



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00958**

(22) Data de depozit: **11.10.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2013** BOPI nr. **4/2013**

(41) Data publicării cererii:  
**30.07.2012** BOPI nr. **7/2012**

(73) Titular:  
• **STĂNĂȘILĂ VIRGIL-CORNELIU,**  
*BD. ION MIHALACHE NR. 70-84, BL. 45,*  
*SC. A, AP. 25, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,*  
*RO*

(72) Inventatori:  
• **STĂNĂȘILĂ VIRGIL-CORNELIU,**  
*BD. ION MIHALACHE NR. 70-84, BL. 45,*  
*SC. A, AP. 25, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,*  
*RO*

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 121138 B1; GB 1316200;**  
**WO 2009145672 A1**

(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE DE DEZOXIDARE CU CARBON  
A UNOR MATERII PRIME OXIDICE, CU SEPARAREA  
COMPONENTILOR CHIMICI**



# RO 127656 B1

1 Inventția se referă la un procedeu de dezoxidare cu carbon a unor materii prime  
oxidice, formate din oxizi precum pământul uzual, cenușile, bauxitele și alte roci, cu diferențe  
3 considerabile între temperaturile de înmuiere și curgere, cu separarea componentelor chimici,  
inclusiv, a unor substanțe cu comportare vitroasă, ca sulfuri sau halogenuri, pentru  
5 valorificarea acestora.

Domeniul tehnic îl constituie industria extractivă, utilizând materii prime clasice și noi,  
7 îndeosebi din pământuri comune, bauxite, cenuși de termocentrală și piritice, roci, calcar,  
argilă și alte minereuri, cu separarea de valorificare a metalelor prețioase din pământuri  
9 aurifere fără cianuri sau alți poluanți, și cu valorificarea integrală a topiturii, inclusiv, a  
clinkerului topit, utilizat la producerea de ciment. Aceste minereuri specifice ale amestecului  
11 pot fi de Al, Na, K, Sn, Mg, Zn, Si, Ca, Ni, Cu, Pb și alte elemente.

Se cunosc procedee și instalații industriale de dezoxidare prin topire de materii prime  
13 cu evoluție vitroasă, limitate însă la domeniul sticlei îndeosebi, pentru care a trebuit să se  
admită costuri specifice de investiție mari, în euro x h/Gcal, impuse de conductivitatea  
15 termică a sticlei, de circa 100 ori mai mică decât cea a metalelor, și de distanțele mari de  
transport conductiv al căldurii prin masele topite, la care necesarul termic este satisfăcut prin  
17 radiația bolții cuptoarelor de mică înălțime, cu gradiente mari ale temperaturii topiturii și cu  
producții modeste în raport cu alte domenii.

În ultimele decenii, cimentul din clincher topit a fost confirmat de către cercetători ca  
19 fiind superior celui din clincher topit parțial, sub 30%, la scară de laborator; nu s-a aplicat în  
21 industrie, nedispunând de tehnologii acceptabile economic de folosire directă a căldurii de  
combustie; plasma recomandată de unii specialiști nu s-a adoptat datorită costurilor.

23 Reducerea carbotermică a oxizilor este practică la nivel industrial, dar în cazul  
aluminei, de exemplu, dezoxidarea acestor substanțe care necesită temperaturi mari, se face  
25 prin electroliză, nu din topituri.

De asemenea, până acum, se cunosc realizări modeste de valorificare a  
27 componentei vitroase, mai puțin densă, a topiturii din procesul de dezoxidare carbotermică  
prin producere de spume industriale cu o oarecare expandare de până la 50%, la tempe-  
29 ratura de înmuiere a granulelor, ca rezultat al formării de gaze în perioada piroplastică  
incipientă, prin reducerea unor oxizi de Fe sau prin descompunerea termică a unor carbonați  
31 la 900°C, iar granularea de spume nu a fost practică industrial.

De asemenea, tehnicile cunoscute de răcire a clincherului topit, rezultat în procesul  
33 de dezoxidare carbotermică, au eficiență slabă; astfel, clincherul de ciment topit parțial, fără  
să fi început înmuierea, este răcit îndeosebi în strat orizontal pe un transportor metalic, de  
35 aerul de răcire, ulterior comburant, circulat transversal pe strat, protejând termic transpor-  
torul, dar acceptându-se dezavantajele curentului încrucișat.

37 Chiar și nisipul cuarțos, care umple deșerturile, este o materie primă neglijată, dar,  
din acesta, se pot realiza granule vitroase, expandate, după cerințe, chiar și de peste 5 ori,  
39 pentru revitalizarea deșerturilor, extinderea uscatului, construcții de drumuri, betoane armate,  
de rezistență, ușoare, pentru clădiri civile și industriale, poduri, șosele suspendate, viaducte.

41 Sunt cunoscute, de asemenea, procedee și instalații de reducere cu carbon a unor  
materii prime oxidice, dar acestea se aplică predilect în siderurgie, pentru obținerea fontei  
43 și apoi a oțelului.

De exemplu, documentul **RO 121138 B1**, prezintă un procedeu și o instalație de  
45 reducere cu carbon a oxizilor metalici de fier din topituri, procedeul constând în tratarea  
termică a minereului de fier, prin trecerea succesivă, printr-o serie de camere de reacție în  
47 care este introdus minereul încălzit la temperatură înaltă de topire a acestuia, de minimum  
1700°C, a unui agent reducător gazos, minereul topit fiind divizat prin niște fante de curgere,

# RO 127656 B1

ale unor camere de reacție în care este tratat cu aer preîncălzit și cu praf de cărbune 1  
reducător, ce generează amestec gazos de monoxid de carbon și bioxid de carbon, care 3  
sunt evacuate din instalație după ce trec printr-o instalație de schimb termic. Instalația de 5  
reducere se compune dintr-un corp cilindric, refractar, în care se află un corp interior, 7  
paralelipipedic, cu baza preferabil patrată și cu niște planșee orizontale cu fante de curgere 9  
a minereului topit, introdus printr-un canal de la partea superioară, și cu o cuvă inferioară de 11  
colectare a minereului topit redus, corpul cilindric refractar având niște ieșiri de evacuare a 13  
zgurei topite și a fontei, și niște intrări pentru praful de cărbune, între corpul cilindric refractar 15  
și corpul interior, existând niște canale de circulare a gazelor de reducere.

De asemenea, documentul **GB 1316200 A** prezintă un procedeu de reducere a unor 17  
compuși metalici, de tipul oxizilor de Ni sau Co, prin topire cu un agent reducător carbonic, 19  
de tipul cărbunelui, cocsului sau hidrocarbonului, cu arderea monoxidului de C, format la 21  
suprafața topiturii, pentru generare de energie calorică, impuritățile volatilizate, antrenate de 23  
CO, fiind eliminate prin tratarea în vid, a acestora, în topitura menținută la minimum 50°C 25  
peste punctul de topire, putând fi introdus gaz cu oxigen, topitura metalică obținută fiind, în 27  
final, dezoxidată cu un compus dezoxidant.

Un alt document, **WO 2009145672 A1**, prezintă un procedeu și o instalație tip cuptor 17  
duplex de producere a unor feroaliaje, prin reducerea unor oxizi într-o cameră a cuptorului 19  
cu un dezoxidant carbonic, gazele produse fiind evacuate prin o deschidere a camerei, iar 21  
metalul produs fiind evacuat, printr-o deschidere de la fundul acesteia, în a doua cameră, 23  
prevăzută cu un electrod de descărcare electrică și cu deschideri de încărcare cu material 25  
carbonic, peste care curge metalul topit din prima cameră, pentru dezoxidare la 27  
1850...2200°C, gazul produs în a doua cameră fiind introdus în prima cameră.

Aceste procedee și instalații, în corelație cu cele anterior menționate, prezintă 29  
dezavantajul că sunt aplicabile pentru reducerea anumitor tipuri de oxizi, instalațiile specifice 31  
procedeelelor în cauză fiind, de regulă, energofage, având pierderi mari de energie calorică.

Problema tehnică obiectivă pe care o rezolvă invenția constă în stabilirea unor faze 33  
și parametri specifici acestora, de dezoxidare a unui amestec de materii prime, preponderent 35  
oxidice, cu mai multe tipuri de oxizi, cu diferențe mari între punctele de topire, prin reducere 37  
cu carbon la temperatură mai mare decât cea de topire, astfel încât să rezulte o separare de 39  
recuperare eficientă a metalelor rezultate și a celorlalte substanțe din topitură, și din volatilele 41  
specifice procesului și, respectiv, în prevederea, în construcția unei instalații de dezoxidare 43  
cu C, a unor materii prime oxidice, a unor mijloace de recuperare a componentilor volatilizați, 45  
rezultați în reactorul de dezoxidare și a energiei calorice a gazelor de reacție și de ardere.

