



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00831**

(22) Data de depozit: **23/08/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2018** BOPI nr. **8/2018**

(41) Data publicării cererii:  
**28/02/2013** BOPI nr. **2/2013**

(73) Titular:  
• **CENTRUL DE CERCETARE PENTRU  
MATERIALE MACROMOLECULARE ȘI  
MEMBRANE CCMMS S.A.**,  
*SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.202 B,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO*

(72) Inventatori:  
• **ROIBU CONSTANTIN**,  
*STR. TUDOR VLADIMIRESCU NR. 22,  
BL. 3, SC. A, AP. 6, RÂMNICU-VÂLCEA, VL,  
RO;*  
• **OLARU NICOLAE RADU**,  
*STR. MATEI BASARAB NR. 26, BL. 114,  
SC. B, AP. 18, RÂMNICU-VÂLCEA, VL, RO;*  
• **HÂNCU DUMITRU IOAN**,  
*STR. I.C.BRĂILIANU NR. 12, BL. A65, SC. C,  
AP. 12, RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO;*

• **DRAȘOVEAN VICTOR**,  
*STR. GENERAL MAGHERU NR. 5, BL. C,  
SC. C, AP. 3, RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO;*  
• **POPA STAN**,  
*STR. ARH. ALEXANDRU ZAGORITZ NR. 5,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;*  
• **CIOROIANU FLORIAN**,  
*STR. GENERAL DR.ION CERNĂTESCU  
NR.22, BL.F 1, SC.2, ET.6, AP.25,  
CRAIOVA, DJ, RO;*  
• **NEGRÎTESCU CODRU CONSTANTIN**,  
*ȘOS. PÂTELIMON NR. 229, BL. 69, SC. A,  
ET. 3, AP. 16, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,  
RO;*  
• **RADU MARIN**, *CALEA RAHOVEI NR.217,  
BL.12, SC.1, PARTER, AP.1, SECTOR 5,  
BUCUREȘTI, B, RO*

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**WO 2006/136316 A1; WO 2005/024301 A1**

(54) **PROCEDEU DE ARDERE A AMESTECULUI DE HIDROGEN  
CU DIOXID DE CARBON ȘI INSTALAȚIE DE PUNERE  
ÎN APLICARE A ACESTUIA**



# RO 128151 B1

1           Invenția se referă la procedeu de ardere a amestecului de hidrogen cu dioxid de  
carbon, și la o instalație de punere în aplicare a acestuia.

3           Se cunoaște un procedeu de ardere a hidrogenului și un arzător catalitic de hidrogen  
ce funcționează la temperaturi joase fără flacără, conform documentului  
5 **WO2006/136316 A1**, în care se folosesc doi catalizatori, Pd (paladiu) și Pt (platină), primul  
dintre aceștia fiind de amorsare a oxidării hidrogenului în fluxul de aer la temperatura mediu-  
7 lui ambiant, care este urmat de alți catalizatori situați într-o cameră de ardere în aval, pentru  
susținerea în continuare a oxidării. Pentru a preveni colmatarea porilor catalizatorilor, aerul  
9 folosit este purificat și furnizat de un compresor. Arzătorul este conceput pentru a oferi o  
sursă de căldură sistemelor rezidențiale de furnizare a apei calde menajere sau pentru  
11 termoficare.

13           Se cunoaște un procedeu de ardere a hidrogenului și un arzător catalitic de hidrogen  
ce funcționează la temperaturi joase, conform documentului **WO 2005/024301 A1**. Hidro-  
15 genul este amestecat cu aer și ars într-o cameră de ardere pe un catalizator (paladiu sau  
platină), la o temperatură scăzută, fără flacără. Camera de ardere este înconjurată de un  
schimbător de căldură traversat de gazele arse, căldura degajată la ardere fiind preluată de  
17 un circuit de apă de răcire.

19           Încălzirea globală cauzată de creșterea concentrațiilor gazelor cu efect de seră în  
atmosfera constituie o preocupare majoră legată de calitatea aerului. Bioxidul de carbon este  
cel mai abundent gaz cu efect de seră emis prin arderea combustibililor fosili folosiți pentru  
21 încălzire, producere de electricitate și transport, fiind răspunzător pentru cele mai multe  
dintre schimbările climatice. Reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> impune măsuri cum ar fi reducerea  
23 consumului de energie, creșterea eficienței energetice sau utilizarea energiilor alternative,  
regenerabile.

25           Una dintre alternativele majore ale energiei bazate pe combustibili fosili o constituie  
energetica bazată pe hidrogen. Obiect al unor utilizări de mare specificitate în industria  
27 chimică, în industria electronică și în cea spațială, hidrogenul a atras interesul autorităților  
publice și al organizațiilor din cercetare, precum și pe cel al oamenilor de afaceri, de mai bine  
29 de trei decenii, și în calitate de combustibil curat pentru mijloacele de transport sau ca sursă  
pentru generarea energiei electrice. Au fost inițiate și derulate cu prioritate, în întreaga lume,  
31 ample activități de cercetare-dezvoltare multidisciplinare, urmărind elaborarea unor tehnologii  
eficiente de generare, separare, purificare, stocare, transport și utilizare în condiții de  
33 siguranță a hidrogenului.

35           Hidrogenul este combustibilul cel mai curat din punctul de vedere al mediului înconju-  
rător (prin arderea sa rezultând doar apă) și, totodată, purtătorul de energie cel mai eficient,  
având un conținut energetic pe unitatea de greutate de 2,1 ori mai mare decât la gazele  
37 naturale. Hidrogenul este și cea mai versatilă resursă energetică regenerabilă, putând fi  
folosit oriunde în lume, independent de resursele tradiționale de energie, drept combustibil  
39 pentru motoarele tuturor tipurilor de vehicule, ca și pentru instalațiile termice care deservesc  
o gamă foarte largă de utilizări (locuințe, clădiri, localități etc.), precum și pentru alimentarea  
41 celulelor de combustibil care produc energie electrică fără poluare, având o mare varietate  
de aplicații, inclusiv în electronică, telecomunicații, tehnica de calcul.

43           O problemă tehnică importantă care trebuie rezolvată pentru utilizarea hidrogenului  
drept combustibil este aceea a arzătorului. Viteza de ardere a hidrogenului pur este foarte  
45 mare, fiind cuprinsă în intervalul 265...325 cm/s, față de 37...45 cm/s în cazul metanului. Din  
acest motiv, în condiții normale hidrogenul nu poate susține o flacără. Este necesar ca viteza  
47 de ardere a hidrogenului să fie redusă concomitent cu reducerea pericolului de explozie.

