

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2023 00150**

(22) Data de depozit: **31/03/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/08/2023 BOPI nr. **8/2023**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
CHIMIE ȘI PETROCHIMIE - ICECHIM,
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.202,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• PASARE VILI, STR.PRINCIPALĂ, NR.208,
COMUNA DRAGOTESTI, GJ, RO;
• NITOI DAN, STR.CONSTANTIN
RĂDULESCU MOTRU, NR.4, BL.1, SC.2,
ET.4, AP.51, BUCUREȘTI, B, RO;
• SEMENESCU AUGUSTIN,
ȘOS. BUCUREȘTI - TÎRGOVIȘTE 22T, A14,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• COSTOIU MIHNEA COSMIN,
STR. LONDRA NR.18, ET.4, AP.24,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• CHIVU OANA-ROXANA, STR. BAIA DE
ARIEȘ, NR.3, BL.5B, SC.2, ET.6, AP.70,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• MARCU DRAGOȘ FLORIN,
ALEEA MARIUS EMANOIL BUTEICA, NR.12,
BL.60, SC.A, AP.9, ET.1, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• FIERĂSCU RADU CLAUDIU,
STR. DUNĂRII, BL. D4, ET. 4, AP. 18,
ROȘIORI DE VEDE, TR, RO;
• FIERĂSCU IRINA, STR.ION MANOLESCU,
NR.2, BL.129, SC.B, ET.1, AP.49,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• SOMOGHI RALUCA,
STR.GH.GR.CANTACUZINO, NR.208A,
BL.133 C, SC.A, ET.1, AP.4, PLOIEȘTI, PH,
RO

(54) PROCEDEU DE REALIZARE A UNEI ACOPERIRI COMPOZITE CU DURABILITATE CRESCUTĂ PE O SUPRAFAȚĂ METALICĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de realizare a unor acoperiri compozite cu durabilitate crescută a suprafețelor metalice și în special a suprafețelor cilindrilor de frânare utilizați în stațiile ITP. Procedeu conform invenției constă în depunerea succesivă de straturi de material compozit pe suprafața metalică a unei role de frânare, sprijinită și rotită cu ajutorul unor rulmenți (16) asamblați într-o carcasă (15) metalică care la rândul ei este montată pe o placă (17) suport, iar după depunerea unuia sau mai multor straturi de material compozit compus din rășină cu întăritor (7) și nisip cuarțos cu material de umplură (8) într-un raport de amestecare de rășină epoxidică: întăritor: umplură: apă de 1,6...2,2: 1: 3...8: 1...5 în care umplutura este realizată din nisip cuarțos încălzit la 80°C timp de 2 ore, cu dimensiunea de particulă < 0,15 mm și componentele cu rol anticoroziv, oxid de zinc cu dimensiunea de particulă < 100 μm și magnetită cu dimensiunea de particulă < 500 μm, în raport de 2,5...6: 1: 1,5...3, acoperirea compozită este supusă unui câmp ultrasonic cu frecvențe de vibrație cuprinse în domeniul 20...80 KHz și cu amplitudini de ordinul nanometrilor, care favorizează coeziunea intermoleculară dintre rășină, granu-

lele de nisip și substratul metalic, câmpul ultrasonic venind în contact cu rola (1) pentru un timp determinat de necesarul activării proceselor de difuzie, de obținerea emulsiilor, de dizolvare și de polimerizare.

Revendicări: 2
Figuri: 2

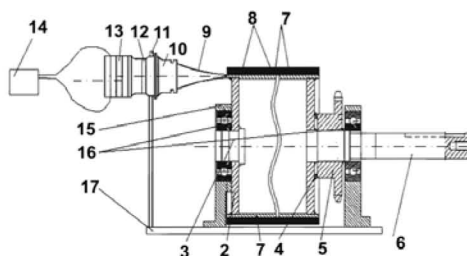


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



9

PROCEDEU DE REALIZARE A UNEI ACOPERIRI COMPOZITE CU DURABILITATE CRESCUTĂ PE O SUPRAFAȚĂ METALICĂ

**Vili PASARE, Dan Florin NIȚOI, Augustin SEMENESCU, Mihnea Cosmin COSTOIU,
Oana Roxana CHIVU, Dragoș-Florin MARCU Radu Claudiu FIERĂSCU, Irina
FIERĂSCU, Raluca SOMOGHI**

Invenția se referă la un procedeu de realizare a unei acoperiri compozite cu durabilitate crescută pe o suprafață metalică, pentru cilindrii de frânare din stațiile ITP, sau orice aplicație la care se poate aplica procedeuul propus.

