



MD 2153 C2 2003.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) **2153** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷: F 23 N 5/00;
F 23 G 5/00

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. depozit: a 2001 0147 (22) Data depozit: 2001.05.15 (41) Data publicării cererii: 2002.12.31, BOPI nr. 12/2002	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2003.04.30, BOPI nr. 4/2003
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD (72) Inventatori: SAJIN Tudor, MD; CRĂCIUN Alexandru, MD; BOTEZ Cleopatra, RO (73) Titular: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD	

(54) Metodă de dirijare a flăcării în procesul de ardere (variante)

(57) Rezumat:

1
Invenția se referă la domeniul energiei, în special la metodele de reglare a arderii combustibilului de hidrocarburi.

Esența invenției constă în aceea că metoda include reglarea debitului de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant avansat în zona de ardere, aprinderea și arderea lui, înregistrarea semnalelor de diagnosticare a flăcării și convertirea semnalelor înregistrate în comenzi de reglare a caracteristicilor flăcării. În timpul arderii se înregistrează oscilațiile zgomotului generat de flacără, care apoi se amplifică în raport cu tensiunea și puterea lui și se convertesc cu un defazaj prestabilit în:

2
5 - oscilații ale raportului debitelor oxidantului și combustibilului, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și oscilațiile debitului componentelor amestecului (varianta 1);
10 - oscilații ale câmpului electric exterior, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și oscilațiile câmpului electric (varianta 2);
15 - unde acustice excitate în flacără, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și undele acustice (varianta 3).
Revendicări: 3

MD 2153 C2 2003.04.30

MD 2153 C2 2003.04.30

3

Descriere:

Invenția se referă la domeniul energeticii, în special la metodele de reglare a arderii combustibililor de hidrocarburi.

Sunt cunoscute metode de dirijare a flăcării prin reglarea debitelor de oxidant și de combustibil [1].

5 Însă metodele cunoscute de dirijare a flăcării nu permit intensificarea procesului de ardere și reglarea fină a caracteristicilor geometrice (lungimea și lățimea), cinetice (viteza de ardere) și termice (temperatura flăcării și intensitatea cedării de căldură) ale flăcării.

10 Este cunoscută metoda de dirijare a flăcării prin reglarea debitelor de oxidant, combustibil și ale altor substanțe inflamabile la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și arderea amestecului în câmp electric longitudinal [2].

Dezavantajele acestei metode constau în creșterea volumului de gaze arse toxice odată cu creșterea debitului de oxidant, imposibilitatea intensificării procesului de ardere de reglării caracteristicilor flăcării fără a dăuna ecologiei prin evacuarea gazelor în atmosferă.

15 Cea mai apropiată după esență și rezultatul obținut este metoda de intensificare și de dirijare a flăcării prin reglarea debitelor de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și arderea amestecului în câmpuri electrice alternative, unul longitudinal cu intensitatea de cel puțin 1 kV/cm și altul transversal rotativ [3]. Intensitatea arderii este reglată prin variația intensității și frecvenței câmpurilor electrice longitudinal și transversal rotativ sau prin variația curentului de emisie a electronilor în zona de ardere la intensitate constantă a câmpului electric longitudinal și anume prin
20 reglarea suprafeței de emisie a electrodului cu ace, amplasat deasupra flăcării. Plus la aceasta, pentru intensificarea arderii în zona de ardere se introduc suplimentar diverși aditivi, cum sunt apa, reziduurile lichide și solide, substanțele ușor ionizabile.

Această metodă permite intensificarea arderii și reglarea caracteristicilor geometrice, cinetice și termice ale flăcării fără a afecta puritatea ecologică a gazelor evacuate în atmosferă.

25 Însă finețea reglării acestor caracteristici nu este suficient de înaltă, iar procedura de reglare este complicată prin necesitatea înregistrării mai multor semnale de diagnosticare a flăcării (temperaturii, compoziției gazelor de ardere, conductivității electrice și înălțimii flăcării) și necesită utilaje complicate de realizare a metodei cunoscute și consum ridicat de energie suplimentară pentru procedura de dirijare a flăcării.

30 Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în elaborarea unei metode de dirijare a flăcării care să permită o procedură simplă și fină de reglare a caracteristicilor geometrice, cinetice și termice ale flăcării și care să reducă consumul de energie suplimentară în procesul de reglare.

