



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00327**

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2022** BOPI nr. **11/2022**

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

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII  
IZOTOPICE ȘI MOLECULARE,  
STR. DONATH 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**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 4609392 (A); CN 203448652 (U)**

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

Examinator: ing. **PETRESCU ANTIGONA**



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și  
motivată, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de  
invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii  
hotărârii de acordare a acesteia

# RO 131515 B1

1            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  
3 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  
5 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  
7 funcționare, acesta poate fi proiectat și construit pentru utilizare la nivel industrial.

            Indiferent de metoda de obținere a temperaturilor necesare pentru topirea compo-  
9 nentelor 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  
11 complicată de rezolvat. În mod tradițional, obținerea unui probe omogene de aliaj începe prin  
amestecarea mecanică a metalelor componente înainte de procesul de topire. Apoi, în formă  
13 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  
15 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  
17 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  
19 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  
21 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  
23 temperatură suficient de ridicată până când se produce omogenizarea completă. Agitarea  
amestecului în omogenizator se obține prin aplicarea simultană a unui câmp electric și  
25 magnetic [3], reciproc perpendiculare, generate cu ajutorul curenților continuu pulsati sau  
alternativ. Schimbarea bruscă a sensului curenților continuu are ca efect schimbarea  
27 orientării câmpurilor amintite, aceasta contribuind la modificarea momentană a efectului forței  
gravitaționale asupra componentelor aliajului, asistând la omogenizare. Pe lângă complexi-  
29 tatea mare (utilizarea unor electromagneți împreună cu piesele polare aferente, circuitul com-  
plex de comandă a curenților continuu care trebuie să comute intensități de ordinul sutelor  
31 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  
33 gravitaționale terestre nu este complet înlăturată. O altă tehnică pentru obținerea unor aliaje  
omogene din componente metalice primare cu diferență mare de densitate, presupune  
35 răcirea bruscă a topiturii (cu rate de răcire de ordinul miilor de grade/secundă) urmată de  
fărămițarea grăunților precipitați cu ajutorul unui câmp ultrasonic intens [4]. Au fost propusă  
37 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  
39 în momentul de față această opțiune nu este fezabilă decât pentru producerea unor cantități  
experimentale de aliaje.

41            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,  
43 nu se pot obține direct aliaje cu o structură fină a grăunților și cu un grad mare de dispersie  
a fazelor cristaline [6].

45            Referitor la geometria cavităților creuzetelor descrise în stadiul anterior al tehnicii,  
menționăm variantele descrise de brevetele: **US 2472456 A** (creuzet cilindric cu ieșire pentru  
47 captarea topiturii în partea inferioară, **EP 2741039 A1** (creuzet cilindric simplu),

# RO 131515 B1

<b>US 1518818 A</b> (creuzet având formă interioară de ogivă cu vârful plat), <b>US 1091808 A</b> (creuzet de formă tronconică simplă), și brevetul <b>US 2793021 A</b> care descrie un creuzet având o formă de butoi (elipsoid de rotație cu două baze plane perpendiculare pe diametrul mare).	1
Se cunoaște din documentul <b>US 4609392 (A)</b> un creuzet prevăzut, pe interior, la partea inferioară, cu trei proeminențe 57 similare rotunjite de formă conică care definesc pasaje înguste 58 între ele și pereții 59 ai creuzetului 4 pentru a produce o deformare continuă a conținutului topit astfel încât să se producă o difuzie substanțială și omogenă a materialelor topite.	3
Se mai cunoaște din documentul <b>US 4609392 (A)</b> un creuzet prevăzut, pe interior, la partea inferioară, cu trei proeminențe 57 similare rotunjite de formă conică care definesc pasaje înguste 58 între ele și pereții 59 ai creuzetului 4 pentru a produce o deformare continuă a conținutului topit astfel încât să se producă o difuzie substanțială și omogenă a materialelor topite.	5
Se mai cunoaște din documentul <b>CN 203448652 U</b> un echipament de topire prin agitație ultrasonică pentru un aliaj cu punct de topire scăzut. Echipamentul cuprinde un creuzet, un dispozitiv de încălzire cu izolație termică, un dispozitiv de control al temperaturii, un dispozitiv de agitare cu ultrasunete, un dispozitiv de control și generare cu ultrasunete și un dispozitiv de agitare mecanică. Dispozitivul de agitare mecanică și dispozitivul de agitare cu ultrasunete sunt verticale unul față de celălalt și nu interferează între ele.	7
Creuzetul descris de prezenta invenție este destinat a fi utilizat în cadrul echipamentelor de topit metal în arc electric sau prin încălzire prin inducție.	9
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la obținerea unor probe omogene de aliaje în situația în care metalele/componentele primare nu sunt perfect miscibile, sau acestea se prezintă sub forme diferite (pulberi de granulație diferită, bucăți masive, benzi, etc.). În aceste condiții obținerea unei topituri omogene reprezintă o problemă destul de complexă.	11
În tehnica acutală, pentru obținerea aliajelor omogene în cazul situației menționate mai sus, se utilizează diverse metode: amestecarea mecanică a componentelor aliajului în stare semifluidă, agitarea amestecului prin aplicarea simultană a unui câmp electric și magnetic reciproc perpendiculare, schimbarea bruscă a sensului câmpului magnetic contribuind la modificarea momentană a efectului forței gravitaționale asupra componentelor aliajului, asistând în acest mod la omogenizare.	13
Spre deosebire de metodele complexe de omogenizare a aliajelor, enumerate mai sus, creuzetul descris de prezenta invenție 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.	15
Creuzetul rotativ, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate pe aceea că este alcătuit dintr-un corp de rotație realizat din cupru, având în partea sa interioară executată o cavitate de formă tronconică inversată cu baza mică în partea inferioară a creuzetului, baza mare fiind continuată cu o zonă toroidală, terminată în partea superioară a creuzetului cu o deschidere de formă circulară având un diametru mai mic decât diametrul exterior al zonei toroidale.	17
Creuzetul descris de prezenta invenție posedă în partea superioară o zonă de formă toroidală, racordată cu o zonă tronconică inversată la partea inferioară (fig. 2).	19
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.	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

