



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00613**

(22) Data de depozit: **06/09/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2019** BOPI nr. **8/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/03/2018 BOPI nr. **3/2018**

(73) Titular:

• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
TEXTILE ȘI PIELĂRIE - SUCURSALA
INSTITUTUL DE CERCETARE PIELĂRIE,
ÎNCĂLȚĂMINTE, STR. ION MINULESCU
NR. 93, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:

• **SONMEZ MARIA, STR. PLEVNEI NR. 17,
VILA 3, BRAGADIRU, IF, RO;**
• **NIȚUICĂ MIHAELA, ȘOS. BERCENI
NR. 39, BL. 107, SC. A, AP. 31, ET. 5,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ALEXANDRESCU LAURENȚIA,
CALEA VICTORIEI NR. 128A, AP. 10,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **STELESCU MARIA DANIELA,
STR. CÂMPIA LIBERTĂȚII NR. 42, BL. B2,
SC. C, ET. 3, AP. 96, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **GEORGESCU MIHAI, STR. TURDA
NR. 106, BL. 32, SC. 2, AP. 61, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **FICAI DENISA, STR. GHEORGHE POLIZU
NR. 1-7, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **FICAI ANTON, STR. GHEORGHE POLIZU
NR. 1-7, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **CONSTANTINESCU DOINA,
STR. GH. CARANFIL NR. 5F, SĂVINEȘTI,
NT, RO;**
• **CONSTANTINESCU MURARIU BOGDAN,
STR. GH. CARANFIL NR. 5F, SĂVINEȘTI,
NT, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**M. VAN DEN OEVERT AND T. PEIJS,
"CONTINUOUS-GLASS-FIBRE-REINFORC
ED POLYPROPYLENE COMPOSITES II.
INFLUENCE OF MALEIC-ANHYDRIDE
MODIFIED POLYPROPYLENE ON
FATIGUE BEHAVIOUR", COMPOSITES
PART A 29A, PP. 227-239, 1998; CN
104829944 A**

(54) **MATERIAL COMPOZIT HIBRID PE BAZĂ
DE POLIPROPILENĂ ARMATĂ CU WHISKERSURI
DIN CARBURĂ DE SILICIU ȘI FIBRE DE STICLĂ
FUNCȚIONALIZATE**



1 Invenția se referă la un material compozit hibrid pe bază de polipropilenă (PP) armată
2 cu whiskersuri pe bază de carbură de siliciu (SiCw) și fibre de sticlă de tip E, funcționalizate
3 la suprafață cu diclordimetilsilan (FS-DcDMS), și în prezența polipropilenei grefate cu
anhidridă maleică (PP-g-AM), cu rol de compatibilizator.

5 Materialul compozit obținut pe bază de polipropilenă termoplastică armată cu
6 whiskersuri și fibre de sticlă funcționalizată este destinat obținerii unor produse utilizate în
7 diverse ramuri industriale, precum: industria chimică - containere, recipiente pentru stocare
(ulei de motor, benzină, motorină etc.), industria constructoare de mașini (carcase pentru
8 baterii, baie de ulei, capace pentru acoperire motor etc.), precum și pentru palete pentru
9 ventilatoare industriale, roți dințate etc.

11 Introducerea unor agenți de armare sub formă de fibre, cu structură chimică diferită,
12 într-o singură matrice polimerică, conduce la obținerea materialelor compozite hibride.
13 Agenții de armare, modificați sau nemodificați pe suprafață cu substanțe chimice de
îmbunătățire a compatibilității, pot fi introduși în matrici polimerice (termorigide sau
15 termoplastice) prin metoda amestecării în topitură, într-un mixer sau extruder-granulator.

16 În literatura de specialitate, au fost identificate studii cu privire la obținerea
17 materialelor compozite cu matrice metalică (pe bază de aliaj din aluminiu), matrice
termorigidă (rășină epoxidică și poliesterică), polibutilentereftalat (PBT), poliamide armate
19 cu carbură de siliciu și fibre de sticlă, și în prezența altor tipuri de nanoparticule (Al_2O_3 ,
 CaSO_4), destinate utilizării în diverse aplicații industriale cu performanțe ridicate precum,
21 automobile, aerospațială, militară și electrică, datorită, în principal, proprietăților mecanice
și fizice ridicate a unor astfel de compozite.

