



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2005 00611**

(22) Data de depozit: **05.07.2005**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.03.2013** BOPI nr. 3/2013

(41) Data publicării cererii:
30.08.2006 BOPI nr. 8/2006

(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 76873; US 4123247; JP 9087758

(54) PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE DE VALORIFICARE A COMPUȘILOR OXIDICI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de valorificare a compușilor oxidici care alcătuiesc pământuri de tot felul, în special cele metalifere, argile, cenuși de termocentrală, zguri metalurgice etc. Procedeu conform invenției constă în granulara materiei prime în particule de 2...12 mm, care este apoi uscată, încălzită, topită și supraîncălzită până la 1800°C, în vrac, cu gaze vehiculate în contracurent cu granulele, iar prin centrifugare, topitura este separată, în două fluxuri, primul flux, cel al oxizilor mai denși, fiind introdus în două spații paralelipipedice alungite, în care topitura este spumată prin pulverizare de făină de calcar, răcită rapid și granulatată, granulele fiind colectate după o răcire cu aer comburant, iar al doilea flux de topitură este introdus într-un reactor, unde este redus cu cocs, la temperatură de peste 1500°C, până când se obțin silumin curat și siliciu, în fază lichidă, și vapori de calciu, magneziu, alcalii și sulf, care sunt condensați într-un răcitor, iar siluminul și siliciul, după răcire la 600°C, se filtrează și se toarnă în lingouri. Instalația conform invenției este alcătuită dintr-un recipient (2) cilindric vertical, acoperit cu un capac tronconic (3), în care sunt introduse granulele printr-un racord (1), și apoi sunt uscate, încălzite și topite, în contracurent, cu un flux de gaze formate prin arderea unui combustibil gazos, introdus printr-un distribuitor (4) și prin niște țevi (5 și 6) de repartizare, cu aer preîncălzit, introdus prin niște canale (7), un distribuitor (8), și printr-un ansamblu de

tuburi (10) verticale, prevăzute cu niște ferestre (12). Gazele de ardere străbat ascensional un strat (13) de topitură, un grătar (14) din alumina și sunt aspirate de un exhaustor (15) și evacuate în atmosferă, iar topitura este colectată axial printr-un racord (19), într-o centrifugă (20).

Revendicări: 8
Figuri: 3

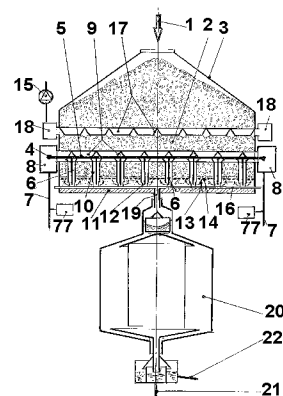


Fig. 1

Examinator: ing. SPĂTARU MAGDALENA



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, 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 123521 B1

1 Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de valorificare a compușilor oxidici
din amestecurile de oxizi care alcătuiesc pământurile de tot felul, inclusiv, cele agricole și
3 cele erodate sau degradate, argilele, cenușile de termocentrală, sterilele miniere,
minereurile, zgurile metalurgice, rocile magmatice sau sedimentare, pământurile metalifere,
5 inclusiv, cele aurifere, șisturile, cenușile piritice, tuful vulcanic și alți compuși oxidici naturali.

Se urmărește obținerea siluminului și a altor metale, din materii prime abundente,
7 slab valorificate, precum și producerea de granule expandate, ușoare și rezistente, cu
refacerea mediului din care s-au extras materiile prime.

9 În tehnica actuală, se aplică reducerea de oxizi, îndeosebi de fier sau de aluminiu,
din concentrate de minereu, cu precădere a oxizilor cu puritate ridicată, folosind procedee
11 termice, electrotermice și electrice.

Dezavantajele acestor procedee constau în costurile ridicate ale valorificării
13 minereurilor și în agresarea mediului prin deșeurile solide produse.

Este cunoscut, din brevetul **RO 66979**, un procedeu de separare a componentelor
15 metalice, utile, din cenuși oxidice, prin separare magnetică, fracțiunea nemagnetică fiind
tratată prin percolare cu o soluție acidă de sulfat de cupru.

17 Dezavantajul acestui procedeu îl constituie eficiența redusă și faptul că se aplică la
un domeniu restrâns.

19 În cazul cenușilor de termocentrală, pe cale magnetică, se separă circa 60% din fierul
conținut în cenușă, cu circa 40% fier în concentratul obținut.

21 Procedeul este neeconomic și este aplicat doar în cercetări de laborator.

Brevetul **RO 76873** se referă la un procedeu de recuperare a componentelor utile din
23 cenuși de termocentrală, prin care cenușa se amestecă cu săruri de calciu, apoi are loc o
calcinare la 950...1100°C, după care clincherul obținut este răcit, concasat și supus unei
25 operații de leșiere cu acizi minerali.

Dezavantajul acestui procedeu constă în randamentele scăzute ale separării urmărite
27 și în costurile mari.

Brevetul **US 4123247** propune realizarea de granule expandate din topituri silicatiche,
29 prin introducerea de apă sub covorul de topitură care curge pe un plan înclinat.

Granulele fierbinți și moi, expandate de aburul rezultat, sunt aruncate mecanic și solidificate
31 în aer, formând o masă de granule calde.

Principalul dezavantaj îl constituie faptul că porii obținuți sunt mari și neuniformi,
33 structura granulelor obținute fiind neomogenă. De asemenea, procedeul nu permite
recuperarea căldurii.

35 În brevetul **RO 119612**, se prezintă un procedeu și o instalație pentru realizarea de
topituri silicatiche spumate, în vederea obținerii de materiale de zidărie cu densități controlate.

37 Principalele dezavantaje ale acestor procedee constau în participarea modestă a
topiturii în ansamblul dezoxidării, în consumul specific mare de cărbune și în consumul de
39 oxigen tehnic cu puritate 98%. În plus, aceste procedee folosesc materii prime selecționate,
relativ scumpe și produc un combustibil excedentar, nevalorificabil în cadrul tehnologiei
41 respective.

Se cunoaște, de asemenea, un procedeu electrotermic de obținere a siluminului din
43 caolin de mare puritate, amestecat cu mangal superior, folosit ca reducător și parțial sursă
de energie termică, cu un consum de energie electrică de circa 12 MWh/t silumin.

45 Dezavantajele acestui procedeu constau în funcționarea discontinuă și
productivitatea scăzută.

47 Problema tehnică, pe care o rezolvă invenția, constă în valorificarea cât mai avansată
a unor materii prime oxidice accesibile, în condițiile unor consumuri energetice minime.

RO 123521 B1

Procedeul conform invenției rezolvă problema menționată, prin aceea că materia primă (amestec de oxizi) se granulează, se usucă, se încălzește și se topește până la 1800°C, pentru reducerea viscozității și a temperaturii de topire, putând fi adăugați fondanți, de exemplu, minereu de fier, după care materia primă se granulează între 5 și 12 mm, prin procedee în sine cunoscute, cu mărunțul legat cu soluție de argilă, uscarea, încălzirea și topirea fiind realizate în vrac, într-un spațiu închis, cu gaze vehiculate în contracurent cu granulele, gaze rezultate din arderea de combustibil furnizat de un gazogen, alimentat, de preferință, cu deșeuri celulozice, precum și de aer comburant, preîncălzit la circa 900°C, cu căldură recuperată din fazele finale ale procedurii. Eventualele componente combustibile ale materiei prime ard în cursul încălzirii și participă la reducerea consumului specific de energie termică, topitura având temperatura controlată în limita a 20°K, cu un consum relativ mic de energie electrică și cu niște rezistențe electrice din sârme de Kanthal, așezate în canale ceramice, înguste de circa 0,5 mm și înalte de 30 mm, plasate în topitură, iar aerul preîncălzit la 900°C se introduce în masa granulară a materiei prime printr-o rețea de distribuție din oțel refractar, în zona de circa 900°C, de unde este condus prin tuburi din alumină corindonică spre baza spațiului de încălzire și topire.

Printr-o rețea realizată, de asemenea, din țevi de oțel refractar, instalate în rețeaua de distribuție a aerului, se injectează combustibil gazos, provenit de la gazogenul menționat. Tuburile verticale au, la baza lor, niște deschideri prin care va ieși un amestec de aer și combustibil gazos, arzând, la început, în stratul inferior de topitură și, apoi, peste un grătar din alumină sinterizată, la baza materialului granular, grătarul asigurând formarea de topitură fără granule, care poate fi supraîncălzită controlat, în scopul reducerii viscozității, iar gazele cedează vracului căldură, asigurând finalizarea încălzirii la temperatura de topire și supraîncălzind topitura la 1400...1800°C. Se va forma și o zonă în care granulele înmuiate formează o pastă, înainte de a fi topite, străbătută de amestecul gazos care arde, cu o cădere suplimentară de presiune cu până la 100 mm coloană apă. Gazele de ardere formate, desprăfuite, circulă ascensional în contracurent cu granulele, pe care le încălzesc, le decarbonatează, dacă este cazul și le usucă, ieșind printr-o rețea orizontală de canale, care le colectează și le evacuează centralizat sub 80°C, în atmosferă. Deasupra acestei rețele, se află o acumulare-tampon de granule, transferul căldurii necesitând o înălțime totală a materialului de numai circa 0,7 m, datorită intensității mari a convecției dintre gaze și granule, și a suprafeței mari de schimb termic, de peste 300 m²/m³, iar topitura este colectată în zona inferioară și centrală a spațiului, și este introdusă într-o centrifugă în care se realizează separarea componentelor solide sau lichide: componentele individualizate, nelegate chimic, cum ar fi eventualele metale prețioase, metalele rare și comune neoxidate, se colectează în niște buzunare practicate în mantaua centrifugii și se scot la perioade relativ mari de timp, de exemplu, cu ocazia refacerii zidăriei centrifugii, marea majoritate a topiturii separându-se în două fluxuri: cel al oxizilor cu densități de peste 3,5 g/cm³ și cel al celorlalți oxizi (SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, oxizii de alcalii), cu densități sub 3,5 g/cm³, oxizii mai denși fiind colectați dinspre periferia centrifugii, iar ceilalți, din zona axială. Pentru a reduce pătrunderea oxizilor denși în topitura colectată axial, se extrage un flux de topitură, din zona de oxizi denși, mai mare cu 5...10% decât cel teoretic. Pentru majoritatea materiilor prime, ansamblul de SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O și compuși ai sulfului reprezintă peste 75% din materia primă, iar în cazul zgurilor, circa 95%, cele două fluxuri de topitură fiind procesate în mod diferit; primul flux, al oxizilor mai denși, reprezentând până la 20% din topitură și incluzând fondantul introdus, ajunge în două spații paralelipipedice alungite, în care topitura se acumulează și formează câte o baie cu înălțimea medie de 0,3 m și maximă de 0,8 m. În planșeele acestor băi, sunt prevăzute niște tuburi cilindrice din alumină corindonică, înalte

