri precum fabricația aditivă
14 (AM), fabricația rapidă (RM) sau prototipare rapidă (RP) și reprezintă un proces de obținere
15 a obiectelor solide tridimensionale prin adăugarea de straturi de material. Obiectele fizice
16 sunt produse realizate în urma prelucrării unui model digital 3D de tip CAD. În momentul de
17 față sunt dezvoltate noi materiale și tehnologii pentru imprimare 3D, iar echipamentele pentru
18 imprimarea 3D sunt disponibile atât pentru producția industrială cât și pentru publicul larg.

19 Referindu-ne la contextul actual al domeniilor de aplicabilitate ale acestei tehnologii,
20 pe lângă educație, industria medicală, industria alimentară, arhitectură, industria auto,
21 imprimarea 3D a dezvoltat aplicații în industria aerospațială, fiind realizate piese utilizate
22 pentru structurile de aviație și spațiale în cadrul unor tehnologii specifice.

23 Se cunosc mai multe tehnologii de obținere a obiectelor prin imprimare 3D. Unul
24 dintre procedeele cele mai cunoscute este FDM [**Tehnologii de printare 3D**
25 <https://www.zspotmedia.ro/blog/printare-3d/>] - Modelare prin extrudare termoplastică
26 (depunere de material topit) fiind cea mai utilizată modalitate de fabricare aditivă datorită
27 simplității și accesibilității acesteia. Cu ajutorul unei aplicații software dedicate, modelul 3D
28 dorit este "feliat" inițial în secțiuni transversale numite straturi. Tehnologia de imprimare con-
29 stă în trecerea unui filament din material plastic printr-un extrudor ce îl încălzește până la
30 punctul de topire, aplicându-l apoi uniform (prin extrudare) strat peste strat, cu mare acura-
31 tețe pentru a realiza fizic modelul 3D în conformitate cu fișierul CAD. Dezavantajele acestui
32 procedeu sunt viteza de imprimare scăzută și acuratețe slabă pentru piese mici și detalii fine.

33 Un alt procedeu este SLA [**Tehnologii de printare 3D**
34 <https://www.zspotmedia.ro/blog/printare-3d/>] - Stereolitografia reprezentând o prototipare
35 rapidă utilizată la scară largă în mediul industrial pentru realizarea matritelor, modelelor și
36 chiar a componentelor funcționale. Aceasta mai este cunoscută și sub denumirea de foto-
37 solidificare sau fabricare optică, stereografia implică utilizarea unui fascicul laser cu lumină
38 ultravioletă pentru solidificarea unei rășini fotopolimerice lichidă aflată în cuva de construcție
39 a imprimantei. Dezavantajele acestui procedeu sunt rezistența medie la prelucrări mecanice
40 și necesitatea unor operațiuni deranjante de post-procesare (uneori cu substanțe chimice
41 posibil periculoase).

42 Un alt procedeu este Sinterizarea Laser Selectivă [**Tehnologii de printare 3D**
43 <https://www.zspotmedia.ro/blog/printare-3d/>] procedeu de prototipare rapidă patentată
44 la sfârșitul anilor '80. Această tehnologie implică utilizarea unui fascicul laser de mare putere
45 pentru topirea (sinterizarea) anumitor pulberi în straturi succesive obținându-se astfel
46 obiectul 3D dorit. În timpul imprimării, modelul 3D este în permanență acoperit cu pulberea
47 de construcție, ceea ce permite realizarea unor geometrii extrem de complexe fără utilizarea
48 unui material suport. Pulberea rămasă în cuva de construcție poate fi reutilizată la viitoarele

RO 134108 B1

procese de imprimare. Obiectele rezultate prin sinterizarea laser sunt poroase și nu necesită finisare decât dacă se dorește o durificare mecanică. Dezavantajul acestei tehnologii sunt costurile ridicate, dimensiunile mari ale dispozitivului de imprimare, materiale de imprimare scumpe, detaliile medii în ceea ce privește finețea (spre deosebire de tehnologia SLA) și necesitatea unor prelucrări ulterioare pentru durificarea suprafețelor. 1
3
5

