



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00958

(22) Data de depozit: 11.10.2010

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

(71) Solicitant:
• 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

(54) TEHNOLOGIE DE VALORIFICARE A MATERILOR PRIME
OXIDICE ȘI A ALTOR SUBSTANȚE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de încălzire și topire a materiilor prime cu diferențe semnificative între temperatura de topire și cea de înmuiere, cum sunt pământurile comune, bauxitele, cenușile de termocentrală, rocile, calcarul, argilele, nisipurile deșertice sau minereurile de orice fel, folosite în industria extractivă pentru producerea de ciment, extragerea metalelor prețioase fără cianuri, extragerea de Al, Na, K, Sn, Mg, Zn, Si, Ca, Ni, Cu, Pb și a altor elemente. Procedul conform invenției constă în granulara materiei prime, preîncălzirea granulelor solide cu ajutorul gazelor recuperate, și introducerea lor în topitura supraîncălzită între 1700...2200°C, iar după atingerea temperaturii de început de înmuiere, granulele intră într-un bazin de topitură cu temperatură constantă, ce, în condițiile alimentării continue cu materie primă mai rece, este menținută prin aport de căldură de la un combustibil ars în pat fluidizat, în interiorul unor tuburi-focar (12) verticale imersate în topitură, aerul comburant fiind preîncălzit de gazele de ardere evacuate din tuburile-focar (12). Instalația conform invenției are un încălzitor (1), o placă (2) vibrantă susținută pe un ansamblu (3) de resorturi, niște tuburi (4) verticale echidistante, cu diametre de 250 mm și înălțimi de 600 mm, exhaustor (5), extractoare (8), un topitor (11), niște tuburi-focar (12), o țevă (14), tuburi (15) de alimentare cu aer comburant, un colector (16) de gaze, schimbătorul (17) de căldură cu inele Rashig ceramice, un colector (22), distribuitorul (23) ceramic, un reactor (24), un alt ansamblu (25) de tuburi-focar, tuburi (26), un depozit (27) de cărbune, canalul (28) de colectare a topiturii dezoxidate, compresorul (49) care

insuflă aer comprimat prin stratul (48) de pietriș producând spumarea topiturii și deversarea ei într-un spațiu (51), un spațiu (42) de sedimentare, ventilator (55), extractoare (58) și puț (64) de colectare a substanțelor depuse.

Revendicări: 6
Figuri: 3

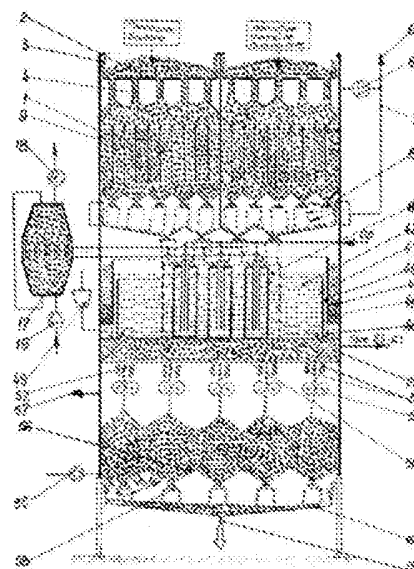


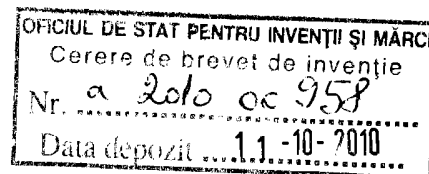
Fig. 1



TEHNOLOGIE DE VALORIFICARE

A MATERIILOR PRIME OXIDICE

ȘI A ALTOR SUBSTANȚE



Invenția se referă la o tehnologie de încălzire și topire a materiilor prime, formate din oxizi, precum pământul uzual, cenușile, bauxitele și alte roci, cu diferențe considerabile între temperaturile de înmuiere și curgere, de supraîncălzire a topiturii, de reducere a oxizilor din topitură, de răcire recuperativă a metalelor și metaloizilor rezultați, precum și de spumare, expandare, granulare și răcire, de asemenea recuperativă de granule vitroase; invenția se aplică și la alte substanțe cu comportare vitroasă, ca sulfuri sau halogenuri.

Domeniul tehnic îl constituie: industria extractivă din materii prime clasice și noi, îndeosebi din pământuri comune, bauxite, cenuși de termocentrală și piritice, roci, calcar, argilă și alte minereuri; extragerea de metale prețioase din pământuri aurifere fără cianuri sau alți poluanți, cu valorificarea integrală a topiturii; umplerea golurilor excavate și refacerea pământului agricol apt să preia excedentele de apă și să le conserve; producerea de ciment din clincher topit; extragerea din minereurile specifice de Al, Na, K, Sn, Mg, Zn, Si, Ca, Ni, Cu, Pb și alte elemente; topirea în vederea turnării, în orice cantități, de alămuri, bronzuri, oțeluri, ca și amestecuri ceramice; valorificarea nisipurilor, îndeosebi a celor deșertice, disponibile în cantități imense.

Se cunosc procedee și instalații industriale de topire de materii prime cu evoluție vitroasă, limitate însă la domeniul sticlei îndeosebi, pentru care a trebuit să se admită costuri specifice de investiție mari în EURO. h / Gcal, impuse de conductivitatea termică a sticlei, de circa 100 ori mai mică de cât cea a metalelor și de distanțele mari de transport conductiv al căldurii prin masele topite, la care necesarul termic este satisfăcut prin radiația bolții cuptoarelor de mică înălțime, cu gradient 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 fiind superior celui din clincher topit parțial, sub 30 %, la scară de laborator ; nu s-a aplicat în industrie, nedispunând de tehnologii acceptabile economic de folosire directă a căldurii de combustie ; plasma recomandată de unii specialiști nu s-a adoptat datorită costurilor .

Reducerea carbotermică a oxizilor este practică la nivel industrial dar nu din topituri; dezoxidarea substanțelor care necesită temperaturi mari, ca în cazul aluminei, se face prin electroliză .

Până acum se cunosc realizări modeste de spume industriale din topituri vitroase ; se practică o oarecare expandare de până la 50 %, la temperatura de înmuiere a granulitului, ca rezultat al formării de gaze în perioada piroplastică incipientă, prin reducerea unor oxizi de fier sau prin descompunerea termică a unor carbonați la 900°C ; granularea de spume nu a fost practică industrial .

În consecință, reducerea oxizilor topiturii, spumarea, expandarea de peste 50 % a topiturilor, chiar de 500 % și granularea , nu au termene de comparație în tehnica actuală .

Tehnicile cunoscute de răcire, 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 aerul de răcire, ulterior comburant, circulat transversal pe strat, protejând termic transportorul, dar acceptându-se dezavantajele curentului încrucișat .

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

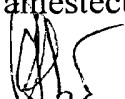
În ansamblu, tehnologia propusă nu are termene de comparație în industria actuală .