Procedeu conform invenției, de dezoxidare cu carbon a unui amestec de materii 47  
prime oxidice, cu separarea componentilor chimici, rezolvă această problemă tehnică, prin 49  
aceea că este realizat prin topirea și supraîncălzirea materiei prime oxidice, granulate, într-o 51  
cameră de reducere cu carbon, cu formare de monoxid de carbon, ce antrenează volatilele 53  
și trimiterea gazului cu volatile într-un schimbător de căldură răcitor, pentru condensarea și 55  
recuperarea elementelor volatile, separarea componentilor topiturii metalice obținută fiind 57  
realizată prin răcire treptată, pentru solidificare, aducerea și menținerea topiturii la o 59  
temperatură de supraîncălzire de 1700...2200°C fiind realizate prin niște tuburi-focar, 61  
imersate în topitură, încălzite prin arderea, în pat fluidizat, a unui combustibil, în interiorul 63  
acestora, gazele de ardere fiind utilizate pentru preîncălzirea aerului comburant. Pentru 65  
reducerea topiturii de oxizi, se utilizează cărbune granular, cu granulația de 5...10 mm și cu 67  
conținut mare de carbon și mic de cenușă, monoxidul de carbon cu volatilele de Ca, Mg, Zn, 69  
Na, K, S, antrenate de acesta în contracurent cu carbonul, fiind colectat de tuburi dispuse 71  
în vracul de cărbune granular și introdus într-un răcitor din beton refractar, pentru răcire de

# RO 127656 B1

1 la 1500 la 950°C, și apoi într-un schimbător de căldură, pentru răcire până la circa 100°C,  
2 pentru condensarea succesivă a volatilelor. Metalele lichefiate sunt colectate în cutii  
3 metalice, iar monoxidul de carbon rămas este răcit până la circa 30°C, apoi comprimat și  
4 recirculat, ca agent de răcire, ce se încălzește ulterior la 1450°C, și este folosit drept gaz  
5 combustibil, pentru încălzirea tuburilor-focar, gazele de ardere excedentare fiind folosite la  
6 preîncălzirea materiei prime sau/și a cărbunelui.

7 Topitura rămasă, colectată, conținând: Si, Al, Fe, Ti, impurități de alte metale și  
8 aliaje: Si-Al, Al-Fe, Al-Si, este răcită gradual, pentru solidificare diferențiată a componentelor,  
9 care apoi sunt separați, cu recuperarea energiei calorice, transmisă mediului de răcire.

10 Separarea metalelor prețioase și rare, din topitura rămasă după dezoxidare, este  
11 realizată prin separarea topiturii mai puțin dense, care este ulterior granulată, de topitura mai  
12 densă, trecerea topiturii mai dense într-un colector, de unde este trecută, printr-un  
13 distribuitor, într-un decantor cu fund înclinat cu canal încălzit la 1200°C cu rezistențe  
14 electrice, separarea metalelor prețioase și rare pe fundul decantorului și al puțului, în stare  
15 lichidă, pentru Ag, Au, U, și în stare solidă, pentru Pt, Ir, Mo, W, Th, și răcire graduală a băii  
16 metalice, pentru separarea componentelor metalici și colectarea în stare solidă, a acestora.  
17 Apoi, are loc răcirea acestora până la temperatura ambiantă, mărunțire până la dimensiuni  
18 de 5...10 μ și recircularea, prin împrăștiere, a circa 90% din pulbere, deasupra topiturii din  
19 decantor, pentru eficientizarea separării și creșterea gradului de recuperare.

20 Separarea componentelor: Al, Si, Fe, ai topiturii rămase la 670°C, după dezoxidare  
21 și eliminarea volatilelor, este realizată prin omogenizare cu zinc la 670°C, pentru lierea  
22 aluminiului și centrifugare.

23 Obținerea pe cale carbotermică a aluminiului din alumina amestecului de oxizi, după  
24 granulare parțială a materiei prime, încălzire, topire în topitor și reducere carbotermică, este  
25 realizată prin antrenarea vaporilor de aluminiu de către monoxidul de carbon în vracul de  
26 cărbune, cu condensare pe cărbunele mai rece de la partea superioară, cădere în topitură  
27 și reintrare în circuit, carbura de aluminiu produsă descompunându-se la peste 2050°C, iar  
28 aluminiul produs intrând în circuitul vaporilor de Al, care după ce sunt introduși în schimbătorul  
29 de căldură, condensează, aluminiul topit fiind apoi colectat.

30 Pentru valorificarea topiturii mai puțin dense, rezultată după separarea de topitura  
31 mai densă, cu consum redus de energie de măcinare a clincherului răcit în vederea  
32 producerii făinii de ciment și a unor granule vitroase de densitate mică, se realizează  
33 curgerea topiturii printr-un strat de nisip grosier, sub care se introduce aer presurizat și  
34 preîncălzit, ce formează bule de topitură cu diametre condiționate, preluate de topitură, care  
35 le menține, reducându-și densitatea. Pentru granulare, spuma obținută este deversată într-un  
36 spațiu cu planșeu cu fante înguste, dispuse într-un volum cu țevi de circulare de apă sau  
37 abur de răcire, după care spuma răcită este transformată, prin acțiunea mecanică a unor  
38 tambure cilindrice ale unor granuloare, în granule sferice, interlegate, prin fante de topitură,  
39 care sunt răcite într-un răcitor cu aer ascensional, reutilizat, preîncălzit, în final, fiind realizată  
40 măcinarea granulelor expandate rezultate.

41 Instalația de dezoxidare cucarbona unui amestec de materii prime oxidice, pentru  
42 aplicarea procedurii conform invenției, rezolvă problema tehnică menționată, prin aceea  
43 că este compusă din mai multe camere înseriate, cu o parte de reactor de dezoxidare a  
44 oxizilor topiți într-o parte anterioară, superior poziționată, și cu mijloace de colectare a  
45 topiturii reduse și deschideri de introducere a cărbunelui granulat și de ieșire a gazelor de  
46 reacție. Mai concret, instalația este constituită dintr-un încălzitor de preîncălzire a materiei  
47 prime până la 1400°C, cu o placă vibrantă la partea de încărcare a materiei prime, un topitor  
cu niște tuburi-focar ce asigură o temperatură de circa 2100°C, un reactor de dezoxidare

# RO 127656 B1

pentru dezoxidarea topiturii, având niște tuburi-focar încălzite cu gaz combustibil și un distribuitor ceramic de introducere a topiturii de oxizi din topitor, un schimbător de căldură, pentru condensarea volatilelor antrenate de monoxidul de carbon produs în reactorul de dezoxidare, și un schimbător de căldură de preîncălzire a amestecului comburant, pentru tuburile-focar, prin utilizarea căldurii gazelor de ardere, produse de acestea.	1 3 5
Procedeul și instalația conform invenției permit reducerea cu carbon a unui amestec de oxizi cu diferențe mari între punctele de topire, de Al, Na, K, Sn, Mg, Zn, Si, Ca, Ni, Cu, Pb și alte elemente, cu separarea de valorificare a componentelor chimici, inclusiv, a metalelor prețioase din pământuri aurifere, fără cianuri sau alți poluanți, și cu valorificarea integrală a topiturii, inclusiv, a clincherului topit, utilizat la producerea de ciment.	7 9
Principalele avantaje ale invenției sunt deci următoarele:	11
- lărgirea puternică a bazei de materii prime;	
- valorificarea integrală a materiilor prime și obținerea de substanțe valoroase;	13
- ieftinirea și ecologizarea extracției de metale prețioase și rare;	
- reducerea consumurilor energetice la prelucrarea inițială a materiilor prime;	15
- realizarea de condiții optime pentru contactul dintre componente, în vederea omogenizării și asigurării unui contact intim între reactanții chimici;	17
- creșterea randamentelor proceselor energetice și, prin aceasta, îmbunătățirea condițiilor ecologice;	19
- reducerea suprafeței de teren ocupată de tehnologie;	
- înlocuirea reactanților periculoși, de exemplu, a cianurilor și a hidratului de Na, la valorificarea pământurilor aurifere, și la obținerea aluminei din bauxită;	21
- posibilitatea valorificării, inclusiv, a nisipurilor, îndeosebi, a celor din zonele deșertice;	23
- posibilitatea valorificării, inclusiv, a subsolului terenurilor agricole, cu crearea de facilități pentru refacerea și protejarea acestora de inundații și secetă;	25
- valorificarea, inclusiv, a clincherului topit, rezultat, prin producere de ciment superior, cu reducerea sensibilă a costurilor de energie electrică, la măcinare.	27
Invenția este prezentată pe larg, în continuare, în legătură și cu fig. 1...3, care reprezintă:	29
- fig. 1, schema unei instalații de tratare a pământurilor, bauxitelor, cenușilor, rocilor sau nisipurilor: preîncălzirea, topirea, spumarea, expandarea, granulara și răcirea;	31
- fig. 2, schema unei instalații de tratare a materiilor prime: reducerea carbotermică a oxizilor în topitură, colectarea volatilelor și a elementelor Al, Fe, Si;	33
- fig. 3, separarea, extragerea metalelor prețioase și rare.	35
Conform procedeei conform invenției, toate materiile prime se granulează, prin procedee în sine cunoscute, rocile, conținând diverși oxizi, fiind concasate și ciuruite, iar materiile prime cu consistență redusă, ca argila, cenușile și făinurile, sunt granulate pe cale semiumedă și uscate; toate materiile prime se regăsesc în granule de 10...20 mm diametru și se introduc în încălzitoare în sine cunoscute, al căror agent termic îl constituie gazele recuperate din tehnologie, cu particularizări de perfecționare. Granulele fierbinți, încă solide, se introduc în topitura supraîncălzită între 1700 și 2200°C, lichidă, cu temperatura întreținută prin aport de căldură în masa acesteia; după ce granulele se aduc la temperaturi apropiate de cea de început de înmuiere, acestea intră într-un bazin în care se întreține o temperatură constantă, cea finală pentru materia primă în stare topită și care o poate depăși sensibil pe cea de topire. Constanța temperaturii, în condițiile alimentării continue cu materie primă mai rece, se asigură prin aportul de căldură al unui combustibil gazos sau solid măcinat, ars într-un ansamblu de „tuburi-focar”, imersate în topitură, în pat fluidizat dezvoltat în interiorul	37 39 41 43 45 47

# RO 127656 B1

1 tuburilor, care asigură o temperatură uniformă, pe toată suprafața tuburilor și pe toată  
înălțimea lor. Aerul comburant este preîncălzit cu gazele de ardere evacuate din tubu-  
3 rile-focar, excedentul de 11... 12% fiind valorificat la alți consumatori potențiali.