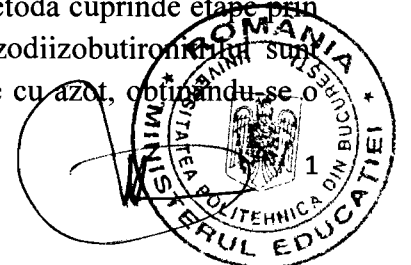
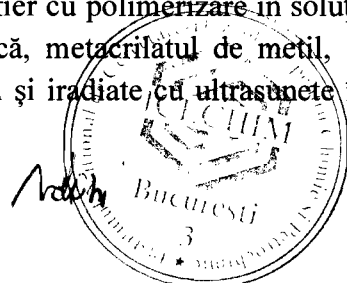
La ora actuală sunt cunoscute deja efectele ultrasunetelor în diferite aplicații industriale, din medicină, militare, în industria bunurilor de consum, etc. Numeroasele aplicații ale ultrasunetelor în diferitele ramuri ale tehnicii se datorează efectelor produse de acestea ca urmare a proprietăților pe care le posedă undele ultrasonore și anume: lungime de undă mică, accelerație a particulei foarte mare, putând atinge 105 ori accelerația gravitației, posibilitatea de dirijare în direcția dorită a unui fascicol ultrasonic îngust, posibilitatea de concentrare și focalizare a energiei acustice într-un spațiu limitat fără să afecteze cu nimic mediul prin care se propagă. Ca urmare a acestor proprietăți câmpul ultrasonor are multiple aplicații tehnologice în lichide, solide și în gaze.

În lichide sunt cunoscute aplicațiile ultrasunetelor precum: obținerea emulsiilor, fărâmițarea suspensiilor, curățirea pieselor, extracția, accelerarea proceselor de difuzie, cristalizarea, acțiunea asupra proceselor chimice, filtrarea aerului sau a apelor, dizolvarea, polimerizarea și depolimerizarea, coagularea hidrosolurilor, degazarea, accelerarea proceselor electrochimice, accelerarea reacțiilor eterogene, cavitația ultrasonoră.

Aplicarea ultrasunetelor la producerea materialelor compozite se încadrează în cercetările din două domenii științifice ce au dovedit realizări deosebit de importante și anume domeniul materialelor compozite și al aplicațiilor ultrasunetelor. Una dintre problemele materialelor compozite, se referă la procesul de delaminare, de exfoliere a straturilor din care un material compozit este realizat. Acest proces, ce se desfășoară sub acțiunea unor forțe normale pe suprafață, a unor forțe de forfecare sau combinate, este extrem de favorizat de lipsa de coeziune dintre materialul de bază al materialului compozit și anume rășina epoxidică sau polimerică și suprafața materialelor de ranforsare ce dau proprietățile deosebite ale materialului.

Tehnologia clasică ce constă în depunerea manuală a straturilor succesive de rășină și nisip cuarțos pe un suport cilindric din oțel (Fig. 1a) prezintă în forma actuală dezavantajul exfolierii premature cauzate de acțiunea forțelor tangențiale de frânare dezvoltate la contactul cu anvelopa autoturismelor (Fig. 1b).