Invenția atenuează dezavantajele menționate, prin aceea că toate materiile prime se granulează, prin procedee în sine cunoscute, rocile fiind concasate și ciuruite, iar materiile prime cu consistență redusă, ca argila, cenușile și făinurile, fiind 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 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 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 tuburile-focar, excedentul de 11...12 % fiind valorificat la alți consumatori potențiali ; dacă tehnologia necesită dezoxidări, topitura aflată la temperatura de până la 2400°C trece 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 constituie monoxidul de carbon CO rezultat prin dezoxidarea cu C a topiturii, în exteriorul tuburilor- focar, unde formarea de CO₂ este neînsemnată; arderea CO 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 de ardere se valorifică în alte procese ; cărbunele, cu granule de 5..10 mm, cu conținut relativ mare de C, concomitent sursă de căldură și reducător , cu puțină cenușă, ea însăși materie primă supusă dezoxidării, se află în vrac parțial imersat în topitură și parțial deasupra piturii, pe o înălțime corespunzătoare menținerii în cuvă a vracului imersat ; cenușa mai multă poate crea dificultăți pe circuitul tuburilor-focar, când ar putea lipi inelele Rashig din preîncălzitoarele de aer ; în topitură, este similară pământului : o sursă de oxizi ; procesul dezoxidării are loc la temperaturi cuprinse între 1500 și 2400°C și necesită un contact intim al C cu topitura, canaliculele formate în vrac au forme neregulate, cu diametrul mediu de câțiva mm , cu direcții schimbate frecvent, ceea ce contribuie la intensificarea contactului necesar dezoxidării ; înălțimea vracului uscat de cărbune poate fi de 1...5 ori mai mare decât cea a vracului imersat, în funcție de cărbunele folosit ; tuburile-focar se realizează din zirconie, utilizabilă până la 2500°C , iar pentru creșterea rezistenței la atacul chimic al C , acestea se acoperă prin metalizare cu CW sau CTi, carburi care pot fi incluse și în masa ZrO₂ ; în scopul evitării apariției de fisuri, pereții tuburilor se realizează din alăturare de piese prefabricate cu contur dreptunghiular 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 temperaturi înalte, în spații vidate, cu izolații termice adecvate, aportul de căldură fiind asigurat de rezistențe de W ; în cazul procesării de materii prime ca pământuri, bauxite, cenuși, minereuri de Sn, Cu, Zn, Pb , care conțin și elemente chimice volatile după dezoxidare, de exemplu Ca, Mg, Zn, Na, K, S, monoxidul de carbon CO generat de reducerea cu C antrenează și 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 cărbune și introduse într-un răcitor de BR 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 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 și apoi răcit 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 Zn , condensat în 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 colectarea finală se fac prin mijloace simple și în sine cunoscute ; CO , lipsit de volatile , se mai răcește suplimentar de la 100 la 30°C și este comprimat și refulat înapoi în răcitorul metalic, acum ca agent de răcire, care se va încălzi până la 1450°C ; căldurile sensibile și latente, cedate de volatilele condensate, acoperă disipările de căldură ale celor două schimbătoare inseriate, cel din BR și cel metalic ; cu acest CO la 1450°C sunt alimentate tuburile- focar ; gazele 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 procesele din ansamblul tehnologiei sunt optimizate ; în cuva de dezoxidare, după extragerea oxigenului și a volatilelor, a rămas o topitură care conține Si, Al, Fe, Ti și cantități 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 de 577°C , la o concentrație de 11,7 % Si și 88,3 % 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 stare lichidă, conține Si între 0 și 16 % , restul fiind Al , iar aliajul Al-Fe conține circa 2,5 % Fe , aflat de asemenea în stare lichidă ; prin răcirea recuperativă a amestecului, Fe se solidifică în particule aciforme de mici dimensiuni, care se sedimentează



centrifugal sau gravimetric, iar Si nu depășește participația de 16 % ; la 670°C , întregul amestec Al- Si- Fe poate fi omogenizat cu Zn , în stare lichidă la 421°C ; Zn are o relativ mare afinitate față de Al ; se separă prin filtrare sau prin centrifugare întregul conținut de Fe și Si , densitățile Si, Fe, Al- Zn fiind suficient de net diferențiate ; recuperarea căldurii Al se va face în fază lichidă cu răcire utilă până la 700°C și apoi în fază solidă sub 100°C ; în cazul Si sau Fe+ Ti , recuperarea se va face în fază solidă cu răcirea lingourilor sub 100°C ; spumarea se va aplica atât în domeniul cimentului, în scopul reducerii la o zecime a consumului mare actual de energie pentru măcinarea clincherului răcit, în vederea producerii făinii de ciment, cât și la realizarea de granule vitroase cu densitate mică, în scopul reducerii maselor umpluturilor respective, de exemplu la umplerea golurilor în urma pământului excavat procesat ; granulele expandate se folosesc deasemeni la betoane , în vederea reducerii masei construcțiilor și ieftinirii acestora ; topitura având o vâscozitate suficient de mare, stabilită prin controlul temperaturii, va circula ascensional printr-un strat granular cu refractaritate adecvată ; sub acest strat granular se introduce aer preîncălzit care, la trecerea prin strat, se fragmentează în bule cu diametre condiționate de granulația umpluturii, bulele fiind preluate de topitură, care le menține până la finalul evoluției acesteia ; densitatea topiturii poate fi redusă până la 20 % ; în cazul cimentului, bulele vor avea diametre mai mari, pentru facilitatea măcinării, pereții dintre bule având grosimea apropiată de dimensiunea particulelor făinii finale ; aerul pentru spumare va fi preluat din atmosferă, comprimat la circa 1 bar, preîncălzit cu puțină căldură recuperată din instalație ; în vederea anulării spumei, aceasta este deversată din cuva de spumare într-un spațiu inferior, prevăzut cu un planșeu cu fante înguste, prin care spuma curge cu viteză mică în fâșii paralele ; între fâșii se dispun țevi prin care circulă apă / abur sub presiune medie de 10...20 de bari, în care se va produce abur energetic supraîncălzit până la 500°C ; cu măsuri adecvate de tehnica securității , prin destindere într-o turbină , aburul respectiv va produce energie electrică , consumată integral în instalație ; îndeosebi prin radiație termică spre țevi, spuma din fâșii se răcește rapid, crescându-și vâscozitatea și ajungând între tamburii cilindrici ai unor granuloare, din care ies granule sferice, interlegate eventual printr-o foiță de topitură congelată ; pentru creșterea rugozității granulelor produse pentru betoane relativ ușoare, dar de rezistență, alveolele cilindrilor granulatori vor fi prelucrate cu mici adâncituri, care vor deveni protuberanțe pe granule; în cazul cimentului, granulele vor fi cât mai expandate și lipsite de rugozitate ; în răcitor, sferile fierbinți formează o umplutură relativ nivelată,