În prima variantă, metoda de dirijare a flăcării în procesul de ardere include reglarea debitelor de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și
35 arderea amestecului, înregistrarea semnalelor de diagnosticare a flăcării și convertirea semnalelor înregistrate în comenzi de reglare a caracteristicilor flăcării, totodată în timpul arderii se înregistrează oscilațiile zgomotului generat de flacără, care se amplifică în raport cu tensiunea și puterea acestuia, și se convertesc cu un defazaj prestabilit în oscilații ale raportului debitelor oxidantului și combustibilului, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și
40 oscilațiile raportului de debite.

În a doua variantă, metoda de dirijare a flăcării în procesul de ardere include reglarea debitelor de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și arderea amestecului, înregistrarea semnalelor de diagnosticare a flăcării și convertirea semnalelor
45 înregistrate în comenzi de reglare a caracteristicilor flăcării, totodată în timpul arderii se înregistrează oscilațiile zgomotului generat de flacără, care se amplifică în raport cu tensiunea și puterea acestuia, și se convertesc cu un defazaj prestabilit în oscilații ale câmpului electric exterior, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și oscilațiile câmpului electric exterior.

În a treia variantă, metoda de dirijare a flăcării în procesul de ardere include reglarea debitelor de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și
50 arderea amestecului, înregistrarea semnalelor de diagnosticare a flăcării și convertirea semnalelor înregistrate în comenzi de reglare a caracteristicilor flăcării, totodată în timpul arderii se înregistrează oscilațiile zgomotului generat de flacără, care se amplifică în raport cu tensiunea și puterea acestuia, și se convertesc cu un defazaj prestabilit în unde acustice excitate în flacără, iar reglarea caracteristicilor
55 flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și undele acustice.

Rezultatul invenției constă în reglarea fină și simplă a caracteristicilor geometrice, cinetice și termice ale flăcării și în reducerea consumului de energie suplimentară pentru procedura de reglare.

În plus, invenția mai prezintă o serie de avantaje:

MD 2153 C2 2003.04.30

4

- înregistrarea oscilațiilor zgomotului generat de flacără în timpul arderii permite diagnosticarea stării curente a flăcării printr-un singur semnal (zgomotul de fond al flăcării) pentru producerea acțiunilor exterioare adecvate necesare reglării caracteristicilor geometrice, cinetice și termice ale acesteia;

5 - amplificarea oscilațiilor zgomotului înregistrat în raport cu tensiunea și puterea lui asigură ridicarea parametrilor zgomotului la nivelul necesar pentru a converti semnalele înregistrate în oscilații ale acțiunilor exterioare asupra flăcării;

10 - convertirea cu un defazaj prestabilit a oscilațiilor amplificate ale zgomotului generat de flacără în oscilații ale raportului debitelor de combustibil și de oxidant (prima variantă), în oscilații ale câmpului electric exterior aplicat asupra flăcării (varianta a doua) sau în unde acustice excitate în flacără (varianta a treia) permite exercitarea acțiunilor exterioare asupra flăcării adecvate zgomotului înregistrat, însă decalate în timp, în funcție de valoarea defazajului prestabilit;

15 - reglarea defazajului dintre oscilațiile zgomotului și oscilațiile acțiunilor exterioare asupra flăcării în care acestea sunt convertite, permite reglarea lungimii, lățimii și luminozității flăcării, vitezei de ardere, temperaturii și intensității cedării de căldură fără afectarea valorilor inițiale ale fluxului de combustibil și oxidant.

20 În ansamblu, valorile parametrilor dinamici inițiali ai amestecului de combustibil și oxidant oscilează în jurul valorilor medii, ceea ce nu afectează regimul stabilizat de curgere și de ardere, variația dimensiunilor flăcării constituind cca 15%, a temperaturii flăcării cca 5%, arderea este mai eficientă decât în procedeele tradiționale, iar puterea aplicată asupra convertizorului oscilațiilor zgomotului este de 2,0-2,5 ori mai mică decât la aplicarea unor oscilații exterioare independente de oscilațiile zgomotului. Reglarea caracteristicilor flăcării în aceste cazuri se simplifică considerabil.

Rezultatul invenției este realizat și prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și oscilațiile raportului de combustibil, câmpului exterior, undelor acustice.

Metoda de dirijare a flăcării în procesele de ardere se realizează în modul următor.