# RO 128151 B1

Temperatura flăcării și viteza de propagare a acesteia sunt dependente de compoziția amestecului de ardere, care face să crească dimensiunea flăcării, și să scadă viteza acesteia. În funcție de cerințele concrete impuse de o anumită utilizare, compoziția amestecului de ardere trebuie optimizată cu mare grijă. Arderea hidrogenului implică, de regulă, lucrări mai frecvente de întreținere a arzătoarelor, întrucât combustia rapidă face deseori posibil contactul flăcării cu componentele arzătorului, conducând la degradarea rapidă a acestora.

Pe plan mondial s-au conceput și implementat soluții privind adaptarea centralelor termoelectrice funcționând pe combustibili fosili la funcționarea cu hidrogen. Încă din 1993, în cadrul unui proiect demonstrativ, derulat în Germania de către compania SWB, s-a testat funcționarea unor cazane cu capacitatea termică de 20 KW, utilizând arzătoare modificate pentru arderea hidrogenului, a gazului natural sau a unor amestecuri ale acestor gaze (*International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 19, nr. 10, 1994). În Japonia au fost elaborate noi cicluri Rankine pentru centrale electrice care folosesc drept combustibil hidrogenul (*International Journal of Exergy*, vol. 1, nr. 1, pp. 29-46, 2004).

Arzătoarele de hidrogen proiectate necorespunzător vibrează și produc zgomot. Mai important este însă faptul că la astfel de arzătoare proiectate necorespunzător flacăra poate să fie foarte instabilă și se poate desprinde de arzător. Unii producători de arzătoare limitează concentrația de hidrogen la 90...95%, diferența fiind constituită din metan. Rezultate remarcabile recunoscute pe plan mondial a obținut firma americană Coen, din California. S-a raportat proiectarea și punerea în funcțiune a unor cazane din gama 250.000 lb/h (113,5 t/h), folosind drept combustibil 95% hidrogen cu arzătoare Coen, precum și faptul că această firmă poate produce arzătoare care să ardă 100% hidrogen la cazane de abur de tipul Rentech ori Babcock&Wilcox.

Firma taiwaneză De Fu Technology produce în mod curent arzătoare „hidrogen-oxigen” cu capacitatea termică maximă de 250.000 kcal/h, destinate cazanelor. cuptoarelor pentru tratamente termice și altor aplicații ([www.dfb.com.tw](http://www.dfb.com.tw)).

Pentru a arde hidrogenul în condiții de siguranță, este esențial să se mențină o viteză minimă a arderii la nivelul injectoarelor de hidrogen, astfel că dispozitivele convenționale de control al debitului și presiunii nu sunt suficiente. Firma americană C-B NATCOM a proiectat (pentru uzina chimică Olin Chior Chemicals) un arzător care utilizează zone multiple de injecție a hidrogenului (produs excedentar al uzinei, disponibil la o presiune de 0,48 bar), ce se deschid și se închid astfel încât să se mențină presiunea în limite optime (destinat unor cazane acvatubulare cu capacitatea de 34 t/h, și funcționând la presiuni de ordinul a 10 bari). Un sistem cu 6 astfel de zone asigură un raport de reglare de 20:1. Sistemul de control elaborat permite funcționarea sigură și eficientă în cinci moduri de ardere: numai gaz natural, numai păcură, numai hidrogen, hidrogen cu gaz natural și hidrogen cu păcură. Pentru a reduce formarea unor oxizi de azot, se evită contactul imediat al combustibilului cu aerul, prin injectarea de abur la periferia injectoarelor de hidrogen. Tot pentru evitarea formării oxizilor de azot, temperatura de funcționare trebuie menținută sub 650°C. La uzina chimică menționată, proiectul de instalare a două cazane de abur care să utilizeze hidrogenul excedentar și, în caz de nevoie (disponibilitatea hidrogenului ca produs excedentar nefiind constantă), gazul natural sau păcura a necesitat o perioadă de 14 luni pentru finalizare. Beneficiile, în creștere de la an la an, datorită majorărilor de prețuri la combustibili, au fost estimate la 2,5 milioane USD anual.

În luna august 2008, un sistem similar de utilizare a hidrogenului excedentar pentru alimentarea cu combustibil a unor cazane de abur a fost pus în funcțiune și de uzina din Runcorn (nord-vestul Angliei) a companiei INEOS Chior, un lider global în producerea de derivați clorurați (<http://www.chemicalprocessing.com/articles/2010/132.html>).

# RO 128151 B1

1 În documentul **WO 2009/068424 A1** se prezintă un sector de tranziție cuplat în  
amonte cu generatorul de vârtejuri, și un sector de amestecare cuplat în amonte cu sectorul  
3 de tranziție și în aval cu camera de ardere.

5 În documentul **WO 2007/021053 A1** se prezintă un arzător pentru hidrogen gazos,  
și un sistem de furnizare a căldurii care folosește acest arzător. Hidrogenul este generat *in*  
7 *situ* într-o celulă electrolitică, prin electroliza unei soluții apoase, și este filtrat înainte de utili-  
zare. Se prevede și posibilitatea stocării temporare a hidrogenului produs electrolitic într-un  
9 aliaj metalic, în vederea utilizării ulterioare în arzător. Este asigurată o disipare eficientă a  
căldurii degajate, prevenindu-se supraîncălzirea duzei de alimentare cu hidrogen. Arzătorul  
conform acestei invenții poate fi utilizat la o instalație casnică pentru gătit.

11 În documentul **WO 2006/136316 A1** este prezentat un arzător catalitic de hidrogen,  
funcționând în condiții sigure la temperaturi joase (în jur de 300°C), fără flacără. Un prim  
13 catalizator de amorsare a oxidării hidrogenului în fluxul de aer la temperatură ambiantă este  
urmat de alți catalizatori situați în aval în camera de ardere, pentru susținerea în continuare  
15 a oxidării. Pentru a preveni colmatarea porilor catalizatorilor, aerul folosit este purificat și  
furnizat de un compresor. Arzătorul este conceput pentru a oferi o sursă de căldură pentru  
17 sistemele rezidențiale de furnizare a apei calde și/sau de încălzire.

19 În documentul **WO 20067058843 A1** se prezintă o metodă și un dispozitiv pentru  
arderea unui combustibil gazos care conține hidrogen sau constă din hidrogen. Arzătorul  
este prevăzut cu un generator de vârtejuri, combustibilul gazos fiind introdus axial și/sau  
21 coaxial în acesta. Fluxul de aer necesar arderii este introdus tangențial și este rotitor.