producția de sfere fiind aproape aceeași pe întreaga secțiune a unui răcitor cilindric vertical , prin care circulă ascensional aer atmosferic devenit agent de răcire ; la partea superioară, în zona de cădere liberă a sferelor, aerul răcitor este recuperat preîncălzit la circa $1000...1200^{\circ}\text{C}$, folosit la spumare ca aer comburant ; în cazul cimentului, granulele expandate răcite se macină, cu consum mic de energie și trimise la consum ca făină de ciment ; în cazul granulelor destinate umpluturilor și betoanelor, curba granulometrică se realizează prevăzând ca granulatourile menționate să producă 3 mărimi de granule ; în scopul extragerii a peste 98 % din aurul și metalele nobile sau rare din zăcămintele respective , cu optimizarea recuperării la peste 98 % , pământul aurifer parcurge etapele descrise anterior : de granulare, preîncălzire, topire, supraîncălzire la circa 2100°C , până la atingerea unor vâscozități sub $1...5 \text{ Pa.s}$; se vor aplica procedee de intensificare puternică a colectării și a particulelor medii și mici de metale prețioase și prin aceasta, creșterea vitezei de sedimentare de zeci de ori; de la partea inferioară a topitorului se va colecta producția sedimentată în primele ore, care va fi răcită și solidificată, apoi mărunțită la o granulație sub $5...10$ microni, iar făina rezultată se va dispersa uniform, prin mijloace în sine cunoscute, pe întreaga suprafață a topitorului ; particulele solide reci introduse în topitura fierbinte se încălzesc în fracțiuni de secundă, iar topitura se răcește cu până la $0,1 \text{ K}$, în condițiile în 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 ce a topiturii, se lichefiază și coboară ca particule cu diametre de aproape 10 microni , cu viteze de sedimentare de până la 100 de ori mai mari ca ale particulelor de circa 1 micron, existente în topitură ; durata procesului de sedimentare a metalelor prețioase se va reduce la circa 1 h ; acumularea producției din primele 10...15 ore creează o cantitate satisfăcătoare pentru recircularea viitoare ; în cazul Au , prin distribuția continuă a particulelor de metale, se realizează o densitate de circa $3 \times 10^{10} \text{ particule / m}^3$, cu o distanță medie între ele de circa $0,3 \text{ mm}$; condițiile diversității deplasării pe verticală a particulelor și ale distanțelor submilimetrice dintre particulele suplimentate și cele mici din topitură, determină o mare probabilitate de 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 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, nu neapărat prețioase, de exemplu , folosind Cu ; particulele de W, Ir,

DDC

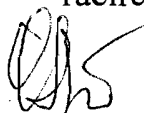
TH , cele mai refractare , vor fi regăsite ca bobite solide în topitura extrasă de la partea inferioară a cuvei de topire ; topitura din care s-au extras metalele prețioase și rare trece la dezoxidare și extragere de metale și metaloizi , conform tehnologiei descrise anterior ; valorificarea nisipurilor deșertice va consta din granulara acestora în fază primară solidă, prin procedee în sine cunoscute, topirea la o temperatură care să depășească pe cea de înmuiere , spumarea , granulara spumei și răcirea recuperativă a sferelor rezultate după granulare , conform tehnologiei descrise anterior .

Principalele avantaje ale invenției sunt următoarele :

- lărgirea puternică a bazei de materii prime ;
- valorificarea integrală a materiilor prime și obținerea de substanțe valoroase ;
- ieftinirea și ecologizarea extracției de metale prețioase și rare ;
- reducerea consumurilor energetice la prelucrarea inițială a materiilor prime ;
- realizarea de condiții optime pentru contactul dintre componente, în vederea omogenizării și asigurării unuiu contact intim între reactanții chimici ;
- creșterea randamentelor proceselor energetice și prin acasta, îmbunătățirea condițiilor ecologice ;
- refacerea terenului afectat de excavări ;
- 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 ;
- valorificarea nisipurilor, îndeosebi a celor din zonele deșertice ;
- valorificarea subsolului terenurilor agricole, refacerea și protejarea lor de inundații și secetă ;
- producere de ciment superior din clincher topit, cu reducerea sensibilă a costurilor de energie electrică la măcinare .

În continuare, se dau exemple de aplicare a invenției, în legătură cu figurile, care reprezintă :

- Fig.1 : Schema unei instalații de tratare a pământurilor, bauxitelor, cenușilor, rocilor sau nisipurilor : preîncălzirea, topirea, spumarea, expandarea, granulara și răcirea ;



- Fig.2 : Schema unei instalații de tratare a materiilor prime : reducerea carbotermică a oxizilor în topitură, colectarea volatilelor și a elementelor Al, Fe, Si,...
- Fig. 3 : Extragerea metalelor prețioase și rare .

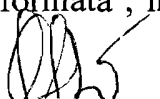
Ca exemplu larg de aplicare a invenției, se consideră cazul unei instalații de tratare complexă a 100 t / h pământ oarecare, cu compoziția medie :

61 % SiO_2 , 16 % Al_2O_3 , 6 % FeO_x , 5 % CaO , 5 % MgO , 3 % Na_2O , 2 % K_2O și 2 % altele . Din acest pământ, instalația ar putea produce în final circa 285 kg Si, 84 kg Al, 40 Fe, 35 Ca, 30 Mg, 22 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 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 3 și vibrată, prin mijloace în sine cunoscute ; placa 2 este prevăzută cu niște tuburi verticale, dispuse echidistant 4 , cu diametre de circa 250 mm și înalte de 0,6 m, pline cu granule, care coboară uniform pe măsura consumării în instalație ; tuburile 4 asigură o etanșare suficientă pentru gazele de sub placa 2 , aflate practic la presiunea atmosferică ; etanșarea plăcii pe contur, față de atmosferă, se face cu o foaie de cort, legată de placă și de construcția perimetrală a încălzitorului ; granulele coboară gravitațional prin încălzitor, întâlnind în contracurent ca agent termic gazele de ardere generate în exteriorul încălzitorului ; gazele sunt aspirate de un exhaustor 5 , care le evacuează, în cea mai mare parte, în atmosferă printr-un racord 6 și parțial printr-un racord 7 în zona inferioară, pentru reducerea temperaturilor înalte cu care gazele ajung la încălzitor ; granulele sunt evacuate uniform din 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, creșterea vitezei medii aparente a gazelor prin strat, se prevăd niște sârme groase 9 , cu diametrul 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 partea inferioară de tije ceramice ; în acest mod, devine posibilă configurarea adecvată a 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 nichelată prin metalizare, de pe care cad liber într-un topitor 11 , în care se întreține o

[Signature]

temperatură de peste 2100°C , depășind temperatura de topire a granulelor ; prin acest procedeu, se exclude orice risc de blocare a deplasării materiei prime în perioada de evoluție vâscoasă a ei, făcând astfel posibilă topirea oricăror materiale cu comportament vitros, în derularea procesării lor, cu recuperarea de suficientă căldură; temperatura de supraîncălzire este întreținută prin aport permanent de căldură de la niște tuburi-focar **12** , în care evoluează , în pat fluidizat, un ansamblu granular **13** , cu arderea de combustibil gazos sau de praf de cărbune cu cenușă puțină, introduse prin câte o țeavă **14** , împreună cu aer comburant introdus prin niște tuburi **15** ; gazele de ardere rezultate sunt evacuate la max. 2200°C la partea superioară a tuburilor-focar **12** și colectate de la toate tuburile într-un colector **16** care le conduce la un schimbător de căldură **17** ; în final, gazele de ardere sunt exhaustate reci în atmosferă de un ventilator **18** ; circa 12 % din gazele de ardere excedează necesarul de căldură pentru încălzirea aerului comburant al tuburilor-focar **12** și sunt folosite ca agent primar al încălzitorului **1** ; aerul comburant este preluat din atmosferă de un ventilator **19** la circa 20°C și preîncălzit la circa 2050°C în schimbătorul de căldură **17** ; acest schimbător este unul special, cu umplutură de inele Rashig ceramice care măresc mult permeabilitatea vracului ; prin variația lentă a secțiunii de curgere a gazelor prin schimbător se atenuează creșterea vitezei gazelor datorată încălzirii lor la circa 2000°K , în condițiile variației de volum al gazelor de peste 800 % , cu pierdere de presiune de max. 500 mm col.apă , pentru ansamblul de gaze și aer ; în partea superioară a schimbătorului **17** circulă ascensional gazele de ardere, care se răcesc de la 2150 la circa 100°C și încălzesc , în contracurent de la 60 la 00°C , inelele Rashig de $15 \times 15 \times 1,5$ mm , care coboară ; inelele fierbinți trec în zona inferioară a schimbătorului **17** , în care preîncălzesc aerul de combustie de la 20 la 2050°C ; inelele Rashig se introduc la partea superioară pe o placă metalică vibrată, similară cu placa **2** de la încălzitorul **1** , care asigură distribuirea uniformă a inelelor pe suprafața de intrare în schimbător și crearea unui spațiu de colectare a gazelor răcite ; în zona mediană, care separă spațiile de evoluție ale gazelor și aerului, inelele trec din partea superioară în cea inferioară prin niște tuburi **20** , la care se racordează niște tremii **21** perforate cu orificii de 10 mm , prin care gazele de ardere intră în vracul de inele ; extracția inelelor Rashig se face prin rotirea lentă a unei plăci de forma unor coroane circulare așezate sub suprafața de ieșire a inelelor ; în condițiile rotirii, inelele din taluzul lor natural sunt evacuate, colectate de o placă vibrată sau o tremie, preluate de un elevator, ridicate deasupra schimbătorului **17** și reintroduse în circuit ; reglarea debitului evacuat se face prin reglarea turației de rotire și a poziției unei

