



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01310**

(22) Data de depozit: **05/12/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2017** BOPI nr. **11/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**30/08/2013** BOPI nr. **8/2013**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ DIN  
BUCUREȘTI - CENTRUL DE CERCETARE  
ACPC ROMÂNIA,  
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313,  
CORP ED-004, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO**

(72) Inventatori:  
• **STĂNĂȘILĂ VIRGIL CORNELIU,  
(DECEDAT), RO;**

• **STĂNĂȘILĂ OCTAVIAN, ALEEA FĂUREI  
NR. 8, VILA 11, AP. 9, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **ȘTEFĂNOIU HORĂȚIU GEORGE,  
STR. PAJUREI NR.11, BL.F4, SC.B, AP.40,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **ȘTEFĂNOIU DAN, STR. BĂICULEȘTI  
NR.19, BL.D9, AP.50, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 120412 B1; US 3135598; GB 1489602**

(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE DE REDUCERE  
A UNOR PULBERI DE MINERU DE FIER**



# RO 128753 B1

1 Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de reducere a minereului de fier pentru  
producerea de pulbere de fier moale, fără carbon, folosind ca agent reducător hidrogenul.

3 Invenția are aplicabilitate în industriile siderurgică și chimică.

5 Se cunoaște procedeul H-IRON referitor la producerea de pulbere de fier la presiuni  
mari, de peste 30 de bari, în atmosferă de hidrogen pur. Minerul de fier cu granulație între  
7 40 și 800  $\mu\text{m}$  este introdus într-un cuptor rotativ, reducerea având loc în trei trepte de flui-  
dizare, atingând un grad de reducere de 98%. Pulberea este piroforică și trebuie supusă unei  
9 pasivizări prin recoacere la 800°C în atmosferă de hidrogen. Dezavantajul procedurii îl  
constituie consumul energetic specific de peste 18 GJ/t Fe și, totodată, consumul de oxigen  
tehnic costisitor.

11 O altă soluție cunoscută este cea din documentul **WO/2004/067784**, în care se propune  
un proces pentru a produce burete de fier și apoi pulbere redusă de fier, prin care oxidul de  
13 fier și agentul reducător solid sunt mărunțiți și stocați alternativ în spirală. Dezavantajul constă  
atât în gradul scăzut de utilizare a gazului reducător, cât și în utilizarea de oxigen tehnic.

15 Se mai cunoaște și tehnologia Hoeganaes de producere de pulbere de fier, aplicată  
și la o întreprindere din Buzău, prin care se utilizează fier vechi topit, pulverizat, răcit, formând  
17 o pulbere brută, călită în atmosferă de hidrogen, care apoi este mărunțită și măcinată într-un  
produs fin de fier. Dezavantajul este că s-au constatat acumulări de pulbere pe suprafețe plate,  
19 și accidente cauzate de aprinderea pulberii, care este combustibilă și dificil de controlat.

Mai apropiată de actuala propunere de invenție este cea din brevetul  
21 **RO 121605/2007**, conform căreia producerea de pulbere metalică este asociată cu produ-  
cere de hidrogen din apa separată după dezoxidarea în pat fluidizat a minereului de fier, prin  
23 folosirea de agent reducător gazos, format din CO și H<sub>2</sub>. Fierul obținut este reoxidat cu abur  
care se disociază, generând hidrogen pur. Dezavantajul principal constă în utilizarea insufi-  
25 cientă a agentului reducător.

Mai este cunoscut, de asemenea, documentul **RO 120412 B1**, care prezintă un pro-  
27 cedeu și o instalație de reducere a oxizilor de fier din pulberi de minereuri, cenuși piritice  
și/sau țunder cu dimensiuni mai mici de 3 mm, folosind ca sursă de căldură și agent redu-  
29 cător hidrogenul, realizat prin fazele de: încălzire a materiei prime de la 20° la 370°C, cu  
căldură recuperată de la produsul final, continuarea încălzirii până la 500...750°C cu căldură  
31 generată de un combustibil secundar, rezultat din procesele de dezoxidare produse, mine-  
reul încălzit trecând printre niște piese în formă de lambda dispuse în strat orizontal pe toată  
33 secțiunea de curgere, și cedând căldură gazului metan care se descompune în C și H<sub>2</sub> de  
reducere a minereului într-o cameră de reducere cu piese în formă de lambda, dispuse în  
35 strat orizontal, instalația de aplicare a procedurii cuprinzând două schimbătoare de căldură  
cu piese în formă de lambda dispuse în strat orizontal, și ventilator de vehiculare a unui  
37 agent termic gazos, și un schimbător de căldură cu țevi și piese în formă de lambda.