23 În documentul **WO 2005/024301 A1** hidrogenul este amestecat cu aer și ars într-o  
cameră de ardere pe un catalizator (de exemplu: paladiu, platină), la o temperatură scăzută  
(200...450°C), fără flacără. Hidrogenul este furnizat la o presiune mică, preferabil 20 milibari.  
25 Camera de ardere este înconjurată de un schimbător de căldură traversat de gazele arse,  
căldura degajată la ardere fiind preluată de un circuit de apă de răcire. Apa încălzită poate  
27 fi stocată într-un rezervor, și utilizată la nevoie. Hidrogenul poate fi produs *in situ* prin  
electroliză, ori poate fi preluat din butelii de stocare, după o reducere de presiune. Arzătorul  
29 brevetat este conceput pentru echiparea unui sistem de asigurare cu apă caldă a unor  
clădiri. Când nu este nevoie de apă caldă, hidrogenul poate fi acumulat în hidruri metalice  
31 și stocat.

33 Problema tehnică obiectivă pe care o rezolvă invenția constă în menținerea vitezei  
minime a arderii combustibilului la nivelul injectoarelor de hidrogen.

35 Soluția la această problemă, propusă de procedeul de ardere a amestecului de  
hidrogen cu dioxid de carbon, constă în folosirea magneziului ca și catalizator pentru a  
realiza arderea hidrogenului din amestecul H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>, utilizându-se doi moli de hidrogen pentru  
37 cel mult un mol de dioxid de carbon.

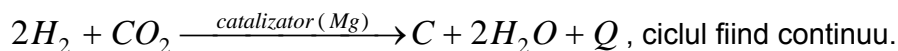
39 Soluția la această problemă, propusă de instalația de ardere a amestecului de  
hidrogen cu dioxid de carbon, constă în folosirea unei carcase prevăzute cu o conductă de  
admisie a hidrogenului, în interiorul căreia se află o cameră de distribuție uniformă a  
41 hidrogenului, o cameră de distribuție uniformă a dioxidului de carbon, și o cameră pentru  
catalizator, prevăzută cu un deflector de omogenizare a amestecului gazos.

43 Procedeul de ardere a amestecului H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>, conform invenției, elimină dezavantajele  
anterior menționate prin aceea că, într-o primă fază, este realizată arderea hidrogenului din  
45 amestecul (H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) în prezența magneziului dintr-o incintă cu orificii pentru evacuarea  
gazelor și a atomilor de carbon, drept catalizator, cu formare de MgO, iar în a doua fază, în  
47 aceeași incintă în care a avut loc arderea hidrogenului conform primei faze, plusul de  
hidrogen introdus permite regenerarea magneziului. Toate acestea se desfășoară conform  
49 următoarelor reacții fazice:

# RO 128151 B1



și reacției generale, de bilanț:



Instalația pentru arderea amestecului  $\text{H}_2\text{-CO}_2$ , conform invenției, elimină dezavantajele invențiilor prezentate anterior prin aceea că este formată dintr-o carcasă din inox (țevă de inox), pe care se fixează un capac conectat la o conductă de alimentare cu hidrogen, în interiorul carcasei fiind cuprinse: 7

- o cameră de distribuție uniformă a hidrogenului, delimitată de două capace, ambele din tablă de inox; 9

- o cameră de distribuție uniformă a dioxidului de carbon, delimitată de două capace din tablă de inox; 11

- o cameră de omogenizare amestec  $\text{H}_2\text{-CO}_2$ , delimitată de un capac din tablă de inox, și care conține nisip de cuarț sau cuarț în formă de cristale hexagonale; 13

- o cameră pentru catalizator, în interiorul căreia se găsește un catalizator de magneziu atât în formă de așchii, cât și în formă de pudră; 15

- niște țevi de cupru ce asigură transportul și repartizarea uniformă a gazelor  $\text{H}_2$  și  $\text{CO}_2$  pe suprafața cuarțului și pe cea a catalizatorului; 17

- un deflector de omogenizare amestec gazos, ce asigură o turbionare a amestecului  $\text{H}_2\text{-CO}_2$ . 19

Înainte de intrarea în stratul de cuarț, pe exteriorul carcasei sunt prevăzute:

- o conductă de completare a catalizatorului; 21

- o conductă de alimentare cu  $\text{H}_2$  și o conductă de alimentare cu  $\text{CO}_2$ ; 23

- instalație de dirijare a aerului cald pentru aplicații industriale. 25

Procedeul de ardere a amestecului de hidrogen cu dioxid de carbon, și instalația de punere în aplicare a acestuia, conform invenției, prezintă următoarele avantaje: 27

- promovează, conștientizează și responsabilizează noua generație cu privire la rolul și importanța energiei în aplicațiile domestice și industriale ale hidrogenului, trecerea la o nouă eră bazată pe energia hidrogenului, sursă inepuizabilă; 29

- sistemul permite arderea de  $\text{H}_2$  și  $\text{CO}_2$  atât la joasă, cât și la medie presiune; 31

- reducerea efectului de poluare a mediului prin recuperarea atomilor de carbon; 33

- obținerea de carbon de înaltă puritate, care poate fi utilizat în diverse domenii; 35

- controlarea vitezei de ardere a hidrogenului, precum și a temperaturii dorite, cu aplicații numeroase în domeniul industrial; 37

- asigurarea unei atmosfere de ardere bine controlată, ce permite utilizarea acestuia în tratamente termice industriale; 39

- valorificarea superioară a surplusului de hidrogen al combinatelor chimice și unităților de profil, în scopul obținerii de energie calorică sau energie electrică; utilizarea unui catalizator (Mg) relativ ieftin, ce asigură un transfer al  $\text{O}_2$  de la  $\text{CO}_2$  la  $\text{H}_2$  pe baza unor reacții simple, ce utilizează la 2 moli de  $\text{H}_2$  cel mult un mol de  $\text{CO}_2$ ; 41

- construcția relativ simplă; 43

- siguranța în exploatare; 45

- fiabilitate mare; 47

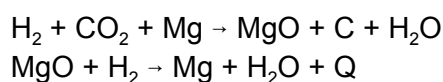
- procedeul permite monitorizarea temperaturii de ardere și a atmosferei prin reglarea vitezei de ardere a hidrogenului.

# RO 128151 B1

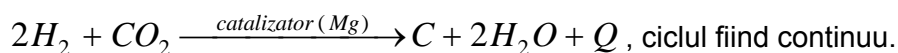
1 Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu  
fig. 1...6, ce reprezintă:

- 3 - fig. 1, instalația de ardere a amestecului  $H_2-CO_2$ ;
- fig. 2, secțiunea transversală a instalației de ardere a amestecului  $H_2-CO_2$ ;
- 5 - fig. 3, detaliu B, fixare cameră catalizator;
- fig. 4, detaliu C, fixare deflector;
- 7 - fig. 5, formă deflector;
- fig. 6, variante de dirijare a căldurii cu aer oferit de un ventilator pentru aplicațiile  
9 industriale.