În ceea ce privește miezul materialelor compozite de tip sandwich, de-a lungul timpului au fost dezvoltate diverse miezuri care prezintă diferite proprietăți mecanice și chimice. 7

Cel mai cunoscut miez este de tip "fagure" [**Caterham Group "Sandwich Structures" 7th March 2016 <https://altairenlighten.com/in-depth/sandwich-structures/>**] și este utilizat în numeroase aplicații în industriile aeronautică și auto. Avantajele acestui tip de miez sunt greutatea volumică foarte mică și faptul că prezintă o gamă largă de materiale din care poate fi confecționat precum aluminiul, carbonul, hârtia etc. Dezavantajele acestui tip de miez sunt costurile foarte ridicate pentru realizarea lui și o rezistență scăzută la coroziune. 9
11
13
15

Un alt tip de miez este cel sub formă de "spumă" [**Caterham Group "Sandwich Structures" 7th March 2016 <https://altairenlighten.com/in-depth/sandwich-structures/>**] și este conceput sub formă de celule rigide închise. Acest lucru conduce la modalitatea înmagazinării gazului în interiorul fiecărei celule constituind astfel o aplicabilitate majoră în industria marină (prevenind imersiunea în apă). Spumele pot fi fabricate dintr-o gamă largă de materiale precum polistirenul, poliuretan, PVC (policlorura de vinil) sau PMI (polimetacrilimida). Toate aceste materiale prezintă caracteristici fizice și chimice diferite, putând fi atinse densități foarte mici. 17
19
21
23

Polistirenul [**Caterham Group "Sandwich Structures" 7th March 2016 <https://altairenlighten.com/in-depth/sandwich-structures/>**] este obținut din petrol și este utilizat la scară largă în întreaga lume. Acesta poate fi de tipul termoset sau termoplast. Odată ce obiectele confecționate din acest material sunt sigilate cu rășină epoxi obțin o durată de viață mai mare și emit mult mai puține gaze toxice. Avantajele acestui material sunt greutatea specifică mică și costurile de achiziție foarte mici. Dezavantajele sunt acelea că materialul este inflamabil, fragil, cu rezistență slabă la solvenți și reprezintă un material cu caracter poluant, necesitând un timp îndelungat pentru a se descompune. 25
27
29
31

Poliuretanul [**Caterham Group "Sandwich Structures" 7th March 2016 <https://altairenlighten.com/in-depth/sandwich-structures/>**] este un material spumos cu structuri celulare închise și foarte utilizat în industria compozitelor, care conține un gaz cu conductivitate scăzută în mare parte de natură a hidroclorofluorocarbunilor (HCFC). Avantajul acestui material este gama largă de aplicații în care poate fi utilizat putând fi dur precum fibrele, protejant precum un lac de protecție sau aderent precum un adeziv, fiind totodată flexibil și durabil. Dezavantajele sunt coeficientul termic R-Value scăzut și emisiile chimice de-a lungul timpului. 33
35
37
39

Policlorura de vinil [**Caterham Group "Sandwich Structures" 7th March 2016 <https://altairenlighten.com/in-depth/sandwich-structures/>**] este utilizată pe scară largă mai ales în construcția ambarcațiunilor datorită capacității scăzute de absorbție a apei. Acest material este utilizat cu precădere în structurile compozite de tip sandwich datorită proprietăților sale printre care putem menționa costurile mici, rentabilitatea, durata lungă de viață, proprietățile electrice și de izolare bune, caracteristicile bune de prelucrare, rezistența la solvenți și la majoritatea combustibililor, se autostinge și nu putrezește. Cu toate acestea, PVC-ul prezintă câteva dezavantaje printre care capacitatea termică limitată, iar miezul de spumă este sensibil la degradarea cu raze UV și la oxidare. 41
43
45
47

RO 134108 B1

1 Polimetacrilimida (PMI) [**Caterham Group "Sandwich Structures" 7th March 2016**
2 <https://altairenlighen.com/in-depth/sandwich-structures/>] face parte din familia spumelor
3 cu structuri celulare închise se obține din amestecul acidului metacrilic și a monomerilor
4 metacrilonitrili. Datorită proprietăților mecanice bune la temperaturi înalte poate face față
5 presiunii ridicate fără a ceda.