raclete de evacuare ; se apreciază că producția de Si depășește cu mult posibilitățile pieții de a-l absorbi , motiv pentru care topitura 11, de 2100°C , este trecută într-un spațiu de sedimentare în care se separă Na_2O , K_2O , cu densități sub $2,2 \text{ kg / dm}^3$, SiO_2 cu $2,6$ și CaO cu $2,8 \text{ kg / dm}^3$, la partea superioară a volumului ocupat de topitură, în timp ce la partea inferioară se colectează gravitațional MgO cu $3,6 \text{ kg / dm}^3$, Al_2O_3 - $3,9$; TiO_2 - $4,1$, dacă este cazul și Fe_2O_3 cu $5,3 \text{ kg / dm}^3$; se admite că separarea este imperfectă și până la 10% 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 componente ale topiturii mai dense sunt Al_2O_3 - 45% , SiO_2 - 18% , Fe_2O_3 - 17% și MgO - 14% ; în funcție de cerințele pieții de Na, K, Ca , această topitură poate fi completată cu NaOH , KOH , CaO , în scopul creșterii eficienței economice a instalației ; topitura din 11 este preluată uniform de un colector 22 și introdusă, sau într-un decantor de reținere a metalelor prețioase și rare, sau 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 generează căldura necesară reacțiilor de dezoxidare : de exemplu, Al din Al_2O_3 necesită $7468 \text{ kcal / kg Al} = 31,3 \text{ MJ / kg Al}$, Si din SiO_2 necesită $7405 \text{ kcal / kg Si} = 31,0 \text{ MJ / kg Si}$; Fe din Fe_2O_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 comparație, se menționează că energia de formare a CO este de $9,2 \text{ MJ / kg C}$; în condițiile topiturii, nu se formează CO_2 ; CO este biatomic și se află în stare gazoasă, cu distanța între molecule de cea 15 ori mai mare decât cea dintre atomii din topitură ; se apreciază că atracția C pentru oxigenul din oxizi este 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 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 CO , singurul gaz format în cursul dezoxidării ; căldura necesară proceselor de dezoxidare este generată de ansamblul de tuburi 25 și cedată topiturii de minereu aflată în exteriorul tuburilor ; cărbunele, cu granulație medie de 5 mm , este imersat în topitură, fiind continuu apăsător de masa granulară de cărbune aflată deasupra topiturii și dedesubtul unor 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 molecule nedeoximate , molecule în curs de dezoxidare



formând bule de CO , rapid ascensionale prin topitură și atomi de metale și metaloizi ; deplasarea bulelor de CO răscolește întreaga topitură, tinzând să omogenizeze amestecul ; topitura dezoxidată , fie și în contact cu cărbune, este lipsită de bule gazoase, crescându-și densitatea aparentă față de topitura incomplet dezoxidată și se sedimentează , fiind apoi colectată într-un canal periferic **28** , în vederea tratării tehnologice ulterioare ; niște termocuple **29** , dispuse la partea inferioară a topiturii, indică nivelul de separare a topiturii complet lipsită de oxigen, deci și de bule de CO , de cea aflată în proces de reducere ; CO împreună cu volatilele rezultate din dezoxidare se deplasează prin vracul umed și apoi prin cel uscat de cărbune introdus rece în depozitul **27** ; vracul este încălzit cu căldură de la gaze și atunci când gazele se răcesc la circa 1500°C , ele sunt captate , împreună cu volatilele , printr-o rețea de colectare **30** ; debitele relativ mici de vapori supraîncălziți de Ca, Mg, Na, K și eventual Zn , dispersați în gazul CO , generat de C cu O de la substanțele reduse , trec într-un schimbător de căldură **31** , în care continuă răcirea ; calciul este condensat și lichefiat primul între 1440 și 838°C , apoi Mg între 1107 și 650 , Zn între 906 și 420 , Na între 892 și 98 și K între 760 și 64°C ; îndeosebi temperaturile minime sunt ceva mai mici, datorită presiunii parțiale reduse la care se află vaporii saturați în amestec ; în faza lichidă, toate aceste elemente sunt colectate în niște cutii **32** , care se închid etanș și se înlocuiesc; lichidul colectat este solidificat la temperatura atmosferei, în afara schimbătorului **31** ; după colectarea foștilor vapori, rămâne doar CO , răcit în schimbător la 80°C și suplimentar, la 30°C într-un schimbător **33** cu apă de răcire, apoi comprimat de un ventilator ; care îl refulează în schimbătorul **31** , de această dată ca agent răcitor, care se va încălzi de la **30** la circa 1400°C , cu căldură cedată de CO cu volatile atunci când era agent încălzitor ; acest CO fierbinte este introdus în tuburile **25** , printr-o țevă **35** și un distribuitor **36** , împreună cu un supliment de praf de cărbune pentru a satisface bilanțul termic respectiv, transportat pneumatic de CO ; în tuburile-focar **25** se introduce și aer comburant , preluat din atmosferă , puternic preîncălzit într-un schimbător de căldură **37** , printr-un distribuitor **38** ; aerul rece a fost introdus printr-un ventilator **39** ; gazele de ardere din tuburile din tuburile-focar **25** constituie agentul încălzitor al schimbătorului **37** , care este similar ca funcționare cu schimbătorul **17** ; după ce încălzesc inelele Rashig , gazele sunt evacuate reci în atmosferă de un exhaustor **40** ; inelele răcite sunt recirculate de un elevator **41** ; la temperatura de 2100°C a topiturii, tensiunea de vapori de Al este suficient de mare pentru a face posibilă vaporizarea unei părți semnificative de Al ; vaporii sunt antrenați