25 În toate variantele expuse, cu ajutorul unei sonde pasive constituite din doi electrozi, unul conectat la pământ în mod direct, iar al doilea printr-o rezistență de încărcare, se înregistrează oscilațiile zgomotului de fond al flăcării. Zgomotul este produs de oscilațiile termice ale electronilor și ionilor pozitivi din flacără. În rezistența de încărcare conectată între electrozii sondei pasive (fără sursă de f.e.m. exterioară) apare o tensiune electrică care variază în timp și care are o componentă continuă și una alternativă. Componenta alternativă a zgomotului (fondului electric al flăcării) este identică conductivității electrice a flăcării. Fenomenul apariției semnalului în rezistența de încărcare este cauzat de instabilitatea concentrației și repartiției particulelor încărcate din flacără și se manifestă ca rezultat al diferenței timpilor caracteristici de scurgere a sarcinilor de la electrozii sondei pasive prin faptul că unul este conectat la pământ în mod direct, iar al doilea prin rezistența de încărcare. Fondul electric este cel mai intens în 35 frontul flăcării, maximum intensității lui precedând maximum de temperatură și fiind foarte considerabil chiar și la temperaturi joase (600-900 K). De aceea este rațional de a înregistra oscilațiile zgomotului în frontul flăcării. Pentru asigurarea funcționalității sondei la temperaturi ridicate ale flăcării pe o perioadă îndelungată de timp, electrozii acesteia sunt suflați impulsiv (în perioada dintre înregistrări) cu un flux de gaz cu viteză mare (poate fi folosită o rată din amestecul de combustibil și oxidant) înlăturând lanțurile de particule de funingine care se formează eventual între electrozi, șuntându-i sau preîncălzindu-i.

40 Semnalul electric înregistrat de sondă care conține oscilațiile zgomotului generat de flacără este amplificat cu ajutorul unui amplificator în raport cu amplitudinea tensiunii și puterea acestuia până la valorile de intrare în convertizorul respectiv. Cu ajutorul unui aparat de defazare (circuit cu bobină inductivă și condensator variabil) semnalul amplificat se defazează sub un unghi prestabilit în raport cu oscilațiile zgomotului.

Semnalul amplificat și defazat se convertește cu ajutorul convertorului în:

50 - oscilații ale raportului debitelor de oxidant și de combustibil sau prin formarea unor semnale adecvate de dirijare a clapetei ce reglează debitul componentului respectiv al amestecului supus arderii (prima variantă);

- în oscilațiile tensiunii înalte în bobina secundară a unui transformator prin alimentarea bobinei primare cu tensiunea semnalului amplificat și defazat (varianta a doua). Electrozii care creează câmpul sunt amplasați în punctele care corespund pozițiilor electrozilor sondei;

- în unde acustice prin aplicarea semnalului amplificat și defazat la intrarea într-un generator de sunete (varianta a treia).

55 La utilizarea unui sistem de electrozi speciali (elastici) varianta a treia de convertire a semnalului amplificat și defazat se reduce la varianta a doua, deoarece în gazul ionizat cum este flacăra pot fi produse unde acustice prin aplicarea unei componente alternative asupra electrozilor.

60 Reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului generat de aceasta și oscilațiile raportului debitelor de combustibil sau oxidant (prima variantă), oscilațiile câmpului electric exterior aplicat asupra flăcării (varianta a doua) și undele acustice (varianta a treia).

Mecanismul acestei reglări este următorul.

MD 2153 C2 2003.04.30

5

La suprapunerea oscilațiilor exterioare asupra flăcării (debitului de combustibil sau oxidant, câmpului electric sau undelor acustice) asupra oscilațiilor proprii ale fondului electric al flăcării (zgomotului), aceste oscilații interacționează între ele cu fenomenele respective de dispersie și interferență. Intensitatea interacțiunii oscilațiilor exterioare și a oscilațiilor proprii depinde de faza propagării acestora în flacără.

5 La coincidența fazei (defazaj nul) amplitudinea oscilațiilor rezultante se amplifică în regim de rezonanță, deoarece frecvențele sunt aceleași, la un defazaj diferit de zero amplitudinea se micșorează cu creșterea defazajului, în schimb crește frecvența oscilațiilor rezultante. Aceste două efecte conduc la creșterea lungimii și reducerea lățimii flăcării, creșterea temperaturii și luminozității flăcării, inclusiv la reducerea vitezei de ardere. Totodată la creșterea defazajului crește intensitatea cedării de căldură prin convecție.