De asemenea, documentul **US 3135598** prezintă un procedeu de reducere a mine-  
39 reului de fier cu gaz reducător, constând în hidrogen preîncălzit care poate conține până la  
20% și CO, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, prin circularea acestui gaz în contracurent cu minerul care coboară  
41 gravitațional prin niște camere de reducere preliminară, la temperatura de 300...400°C, de  
reducere la temperatură joasă, de 450...600°C, și de reducere la temperatură înaltă, de  
43 700...900°C, căldura minereului redus fiind recuperată într-o cameră de recuperare a căldurii,  
prin care circulă în contracurent gazul de reducere care astfel este reîncălzit.

Mai este cunoscut și documentul **GB 1489602**, care prezintă un procedeu și o insta-  
45 lație de producere a buretelui de fier prin trimiterea minereului de fier de redus într-un cuptor  
vertical, în contracurent cu un gaz reducător precum hidrogenul, trimis prin pasaje radiale,  
47 produșii de reacție fiind colectați, partea metalică fiind separată, iar partea oxidică fiind  
reîncălzită și readusă la gura de încărcare, și reintrodus în camera de reducere.  
49

# RO 128753 B1

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este cea a producerii de pulbere de fier, prin reducerea cu hidrogen a oxizilor de fier procurați din industria siderurgică, mărunțiți la granulația uzuală, cu niște mijloace simple și ieftine, dar eficiente, care să permită utilizarea în mod economic a unei temperaturi de reducere completă a oxizilor de fier de maximum 600°C, în camera de reducere.

Conform invenției, procedeul propus rezolvă problema tehnică enunțată și atenuează dezavantajele menționate ale celorlalte soluții prin aceea că, într-o primă fază, făina de minereu de fier, relativ uscată, este măcinată sau preluată gata măcinată de la o întreprindere siderurgică, la o granulație cuprinsă între 20 și 250 μm, fără peletizare. Se înlătură astfel măcinarea finală a fierului moale, obținut pe alte căi, operație care ar conduce la formarea de lamele/particule turtite, și nu de mici granule. Se realizează totodată controlul debitelor și menținerea unui anumit nivel al stratului de minereu. Ansamblul reactorului de producere de pulbere de fier se prezintă ca un paralelipiped vertical, izolat termic la exterior, pentru a reduce disipările de căldură, în condițiile unei temperaturi interioare de maximum 600°C. Făina de minereu intră într-un buncăr dotat cu un încălzitor, care folosește gaze de ardere produse în exteriorul instalației. Pentru controlul curgerii minereului, acesta trece printr-un proces de sitare, cu amplitudinea și perioada reglabile. Făina de minereu este preîncălzită la 570°C cu gaze de ardere produse în exteriorul instalației. Vracul respectiv de făină este susținut de un ansamblu de trei site.

Deplasarea alternativă a sitei mijlocii asigură desfacerea eventualelor aglomerări de minereu și reglarea debitului de făină, prin reglarea amplitudinii și frecvenței mișcării alternative, realizată în plan orizontal. Făina căzută în particule separate pe ansamblul celor trei site formează un strat cu grosime variabilă în jurul unei medii de 10 mm. Pentru dezoxidarea minereului de fier, se folosește hidrogenul, care asigură absența carbonului din pulberea de fier finală. Reacția de dezoxidare cu hidrogen este  $Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$ , de fapt  $Fe_2O_3 + 15H_2 + 12H_2O = 2Fe + 12H_2O + 3H_2O$ , cu hidrogen recirculat, generat într-un gazogen alăturat instalației, și necesitând circa 0,6 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>/kg Fe. Oxidarea H<sub>2</sub> asigură doar 1548 din cele 1758 kcal/kg Fe necesare; pentru restul de 210 kcal/kg Fe plus disipările, estimate la circa 10 kcal/kg Fe, totalizând 220 kcal/kg Fe ≈ 0,25 kWh/kg Fe, se introduce suplimentar energie electrică. O variantă constă în cedarea de căldură prin intermediul unor benzi/panglici de Kanthal de 4 x 0,3 mm, așezate în trei straturi paralele, pe câte o jumătate din secțiunea de deplasare a minereului, în fiecare strat dintre cele trei, legate în paralel; cele două jumătăți sunt, de asemenea, legate în paralel.