11 Procedul de ardere a amestecului de hidrogen cu dioxid de carbon, conform  
invenției, cuprinde într-o primă fază arderea hidrogenului din amestecul  $H_2-CO_2$  în prezența  
magneziului, într-o incintă cu orificii pentru evacuarea gazelor și a atomilor de carbon, drept  
13 catalizator, cu formare de  $MgO$ , iar în a doua fază, în aceeași incintă, plusul de hidrogen  
introdus regenerează magneziul, conform reacțiilor fazice:



19 și reacției generale, de bilanț:



23 Din bilanțul chimic al reacției se poate observa că se utilizează doi moli de hidrogen  
pentru un mol de dioxid de carbon. Cantitativ, în reacție intră circa  $2400 \text{ Nm}^3 H_2/h$  și  
25  $1200 \text{ Nm}^3 CO_2/h$ , adică 2 moli  $H_2/\text{max}$  1 mol  $CO_2$ , pentru care volumul camerei cilindrice cu  
Mg a fost de D300x30 (circa 5,7 kg Mg).

27 Arderea are loc la suprafața stratului de magneziu așchii, locul unde se produce  
combinarea hidrogenului cu oxigenul, și eliberarea atomului de carbon. Magneziul are  
29 tendința de oxidare, însă acesta este regenerat de hidrogen prin cedarea oxigenului la  
atomul de hidrogen. Atât reacția de oxidare a magneziului, cât și oxidarea hidrogenului sunt  
31 reacții puternic exoterme, care conduc la un randament superior al bilanțului energetic în  
raport cu pierderea de energie necesară descompunerii dioxidului de carbon. Catalizatorul  
33 și debitul de  $CO_2$  asigură micșorarea vitezei de ardere a PL, iar stratul de cuarț asigură  
omogenizarea amestecului  $H_2-CO_2$  și întrerupe flacăra la oprirea alimentării cu hidrogen (nu  
35 îi permite să se propage în circuitul de alimentare cu  $H_2$ ).

Procedul de ardere a amestecului  $H_2-CO_2$  - casnic se realizează secvențial astfel:

- 37 - se deschide robinetul conductei cu  $H_2$  la debit minim;
- cu o instalație piezoelectrică se aprinde hidrogenul;
- 39 - se mărește debitul de hidrogen;
- se deschide robinetul conductei cu  $CO_2$  până la asigurarea raportului molar optim.

41 La oprire operațiile sunt invers celor de la pornire.

Procedul de ardere a amestecului  $H_2-CO_2$  - industrial se realizează secvențial astfel:

43 - se aprinde cu o instalație piezoelectrică o flacăra de veghe cu metan, adus printr-o  
conductă de alimentare, flacăra de veghe fiind îndreptată perpendicular pe axa arzătorului  
45 de hidrogen;

- se deschide progresiv robinetul de alimentare cu hidrogen până la debitul maxim;

47 - se deschide progresiv robinetul de alimentare cu  $CO_2$  până la asigurarea raportului  
molar  $H_2/CO_2$  egal cu 2/maxim 1.

# RO 128151 B1

Operația de oprire a instalației decurge în mod invers operației de pornire, și anume: oprire CO <sub>2</sub> , oprire H <sub>2</sub> , oprire flacără de veghe cu metan. Instalațiile industriale vor fi prevăzute și cu doi senzori optici pentru flacăra de veghe și pentru flacăra amestecului de H <sub>2</sub> cu CO <sub>2</sub> ce intră într-o schemă specială de automatizare, dar care nu face obiectul prezentei invenții.	1 3
Aerul suflat cu un ventilator este dirijat într-o cameră ce permite răcirea instalației, fig. 1, apoi aerul încălzit este turbionat printr-un spațiu tronconic în interiorul focarului cazanului. Carcasa pentru dirijarea aerului cald în cazan este prevăzută cu un circuit care conține umplutură de țevă de cupru, care asigură transferul de căldură la aerul ventilat.	5 7
Instalația, atât pentru varianta utilizată în domeniul casnic, cât și industrial, așa cum se poate observa în fig. 1, conform invenției, este alcătuită dintr-o carcasă <b>1</b> din inox, și dintr-o țevă de inox pe care se fixează un capac <b>3</b> conectat la o conductă de alimentare cu hidrogen <b>2</b> . În interiorul carcasei <b>1</b> se află o cameră de distribuție uniformă a hidrogenului <b>M1</b> , delimitată de un capac <b>3</b> și un capac <b>5</b> , ambele din tablă de inox, aflată în legătură cu o cameră de distribuție uniformă a dioxidului de carbon <b>M2</b> , delimitată de capacul <b>5</b> și de un capac <b>6</b> , tot din tablă de inox. Tot în interiorul carcasei <b>1</b> se află o cameră <b>M3</b> de omogenizare amestec H <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> , delimitată de un capac <b>9</b> din tablă de inox, și sită interioară <b>14</b> , omogenizarea realizându-se cu ajutorul unui deflector <b>16</b> , confecționat din tablă de inox, precum și nisip cuarțos sau cristale de cuarț cu granulație 0,8...2 mm, și o cameră pentru catalizator <b>14</b> , din sită de inox cu perforații de 50 μm, în interiorul căreia se găsește un catalizator de magneziu <b>13</b> atât în formă de așchii, cât și în formă de pudră.	9 11 13 15 17 19
Instalația cuprinde niște țevi de cupru <b>7</b> sau inox <b>8</b> , ce asigură transportul și repartizarea uniformă a gazelor H <sub>2</sub> și CO <sub>2</sub> pe suprafața catalizatorului <b>13</b> , și un deflector <b>16</b> ce asigură o turbionare a H <sub>2</sub> și CO <sub>2</sub> prin startul de cuarț <b>18</b> .	21 23
Pe exteriorul carcasei <b>1</b> sunt prevăzute o conductă de completare a catalizatorului <b>17</b> , o conductă de alimentare cu H <sub>2</sub> <b>2</b> și o conductă de alimentare cu CO <sub>2</sub> <b>4</b> .	25
Disponerea țevilor <b>7</b> și <b>8</b> în interiorul carcasei <b>1</b> se poate vedea în fig. 2.	
Fixarea camerei pentru catalizator <b>14</b> cu elementul Mg ce are rolul de catalizator se poate observa din fig. 3, aceasta realizându-se cu o piuliță <b>11</b> , o garnitură <b>12</b> și un element elastic <b>15</b> .	27 29
În partea de jos a camerei pentru catalizator se execută tehnologic o înclinație de 15° pe înălțimea acesteia, astfel încât carbonul care rămâne în catalizator să poată fi recuperat printr-o conductă <b>10</b> .	31
Fixarea și forma deflectorului <b>16</b> sunt redată în fig. 4, respectiv, fig. 5. Bolțul de inox <b>19</b> are un ajustaj de strângere pentru fixarea în țeava de distribuție a CO <sub>2</sub> , și este prevăzut cu unele găuri pentru a permite intrarea CO <sub>2</sub> în camera de amestec.	33 35
Catalizatorul din Mg este în formă de așchii și în partea interioară a incintei cu Mg pudră. Raportul masic Mg așchii/Mg pudră = 5/1...4/1.	37
Din camera <b>M1</b> , hidrogenul se distribuie uniform prin conductele <b>7</b> mandrinată sau sudată pe capacele <b>5</b> , <b>6</b> și <b>9</b> , pentru a realiza o etanșare a camerelor.	39
Prin conducta <b>8</b> este distribuit uniform și CO <sub>2</sub> . Aceasta este fixată pe capacele <b>6</b> și <b>9</b> prin mandrinare sau sudare, în funcție de materialul utilizat (cupru sau inox). În urma procesului de ardere, catalizatorul <b>13</b> , care asigură transferul oxigenului de la dioxidul de carbon (CO <sub>2</sub> ) la hidrogen (H <sub>2</sub> ) poate să aibă și unele pierderi ce necesită periodic completarea camerei în care are destinația, lucru care se realizează prin conducta <b>17</b> .	41 43
La aplicațiile industriale este necesară și o dirijare a flăcării și a căldurii cu ajutorul aerului suflat din exteriorul instalației de ardere, conform fig. 6.	45

