

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00327

(22) Data de depozit: 11/05/2015

(41) Data publicării cererii:
29/11/2016 BOPI nr. 11/2016

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII
IZOTOPICE ȘI MOLECULARE,
STR. DONAT NR. 67-103, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO

(72) Inventatori:
• MISAN IOAN, STR. BRATEȘ NR. 5, BL. I 3,
SC. 6, AP. 60, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• BIRIS ALEXANDRU RADU,
STR. MORICZ ZSIGMOND NR. 12, AP. 1,
CLUJ NAPOCA, CJ, RO;

• LUPU DAN MIRON, STR. TARNITA NR. 1,
BL. B5, SC. 4, AP. 31, CLUJ-NAPOCA, CJ,
RO;
• POPENECIU GABRIEL ALEXANDRU,
STR. TARNIȚA NR. 2, AP. 20,
CLUJ NAPOCA, CJ, RO;
• BOT ADRIAN, STR. SCORȚĂRIILOR
NR. 7, BL. D8, SC. 2, AP. 18, CLUJ
NAPOCA, CJ, RO;
• TUDORAN CRISTIAN DANIEL,
STR. ARON DENSUȘIANU NR. 16, AP. 1,
CLUJ NAPOCA, CJ, RO

(54) CREUZET ROTATIV CU OMOGENIZARE ÎMBUNĂTĂȚITĂ,
PENTRU OBTINEREA ALIAJELOR METALICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un creuzet rotativ, utilizat în procesul de obținere a aliajelor metalice, având proprietatea de a facilita omogenizarea secvențială a topiturii atât în cazul cuptoarelor cu topire prin arc electric, cât și a cuptoarelor cu topire prin inducție. Creuzetul conform invenției este constituit dintr-o zonă inferioară de formă tronconică, și o zonă superioară cu formă toroidală, deschisă la partea superioară, pe unde se face alimentarea creuzetului, astfel încât masa de metal topit, după ce devine semifluidă, datorită rotației creuzetului în jurul axei verticale proprii, se ridică pe pereții înclinați ai creuzetului până în zona toroidală superioară a acestuia, moment în care se oprește rotația creuzetului, iar topitura revine în partea inferioară a creuzetului, datorită forței gravitaționale, după care se reia rotația creuzetului, iar ciclul se repetă de un număr de ori determinat experimental.

Revendicări: 2
Figuri: 5

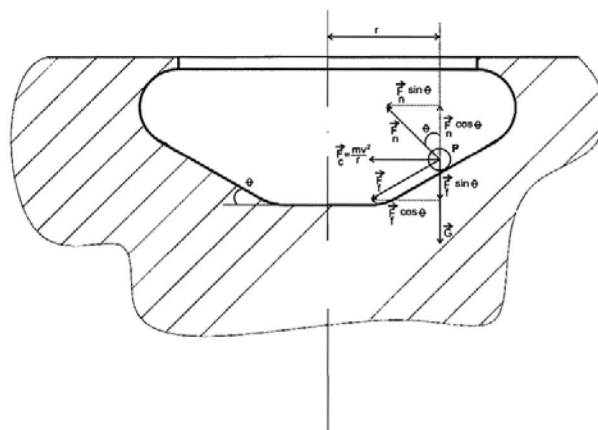


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, 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).



a) Titlu:

CREUZET ROTATIV CU OMOGENIZARE ÎMBUNĂTĂȚITĂ, PENTRU OBTINEREA ALIAJELOR METALICE

b) **Precizarea domeniului tehnic în care poate fi folosită invenția.**

Prezenta invenție se referă la un creuzet rotativ utilizat în procesele de obținere a aliajelor metalice, având proprietatea de a facilita omogenizarea secvențială a probei supuse topirii. Creuzetul descris de prezenta invenție se poate folosi în cazul cuptoarelor cu arc electric sau în cazul cuptoarelor cu topire prin inducție. Dispozitivul este destinat pentru a fi utilizat în laboratoarele de cercetare din domeniul metalurgiei cu scopul obținerii unor probe de aliaje având o structură omogenă, dar datorită proprietății de scalare și principiului de funcționare, acesta poate fi proiectat și construit pentru utilizare la nivel industrial.

c) **Indicarea stadiului anterior al tehnicii și indicarea documentelor care stau la baza acestuia.**