Într-o altă variantă, în site se descarcă, cu frecvență variabilă, un condensator electric, ce asigură alimentarea relativ uniformă și continuă cu energie a stratului, cât să se acopere necesarul menționat de energie. În acest fel, la tensiunea nominală a rețelei, se cedează tocmai 0,25 kWh/kg Fe. Așadar, consumul necesar de energie este asigurat 88% sub formă termică și 12% pe cale electrică. În spațiul de sub primul strat de site, particulele de făină întâlnesc agentul reducător, aflat în proporție de 79% H<sub>2</sub> + 21% H<sub>2</sub>O, la finele evoluției acestuia. La partea superioară a zonei de făină dispersată se evacuează agentul reducător, care este condus la un răcitor, unde se răcește în final la circa 35°C, pentru a permite condensarea și evacuarea apei în fază lichidă. Hidrogenul se reîncălzește cu căldura pe care a cedat-o în cursul răcirii, și se reintroduce, împreună cu hidrogen generat de gazogen, în reactorul de pulbere de fier, în masa de fier dezoxidat, printr-un distribuitor din țevi perforate. Făina se depune într-un strat de circa 10 mm grosime pe un alt ansamblu de site, cu amplitudinea și frecvența de asemenea reglabile, și cu control al nivelului făinii, în care se realizează dezoxidarea propriu-zisă, prin aport de căldură necesară desfășurării reacțiilor. Cele două spații de sub ansamblurile de site, cu particule separate, relativ depărtate unele

# RO 128753 B1

1 de altele, contribuie la organizarea circulației verticale a  $H_2$  și a vaporilor de  $H_2O$ , formați și  
recirculați. Minereul preîncălzit la  $580^\circ C$  intră în spațiul de jos, în contact cu  $H_2$ , de la gazo-  
3 gen și cel recirculat, introdus printr-un distribuitor, iar din spațiul de sus iese amestecul gazos  
 $H_2 + H_2O$ . Într-un schimbător de căldură superior, amestecul se răcește, cu gaze de ardere  
5 sau cu aer atmosferic, de la  $570^\circ C$  la circa  $80^\circ C$ . Suplimentar, cu un consum de gheață sau  
zăpadă, se mai răcește la  $15^\circ C$ . Apa condensată, împreună cu apa din gheață/zăpadă și cu  
7 praful colectat din minereu, se elimină, iar  $H_2$  „uscat” se recirculă. Amestecul hidrogenului  
provenit de la gazogen cu cel de la un schimbător de căldură din exterior, unde se reține  
9 apa, este preîncălzit la circa  $580^\circ C$  și introdus în plan orizontal în masa de pulbere de  
minereu redus, printr-o rețea de țevi distribuitoare, cu rolul de a-l repartiza uniform la ieșirea  
11 din vracul de pulbere, și de a finaliza eventualele dezoxidări. La trecerea  $H_2$  prin minereu,  
diagrama de echilibru a reducerii oxizilor de fier cu  $H_2$  arată că, la  $572^\circ C$ , doar maximum  
13 21% din  $H_2$  se oxidează, generând  $H_2O$ . Acoperitor se poate considera că reacționează doar  
19% din  $H_2$ , restul de 81% nefiind oxidat. Amestecul de 81%  $H_2$  și 19%  $H_2O$  se răcește în  
15 schimbătorul menționat, de la  $570^\circ C$  la cele circa  $15^\circ C$ .