6 În documentul **US 2004/0113305 A1** se dezvăluie o metodă de obținere a unui
7 material de tip sandwich cu miez de tip spumă polieterimidă, iar **Shenglong Jiang** ș.a., în
8 articolul ***Mechanical properties analysis of polyetherimide parts fabricated by fused***
9 ***deposition modeling***, prezintă proprietăți mecanice ale pieselor de polieterimidă obținute
10 cu ajutorul imprimării 3D.

11 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în realizarea unui material
12 compozit cu miez închis cu o rezistență la șoc mai bună.

13 Materialul compozit de tip sandwich, pe bază de polieterimidă și fibre de carbon,
14 conform invenției, este compus dintr-un miez imprimat 3D dintr-un material de tip polieteri-
15 midă cu rezistență mecanică de până la 85 MPa, densitate masică de 1270 kg/m³ și
16 rezistență termică cuprinsă între 200...220°C, având aspectul unui corp închis și care pre-
17 zintă o geometrie internă cu celule, miezul este acoperit cu învelișuri realizate din fibră de
18 carbon, care pot fi atașate manual sub formă de țesătură cu densitatea de 160 g/m² și
19 impregnată cu rășină epoxidică ce polimerizează la temperaturi cuprinse între 180...210°C,
20 raportul volumic dintre fibră și matrice fiind de 55%.

21 Procedul de obținere a materialului compozit, conform invenției, constă în realizarea
22 unui miez compozit, prin imprimare 3D în condiții în sine cunoscute, dintr-un material de tip
23 polieterimidă, care apoi este acoperit cu două straturi de fibră de carbon cu o densitate de
24 160 g/m², preimpregnat cu o rășină de tip epoxidică, peste care se adaugă un strat de mate-
25 rial din polietilenă cu o grosime de 30 microni, prevăzut cu orificii fine pentru eliminarea
26 rășinii în exces, iar peste acesta se adaugă un strat din material de tip textil cu o grosime de
27 2 mm cu o structură poroasă pentru absorbția rășinii în exces, aceste acoperiri fiind realizate
28 pe ambele fețe ale miezului, materialul compozit de tip sandwich astfel realizat fiind acoperit
29 cu un sac atașat la o instalație de vidare la -0,8 atm, apoi este introdus într-o autoclavă la
30 o temperatură de 200°C și o presiune de 6 atm, timp de 60 minute.

31 Invenția prezintă următoarele avantaje:

32 - produsul poate fi obținut printr-un procedeu mai simplu ce poate fi automatizat;
33 - produsul obținut presupune costuri de fabricație mai scăzute;
34 - produsul prezintă proprietăți mecanice ridicate, inclusiv rezistența la șocuri mai
35 mare;

36 - produsul prezintă proprietăți de aderență a miezului la învelișuri mai ridicate față de
37 compozitele sandwich clasice cu un factor de până la 2,65 ori mai mare;

38 - timpul total de fabricație al acestui produs este mai mic în comparație cu timpul
39 alocat fabricației compozitelor de tip sandwich uzuale chiar cu până la 46%;

40 - costuri de fabricație mai mici;

41 - utilizarea miezului imprimat 3D elimină necesitatea utilizării unor matrițe, care de
42 regulă sunt realizate prin prelucrări mecanice;

43 - miezul imprimat 3D, cu un design optimizat, prezintă proprietăți mecanice mai bune,
44 costuri și timpi de fabricație mai scăzute față de miezul fabricat din spumă;