Pentru dezoxidare, topitura cu oxizi, aflată la temperatură de până la 2400°C, trece  
5 într-o cuvă de dezoxidare, în care căldura necesară reducerii componentelor topiturii este  
furnizată de un alt ansamblu, mai numeros, de tuburi-focar. Combustibilul tuburilor-focar îl  
7 constituie monoxidul de carbon rezultat prin dezoxidarea cu carbon a topiturii, în exteriorul  
tuburilor- focar, unde formarea de CO<sub>2</sub> este neînsemnată. Arderea de monoxid de carbon  
9 se face în interiorul tuburilor cu aer comburant, preîncălzit într-un schimbător adecvat, în sine  
cunoscut, din exterior, cu gazele de ardere generate în tuburi. Căldura excedentului de gaze  
11 de ardere se valorifică în alte procese. Cărbunele, cu granule de 5...10 mm, cu conținut  
relativ mare de carbon, concomitent sursă de căldură și reducător, cu puțină cenușă, aceasta  
13 însăși materie primă, supusă dezoxidării, se află în vrac, parțial imersat în topitură și parțial  
deasupra topiturii, pe o înălțime corespunzătoare menținerii în cuvă a vracului imersat.  
15 Cenușa mai multă poate crea dificultăți pe circuitul tuburilor-focar, când ar putea lipi inelele  
Rashig din preîncălzitoarele de aer; în topitură, aceasta este similară pământului: o sursă de  
17 oxizi. Procesul dezoxidării are loc la temperaturi cuprinse între 1500 și 2400°C, și necesită  
un contact intim al carbonului cu topitura. Canaliculele formate în vrac au forme neregulate,  
19 cu diametrul mediu de câțiva milimetri, cu direcții schimbate frecvent, ceea ce contribuie la  
intensificarea contactului necesar dezoxidării. Înălțimea vracului uscat de cărbune poate fi  
21 de 1...5 ori mai mare decât cea a vracului imersat, în funcție de cărbunele folosit.

În cazul procesării de materii prime, ca pământuri, bauxite, cenuși, minereuri de Sn,  
23 Cu, Zn și Pb, care conțin și elemente chimice volatile după dezoxidare, de exemplu, Ca, Mg,  
Zn, Na, K și S, monoxidul de carbon, generat de reducerea cu carbon, antrenează și  
25 volatilele menționate; întregul ansamblu gazos circulă în contracurent cu cărbunele pe care  
îl încălzește. Gazele răcite la circa 1500°C sunt preluate prin tuburi dispuse în vracul de  
27 cărbune și introduse într-un răcitor de beton refractar, în sine cunoscut, în care se răcesc  
până la 950°C. Răcirea continuă într-un schimbător metalic inseriat cu cel anterior, de la 950  
29 la circa 100°C. Volatilele sunt condensate rând pe rând: mai întâi, condensează Ca, care  
este colectat peste 95% în stare lichidă, cu mare puritate, în răcitor, la 1150°C, fiind apoi răcit  
31 în exterior, în cutii metalice etanșe și trimis la valorificare. Restul de 5% se colectează în  
80% din Mg, colectat în răcitor și restul de 20% în amestec cu zinc, condensat în  
33 schimbătorul metalic până la 420°C; Na se condensează între 892 și 98°C, iar K între 760  
și 64°C. Toate acestea necesită rectificări ulterioare, pentru purificare. Purificarea și colecta-  
35 rea finală se fac prin mijloace simple și în sine cunoscute.

Monoxidul de carbon (CO), lipsit de volatile, se mai răcește suplimentar, de la 100  
37 la 30°C, și este comprimat și refulat înapoi în răcitorul metalic, folosit acum ca agent de  
răcire, care se va încălzi până la 1450°C. Căldurile sensibile și latente, cedate de volatilele  
39 condensate, acoperă disipările de căldură ale celor două schimbătoare inseriate, cel din  
beton refractar și cel metalic. Cu acest CO, la 1450°C, sunt alimentate tuburile-focar. Gazele  
41 de ardere excedentare vor fi folosite la preîncălzirea materiei prime sau/și a cărbunelui; toate  
gazele de ardere răcite sunt evacuate în atmosferă, în condiții ecologice, deoarece toate  
43 procesele din ansamblul tehnologiei sunt optimizate; în cuva de dezoxidare, după extragerea  
oxigenului și a volatilelor, a rămas o topitură densă, care conține Si, Al, Fe, Ti și cantități  
45 neînsemnate de alte metale. Aliajele obținute: Si-Al, Al-Fe între aceste componente ale  
topiturii formează eutectice; de exemplu, Al-Si se caracterizează prin temperatura de topire  
47 de 577°C, la o concentrație de 11,7% Si și 83,3% Al; eutecticul Al-Fe are temperatura de  
655°C, cu concentrația de 1,9% Fe și 98,1% Al; prin răcirea la 670°C, aliajul Al-Si, aflat în

# RO 127656 B1

stare lichidă, conține Si între 0 și 16%, restul fiind Al, iar aliajul Al-Fe conține circa 2,5% Fe, 1  
aflat, de asemenea, în stare lichidă. Prin răcirea recuperativă a amestecului, Fe se solidifică 3  
în particule aciforme de mici dimensiuni, care se sedimentează centrifugal sau gravimetric, 3  
iar Si nu depășește participația de 16%, la 670°C. Întregul amestec Al- Si- Fe poate fi 5  
omogenizat cu Zn, în stare lichidă, la 421°C; zincul are o relativ mare afinitate față de 5  
aluminiiu. Prin filtrare sau prin centrifugare, se separă întregul conținut de Fe și Si, densitățile 7  
Si, Fe, Al-Zn fiind suficient de net diferențiate. Recuperarea căldurii aluminiului se va face 7  
în fază lichidă, cu răcire utilă până la 700°C și apoi în fază solidă sub 100°C. În cazul siliciului 9  
sau Fe+Ti, recuperarea se va face în fază solidă cu răcirea lingourilor sub 100°C. 9

Pentru valorificarea topiturii mai puțin dense, rezultată, se va aplica spumarea 11  
acesteia, practică atât în domeniul cimentului, în scopul reducerii la o zecime a consumului 11  
mare actual de energie, pentru măcinarea clincherului răcit, în vederea producerii făinii de 13  
ciment, cât și la realizarea de granule vitroase cu densitate mică, utilizabile în scopul 13  
reducerii maselor umpluturilor respective, de exemplu, la umplerea golurilor în urma 15  
pământului excavat procesat; granulele expandate se folosesc de asemenea la betoane, în 15  
vederea reducerii masei construcțiilor și ieftinirii acestora. 15

Topitura separată, având o viscozitate suficient de mare, stabilită prin controlul 17  
temperaturii, va circula ascensional printr-un strat granular cu refractaritate adecvată. Sub 17  
acest strat granular, se introduce aer preîncălzit care, la trecerea prin strat, se fragmentează 19  
în bule cu diametre condiționate de granulația umpluturii, bulele fiind preluate de topitură, 19  
care le menține până la finalul evoluției acesteia. Densitatea topiturii poate fi redusă până 21  
la 20%. În cazul cimentului, bulele vor avea diametre mai mari, pentru facilitatea măcinării, 21  
pereții dintre bule având grosimea apropiată de dimensiunea particulelor făinii finale. Aerul 23  
pentru spumare va fi preluat din atmosferă, comprimat la circa 1 bar, preîncălzit cu puțină 23  
căldură recuperată din instalație; în vederea anulării spumei, aceasta este deversată din 25  
cuva de spumare într-un spațiu inferior, prevăzut cu un planșeu cu fante înguste, prin care 25  
spuma curge, cu viteză mică, în fâșii paralele. Între fâșii, se dispun țevi prin care circulă 27  
apă/abur sub presiune medie, de 10...20 de bari, în care se va produce abur energetic, 27  
supraîncălzit, până la 500°C. Cu măsuri adecvate de tehnica securității, prin destindere într-o 29  
turbină, aburul respectiv va produce energie electrică, consumată integral în instalație, 29  
îndeosebi prin radiație termică spre țevi. Spuma din fâșii se răcește rapid, crescându-și 31  
viscozitatea și ajungând între tamburele cilindrice ale unor granuloare, din care ies granule 31  
sferice, interlegate eventual, printr-o foiță de topitură congelată. Pentru creșterea rugozității 33  
granulelor produse pentru betoane relativ ușoare, dar de rezistență, alveolele cilindrilor 33  
granulatori vor fi prelucrate cu mici adâncituri, care vor deveni protuberanțe pe granule; în 35  
cazul cimentului, granulele vor fi cât mai expandate și lipsite de rugozitate. În răcitor, sferile 35  
fierbinți formează o umplutură relativ nivelată, producția de sfere fiind aproape aceeași pe 37  
întreaga secțiune a unui răcitor cilindric vertical, prin care circulă ascensional aer atmosferic, 37  
devenit agent de răcire. La partea superioară, în zona de cădere liberă a sferelor, aerul 39  
răcitor este recuperat preîncălzit la circa 1000...1200°C și folosit la spumare, ca aer 39  
comburant. În cazul cimentului, granulele expandate răcite se macină, cu consum mic de 41  
energie și sunt trimise la consum, ca făină de ciment. În cazul granulelor destinate 41  
umpluturilor și betoanelor, curba granulometrică se realizează prevăzând ca granuloarele 43  
menționate să producă 3 mărimi de granule. 43

