



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00415

(22) Data de depozit: 03.05.2011

(41) Data publicării cererii:  
30.12.2011 BOPI nr. 12/2011

(71) Solicitant:  
• FRÂNCU COSTIN MARIAN,  
ȘOS. NORDULUI NR. 96 Z, ET. 3, AP. 21,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• FRÂNCU BOGDAN ȘABIN,  
ȘOS. PANDURI NR. 3, BL. P 32, ET. 1,  
AP.2, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;  
• DAN LUCIAN VICTOR,  
STR. PESCARILOR NR. 65, BL. FZ 28A,  
ET. 4, AP. 29, CONSTANȚA, CT, RO

(72) Inventatori:  
• FRÂNCU COSTIN MARIAN,  
ȘOS. NORDULUI NR. 96 Z, ET. 3, AP. 21,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(74) Mandatar:  
AGENȚIE DE PROPRIETATE  
INTELÉCTUALĂ ȘI TRANSFER DE  
TEHNOLOGIE- AGPITT S.R.L.-  
BD. LIBERTĂȚII NR 12, BL.113, SC.2,  
AP.28, SECTOR 4, C.P.42-106, BUCUREȘTI

(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE PENTRU TRATAREA TERMICĂ  
CU PLASMĂ A UNUI AMESTEC GAZOS**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de tratare termică a unui amestec gazos, în vederea utilizării acestuia în instalații de producere a energiei termice și electrice. Procedeu conform invenției constă din alimentarea unei camere de reacție, cilindrică, cu un amestec gazos, împărțit în minimum 2 fluxuri diferite, tangențial pe direcția unui jet de plasmă, astfel încât acesta să creeze un vârtej în jurul jetului de plasmă, urmată de scăderea vitezei gazului primar, prin desținderea acestuia într-o incintă cu volum și secțiune majorate, urmată de răcirea gazului primar la o temperatură de 800...1000°C, datorată reacțiilor endoterme, solidificarea și separarea din gazul primar răcit a particulelor anorganice vitrificate, răcirea gazului până la o temperatură de 60°C, urmată de barbotarea acestuia într-o soluție de NaOH, în scopul îndepărtării elementelor chimice nedorite, rezultând un amestec gazos final, ce este transportat la utilizatorul final, pentru producerea energiei termice și electrice. Instalația conform invenției constă dintr-un reactor (1) format dintr-o cameră (2) cilindrică, prevăzută cu un sistem (3) de admisie a gazului de tratat, și un tun (4) de plasmă, o cameră (5) de desțindere, pentru evacuarea materialelor vitrificate, și o priză (7) de evacuare a gazului tratat către un schimbător (8) de căldură, pentru răcirea gazului rezultat, un scrubber (9) pentru tratarea chimică

a gazului, un analizor (10) de bioxid de carbon și un sistem (11) de antrenare a gazului, pentru livrarea sa la un echipament (12) de producere a energiei electrice în cogenerare/ trigenerare.

Revendicări: 9

Figuri: 3

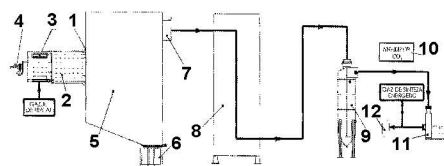
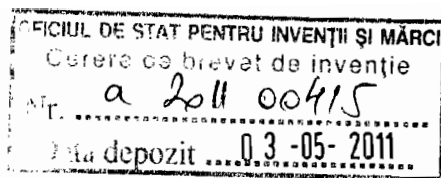


Fig. 1





## PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE PENTRU TRATAREA TERMICĂ CU PLASMĂ A UNUI AMESTEC GAZOS

Prezenta invenție se referă la un procedeu și o instalație de tratare termică cu plasmă a unui amestec gazos rezultat din descompunerea materialelor organice și la utilizarea acestui amestec gazos pentru a produce energie termică și energie electrică. Amestecul gazos supus tratării, este rezultat în urma descompunerii unor materiale organice prin piroliză, gazeificare, compostare, fermentație naturală sau prin alte procedee de descompunere.