Indiferent de metoda de obținere a temperaturilor necesare pentru topirea componentelor unui aliaj (încălzire externă, încălzire electrică rezistivă, topire prin arc electric, topire prin inducție), obținerea unui aliaj cu o structură perfect omogenă este o problemă destul de complicat de rezolvat. În mod tradițional, obținerea unei probe omogene de aliaj începe prin amestecarea mecanică a metalelor componente înainte de procesul de topire. Apoi, în formă topită, la omogenizarea masei de aliaj contribuie curenții interni de convecție [1]. Această metodă se aplică cu succes dacă componentele primare ale aliajului sunt în formă de pulbere, iar metalele sunt perfect miscibile, formându-se ușor o soluție solidă. Însă în cazul în care metalele primare din care trebuie să se obțină aliajul nu sunt miscibile [2] sau acestea se prezintă în forme diferite (pulbere de granulație diferită, bucăți metalice masive, etc.), obținerea topiturii omogene reprezintă o problemă și mai complexă. Omogenizarea în acest caz se obține în mod normal urmând o secvență de etape: în prima etapă se încălzesc componentele aliajului într-un creuzet până la temperatura minimă la care începe să se formeze o soluție la nivel de grăunți. Apoi, topitura obținută se toarnă într-un omogenizator cuplat cu un cristalizor. În acest caz problema complexă este menținerea masei topite la o temperatură suficient de ridicată până când se produce omogenizarea completă. Agitarea amestecului în omogenizator se obține prin aplicarea simultană a unui câmp electric și magnetic [3], reciproc

perpendicularare, generate cu ajutorul curentului continuu pulsant sau alternativ. Schimbarea bruscă a sensului curentului continuu are ca efect schimbarea orientării câmpurilor amintite, aceasta contribuind la modificarea momentană a efectului forței gravitaționale asupra componentelor aliajului, asistând la omogenizare. Pe lângă complexitatea mare (utilizarea unor electromagneți împreună cu piesele polare aferente, circuitul complex de comandă a curentului continuu care trebuie să comute intensități de ordinul sutelor de amperi) a unui sistem care ajută la obținerea unui aliaj omogen prin tehnica descrisă mai sus, problema sedimentării componentelor aliajului cu masă diferită, din cauza forței gravitaționale terestre nu este complet înlăturată. O altă tehnică pentru obținerea unor aliaje omogene din componente metalice primare cu diferență mare de densitate, presupune răcirea bruscă a topiturii (cu rate de răcire de ordinul miilor de grade/secundă) urmată de fărâmițarea grăunților precipitați cu ajutorul unui câmp ultrasonic intens [4]. Au fost propusă și metoda teoretică de preparare a aliajelor perfect omogene, în condiții de gravitație zero [5] (pe stații spațiale orbitale). Această metodă permite obținerea unor rezultate bune, dar în momentul de față această opțiune nu este fezabilă decât pentru producerea unor cantități experimentale de aliaje.

Metodele descrise mai sus, prezintă dezavantajul clar al complexității ridicate, prețului de cost mare al sistemului și cel al utilizării unei tehnologii de lucru în etape. De asemenea, nu se pot obține direct aliaje cu o structură fină a grăunților și cu un grad mare de dispersie a fazelor cristaline [6].

d) Expunerea invenției în termeni care să permită înțelegerea problemei tehnice și a soluției așa cum este revendicată precum și avantajele invenției în raport cu stadiul actual al tehnicii

Creuzetul descris de prezenta invenție este destinat a fi utilizat în cadrul echipamentelor de topit metal în arc electric sau prin încălzire prin inducție. Creuzetul permite obținerea unor aliaje cu omogenizare îmbunătățită, bazându-se pe un principiu fizic elementar și oferind o simplificare remarcabilă a întregului proces: este vorba de utilizarea forței centrifuge combinată cu o geometrie specială a incintei creuzetului pentru a obține omogenizarea secvențială în stare topită și semi-topită a probei de aliaj. Creuzetul descris de prezenta invenție posedă în partea superioară o zonă de formă toroidală, racordată cu o zonă tronconică inversată la partea inferioară. În momentul atingerii temperaturii la care proba de aliaj devine semifluidă, din cauza rotației creuzetului în jurul axei verticale proprii, masa de metal topit începe să urce pe pereții înclinați ai creuzetului, din cauza forței centrifuge. Când masa de metal topit ajunge în zona toroidală superioară



[Handwritten signature]

a creuzetului, rotația acestuia este oprită astfel încât datorită gravitației, metalul topit ajunge înapoi în partea inferioară. În acest moment rotația creuzetului se reia și ciclul descris mai sus se repetă de un număr de ori determinat în mod experimental, pentru obținerea probei de aliaj omogen. Avantajul principal al invenției este posibilitatea obținerii unor probe omogene de aliaje, utilizând un echipament simplu, iar omogenitatea aliajelor nedepinzând de starea inițială a metalelor componente (granulație, formă, etc.).