45 - pe baza unor procese de consolidare a miezului din PEI se constată că proprietățile
46 compozitului privind rezistențele la compresiune și forfecare devin de 10, respectiv 1,72 ori
47 mai mari decât în cazurile neconsolidate;

RO 134108 B1

- precizia dimensională mai bună;	1
- posibilitatea rigidizării structurii pe direcțiile forțelor ce sunt aplicate în exploatare;	
- emisii mai mici de substanțe gazoase;	3
- rezistență chimică mai bună a miezurilor;	
- potențial ridicat în abordarea fabricării componentelor cu șanse nule a risipei de material în comparație cu tehnologiile clasice convenționale.	5
Invenția se referă la un material compozit cu miez realizat prin imprimare 3D, rezistent la temperaturi de peste 200°C din PEI, cu foarte bune proprietăți mecanice și termice pentru aplicațiile în acest sens, și învelișuri realizate din rășini armate cu fibră de carbon, care respectă standardele FAR 25.853, ABD 0031, OSU 65/65 privind testele de căldura degajată și testele NBS pentru măsurarea densității fumului și care prezintă proprietăți mecanice mai bune în cazul șocurilor mecanice și termice.	7
Fibrele de carbon pot fi unidirecționale sau sub formă de țesătură, preimpregnate cu rășina epoxidică. Așezarea pe miez se realizează în straturi succesive pe direcții preferențiale în funcție de direcția sarcinilor ce urmează a fi preluate. Fibrele unidirecționale se pot aplica în benzi utilizându-se sisteme automate de așezare. Între primul strat și miez se utilizează un film adeziv compatibil cu rășina de impregnare. Filmul adeziv poate fi eliminat prin aplicarea primului strat de fibră cu rășină în exces.	9
Polimerizarea are loc în autoclavă, la temperatură și presiune controlate. Piesa de tip sandwich se introduce în autoclavă în sac de vid. În funcție de forma piesei, miezul este imprimat 3D cu adaos necesar așezării sacului de vid, a rampelor de vidare și a senzorilor de temperatură. Adaosul este utilizat și pentru a oferi sprijin de masă autoclavei piesei pregătite pentru polimerizare.	11
Caracteristicile miezului din PMI permit realizarea componentelor de tip sandwich de calitate prin polimerizare la temperaturi de până la 200°C și presiuni de 6 atm.	13
Principalele avantaje pe care le aduce această structură sunt: reducerea greutateii structurilor, posibilitatea creșterii dimensiunilor panourilor datorate unei rezistențe și stabilități ridicate [Thermoplastic composite sandwiches for structural helicopter applications, Dipl. Ing. Jonas Grünwald, Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe, Universität Bayreuth, (2018); Experimental study of the mechanical behaviour of pin reinforced foam core sandwich materials under shear load, M A Dimassi, C Brauner and A S Herrmann, Materials Science and Engineering 118 (2016)], obținerea unei precizii dimensionale ridicate, emisii foarte scăzute de substanțe gazoase, rezistență chimică ridicată împotriva fluidelor hidraulice și combustibililor, procesabilitate excelentă cu o reproductibilitate foarte bună a pieselor.	15
Un alt avantaj pe care metoda îl introduce este scutirea timpului de fabricație al miezului cu structură de tip hollow. Dacă până în prezent realizarea unui miez cu acest tip de geometrie necesită fabricarea unor matrițe realizate din metal sau lemn pe mașina cu comandă numerică, iar apoi materialul era atașat matrițelor pentru a se obține forma finală, cu ajutorul imprimării 3D se poate realiza miezul într-o singură etapă și totodată se pot realiza rigidizări în jurul găurilor de trecere prin miez pentru organele de asamblare.	17
Alt avantaj este acela că structura imprimată 3D a miezului poate fi realizată cu fețele exterioare total acoperite de material având bune contribuții la păstrarea integrității structurale în cazul șocurilor [Modified foam cores for full thermoplastic composite sandwich structures, Jonas Grunwald, Tilman Orth, Patricia Parlevliet and Volker Altstadt, Journal of Sandwich Structures and Materials, (2017)] pe canturile corpurilor	19

RO 134108 B1

1 și asigurarea etanșeității. Miezurile actuale necesită acoperirea canturilor cu material de
2 protecție, îngreunând uneori structura și datorită diferenței de rigiditate, în cazul șocurilor,
3 daunele structurale apar în zonele de colț.