În scopul extragerii a peste 98% din aurul și metalele nobile sau rare din rocile ce le 45  
conțin, concasate, ciuruite și încărcate în instalația de aplicare a procedurii conform inven- 45  
ției, împreună cu pământ aurifer și roci conținând oxizi ai altor metale, cu optimizarea recupe- 47  
rării la peste 98%, rocile și pământul aurifer parcurg etapele descrise anterior: de granulare, 47

# RO 127656 B1

1 preîncălzire, topire, supraîncălzire la circa 2100°C, până la atingerea unor viscozități sub  
1...5 Pa.s. Se vor aplicade de asemenea și metode de intensificare puternică a colectării și  
3 a particulelor medii și mici de metale prețioase, și prin aceasta se realizează creșterea vitezei  
de sedimentare de zeci de ori. De la partea inferioară a topitorului, se va colecta producția  
5 sedimentată în primele ore, care va fi răcită și solidificată, apoi mărunțită la o granulație sub  
5...10 μ, iar făina rezultată se va dispersa uniform, prin mijloace în sine cunoscute, pe  
7 întreaga suprafață a topitorului. Particulele solide, reci, introduse în topitura fierbinte, se  
încălzesc în fracțiuni de secundă, iar topitura se răcește cu până la 0,1 K/s, în condițiile în  
9 care masa recirculată este de zeci de ori producția presupusă de 10 ppm. Particulele de Ag,  
Au, respectiv, Pt, cu densități de circa 2, 4 și, respectiv, 5 ori mai mari decât cea a topiturii,  
11 se lichefiază și coboară ca particule cu diametre de aproape 10 μ, cu viteze de sedimentare  
de până la 100 de ori mai mari ca ale particulelor de circa 1 μ, existente în topitură. Durata  
13 procesului de sedimentare a metalelor prețioase se va reduce la circa 1 h. Acumularea  
producției din primele 10...15 h creează o cantitate satisfăcătoare pentru recircularea  
15 viitoare. În cazul aurului, prin distribuția continuă a particulelor de metale, se realizează o  
densitate de circa  $3 \times 10^{10}$  particule/m<sup>3</sup>, cu o distanță medie între ele, de circa 0,3 mm.  
17 Condițiile diversității deplasării pe verticală a particulelor și ale distanțelor submilimetrice  
dintre particulele suplimentate și cele mici din topitură determină o mare probabilitate de  
19 întâlnire cu acestea; când apropierea este suficient de mică, până la atingere, tensiunea  
superficială determină contopirea particulelor mici cu cele relativ mari și prin aceasta, crește  
21 eficiența separării metalelor nobile din topitură. În cazul Ag și Pt, au loc procese similare, cu  
posibilitate de asociere a unora cu altele. Recircularea se poate realiza și cu metale comune,  
23 nu neapărat prețioase, de exemplu, folosind Cu. Particulele de W, Ir, TH, cele mai refractare,  
vor fi regăsite ca bobite solide în topitura extrasă de la partea inferioară a cuvei de topire.  
25 Topitura din care s-au extras metalele prețioase și rare trece la dezoxidare și extragere de  
metale și metaloizi, conform tehnologiei descrise anterior.

27 Valorificarea nisipurilor deșertice va consta din granulara acestora în fază primară, solidă,  
prin procedee în sine cunoscute, topirea la o temperatură care să o depășească pe cea de  
29 înmuiere, spumarea, granulara spumei și răcirea recuperativă a sferelor rezultate după  
granulare, conform tehnologiei descrise anterior .

31 În continuare, se descrie instalația conform invenției, în corelație cu exemplele de  
aplicare a invenției, în legătură cu fig. 1...3.

33 Ca exemplu larg de aplicare a invenției, se consideră cazul unei instalații de tratare  
complexă a 100 t/h pământ oarecare, cu compoziția medie:

35 61% SiO<sub>2</sub>, 16% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 6 % FeO<sub>x</sub>, 5% CaO, 5% MgO, 3% Na<sub>2</sub>O, 2% K<sub>2</sub>O și 2% altele.  
Din acest pământ, instalația ar putea produce în final, circa 285 kg Si, 84 kg Al, 40 kg Fe,  
37 35 kg Ca, 30 kg Mg, 22 kg Na, 16 kg K. Pământul este mărunțit într-un concasor și apoi  
într-un colergang, cu o umiditate care să permită granulara pământului prin valțuri alveolate,  
39 care produc granule sferice, cu rezistență mecanică satisfăcătoare, de 10...15 mm; granulele  
se introduc într-un încălzitor 1, mai întâi, pe o placă 2, susținută pe un ansamblu de resorturi  
41 3, și vibrată, prin mijloace în sine cunoscute; placa 2 este prevăzută cu niște tuburi verticale  
4, dispuse echidistant, cu diametre de circa 250 mm și înalte de 0,6 m, pline cu granule, care  
43 coboară uniform, pe măsura consumării, în instalație. Tuburile 4 asigură o etanșare sufi-  
cientă pentru gazele de sub placa 2, aflate practic la presiunea atmosferică. Etanșarea plăcii  
45 pe contur, față de atmosferă, se face cu o foaie de cort, legată de placă și de construcția  
perimetrală a încălzitorului 1. Granulele coboară gravitațional prin încălzitor 1, întâlnind în  
47 contracurent, ca agent termic, gazele de ardere generate în exteriorul încălzitorului 1. Gazele

# RO 127656 B1

sunt aspirate de un exhaustor **5**, care le evacuează, în cea mai mare parte, în atmosferă, 1  
printr-un racord **6** și, parțial, printr-un racord **7**, în zona inferioară, pentru reducerea 3  
temperaturilor înalte cu care gazele ajung la încălzitor. Granulele sunt evacuate uniform, din 3  
încălzitor, la circa 1200°C, sub temperatura de început al înmuierii, prin niște extractoare **8**.  
În scopul creșterii porozității stratului granular din încălzitor și, prin aceasta, pentru creșterea 5  
vitezei medii aparente a gazelor prin strat, se prevăd niște sârme groase **9**, cu diametrul de 7  
până la 10 mm, din oțeluri cu refractaritate corespunzătoare, dispuse vertical echidistant.  
Sârmele **9** sunt legate de construcția încălzitorului prin niște grinzi **10**, și pot fi continuate, la 9  
partea inferioară, de tije ceramice. În acest mod, devine posibilă configurarea adecvată a 9  
încălzitorului, cu o secțiune orizontală relativ mică și înălțime de câțiva metri. De la  
extractoarele **8**, granulele sunt colectate de o placă vibrată, cu fața inferioară cromată sau 11  
nichelată prin metalizare, de pe care cad liber într-un topitor **11**, în care se întreține o 13  
temperatură de peste 2100°C, depășind temperatura de topire a granulelor. Prin acest 13  
procedeu, se exclude orice risc de blocare a deplasării materiei prime în perioada de evoluție 15  
vâscoasă a acesteia, făcând astfel posibilă topirea oricăror materiale cu comportament 15  
vitros, în derularea procesării lor, cu recuperarea de suficientă căldură. Temperatura de 17  
supraîncălzire este întreținută prin aport permanent de căldură de la niște tuburi-focar **12**, 17  
în care evoluează, în pat fluidizat, un ansamblu granular **13**, cu arderea de combustibil gazos 19  
sau de praf de cărbune cu cenușă puțină, introdus prin câte o țevă **14**, împreună cu aer 19  
comburant introdus prin niște tuburi **15**. Gazele de ardere rezultate sunt evacuate la maxi- 21  
mum 2200°C, la partea superioară a tuburilor-focar **12** și colectate, de la toate tuburile, 21  
într-un colector **16**, care le conduce la un schimbător de căldură **17**. În final, gazele de ardere 23  
sunt exhaustate reci, în atmosferă, de un ventilator **18**. Circa 12% din gazele de ardere 23  
excedează necesarul de căldură pentru încălzirea aerului comburant al tuburilor-focar **12** și 25  
sunt folosite ca agent primar al încălzitorului **1**. Aerul comburant este preluat din atmosferă 25  
de un ventilator **19**, la circa 20°C și preîncălzit la circa 2050°C, în schimbătorul de căldură 27  
**17**. Acest schimbător de căldură este unul special, cu umplutură de inele Rashig ceramice, 27  
care măresc mult permeabilitatea vracului. Prin variația lentă a secțiunii de curgere a gazelor 29  
prin schimbătorul de căldură **17**, se atenuează creșterea vitezei gazelor, datorată încălzirii 29  
acestora la circa 2000°K, în condițiile variației de volum al gazelor de peste 800%, cu 31  
pierdere de presiune de maximum 500 mm col.apă, pentru ansamblul de gaze și aer. În 31  
partea superioară a schimbătorului **17**, circulă ascensional gazele de ardere, care se răcesc 33  
de la 2150 la circa 100°C și încălzesc, în contracurent, de la 60 la 2100°C, inelele Rashig de 33  
15x15x1,5 mm, care coboară. Inelele Rashig fierbinți trec în zona inferioară a schimbătorului 35  
**17**, în care preîncălzesc aerul de combustie, de la 20 la 2050°C. Inelele Rashig se introduc, 35  
la partea superioară, pe o placă metalică vibrată, similară cu placa **2**, de la încălzitorul **1**, 37  
care asigură distribuirea uniformă a inelelor pe suprafața de intrare în schimbător și crearea 37  
unui spațiu de colectare a gazelor răcite. În zona mediană, care separă spațiile de evoluție 39  
ale gazelor și aerului, inelele Rashig trec din partea superioară în cea inferioară, prin niște 39  
tuburi **20**, la care se racordează niște tremii **21**, perforate, cu orificii de 10 mm, prin care 41  
gazele de ardere intră în vracul de inele. Extractția inelelor Rashig se face prin rotirea lentă 41  
a unei plăci de forma unor coroane circulare, așezate sub suprafața de ieșire a inelelor. În 43  
condițiile rotirii, inelele din taluzul lor natural sunt evacuate, colectate de o placă **2** vibrată 43  
sau o tremie **21**, preluate de un elevator, ridicate deasupra schimbătorului **17** și reintroduse 45  
în circuit. Reglarea debitului evacuat se face prin reglarea turației de rotire și a poziției unei 45  
raclete de evacuare. Se apreciază că producția de Si depășește cu mult posibilitățile pieții 47  
de a-l absorbi, motiv pentru care topitura, de 2100°C, este trecută într-un spațiu de 47