RO 123521 B1

1 cât grosimea planșeului, cu diametrul de 6...10 mm, prin care curge topitura, formând sub
planșee câte o coloană cilindrică de fiecare tub, cu înălțimea de circa 0,8 m, iar în lungul
3 celor două canale cu coloane de topitură, gazele din interior sunt deplasate alternativ, cu
frecvențe de circa 1 Hz, în concordanță de fază cu balansul coloanelor, cu viteze variabile
5 sinusoidal în jurul mediei de 10 m/s, care determină o pendulare continuă a coloanelor, al
cărui capăt inferior se deplasează alternativ cu o elongație de până la 2,5 cm. Transversal,
7 pe canale, se dispersează praf de calcar mărunțit până la 0,25 mm, particulele fiind introduse
cu viteze de peste 200 m/s, sub acțiunea unui jet de aer comprimat la peste 2 bari, alternanța
9 poziției capetelor inferioare ale coloanelor, dispuse în eșichier în lungul canalului, acoperă
topitura cu calcarul pătruns în aceasta, situații în care calcarul se decarbonatează aproape
11 instantaneu la circa 900°C, cu căldură primită de la topitura cu peste 1500°C. După ce
particulele de calcar au fost acoperite de topitură, se formează bule de CO₂, cu un diametru
13 de 10...12 ori mai mare decât cel al granulelor inițiale, determinând densitatea topitunii să
coboare de la circa 3 t/m³ topitură compactă până la 0,4 t/m topitură spumată. Întreținerea
15 pendulării coloanelor se face prin deplasarea oscilatorie a gazelor din tunelele respective,
cu ajutorul unui panou aflat într-un canal paralel cu tunelele de coloane, racordat la ambele
17 capete ale tunelelor cu coloane, iar pentru diminuarea amplitudinii panoului, se crește
suprafața panoului de câteva ori, în raport cu cea a tunelului. Panoul va fi realizat din oțel
19 izolat termic cu materiale de densitate mică, de exemplu, fibre ceramice, pe ambele fețe, și
răcit în sistem închis cu apă-abur, cu aburul condensat în mediul ambiant. Volumul de CO₂
21 nefolosit la spumare se elimină în atmosferă, din canalele cu coloane, reprezentând
maximum 0,1 m³/t topitură, topitura spumată fiind colectată în câte un bazin, de fiecare tunel
23 cu coloane, pe o înălțime de circa 1 m. Încălzirea calcarului și decarbonatarea sa determină
o scădere cu circa 15 K a temperaturii topitunii, astfel că, pentru reglaje și acoperirea acestei
25 răcirii, se introduce energie termică, până la 30 kWh/t topitură, prin rezistențe electrice din
Kanthal, fier sau alt metal cu densitate de peste 5 g/cm³, dispuse în șanțuri cu lățimea de
27 circa 0,5 mm și înălțimea de 20 mm, realizate din alumină corindonică și înglobate în fiecare
dintre cele două planșee. Rezistența electrică va fi topită în zona cu topitură și solidificată
29 în zona unor temperaturi mai joase, la trecerea prin pereți, iar legătura cu exteriorul se face
prin metalul rezistențelor, în faza solidă, la o temperatură apropiată de cea a mediului
31 ambiant. Existența a două faze, solidă și lichidă, în lungul rezistențelor, nu afectează
continuitatea electrică a acestora, planșeele înglobând tuburi de curgere a topitunii și,
33 respectiv, a spumei, cu diametre de 6...10 și, respectiv, de 10...12 mm.

Înălțimea stratului de topitură este relativ mare, pentru a permite un autoreglaj, în
35 limite largi, al debitelor care curg prin tuburi, prin simpla variație a nivelului liber din băi, în
condițiile în care variația temperaturii topitunii și compoziției materiei prime influențează
37 viscozitatea acesteia. Determinarea nivelului liber al topitunii sau al spumei se realizează prin
mijloace în sine cunoscute, nivelul celeilalte autoreglându-se, în cazul topitunii nespumate,
39 în scopul reducerii volumelor de gaze vehiculate alternat, șirurile de coloane fiind
transversale, iar în cazul coloanelor de topitură spumată, șirurile sunt dispuse longitudinal,
41 cu pasul de 40...50 mm și curg gravitațional între niște piese de oțel refractar, cu secțiunea
verticală dreptunghiulară, lată de 30 mm, înaltă de 400 mm și lungă de circa 10 m, secțiunea
43 fiind divizată pe înălțime prin platbande intermediare, în 4 canale, care asigură tendința de
uniformizare a vitezei aerului în lungul fiecărui canal, în condițiile încălzirii acestuia cu
45 150...200°C, pe canal.

Agentul de răcire fiind aerul atmosferic, în cantitate de circa 400 m³/t topitură, acesta
47 se încălzește la 600°C, prin parcurgerea în serie, de sus în jos, a celor 4 canale și asigură
răcirea, sub 1400°C, a zonei centrale a coloanelor cilindrice de spumă, suprafața exterioară

RO 123521 B1

a coloanelor având o temperatură de circa 1100°C, media temperaturii coloanelor fiind de 1250°C . Aerul încălzit la 600°C, împreună cu un flux de aer la 1000°C, provenit de la răcirea ulterioară, de la 1250 la 50°C, a vracului granular, este utilizat la topitor, ca aer comburant, iar orice contact între spumă și piesele de oțel s-ar face la o temperatură sub 1100°C, când topitura se află în fază solidă, face imposibilă aderența dintre piesă și topitură. Radiația termică a coloanelor relativ rarefiate, cu pasul de 25...30 mm, către piesele de oțel, are un flux termoenergetic de 0,25...0,05 Gcal/m².h, realizându-se astfel o răcire cu temperatura maximă axială de 1300°C și temperatura medie de circa 1200°C, căreia îi corespunde o temperatură a exteriorului coloanelor de maximum 1100°C. Această răcire se realizează pe o înălțime de 400 mm, coloanele spumate coborând sub nivelul pieselor de răcire printre niște țevi ale unui ansamblu, ca o scară orizontală, toate racordate la o țeavă longitudinală de alimentare cu un flux de aer rece, reprezentând maximum 20% din aerul de răcire anterior, țeava fiind așezată pe o latură a fiecărui canal cu coloane de topitură spumată și, respectiv, la o altă țeavă de colectare a aerului încălzit la circa 600°C, acest ansamblu este deplasat alternativ cu o elongație de circa 15 mm. Aerul încălzit la 600°C se adaugă la aerul comburant al spațiului de încălzire-topire. Coloanele de spumă cu carcase congelate sunt rupte în granule cilindrice de circa 10...15 mm lungime și 8 mm diametru, iar granulele cu temperatura medie de 1250°C cad peste un vrac ce coboară lent gravitațional, în contracurent cu un flux de aer de răcire de circa 730 m³/t granule care, după încălzirea la circa 1000°C, devine aer comburant pentru încălzitorul -topitorul materiei prime, împreună cu fluxurile de aer de răcire menționate anterior. Schimbul de căldură în vrac este intens și asigură răcirea granulelor la 50°C, în mai puțin de 10 min, fără deteriorarea fizică a granulelor, în răcitor, aerul având o viteză aparentă medie de 2 m/s, ceea ce conduce la o secțiune orizontală a răcitorului de circa 0,7 m².h/t și la o înălțime activă a stratului de granule din răcitor de 0,6 m. Căderea de presiune în stratul activ este de circa 480 mm coloană apă, iar ventilatorul care va insufla aerul de răcire va trebui să acopere și căderea de presiune în încălzitorul - topitorul de materie primă, precum și căderile de presiune de pe traseu, necesitând circa 1200 mm col. apă. Consumul de energie electrică al ventilatorului, respectiv, de aer atmosferic, rezultă de maximum 3,8 kWh/t granule. Pentru ca înălțimea vracului aflat în răcire să fie uniformă, aerul va fi introdus prin niște piese Λ orizontale, care formează în masa granulelor niște canale prin care aerul este împins de la extremități de către un ventilator. Aerul va circula numai ascensional prin stratul de 0,6 m înălțime de deasupra pieselor Λ reci, montate orizontal, prin alte piese Λ , montate la un nivel superior, fiind colectat aerul de răcire ajuns la 1000°C cu căldura de răcire a granulelor. În acest caz, vracul granular va acoperi stratul de piese Λ fierbinți cu până la 2 m înălțime. În continuare, granulele din vracul de sub piesele Λ sunt colectate în niște pâlnii, de unde sunt evacuate cu debit relativ uniform pe întreaga suprafață de răcire, prin niște jgeaburi oscilante (leagăne), care deversează alternativ, de o parte și alta, granulele căzând pe o placă, susținută de construcția fixă a răcitorului, prin resorturi elastice. Placa are pante spre centru de până la 10° și este vibrată pe două direcții rectangulare, centralizând toate granulele căzute din leagăne, într-o pâlnie centrală, fixă, de unde granulele se evacuează printr-o ecluză.