23 Mai mult, materialele compozite utilizând ca fază continuă matrici ceramice, metalice
și polimerice, armate cu carbură de siliciu, au fost rezultatul unor cereri și/sau brevete
25 publicate.

26 Un astfel de material este studiat în **EP 2543650 A1**, unde este descrisă o metodă
27 de obținere a unui material compozit ceramic armat cu fibre cu densitate ridicată, și cuprinde
etapele: 1. Obținerea fibrelor preformate multi-strat, prin acoperire cu carbon pirolitic
29 (utilizând o atmosferă ce conține propan și azot, raportul volumic de gaz fiind de 1:10...10:1)
și carbură de siliciu (utilizând un amestec de gaze propan și monosilan (SiH_4), raportul
31 volumic fiind de 3:1...1:3); 2. Impregnarea fibrelor multi-strat, cu o suspensie de rășină
fenolică (100 părți în greutate) amestecată cu materiale de umplură, inclusiv pulbere de
33 carbon și siliciu metalic (5...40 părți în greutate); 3. Carbonizarea materialelor compozite
plastice armate cu fibre impregnate (de la temperatura camerei până la 1000°C într-o
35 atmosferă de azot); 4. Tratarea termică într-o atmosferă sub vid a materialului compozit din
fibre carbonizate, în scopul topirii materialului de umplură, și difuzia acestuia în interiorul
37 materialului compozit din fibre carbonizate - reacție primară de sinterizare (la temperatura
de 1650°C, timp de 10...60 min); 5. Răcirea materialului obținut în faza 4 la temperatura
39 camerei, urmată de impregnarea materialului compozit din fibre cu o soluție ce conține un
precursor de polimer (polycarbosilanul) pentru producerea carburii de siliciu (SiC); 6.
41 Aplicarea unui strat de pulbere de siliciu pe suprafața materialului obținut în etapa 5, urmată
de topirea pulberii de siliciu metalic într-o atmosferă inertă și difuzia acestuia în interiorul
43 materialului compozit. Această metodă de obținere a materialelor compozite, este puternic
limitată pentru a fi aplicată la scară industrială, în principal datorită prețului materiilor prime
45 extrem de ridicat, metoda aplicată fiind foarte laborioasă (productivitate scăzută), precum și
datorită faptului că implică echipamente și condiții de lucru costisitoare și mari consumatoare
47 de energie electrică.

Un material utilizat pentru producerea plăcuțelor de frână pentru autovehicule a fost studiat în **US 8980974 B2**. Materialul de fricțiune, conform invenției, are următoarea compoziție: 4...6 părți fibre aramidice, 2...2,5 părți de deșeuri din pulberi provenite de la anvelope, 5...6 părți de magneziu, 8...10 părți fibre ceramice, 3,5...5 părți magnetită, 7...8 părți rășină fenolică amestecată cu particule de bor, 15...17 părți whiskersuri pe bază de sulfat de calciu, 16...18 părți de titanat de potasiu, 15...17 părți de barită, 5,5...7 părți fulgi de grafit, 6...8 părți pulbere de fricțiune ce conține ulei din caju, 6...8 părți de cocs din petrol calcinat, 1,5...2 părți nitrură de bor, 5...7 părți pulbere de aluminiu 0,4...0,5 părți fibre din cupru pur și 0,4...0,6 părți de carbură de siliciu. Cu toate că un astfel de material prezintă numeroase avantaje, cum ar fi reziliență termică adecvată, rezistență la abraziune, etc., acesta prezintă și numeroase dezavantaje, și anume utilizarea unor cantități destul de însemnate de particule metalice care pot conduce la uzura excesivă a rotorului precum și la procese de coroziune. Mai mult, datorită utilizării titanatului de potasiu, în cantități apreciabile în structura compozitului, acesta poate ridica numeroase probleme de siguranță și sănătate publică.

US 0059987 A1 descrie o metodă de funcționalizare a pulberilor sau a whiskersurilor pe bază de carbură de siliciu, precum și a altor tipuri de whiskersuri anorganice, pentru a putea fi încorporate în matrici polimerice (fluoropolimeri, rășinile fenolice, poliesterii, poliuretani, poliolefine, acilați, polieterimide, poliamide, eter polifenilene, poliketone alifatic, polisulfone, poliesterii aromatici, rășini de tip novolac, siliconice, epoxidice). Aceste tipuri de particule sau whiskersuri funcționalizate cu organosilani nu prezintă date asupra principalelor proprietăți pe care le induce carbura de siliciu, și anume rezistența la impact și încovoiere, și cea termică. Mai mult decât atât, formarea legăturilor covalente între matricea polimerică, respectiv gruparea funcțională prezentă pe suprafața carburii de siliciu ca urmare a oxidării suprafeței, nu este dovedită printr-o metodă adecvată de caracterizare, de exemplu FTIR.