10 Exemplu. Metoda propusă de dirijare a flăcării în procesele de ardere a fost testată în condiții de laborator. În acest scop a fost utilizat un arzător de combustibil gazos tip TRICEM 15 cu debit nominal de gaz 5-15 Nm³/h și presiune de alimentare a gazului natural de 400 mm H₂O. Arzătorul s-a reglat la debitul nominal de gaz 5 Nm³/h, ceea ce în lipsa intervențiilor exterioare asupra flăcării permite dezvoltarea în focar a unei puteri termice de 50 kW.

15 Pentru înregistrarea zgomotului general de flacără s-a folosit o sondă cu doi electrozi din platină. Între electrozii sondei s-a conectat o rezistență de încărcare de 500 Ω, astfel încât unul dintre ei era conectat la pământ în mod direct, iar altul prin rezistența de încărcare.

Amplificarea semnalului înregistrat în raport cu tensiunea și puterea s-a efectuat cu ajutorul unei scheme tradiționale de amplificare a zgomotului alb.

20 Defazarea semnalului amplificat s-a efectuat cu ajutorul unei scheme electrice în care erau conectate în serie o rezistență activă și un condensator variabil. La modificarea capacității condensatorului se varia defazajul semnalului la ieșire în raport cu semnalul la intrare.

25 Semnalul amplificat și defazat era apoi aplicat la intrarea convertorului respectiv: a blocului de dirijare a clapetei electromagnetice instalate pentru admiterea aerului necesar arderii, a transformatorului de înaltă tensiune (tensiunea în bobina secundară a fost de 30 kV) pentru alimentarea electrozilor de producere a unui câmp transversal cu flacără, a generatorului acustic care alimentează aplicatorul de unde acustice asupra flăcării în direcția transversală.

30 În toate cele trei variante s-a modificat defazajul φ al oscilațiilor semnalelor convertite față de oscilațiile zgomotului generat de flacără și s-au determinat următoarele caracteristici: lungimea flăcării L , lățimea flăcării A , temperatura flăcării T , viteza de ardere v_a , intensitatea cedării de căldură Q . Rezultatele obținute sunt prezentate în tab. 1, 2 și 3 în valori relative, adică în mărimi raportate la valorile acestor caracteristici pentru un defazaj nul.

35 Din aceste tabele rezultă posibilitatea reglării fine a caracteristicilor flăcării, iar procedeele de reglare cantitativă și calitativă a caracteristicilor flăcării în procesele de ardere nu diferă substanțial, ceea ce se explică prin același mecanism de acțiune a variațiilor debitului de combustibil, câmpului electric și a undelor acustice asupra flăcării.

În toate experimentele s-a observat că se reduce luminozitatea flăcării odată cu creșterea defazajului. Debitul de aer necesar arderii variază în primul caz în jurul valorii medii stabilite în lipsa acțiunilor exterioare asupra flăcării, deci nu se afectează stabilitatea regimului de ardere.

Tabelul 1

Reglarea caracteristicilor flăcării prin oscilația debitului de aer necesar arderii

φ , [°]	0	30	60	90	120	150	180
L	1	1,01	1,06	1,09	1,10	1,12	1,14
A	1	0,97	0,94	0,90	0,88	0,86	0,85
T	1	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
v_a	1	0,96	0,90	0,83	0,75	0,71	0,65
Q	1	1,05	1,12	1,17	1,23	1,27	1,32

Tabelul 2

Reglarea caracteristicilor flăcării prin oscilația câmpului electric aplicat asupra flăcării

45

φ , [°]	0	30	60	90	120	150	180
L	1	1,03	1,07	1,10	1,12	1,14	1,16
A	1	0,96	0,93	0,89	0,87	0,85	0,84
T	1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,95
v_a	1	0,95	0,91	0,84	0,78	0,72	0,67
Q	1	1,07	1,13	1,19	1,24	1,28	1,33

MD 2153 C2 2003.04.30

6

Tabelul 3

Reglarea caracteristicilor flăcării prin excitarea în flacără a undelor acustice

$\varphi, [^\circ]$	0	30	60	90	120	150	180
L	1	1,02	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15
A	1	0,95	0,92	0,89	0,88	0,87	0,86
T	1	0,99	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
v_a	1	0,94	0,89	0,82	0,76	0,69	0,64
Q	1	1,06	1,11	1,18	1,25	1,31	1,35

5 Consumul de energie suplimentară pentru reglare constituie 0,1-0,2% din puterea nominală a arzătorului, ceea ce este de 2-2,5 ori mai mic decât în cazul acțiunilor exterioare asupra flăcării independente de oscilațiile zgomotului acesteia.

