



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00740**

(22) Data de depozit: **28/09/2018**

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

(41) Data publicării cererii:
30/03/2020 BOPI nr. **3/2020**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR-INCDFM BUCUREȘTI, STR.ATOMIȘTILOR NR.405A, MĂGURELE, IF, RO;**
• **UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI, BD.MIHAIL KOGĂLNICEANU NR.36-46, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **BĂDICĂ PETRE, BD. DINICU GOLESCU NR. 37, SC. B, ET. 3, AP. 48, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BATALU DAN, ALEEA POLITEHNICII NR.4, BL.4, SC.B, ET.4, AP.30, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **GRIGOROȘCUȚĂ MIHAI ALEXANDRU, STR.VALEA OLTULUI NR.24, BL.D31, SC.B, ET.1, AP.20, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **ALDICA GHEORGHE VIRGIL, ALEEA RÂMNICEL NR. 2, BL. M6, SC. B, AP. 66, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **SĂVULESCU IONUȚ, STR.ION ȚICĂLOIU NR.2, CÂMPULUNG, AG, RO;**
• **NEGRU MIRCEA, STR.OBORUL NOU NR.13, BL.P10, SC.3, ET.10, AP.262, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
AKANINYENE A., JONATHAN S., "INVESTIGATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF URUAN CLAY SOIL USED FOR MANUFACTURING OF BURNT BRICKS", ADVANCES IN PHYSICS THEORIES AND APPLICATIONS, VOL. 53, 2016; RO 110697 B1; ESHETU T., ALEMU M., FEKADU F., "EFFECTS OF FIRING TIME AND TEMPERATURE ON PHYSICAL PROPERTIES OF FIRED CLAY BRICKS", AMERICAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING, VOL. 5(1), PP. 21-26, 2017

(54) **PROCEDEU DE OBȚINERE DE MATERIAL CERAMIC PENTRU CĂRĂMIZI, REPLICĂ A CELOR ROMANE**



RO 133976 B1

1 Prezenta invenție se referă la un procedeu de obținere a unui material ceramic pentru
cărămizi și cărămizile astfel obținute, ca replică a materialelor sau cărămizilor romane, pentru
3 a fi folosit, în principal, în scopuri de restaurare și conservare a obiectivelor istorice/de
patrimoniu din perioada romană, fără însă a se limita la acest scop.

5 Materialul este sub formă de corp solid ceramic și reproduce materialul din cărămizile
arse romane. Ca model de material s-a folosit o cărămidă arsă romană tipică, excavată din
7 situl arheologic de la Romula (satul Reșca, comuna Dobrosloveni, județul Olt) și care provine
dintr-un lot mai larg cu proprietăți similare. Cărămida selectată este de tip sesquipedalian
9 (45 cm x 30 cm x 9 cm) [Vitruius, book II, De architectura Libri X, chapter 3: On bricks].
Cărămizile romane arse au diferite forme și dimensiuni și sunt folosite în construcția
11 infrastructurii orașului Romula, de exemplu pentru clădiri publice și private, civile și militare,
ziduri ale fortificațiilor, pavaje, băi (*thermae*), camere cu instalații de încălzire (*hypocaustum*),
13 sisteme de canalizare etc.

15 Restaurarea și conservarea obiectivelor romane de patrimoniu de pe teritoriul
României, dar nu numai (situri arheologice, monumente etc.), cât și construcția unor clădiri
replică sau inspirate de cele antice ce au scop de educație, turism cultural etc., necesită
17 utilizarea unor materiale de construcții asemănătoare celor folosite în antichitate. Cărămizile
arse antice sunt unul din elementele importante ce stau la baza construcțiilor romane, în
19 prezent obiective de patrimoniu.

21 O serie de articole științifice au prezentat proprietățile cărămizilor romane [Quatern.
Int., 357, (2015), 189; Mater. Struct. 47(7), (2015), 2251-2260; Rom. J. Mater. 40(3),
(2010), 228-236; J. Fac. Eng. Archit. Gaz., 32(1), (2017), 205-214; Rom. J. Mater. 37(3),
23 (2007), 219-227] și au urmărit aspectele de material, cât și cele tehnologice de obținere a
acestui sub formă de cărămizi. Materiile prime propuse ca sursă pentru obținerea
25 materialului cărămizii replică depind de zona geografică de prelevare și de identificarea
solului cu calitățile necesare. Specificul solului va determina calitatea materialului și condițiile
27 de procesare pentru obținerea cât mai fidelă a materialului cărămizii, replică a celor romane.
În România, cărămizile folosite în procesele de restaurare, reconstrucție, conservare etc.,
29 a obiectivelor de patrimoniu, adesea au fost realizate fără o bază științifică și din acest motiv
nu au corespuns calității impuse de cărămizile arse romane. De exemplu, restaurări în care
31 s-au folosit cărămizi realizate "meșteșugărește" și care nu au atins normele unor restaurări
de succes sunt:

- 33 - restaurarea Basilicii episcopale de la Histria;
- restaurarea Fântânii secrete de la Sucidava.

35 În aceste două cazuri cărămizile utilizate pentru restaurare prezintă fisuri, exfolieri
etc. sub acțiunea factorilor climatici. Pe de altă parte, cărămizile romane arse produse acum
37 1500-1900 ani au o durabilitate excelentă comparativ cu cele produse în urmă cu câteva
decenii și folosite în restaurările menționate. Acest fapt impune necesitatea de a replica
39 materialul ceramic nu empiric, ci controlat și științific, astfel încât caracteristicile materialului
să fie similare celor originale.

41 Se cunosc din articolul Akaninyene A., Jonathan S., "Investigation of the Physical
Properties of Uruan Clay Soil Used for Manufacturing of Burnt Bricks", Advances in
43 Physics Theories and Applications, vol. 53, 2016, caracteristici și proprietăți ale
produselor finite cărămizi obținute din sol de tip argilă. Mostrele de sol de tip argilă sunt
45 colectate, spălate și uscate timp de 7 zile, argila uscată este măcinată, dată prin sită,
umezită cu apă distilată. Mostrele au fost introduse într-o matriță apoi uscate într-un cuptor
47 la temperatura de 110°C pentru 24 h. După uscare au fost introduse într-un cuptor la
temperatura de 700...1000°C apoi au fost testate pentru a li se determina proprietățile
49 mecanice.

RO 133976 B1

Se cunoaște din brevetul RO 110697 B1 un procedeu de obținere a unor cărămizi și blocuri ceramice. Procedeu de obținere are următoarele etape: omogenizarea de 70...90% argilă uzuală, măcinată, cu 10...30% argilă granulată la maxim 3 mm după calcinare, amestecul, eventual umectat, obținut se presează în matrițe de forme și dimensiuni variate, după care se arde la temperaturi de 1050...1140°C. Produsele obținute au caracteristici fizico-mecanice superioare.	1 3 5
Se cunoaște din articolul Eshetu T., Alemu M., Fekadu F., “Effects of Firing Time and Temperature on Physical Properties of Fired Clay Bricks” American Journal of Civil Engineering 2017; 5(1): 21-26 , obținerea de cărămizi obținute din soluri argiloase, și un procedeu de obținere a acestora. Mostre de sol au fost colectate din mai multe locuri. Apoi au fost uscate, macinate și sitate și amestecate cu apă pentru a se introduce în matrițe și apoi în cuptor pentru sinterizare la temperaturi de 790, 870 și 1200°C.	7 9 11
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în obținerea unor cărămizi replică a celor antice pentru restaurare și conservare, cu utilizarea solului local care are proprietăți specifice.	13 15
Procedeu de obținere de cărămizi ca replică a materialelor sau cărămizilor romane înălătură dezavantajele de mai sus prin aceea că are următoarele etape: sitarea solului, amestecarea acestuia cu apă, uscarea amestecului într-o etuvă, presarea amestecului într-o matriță metalică și sinterizarea materialului compact rezultat în aer într-un cuptor electric.	17 19
Pentru restaurări și conservări ale obiectivelor de patrimoniu romane, în special de pe teritoriul României, sunt necesare:	21
- identificarea solului ce conduce la obținerea materialului ceramic (ars) pentru realizarea cărămizilor similare celor romane;	23
- stabilirea unei tehnologii care imită sau este asemănătoare presupusei tehnologii din perioada romană și care duce la obținerea unui material pentru cărămizi asemănător celui roman;	25
- proprietățile materialului obținut să fie asemănătoare cu cele ale cărămizii romane arse antice reprezentative.	27
Prezentul brevet identifică solul din regiunea comunei Dobrosloveni ca materie primă, obține materialul cu proprietăți mecanice și de culoare similare cărămizii antice arse excavate la Romula și propune trei variante tehnologice de obținere a materialului replică a celui antic.	29 31
Materialul și tehnologia de obținere revendicate în acest brevet și care sunt asemănătoare cărămizii arse romane se pot folosi și la rezolvarea altor probleme tehnice cum ar fi: realizarea unor construcții noi (pentru agrement, turism cultural, educație), care folosesc cărămizi unde cel puțin aspectul constructiv-estetic trebuie să-l imite pe cel al construcțiilor romane.	33 35 37
Avantajele invenției în raport cu stadiul tehnicii decurg din:	
- utilizarea solului local cu proprietăți specifice ca materie primă, care conferă fidelitate compozițională replicii;	39
- obținerea unui material ceramic (ars) pentru cărămizi, replică a materialului din cărămizile antice arse produse și excavate la Romula;	41
- tehnologia de obținere este adaptată la solul identificat ca materie primă, iar materialul obținut pentru cărămizi este o replică a celui din cărămida arsă antică;	43
- cărămida antică utilizată ca referință cât și solul identificat ca materie primă provin din aceeași zonă geografică (comuna Dobrosloveni).	45