# RO 128151 B1

1 Aerul suflat cu un ventilator este dirijat într-o cameră ce permite răcirea instalației  
(fig. 1), apoi aerul încălzit este turbionat printr-un spațiu tronconic, pe care se sudează aripi-  
3 oare din tablă **27** în interiorul focarului cazanului **20**. Carcasa **22** este prevăzută cu un circuit  
care conține țevi de alimentare **23** în număr de 12 bucăți, umplutură de țevă de cupru  $\Phi$   
5 10x1x10 mm **26**, care asigură transferul de căldură la aerul ventilat. Tot la aplicațiile indus-  
triale trebuie asigurată o flacără de veghe printr-o conductă de alimentare **25**, un sistem  
7 piezoelectric **21** de aprindere a flăcării.

Carbonul rezultat în urma procesului de descompunere a  $\text{CO}_2$ , datorită reactivității  
9 hidrogenului cu oxigenul din  $\text{CO}_2$ , este recuperat prin conducta **10**, iar o altă parte este  
spulberat la baza focarului cazanului termic, unde este amplasată instalația, acesta fiind  
11 periodic recuperat. Este foarte important de precizat că nu este admisă crearea în focar a  
unei cantități mai mari de carbon atomic, deoarece ar exista riscul aprinderii acestuia, lucru  
13 care ar conduce la topirea focarului.

Într-un prim exemplu de realizare se utilizează o instalație cu diametrul exterior de  
15 300 mm, lungimea de 300 mm, grosimea stratului de Mg aşchii de 30 mm, grosimea stratului  
de Mg pudră de 5 mm, și grosimea stratului de cuarț de 20 mm.

17 La acest gabarit al instalației se pot arde debite de 900 m<sup>3</sup>/h și 3000 m<sup>3</sup>/h, și dioxid  
de carbon proporțional la cel mult jumătatea hidrogenului folosit (la 2 moli de  $\text{H}_2$  cel mult  
19 1 mol de  $\text{CO}_2$ ).

Pentru situații în care nu avem dioxid de carbon cu concentrații mari de 98...99% se  
21 poate folosi și amestec de gaz cum ar fi: azot 40...60%, oxigen 2...4% și  $\text{CO}_2$  36...48%, gaz  
obținut din procesele chimice existente.

23 În toate situațiile se ține cont de necesarul de  $\text{O}_2$  atât în stare liberă, cât și cel aflat  
în combinație cu  $\text{CO}_2$ , astfel încât să asigure arderea completă a hidrogenului.

25 În cel de-al doilea exemplu de realizare, respectiv, în cel industrial, pe lângă instalația  
descriasă la exemplul 1, se utilizează o carcasă cu diametrul de 1200 mm, și un ventilator ce  
27 asigură atât răcirea instalației prezentate anterior, cât și dirijarea flăcării obținute. Se mai  
folosește o conductă pentru aducțiunea gazului metan în vederea realizării flăcării de veghe,  
29 iar aprinderea se realizează cu o instalație piezoelectrică. Ciclul de funcționare este urmă-  
torul: la pornire - ventilare cazan, oprire ventilare, aprindere flacără de veghe, deschidere  
31 progresivă vană de hidrogen, deschidere progresivă vană de  $\text{CO}_2$ , introducere aer cald  
pentru dirijarea flăcării și căldurii, iar la oprire - oprire ventilare, oprire  $\text{CO}_2$ , oprire  $\text{H}_2$ , oprire  
33 flacără de veghe.



# RO 128151 B1

## Revendicări

1. Procedeu de ardere a amestecului de hidrogen cu dioxid de carbon, ce are la bază reacțiile fazice  $H_2 + CO_2 + Mg \rightarrow MgO + C + H_2O$ ,  $MgO + H_2 \rightarrow Mg + H_2O + Q$  și reacția generală de bilanț  $2H_2 + CO_2 \rightarrow C + 2H_2O + Q$ , utilizându-se doi moli de hidrogen pentru cel mult un mol de dioxid de carbon, **caracterizat prin aceea că**, într-o primă fază, este realizată arderea hidrogenului din amestecul  $H_2-CO_2$  în prezența magneziului drept catalizator, într-o incintă cu orificii pentru evacuarea gazelor și a atomilor de carbon, cu formare de MgO, utilizându-se doi moli de hidrogen pentru cel mult un mol de dioxid de carbon, în a doua fază, în aceeași incintă în care are loc arderea hidrogenului conform primei faze, plusul de hidrogen permite regenerarea magneziului, iar flacăra și căldura degajată prin arderea hidrogenului și magneziului sunt dirijate cu aer cald după ce aerul parcurge un circuit cu umplutură de țeavă de cupru, pe baza unui ciclu de funcționare anterior stabilit, și anume: la pornire are loc ventilarea cazanului, urmată de oprirea ventilării, aprinderea flăcării de veghe, deschiderea progresivă a vanei de hidrogen ce se continuă cu deschiderea progresivă a vanei de dioxid de carbon, introducerea aerului cald pentru dirijarea flăcării și căldurii, iar la oprire are loc oprirea ventilării, a dioxidului de carbon, a hidrogenului și oprirea flăcării de veghe. 17
2. Instalație de ardere a amestecului de hidrogen cu dioxid de carbon, alcătuită dintr-o carcasă (1) din inox, pe exteriorul căreia se află o conductă de alimentare cu hidrogen (2), o conductă de alimentare cu dioxid de carbon (4), o conductă de recuperare a carbonului (10) și o conductă (17) de completare cu catalizator (13), care asigură transferul oxigenului de la dioxidul de carbon la hidrogen în cazul unor pierderi, **caracterizată prin aceea că**, în interiorul conductei de admisie a hidrogenului (2), se află o cameră de distribuție uniformă a hidrogenului (M1), aflată în legătură cu o cameră de distribuție uniformă a dioxidului de carbon (M2), o cameră (M3) de omogenizare amestec hidrogen cu dioxid de carbon, și o cameră pentru catalizator (14), prevăzută cu un deflector de omogenizare a amestecului gazos (16), și cuprinde niște țevi (23) de alimentare, situate într-o carcasă (22) în interiorul căreia se află o umplutură de țeavă de cupru (26) și o conductă de alimentare de metan, pentru asigurarea flăcării de veghe (25). 29