Condensarea apei îi reduce participația în fluxul de  $H_2$  până la  $0,17 \text{ kg apă/m}^3 H_2$ .  
17 Făina de pulbere de fier dezoxidată cade liber și are contact cu hidrogenul reducător  
proaspăt, contribuind la desăvârșirea reducerii. Ea se colectează într-un buncăr inferior,  
19 trecând mai întâi printr-un răcitor cu gaze de ardere răcite în încălzitorul de minereu, și cu  
puțină apă cu gheață. Pulberea răcită este colectată apoi într-o cutie metalică etanșă, care  
21 se racordează la o pompă de vidare, cu scopul eliminării hidrogenului rămas în masa de  
pulbere. După aceea, se introduce argon, care, fiind monoatomic, pătrunde ușor prin porii  
23 pulberii de fier și în spațiul intergranular. După un timp de relaxare de câteva minute,  
pulberea de fier depiroforizată se poate încălca în pungi sau saci, fiind trimisă la utilizator.

25 Procedul propus în cadrul invenției prezintă următoarele avantaje:

27 - instalația este ecologică, fiind excluse emisiile de  $CO$ , iar cele de  $CO_2$  și alte noxe  
sunt minimizezate;

29 - se utilizează minereul siderurgic uzual, fără peletizare și fără a face o remăcinare  
a produsului final;

31 - se intensifică procesele termochimice de dezoxidare a minereului de fier, cu  
creșterea suprafeței de reacție și cu intensificarea schimbului de căldură;

33 - hidrogenul este recirculat, ceea ce asigură o utilizare aproape completă a agentului  
reducător;

35 - se reduc neuniformitățile temperaturilor în strat, fapt care face ca procesele să  
decurgă la temperaturi relativ constante;

37 - durata proceselor este mult mai redusă decât în cazul altor tehnologii;

39 - pulberea de fier rezultată este nepiroforică și fără carbon, ceea ce o face foarte utilă  
în industrie, la producerea de piese sinterizate, electrozi de sudură, obținere de aliaje în  
oțelării etc.; în ultimul timp, pulberea de fier este utilizată la neutralizarea apelor reziduale și  
la creșterea profitabilă și ecologică a algelor, ca și la eliminarea sulfului din unii combustibili  
41 în industria petrochimică; de asemenea, se poate obține pulbere ultrafină de fier, utilizată în  
industria farmaceutică;

43 - instalațiile care vor aplica procedul sunt compacte, ocupând o suprafață mică de  
teren, fiind realizate cu materiale indigene, fără costuri mari de investiție și exploatare.

45 În continuare, se dă un exemplu de instalație de producere a  $20 \text{ kg/h}$  pulbere de fier,  
din  $29 \text{ kg/h}$  minereu de fier, în legătură cu figura ce reprezintă o secțiune.

47 Minereul de fier uscat, cu granulația între  $20$  și  $250 \mu m$  și cea medie mai mare de  
 $40 \mu m$ , aflat într-un buncăr **1**, cade în particule separate pe un ansamblu de site **2**, formând  
49 un strat cu grosime variabilă în jurul unei medii de  $10 \text{ mm}$ . Sitele au ca scop controlul debi-  
tului și menținerea unui anumit nivel al stratului de minereu. Se prevăd trei site orizontale.