Granulele cu temperatura de peste 50°C pot fi folosite la producerea unui beton ușor, similar cu betonul celular autoclavizat, realizat ca un amestec de 70% granule întregi, 20% granule mărunțite, în scopul îmbunătățirii curbei granulometrice, și 10% beton spumat ca liant și apă caldă, malaxat în betoniere, turnat în tipare la circa 40°C, ceea ce scurtează perioada de decofrare. Masivul respectiv se taie, cu ferăstraie-panglică, în forme adecvate, de blocuri ușoare de zidărie. Cel de-al doilea flux, cu SiO₂, Al₂O₃ etc., este introdus într-un

RO 123521 B1

1 reactor de formă paralelipipedică, alungită, în vederea dezoxidării tuturor oxizilor, în acest
scop, în reactor fiind introdus praf de coals sau de cărbune cu relativ puține componente
3 volatile și mult carbon. La peste 1500°C, carbonul reduce SiO₂ la siliciu care, la rândul său,
reduce Al₂O₃ la aluminiu, regenerând SiO₂, dezoxidat din nou cu carbon, oxigenul respectiv
5 fiind preluat din nou de carbon și formând CO în bule ascensionale, în masa de topitură,
colectate deasupra topiturii, bulele contribuind la omogenizarea masei topite. Apariția
7 siliciului și a aluminiului în topitură (dezoxidanți cu un spectru larg) determină reducerea
celorlalți oxizi, refăcând parțial SiO₂ și Al₂O₃, care reintră în ciclul de reacții cu carbonul. În
9 ansamblu, din reactorul respectiv, rezultă CO, metalele, metaloizii din oxizii topiturii, precum
și silumin în fază lichidă, fierbinte, cu 72% Al + 28% Si, în cantitate de circa 150...200 kg/t
11 materie primă, apoi 100...150 kg siliciu/materie primă, în fază lichidă și circa 50 kg vapori de
calciu, magneziu, sulf și alcalii. În cazul unei dezoxidări incomplete, o parte din siliciu va fi
13 legată în SiO₂, carburările devenind practic nule, dacă SiO₂ se formează în proporție oricât
de mică. Vaporii de metale sau metaloizi sunt antrenanți de CO la peste 1500°C și conduși
15 la un schimbător de căldură, în care se răcesc, condensându-se mai întâi calciul, apoi
magneziul, sodiul, potasiul și sulful. În fază lichidă, metalele sunt colectate din schimbător
17 fără contact cu ambianța și valorificate ca atare. CO continuă să se răcească la circa 150°C
și apoi într-un alt schimbător, fără recuperarea căldurii, este răcit cu aer sau apă până la
19 circa 50°C, în această stare, CO fiind comprimat la o presiune care să acopere atât căderile
de presiune în cele două răcitoare, cât și presiunea necesară injecției de CO la baza topiturii
21 din reactorul de dezoxidare. CO, împreună cu combustibilul suplimentar gazos, generat de
gazogenul menționat, este apoi introdus ca agent termic, încălzit în primul răcitor, în care se
23 încălzește la peste 1400°C, cu căldura cedată în cursul răcirii sale anterioare, de la 1500 la
150°C. Amestecul de CO și combustibil suplimentar, puternic preîncălzit, se introduce în
25 niște țevi - focar verticale, ca și aerul preîncălzit la 1500°C, într-un alt schimbător de căldură
(preîncălzitor de aer), cu gazele rezultate din arderea în țevile - focar a CO cu aerul
27 comburant. În acest preîncălzitor de aer, gazele de ardere se vor răci de la 1650 la 200°C,
temperatură cu care sunt evacuate în atmosferă.

29 Utilizarea CO în țevile - focar valorifică energetic, integral, carbonul introdus, fără să
acopere întregul necesar de căldură, cerut de reacțiile endoterme de dezoxidare, fiind
31 necesar și un consum suplimentar de energie termică de la gazogenul menționat. Este
necesar ca arderea în țevile - focar să fie realizată în pat fluidizat, pentru a intensifica
33 schimbul convectiv la interiorul țevilor unde se introduce aerul comburant fierbinte, în
condițiile unei plafonări a vârfurilor de temperatură, pe înălțimea țevilor. Siluminul și siliciul
35 se evacuează în stare lichidă, din faza finală a evoluției în reactor, împreună cu particule
solide de SiO₂ și, eventual, de carburi de siliciu sau aluminiu, și se răcesc la 580°C,
37 temperatură la care eutecticul siluminului lichid este format din 88% Al și 12% Si. Siliciul și
silicea (SiO₂) se află în particule solide, amestecul fiind trecut printr-un filtru în care sunt
39 reținute siliciul și SiO₂ și carburile eventuale, și prin care este trecut numai siluminul relativ
curat, care este turnat, răcit și valorificat în lingouri. Siliciul în amestec cu SiO₂ va fi colectat
41 ca praf și trimis la valorificare, iar aerul de la răcirea anterioară va fi folosit ca aer comburant
la 900°C, în topitorul materiei prime.

43 Printre materialele cu refractaritate suficientă, rezistente la atacul topiturii inițiale și
al componentelor topiturii finale, și care să aibă o rezistență mecanică suficientă, precum și
45 o conductivitate termică necesară unui transfer avantajos de căldură, se menționează
alumina corindonică, din care se realizează în prezent diverse produse, chiar cu forme
47 complexe. Golurile lăuate de extracția materiilor prime se umplu complet cu granule
expandate de până la 8 ori, produse din primul flux, de numai 20% din totalul topiturii, iar

RO 123521 B1

controlul porozității umpluturii de granule și al rezistenței mecanice a acesteia se face prin mărunțirea unei părți din granule, în conformitate cu curba granulometrică urmărită și cu realizarea unor rețele tridimensionale din beton ușor, în straturi orizontale și verticale, de până la 20% din volumul umpluturii. 1 3

În cazul utilizării de pământuri agricole, stratul vegetal se prezervă în vederea refacerii complete a terenului, iar pământul de sub acest strat, folosit pentru extragere de metale, se înlocuiește cu umplutura de granule, cu porozitate și capilaritate controlate, această umplutură permițând acumularea întregului excedent de apă în caz de ploi torențiale, evitând orice risc de inundații. Umplutura furnizează terenul în perioadele de secetă dintre ploi, apă necesară irigațiilor prin capilaritatea controlată prin ansambluri artificiale de canale capilare care, după modelul arborilor și al plantelor, permit urcarea apei la înălțimi de zeci de metri. 5 7 9 11

Procedeul și instalația conform invenției prezintă următoarele avantaje: 13

- permit valorificarea superioară și completă, cu înaltă eficiență economică, a rezervoarelor de compuși oxidici naturali ai pământurilor, inclusiv agricole, a depozitelor de cenușă de termocentrală, precum și a multor tipuri de minereuri, zguri și sterile metalifere; 15

- valorifică în totalitate materiile prime, generând numai produse utile și vandabile, fără să producă alte deșeuri, în afară de gaze de ardere completă; 17

- permit refacerea golurilor cauzate de extragerea materiei prime, conservând și corectând mediul; 19

- în cazul extracției de materii prime din terenurile agricole, se înlătură efectele inundațiilor, ca și ale secetei, cu refacerea terenului cu însușirile inițiale ale acestuia, fără afectarea producțiilor agricole; 21 23

- permit obținerea de granule cu temperatura de circa 50°C, care pot fi folosite la producerea unui beton ușor, similar cu B.C.A.; 25

- instalația este compactă, cu investiție recuperabilă după o singură lună de funcționare, cu exploatare simplă și întreținere ușoară, și este ecologică, eliberând spațiile ocupate de depozitele actuale de cenuși, minereuri, sterile, zguri și anulând efectele nocive ale acestora asupra mediului ambiant; 27 29

- nu necesită consum de oxigen tehnic.

În continuare, se dă un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...3 care reprezintă : 31

- fig. 1, secțiune în plan vertical printr-un subansamblu al instalației conform invenției, în care au loc încălzirea, uscarea și topirea materiei prime granulate, centrifugarea topiturii și separarea topiturii în două fluxuri cu densități peste și sub 3,5 g/cm³; 33 35

- fig. 2, secțiune în plan vertical prin subansamblul instalației conform invenției, în care are loc prelucrarea fluxului de topitură de densitate relativ mare în granule expandate; 37

- fig. 3, secțiune în plan vertical prin subansamblul instalației conform invenției, în care are loc prelucrarea fluxului de topitură de densitate relativ mică, prin dezoxidare și extragere de metale și metaloizi. 39

Procedeul conform invenției prevede prelucrarea unei cantități de 1000000 t/an = 125 t/h cenușă de termocentrală, cu o compoziție medie de: 52% SiO₂; 23% Al₂O₃; 12% Fe₂O₃; 8%Ca O+MgO; 3% alcali și 2% altele. Cenușa se umectează cu o soluție de argilă sau de silicat de sodiu și se granulează, prin mijloace în sine cunoscute, în forme fie cvasisferice, cu diametrul mediu de 8 mm, fie cilindrice, cu diametrul de circa 8 mm și lungime 8...12 mm, iar granulele se introduc, printr-un racord de alimentare 1, într-un recipient cilindric vertical 2, de încălzire-topire, cu diametrul mare de circa 12 m, acoperit cu un capac tronconic 3. În recipientul 2, se realizează uscarea, încălzirea, eventuala decarbonatare, topirea materiei 41 43 45 47