EP 2662401 A1 descrie un procedeu de obținere a materialelor nanocompozite polimerice, utilizând ca fibre de armare whiskersuri pe bază de $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ și cel puțin o matrice polimerică selectată din grupul constând din materiale termoplastice, prin metoda amestecării în topitură. Drept matrice polimerică, în respectiva invenție s-a utilizat polietilena de înaltă densitate și poliamida 12, în care au fost introduse 10 wt% (procente masice) de whiskersuri pe bază de alumină funcționalizată la suprafață cu o soluție de silisol în apă (conținând 10...70% particule de silice). Fibrele tratate obținute au fost uscate într-o etuvă cu aer cald la temperatura de 80°C timp de 12 h. Pentru ca astfel de materiale să poată fi utilizate în industria aeronautică, este necesară efectuarea și a altor teste, precum: rezistență la șoc Izod și determinarea stabilității termice sub încărcare mecanică HDT Vicat.

Tot în stadiul tehnicii se regăsește articolul scris de **M. van den Overt și T. Peijs**, *Continuous-glass-fibre-reinforced polypropylene composites II. Influence of maleic-anhydride modified polypropylene on fatigue behaviour*, **Composites Part A 29A (1998) 227-239**, în care este prezentat un studiu despre comportarea unui material hibrid pe bază de polipropilenă armată cu fibră de sticlă, iar în documentul **CN 104829944 A** se dezvoltă un nou material compozit polipropilenic modificat și o metodă de preparare a acestuia. Metoda de preparare cuprinde următoarele etape: 1) funcționalizarea suprafeței whiskersurilor de SiC, care poate fi: hidroxilare (SiC-OH), silanizarea (SiC-APS) și hibridizarea (SiC-HBP); 2) adăugarea de SiC-HBP într-o matrice de polipropilenă pentru prepararea noului material compozit de polipropilenă modificată, care cuprinde următoarele componente în procente de greutate: 40...80% homopolipropilenă sau copolipropilenă, 5...20% SiC-HBP, 5...15% fibre de sticlă, 0...5% PP grefată, 5...10% sulfat de bariu,

0,1...0,5% antioxidant principal, 0,1...0,5% antioxidant auxiliar, și 0,1...1% alți aditivi; 3) adăugarea componentelor în procente de greutate într-un amestecător cu viteză mare, amestecarea uniformă a componentelor, transportarea amestecului într-un extruder cu dublu șnecc și efectuarea extrudării, topirea și granulara pentru obținerea noului material compozit din polipropilenă modificată.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în realizarea unor materiale compozite hibride pe bază de polipropilenă, polipropilenă grefată cu anhidridă maleică armată cu whiskersuri pe bază de carbură de siliciu și fibre de sticlă funcționalizate cu diclordimetilsilan, procesate pe un extruder-granulator dublu șnecc și prelucrate în produse finite prin injecție sau prin formare în matrițe la temperaturi și presiuni controlate, care să îndeplinescă acele condiții necesare utilizării în aplicații industriale din domeniul auto și chimic, precum: rezistență la tracțiune, încovoiere, alungire, modul, agenți chimici, stabilitate într-un domeniu larg de temperatură, densitate scăzută, contracție redusă la formare, stabilitate la acțiunea factorilor de mediu și la adsorbția de umiditate.

Materialul compozit polimeric hibrid pe bază de polipropilenă armată cu fibre de sticlă, conform invenției, este constituit din: 77...89 părți în greutate polipropilenă homopolimer sau copolimer cu 1...3 părți în greutate polipropilenă grefată cu anhidridă maleică, 3...10 părți în greutate whiskersuri pe bază de carbură de siliciu și 3...10 părți în greutate fibre de sticlă de tip borosilicatică, funcționalizate cu 5 părți în greutate diclordimetilsilan raportat la 100 g fibre.