# RO 128753 B1

Cea din mijloc, cu 900 ochiuri/cm<sup>2</sup>, este mobilă, cu alternanță, și permite trecerea tuturor granulelor sub 200 μm. Celelalte două site, deasupra și sub cea mobilă, au rolul de a reduce antrenarea minereului departe de sita mobilă. În scopul obținerii unei eficiențe înalte, procesul de dezoxidare se va desfășura în jurul temperaturii de 572°C. Pentru asigurarea unei temperaturi relativ uniforme, fluxul de hidrogen reducător, de circa 0,6 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/kg Fe, traversează uniform straturi subțiri de minereu cu viteze sub viteza de antrenare, de 0,2 m/s, a particulelor mai mari de 18 μm, reprezentând 5% din masa de minereu. Se evită astfel înfundarea de conducte cu particule fine de minereu, iar schimbul de căldură între agentul reducător și vracul de minereu se realizează pe suprafețe orizontale, prin straturi de minereu suficient de subțiri, astfel încât căderea de presiune să fie de ordinul zecilor de milimetri coloană de apă. Prin oxidarea hidrogenului cu oxigen din minereu se produc circa 9,6 kg apă, și prin minereu trebuie vehiculați 9,6/0,17 = 56,7 m<sup>3</sup><sub>n</sub> H<sub>2</sub>/h, la care se adaugă vapori de apă recirculați. Viteza gazelor este de circa 0,2 m/s. Consumul de energie este asigurat în proporție de 88% termic, iar restul de 12% introduse suplimentar necesită 5 kW, pentru a produce cele 20 kg Fe/h. Spațiul **3** de sub ansamblurile de site contribuie la organizarea circulației verticale a H<sub>2</sub> și a vaporilor de apă formați și recirculați. Minereul preîncălzit la circa 580°C într-un încălzitor **9** intră într-un spațiu gol **5**, de peste 10 cm înălțime, unde se realizează un strat de minereu cu grosimea de circa 3 cm. Acesta este străbătut de fluxul de hidrogen, introdus printr-un distribuitor **4**, efectuându-se dezoxidarea. În acest strat se află trei rânduri de benzi/panglici din Kanthal, dimensionate astfel ca la tensiunea nominală de 220 V să cedeze 5 kW, care să asigure deficitul de căldură neacoperit de puterea calorifică a hidrogenului „ars” în cursul dezoxidării minereului. Fiecare panglică este dispusă în forma mai multor rezistențe legate în paralel, realizând două grupuri formate din câte trei rezistențe, legate de asemenea în paralel. Panglicile sunt dispuse în benzi paralele, cu lățimea pe verticală. Dintr-un spațiu **7** iese amestecul gazos H<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O. Într-un schimbător de căldură superior, în sine cunoscut, amestecul se răcește de la 570°C la circa 80°C și suplimentar la 15°C, cu consum de gheață sau zăpadă. Apa condensată, împreună cu apa din gheață/zăpadă și cu praful colectat din minereu, se elimină, iar H<sub>2</sub> uscat se recirculă. Amestecul hidrogenului provenit de la gazogen cu cel de la un schimbător de căldură din exterior, unde se reține apa, este preîncălzit la circa 580°C și introdus în plan orizontal în masa de pulbere de minereu redus, printr-o rețea de țevi distribuitoare, cu rolul de a-l repartiza uniform la ieșirea din vracul de pulbere și de a finaliza eventualele dezoxidări. Hidrogenul ajunge la un răcitor ce reține apa și îl separă pentru recirculare. Așadar, întrucât reacția de oxidare a hidrogenului cu oxigenul extras din minereu, cu formare de apă, are loc doar parțial, în proporție de circa 20%, în scopul creșterii eficienței utilizării hidrogenului, amestecul de hidrogen și abur este răcit la 15°C, astfel ca participația celor 20% de vapori să condenseze. Hidrogenul este recirculat, fiind reîncălzit după separarea de abur cu căldura cedată de amestecul inițial, într-un schimbător cunoscut în sine, și amestecat cu hidrogen proaspăt. În acest mod, crește utilizarea hidrogenului teoretic la 100% și nu doar 80%, ca la procedeele cunoscute. Apa este separată și evacuată în faza lichidă odată cu mărunțul de fier sub 20 μm, evacuat ca nămol (împreună cu apa în exces). Încălzitorul **9** este format din piese/cutii metalice de 500x150x14 mm, cu câte un racord de intrare a gazelor de ardere la 650°C în partea inferioară, cu diametrul interior de peste 10 mm, și cu câte un racord de ieșire a gazelor la 60°C în partea superioară. Prin cutiile încălzitorului circulă gaze de ardere care se răcesc de la 650 la 50°C, încălzind minereul de la 20°C la 620°C. Hidrogenul, format din cel proaspăt și cel recirculat, este distribuit printr-o rețea de țevi subțiri, la circa 15 mm sub nivelul liber al pulberii de fier, minereu dezoxidat. Stratul de pulbere străbătut servește atât la uniformizarea distribuției hidrogenului, cât și la desăvârșirea dezoxidării minereului. Pulberea de fier cu 575°C continuă coborârea și este răcită într-un răcitor **6** imersat în vracul de pulbere, având o construcție similară cu