RO 123521 B1

1 prime și supraîncălzirea topiturii. Granulele coboară gravitațional, se usucă, se preîncălzesc
la circa 1250°C, când se înmoaie, apoi se topesc la 1300°C și se supraîncălzesc la 1500°C,
3 pentru a fluidiza topitura. Materia primă evoluează în contracurent cu gazele formate prin
arderea unui combustibil gazos generat de un gazogen exterior, în sine cunoscut .
5 Combustibilul este introdus printr-un distribuitor 4 și prin niște țevi de repartiție 5 și 6, până
la partea inferioară a recipientului 2, arderea având loc cu aer preîncălzit la 900°C, introdus
7 prin câteva canale 7, realizate din oțel refractar și izolate termic, care alimentează un
distribuitor 8, de asemenea, din oțel refractar, la care se racordează o rețea birectangulară
9 de canale 9, orizontale, tot din oțel refractar, neizolate termic, așezate ortogonal, din care se
alimentează un ansamblu de tuburi verticale 10, cilindrice, din alumină. Pentru facilitarea
11 curgerii granulelor prin grătarul format de canalele 9, acestea au o formă pentagonală,
simetrică față de planul median vertical. În canalele 9, se montează țevile 5, iar în tuburile
13 10, se montează țevile 6, fiecare tub 10 fiind rezemat pe planșeul inferior 11 al recipientului
2, care asigură susținerea la un același nivel a tuturor tuburilor 10, prevăzute cu niște
15 deschieri 12, prin care iese amestecul de aer și combustibil gazos, arderea acestora având
loc îndeosebi în vrac. Gazele formate străbat ascensional, mai întâi, un strat 13 de topitură,
17 de circa 15 cm, care acoperă deschiderile canalelor 10, pe circa 5 cm, apoi un grătar 14 din
alumină, peste care se formează un strat subțire de topitură și granule, cu o zonă păstoasă
19 de maximum 3 cm și, în continuare, un strat de granule de circa 60...70 cm, gazele fiind
colectate deasupra granulelor răcite la circa 80°C, de unde sunt aspirate de un exhaustor 15
21 și evacuate în atmosferă. Întrucât cenușa provine din procese pirotehnice, încălzirea și
topirea granulelor nu mai impurifică gazele de ardere cu arsen, sulf etc., care au fost deja
23 degajate la temperaturi sub 1100°C, dacă au existat, în focarele în care a evoluat cenușa.
Gazele de ardere vor conține N₂, H₂O, O₂, precum și CO₂, în cantități mai mici decât în cazul
25 arderii de cărbune (datorită utilizării la gazogenul menționat), de deșeuri celulozice sau
urbane, care generează gaze cu hidrogen și hidrocarburi în proporție majoritară față de CO,
27 în acest mod, instalația devenind mai ecologică.

Trecerea prin vracul de granule are un înalt efect de filtrare, evitându-se antrenarea
29 de particule de praf, pentru reglaje, fiind prevăzută posibilitatea încălzirii topiturii cu până la
30° K, cu energie electrică, consumată în rezistențe electrice realizate în niște canale mici
31 16, cu secțiunea de circa 0,5 x 20 mm, realizate din alumină sinterizată, continuate prin
pereții verticali, exteriori, ai recipientului 2, și în care s-au introdus inițial sârme cu $\Phi =$
33 0,3...0,4 mm, din fier, constantan sau Kanthal, care vor fi topite în zona temperaturilor înalte
și în stare solidă, în exteriorul instalației, canalele 16 fiind înglobate la partea superioară a
35 planșeului 11.

Colectarea gazelor de ardere răcite, deasupra zonei active a stratului granular, se
37 face printr-o rețea rectangulară de piese A, 17, din oțel uzual, care, la curgerea granulelor,
formează canale patrulatere prin care circulă orizontal gazele colectate din vrac și care ajung
39 la un canal circular 18, din care sunt aspirate de exhaustorul 15, înălțimea variabilă a
stratului granular de deasupra nivelului pieselor 17 neafectând funcționarea instalației.

Topitură formată se colectează centralizat axial și curge, printr-un racord 19, într-o
41 centrifugă 20, în sine cunoscută. Din centrifuga 20, topitura este separată în două fluxuri:
43 primul flux 21, reprezentând circa 80%, cu componentele cu densități relativ mici, conținând
îndeosebi SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, cel de-al doilea flux 22 de 20% conținând
45 componentele cu densități relativ mari, îndeosebi Fe₂O₃, dar și componente din fluxul
anterior. Cel de-al doilea flux, de circa 25 t/h topitură, este introdus, printr-o conductă 22,
47 bifurcată, în ramificațiile 23, prevăzute cu rezistențe electrice, pentru pornirea și repornirea

RO 123521 B1

instalației, ca și pentru acoperirea disipărilor de căldură, în două spații paralelipipedice, 1
alungite **24**, în care topitura se acumulează și formează câte o baie **25**, cu înălțimea medie 3
de 0,3 m, reglabilă prin modificarea fluxului masic și a temperaturii topiturii. Planșeul inferior **26** este prevăzut cu niște tuburi cilindrice **27**, din alumina corindonică, cu diametrul de 8... 10
mm, prin care curge topitura, formând câte o coloană cilindrică **28**, cu înălțimea de circa 0,8 5
m, iar peste planșeul **26**, se prevăd rezistențe electrice în canalele corindonice de tipul celor
prevăzute la poziția **16**. În lungul canalului cu coloane de topitură, gazul CO₂ din interior este 7
deplasat alternativ, cu frecvențe în jurul a 1 Hz, determinând pendularea coloanelor în jurul
poziției verticale. În pereții laterali, longitudinali, ai spațiilor cu coloane de topitură, se 9
montează niște distribuitoare de praf de calcar **29**, deasupra nivelului noilor băi, pentru
întreținerea pendulării coloanelor, fiind prevăzut un tunel **30**, de legătură între capetele 11
coloanelor **28**, precum și un panou deplasat sinusoidal într-o zonă lărgită **31**, a tunelului **30**.
Într-unul dintre pereții laterali, longitudinali, se prevede și un tub de evacuare a excesului de 13
CO₂ format în procesul de spumare, topitura spumată fiind colectată într-o baie **32**, formată
peste un planșeu **33**, în care se află niște tuburi **34**, de alumina sinterizată, corindonică, de 15
10... 12 mm, prin care spuma curge în coloane dispuse în șiruri longitudinale, în planșeul **33**,
fiind prevăzute canale de tipul canalelor **16**, cu rezistențe electrice. 17

Între șirurile longitudinale de spumă, se află niște piese de oțel refractar **35**, cu 19
secțiunea verticală, dreptunghiulară, lată de 40 mm, înaltă de 400 mm și lungi de circa 10 m,
divizate pe înălțime prin platbande intermediare, în patru canale care asigură tendința de 21
uniformizare a vitezei aerului în fiecare canal, alimentarea ansamblului de piese **35**, cu aerul
atmosferic, realizându-se prin intermediul unor dispozitive elastice dintr-un sistem de țevi **36**, 23
plasate între coloanele spumate, astfel încât toate șirurile de coloane să se afle între câte
două țevi **36**, care au rolul ca, prin alternarea deplasării lor pe orizontală, transversal pe șirul 25
de coloane, să rupă coloanele în cilindri înalți de 10... 15 mm. Aerul încălzit în țevile **36** este
introdus în sistemul de țevi **35**, din care aerul încălzit la 800°C ajunge la distribuitoarele **8**,
prin conductele **7**. 27

Granulele formate cad peste un vrac **37**, de 7 x 10 m², în care se montează un 29
ansamblu de piese Λ **38**, de colectare a aerului fierbinte, și un alt ansamblu de piese Λ **39**,
de distribuție în vrac a aerului atmosferic de răcire. Între nivelurile celor două ansambluri **38** 31
și **39**, are loc răcirea granulelor de la 1100 la 60° C, în contracurent cu aerul, pe o înălțime
de 0,6 m. Aerul se încălzește de la 20 la 1000°C. Ansamblul **39** formează canale prin care 33
două ventilatoare, în sine cunoscute **40**, refulează aerul atmosferic destinat răcirii granulelor
și circulând ascensional prin vrac, prin două distribuitoare **41**, din canalele formate din 35
piesele **38**, aerul încălzit la 1000°C fiind colectat în două canale **42**, de la care este condus,
prin conductele **7**, la distribuitoarele **18**. Sub nivelul pieselor Λ **39**, reci, granulele sunt 37
colectate în niște pâlnii **43**, din care se evacuează cu un debit uniform, cu ajutorul unor
leagăne **44**, deplasate alternant în jurul poziției mediane. Se asigură curgerea alternativ, de 39
o parte și alta a leagănelor, de mase de granule, care sunt colectate de o placă **45**, vibrată
pe două direcții rectangulare, care colectează granulele în centrul său, de unde ajung într-o
pâlnie fixă **46** și într-o ecluză **47**, de unde se preiau pentru valorificare și consum. 41

Cel de-al doilea flux furnizat de centrifuga **20** este constituit din oxizii de densitate mai 43
mică, SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, și este condus, prin conducta **21**, prevăzută cu
rezistențe electrice pentru porniri, reporniri ale instalației și pentru acoperirea pierderilor de 45
căldură, la un reactor de dezoxidare **48**, în care se introduce topitura prin mai multe conducte
verticale **49**, și în care se mai introduce făină de cocs prin niște țevi verticale **50**, făina de 47
cocs fiind presată cu câte un șnec **51**. Carbonul reduce SiO₂ la siliciu, iar siliciul reduce Al₂O₃

RO 123521 B1

1 la aluminiu, refăcând SiO_2 , care din nou intră în reacții de reducere cu carbon, care reduce
2 Al_2O_3 etc., până la obținerea de aluminiu curat. Siliciul și aluminiul formați în topitură sunt
3 agenți reducători pentru toți oxizii din topitură, cu al căror oxigen se reoxidează, dar sunt din
4 nou dezoxidați, reluând ciclul până la eliminarea, în CO, a oxigenului, astfel încât topitura
5 devine un amestec de metale și metaloizi, în fază lichidă sau gazoasă, precum și SiO_2 solid,
6 dacă în reactorul **48**, se introduce mai puțin carbon. Vaporii de metale și metaloizi, împreună
7 cu CO la 1500°C , sunt colectați într-un spațiu **52**, din care, printr-o conductă **53**, sunt conduși
8 la un schimbător de căldură **54**, din beton refractar, cu peste 90% alumină corindonică. Pe
9 măsura răcirii amestecului gazos, condensează mai întâi calciul, apoi magneziul, sodiul,
10 potasiul și sulful, în fază lichidă, metalele fiind colectate fără contact cu aerul ambiant și
11 valorificate ca atare, iar CO, separat din amestecul inițial, continuă răcirea până la 150°C și,
12 printr-un racord **55**, ajunge la un schimbător **56**, în care continuă răcirea până la 50°C . La
13 această temperatură, CO este comprimat de un compresor **57**, la circa 1,2 bari, se asociază
14 cu combustibilul suplimentar de la gazogen, introdus printr-un racord **58**, în cazul că acesta
15 este furnizat rece, amestecul fiind introdus, ca agent termic încălzit al schimbătorului **54**. În
16 cazul când combustibilul suplimentar de la gazogen este primit la temperaturi înalte, de
17 exemplu, la 1000°C , acesta se amestecă cu CO la o înălțime convenabilă a schimbătorului
18 **54**, iar în scopul satisfacerii reacțiilor endoterme de dezoxidare a topiturii, amestecul de CO
19 și combustibil suplimentar, puternic preîncălzit la circa 1400°C , ajunge, printr-un racord **59**,
20 într-o cameră **60** de distribuție, din care, prin niște țevi verticale **61**, ajunge la partea
21 inferioară a unor țevi -focar verticale **62**, în care se introduce și aer comburant fierbinte
22 dintr-o cameră distribuitoare **63**, prin niște țevi **64**, în care se află câte o țevă **61**.