Noutatea adusă de prezenta invenție constă în:

- posibilitatea obținerii unor probe de aliaj omogen pornind de la metale componente cu diferență mare de densitate, omogenitatea aliajului final nedepinzând de forma sau granulația acestora.
- simplitatea remarcabilă a sistemului de topire și omogenizare a aliajului, nefiind necesară utilizarea unor echipamente de omogenizare externă.
- posibilitatea de scalare a creuzetului propus de prezenta invenție: acesta poate fi proiectat și dimensionat în funcție de cerințe, chiar și pentru o utilizare la scară industrială.

e) Prezentarea pe scurt a desenelor explicative

Figura 1. Această figură prezintă vederea în secțiune a creuzetului descris de prezenta invenție, împreună cu modelul utilizat pentru determinarea turației minime a creuzetului pentru care masa probei de aliaj topit urcă pe pereții înclinați ai zonei tronconice a creuzetului. Notațiile din figură se referă la: \vec{G} : greutatea segmentului cilindric (bucata din proba de metal topit considerată); \vec{F}_f : forța de frecare; \vec{F}_c : forța centripetă; \vec{F}_n : forța normală la suprafață; θ : unghiul de înclinare a zonei tronconice a creuzetului; r : raza traiectoriei circulare a segmentului de probă **P**.

Figura 2. Această figură prezintă vederea în secțiune transversală a creuzetului propus de prezenta invenție. Notațiile din figură se referă la: **A – A'**: zona toroidală superioară a creuzetului; **A' – B**: zona tronconică inversată (inferioară) a creuzetului.

Figura 3. Această figură prezintă cotele de gabarit ale creuzetului prototip, propus de prezenta invenție (exemplul de realizare).



[Handwritten signature]

Figura 4. Această figură prezintă vederea din ansamblu a creuzetului prototip propus de prezenta invenție (exemplu de realizare).

Figura 5. Această figură prezintă vederea de sus a creuzetului prototip propus de prezenta invenție (exemplu de realizare).

f) Expunerea detaliată a invenției pentru care se solicită protecția

Constructiv, creuzetul rotativ propus de prezenta invenție conține o zonă inferioară de formă tronconică inversată (baza mică aflându-se în partea inferioară) și o zonă superioară având o formă toroidală. Proba supusă procesului de topire se introduce în creuzet prin partea superioară, deschisă. Datorită geometriei incintei creuzetului, acesta nu necesită să fie închis cu un capac – proba de metal topit este menținută din cauza forței centrifuge în zona toroidală superioară, notată pe Figura 2 cu **A – A'**. Funcționarea procesului de omogenizare a probei de metal topit în creuzetul rotativ descris de prezenta invenție este următoarea: în momentul atingerii temperaturii la care proba de aliaj devine semifluidă, din cauza rotației creuzetului în jurul axei verticale proprii, masa de metal topit începe să urce pe pereții înclinați ai creuzetului, din cauza forței centrifuge. Când masa de metal topit ajunge în zona toroidală superioară a creuzetului, rotația acestuia este oprită astfel încât datorită gravitației, metalul topit ajunge înapoi în partea inferioară. În acest moment rotația creuzetului se reia și ciclul descris mai sus se repetă de un număr de ori determinat în mod experimental, pentru obținerea probei de aliaj omogen.

Figura 1 prezintă vederea în secțiune a creuzetului descris de prezenta invenție, împreună cu modelul utilizat pentru determinarea turației minime a creuzetului pentru care masa probei de aliaj topit urcă pe pereții înclinați ai zonei tronconice a creuzetului. În cadrul modelului s-a considerat masa de metal topit de formă toroidală, iar secțiunea notată cu **P** pe **Figura 1** s-a considerat a fi un segment al torului, având formă cilindrică.