# RO 128753 B1

1 cea a încălzitorului de minereu **9**. Ca agenți de răcire, se folosesc gaze de ardere de circa  
75°C ieșite din încălzitorul de minereu, care vor evolua între 45°C și 550°C. Răcirea pulberii  
3 de fier poate continua până la 35°C într-un schimbător cu apă, amplasat în tronsonul inferior  
al instalației. Pulberea având 80°C, se colectează într-un recipient, de exemplu, de circa  
5 20 kg, reprezentând producția pe o oră a instalației. Din acest recipient se extrage hidrogenul  
cu o pompă de vid, prin realizarea unui vacuum avansat, sub 1 mbar (100 Pa). Se va evacua  
7 atât hidrogenul dintre granule, cât și cel aflat în porii granulelor. După 15 min, în recipient se  
introduce argon, care, fiind monoatomic, pătrunde relativ ușor în porii granulelor, înlocuind  
9 hidrogenul și vaporii de apă. Pulberea de fier răcită și depiroforizată este trimisă la utilizator.  
Instalația mai cuprinde un schimbător exterior de căldură, al cărui rol este acela de a răci  
11 amestecul de 80% H<sub>2</sub> + 20% H<sub>2</sub>O, în vederea condensării și eliminării apei în faza lichidă.  
Necesarul de hidrogen pentru dezoxidarea minereului, la evoluție integrală, fiind de 0,6 m<sup>3</sup><sub>n</sub>  
13 H<sub>2</sub>/kg Fe, prin instalație trebuie să circule (100/20)x12 = 60 m<sup>3</sup><sub>n</sub> H<sub>2</sub>/h. S-a stabilit anterior că  
viteza de antrenare a particulelor cu granulație sub 40 μm este de 0,2 m/s, ceea ce conduce  
15 la o secțiune de curgere ascensională verticală a amestecului gazos reducător de  
60x(1+600/273)/(3600x0,2) = 0,24 m<sup>2</sup>. Această secțiune poate fi stabilită la 0,5x0,5 m<sup>2</sup>,  
17 întreaga construcție a schimbătorului fiind metalică. În schimbător intră un amestec de  
48m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h H<sub>2</sub> și 15m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h H<sub>2</sub>O. Din amestec, prin răcirea sa finală la 30°C, rezultă 48 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h H<sub>2</sub>  
19 și 3 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h vaporii de apă, care sunt încălziți în schimbător, de la 30°C la 580°C, cu un consum  
de circa 9000 kcal/h. Această căldură, furnizată de amestecul gazos inițial, îl răcește de la  
21 580°C la 150°C. Hidrogenul recirculat în reactorul de pulbere de fier se amestecă apoi cu alți  
12 m<sup>3</sup><sub>n</sub> H<sub>2</sub>/h, furnizați de gazogenul extern, iar ansamblul de 60 m<sup>3</sup><sub>n</sub> H<sub>2</sub>/h constituie agentul  
23 reducător al minereului. Cei 48 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h H<sub>2</sub> + 3 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h vaporii de apă trec printr-un plan separator  
de picături de apă, fiind aspirați și comprimați de un compresor, care îi refulează la partea  
25 inferioară a schimbătorului de căldură menționat. Se prevede un indicator **8** pentru controlul  
nivelului minereului, și un separator de picături de apă, pentru evitarea antrenării acestora  
27 de către hidrogenul aspirat de un compresor, cunoscut în sine.