23 Aerul comburant, încălzit la circa 1600°C , provine de la un schimbător de căldură **65**,
24 din beton refractar, al cărui agent încălzitor îl constituie gazele rezultate din ardere de CO
25 și de combustibil suplimentar, și care ies din țevile - focar prin spațiul dintre țevile **64** și **62**,
26 gazele de ardere, colectate într-o cameră **66**, la 1750°C , ajung, printr-o conductă **62**, la
27 schimbătorul **65**, din care sunt evacuate, printr-un exhaustor **68**, la o temperatură sub 200°C .
28 Aerul comburant este refulat, de un ventilator **69**, în schimbătorul **65**, de la care, printr-un
29 racord **70**, ajunge în camera de distribuție **63**. Schimbul convectiv de căldură la exteriorul
30 țevilor - focar se face cu peste $15000 \text{ kcal/m} \cdot \text{K} \cdot \text{h}$, ceea ce recomandă ca arderea în aceste
31 țevi să fie realizată în pat fluidizat, prin aceasta, fiind intensificat schimbul convectiv de la
32 interiorul țevilor **62**, în condițiile unei uniformizări și plafonări ale vârfurilor de temperatură,
33 pe înălțimea țevilor, în scopul protecției materialelor.

34 Patul fluidizat se realizează cu particule captive în spațiul respectiv de ardere,
35 constituite din alumină sinterizată, carbură de siliciu sau din alte substanțe refractare, și
36 stabile în contact cu gazele formate pe parcursul arderii. Pentru agitarea și omogenizarea
37 continuă a topiturii, o parte din CO și din combustibilul gazos se insuflă la baza topiturii, în
38 apropierea fiecărui grup format din țevile - focar **62** și țevile **49** de alimentare cu topitură de
39 oxizi. Bulele de CO și de combustibil gazos, care se transformă, prin ardere, în CO și H_2 ,
40 determină curenți ascensionali în masa topită din reactor, asigurând agitarea menționată, în
41 vederea intensificării reacțiilor de dezoxidare. Agitarea topiturii în reactorul **48** se suprapune
42 peste circulația orizontală, lentă, determinată de introducerea topiturii primare pe la unul
43 dintre capetele reactorului **48**.

44 Pentru separarea zonei cu elemente dezoxidate de cea în care se derulează
45 dezoxidările, se prevede un perete **71**, cu perforații, transversal pe întreaga secțiune a
46 reactorului **48**, din zona dezoxidată, fiind extrasă, printr-un racord **72**, topitură la circa
47 1500°C , care conține îndeosebi Si, Al și, eventual, cantități mici de CSi și C_2Ca .

RO 123521 B1

Acest amestec este răcit până la 600...580°C (temperatura eutectică a siluminului), căldura respectivă fiind cedată unui flux de aer, care se încălzește de la temperatura ambiantă la 900°C, transferul de căldură fiind realizat într-un schimbător **73**, din care aerul iese printr-un racord **74** și este trimis la canalele **8**, spre a fi utilizat, ca aer comburant, pentru uscarea, încălzirea și topirea materiei prime, împreună cu aerul provenit de la răcirea granulelor de la primul flux de topitură și de la răcirea inițială a coloanelor de spumă. Topitura răcită la circa 600°C este trecută printr-un filtru **75**, în care se rețin siliciul, ajuns în stare solidă ca nisip fin, eventual SiO₂, precum și cantități mici de carbură de calciu și carbură de siliciu, eventual formate. Siluminul la 580°C, lichid și curat, purificat de suspensii, iese printr-un racord **76** și este condus la turnare în tipare pentru lingouri. Temperatura de răcire de 580°C impune amestecul eutectic de 12% siliciu și 88% aluminiu, ca silumin.

Pentru pornirea instalației și pentru reporniri după perioadele de revizie, spațiul **2** se umple cu granule de materie primă neîncălzită, iar prin închiderea parțială a aspirației ventilatoarelor **40**, se trimite în răcitorul vracului **37** de granule, care, la început, este încă neformat, un debit de aer de circa 20% din cel nominal, care se amestecă în canalele **7** cu gaze de ardere completă de combustibil gazos în niște focare **72**. Amestecul de aer și gaze de ardere va avea o temperatură crescută progresiv până la circa 800°C, acest amestec ajungând la baza vracului granular din recipientul **2**, de încălzire-topire, pe care îl parcurge ascensional și din care se evacuează reci, prin exhaustorul **15**. Totodată, rezistențele electrice **16** se pun progresiv în funcție, până la puterea nominală; în aceste condiții, vracul menționat începând să se încălzească, cu viteză maximă, la partea sa inferioară.

Când temperatura în zona inferioară ajunge la 800°C, focarele **77** pot fi scoase din funcțiune și se introduce, prin distribuitorul **4** și prin țevile **5** și **6**, combustibil de la gazogen, cu un debit crescut progresiv. În maximum 24 h, începe formarea de topitură, care curge, prin racordul **19**, în centrifuga **20**, cu interiorul preîncălzit anterior la 1500°C, această încălzire fiind realizată cu ajutorul unor rezistențe electrice, prevăzute între exteriorul căptușelii de alumină și interiorul căptușelii. Rezistențele vor consuma o putere de 1 MW, timp de circa 30 h, rezistențele putând fi realizate din sârme de Kanthal, introduse în niște șanțuri orizontale de circa 1 x 20 mm, dispuse la exteriorul căptușelii cilindrice din alumină. Toate inelele astfel formate, dispuse, la circa 25 cm unul de altul, pe verticala centrifugii, se înscriează electric, prin legături verticale, făcute, mai departe, de căptușeala de alumină, în zone cu temperaturi sub 1300°C, spre a asigura legături verticale solide și nu lichefiate.

Încălzirea centrifugii se poate face, de asemenea, prevăzând, în peretele cilindric al acesteia, două canale în poziții opuse, la același nivel, pentru asigurarea echilibrării dinamice a centrifugii, printr-unul fiind introduse gaze de ardere cu temperatura crescută progresiv până la 1600°C, iar prin celălalt, fiind evacuate gazele de ardere, cu temperatura de asemenea crescătoare progresiv. Piese din interiorul centrifugii **20** vor avea goluri care să permită circulația gazelor prin întregul spațiu interior al acesteia. Racordurile **21** și **22** sunt încălzite la 1500°C, cu rezistențe electrice din sârme de wolfram, dispuse pe țeava din alumină. Carcasa exterioară a țevilor **21** și **22** este etanșă și permite vidarea și apoi umplerea cu azot a spațiului ocupat de izolațiile termice, în scopul protejării wolframului împotriva oxidării. Incintele **24** și incinta ocupată de baia **32** vor fi încălzite cu rezistențele electrice menționate anterior. Reactorul **48** se pregătește pentru funcționare la regim, prin generarea de gaze de ardere într-un focar **78**, care evoluează în schimbătorul **65**, încălzind aer, pentru țevile focar **61**, **62** și **64**. Gazele de ardere, ieșite din țevile - focar, sunt încălzite suplimentar de focarul **78**, asigurând încălzirea progresivă a întregului reactor **48**. Pentru pregătirea schimbătorului **54**, se pune în funcțiune și compresorul **57**, iar schimbătorul **49** se încălzește progresiv cu căldura cedată în reactor. După ce temperatura în reactorul **48** a ajuns la 1500°C, întreaga instalație este pregătită pentru pornire. Schimbătorul **73** și filtrul **75** se preîncălzesc la peste 600°C, cu rezistențe electrice de Kanthal, prevăzute sub izolațiile termice ale acestora.