# RO 131515 B1

1           Avantajul principal al invenției este reprezentat de posibilitatea obținerii unor probe  
omogene de aliaje utilizând un echipament simplu, iar omogenitatea aliajelor nedepinzând  
3 de starea inițială a metalelor componente primare (granulație, formă, etc.).

Noutatea adusă de prezenta invenție constă în:

5           - posibilitatea obținerii unor probe de aliaj omogen pornind de la metale componente  
cu diferență mare de densitate, omogenitatea aliajului final nedepinzând de forma sau  
7 granulația acestora;

9           - simplitatea remarcabilă a sistemului de topire și omogenizare a aliajului, nefiind  
necesară utilizarea unor echipamente de omogenizare externă;

11          - 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.

13          Fig. 1. Această figură prezintă vederea în secțiune a creuzetului descris de prezenta  
invenție, împreună cu modelul utilizat pentru determinarea turației minime a creuzetului  
15 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  
17 proba de metal topit considerată);  $\vec{F}_f$  = forța de frecare;  $\vec{F}_c$  = forța centripetă;  
 $\vec{F}_n$  = forța normală la suprafață;  $\theta$  = unghiul de înclinare a zonei tronconice a creuzetului;  
r: raza traiectoriei circulare a segmentului de probă P.

19          Fig. 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  
21 creuzetului; A'-B: zona tronconică inversată (inferioară) a creuzetului.

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

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

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

29          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  
31 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  
33 centrifuge în zona toroidală superioară **A-A'**, notată pe fig. 2. Funcționarea procesului de  
omogenizare a probei de metal topit în creuzetul rotativ descris de prezenta invenție este  
35 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  
37 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  
39 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  
41 experimental, pentru obținerea probei de aliaj omogen.

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

# RO 131515 B1

$\theta$  = unghiul de înclinare a zonei tronconice a creuzetului;  $r$  = raza traiectoriei circulare a segmentului probei **P**. Considerând  $\mu$  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):

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

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

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

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

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  $\theta$ , ales la proiectare și coeficientul de frecare dintre suprafața creuzetului și proba de metal topit  $\mu$ . 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

Fig. 3 prezintă cotele de gabarit ale creuzetului prototip propus de prezenta invenție, realizat la INCDTIM Cluj-Napoca.

Creuzetul rotativ face parte dintr-o instalație automatizată pentru obținerea probelor omogene de aliaje, descrisă pe larg în cererea nr. a 2015 00415, instalație ce asigură rotația creuzetului pentru realizarea secvențelor de mișcări pentru omogenizare a topiturii. Creuzetul prototip a fost confecționat în cazul nostru din cupru, 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 fig.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. Kihlstadius, 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. Rábiger, 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.

# RO 131515 B1

1 [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  
3 Transactions, Vol. 50, No. 2 (2009) pp. 401 to 408 2009 The Japan Institute of Metal.