de CO în vracul de cărbune, din care condensează pe măsură ce întâlnesc cărbune din ce în ce mai rece ; Al depus pelicular pe cărbune mai rece ajunge în topitură, reintroducând în circuit Al vaporizat ; carbura de aluminiu Al_4C_3 , la temperatura de peste $2050^{\circ}C$ se descompune : atomii de C și Al sunt preluați de masa ascensională de CO și volatile , atomii de C se atașează la granulele de carbon și reintră în baie, iar Al evoluează ca și vaporii de Al menționați anterior ; topitura dezoxidată de la canalul 28 , lipsită de substanțele evacuate cu CO ca vapori , este formată îndeosebi din Al, Si, Fe și Ti, —dacă este cazul - , la circa $2100^{\circ}C$; topitura evacuată prin canalul 28 va conține 54 % Al, 19 % Si , 27 % Fe ; în amestec , Al se va alia atât cu Si , cât și cu Fe ; se estimează că temperatura amestecului ajunge la $1150^{\circ}C$, fără solidificări parțiale, datorită alierii Al + Fe ; în scopul reducerii temperaturii de răcire utilă sub $850^{\circ}C$, pentru a simplifica dotarea instalației, prin folosirea de Zn care fierbe la $906^{\circ}C$, se mărește participația Al în amestec prin recirculare continuă de Al produs în instalație , fără a se afecta productivitatea acesteia ; masa topiturii preluate prin canalul 28 crește cu 125 % Al ; căldura recuperată prin răcirea amestecului de la circa $1900^{\circ}C$ la $850^{\circ}C$ va fi preluată de gazul de răcire a lingourilor finale de metale - argon sau azot - ; pentru separarea Al de Fe și Si , se aplică procedeul, în sine cunoscut, de tratare cu Zn recirculat, temperatura de răcire de $850^{\circ}C$ fiind impusă de evitarea vaporizării Zn recirculat ; Zn se asociază exclusiv cu Al , iar Fe și Si se solidifică sub forma unor granule care se separă prin mijloace în sine cunoscute, de centrifugare sau filtrare ; aliajul Al + Zn se încălzește apoi la peste $906^{\circ}C$, temperatura vaporizare a Zn ; vaporii de Zn sunt condensați și Zn lichefiat este răcit , recirculat și recuperat integral ; Al iese în fază lichidă la $840^{\circ}C$, se răcește la $670^{\circ}C$, cedând căldură agentului termic gazos deja menționat, argon sau azot ; apoi se toarnă în lingouri, stivuite în depozit, după trecerea într-o cameră de răcire , unde ajunge sub $60^{\circ}C$, fiind trimis la consum ; Fe și Si se încălzesc la temperaturile respective de topire , apoi se toarnă în lingouri, care de asemenea sunt răcite într-o cameră de răcire, trecute în depozit , pregătite pentru livrare ; tehnologia poate fi adaptată și pentru producere de silumin ; revenind la partea de topitură cu densitate mai mică din topitorul 11 , aceasta se colectează la partea superioară a unei camere de sedimentare 42 și este deversată peste niște pereți 43 ; singura cale de continuare a deplasării este 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 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 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 , 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 , sub topitorul 11 și spațiul de sedimentare 42 ; din acest spațiu, spuma trece prin niște fante 52 , cedând căldură îndeosebi radiativ unor țevi 53 prin care circulă apă-abur energetic ; fâșiile de spumă trec prin câte o pereche de tamburi cilindrici 54 , cu goluri semisferice pe tamburi ; cavitățile semisferice ale tamburilor de fasonare vor avea 3-4 diametre , în proporțiile necesare realizării unei granulometрии optime pentru betoane și umpluturi dense ; din acești tamburi răciți cu apă-abur ies granule sferice , eventual 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 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 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 concentrată 59 printr-o placă vibrantă 60 , cu mici pante ; granulele sunt apoi trimise la consum ; în cazul pământurilor aurifere , de exemplu 100 t / h pământ uscat cu 10 ppm echivalent aur, acestea se topesc la $1800...1900^{\circ}\text{C}$ conform tehnologiei prezentate anterior la valorificarea pământurilor, cinderelor și cenușilor ; prin topire rezultă $30 \text{ m}^3 / \text{h}$ și topitura se divide într-una reprezentând circa 70 % volumic, cu masa de 55 t / h și densitatea sub $2,6 \text{ kg} / \text{dm}^3$ și alta cu densitate mai mare , de peste $4,5 \text{ kg} / \text{dm}^3$, cu masa de 45 t / h ; metalele prețioase și rare se află în topitura mai densă din spațiul 42 ; topiturii cu densitate mai mică i se aplică tehnologia prezentată anterior pentru producere de granule ; topitura densă ajunge în colectorul 22 , de unde trece printr-un distribuitor 61 într-un decantor 62 ; volumul de topitură densă fiind de circa $10 \text{ m}^3 / \text{h}$, iar durata de trecere prin decantor fiind estimată acoperitor la 1...2 h , rezultă volumul decantorului de circa 15 m^3 ; 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 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 ; 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 $10 \text{ kg} / \text{dm}^3$; 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 substanțe depuse, care se răcesc spre temperatura ambiantă, se mărunțesc apoi cu diametre de 5...10 microni, 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 împrăștiia circa $10 \text{ kg} / \text{h}$ 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 de ore de funcționare, metalele prețioase și rare colectate din puțul 64 se răcesc și se mărunțesc ; 90 % din ele 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 se introduce cealaltă parte a aluminei ca făină încălzită într-un încălzitor separat , cu un agent termic gazos care va răci Al înainte de turnare în ligouri ; alumina topită ajunge în reactorul de dezoxidare 24 , unde este redusă cu un consum specific de căldură de $7014 \text{ kcal} / \text{kg Al} \cong 29,3 \text{ MJ} / \text{kg Al}$; metalul topit este răcit într-un schimbător ceramic inseriat 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 ; Al se toarnă în forme în lingouri, care sunt trecute în camera de răcire, unde se ajunge la 60°C și trimis apoi la consum ; în această cameră , căldura este preluată de gazul menționat , care se încălzește în schimbătorul respectiv ; producerea de ciment din clincher topit necesită materiile prime uzuale, folosite la orice ciment- calcar și argilă- ; calcarul se mărunțește în două sorturi, de exemplu 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 se asociază cu aportul termic al aerului încălzit prin căldura de răcire a granulelor expandate de ciment, înainte de măcinarea lor finală ; împreună, formează agentul termic al încălzitorului 1 ; topitura de clincher din 11 este spumată, granulată și apoi răcită , așa cum a fost prezentat în exemplul anterior al pământului ; în final, granulele se macină cu o mare economie de energie electrică în raport cu producerea actuală a cimentului ; pentru valorificarea nisipurilor prin realizarea de granule cu rezistența și gradul de expandare corespunzător cerințelor , lanțul proceselor tehnologice este cuprins în procesele descrise anterior : granularea cu un mic adaos de argilă ca liant, preîncălzirea, topirea finală la circa 1600°C , spumarea și granularea finală în sorturile cerute de piață, răcirea în vederea recuperării de căldură folosită la preîncălzirea materiei prime ; combustibilul folosit în tuburile-focar poate fi cărbune măcinat, petrol pulverizat sau gaze naturale / metan sau amestecuri de hidrocarburi .