RO 123521 B1

Revendicări

1
3 1. Procedeu de valorificare a compușilor oxidici care alcătuiesc pământurile de tot
5 felul, în special, cele metalifere, argilele, cenușile de termocentrală, sterilele miniere,
7 minereurile, zgurile metalurgice, rocile magmatice sau sedimentare, cenușile piritice și alte
9 amestecuri de oxizi, **caracterizat prin aceea că** materia primă, granulată între 5 și 12 mm,
11 prin procedee în sine cunoscute, se usucă, se încălzește și se topește până la 1800°C,
13 adăugând fondanți, uscarea, încălzirea și topirea fiind realizate în vrac cu gaze vehiculate
15 în contracurent cu granulele și cu aer comburant, preîncălzit la circa 900°C, cu căldură
17 recuperată din fazele finale ale procedului, eventualele componente combustibile ale
19 materiei prime participând la reducerea consumului specific de energie termică, astfel încât
21 să se obțină o topitură cu temperatura controlată în limita a 20°K, topitură care este colectată
23 în zona inferioară și centrală a spațiului de încălzire-topire și este introdusă într-o centrifugă,
25 în care se realizează separarea componentelor solide sau lichide, marea majoritate a topiturii
27 fiind separată în două fluxuri: primul flux, cel al oxizilor de fier, nichel, crom, cu densități de
29 peste 3,5 g/cm³ și cel de-al doilea, al oxizilor cu densități sub 3,5 g/cm³ (SiO₂, Al₂O₃, CaO,
31 MgO și oxizii de alcalii), fluxuri care se procesează ulterior în mod diferit, astfel că primul flux,
33 al oxizilor mai denși, reprezentând până la 20% din masa de topitură și incluzând fondantul
35 introdus, ajunge în două spații paralelipipedice, alungite, în care topitura se acumulează și
formează câte o baie cu înălțimea medie de 0,3 m și maximă de 0,8 m, din care curge prin
coloane de topitură, care este apoi spumată prin pulverizare de făină de calcar, astfel încât
densitatea topiturii să coboare, de la circa 3 până la 0,4 t/m³, coloanele de spumă din primul
flux fiind congelate prin răcire rapidă și rupte în granule cilindrice de circa 10...15 mm
lungime și 8 mm diametru, și apoi răcite cu aer atmosferic în vrac, granulele fiind colectate
și evacuate cu debit uniform pe întreaga suprafață de răcire, aerul de răcire a granulelor fiind
încălzit la circa 1000°C cu căldura granulelor și trimis ca aer comburant în spațiul de
încălzire-topire, granulele cu temperatură de peste 50°C putând fi folosite la producerea unui
beton ușor, iar cel de-al doilea flux este introdus într-un reactor, unde se realizează
reducerea, cu făină de cocs, a tuturor oxizilor, astfel că, la peste 1500°C, carbonul reduce
SiO₂ la siliciu, care, la rândul său, reduce Al₂O₃ la aluminiu, oxigenul fiind preluat din nou de
carbon și formând CO curat, proces care se reia până ce se obțin silumin curat și siliciu, în
fază lichidă, precum și vapori de calciu, magneziu, alcalii și sulf, vaporii fiind condensați
fracționat într-un răcitor al amestecului de gaze și vapori, iar siluminul și siliciul se răcesc la
600°C, fără contact cu aerul, după care siluminul se filtrează și se toarnă în lingouri, iar
siliciul se colectează în fază solidă.

37 2. Procedeu de valorificare a compușilor oxidici, conform revendicării 1, **caracterizat**
39 **prin aceea că** granulele de materie primă coboară gravitațional, iar aerul comburant,
41 preîncălzit la 900°C, se introduce în masa granulară a vracului, printr-o rețea de distribuție,
43 din oțel refractar, în zona de circa 900°C a vracului, de unde este condus prin tuburi din
45 alumina corindonică spre baza spațiului de încălzire și topire, iar, printr-o rețea de țevi
47 instalate în rețeaua de distribuție a aerului, se injectează combustibil gazos, care, împreună
cu aerul, realizează arderea, la început, în stratul de topitură, și apoi, peste un grătar din
alumina sinterizată, la baza materialului granular vrac, în vederea formării unei topituri fără
granule, care poate fi supraîncălzită controlat, pentru reducerea viscozității, gazele de ardere
formate care circulă ascensional, în contracurent cu granulele, pe care le încălzesc, eventual
le decarbonatează și le usucă, ieșind printr-o rețea orizontală de canale, care le colectează
și le evacuează centralizat în atmosferă, sub 80°C și desprăfuite.

RO 123521 B1

3. Procedeu de valorificare a compușilor oxidici, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru procesarea primului flux de topitură și a producerii de granule ușoare, fluxul oxizilor mai denși ajunge în două spații paralelipipedice, alungite și formează niște băi, în planșeele cărora, se prevăd niște tuburi cilindrice din alumină corindonică, prin care curge topitura, formând sub planșee câte o coloană cilindrică de fiecare tub, în lungul celor două canale cu coloane de topitură, gazele din interior fiind deplasate alternativ, cu frecvențe de circa 1 Hz, în concordanță de fază cu balansul coloanelor, cu viteze variabile sinusoidal în jurul mediei de 10 m/s, care determină o pendulare continuă a coloanelor, iar transversal pe canale, se dispersează praf de calcar mărunțit până la 0,25 mm, printr-un jet de aer comprimat la peste 2 bari, calcarul fiind decarbonat, formându-se bule de gaz cu diametrul de 10...12 ori mai mare ca al granulelor inițiale, astfel încât densitatea topiturii să coboare de la circa 3 t/m³ topitură compactă până la 0,4 t/m³ topitură spumată, gazele nefolosite la spumare fiind eliminate în atmosferă din canalele cu coloane, după care topitura spumată este colectată în câte un bazin, în coloane, pe o înălțime de până la 1 m, încălzirea calcarului și decarbonarea determinând o răcire cu circa 15°K a topiturii, pentru acoperirea căreia, se introduce energie termică, până la 30 kWh/t topitură, agentul de răcire fiind aerul atmosferic, în cantitate de circa 400 m³/t topitură, acesta se încălzește la 600°C și asigură răcirea sub 1400°C a zonei centrale a coloanelor cilindrice de spumă, suprafața exterioară a coloanelor având o temperatură de circa 1100°C și media temperaturii coloanelor fiind de 1250°C, apoi aerul încălzit la 600°C, împreună cu un flux de aer la 1000°C, provenit de la răcirea ulterioară de la 1250 la 50°C a vracului granulat, este utilizat la topitor ca aer comburant, granulele cu temperatura medie de 1250°C căzând peste un vrac ce coboară lent gravitațional, în contracurent cu un flux de aer de răcire de circa 730 m³/t granule, care, după încălzirea la circa 1000°C, devine aer comburant pentru încălzitorul materiei prime, împreună cu fluxurile de aer de răcire menționate anterior, căderea de presiune în stratul activ fiind de circa 480 mm coloană apă, ceea ce determină necesitatea unui aer de răcire puternic ventilat, care să formeze în masa granulelor niște canale prin care aerul este împins de la extremități de către un ventilator și circulă numai ascensional prin stratul de 0,6 m înălțime de deasupra unor piese Λ reci, montate orizontal, prin alte piese Λ , montate la un nivel superior, fiind colectat aerul de răcire ajuns la 1000°C cu căldura granulelor, în acest caz, materialul granular în vrac acoperind stratul de piese Λ fierbinți cu până la 2 m înălțime, în continuare, granulele din vracul de sub piesele Λ fiind colectate și evacuate cu debit relativ uniform pe întreaga suprafață de răcire, prin niște jgeaburi oscilante (leagăne), care deversează alternativ, de o parte și alta, și cad pe o placă înclinată spre centru cu până la 10°, care este vibrată pe două direcții rectangulare, centralizând toate granulele căzute din leagăne într-o pâlnie centrală fixă, de unde se evacuează printr-o ecluză.

4. Procedeu de valorificare a compușilor oxidici, conform revendicărilor 1...3, **caracterizat prin aceea că**, pentru procesarea celui de-al doilea flux al dezoxidării oxizilor respectivi, topitura este introdusă într-un reactor de formă paralelipipedică, în care se introduce praf de cocs sau de cărbune cu relativ puține volatile și mult carbon, astfel că, la peste 1500°C, carbonul reduce SiO₂ la siliciu, care, la rândul său, reduce Al₂O₃ la aluminiu, regenerând SiO₂, dezoxidat din nou cu carbon suplimentar, oxigenul respectiv fiind preluat de carbon și formând CO curat, în bule ascensionale în masa de topitură, colectate deasupra topiturii, care contribuie la omogenizarea și agitarea masei topite, apariția siliciului și a aluminiului în topitură determină reducerea celorlalți oxizi, refăcând parțial S₁O₂ și Al₂O₃, care reintră în ciclul de reacții cu carbonul, reducere din care rezultă CO, metalele, metaloizii din oxizii topiturii, precum și siluminul în fază lichidă fierbinte, cu 72% Al + 28% Si și siliciu în

RO 123521 B1

1 fază lichidă, calciul, magneziul, sulful și alcalii, toți aceștia în fază de vapori, iar în cazul unei
deoxidări incomplete, o parte din siliciu va fi legată în SiO_2 , vaporii de metale sau metaloizi
3 fiind antrenati de CO la peste 1500°C și conduși la un schimbător de căldură, în care se
răcesc, condensându-se mai întâi calciul, apoi magneziul, sodiul, potasiul și sulful, după
5 care, în fază lichidă, metalele sunt colectate din schimbător, fără contact cu ambianța și
valorificate ca atare, CO continuând să se răcească la circa 150°C și apoi într-un alt
7 schimbător, fără recuperarea căldurii, este răcit cu aer sau apă până la circa 50°C și este
comprimat în această stare, la o presiune care să acopere atât căderile de presiune în cele
9 două răcitoare, cât și presiunea necesară injecției de CO la baza topiturii, apoi CO, împreună
cu combustibil suplimentar, gazos, generat de gazogenul menționat, este introdus ca agent
11 termic încălzit în primul răcitor, în care se încălzește la peste 1400°C , cu căldura cedată în
cursul răcirii sale anterioare, de la 1500 la 150°C , după care amestecul de CO și combustibil
13 suplimentar, puternic preîncălzit, se introduce în niște țevi - focar verticale, ca și aerul
preîncălzit la 1500°C , într-un alt schimbător de căldură, cu gazele rezultate din arderea în
15 țevile - focar, a CO cu aerul comburant, preîncălzitor, în care gazele de ardere se vor răci
de la 1650 la 200°C și vor fi evacuate în atmosferă, siluminul și siliciul fiind evacuate în stare
17 lichidă din faza finală a evoluției în reactor, împreună cu particule solide de SiO_2 și, eventual,
de carburi de siliciu sau aluminiu și răcite la 580°C , temperatură la care eutecticul siluminului
19 lichid este format din 88% Al și 12% Si, amestecul fiind trecut printr-un filtru, în care sunt
reținute siliciul și SiO_2 și carburile eventuale și prin care este trecut numai siluminul relativ
21 curat, care este turnat, răcit și valorificat în lingouri, în timp ce siliciul în amestec cu SiO_2 ,
relativ puțin, se va colecta ca pulbere la valorificare, iar aerul de la răcirea anterioară va fi
23 folosit ca aer comburant la 900°C în încălzitorul materiei prime.