(51) Int.Cl.

F23C 10/02 (2006.01),

F23C 13/00 (2006.01)

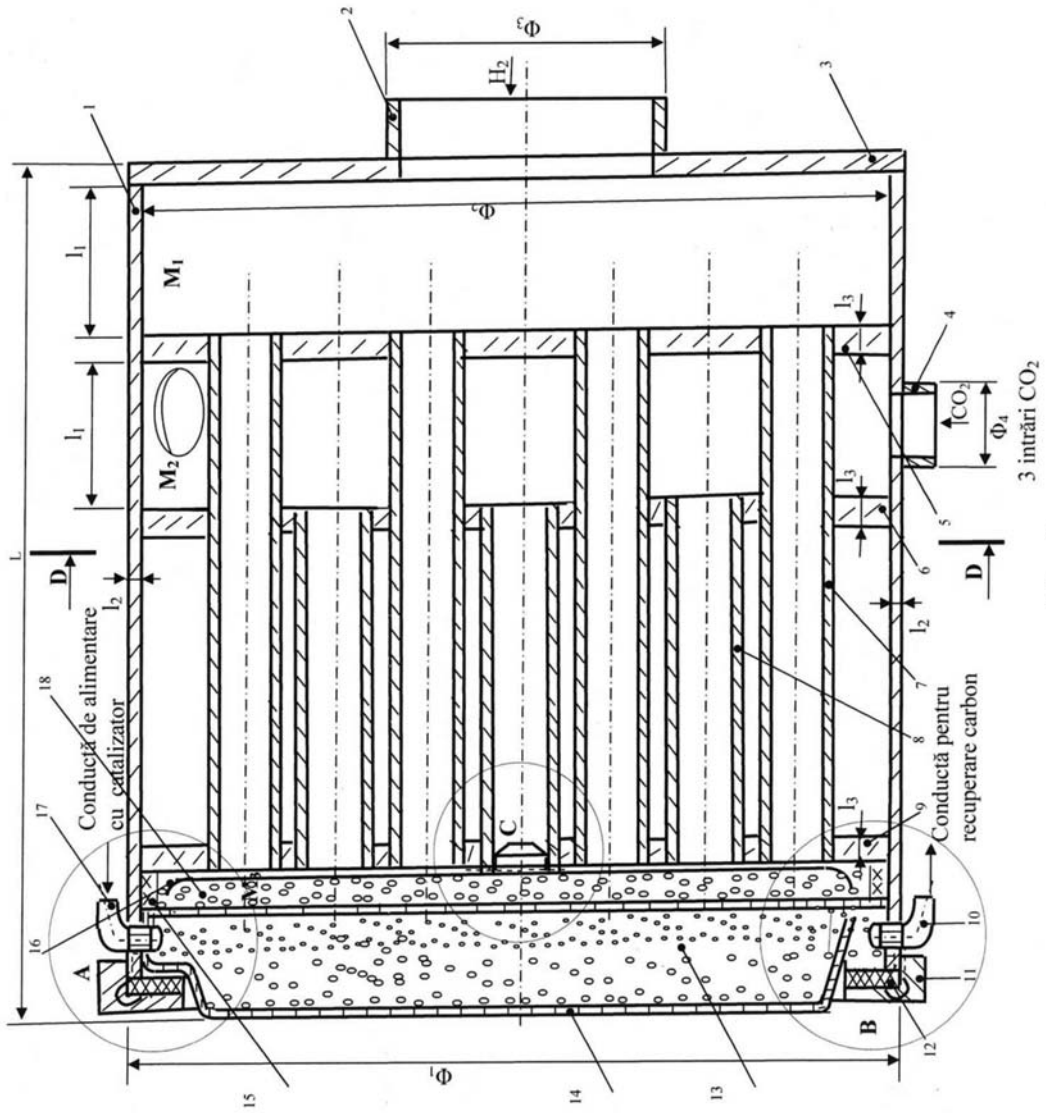


Fig. 1

(51) Int.Cl.

F23C 10/02 (2006.01);

F23C 13/00 (2006.01)