REVENDICĂRI

1 . Procedeu de topire a substanțelor cu diferențe semnificative între temperatura de topire și de înmuiere, între care evoluția materiei prime este vitroasă, constând în granularea materiei prime și preîncălzirea ei în fază solidă, prin mijloace în sine cunoscute, caracterizat prin aceea că , în scopul evitării blocajelor schimbului de căldură și al recuperărilor de căldură, granulele fierbinți, încă solide, se introduc în topitura supraîncălzită între 1700...2200°C , lichidă, cu temperatura întreținută prin aport de căldură în masa acesteia; toate materiile prime se regăsesc în granule și se introduc în încălzitoare în sine cunoscute, al căror agent termic îl constituie gazele recuperate din tehnologie ; după ce temperatura granulelor se apropie de cea de început de înmuiere, acestea intră într-un bazin cu topitură la temperatură constantă, cea finală pentru materia primă în stare topită și care poate depăși sensibil pe cea de topire ; constanța temperaturii, în condițiile alimentării continue cu materie



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 1200⁰C a celor două materii prime ; granulele respective coboară în topitorul 11 , întreținut la o temperatură de 1700⁰C , 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 se asociază cu aportul termic al aerului încălzit prin căldura de răcire a granulelor expandate de ciment, înainte de măcinarea lor finală ; împreună, formează agentul termic al încălzitorului 1 ; topitura de clincher din 11 este spumată, granulată și apoi răcită , așa cum a fost prezentat în exemplul anterior al pământului ; în final, granulele se macină cu o mare economie de energie electrică în raport cu producerea actuală a cimentului ; pentru valorificarea nisipurilor prin realizarea de granule cu rezistența și gradul de expandare corespunzător cerințelor , lanțul proceselor tehnologice este cuprins în procesele descrise anterior : granulara cu un mic adaos de argilă ca liant, preîncălzirea, topirea finală la circa 1600⁰C , spumarea și granulara finală în sorturile cerute de piață, răcirea în vederea recuperării de căldură folosită la preîncălzirea materiei prime ; combustibilul folosit în tuburile-focar poate fi cărbune măcinat, petrol pulverizat sau gaze naturale / metan sau amestecuri de hidrocarburi .

REVENDICĂRI

1 . Procedeu de topire a substanțelor cu diferențe semnificative între temperatura de topire și de înmuiere, între care evoluția materiei prime este vitroasă, constând în granulara materiei prime și preîncălzirea ei în fază solidă, prin mijloace în sine cunoscute, caracterizat prin aceea că , în scopul evitării blocajelor schimbului de căldură și al recuperărilor de căldură, granulele fierbinți, încă solide, se introduc în topitura supraîncălzită între 1700...2200⁰C , lichidă, cu temperatura întreținută prin aport de căldură în masa acesteia; toate materiile prime se regăsesc în granule și se introduc în încălzitoare în sine cunoscute, al căror agent termic îl constituie gazele recuperate din tehnologie ; după ce temperatura granulelor se apropie de cea de început de înmuiere, acestea intră într-un bazin cu topitură la temperatură constantă, cea finală pentru materia primă în stare topită și care poate depăși sensibil pe cea de topire ; constanța temperaturii, în condițiile alimentării continue cu materie



primă mai rece, se asigură prin aportul de căldură de la un combustibil ars în pat fluidizat dezvoltat în interiorul unor „tuburi- focar”, imersate în topitură, cu temperatură uniformă pe toată suprafața tuburilor și pe toată înălțimea lor, determinată de patul fluidizat; aerul comburant este preîncălzit cu gazele de ardere evacuate din tuburile- focar, excedentul de 11...12 % fiind valorificat la alți consumatori potențiali .

2 . Procedeu de dezoxidare cu C a materiilor prime oxidice, conform revendicării 1 , caracterizat prin aceea că întreaga topitură este supusă dezoxidării cu C , concomitent sursă de căldură și reducător ; toate componentele materiei prime sunt oxizi care, la diferite temperaturi cedează oxigenul carbonului , până la formare de CO și nu de CO₂ ; se folosește un cărbune cu granule de 5...10 mm , cu conținut relativ mare de C și mic de rușă , aceasta devenind ea însăși materie primă supusă dezoxidării; procesul necesită un contact intim al C cu topitura, pe o durată care scade cu creșterea temperaturii ; canaliculele formate în vrac au forme neregulate, cu diametrul mediu de câțiva mm , cu direcții schimbate brusc și frecvent , ceea ce contribuie la intensificarea contactului necesar dezoxidării ; vracul de C este cufundat în topitură, sub presiunea vracului aflat deasupra acesteia, cu o înălțime corespunzând densității minime a C , pentru a asigura permanența imersării complete a vracului ; procesul dezoxidării se face la temperaturi între 1500 și 2400⁰C și necesită un aport de căldură asigurat parțial de formarea CO cu oxigen din oxizii materiei prime și majoritar de un ansamblu de tuburi-focar ; CO format , împreună cu volatilele unor componente ale topiturii , ca Na, K, Mg, Ca , urcă prin topitură ca bule ascensionale, mereu deformate, mai numeroase în apropierea tuburilor-focar, deci neuniform repartizate în topitură, pe care o agită complex, contribuind la intensificarea contactului dezoxidării ; atomii substanțelor dezoxidate sunt avizi de oxigenul pierdut , pe care nu îl mai găsesc decât la partea nedeoxidată, stimulând reducerea oxizilor mai refractari și coborând temperatura de desfășurare a procesului .

3 . Procedeu de valorificare a substanțelor conform revendicărilor 1 și 2 , caracterizat prin aceea că în cazul procesării de materii prime ca pământuri, bauxite, cenuși , minereuri de Sn, Cu, Zn, Pb , care conțin și elemente chimice cu temperaturi de vaporizare inferioare celor de dezoxidare, volatile, de exemplu Ca, Mg, Zn, Na, K, S, monoxidul de carbon CO generat de reducerea cu C le antrenează ; întregul ansamblu gazos circulă în contracurent cu cărbunele pe care îl încălzește ; gazele răcite la circa 1500⁰C sunt preluate prin tuburi

dispuse în vracul de cărbune și introduse într-un răcitor de beton refractar, în sine cunoscut, în care se răcesc până la 950°C , răcirea continuând într-un schimbător metalic inseriat cu cel anterior, de la 950 la circa 100°C ; volatilele sunt condensate pe rând: mai întâi condensează Ca, care este colectat peste 95 % în stare lichidă, cu mare puritate, în schimbătorul din beton refractar la 1150°C ; restul de Ca, de 5 %, este amestecat cu următoarea volatilă condensată, circa 80 % Mg, colectat pur în schimbătorul menționat și restul de 20 % în amestec cu Zn; apoi condensează Na și K; toate acestea necesită rectificări ulterioare pentru purificare, fiind amestecate unele cu altele în fază primară; toate metalele lichefiate sunt colectate în cutii metalice etanșe; CO, lipsit de volatile, se mai răcește suplimentar de la 100 la 30°C și este comprimat și refulat în răcitor ca agent de răcire, care se va încălzi până la 1450°C ; căldurile sensibile și latente, cedate de volatilele condensate, acoperă disipările de căldură ale celor două schimbătoare inseriate, cel din BR și cel metalic; cu acest CO la 1450°C sunt alimentate tuburile- focar; gazele de ardere excedentare vor fi folosite la preîncălzirea materiei prime sau / și a cărbunelui; toate gazele de ardere răcite sunt evacuate în atmosferă la max. 100°C ; în cuva de dezoxidare, după extragerea oxigenului și a volatilelor, a rămas o topitură care conține Si, Al, Fe, Ti și cantități neînsemnate de alte metale; pentru separarea acestora, aliajele obținute Si-Al, Al-Fe între aceste componente ale topiturii formează eutectice: de exemplu, Al-Si se caracterizează prin temperatura de topire 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 0°C , aliajul Al-Si, aflat în stare lichidă, conține Si între 0 și 16 %, restul fiind Al, iar aliajul Al-Fe conține circa 2,5 % Fe, aflat de asemenea în stare lichidă; prin răcirea recuperativă a amestecului, Fe se solidifică în particule aciforme de mici dimensiuni, care se sedimentează gravimetric, iar Si nu depășește participația de 16 %; la 670°C , întregul amestec Al-Si-Fe poate fi omogenizat cu Zn, în stare lichidă la 421°C ; Zn are o relativ mare afinitate față de Al; se separă prin filtrare sau prin centrifugare întregul conținut de Fe și Si, densitățile Si, Fe, Al-Zn fiind suficient de net diferențiate; recuperarea căldurii Al se va face în fază lichidă cu răcire utilă până la 700°C și apoi în fază solidă sub 100°C ; în cazul Si sau Fe+Ti, recuperarea se va face în fază solidă cu răcirea lingourilor sub 100°C .