4 Un alt avantaj pe care îl prezintă fabricarea miezului cu ajutorul imprimării 3D este
5 acela că se poate stabili geometria internă a miezului în funcție de direcțiile solicitărilor
6 exterioare.

7 Invenția prezintă următoarele elemente de noutate:

- 8 - utilizarea unei structuri imprimate 3D pentru aplicații în materialele compozite
9 hibride;
- 10 - polimerizarea rășinii epoxi aplicată pe suprafața miezului imprimat 3D în interiorul
11 autoclavei;
- 12 - obținerea unui material compozit cu miez închis dintr-o singură etapă de fabricație;
- 13 - posibilitatea adaptării geometriei miezului la condițiile impuse de domeniul de
14 exploatare al piesei.

15 Aplicațiile sunt direcționate spre componente importante în domeniul aerospațial cum
16 sunt palele de elicopter, suprafețele de comandă, învelișuri de fuselaj etc.

17 În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu figurile
18 care reprezintă:

19 Figura 1: Formarea învelișului exterior pe miezul imprimat 3D

20 Figura 2: Detaliul A indicând așezarea materialelor învelișului exterior sub sacul de
21 vid (Legendă: 1. Miez (imprimare 3D); 2. Fețele Miezului (imprimare 3D); 3. Straturi de Fibră
22 de Carbon; 4. Sac de vid; 5. Strat prevăzut cu orificii fine utilizat pentru a permite eliminarea
23 rășinii în exces; 6. Strat prevăzut cu o structură poroasă pentru a ajuta la absorbția rășinii
24 în exces; 7. Instalație de vidare; 8. Bandă de etanșare; 9. Adaos de prelucrare (imprimare
25 3D); 10. Linie de separare a adaosului)

26 Figura 3: Formarea învelișului interior pe miezul imprimat 3D

27 Figura 4: Detaliul B indicând așezarea materialelor învelișului interior sub sacul de
28 vid (Legendă: 1. Instalație de vidare; 2. Bandă de etanșare; 3. Adaos de prelucrare (imprimare
29 3D); 4. Fețele miezului (imprimare 3D); 5. Strat prevăzut cu orificii fine utilizat pentru
30 pentru a permite îndepărtarea rășinii în exces; 6. Strat prevăzut cu o structură poroasă
31 pentru a ajuta la absorbția rășinii în exces; 7. Sac de vid; 8. Linie de separare a adaosului;
32 9. Straturi de Fibră de Carbon; 10. Miez (imprimare 3D).

33 Figura 5: Panou curbat cu miez imprimat 3D și învelișuri de fibra de carbon

34 Figura 6: Secțiune longitudinală în piesa finită. Reprezentarea elementelor constitu-
35 tive (Legendă: 1. Fețele miezului (imprimare 3D); 2. Straturi de Fibră de Carbon; 3. Miez
36 (imprimare 3D); 4. Zona rigidizată pentru organele de asamblare).