Notațiile din **Figura 1** se referă la: \vec{G} = greutatea segmentului cilindric (bucata din proba de metal topit considerată); \vec{F}_f = forța de frecare; \vec{F}_c = forța centripetă; \vec{F}_n = forța normală la suprafață; θ = unghiul de înclinare a zonei tronconice a creuzetului; r = raza traiectoriei circulare a segmentului probei **P**. Considerând μ coeficientul de frecare dintre suprafața creuzetului și segmentul de probă **P**, valoarea vitezei periferice pentru care segmentul de probă începe să urce pe peretele înclinat al creuzetului este dată de ecuația (1):

$$v_{\text{periferică}} > \sqrt{\frac{rg(\sin \theta + \mu \cos \theta)}{\cos \theta - \mu \sin \theta}} \quad [\text{m/s}] \quad (1)$$

unde: r este raza traiectoriei circulare a segmentului de probă P , g este accelerația gravitațională, μ este coeficientul de frecare dintre suprafața creuzetului și segmentul de probă P , iar θ este unghiul de înclinare a zonei tronconice a creuzetului.

Astfel, turația corespunzătoare a creuzetului este dată de ecuația (2):

$$N = \frac{30 \cdot D}{\pi \cdot r} \text{ [rot/min]} \quad (2)$$

unde: D este distanța pe care o parcurge segmentul de probă P într-o secundă, iar r este raza traiectoriei circulare a segmentului de probă P .

Din ecuațiile (1) și (2) se poate observa faptul că singurele variabile care dictează viteza de rotație a creuzetului sunt: unghiul de înclinare a zonei tronconice a creuzetului θ , ales la proiectare și coeficientul de frecare dintre suprafața creuzetului și proba de metal topit μ . Creuzetul descris de prezenta invenție este construit dintr-un material electric conductiv pentru utilizarea în cazul cuptoarelor de topire în arc electric sau poate fi confecționat dintr-un material ceramic în cazul sistemelor de topire prin inducție.

Exemplu de realizare

Figura 3 prezintă cotele de gabarit ale creuzetului prototip propus de prezenta invenție. Creuzetul prototip a fost confecționat din cupru masiv, având prevăzute canale de circulare a apei de răcire, cu scopul de a evita lipirea probei de aliaj de suprafața acestuia. Pentru unghiul de 30 de grade al porțiunii tronconice a creuzetului prototip, considerând dimensiunile de gabarit din Figura 3, viteza de rotație a creuzetului pentru care masa de probă topită începe să avanseze pe suprafața înclinată, conform ecuațiilor (1) și (2), este de 535 rotații/minut.



Bibliografie

[1] D. Kihlstradius, Metals Handbook 9th Edition, Volume 15, Casting, p 273, ASM International, Metals Park, Ohio (1988)

[2] Processing of immiscible metallic alloys by rheomixing process
Z. Fan, S. Ji, J. Zhang, Materials Science and Technology, Volume 17, Issue 7 (01 July 2001), pp. 837-842, <http://dx.doi.org/10.1179/026708301101510618>

[3] Flow control during solidification of SnPb alloys using time modulated AC magnetic fields, D. Răbiger, M. Leonhardt, S. Eckert and G. Gerbeth, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 27 (2011) 012053, doi:10.1088/1757-899X/27/1/012053

[4] The Effect of Ultrasonic Treatment on Microstructural and Mechanical Properties of Cast Magnesium Alloys, Yeong-Jern Chen, Wen-Nong Hsu, and Jhih-Ren Shih, Materials Transactions, Vol. 50, No. 2 (2009) pp. 401 to 408 2009 The Japan Institute of Metal

[5] Phase separation and solidification of immiscible metallic alloys under low gravity,
L. Ratke, G. Korekt, S. Drees, Advances in Space Research, Volume 22, Issue 8, 1998, Pages 1227–1236, Proceedings of the G0.1 Symposium of COSPAR Scientific Commission G, doi:10.1016/S0273-1177(98)00152-5

[6] Characterization of dispersed intermetallic phases in rapidly quenched Al-Ti-Ce alloys
J. F. Nie, S. Sridhara, B.s C. Muddle, Metallurgical Transactions A, December 1992, Volume 23, Issue 12, pp 3193-3205



4

Revendicări

1) Dispozitiv utilizat pentru obținerea prin topire a aliajelor cu omogenitate îmbunătățită, **caracterizat prin aceea că** incinta interioară este de formă tronconică inversată în partea inferioară (A'-B), iar partea superioară este de formă toroidală (A-A').