4. Procedeu de spumare, granulare și răcire a unor topituri vitroase, conform revendicărilor 1-3, caracterizat prin aceea că spumarea se va aplica atât în domeniul

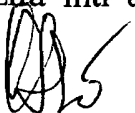


cimentului, în scopul reducerii la o zecime a consumului mare actual de energie pentru măcinarea clincherului răcit, în vederea producerii făinii de ciment, cât și la realizarea de granule vitroase cu densitate mică; topitura având o vâscozitate suficient de mare, stabilită prin controlul temperaturii, va circula ascensional printr-un strat granular de nisip grosier, cu refractaritate adecvată ; sub acest strat granular se introduce aer preîncălzit care, la trecerea prin strat, se fragmentează în bule cu diametre condiționate de granulația umpluturii, bulele fiind preluate de topitură, care le menține până la finalul evoluției acesteia ; densitatea topiturii poate fi redusă până la 20 % ; în cazul cimentului, bulele vor avea diametre mai mari, pentru facilitarea măcinării, pereții dintre bule având grosimea apropiată de dimensiunea particulelor făinii finale ; aerul pentru spumare va fi preluat din atmosferă, comprimat la circa 1 bar, preîncălzit cu căldură recuperată din instalație ; în scopul granulării spumei, aceasta este deversată din cuva de spumare într-un spațiu inferior, prevăzut cu un planșeu cu fante înguste, prin care spuma curge cu viteză mică în fâșii paralele ; între fâșii se dispun țevi prin care circulă apă / abur sub presiune medie de 10...20 de bari, în care se va produce abur energetic supraîncălzit până la 500°C ; cu măsuri adecvate de tehnica securității, prin destindere într-o turbină , aburul respectiv va produce energie electrică , consumată integral în instalație ; îndeosebi prin radiație termică spre țevi, spuma din fâșii se răcește rapid, crescându-și vâscozitatea și ajungând între tamburii cilindrici ai unor granuloare, din care ies granule sferice, interlegate printr-o foiță de topitură congelată ; pentru creșterea rugozității granulelor produse pentru betoane relativ ușoare, dar de existență, alveolele cilindrilor granulatori vor fi prelucrate cu mici adâncituri, care vor deveni protuberanțe pe granule; în cazul cimentului, granulele vor fi cât mai expandate și lipsite de rugozitate ; în răcitor, sferile fierbinți formează o umplutură relativ nivelată, producția de sfere fiind aproape aceeași pe întreaga secțiune a unui răcitor cilindric vertical , prin care circulă ascensional aer atmosferic devenit agent de răcire ; la partea superioară, în zona de cădere liberă a sferelor fierbinți, aerul răcitor este recuperat preîncălzit la circa 1000...1200°C , folosit îndeosebi ca aer comburant ; în cazul cimentului, granulele expandate răcite se macină, cu consum infim de energie și sunt trimise la consum ca făină de ciment ; în cazul granulelor destinate umpluturilor și betoanelor, curba granulometrică se realizează prevăzând ca granuloarele menționate să producă trei mărimi de granule .



5 . Procedeu de valorificare a pământurilor aurifere , conform revendicărilor 1-4, caracterizat prin aceea că acestea se topesc la 1800...1900⁰C conform tehnologiei prezentate anterior la valorificarea pământurilor, bauxitelor și cenușilor ; metalele prețioase și rare se află în topitura mai densă din spațiul 42 ; topiturii cu densitate mai mică i se aplică tehnologia prezentată pentru producere de granule; topitura densă ajunge în colectorul 22 , de unde trece printr-un distribuitor 61 într-un decantor 62 ; 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 mică 63 , care conduce la un puț 64 ; canalul 63 și partea inferioară a puțului 64 sunt permanent încălzite la 1200⁰C, cu o rezistență electrică uzuală ; 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 / dm³ ; 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 substanțe depuse, care se răcesc spre temperatura ambiantă, se mărunțesc apoi cu diametre de 5...10 microni, 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 ; 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 ar obtura de câteva vizibilitatea fundului decantorului, în lipsa topiturii ; metalele prețioase și rare colectate din puțul 64 se răcesc și se mărunțesc ; 90 % din ele 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 .

6 . Procedeu de obținere pe cale carbotermică a aluminiului din alumină , conform revendicărilor 1-3 , caracterizat prin aceea că o parte din alumină este granulată, încălzită la 1900⁰C și introdusă în topitorul 11 la 2100⁰C , după procedeul descris anterior în cazul pământului sau bauxitei ; în același topitor se introduce cealaltă parte a aluminei ca făină încălzită într-un încălzitor separat , cu un agent termic gazos care va răci Al înainte de



turnare în ligouri ; alumina topită ajunge în reactorul de dezoxidare **24** , unde este redusă ; la temperatura de 2100°C a topiturii, tensiunea de vapori de Al este suficient de mare pentru a face posibilă vaporizarea unei părți semnificative de Al ; vaporii sunt antrenati de CO în vracul de cărbune, din care condensează pe măsură ce întâlnesc cărbune din ce în ce mai rece ; Al depus pelicular pe cărbune mai rece ajunge în topitură, reintroducând în circuit Al vaporizat ; carbura de aluminiu Al_4C_3 , la temperatura de peste 2050°C se descompune : atomii de C și Al sunt preluați de masa ascensională de CO și volatile, atomii de C se atașează la granulele de carbon și reintră în baie, iar Al evoluează ca și vaporii de Al menționați anterior ; metalul topit este răcit într-un schimbător ceramic inseriat 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 ; Al se toarnă în forme în lingouri, care sunt trecute în camera de răcire, unde ajunge la 60°C și trimis apoi la consum ; în camera de răcire , căldura este preluată de gazul menționat, care se încălzește în schimbătorul respectiv .