Materialul conform invenției are o duritate de 62...85°ShD, o rezistență la rupere de 19...70 N/mm², o densitate de 0,69...1,4 g/cm³, o rezistență la încovoiere de 34...76 MPa, o sarcină la rupere de 50...136 N, un modul Young de 1,6...4,7 GPa, un indice de fluiditate de 38...88 g/10 min și o stabilitate termică sub încărcare mecanică de 67...180°C.

Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje competitive:

- grad ridicat de întrepătrundere matrice polimerică/fază dispersă;
- rezistență la tracțiune, sarcină la rupere, încovoiere, alungire la rupere și modul ridicat;
- stabilitate termică sub sarcină ridicată;
- densitate scăzută;
- rezistență chimică;
- contracție la formare scăzută;
- vâscozitate în topitură optimă;
- tehnologie de obținere cu grad ridicat de productivitate și consum energetic scăzut.

Încorporarea fibrelor anorganice în matrici polimerice este cunoscută ca fiind o metodă eficientă de a obține materiale compozite cu proprietăți mecanice, chimice și termice îmbunătățite. Acest lucru este deosebit de important, în cazul utilizării acestor tipuri de materiale, în aplicații ce implică condiții severe de operare. Mai mult decât atât, prin utilizarea a două tipuri de fibre de armare (cu forma fizică și compoziție chimică diferită) în matricea polimerică de polipropilenă, se va profita de sinergismul lor, în vederea obținerii de proprietăți noi sau semnificativ îmbunătățite, pentru o aplicație specifică. Materialele compozite armate cu fibre pot să înlocuiască cu succes materialele tradiționale în numeroase aplicații ce implică rezistență, temperaturi de operare ridicate și greutate scăzută. Cu toate acestea, gradul de armare este puternic limitat de numeroși factori, precum proprietățile componentelor individuale, raportul masic dintre faze, gradul de dispersare, legătura existentă la interfața agent de armare/matrice, forma și dimensiunea agentului de armare, precum și proprietățile microstructurale (grad de omogenitate).

Carbura de siliciu (SiC) este un material semiconductor important, format printr-o legătură covalentă între Si și C, cu rezistență mecanică, termică, stabilitate chimică și oxidativă în medii corozive ridicate.

O primă problemă care apare în realizarea unor astfel de compozite armate cu fibre anorganice este dispersia uniformă a acestora în substratul de polimer, urmată de îmbunătățirea interacțiunii la stratul de interfață faza dispersă/polimerică. Datorită diferențelor de solubilitate și polaritate dintre polipropilenă și fibrele anorganice, acestea necesită compatibilizare. O altă problemă secundară inevitabilă a procesului de producție a compozitelor armate cu fibre este conținutul mare de goluri (datorat prezenței sau eliberării moleculelor de apă de pe suprafața materialului dispers în timpul procesului de formare sau datorită incompatibilității dintre faze), deoarece acestea pot forma fisuri în timpul deformării și reduce rezistența mecanică a compozitului. Un alt efect nedorit, frecvent apărut în cazul utilizării fibrelor ca agenți de armare, este reprezentată de aglomerarea lor, ceea ce conduce la scăderea rezistenței mecanice și a proprietăților de interes a compozitului, datorită creșterii dimensiunilor particulelor și a slabei rezistențe în sine a aglomeratelor. Restructurarea moleculară a matricii polimere este un fenomen des întâlnit în cazul utilizării unor cantități ridicate de fibre în matrici polimerice, ceea ce se reflectă în creșterea viscozității amestecului, și, implicit, la temperaturi și eforturi de forfecare mari. Acești doi factori inițiază procese de degradare în matrice, concretizate, în particular, într-o variație a distribuției maselor moleculare ale matricii în timpul procesului de formare. Copolimerii grefați ai polipropilenei, sunt utilizați pe scară largă drept compatibilizatori în amestecurile compozite pe bază de polimeri termoplastici nepolari (PP), armate cu fibre. Îmbunătățirea compatibilității dintre faze poate fi realizată fie prin funcționalizarea suprafeței agentului de armare cu diferiți agenți chimici, fie prin adăugarea unui cantități scăzute de polimeri grefați sau prin combinarea ambelor metode. Raportul masic dintre faze este deosebit de important din punct de vedere al proprietăților mecanice și al proprietăților microstructurale.

Cu toate acestea, una dintre problemele principale rămase până în prezent este reprezentată de alegerea agenților de compatibilizare capabili să asigure atât formarea de legături chimice cu matricea polimerică, cât și cu suprafața fibrelor anorganice. Acest lucru este foarte important, în cazul în care se dorește obținerea de produse de înaltă calitate din compozitele armate cu fibre anorganice.