Prin documentul CN102924647A este cunoscută o metodă de preparare a unui compozit nano-polimeric de fier cu polimerizare în soluție prin ultrasunete. Metoda cuprinde etape prin care triclorura ferică, metacrilatul de metil, stirenul, toluenul și azodiizobutironitrilul sunt amestecate uniform și iradiate cu ultrasunete în condiții de protecție cu azot, obținându-se o



8

soluție reacționată; se adaugă metanol în soluția reacționată pentru precipitare și se obține un sediment după filtrare iar sedimentul este spălat, uscat în vid și este măcinat pentru a obține un compozit polimeric nano-feric, compozitul polimeric fiind o pulbere solidă gri. În condițiile protecției cu azot și fără agent reducător, iradierea cu ultrasunete este efectuată, ionii de fier sunt reduși în particule nano-fer, între timp, prin ultrasunete având loc polimerizarea in situ, iar compozitul polimer nano-fer este sintetizat direct într-o singură etapă. Metoda economisește energie și protejează mediul.

Obiectivul procedurii propus este de a realiza o acoperire cu o structură compozită bazată pe rășină epoxidică, pe suprafața unui produs metalic, cu o durată de viață mărită prin scăderea posibilității de delaminare și cu proprietăți ameliorate față de produsele actuale, în ceea ce privește durata de viață, în mod particular- pentru obținerea unor cilindri de frânare pentru standurile de testare ale autovehiculelor cu durabilitate sporită și caracteristici mecanice superioare.

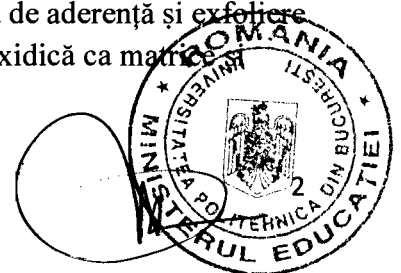
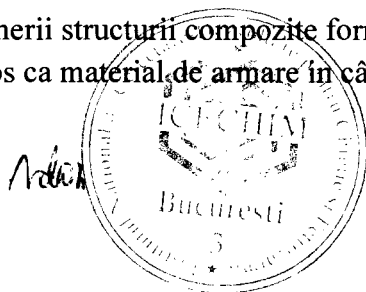
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stabilirea unor elemente tehnice de procedeu de realizare a unei structuri compozite pe bază de rășină epoxidică pe suprafața unui metal astfel încât să confere acestuia durabilitate ridicată în condiții de exploatare dure, caracterizate de forțe tangențiale mari și de vibrații.

Procedeu conform invenției rezolvă această problemă tehnică prin faptul că realizarea materialului compozit se obține prin depunerea succesivă de straturi de material compozit ce conține rășină epoxidică lichidă amestecată cu un întăritor și cu granule de nisip dar și cu un material de umplură, într-un câmp ultrasonic care prin frecvențele de vibrație în domeniul (20....80) KHz și amplitudini în domeniul nanometrilor, care favorizează coeziunea intermoleculară dintre materiale și realizarea unor legături chimice mult mai bune. În acest mod, legăturile intermoleculare dintre straturile materialului compozit din care sunt realizați cilindrii de frânare ai unor standuri de frânare, de exemplu, devin mult mai solide iar durabilitatea cilindrilor crește. Prin acțiunea ultrasunetelor în structurile în stare lichidă se obține îmbunătățirea procesului de aderență pe o suprafață solidă metalică a rășinii epoxidice precum și de îmbunătățirea aderenței dintre rășina epoxidică și elementele de armare reprezentate aici de particule de nisip. Material compozit este compus dintr-o rășină epoxidică bi-component pe baza de apă disponibilă comercial și o componentă de umplură funcțională, compozitul fiind realizat prin utilizarea unor rapoarte de amestecare de rășină epoxidică:întăritor:umplură:apă de 1.6..2.2/1/3...8/1..5, iar umplutura este realizată din nisip cuarțos încălzit la 80°C timp de 2h, dimensiunea de particula sub 0.15 milimetri, și componentele cu rol anticoroziv, oxid de zinc, dimensiune de particula sub 100 micrometri și magnetita, dimensiune de particula sub 500 micrometri, în raport 2,5...6/1/1,5...3).

Procedeu conform invenției prezintă avantajul că acoperirea compozită pe bază de rășină epoxidică depusă pe suprafața unui metal în câmp ultrasonic conferă acestuia durabilitate ridicată în condiții de exploatare dure, caracterizate de forțe mari și de vibrații.

Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătură și cu figurile 1, 2 care reprezintă:

-Fig. 1, a, b, exemple de deteriorare a unor cilindri de frânare prin lipsa de aderență și exfoliere
- Fig. 2 , schema depunerii structurii compozite formată din rășină epoxidică ca matrice și granule de nisip cuarțos ca material de armare în câmp ultrasonor.



4

Conform procedurii conform invenției, realizarea unei acoperiri compozite cu durabilitate crescută pe o suprafață metalică, este obținută prin depunerea succesivă de straturi de rășină epoxidică lichidă amestecată cu granule de nisip într-un câmp ultrasonic care prin frecvențele de vibrație în domeniul (20.....80) KHz și amplitudini în domeniul nanometrilor favorizează coeziunea intermoleculară dintre rășină și părțile solide: granulele de nisip și substratul metalic. Depunerea în câmp ultrasonic, se realizează printr-un sistem constituit ca în Fig. 2 din:

- generatorul de ultrasunete -14,
- sistemul transductor ce transformă oscilațiile electrice cu frecvențe între 20.....100 KHz în oscilații mecanice - 13,
- concentratorul de energie ultrasonoră - 9,
- suportul sistemul ultraacustic - 11.

Concentratorul de energie sonoră este menținut în contact cu cilindrul metalic pe care se vor depune succesiv straturile de material compozit, după o etapă preliminară de omogenizare a compozitului propus. În acest fel, structura metalică va fi supusă unor vibrații mecanice de frecvență ultrasonoră care va conduce la creșterea adeziunii între material compozit (sau orice tip de rășină) și stratul metalic de bază pe de o parte, iar pe de altă parte - granulele de nisip care intră în constituția structurii compozite.

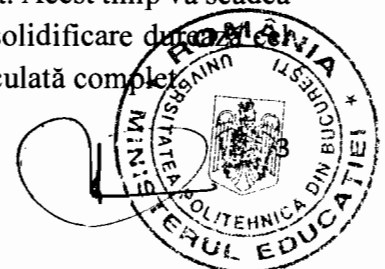
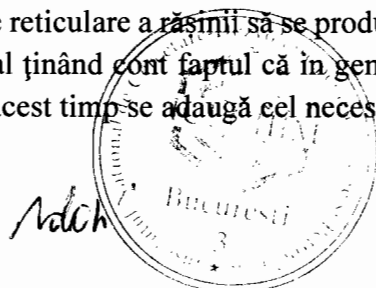
Schema de principiu a depunerii straturilor ce fac parte din structura compozită în câmp ultrasonic este prezentată în figura 2. În această figură, elementele notate cu:

- 1 – rola metalică suport;
- 2 – discuri laterale;
- 3 – ax de sprijin;
- 4 – distanțier;
- 5 – roată de lanț;
- 6 – ax antrenare;

constituie ansamblul rolei de frânare constituit din rola în sine în construcție sudată împreună cu sistemul ce asigură rotația acesteia.

În vederea depunerii straturilor de material antifricțiune ce constituie un material compozit rola este sprijinită și rotită prin folosirea unor rulmenți 16 asamblați într-o carcasă 15 care la rândul ei este montată pe o placă suport 17. Toate acestea constituie o structură asemănătoare cu cea din figura 1 unde se prezintă stadiul actual al tehnologiei de depunere.

Noutatea tehnologiei ce constituie subiectul brevetului de invenție constă în sistemul ultrasonic ce produce vibrații în domeniul ultrasonic ce sunt transmise rolei metalice suport notată cu 1. Tehnologia de depunere a materialului compozit în câmp ultrasonic prevede ca după o fază de depunere a unuia sau a mai multor straturi de material compozit, compus din rășină cu întăritor notate cu 7 și nisip cuarțos cu material de umplutura, notate cu 8, sistemul ultrasonic să vină în contact cu rola 1 pentru un anumit timp ce este necesar activării proceselor de difuzie, de obținere a emulsiilor, de dizolvare, de polimerizare. Aceste procese posibile simultan datorită activării câmpului ultrasonic, fac posibilă o aderență superioară a stratului de rășină la suprafața metalică a rolei și o aderență superioară a cristalelor de cuarț cu rășina în care au fost înglobate. În același timp are loc și o intensificare a proceselor de polimerizare ce fac ca procesul de reticulare a rășinii să se producă într-un timp mai scurt. Acest timp va scădea în mod substanțial ținând cont faptul că în general numai procesul de solidificare durează puțin 24 ore. La acest timp se adaugă cel necesar ca structura să fie reticulată complet.