Procedeele conform acestor variante ale invenției sunt independente de natura combustibilului utilizat, cu excepția combustibilului solid care trebuie ars în stare pulverizată.

10

(57) Revendicări:

15 1. Metodă de dirijare a flăcării în procesul de ardere prin reglarea debitelor de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și arderea amestecului, înregistrarea semnalelor de diagnosticare a flăcării și convertirea semnalelor înregistrate în comenzi de reglare a caracteristicilor flăcării, **caracterizată prin aceea că** în timpul arderii se înregistrează oscilațiile zgomotului generat de flacără, care se amplifică în raport cu tensiunea și puterea acestuia, și se convertesc cu un defazaj prestabilit în oscilații ale raportului debitelor oxidantului și combustibilului, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și oscilațiile raportului de debite.

25 2. Metodă de dirijare a flăcării în procesul de ardere prin reglarea debitelor de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și arderea amestecului, înregistrarea semnalelor de diagnosticare a flăcării și convertirea semnalelor înregistrate în comenzi de reglare a caracteristicilor flăcării, **caracterizată prin aceea că** în timpul arderii se înregistrează oscilațiile zgomotului generat de flacără, care se amplifică în raport cu tensiunea și puterea acestuia și se convertesc cu un defazaj prestabilit în oscilații ale câmpului electric exterior, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și oscilațiile câmpului electric exterior.

30 3. Metodă de dirijare a flăcării în procesul de ardere prin reglarea debitelor de oxidant și de combustibil la formarea amestecului carburant, avansat în zona de ardere, aprinderea și arderea amestecului, înregistrarea semnalelor de diagnosticare a flăcării și convertirea semnalelor înregistrate în comenzi de reglare a caracteristicilor flăcării, **caracterizată prin aceea că** în timpul arderii se înregistrează oscilațiile zgomotului generat de flacără, care se amplifică în raport cu tensiunea și puterea acestuia, și se convertesc cu un defazaj prestabilit în unde acustice excitate în flacără, iar reglarea caracteristicilor flăcării se efectuează prin variația defazajului dintre oscilațiile zgomotului și undele acustice.

40

(56) Referințe bibliografice:

1. Физический энциклопедический словарь, раздел „Горение”, М., 1984, с. 134-135
2. Степанов Е.М. Ионизация в пламени и электрическое поле. М., 1968, с. 210, рис.115
3. RU 2125682 C, publ. 1999.01.27

Șef Secție: COZMA Valeriu

Examinator: NASTAS Xenia

Redactor: ANDRIUȚĂ Victoria

RAPORT DE DOCUMENTARE

(21) Nr. depozit: a 2001 0147	(85) Data fazei naționale PCT:
(22) Data depozit: 2001.05.15	(86) Cerere internațională PCT:
Prioritatea invocată : (31) nr.: (32) data : (33) țara : (51)⁷ : F 23 D 14/18, F 23 G 5/00 Alți indici de clasificare: (54) Titlul : Metodă de reglare a caracteristicilor flăcării în procesul arderii (variante) (71) Solicitantul : UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD Termeni caracteristici : a) limba română: procedeu de dirijare a flăcării în procesul de ardere b) limba engleză: method management of flame in burning process	
I. Minimul de documente consultate (sistema clasificării și indici de clasificare Int. Cl.- 7)	
Int. Cl. ⁷ F23N14/18, F23G5/00	
II. Literatura tehnico-științifică consultată adăugător la minim de documentație (autori, titluri, editura, țara și data publicării)	
III. Baze de date electronice consultate (denumirea BD și termen de documentare)	
1. MD 1994-2002 2. EA 1996-2002 3. FIPS RU 4. EP Worldwide - 30 million documents	

IV. Documente considerate ca relevante		
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate

A	RU 2125682	4
☐ Documentele următoare sunt indicate în rubrica IV		☐ Informația referitoare la brevete paralele se anexează
* categoriile speciale ale documentelor consultate:		P - document publicat înainte de data depozit, dar după data priorității invocate T - document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidența principiul sau teoria pe care se bazează invenția E - document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta data X - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă când documentul este luat de unul singur L - document care poate pune în discuție data priorității invocate sau poate contribui la determinarea datei publicării altor divulgări sau pentru un motiv expres (se va indica motivul) Y - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași natură, aceasta combinație fiind evidentă pentru o persoană de specialitate O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expunere sau orice altă divulgare & - document care face parte din aceeași familie de documente
Data finalizării documentării 2003.02.20		
Examinatorul Nastas Xenia		