37 Exemplul 1

38 O aplicație utilă a acestui produs reprezentată de un panou curbat de înveliș este
39 detaliată în continuare, în fig. 1 este ilustrată aplicarea învelișului exterior pe miezul 1 impri-
40 mat 3D. Realizarea piesei finite se face în două etape. Prima etapă constă în imprimarea 3D
41 a miezului din rășină polieterimida împreună cu adaosul de material 9 ce va oferi suport în
42 așezarea pe gabarit și montarea instalației pentru vidare 7 și a bandei de etanșare 8. Fețele
43 miezului 2 sunt realizate cu infill de 100% și permit o adeziune mai bună a straturilor
44 adiacente. Miezul este acoperit cu două straturi de fibră de carbon (preguri), țesătură cu
45 densitatea de 160 g/m², preimpregnată cu rășină epoxy 3. Peste cele două straturi este
46 adăugat un strat de material (perforated release film - având grosimea de 30 micrometri) con-
47 fecționat din polietilenă - 5 prevăzut cu orificii fine utilizat pentru eliminarea rășinii în exces,

RO 134108 B1

iar peste acesta este adăugat un material de tip textil (breather/bleeder Fabric cu densitate de 160 g/m ² cu grosime de 2mm), 6 prevăzut cu o structură poroasă pentru a ajuta la absorbția rășinii în exces. Sacul de vid 4 este atașat în final pentru a putea fi inițializat procesul de vidare. Ordinea de asamblare a materialelor sub sacul de vid este ilustrată în Detaliul A din fig. 2. Liniile de separare 10 indică limita utilă pentru piesa finită. Îndepărtarea materialului de adaos se poate face mecanic sau cu ajutorul dispozitivelor de debitare cu laser.	1 3 5 7
A doua etapă constă în întoarcerea piesei pentru realizarea învelișului interior. Procedura este similară și constă în închiderea celui de-al doilea sac și vidarea la -0,8 atm ca în fig. 3. După etapa de vidare, ansamblul este introdus în autoclavă la temperatură și presiune controlate pe un interval de timp.	9 11
În fig. 4 este prezentat detaliul B care ilustrează materialele constitutive situate sub sacul de vid 7 . Se poate observa că învelișul exterior format din straturi de fibră de carbon 9 a rămas atașat de structura miezului.	13
Ciclul de polimerizare în autoclavă depinde de forma piesei și de rășină utilizată. Nu este necesar să se depășească temperatura de 200°C și presiunea de 6 atm pentru obținerea unei piese structurale de calitate.	15 17
În ceea ce privește geometria de construcție a interiorului miezului, aceasta se poate adapta cerințelor de exploatare ținând cont de direcția și de mărimea solicitărilor. Un parametru esențial este reprezentat de gradul de umplere (infill) al geometriei, acesta putând varia de la valori mici de sub 10 procente și până la 100 de procente, în funcție și de capacitățile imprimantei 3D.	19 21
În tabelul 1 sunt ilustrate câteva aranjamente de umplere a materialului uzuale în aplicațiile imprimării 3D și care pot fi preluate în cadrul aplicațiilor precum miezurile compozitelor de tip sandwich.	23 25
De remarcat este faptul că aceste structuri sunt fabricate din materiale care au fost testate în conformitate cu normele de testare ASTM și ISO 294, iar rezultatele au arătat tensiuni de rupere cu valori de până la 120 MPa.	27
În fig. 5 este prezentată piesa finită, iar în fig. 6 este prezentată o secțiune longitudinală pentru evidențierea elementelor constitutive ale piesei, unde se poate observa și zona rigidizată 4 pentru instalarea organelor de asamblare.	29 31

RO 134108 B1

Revendicări

1

3

5

7

9

1. Material compozit de tip sandwich, pe bază de polieterimidă și fibre de carbon **caracterizat prin aceea că**, este compus dintr-un miez imprimat 3D dintr-un material de tip polieterimidă cu rezistență mecanică de până la 85 MPa, densitate masică de 1270 kg/m³ și rezistență termică cuprinsă între 200...220°C, având aspectul unui corp închis și care prezintă o geometrie internă cu celule, miezul este acoperit cu învelișuri realizate din fibră de carbon, care pot fi atașate manual sub formă de țesătură cu densitatea de 160 g/m² și impregnată cu rășină epoxidică ce polimerizează la temperaturi cuprinse între 180...210°C, raportul volumic dintre fibră și matrice fiind de 55%.