În prezenta invenție, s-a selectat, ca matrice continuă termoplastică, polipropilena, datorită rezistenței la agenți chimici agresivi, uleiuri pentru motor și benzine, iar ca agent de compatibilizare, polipropilenă grefată cu anhidridă maleică (datorită proprietăților termo-mecanice, precum și a faptului că optimizează adeziunea prin scăderea concentrărilor de tensiune la limita de separație dintre faze, ceea ce conduce la o mai bună dispersare și umectare a fibrelor anorganice), armate cu fibre de sticlă funcționalizate cu diclordinetilsilan și whiskersuri pe bază de carbură de siliciu, pentru obținerea materialelor compozite cu proprietăți performante, și anume: rezistența la tracțiune, încovoiere, temperatură, chimică, contracție și viscozitate scăzută în timpul formării.

Mai mult decât atât, fibrele de sticlă au fost funcționalizate cu diclordinetilsilan, în scopul îmbunătățirii suplimentare a adeziunii dintre faze, creșterea hidrofobicității, îmbunătățirea umectabilității și, implicit, posibilitatea de a îngloba cantități mai ridicate de fibre anorganice. De asemenea, funcționalizarea fibrelor de sticlă cu diclordinetilsilan crește suplimentar rezistența termică și chimică a compozitului.

Procedeu de obținere a materialelor compozite hibride cuprinde funcționalizarea fibrelor de sticlă cu diclordinetilsilan, tratamentul de preuscărire la care sunt supuse whiskersurile din carbură de siliciu, urmate de: dozare materii prime, obținere compozit hibrid prin extrudare, realizare epruvete prin metoda presării într-o matriță de formare în presa electrică cu platane, caracterizare fizico-mecanică, morfologică și structurală a produselor finite și ambalare.

1 Produsele finite obținute sunt sub formă de granule, cu proprietăți fizico-mecanice, termice și chimice performante, densități peste 1 g/cm³ etc.

3 Produsele obținute conform invenției elimină dezavantajele menționate, prin aceea
5 că sunt compozite polimerice hibride pe bază de polipropilenă compatibilizată cu
7 polipropilenă grefată cu anhidridă maleică armată cu whiskersuri pe bază de carbură de
9 siliciu și fibre de sticlă funcționalizate cu 5% diclordimetilsilan, prelucrabile în produse finite
11 prin metoda formării în matriță, injecție și extrudare, cu aplicații în domeniul auto, chimic și
13 a bunurilor de larg consum.

15 Datorită structurii whiskersurilor de carbură de siliciu de cristal aproape perfect,
17 precum și datorită introducerii în amestec a PP-g-AM și a diclordimetilsilanului pe suprafața
19 fibrelor de sticlă, compozitele obținute sunt omogene și prezintă compatibilitate maximă la
21 interfață, ceea ce se reflectă în proprietățile finale determinate.

23 Datorită acestor agenți de compatibilizare și prezenței carburii de siliciu, aceste
25 materiale compozite prezintă proprietăți fizico-mecanice, termice, structurale și morfologice
27 superioare comparativ cu compozitele polimerice necompatibilizate și ranforsate cu umpluturi
29 convenționale sau nanoparticule.

31 În cele ce urmează, se prezintă un exemplu de obținere a materialului compozit hibrid
33 pe bază de polipropilenă armată cu fibre de sticlă scurte, funcționalizate, și carbură de siliciu.