# RO 128753 B1

## Revendicări

1. Procedeu de reducere a unor pulberi de minereu de fier, cu hidrogen circulat în contracurent cu pulberea de minereu de fier care cade gravitațional printre niște spații de mărimea unor ochiuri de trecere, formate de rețele metalice dispuse în plan orizontal, într-o cameră de reducere în care minereul este încălzit la o temperatură mai mare de 500°C și apropiată de 600°C, obținută prin intermediul unui încălzitor ce valorifică energia unor gaze de ardere produse în exteriorul instalației, minereul redus cedând căldura hidrogenului de reducere recirculat, cu separarea a 20% apă rezultată din oxidarea hidrogenului, prin intermediul unui schimbător de căldură ce răcește amestecul hidrogen-vapori de apă, apa separată fiind evacuată împreună cu nămolul provenit de la particulele fine de fier, hidrogenul recuperat fiind recirculat prin reîncălzire și amestecat cu hidrogen proaspăt, **caracterizat prin aceea că** procesul de dezoxidare are loc la o temperatură de circa 572°C, rețelele metalice utilizate în camera de reducere reprezintă un ansamblu de câte trei site orizontale, dintre care cea din mijloc are circa 900 ochiuri/cm<sup>2</sup>, este mobilă și vibrează, permițând trecerea tuturor granulelor sub 200 μm, celelalte două site având rolul de a reduce antrenarea minereului departe de sita mobilă, iar fluxul de hidrogen reducător este ales de circa 0,6 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/kg Fe, corespondent unei viteze de traversare a straturilor subțiri de minereu de 0,2 m/s, sub valoarea de antrenare a particulelor mai mari de 18 μm, astfel încât schimbul de căldură între agentul reducător și vracul de minereu să se realizeze pe suprafețe orizontale, prin straturi de minereu suficient de subțiri, într-un interval de timp corespunzător reducerii complete a acestuia. 3
2. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în scopul suplimentării cu 12% a energiei necesare asigurării reacției de dezoxidare, se utilizează niște rezistențe electrice sub forma a trei benzi/panglici din Kanthal, dimensionate astfel încât, la tensiunea nominală a rețelei, să cedeze energia corespunzătoare deficitului de căldură neacoperit de hidrogenul „ars” în cursul dezoxidării minereului. 5
3. Procedeu conform revendicării 1 sau 2, **caracterizat prin aceea că** pulberea de fier având circa 80°C se colectează într-un recipient din care se extrage hidrogenul cu o pompă de vid, prin realizarea unui vacuum avansat, sub 100 Pa, după câteva minute, în recipient fiind introdus argon care înlocuiește hidrogenul și vaporii de apă din porii granulelor pulberii de fier care, după răcire și depiroforizare, poate fi trimisă la utilizator. 7
4. Procedeu conform revendicării 1 sau 3, **caracterizat prin aceea că**, în scopul suplimentării cu 12% a energiei necesare asigurării reacției de dezoxidare, se descarcă apoi cu frecvență reglabilă un condensator electric prin stratul de minereu, pentru cedare de energie electrotermică stratului de minereu. 9
5. Instalație de reducere a unor pulberi de minereu de fier, de aplicare a procedeuului conform uneia dintre revendicările de la 1 la 3, cuprinzând un buncăr (1) de minereu, o cameră de reducere (3) cu rețele metalice dispuse în plan orizontal, pentru formarea de straturi de minereu, un încălzitor (9) de preîncălzire a minereului, utilizând temperatura unor gaze de ardere, un distribuitor (4) de hidrogen și un schimbător de căldură tip răcitor (6) de condensare și separare a apei și de răcire a pulberii de fier, **caracterizată prin aceea că** rețelele metalice din camera de reducere (3) reprezintă un ansamblu de site orizontale, dintre care cea din mijloc este mobilă și are circa 900 ochiuri/cm<sup>2</sup>, încălzitorul (9) de preîncălzire a minereului este format din piese/cutii metalice de 500x150x14 mm, cu câte un racord de intrare a gazelor de ardere la 650°C în partea inferioară, cu diametrul interior de peste 11

# RO 128753 B1

1 10 mm, și cu câte un racord de ieșire a gazelor la 60°C în partea superioară, iar într-un  
spațiu gol (5) de sub acest încălzitor (9) sunt fixate trei rânduri de benzi/panglici din Kanthal,  
3 conectate la o sursă de curent electric, și dimensionate astfel ca la tensiunea nominală a  
rețelei să asigure deficitul de căldură neacoperit de puterea calorifică a hidrogenului „ars” în  
5 cursul dezoxidării minereului.

6. Instalație conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că** fiecare panglică din  
7 Kanthal din spațiu gol (5) este dispusă sub forma multor rezistențe legate în paralel, reali-  
zând două grupuri formate din câte trei rezistențe legate, de asemenea, în paralel, panglicile  
9 fiind dispuse în benzi paralele, cu lățimea pe verticală.