# RO 127656 B1

1 sedimentare, în care se separă  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , cu densități sub  $2,2 \text{ kg / dm}^3$ ,  $\text{SiO}_2$  cu  $2,6 \text{ kg/dm}^3$   
și  $\text{CaO}$  cu  $2,8 \text{ kg/dm}^3$ , la partea superioară a volumului ocupat de topitură, în timp ce la  
3 partea inferioară, se colectează gravitațional  $\text{MgO}$  cu  $3,6 \text{ kg/dm}^3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 3,9;  $\text{TiO}_2$  - 4,1, dacă  
este cazul, și  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  cu  $5,3 \text{ kg/dm}$ . Se admite că separarea este imperfectă, și până la 10%  
5 din topitura de densitate mică este amestecată cu cealaltă. În continuare, se urmărește mai  
întâi evoluția topiturii mai dense, care reprezintă 35% din întreaga topitură. Principalele  
7 componente ale topiturii mai dense sunt  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 45%,  $\text{SiO}_2$  -18%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 17% și  $\text{MgO}$  -14%.  
În funcție de cerințele pieții, de Na, K, Ca, această topitură poate fi completată cu NaOH,  
9 KOH, CaO, în scopul creșterii eficienței economice a instalației. Topitura din topitorul **11** este  
preluată uniform de un colector **22** și introdusă fie într-un decantor de reținere a metalelor  
11 prețioase și rare, fie, printr-un distribuitor ceramic **23**, într-un reactor de dezoxidare **24**,  
prevăzut cu un ansamblu numeros de tuburi-focar **25**, similar cu ansamblul **12 -15**, care  
13 generează căldura necesară reacțiilor de dezoxidare.

De exemplu, aluminiul din  $\text{Al}_2\text{O}_3$  necesită  $7468 \text{ kcal/kg Al} = 31,3 \text{ MJ/kg Al}$ ; Si din  $\text{SiO}_2$   
15 necesită  $7405 \text{ kcal/kg Si} = 31,0 \text{ MJ/kg Si}$ ; Fe din  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $7,3 \text{ MJ/kg Fe}$ ;  $19,1 \text{ MJ/kg Ti}$ ;  
 $25,1 \text{ MJ/kg Mg}$ ;  $15,8 \text{ MJ/kg Ca}$ ;  $4,2 \text{ MJ/kg Sn}$ ;  $9,1 \text{ MJ/kg Na}$  și  $9,2 \text{ MJ/kg K}$ . Pentru  
17 comparație, se menționează că energia de formare a monoxidul de carbon este de  $9,2 \text{ MJ/kg}$   
carbon.

19 Tuburile-focar **12** și **25** se realizează din zirconie, utilizabilă până la  $2500^\circ\text{C}$ , iar  
pentru creșterea rezistenței la atacul chimic al carbon, acestea se acoperă prin metalizare  
21 cu CW sau CTi, carburi care pot fi incluse și în masa  $\text{ZrO}_2$ ; în scopul evitării apariției de fisuri,  
pereții tuburilor se realizează din alăturare de piese prefabricate cu contur dreptunghiular  
23 și cu suprafețe curbate pe două direcții, legate prin mortar de zirconie, diferențele  
temperaturilor din pereții tuburilor putând fi chiar dublate. Tuburile se supun arderii la  
25 temperaturi înalte, în spații vidate, cu izolații termice adecvate, aportul de căldură fiind  
asigurat de rezistențe de W. Combustibilul folosit în tuburile-focar poate fi cărbune măcinat,  
27 petrol pulverizat sau gaze naturale/metan sau amestecuri de hidrocarburi.

În condițiile topiturii, nu se formează  $\text{CO}_2$ . Monoxidul de carbon produs este biatomic  
29 și se află în stare gazoasă, cu distanța între molecule de circa 15 ori mai mare decât cea  
dintre atomii din topitură; se apreciază că atracția carbonului pentru oxigenul din oxizi este  
31 de peste 10 ori mai mică decât atracția atomilor deja dezoxidați pentru oxigenul din minereul  
încă nedeoxidat, ceea ce arată că topitura contribuie puternic la intensificarea dezoxidării  
33 în raport cu alte procedee, inclusiv, cele electrolitice. Prin dezoxidare, unele substanțe  
precum Na, K, Mg, Ca și, dacă este cazul, Zn, se vaporizează și sunt antrenate ca atare de  
35 monoxidul de carbon, singurul gaz format în cursul dezoxidării. Căldura necesară proceselor  
de dezoxidare este generată de ansamblul de tuburi **25** și cedată topiturii de minereu, aflată  
37 în exteriorul tuburilor. Cărbunele, cu granulație medie de 5 mm, este imersat în topitură, fiind  
continuu apăsat de masa granulară de cărbune aflată deasupra topiturii și dedesubtul unor  
39 tuburi **26**. Peste acestea, se află un depozit de tranzit de cărbune **27**, care preia fluctuațiile  
dintre alimentare și consum. Topitura din reactorul **24** este formată, în proporții diferite, din  
41 molecule nedeoxidate, moleculele în curs de dezoxidare formând bule de monoxid de  
carbon, rapid ascensionale prin topitură și atomi de metale și metaloizi. Deplasarea bulelor  
43 de monoxid de carbon răscolește întreaga topitură, tinzând să omogenizeze amestecul.  
Topitura dezoxidată, fie și în contact cu cărbunele, este lipsită de bule gazoase, crescându-și  
45 densitatea aparentă față de topitura incomplet dezoxidată și se sedimentează, fiind apoi  
colectată într-un canal periferic **28**, în vederea tratării tehnologice ulterioare. Niște  
47 termocuple **29**, dispuse la partea inferioară a topiturii, indică nivelul de separare a topiturii  
complet lipsită de oxigen, deci și de bule de monoxid de carbon, de cea aflată în proces de