6

Realizarea structurilor compozite de orice formă cu matrice inițial în stare lichidă, fie că este matrice polimerică, fie că este matrice metalică în care se introduc elemente de armare se poate adapta procesului de realizare în câmp ultrasonor.

Subiectul acestui brevet se referă tocmai la acțiunea ultrasunetelor asupra matricei în stare lichidă în care se introduc elementele de armare. Procesele de aderență și de formare a unor legături chimice de suprafață între interfața matricei de bază cu elementele de armare sunt favorizate de acțiunea oscilațiilor ultrasonore și fac subiectul acestui brevet de invenție. Pe lângă aceasta, în cazul rolor de fricțiune procesele de aderență și adeziune sunt favorizate și în cazul depunerii stratului de material compozit, prezentat anterior, pe rola metalică de bază.

Procesul tehnologic actual de realizare a cilindrilor de frânare cuprinde următoarele operații:

- pe suprafața cilindrului metalic se realizează o strunjire de degroșare cu rugozitatea de 6.3;
- pe suprafața astfel pregătită se vor depune trei straturi astfel:
- se aplică cu pensula un strat de rășină cu grosimea aproximativă $h = 0.5$ mm în timp ce cilindrul se rotește cu turația de $n = 0.15$ rot/sec
- pe această suprafață se depune un strat de nisip cu granulația de 3 mm, rotația cilindrului continuând timp de 7 ore
- după timpul de 7 ore se depune un nou strat de rășină și se aplică din nou nisip ce ocupă spațiile rămase libere supra prima depunere; rotația cilindrului continuă încă 7 ore;
- în cea de a treia etapă se depune încă un strat de rășină ce vine să integreze cât mai bine nisipul granular depus în primele două etape. rotația continuă încă 7 ore.

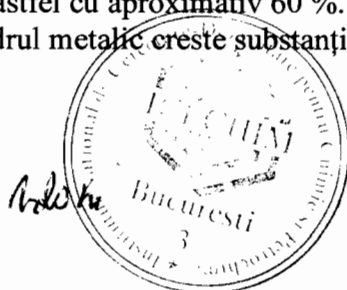
Ca urmare a noii tehnologii se vor parcurge următoarele etape:

- pe suprafața cilindrului metalic se realizează o strunjire de degroșare cu rugozitatea de 6.3;
- pe suprafața astfel pregătită se vor depune trei straturi astfel:
- se aplică cu pensula un strat de material compozit, conform invenției, cu grosimea aproximativă $h = 0.5$ mm în timp ce cilindrul se rotește cu turația de $n = 0.15$ rot/sec
- pe această suprafață se depune un strat de nisip cu granulația de 3 mm, rotația cilindrului continuând timp de 1 ora pentru a preveni scurgerea materialului compozit. După acest timp, asupra cilindrului se va aplica un câmp de vibrații ultrasonore timp de 5 min. După încă 30 min de rotație se va aplica tot pentru 5 min câmpul ultrasonor asupra cilindrului. Vor urma încă două reprize de 30 min de rotație și 5 min de aplicare a câmpului de vibrații ultrasonore. În total solidificarea primului strat va dura 2 ore și 45 min.
- pentru al doilea strat de material compozit se vor parcurge tot aceleași etape.
- cel de al treilea strat se va depune în aceleași condiții cu mențiunea că în această etapă nu se va depune un strat nou de nisip.

Pentru realizarea sistemului ultrasonor se va folosi un generator de ultrasunete cu puterea $P=1500$ W. Concentratorul ultrasonor va fi pus în contact cu una din cele două flanșe de tip disc ale cilindrului de frânare. Sistemul ultrasonor va fi compus din:

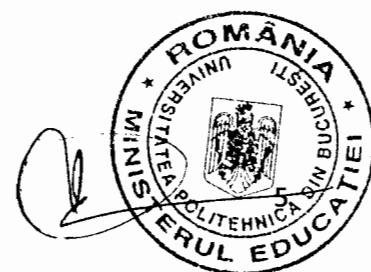
- două transductoare ultrasonore,
- un reflector ultrasonor,
- un amplificator,
- un concentrator ultrasonor.