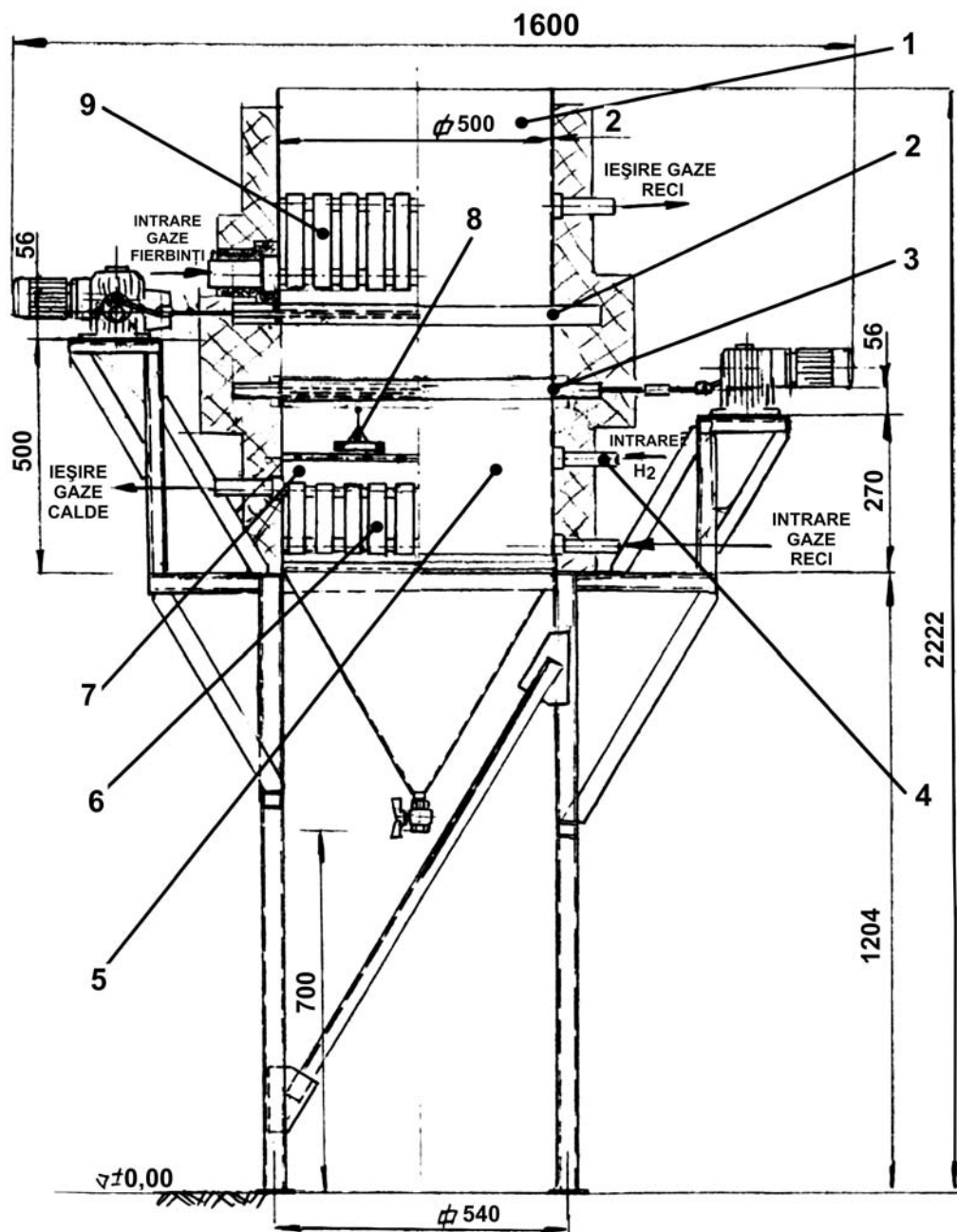
# RO 128753 B1

(51) Int.Cl.

C22B 5/12 (2006.01);

C21B 13/00 (2006.01);

C21B 11/00 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 572/2017