35 **Exemplu**

37 Se omogenizează pe un extruder granulator dublu șnec cu corotație, prevăzut cu 2
39 guri de alimentare, 77...89 părți în greutate polipropilenă homopolimer sau copolimer cu 1...3
41 părți în greutate polipropilenă grefată cu anhidridă maleică, 3...10 părți în greutate
43 whiskersuri pe bază de carbură de siliciu (L = 18 μm, d = 1,5 μm) supuse procesului de
45 preuscare într-o etuvă cu aer cald la temperatura de 80°C timp de 3 h și 3...10 părți în
47 greutate fibre de sticlă de tip E - borosilicatică (L = 4,5 mm și d = 13 μm) funcționalizată cu
49 5 părți în greutate diclordimetilsilan raportat la 100 g fibre la următorii parametri de omo-
51 genizare, pe cele 9 zone de operare ale extruderului-granulator: 135-139-159-190-173-159-
53 154-150-145°C, viteza de rotație a șnecurilor de 50...100 rpm, viteză dozator șnec de
55 alimentare 8,2...10 rpm, presiune axială 4,5...5,5 kN, presiune în topitură 50...60 bar,
57 intensitate curent de alimentare 24 A, urmată de extrudarea amestecului prin filieră sub formă
59 de șnur, răcire într-o baie cu apă, uscare cu aer cald, granulare și ambalare. Fibrele de sticlă
61 funcționalizate cu diclordimetilsilan se introduc prin gura de alimentare 2 a extruderului,
63 situată în partea mediană a șnecului, în vederea evitării deteriorării acestora prin rupere.

65 Granulele obținute pe extruder-granulator sunt utilizate în fază inițială pentru
67 determinarea indicilor de fluiditate, precum și pentru realizarea epruvetelor pentru determinări
69 fizico-mecanice (încovoiere, rezistență, modul, alungire, sarcină la rupere) și temperaturi de
71 deformare sub sarcina HDT, prin presare într-o matriță de formare cu dimensiunea de
73 100 x 10 x 4 mm și la următorii parametri optimi stabiliți, în scopul evitării formării golurilor
75 datorită utilizării unor temperaturi mult prea ridicate, și anume temperatura platanelor
77 170...175°C, timp de preîncălzire 10...15 min, timp de presare 10...15 min, timp de răcire
79 12...15 min, forța de presare 150...300 kN. Epruvetele, în urma testelor fizico-mecanice, sunt
81 supuse determinărilor morfologice (în fractură sau zona de rupere), stucturale și pentru
83 determinarea stabilității termice prin DSC-TG.

85 Caracteristicile fizico-mecanice și termice determinate pentru compozitele hibride sunt
87 următoarele:

- 89 - duritate: 62...85°ShD;
- 91 - rezistență la rupere: 19...70 N/mm²;
- 93 - densitate: 0,69...1,4 g/cm³;

RO 132437 B1

- rezistența la încovoiere: 34...76 MPa;	1
- sarcina la rupere: 50...136 N;	
- modul Young: 1,6...4,7 GPa;	3
- indici de fluiditate - MFR (175°C, forță de apăsare - 5 kg): 38...88 g 10 min;	
- stabilitatea termică sub încărcare mecanică - HDT: 67...180°C.	5
Spectroscopia FTIR evidențiază benzile caracteristice polipropilenei (2800... 3000 cm ⁻¹), dar și a celorlalte componente carbură de siliciu (764...904 cm ⁻¹) și fibre de sticlă funcționalizate cu diclordimetilsilan (banda caracteristică acestora este de intensitate slabă în regiunea 1000...1100 cm ⁻¹ , datorită unei bune adeziuni dintre faze - polipropilena practic încastrează fibrele de sticlă). Buna adeziune dintre componente este confirmată, de asemenea, prin SEM și prin imaginile de microscopie FTIR, și se observă depunerea unei cantități însemnate de agent de funcționalizare pe suprafața fibrelor de sticlă, o bună întrepătrundere a fibrelor de sticlă cu matricea de polipropilenă, structura alungită a whiskersurilor pe bază de carbură de siliciu, precum și o foarte bună omogenitate a amestecului.	7
	9
	11
	13
	15

1. Material compozit polimeric hibrid pe bază de polipropilenă armată cu fibre de sticlă, **caracterizat prin aceea că** este constituit din: 77...89 părți în greutate polipropilenă homopolimer sau copolimer, cu 1...3 părți în greutate polipropilenă grefată cu anhidridă maleică, 3...10 părți în greutate whiskersuri pe bază de carbură de siliciu și 3...10 părți în greutate fibre de sticlă de tip borosilatică funcționalizate cu 5 părți în greutate diclordimetilsilan raportat la 100 g fibre.

2. Material compozit polimeric hibrid conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** are o duritate de 62...85° ShD, o rezistență la rupere de 19...70 N/mm², o densitate de 0,69...1,4 g/cm³, o rezistență la încovoiere de 34...76 MPa, o rezistență la rupere de 50...136 N, un modul Young de 1,6...4,7 GPa, un indice de fluiditate de 38...88 g/10 min și o stabilitate termică sub încărcare mecanică de 67...180°C.