Dacă procesul actual durează un timp $t = 21$ ore, ca urmare a aplicării noii tehnologii generată de invenție, timpul total se reduce la aproximativ $t = 8$ ore, astfel ca productivitatea muncii va crește astfel cu aproximativ 60 %. În același timp aderența straturilor de material compozit la cilindrul metalic crește substanțial.



BIBLIOGRAFIE:

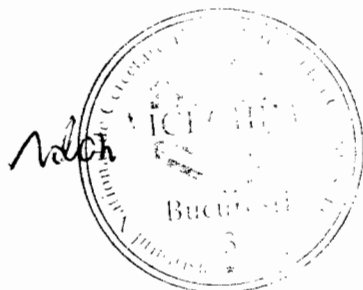
- [1] Gheorghe Amza, Constantin RADU, Alexandru Dumitrache-Rujinski, Dan Florin NIȚOI, Zoia APOSTOLESCU, Oana CHIVU, Angela MORARU, 410 pagini, Tehnologia materialelor și produselor. Proiectarea proceselor tehnologice, Editura printech, 2014, ISBN 978-606-23-0211-5, Cod CNC SIS 54
- [2] Gheorghe Amza, Victor Popovici, Constantin Radu, Dan Florin Nițoi, Catalin Amza, Claudia Borda, Zoia Apostolescu, Gabriel Garleanu, Aplicațiile ultrasunetelor, vol.3, Motoare ultrasonice, 437 pagini, Editura BREN, București, 2005, ISBN 973-648-393-2, Cod CNC SIS 96
- [3] Claudia Borda, Gheorghe Amza, Motoare Ultrasonice, Editura Printech, 2009, ISBN 978-606-521-460-6
- [4] Gheorghe Amza, Constantin Radu, Dan Florin Nițoi, Catalin Amza, Zoia Apostolescu, Marilena Marinescu, Claudia Borda, Angela Moraru, Larisa Butu, Alexandru Rujinski, Tehnologia Materialelor - Incercarile materialelor, Vol III, 447 pagini, Editura Printech, 2008, ISBN978-606-521-136-0, Cod CNC SIS 54
- [5] Gheorghe Amza, Constantin Radu, Dan Florin Nițoi, Catalin Amza, Zoia Apostolescu, Marilena Marinescu, Claudia Borda, Angela Moraru, Larisa Butu, Alexandru Rujinski, Tehnologia materialelor si produselor - Incercarile materialelor, Vol X, 446 pagini, Editura Printech, 2009, ISBN978-606-521-402-6, Cod CNC SIS 54
- [6] Gheorghe Amza, Constantin RADU, Alexandru Dumitrache-Rujinski, Dan Florin NIȚOI, Zoia APOSTOLESCU, Oana CHIVU, Angela MORARU, 410 pagini, Tehnologia materialelor și produselor. Proiectarea proceselor tehnologice, Editura printech, 2014, ISBN 978-606-23-0211-5, Cod CNC SIS 54
- [7] Amza, Gh., Radu Ct., Dan Florin Nițoi, Dumitrache Rujinski Al., Chivu O., Amza Z., Tehnologia Materialelor și produselor – Proiectarea proceselor tehnologice, Vol. X, 587, pagini Editura Printech, 2017, ISBN 978-606-521-508-5, Cod CNC SIS 54
- [8] Journal of composite materials, Sage Journals, <https://journals.sagepub.com/home/JCM>
- [9] International Journal of Composite Materials, <http://journal.sapub.org/cmaterials>
- [10] European Society for Composite Materials, <http://www.escm.eu.org/index.php>
- [11] A Tiwari, Advanced Composite Materials Scriver Publishing, Wiley. 2016
- [12] <https://www.compositesaustralia.com.au/glossary-of-advanced-composite-materials-terms/>
- [13] Mechanics of Composite Materials, Journals, ISSN 01915665, 15738922
- [14] Gay daniel, Composite Materials, Crc Pr Inc, ISBN 9781032043081, 2022