5. Procedeu de valorificare a compușilor oxidici, conform revendicărilor 1, 2, 3 și 4,
25 **caracterizat prin aceea că** golurile lăsate de extracția materiilor prime se umplu complet cu
granule expandate de până la 8 ori, produse din primul flux, de numai 20% din totalul
27 topiturii, umplutura de granule fiind supusă controlului porozității și al rezistenței ei mecanice
prin mărunțirea unei părți din granule, în conformitate cu curba granulometrică urmărită și
29 cu realizarea unor rețele tridimensionale din beton ușor, ca straturi orizontale și verticale de
până la 20% din volumul umpluturii, iar în cazul utilizării de pământuri agricole, stratul vegetal
31 este prezervat în vederea refacerii complete a terenului, iar pământul de sub acest strat,
folosit pentru extragere de metale, se înlocuiește cu umplutura de granule, cu porozitate și
33 capilaritate controlate.

6. Instalație pentru realizarea procedeului, conform revendicărilor 1...5, **caracterizată**
35 **prin aceea că** are în componență un recipient cilindric vertical (2) de încălzire-topire,
acoperit de un capac tronconic (3), recipient (2) în care se realizează uscarea, încălzirea,
37 eventuala decarbonatare, topirea materiei prime și supraîncălzirea topiturii, din care
granulele coboară gravitațional, se usucă, se preîncălzesc la circa 1250°C , când se înmoaie,
39 apoi se topesc la 1300°C și se supraîncălzesc la 1500°C , pentru a fluidiza topitura, evoluând
în contracurent cu gazele formate prin arderea de combustibil gazos, introdus printr-un
41 distribuitor (4) și prin niște țevi de repartiție (5 și 6), până la partea inferioară a recipientului
(2), arderea având loc cu aer preîncălzit, introdus prin câteva canale (7) izolate termic, care
43 alimentează un distribuitor (8) la care se racordează o rețea birectangulară de canale (9) din
care se alimentează un ansamblu de tuburi verticale (10), în canalele (9) se montează țevi
45 de repartiție (5), iar în tuburile (10) se montează alte țevi de repartiție (6), tuburile (10) fiind
prevăzute cu niște deschideri (12) prin care iese amestecul de aer și combustibil gazos,
47 gazele de ardere formate străbătând ascensional, mai întâi, un strat (13) de topitură de circa

RO 123521 B1

15 cm, apoi un grătar (14) din alumină peste care se formează un strat de topitură și granule, cu o zonă păstoasă de maximum 3 cm și, în continuare, un strat de granule de circa 60...70 cm, gazele fiind colectate deasupra granulelor răcite la circa 80°C, de unde sunt aspirate de un exhaustor (15) și evacuate în atmosferă, iar topitura este colectată axial și curge printr-un racord (19) într-o centrifugă (20), unde este separată în cele două fluxuri, din care cel majoritar, conținând componentele cu greutatea mici, este procesat într-un reactor (48) de dezoxidare.

7. Instalație conform revendicărilor 1...6, **caracterizată prin aceea că** centrifuga (20) este prevăzută, la partea inferioară, cu o conductă bifurcată (22), prevăzută cu rezistențe electrice, pentru pornirea, repornirea instalației și acoperirea disipărilor de căldură, separată în două spații paralelipipedice, alungite (24), în care topitura se acumulează și formează câte o baie (25) cu înălțimea medie de 0,3 m, reglabilă prin modificarea fluxului masic, planșeul inferior (26) fiind prevăzut cu niște tuburi cilindrice (27) din alumină corindonică, prin care curge topitura, formând câte o coloană cilindrică (28) cu înălțimea de circa 0,8 m; peste planșeul (26) fiind prevăzute rezistențe electrice montate în canale corindonice, iar în pereții laterali, longitudinali, ai spațiilor cu coloane de topitură, sunt montate niște distribuitoare de praf de calcar (29), topitura spumată fiind colectată într-o baie (32) formată peste un planșeu (33), în care se află niște tuburi (34) de alumină sinterizată corindonică, toate șirurile de coloane fiind amplasate între câte două țevi (36), care au rolul ca, prin alternarea deplasării lor pe orizontală, transversal pe șirul de coloane, să rupă coloanele în cilindri înalți de 10...15 mm, aerul încălzit în țevile (36) fiind introdus în sistemul de țevi (35) din care aerul încălzit ajunge la distribuitoarele (8) prin conductele (7), iar granulele cad peste un vrac (37) în care sunt montate un ansamblu de piese Λ (38) de colectare a aerului fierbinte și un alt ansamblu de piese Λ (39) de distribuție în vrac a aerului atmosferic de răcire, care formează canale prin care două ventilatoare (40) refulează aerul atmosferic destinat răcirii granulelor, prin două distribuitoare (41) din canalele formate din pisele Λ ale primului ansamblu (38), aerul încălzit la 1000°C fiind colectat în două canale (42) de la care ajunge la distribuitoarele (18), iar granulele sunt colectate în niște pâlnii (43) din care se evacuează, cu ajutorul unor leagăne (44) deplasate alternant în jurul poziției mediane, asigurând curgerea alternativă, de o parte și alta a leagănelor, a maselor de granule care sunt colectate de o placă (45) vibrată pe două direcții rectangulare, care colectează granulele în centrul său, de unde ajung într-o pâlnie fixă (46) și o ecluză (47).

8. Instalație conform revendicărilor 1...7, **caracterizată prin aceea că** reactorul de dezoxidare (48) este montat în legătură cu centrifuga (20), prin intermediul unei conducte (21) prevăzute cu rezistențe electrice și din care fluxul majoritar de topitură este introdus, prin mai multe conducte verticale (49), în reactor (48), în care, prin niște țevi verticale (50), se mai introduce făină de cocs presată cu câte un șnec (51), în reactorul de dezoxidare (48) fiind dispus un spațiu (52) din care, printr-o conductă (53), vaporii sunt conduși la un schimbător de căldură (54) din beton refractar, iar CO separat din amestecul gazos ajunge, printr-un racord (55), la un schimbător (56) în care continuă răcirea și este comprimat de un compresor (57) și se asociază cu combustibilul suplimentar de la gazogen, introdus printr-un racord (58), amestecul gazos printr-un alt racord (59) într-o cameră (60) de distribuție, din care, prin niște țevi verticale (61), ajunge la partea inferioară a unor țevi - focar verticale (62), în care se introduce și aer comburant fierbinte dintr-o cameră distribuitoare (63), aerul comburant încălzit, provenind de la un schimbător de căldură (65) din beton refractar, al cărui agent încălzitor îl constituie gazele rezultate din ardere de CO și de combustibil

RO 123521 B1

1 suplimentar, și care ies din țevile- focar, prin spațiul dintre țevile (62 și 64) aflate în legătură
cu o cameră (66) de colectare a gazelor de ardere, ajung, printr-o conductă (67), la
3 schimbătorul (65) menționat, din care sunt evacuate, printr-un exhaustor (68) montat lateral,
iar un ventilator (69) cu rolul de a refula aerul comburant în schimbătorul (65), de la care,
5 prin racordul (70), ajunge în camera de distribuție (63), iar pentru separarea zonei cu
elemente dezoxidate de cea în care se derulează dezoxidările, se prevede un perete (71)
7 cu perforații, transversal pe întreaga secțiune a reactorului (48), din zona dezoxidată fiind
extrasă, printr-un racord (72), topitura care conține îndeosebi Si, Al și eventual cantități mici
9 de CSi și C_2Ca , acest amestec fiind răcit până la temperatura de congelare a siluminului,
transferul de căldură fiind realizat într-un schimbător (73), din care aerul iese printr-un racord
11 (74) și este trimis la canalele (8) distribuitoare, spre a fi utilizat, ca aer comburant, în
recipientul (2) de încălzire-topire, iar topitura răcită este trecută printr-un filtru (75), în care
13 se rețin siliciul, ajuns în stare solidă, ca nisip fin, eventualul SiO_2 , precum și cantități mici de
carbură de calciu și carbură de siliciu, siluminul, lichidul purificat de suspensii, fiind evacuat
15 printr-un racord (76) și condus la turnare în tipare pentru lingouri.

(51) Int.Cl.
C22B 1/16 (2006.01);
C22B 7/00 (2006.01);
C22B 5/10 (2006.01)