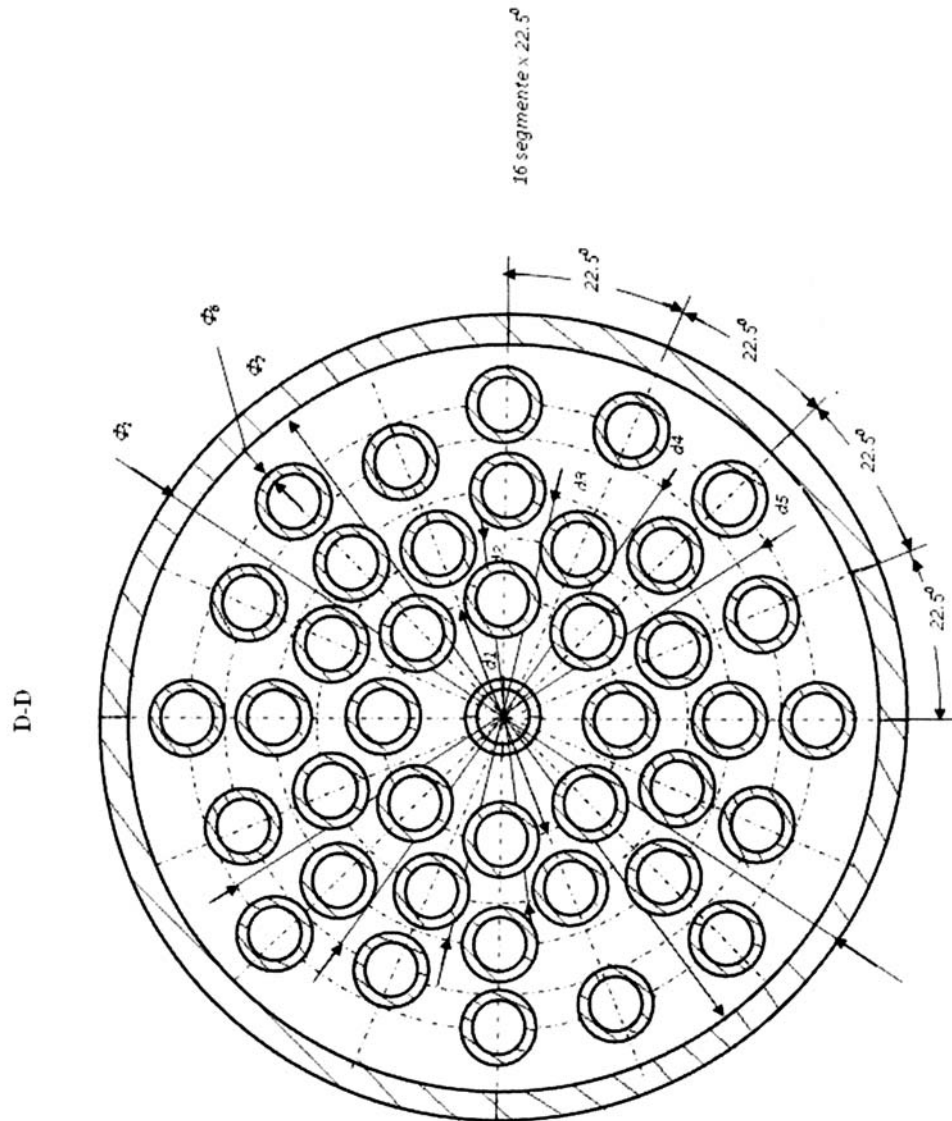


Fig. 2

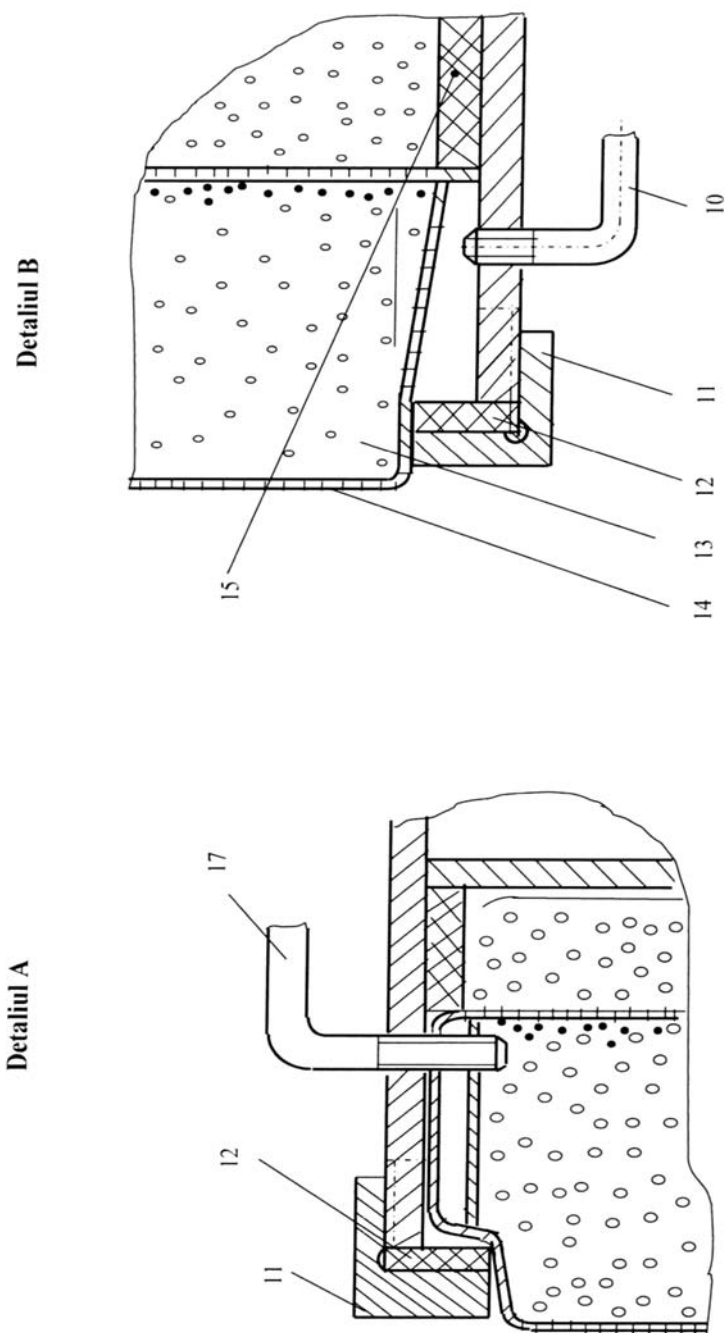


Fig. 3

(51) Int.Cl.

F23C 10/02 (2006.01);

F23C 13/00 (2006.01)

Detaliul C

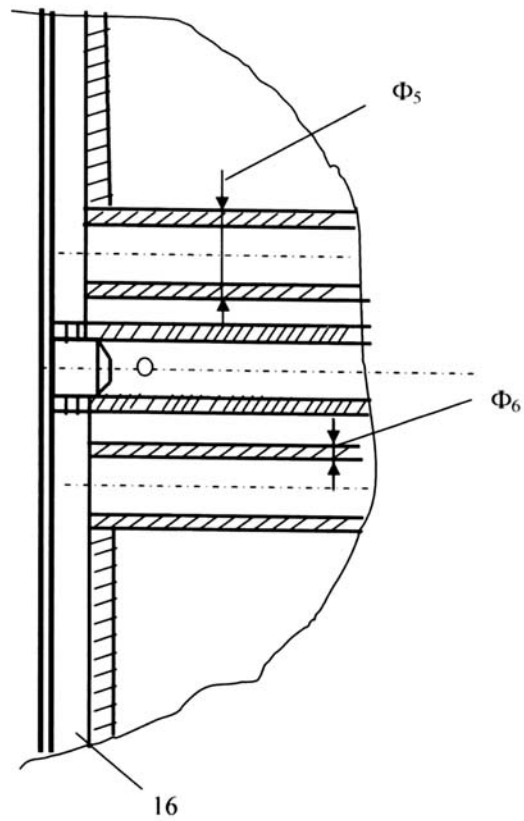


Fig. 4

(51) Int.Cl.