11

13

15

17

19

21

2. Procedeu de obținere a materialului compozit definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, se realizează un miez compozit, prin imprimare 3D în condiții în sine cunoscute, dintr-un material de tip polieterimidă, care apoi este acoperit cu două straturi de fibră de carbon cu o densitate de 160 g/m², preimpregnat cu o rășină de tip epoxidică, peste care se adaugă un strat de material din polietilenă cu o grosime de 30 micrometri, prevăzut cu orificii fine pentru eliminarea rășinii în exces, iar peste acesta se adaugă un strat din material de tip textil cu o grosime de 2 mm cu o structură poroasă pentru absorbția rășinii în exces, aceste acoperiri fiind realizate pe ambele fețe ale miezului, materialul compozit de tip sandwich astfel realizat fiind acoperit cu un sac atașat la o instalație de vidare la -0,8 atm, apoi este introdus într-o autoclavă la o temperatură de 200°C și o presiune de 6 atm, timp de 60 min.



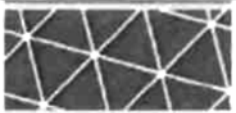

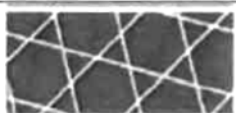

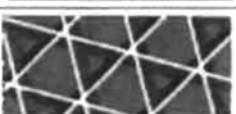


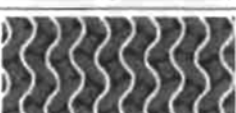
(51) Int.Cl.

B32B 27/06 (2006.01);

B64C 3/24 (2006.01)

Tipuri de aranjamete de umplere pentru structurile imprimate 3D [5]

Tabelul 1

Rețea		Octet	
Triunghiuri		Quarter Cubic	
Tri-Hexagon		Încrucișat	
Cubic		Încrucișat 3D	
Cubic Subdivision		Giroid	

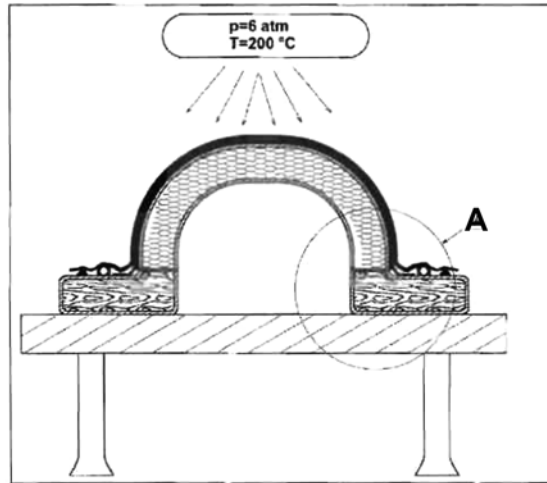
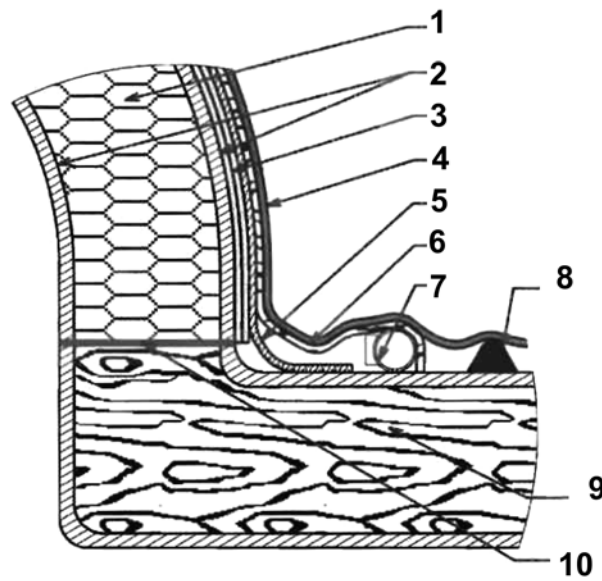