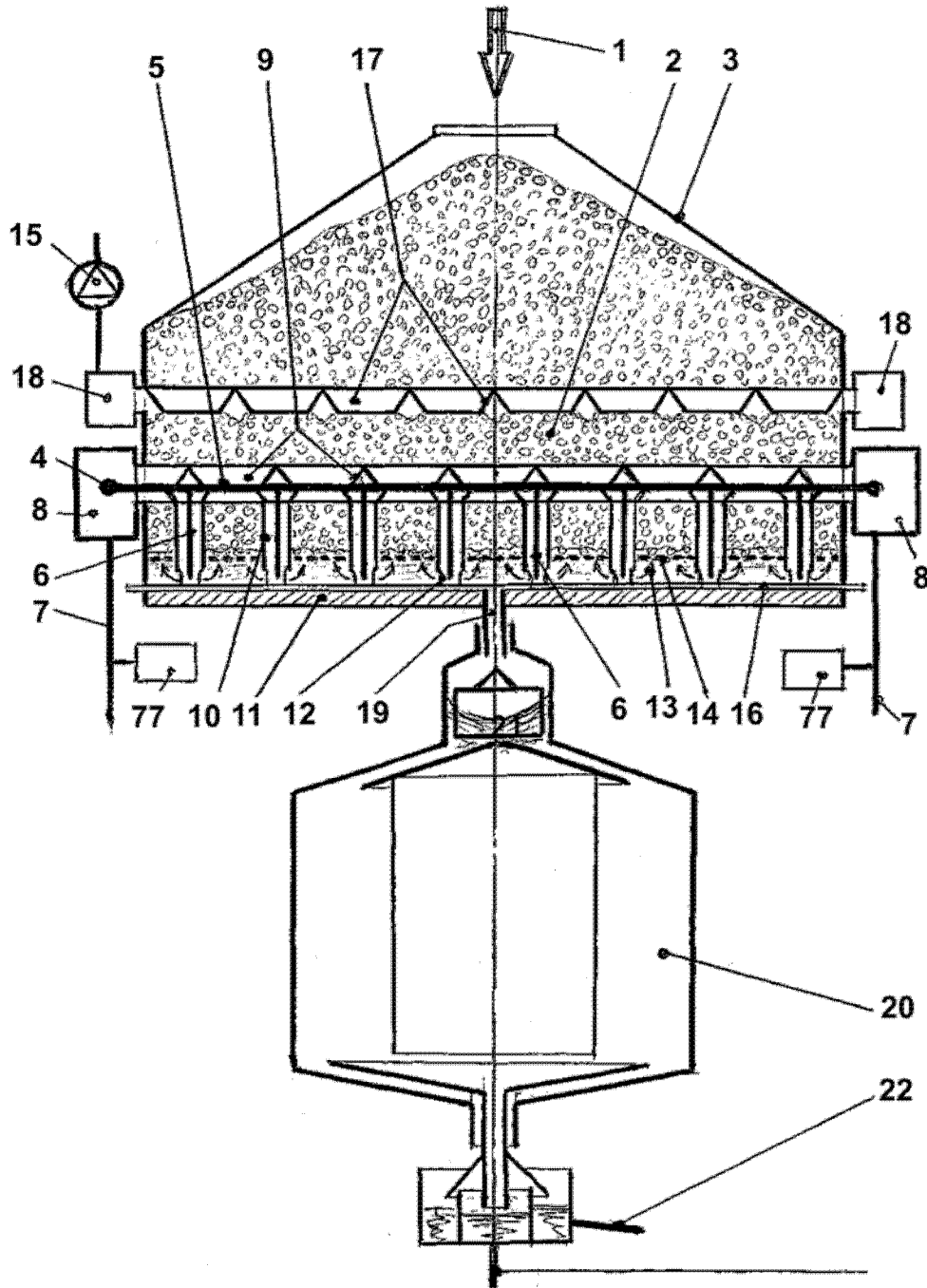


Fig. 1

(51) Int.Cl.
 C22B 1/16 (2006.01);
 C22B 7/00 (2006.01);
 C22B 5/10 (2006.01)

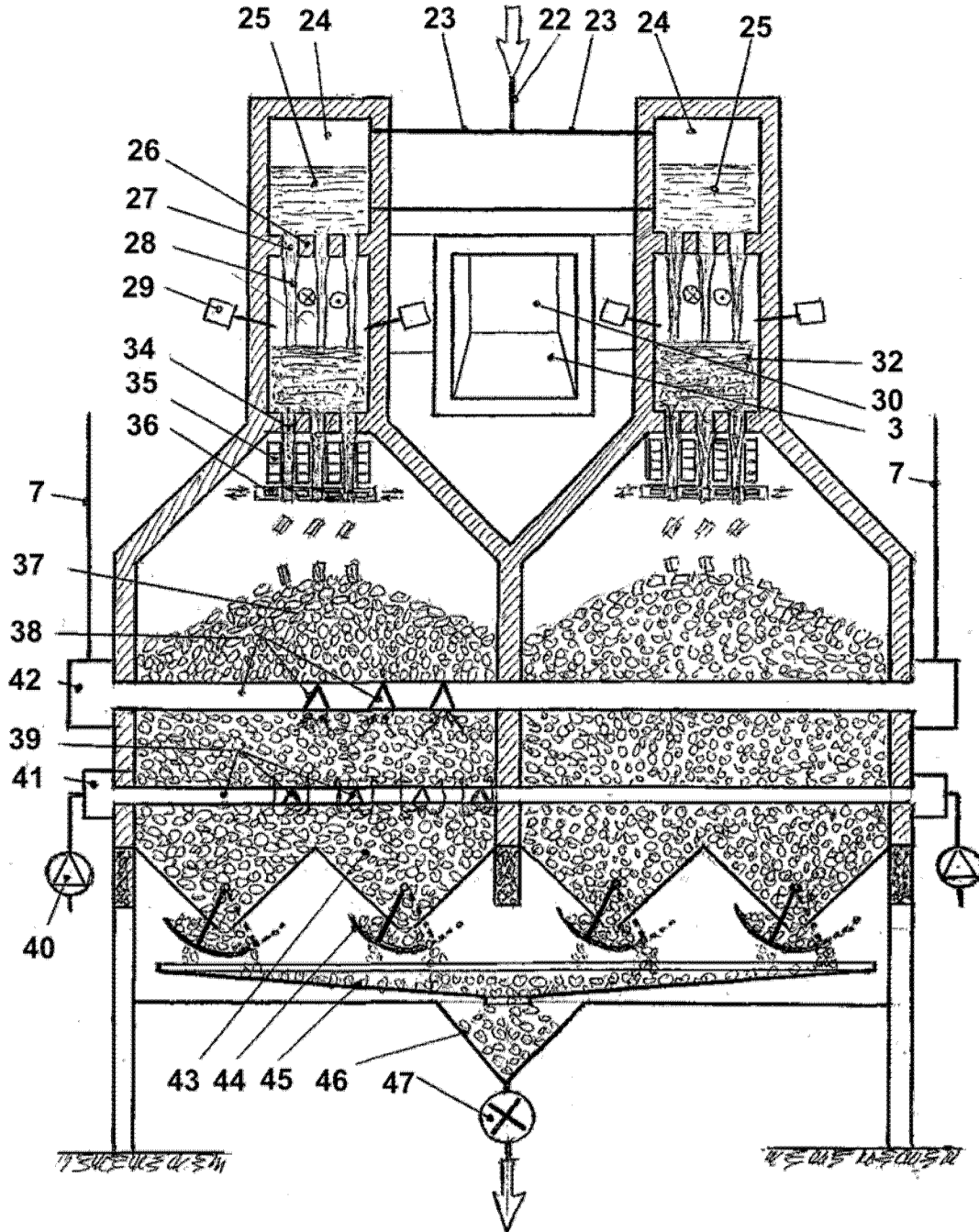


Fig. 2

(51) Int.Cl.
C22B 1/16 (2006.01);
C22B 7/00 (2006.01);
C22B 5/10 (2006.01)

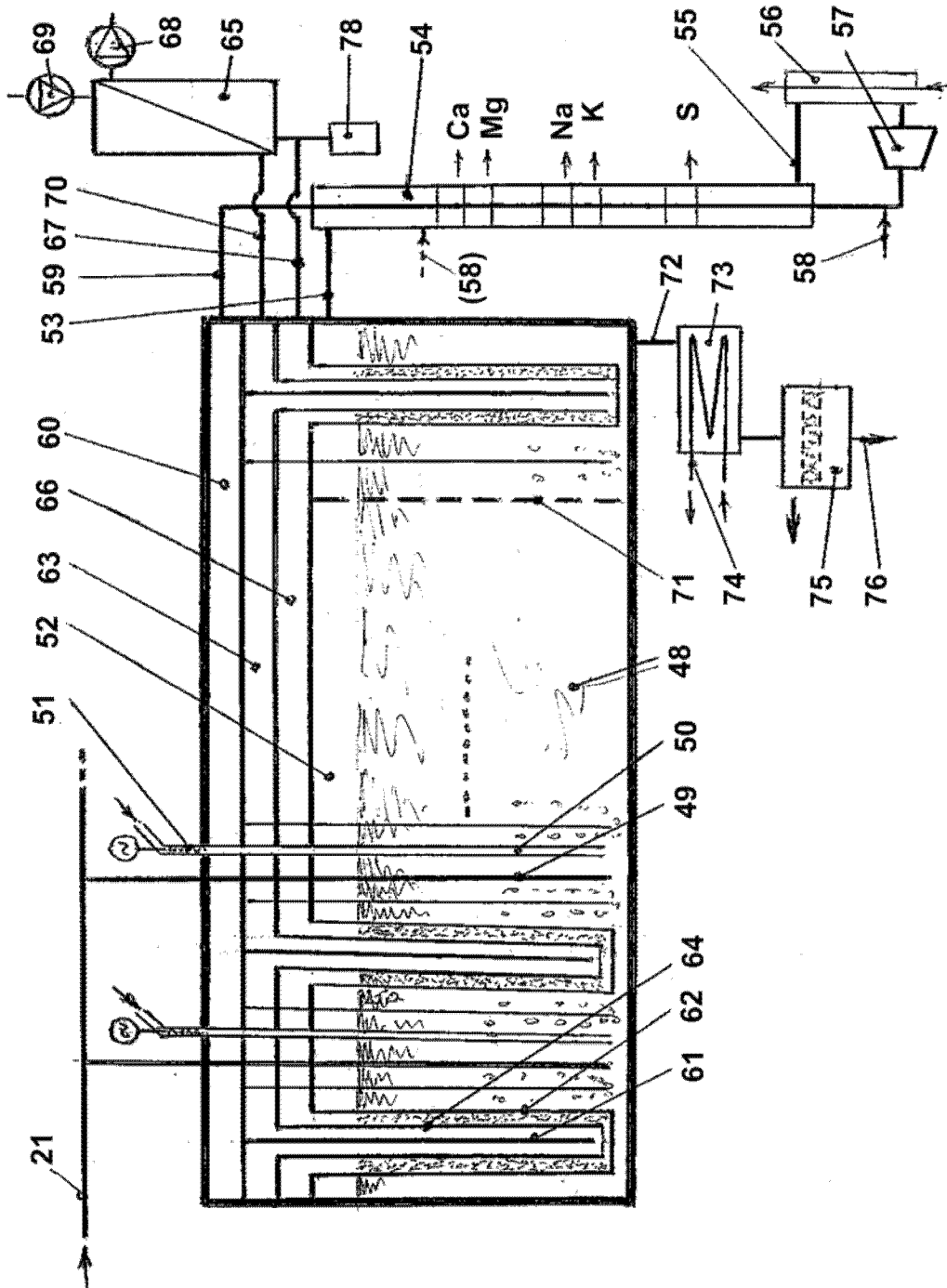


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 208/2013