2) Dispozitiv utilizat pentru obținerea prin topire a aliajelor cu omogenitate îmbunătățită, conform revendicării 1), **caracterizat prin aceea că** omogenizarea probei de aliaj se produce în mod secvențial, datorită rotației dispozitivului în jurul axului său vertical, prin efectul combinat al forței centrifuge, al forței de gravitație și al geometriei incintei dispozitivului.



Handwritten signature or initials.

Desene explicative

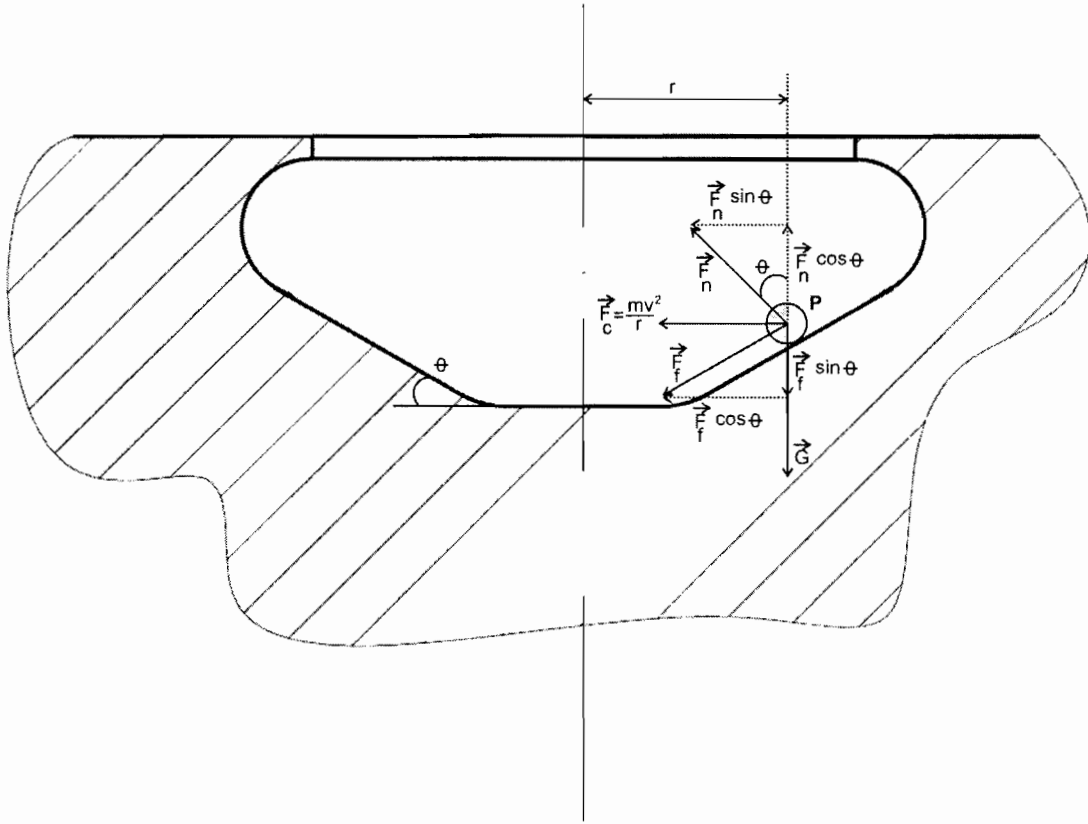


Figura 1

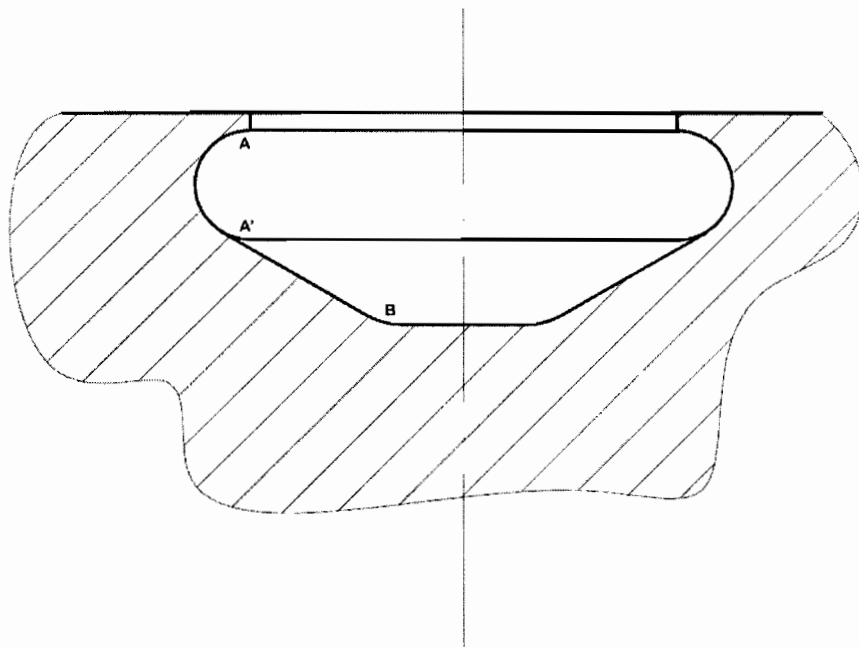


Figura 2



Jywt

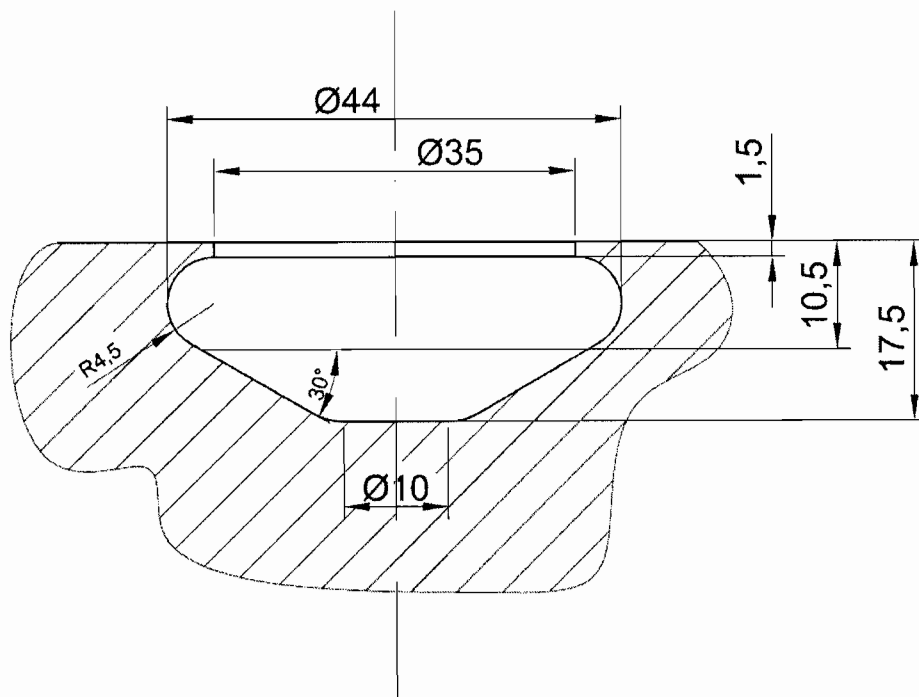


Figura 3



Figura 4

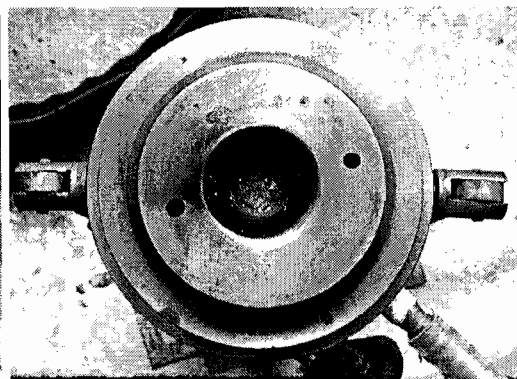
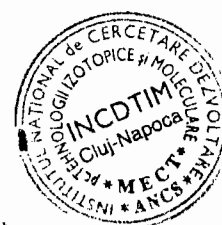


Figura 5



Handwritten signature or initials.