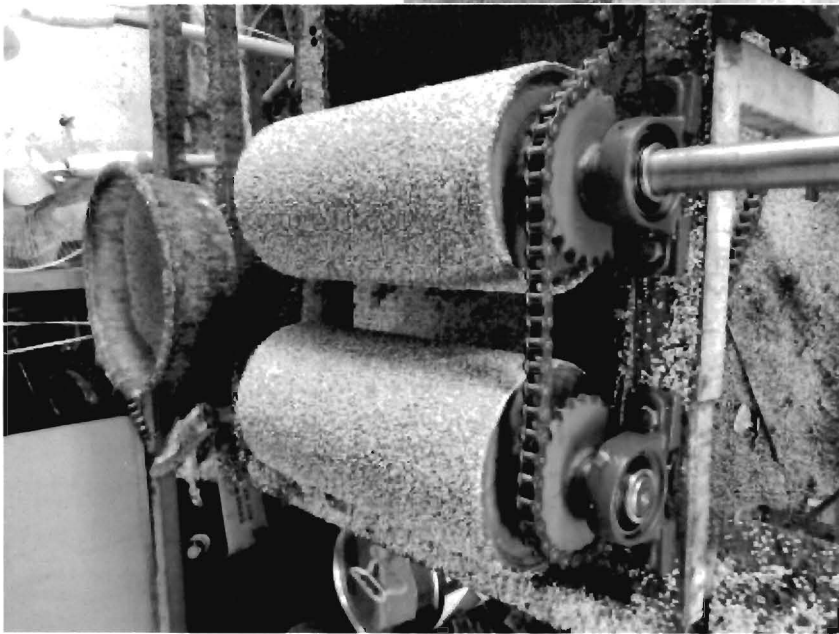


4

REVENDICĂRI

1. Procedeu de realizare a unei acoperiri compozite cu durabilitate crescută pe o suprafață metalică, în special pe o rolă de frânare, prin depunerea succesivă de straturi de rășină epoxidică lichidă amestecată cu granule de nisip ce constituie un material compozit pe o rolă cu suprafață metalică, sprijinită și rotită prin folosirea unor rulmenți (16) asamblați într-o carcasă (15) care la randul ei este montată pe o placă suport (17), *caracterizat prin aceea că*, după o fază de depunere a unuia sau a mai multor straturi de material compozit compus din rășină cu întăritor (7) și nisip cuarțos cu material de umplutura (8), acoperirea compozită este supusă unui câmp ultrasonic cu frecvențele de vibrație în domeniul (20.....80) KHz și amplitudini în domeniul nanometrilor, care favorizează coeziunea intermoleculară dintre rășină, granulele de nisip și substratul metalic, câmpul ultrasonic venind în contact cu rola (1) pentru un timp determinat de necesarul activării proceselor de difuzie, de obținere a emulsiilor, de dizolvare și de polimerizare.
2. Material compozit *caracterizat prin aceea că* este compus dintr-o rășină epoxidică bi-component pe baza de apă disponibilă comercial și o componentă de umplutura funcțională, compozitul fiind realizat prin utilizarea unor rapoarte de amestecare de rășină epoxidică:întăritor:umplutură:apă de 1.6..2.2/1/3...8/1..5, iar umplutura este realizată din nisip cuarțos încălzit la 80°C timp de 2h, dimensiunea de particula sub 0.15 milimetri, și componentele cu rol anticoroziv, oxid de zinc, dimensiune de particula sub 100 micrometri și magnetita, dimensiune de particula sub 500 micrometri, în raport 2,5...6/1/1,5...3).





a.

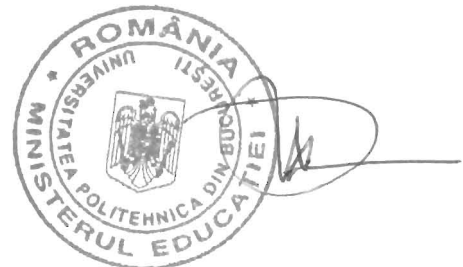


b.