RO 133976 B1

1 Pentru ilustrarea invenției se dau fig. 1...3 în care:

2 - fig. 1 reprezintă spectrele de difracție de raze X pe probe: S - solul prelevat din teren
3 și identificat ca materie primă pentru toate probele sinterizate (arse), P - probele obținute prin
4 variantele tehnologice (vezi textul, secțiunea 5): V1 - P/800, P/850, P/900 sinterizate la 800,
5 850 și 900°C; V2 - P/800H₂O, P/850H₂O, P/900H₂O sinterizate la 800, 850 și 900°C; V3 -
6 P/800H₂O, P/850H₂O, P/900H₂O sinterizate la 800, 850 și 900°C. Fazele minerale observate
7 sunt: cuarț - SiO₂ (Q), clorit - (MgFe)₃(SiAl)₄O₁₀(OH)₂ · (MgFe)₃(OH)₆ (OH)₆, mică tip-muscovit
8 - (KAl₂(AlSiO₁₀)(OH)]₂ (M), feldspat K KAlSi₃O₈ (FK), plagioclaz - NaAlSi₃O₈ + CaAlSi₃O₈ (P),
9 smectită -(Na, Ca)_{0,3}(Al, Mg)₂(Si₄O₁₀)(OH)₂ · nH₂O (Sm), hematită - α-Fe₂O₃ (He), illită (K,
10 H₃O)(Al, Mg, Fe)₂(Si, Al)₄O₁₀[(OH)₂, (H₂O)] (I), augită - (Ca, Na)(Mg, Fe, Al, Ti)(Si, Al)₂O₆ (A);

11 - fig. 2, reprezintă probele fotografiate în timpul diverselor stadii de procesare conform
12 variantelor tehnologice V1-3 (vezi textul din Secțiunea 5): (a) - sol S sitat și presat în matrițe
13 metalice în cadrul V1, (b) - sol S sitat, amestecat cu H₂O și pus la uscare prin absorbție pe
14 un substrat poros în cadrul V2, (c) - sol S sitat, amestecat cu H₂O uscat prin absorbție pe un
15 substrat poros și extras din formă și de pe substratul poros în cadrul V3, (d, e și f) - probele
16 P800H₂O, P850H₂O și P900H₂O obținute din solul S sitat, amestecat cu H₂O și pus în forme,
17 uscat termic la 60-100°C și sinterizat la diferite temperaturi (d) - 800°C, (e) - 850°C, (f) -
18 900°C în cadrul V2;

19 - fig. 3, duritatea Vickers (HV) în funcție de temperatura de sinterizare pe cărămida
20 antică arsă (referința) B extrasă din situl arheologic de la Romula și pe probele P sinterizate
21 obținute prin variantele tehnologice V1-V3 (vezi text, Secțiunea 5).

22 *Prezentarea în detaliu a cel puțin unui mod de realizare a invenției cu referire la figuri*
23 *(i) Solul S ca materie primă*

24 S-au prelevat probe de la diferite adâncimi în zona comunei Dobrosloveni. Pe baza
25 analizelor din multiple puncte de vedere și din comparația cu cărămida arsă antică de refe-
26 rință extrasă la Romula s-a concluzionat că solul de la adâncimi între 45...130 cm este adec-
27 vat obținerii materialului replică a celui din care este fabricată cărămida antică arsă de refe-
28 rință. Acest sol conține argilă minimum 35% în greutate. Fazele mineralogice identificate prin
29 difracție de raze X, din compoziția solului selectat ca materie primă, sunt arătate în fig. 1 S.