# RO 127656 B1

reducere. Monoxidul de carbon, împreună cu volatilele rezultate din dezoxidare, se 1  
deplasează prin vracul umed și apoi prin cel uscat, de cărbune introdus rece în depozitul 27. 1  
Vracul este încălzit cu căldură de la gaze și atunci când gazele se răcesc la circa 1500°C, 3  
acestea sunt captate, împreună cu volatilele, printr-o rețea de colectare 30. Debitel relativ 5  
mici de vapori supraîncălziți de Ca, Mg, Na, K și, eventual, Zn, dispersați în gazul CO, 5  
generat de carbon cu oxigenul de la substanțele reduse, trec într-un schimbător de căldură 7  
31, în care continuă răcirea. Calciul este condensat și lichefiat primul, între 1440 și 838°C, 7  
apoi Mg între 1107 și 650°C, Zn între 906 și 420°C, Na între 892 și 98°C, și K între 760 și 9  
64°C; îndeosebi temperaturile minime sunt ceva mai mici, datorită presiunii parțiale redusă 9  
la care se află vaporii saturanți în amestec. În faza lichidă, toate aceste elemente sunt 11  
colectate în niște cutii 32, care se închid etanș și se înlocuiesc. Lichidul colectat este 11  
solidificat la temperatura atmosferei, în afara schimbătorului 31. După colectarea foștilor 13  
vapori, rămâne doar monoxidul de carbon răcit, în schimbătorul 31, la 80°C, și suplimentar, 13  
la 30°C, într-un schimbător 33, cu apă de răcire, apoi comprimat de un ventilator 34, care îl 15  
refulează în schimbătorul 31, de această dată, ca agent răcitor, care se va încălzi de la 30 15  
la circa 1400°C, cu căldură cedată de monoxidul de carbon cu volatile, atunci când era agent 17  
încălzitor. Acest monoxid de carbon fierbinte este introdus în tuburile-focar 25, printr-o țevă 17  
35 și un distribuitor 36, împreună cu un supliment de praf de cărbune, pentru a satisface 19  
bilanțul termic respectiv, care este transportat pneumatic de monoxidul de carbon în 19  
tuburile-focar 25, în care se introduce și aer comburant, preluat din atmosferă, puternic 21  
preîncălzit într-un schimbător de căldură 37, printr-un distribuitor 38. Aerul rece a fost 21  
introdus printr-un ventilator 39; gazele de ardere din tuburile-focar 25 constituie agentul 23  
încălzitor al schimbătorului 37, care este similar ca funcționare cu schimbătorul 17. După ce 23  
încălzesc inelele Rashig, gazele sunt evacuate reci în atmosferă, de un exhaustor 40. Inelele 25  
răcite sunt recirculate de un elevator 41. La temperatura de 2100°C a topiturii, tensiunea de 25  
vapori de aluminiu este suficient de mare, pentru a face posibilă vaporizarea unei părți 27  
semnificative de aluminiu. Vaporii sunt antrenați de monoxidul de carbon în vracul de 27  
cărbune, din care condensează pe măsură ce întâlnesc cărbune din ce în ce mai rece. 29  
Aluminiu depus pelicular pe cărbune mai rece ajunge în topitură, reintroducând în circuit 29  
aluminiul vaporizat. Carbura de aluminiu,  $Al_4C_3$ , la temperatura de peste 2050°C, se 31  
descompune: atomii de carbon și aluminiu sunt preluați de masa ascensională de monoxid 31  
de carbon și volatile, atomii de carbon se atașează la granulele de carbon și reintră în baie, 33  
iar aluminiul evoluează ca și vaporii de aluminiu, menționați anterior. Topitura dezoxidată de 33  
la canalul 28, lipsită de substanțele evacuate cu monoxidul de carbon, ca vapori, este 35  
formată îndeosebi din Al, Si, Fe și Ti, dacă este cazul, la circa 2100°C. Topitura evacuată 35  
prin canalul 28 va conține 54% Al, 19% Si și 27% Fe. În amestec, aluminiul se va alia atât 37  
cu siliciul, cât și cu fierul. Se estimează că temperatura amestecului ajunge la 1150°C, fără 37  
solidificări parțiale, datorită alierii Al + Fe. În scopul reducerii temperaturii de răcire utilă sub 39  
850°C, pentru a simplifica dotarea instalației, prin folosirea de zinc care fierbe la 906°C, se 39  
mărește participația aluminiului în amestec prin recirculare continuă de aluminiu produs în 41  
instalație, fără a se afecta productivitatea acesteia. Masa topiturii preluate prin canalul 28 41  
crește cu 125% aluminiu. Căldura recuperată prin răcirea amestecului de la circa 1900 la 43  
850°C va fi preluată de gazul de răcire a lingourilor finale de metale, argon sau azot. Pentru 43  
separarea aluminiului de fier și siliciu, se aplică procedeul în sine cunoscut, de tratare cu zinc 45  
recirculat, temperatura de răcire de 850°C fiind impusă de evitarea vaporizării zincului 45  
recirculat. Zincul se asociază exclusiv cu aluminiul, iar fierul și siliciul se solidifică sub forma 47  
unor granule, care se separă prin mijloace în sine cunoscute, de centrifugare sau filtrare. 47

# RO 127656 B1

1 Aliajul Al + Zn se încălzește apoi la peste 906°C, temperatura de vaporizare a zincului.  
Vaporii de zinc sunt condensați și zincul lichefiat este răcit, recirculat și recuperat integral.  
3 Aluminiul iese în fază lichidă la 840°C, se răcește la 670°C, cedând căldură agentului termic  
gazos, deja menționat: argon sau azot; apoi se toarnă în lingouri, stivuite în depozit, după  
5 trecerea într-o cameră de răcire, unde ajunge sub 60°C, fiind trimis la consum. Fierul și  
siliciul se încălzesc la temperaturile respective de topire, apoi se toarnă în lingouri, care, de  
7 asemenea, sunt răcite într-o cameră de răcire, trecute în depozit, pregătite pentru livrare.

Tehnologia poate fi adaptată și pentru producere de silumin.

9 Partea de topitură cu densitate mai mică, din topitorul 11, se colectează la partea  
superioară a unei camere de sedimentare 42 și este deversată peste niște pereți 43, singura  
11 cale de continuare a deplasării fiind la partea inferioară, între doi cilindri 44 și 45, trecând mai  
întâi prin niște fante 46, practicate la partea inferioară a peretelui 43 și apoi pe sub un  
13 planșeu 47, care susține un vrac de pietriș mărunț 48. Sub planșeul 47, se introduce aer  
comprimat de un compresor 49, aer care se încălzește practic la temperatura topiturii, pe  
15 care o răcește local, cu câteva grade. Acest aer urcă prin stratul de pietriș 48, concomitent  
cu topitura deversată între peretele 43 și cilindrul 44. Se formează astfel bule pline cu aer,  
17 spumând topitura, a cărei densitate coboară la valori prescrise. Spuma deversează peste  
niște pereți 50, care delimitează canale verticale relativ înguste și ajunge într-un spațiu 51,  
19 sub topitorul 11 și în spațiul camerei de sedimentare 42. Din acest spațiu, spuma trece, prin  
niște fante 52, cedând căldură, îndeosebi radiativ, unor țevi 53 prin care circulă apă-abur  
21 energetic, Fâșiile de spumă trec prin câte o pereche de tambure cilindrice 54, cu goluri  
semisferice pe tambure. Cavitățile semisferice ale tamburelor de fasonare vor avea 3...4  
23 diametre, în proporțiile necesare realizării unei granulometрии optime pentru betoane și  
umpluturi dense. Dintre aceste tambure răcite cu apă-abur, ies granule sferice, eventual,  
25 interlegate prin fâșii subțiri de spumă solidificată, ușor de rupt, datorită solicitărilor inerente  
din vrac, din care granulele sunt colectate, în vederea răcirii lor. Un ventilator 55 suflă aer  
27 atmosferic sub vracul de granule susținut de niște tremii perforate 56. Aerul rece întâlnește  
granulele fierbinți în contracurent, încălzindu-se până la 1200°C, temperatură cu care este  
29 evacuat din răcitor, printr-un racord 57 și folosit la preîncălzirea materiilor prime în fază  
solidă. Granulele răcite sunt extrase uniform de niște extractoare 58, cu evacuare  
31 concentrată 59, printr-o placă vibrantă 60, cu mici pante. Granulele sunt apoi trimise la  
consum.

33 În cazul pământurilor aurifere, conținând și aur, de exemplu: 100 t/h pământ uscat  
cu 10 ppm echivalent aur, acestea se topesc la 1800...1900°C, conform tehnologiei  
35 prezentate anterior la valorificarea pământurilor, bauxitelor și cenușilor. Prin topire, rezultă  
30 m<sup>3</sup>/h și topitura se divide într-una reprezentând circa 70% procente volumice, cu masa  
37 de 55 t/h și densitatea sub 2,6 kg /dm<sup>3</sup> și alta cu densitate mai mare, de peste 4,5 kg/dm<sup>3</sup>,  
cu masa de 45 t/h. Metalele prețioase și rare se află în topitura mai densă din spațiul 42.  
39 Topiturii cu densitate mai mică, i se aplică tehnologia prezentată anterior, pentru producere  
de granule, iar topitura densă ajunge în colectorul 22, de unde trece, printr-un distribuitor 61,  
41 într-un decantor 62, volumul de topitură densă fiind de circa 10 m<sup>3</sup>/h, iar durata de trecere  
prin decantor fiind estimată acoperitor la 1...2 h, volumul util al decantorului rezultând de  
43 circa 15 m<sup>3</sup>. Fundul decantorului va fi înclinat, astfel încât substanțele depuse, lichide sau  
solide, să fie centralizate la nivelul cel mai scăzut, având comunicare cu un canal cu pantă  
45 mică 63, care conduce la un puț 64. Canalul 63 și partea inferioară a puțului 64 sunt  
permanent încălzite la 1200°C, cu o rezistență electrică uzuală.

# RO 127656 B1

În fundul decantorului și al puțului, se colectează metalele prețioase și rare, care se depun în faza lichidă - Ag, Au, U... - sau solidă - Pt, Ir, Mo, W, Th , toate cu densități de peste 10 kg/dm<sup>3</sup>. În prima perioadă de funcționare, decantarea are o eficiență mai slabă, făcându-se incomplet, deoarece multe particule cu diametre mici, dar semnificative, rămân nesedimentate.

Din puțul **64**, se extrag substanțele depuse, care se răcesc spre temperatura ambiantă, se mărunțesc apoi la diametre de 5...10 μ, iar pulberea obținută este împrăștiată uniform și în permanență, prin mijloace în sine cunoscute, deasupra topiturii din decantor, cu un debit de până la 10 ori mai mare decât cel care urmează să fie colectat. În exemplul analizat, se vor împrăștia circa 10 kg/h pulbere, care răcesc insensibil topitura. Fiecare particulă împrăștiată, având diametre mari și densitatea de 2,5...5,3 ori mai mare ca topitura, se decantează cu viteză sporită, contopindu-se cu particulele de același fel sau înrudite și intensificând astfel decantarea. Numărul mare de particule împrăștiate ar obtura de câteva ori vizibilitatea fundului decantorului, în lipsa topiturii.