Fig. 1



Andriș



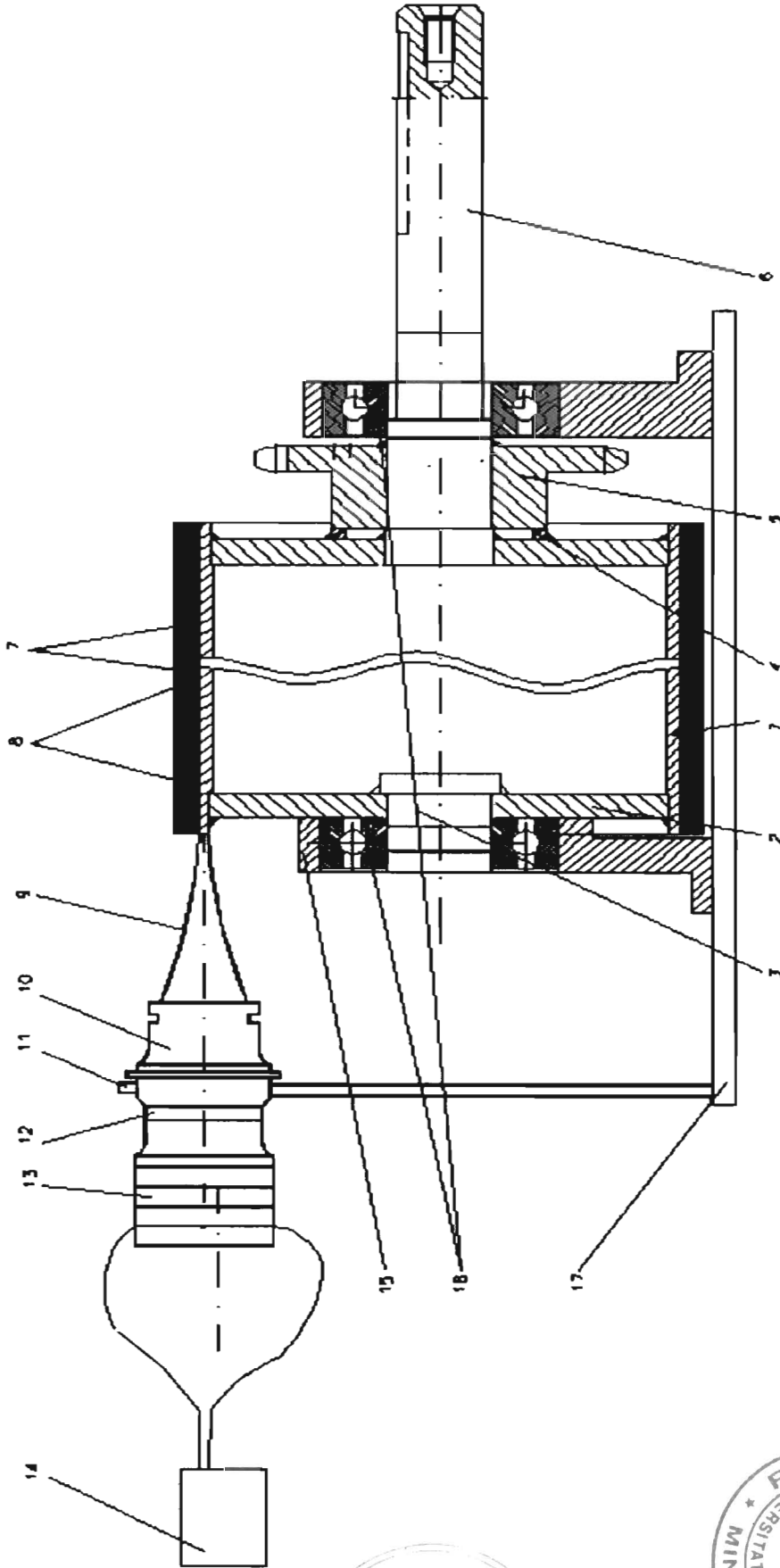


Fig. 2