30 *(ii) Obținerea materialului ceramic și variantele tehnologice*

31 V1: Varianta tehnologică 1 (probele cu notația P/T, T = temperatura de sinterizare)
constă din următorii pași:

32 - sitarea solului S cu o sită de 100 μm;
33 - fracția de pulbere sub 100 μm este plasată într-o matriță metalică și presată cu o
34 presiune de ~ 200 MPa; compactul este extras din matriță prin depresare (fig. 2a);
35 - compactul este sinterizat în aer într-un cuptor electric la temperaturi de 750...900°C,
36 timp de 15 h. Viteza de încălzire este de 2°C/min.

37 V2: Varianta tehnologică 2 (probele cu notația P/T/H₂O, T= temperatura de
38 sinterizare) constă din următorii pași:

39 - sitarea solului S cu o sită de 100 μm;
40 - fracția de pulbere sub 100 μm este amestecată cu apă într-un malaxor. Raportul
41 pulbere/apă este ~ 1,8 (g/ml);
42 - amestecul se usucă într-o etuvă/cuptor în aer la 60...100°C timp de minimum 10 h;
43 - pulberea uscată este compactată într-o matriță metalică cu o presiune de ~ 200
44 MPa;
45 - compactul este extras din matriță prin depresare;

RO 133976 B1

- compactul este sinterizat în aer într-un cuptor electric la temperaturi de 750...900°C, timp de 15 h. Viteza de încălzire este de 2°C/min. Probele obținute la diferite temperaturi T de sinterizare sunt prezentate în fig. 2 (d), (e) și (f).	1 3
V3: Varianta tehnologică 3 (probele cu notația P/T/H ₂ O, T = temperatura de sinterizare) constă din următorii pași:	5
- sitarea solului S cu o sită de 100 μm;	
- fracția de pulbere sub 100 μm este amestecată cu apă într-un malaxor. Raportul pulbere/apă este ~ 1,4 (g/ml);	7
- amestecul se toarnă (formarea) într-o formă (cu diferite dimensiuni, forme, diferite materiale) și se usucă prin absorbție la temperatura camerei pe un substrat poros (fig. 2b) (sau o formă poroasă) timp de minimum 48 h;	9 11
- compactul după uscare (fig. 2c) este extras din formă și este sinterizat în aer într-un cuptor electric la temperaturi de 750...900°C, timp de 15 h. Viteza de încălzire este de 2°C/min.	13
(iii) Caracteristicile funcționale ale materialului comparativ cu cele ale cărămizii antice arse de referință.	15
Compoziția de faze din spectrele de difracție de raze X pentru probele sinterizate (P) și cărămida antică de referință (B) este asemănătoare (fig. 1). Cu creșterea temperaturii de sinterizare T cantitatea de hematită (He) crește și aceasta produce modificarea culorii spre un roșu mai intens. Analizele de imagine și spectroradiometrice (spectroradiometrul CS 2000), folosind iluminarea D65 (lumina diurnă solară), au indicat probele sinterizate la 800°C ca având culoarea 10 YR 4/4 sau 7,5 YR 4/6 (în notația Munsell care indică nuanța de culoare, culoarea, unde YR = yellow-red, și luminozitate/saturație) cea mai apropiată de cea a cărămizii arse antice de referință (7,5 YR 5/4 sau 10 YR 5/4 funcție de punctul măsurat pe cărămidă). Odată cu creșterea temperaturii de sinterizare, probele au durități Vickers HV (măsurate pe probe șlefuite, aplicând o forță de 500 gf, fiecare punct este media obținută pentru minimum 8 încercări, fig. 3) ce cresc. Probele sinterizate P la temperaturi mai mari de 800°C au valori similare sau superioare ($\geq \sim 200$ MPa) celei obținute pentru cărămida arsă de referință (proba B, fig. 3).	17 19 21 23 25 27 29
Compoziția de faze, culoarea și proprietățile mecanice indică o bună asemănare între materialul ceramic obținut și cel al cărămizii arse antice de referință de la Romula. Acest rezultat face posibilă presupunerea și a unei bune durabilități a noului material prin analogie cu cel al cărămizii antice de la Romula, care a demonstrat o excelentă rezistență în timp.	31 33
<i>Modul în care invenția este susceptibilă a fi aplicată industrial</i>	
Materialele ceramice pentru cărămizi obținute din materia primă și conform procedurilor prezentate pot fi folosite ca material de construcții individual sau în combinații compozite cu alte materiale. Materialul se poate obține în diferite forme și dimensiuni cu nuanțe de culori dorite pentru diferite aplicații de construcții, ce fac sau nu parte din obiectivele de patrimoniu, dar care necesită replicarea aspectelor constructive și estetice ale construcțiilor romane realizate pe bază de cărămizi.	35 37 39
	41