După circa 10 h de funcționare, metalele prețioase și rare, colectate din puțul **64**, se răcesc și se mărunțesc, și 90% dintre acestea se recirculă, restul de 10% reprezentând producția curentă, din care se separă cu acuratețe fiecare element, folosind valorile individuale distincte de densități și temperaturi de topire. Recircularea stimulează puternic sedimentarea, crescând gradul de recuperare, apreciat la peste 98%, fără vreo pierdere de valori.

Pentru fabricarea aluminiului din alumină de înaltă puritate, o parte din alumină este granulată și încălzită la 1900°C, și introdusă în topitorul **11**, la 2100°C, după procedeul descris anterior, în cazul pământului sau bauxitei. În același topitor **11**, se introduce cealaltă parte a aluminei, ca făină încălzită într-un încălzitor separat, cu un agent termic gazos care va răci aluminiul înainte de turnare în lingouri. Alumina topită ajunge în reactorul de dezoxidare **24**, unde este redusă cu un consum specific de căldură de 7014 kcal/kg Al = 29,3 MJ/kg Al. Metalul topit este răcit într-un schimbător ceramic înseriat cu unul metalic refractar, până la 670°C, căldura fiind preluată de agentul termic gazos- argon sau azot -, preîncălzit anterior în camera de răcire și care, cu noul aport de căldură, se va încălzi la circa 1800°C. Aluminiul se toarnă în forme, în lingouri, care sunt trecute în camera de răcire, unde se ajunge la 60°C și este trimis apoi la consum. În această cameră, căldura aluminiului este preluată de gazul menționat, care se încălzește în schimbătorul respectiv de căldură.

Producerea de ciment din clincher topit, cu procedeul și instalația conform invenției, necesită materiile prime uzuale, folosite la orice ciment - calcar și argilă. Calcarul se mărunțește în două sorturi, de exemplu, de 10...20 mm și 20...30 mm, iar argila concasată, umezită și mărunțită, este trecută ca pastă printr-un colergang și apoi printr-un fasonator de granule de circa 15 mm diametru; calcarul se introduce în două încălzitoare de tipul **1**, iar argila într-unul, relativ proporțional cu debitele aferente producției; în acestea, se realizează preîncălzirea, la circa 1200°C, a celor două materii prime. Granulele respective coboară în topitorul **11**, întreținut la o temperatură de 1700°C, prin aportul de căldură al tuburilor-focar **12**. În tuburile-focar, se arde cărbune măcinat sau alt combustibil; circa 12% din căldura generată în tuburile-focar **12** se asociază cu aportul termic al aerului încălzit prin căldura de răcire a granulelor expandate de ciment, înainte de măcinarea finală a acestora. Aerul cald, împreună cu tuburile-focar **12**, formează agentul termic al încălzitorului **1**. Topitura de clincher din topitorul **11** este spumată, granulată și apoi răcită, așa cum s-a prezentat în exemplul anterior al valorificării pământului. În final, granulele se macină cu o mare economie de energie electrică, în raport cu producerea actuală a cimentului.

# RO 127656 B1

- 1 Pentru valorificarea nisipurilor prin realizarea de granule cu rezistența și gradul de  
expandare corespunzător cerințelor, lanțul proceselor tehnologice este cuprins în procesele  
3 descrise anterior: granulara cu un mic adaos de argilă, ca liant, preîncălzirea, topirea finală  
la circa 1600°C, spumarea și granulara finală în sorturile cerute de piață, răcirea, în vederea  
5 recuperării de căldură folosită la preîncălzirea materiei prime.

# RO 127656 B1

## Revendicări

1. Procedeu de dezoxidare cu carbon a unui amestec de materii prime oxidice, cu separarea componentelor chimici, realizat prin topirea și supraîncălzirea materiei prime, preponderent oxidică, granulată într-o cameră de reducere cu carbon, cu formare de monoxid de carbon, ce antrenează volatilele, și trimiterea gazului cu volatilele într-un schimbător de căldură răcitor, pentru condensarea și recuperarea elementelor volatile, separarea componentelor topiturii metalice obținută fiind realizată prin răcire treptată, pentru solidificare, **caracterizat prin aceea că** aducerea și menținerea topiturii la o temperatură de supraîncălzire de 1700...2200°C este realizată prin niște tuburi-focar imersate în topitură, încălzite prin arderea în pat fluidizat a unui combustibil în interiorul lor, gazele de ardere fiind utilizate pentru preîncălzirea aerului comburant, iar pentru reducerea topiturii, utilizează cărbune granular, cu granulația de 5...10 mm și cu conținut mare de carbon și mic de cenușă, monoxidul de carbon cu volatilele de Ca, Mg, Zn, Na, K și S, antrenate în contracurent cu carbonul, fiind colectat de tuburi dispuse în vracul de cărbune granular și introdus într-un răcitor din beton refractar, pentru răcire de la 1500 la 950°C, și apoi într-un schimbător de căldură, pentru răcire până la circa 100°C, pentru condensarea succesivă a volatilelor, metalele lichefiate fiind colectate în cutii metalice, monoxidul de carbon rămas fiind răcit până la circa 30°C, apoi comprimat și recirculat, ca agent de răcire, ce se încălzește ulterior la 1450°C, fiind astfel folosit drept gaz combustibil, pentru încălzirea tuburilor-focar, gazele de ardere excedentare fiind folosite la preîncălzirea materiei prime sau/și a cărbunelui, iar topitura rămasă, colectată, fiind valorificată prin separarea topiturii mai puțin dense, care este ulterior granulată, de topitura mai densă, conținând: Si, Al, Fe, Ti și alte metale, și aliaje: Si-Al, Al-Fe, Al-Si, care este răcită gradual, pentru solidificare diferențiată a componentelor, care apoi sunt separați, cu recuperarea energiei calorice, transmisă mediului de răcire. 1
2. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** separarea componentelor de metale prețioase și rare ai topiturii rămase după dezoxidare este realizată prin separarea topiturii mai puțin dense, care este ulterior granulată, de topitura mai densă, trecerea topiturii mai dense într-un colector, de unde este trecută, printr-un distribuitor, într-un decantor cu fund înclinat cu canal încălzit la 1200°C cu rezistențe electrice, separarea metalelor prețioase și rare, pe fundul decantorului și al puțului, în stare lichidă, pentru Ag, Au, U, și în stare solidă, pentru Pt, Ir, Mo, W, Th, și răcire graduală a băii metalice, pentru separarea componentelor metalici, colectarea în stare solidă a acestora, răcirea lor până la temperatura ambiantă, mărunțire până la dimensiuni de 5...10 μ și recircularea prin împrăștiere a circa 90% din pulbere deasupra topiturii din decantor, pentru eficientizarea separării și creșterea gradului de recuperare. 3
3. Procedeu conform revendicării 1 sau 2, **caracterizat prin aceea că** separarea componentelor: Al, Si, Fe, ai topiturii rămase la 670°C, după dezoxidare și eliminarea volatilelor, este realizată prin omogenizare cu zinc la 670°C, pentru lierea aluminiului și centrifugare. 5
4. Procedeu conform revendicării 1, 2 sau 3, **caracterizat prin aceea că** obținerea pe cale carbotermică a aluminiului din alumina amestecului de oxizi, după granulare parțială a materiei prime, încălzire, topire în topitor și reducere carbotermică, este realizată prin antrenarea vaporilor de aluminiu de către monoxidul de carbon în vracul de cărbune, cu condensare pe cărbunele mai rece de la partea superioară, cădere în topitură și reintrare în circuit, carbura de aluminiu produsă descompunându-se la peste 2050°C, iar aluminiul produs intrând în circuitul vaporilor de aluminiu, care după ce sunt introduși în schimbătorul de căldură, condensează, aluminiul topit fiind apoi colectat. 7

# RO 127656 B1

1           5. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru valorificarea  
topiturii mai puțin dense, rezultată după separarea de topitura mai densă, cu consum redus  
3 de energie de măcinare a clincherului răcit, în vederea producerii făinii de ciment și a unor  
granule vitroase de densitate mică, realizează curgerea topiturii printr-un strat de nisip grosier,  
5 sub care se introduce aer presurizat și preîncălzit, ce formează bule de topitură cu diametre  
condiționate, preluate de topitură, care le menține, reducându-și densitatea, pentru granulare,  
7 spuma fiind deversată într-un spațiu cu planșeu cu fante înguste, dispuse într-un volum cu  
țevi de circulare de apă sau abur de răcire, după care spuma răcită este transformată, prin  
9 acțiunea mecanică a unor tambure cilindrice ale unor granuloare, în granule sferice,  
interlegate prin fante de topitură, care sunt răcite într-un răcitor cu aer ascensional, reutilizat,  
11 preîncălzit, în final, fiind realizată măcinarea granulelor expandate, rezultate.