Fig. 1



Detaliul A

Fig. 2

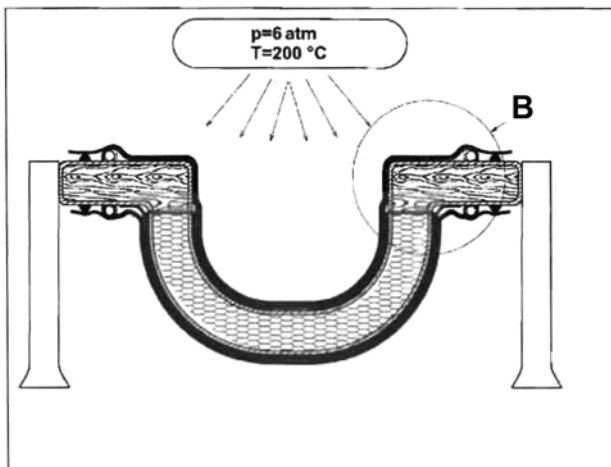
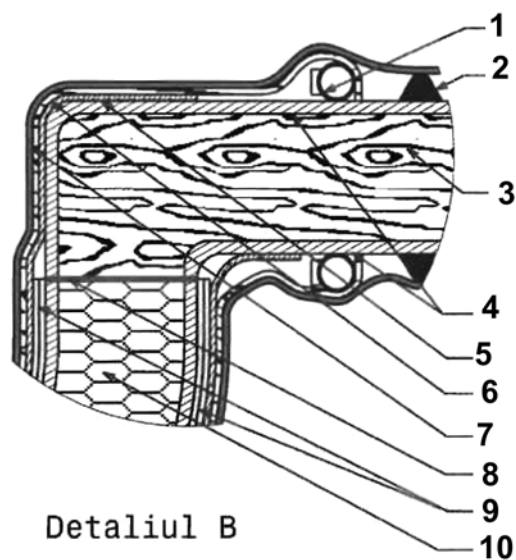
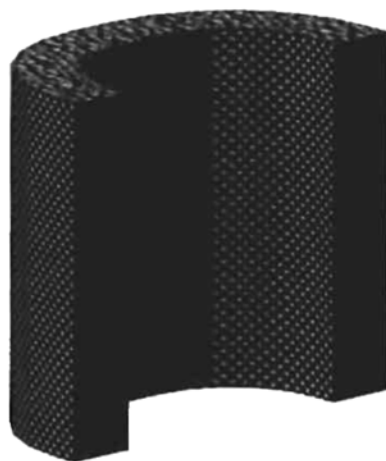


Fig. 3



Detaliul B

Fig. 4



imprimat 3D și învelișuri de fibră de

Fig. 5

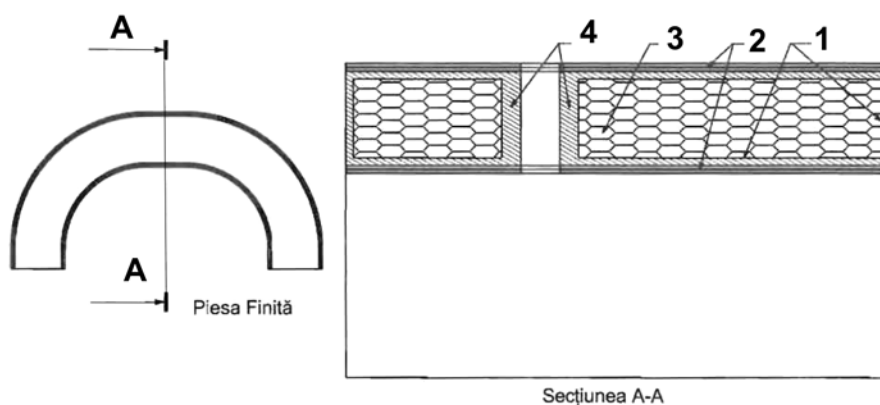


Fig. 6