F23C 10/02 (2006.01);

F23C 13/00 (2006.01)

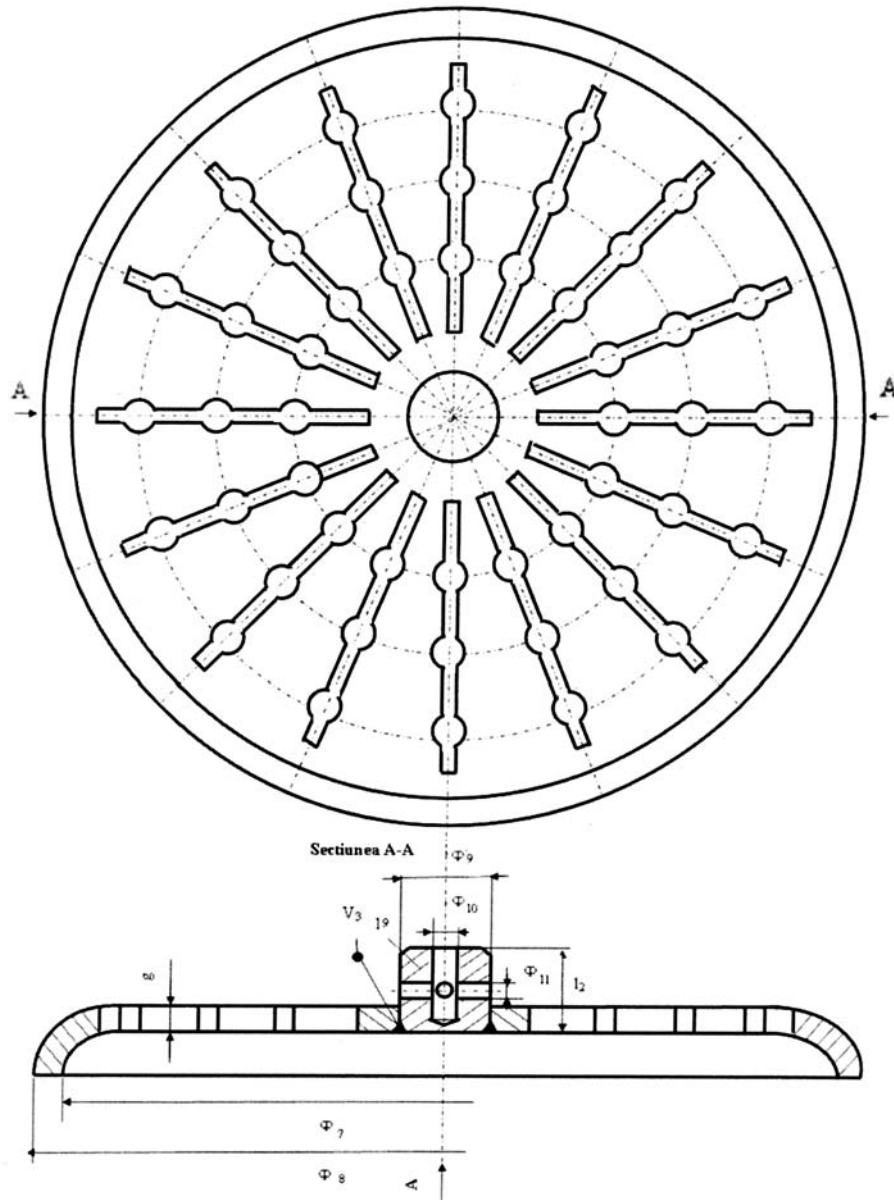


Fig. 5

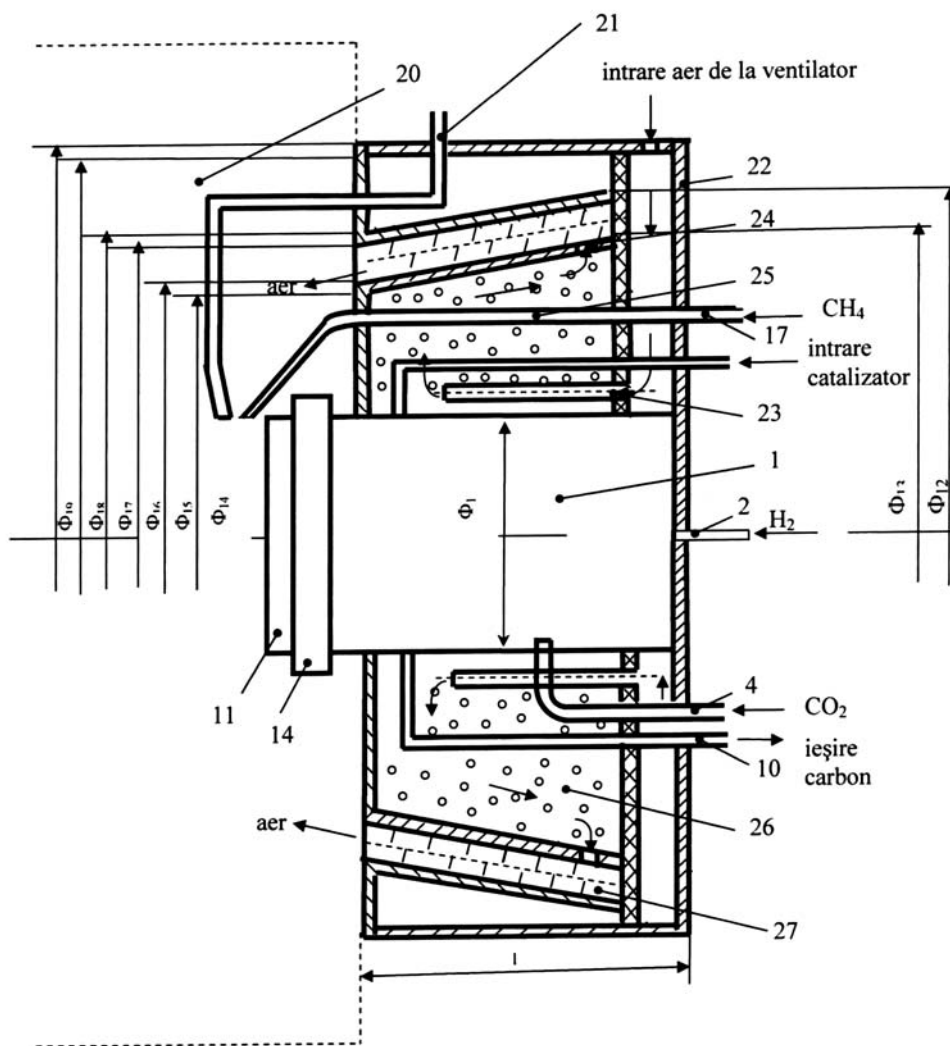


Fig. 6