4 [5] Phase separation and solidification of immiscible metallic alloys under low gravity,  
5 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  
7 G, doi:10.1016/S0273-1177(98)00152-5.

8 [6] Characterization of dispersed intermetallic phases in rapidly quenched Al-Ti-Ce  
9 alloys J. F. Nie, S. Sridhara, B.s C. Muddle, Metallurgical Transactions A, December 1992,  
Volume 23, Issue 12, pp 3193-3205.

# RO 131515 B1

## Revendicare

1

Creuzet rotativ cu omogenizare îmbunătățită pentru obținerea aliajelor metalice, **caracterizat prin aceea că** acesta este alcătuit dintr-un corp de rotație realizat din cupru, având în partea sa interioară (**A'-B**) executată o cavitate de formă tronconică inversată cu baza mică în partea inferioară a creuzetului, baza mare fiind continuată cu o zonă (**A'-A**) toroidală, terminată în partea superioară a creuzetului cu o deschidere de formă circulară având un diametru mai mic decât diametrul exterior al zonei toroidale.

3

5

7

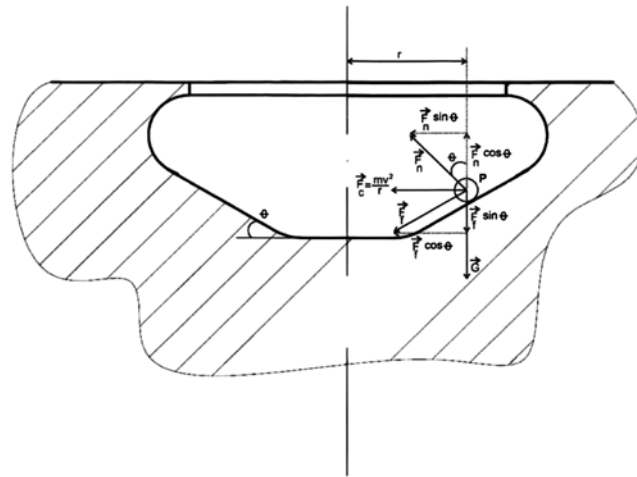


Fig. 1

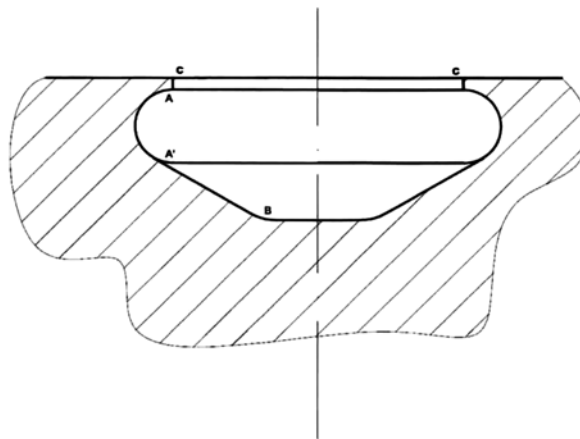


Fig. 2



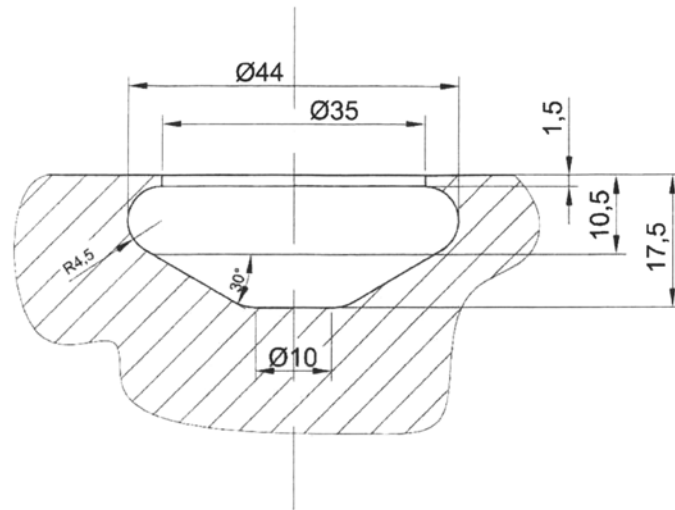


Fig. 3

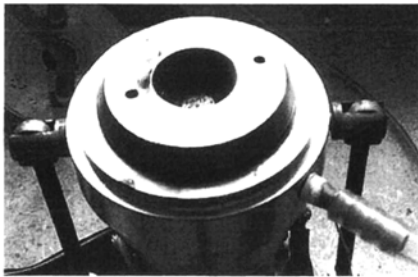


Fig. 4



Fig. 5