RO 133976 B1

Revendicări

1

3

1. Procedeu de obținere de material ceramic pentru cărămizi ca replică a materialelor sau cărămizilor romane pe bază de sol argilos de 35%, **caracterizat prin aceea că**, are următoarele etape: sitarea solului, amestecarea acestuia cu apă, uscarea amestecului într-o etuvă, presarea amestecului într-o matriță metalică și sinterizarea materialului compact rezultat în aer într-un cuptor electric.

5

7

9

2. Procedeu de obținere de material ceramic pentru cărămizi conform cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, este obținut prin următoarea variantă: sitarea solului argilos cu o sită de 100 μm , presarea în matrițe metalice a fracției de pulbere sub 100 μm , presarea cu o presiune de 200 MPa, extragerea compactului și sinterizarea în aer într-un cuptor electric la temperatura de 750...900°C, timp de 15 h cu o viteză de încălzire de 2°C/min.

11

13

15

3. Procedeu de obținere de material ceramic pentru cărămizi conform cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, este obținut prin următoarea variantă: sitarea solului argilos cu o sită de 100 μm , amestecarea cu apă, uscarea termică a amestecului la temperatura de 60...100°C într-un cuptor în aer timp de 10 h, presarea pulberii uscate în matrițe metalice la o presiune de 200 MPa și sinterizarea în aer a amestecului la o temperatură de 750...900°C cu o viteză de încălzire de 2°C/min.

17

19

21

4. Procedeu de obținere de material ceramic pentru cărămizi conform cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, este obținut prin următoarea variantă: sitarea solului argilos cu o sită de 100 μm , amestecarea cu apă, turnarea amestecului într-o matriță, uscarea acestuia la temperatura camerei pe un substrat poros, timp de minimum 48 h, sinterizarea în aer într-un cuptor a amestecului rezultat, la o temperatură de 750...900°C timp de 15 h cu o viteză de încălzire de 2°C/min.

23

25

27

5. Cărămidă din material ceramic obținută prin procedeul descris la revendicările 1-4, **caracterizată prin aceea că**, are duritatea mai mare de 200 Mpa.