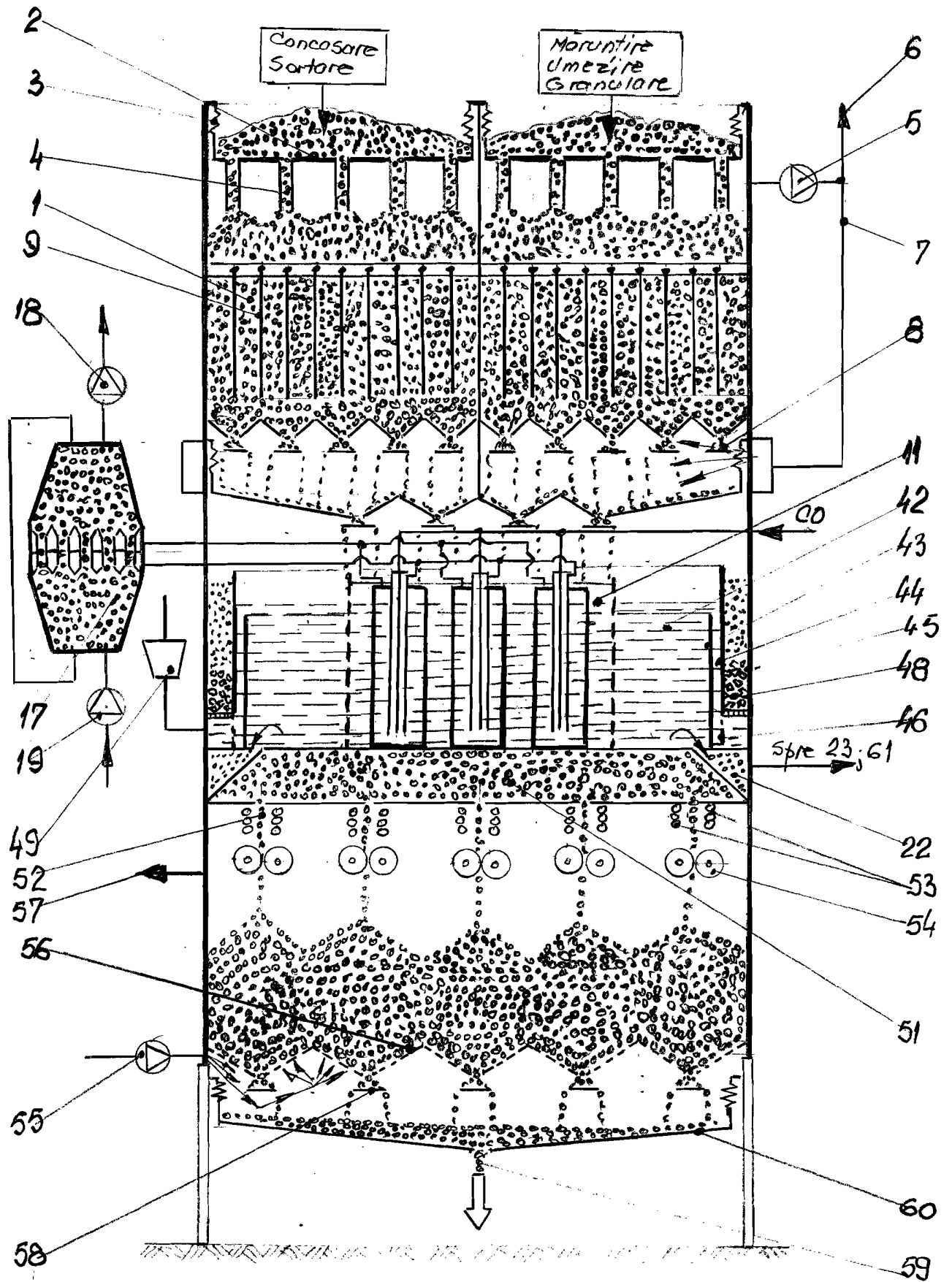


fig. 1

CHS

fig. 2

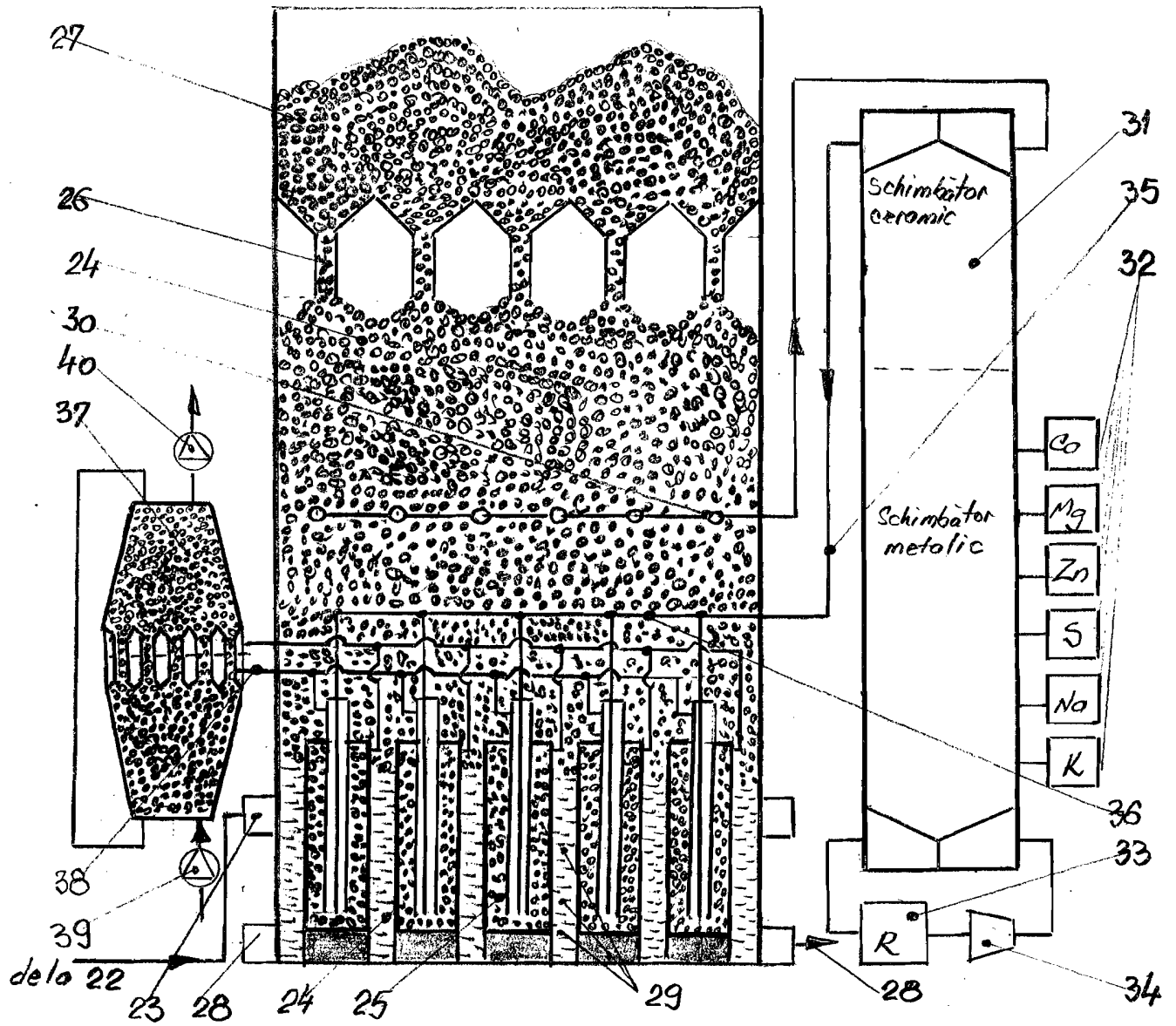


fig. 3