13           6. Instalație de dezoxidare cu carbon a unui amestec de materii prime oxidice, pentru  
aplicarea procedurii conform revendicării 1, compusă din mai multe camere înseriate, cu  
o parte de reactor de dezoxidare a oxizilor topiți, într-o parte anterioară, superior poziționată,  
15 și cu mijloace de colectare a topiturii reduse, și deschideri de introducere a cărbunelui granulat  
și de ieșire a gazelor de reacție, **caracterizată prin aceea că** este constituită dintr-un  
17 încălzitor (1) de preîncălzire a materiei prime până la 1400°C, cu o placă (2) vibrantă la partea  
de încărcare a materiei prime, un topitor (11) ce asigură o temperatură de circa 2100°C prin  
19 niște tuburi-focar (12) imersate, încălzite cu gaz combustibil, un reactor de dezoxidare (24),  
pentru dezoxidarea topiturii, având niște tuburi-focar (25) încălzite cu gaz combustibil și un  
21 distribuitor (23) ceramic de introducere a topiturii de oxizi din topitor (11), un schimbător de  
căldură (31), pentru condensarea volatilelor antrenate de monoxidul de carbon produs în  
23 reactorul de dezoxidare (24) și un schimbător de căldură (37) de preîncălzire a amestecului  
25 comburant pentru tuburile-focar (25), prin utilizarea căldurii gazelor de ardere, produse de  
acestea.

(51) Int.Cl.  
 C22B 5/10 (2006.01) ;  
 C22B 1/16 (2006.01) ;  
 F27B 17/00 (2006.01)

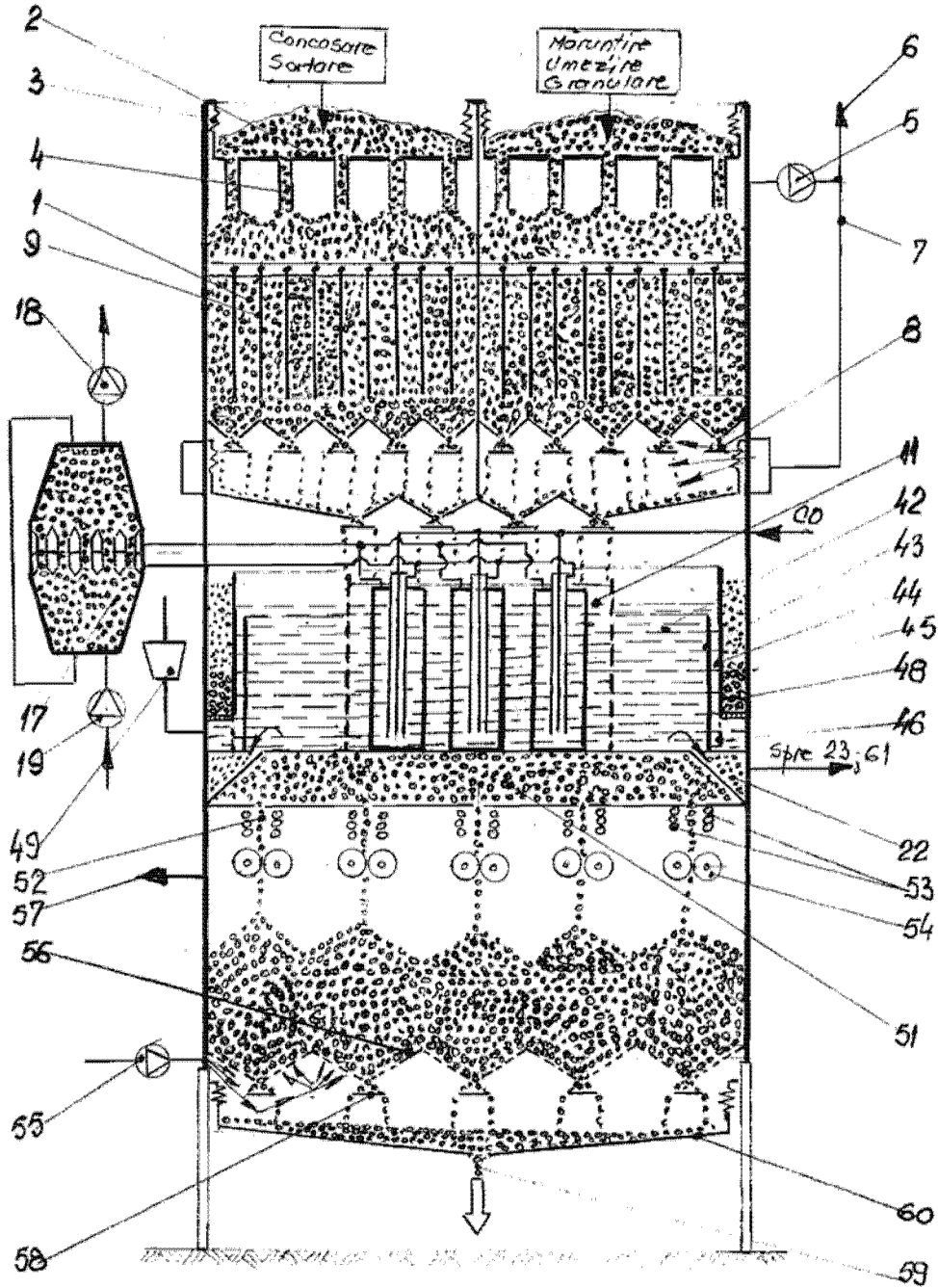


Fig. 1

(51) Int.Cl.  
 C22B 5/10 (2006.01) ;  
 C22B 1/16 (2006.01) ;  
 F27B 17/00 (2006.01)

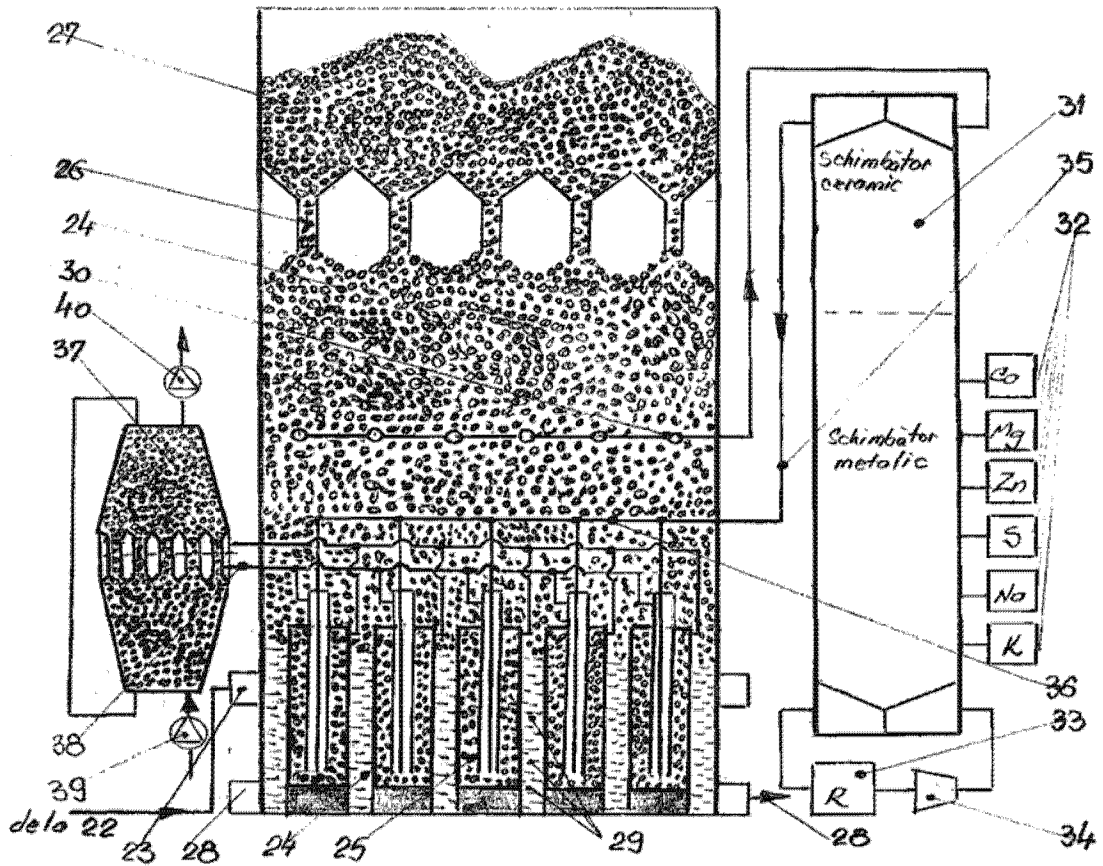


Fig. 2

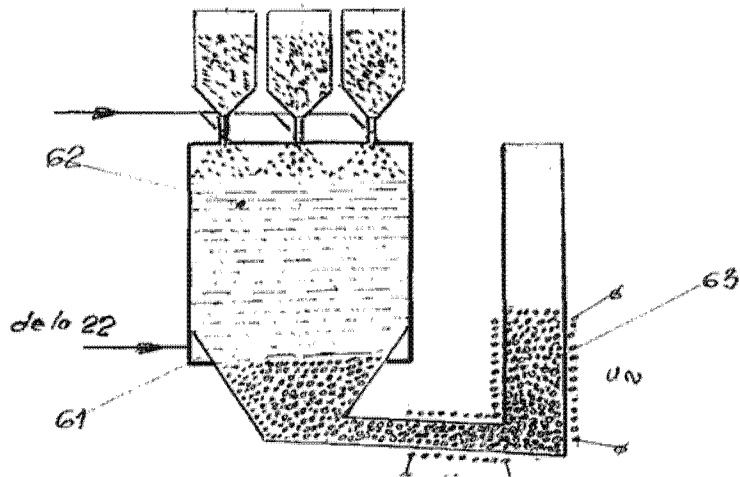


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 352/2013