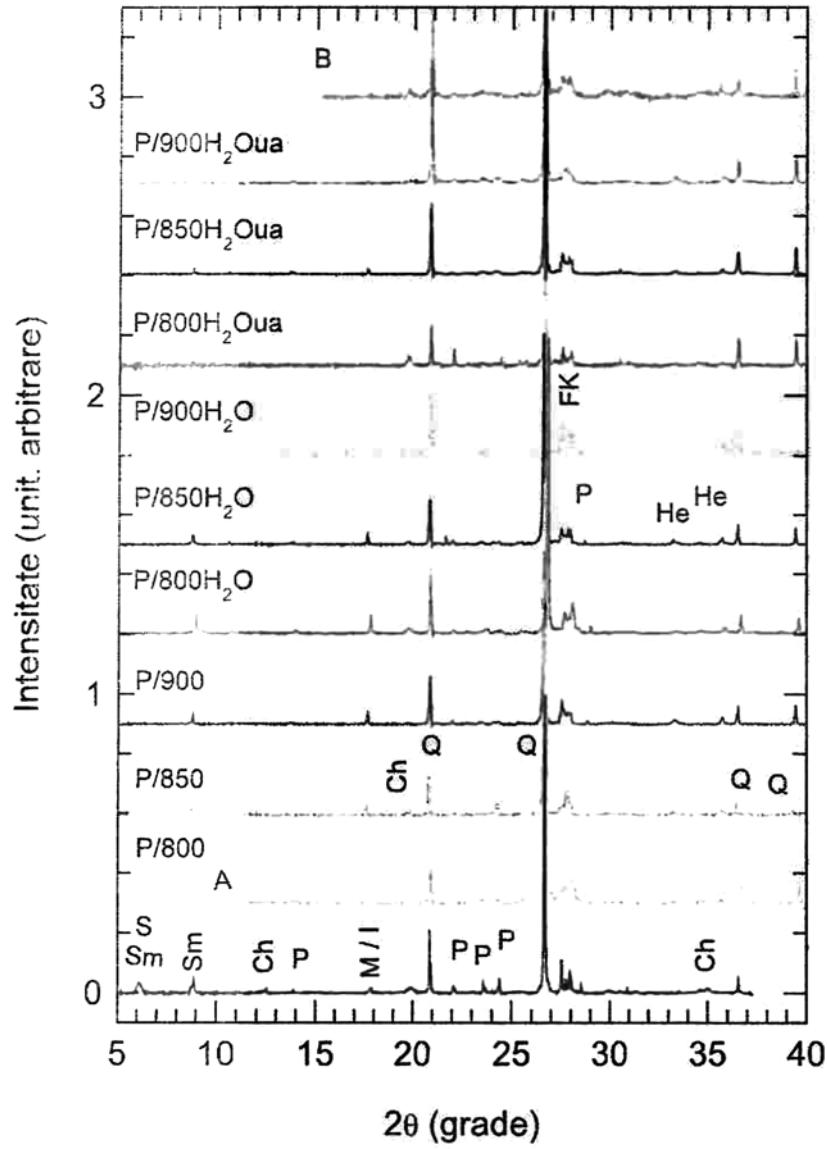


Fig. 1

(51) Int.Cl.

C04B 33/04 (2006.01);

C04B 33/36 (2006.01)

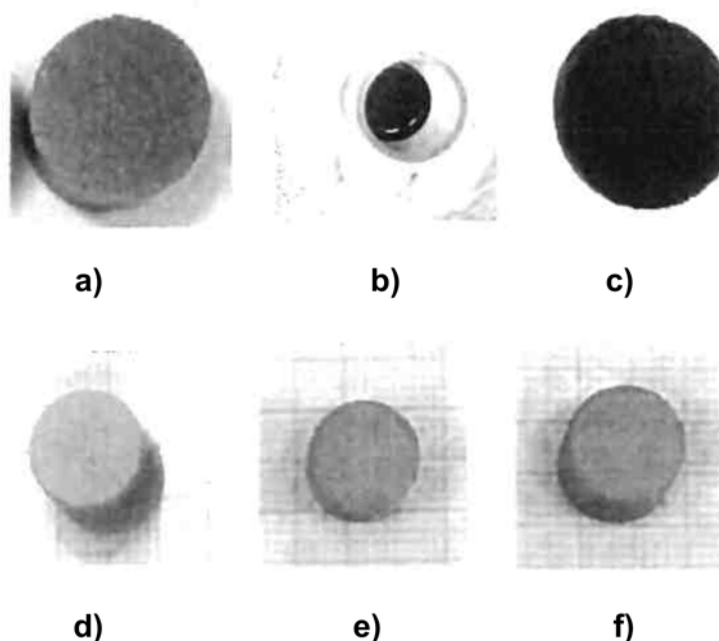


Fig. 2

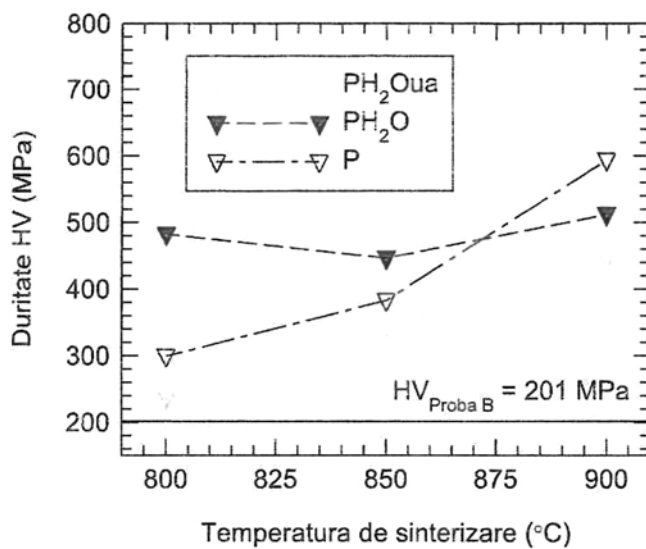


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 191/2024