Piroliza și gazeificarea sunt procedee larg studiate și utilizate pentru transformarea materialelor organice în energie. Gazul energetic obținut prin aceste procedee conține însă întotdeauna gudroane, care sunt compuși chimici toxici și improprii utilizării acestuia în echipamentele energetice (motoare, turbine, generatoare de aburi, etc.). Limitarea cantității de gudroane în gazul rezultat din piroliză și gazeificare, s-a realizat prin utilizarea unor materiale organice specifice fiecărui tip constructiv de echipament și prin filtrarea sau condiționarea gazului, conducând la costuri ridicate atât pentru pregătirea și obținerea materiei prime, cât și pentru controlul procesului.

Gudroanele sunt compuși organici aromatici. Până în prezent au fost identificați peste 1.200 de compuși diferiți din aceasta familie, unii dintre ei având în compoziție și atomi de Cl, S și F.

[0004] Sunt cunoscute tehnologii de cracare și distilare fracționată a gudroanelor, dar prețurile sunt prohibitive în exploatarea industrială, iar eficiența reducerii gudroanelor în amestecul gazos final nu depășește 70%, în special pentru dioxine și furane. Acele categorii de gudroane care sunt solubile în apă sau ulei, pot fi îndepărtate cu tehnologiile existente, dar de asemenea au ca rezultat creșterea costurilor de operare și a cantității de reziduuri inutilizabile.

O tehnologie de tratare în plasmă a gazelor rezultate din gazeificare este prezentată în brevetul EP 1896774 B1 (Tetronics Ltd., (GB)). Conform descrierii brevetului, atenția este concentrată pe vitrificarea zgurii rezultată din gazeificare, în dezavantajul unei tratări complete și eficiente a gudroanelor. Conform exemplelor date în descrierea invenției, consumul energetic necesar tratării gazelor și zgurii rezultate în urma gazeificării a 42 Kg de deșeuri este de 79 Kwh, ceea ce este echivalent cu un consum energetic de 1,88 Mwh/tonă de deșeu. Deși consumul energetic în plasmă este foarte mare, inventatorii nu precizează în exemplele prezentate informații referitoare la eficiența tratării gazelor, cum ar fi: urme de gudroane în gazul final, compoziția gazului final sau noxele la coș pentru generatorul de abur/turbină pe gaz.

Un alt procedeu de tratare a gazelor rezultate din gazeificare este prezentat în cererea de brevet US 2009/0077887 A1 depusă de EUROPLASMA (FR). Conform cererii de brevet, gazul rezultat din gazeificare (numit syngaz) este introdus într-un reactor cu plasmă printr-o duză circulară (revendicarea 14), coaxială cu jetul de plasmă, împreună cu un fluid ales dintre apă și bioxid de carbon, în vederea reglării compoziției syngazului. Viteza plasmei, menționată în descriere, (400m/s, corespunzând unui Număr Mach 1,4) coroborată cu modul de introducere a syngazului, poate produce doar efecte turbionare periferice în plasmă datorită principiului lui Daniel Bernoulli (Hydrodynamica 1783) aplicat fluidelor compresibile la viteze supersonice mici, pus în evidență de efectul Venturi. Cererea de brevet nu conține exemple practice și nici referințe concrete privind eficiența energetică și eficiența descompunerii gudroanelor, realizată de tehnologia propusă.

O altă soluție cunoscută de eliminare a gudroanelor, este incinerarea gazelor rezultate din piroliză și gazeificare. Această soluție aplicată la unele tehnologii de incinerare a deșeurilor municipale conduce la costuri mari de operare ceea ce limitează extinderea tehnologiei.

Prin tehnologii relativ noi aplicate în stațiile de compostare, se obține din deșeuri municipale, tratate cu levigat și catalizatori, în principal biologici, un biogaz care, pe lângă gudroane, conține radicali ai metanului, compuși biologici și alte macromolecule. Acest gaz, cu o putere calorică variabilă, poate fi utilizat cu dificultăți importante de filtrare doar în proporție de 30% (atâta timp cât procentul de metan este mai mare de 50%) restul gazului, deși foarte periculos, este în prezent eliberat în atmosferă.

Gazele rezultate din gropile ecologice prin fermentație naturală, inutilizabile energetic datorită variațiilor incontroleabile a puterii calorice, conțin în plus gaze cu efect de seră, ceea ce a condus la interzicerea depozitării materialelor organice în gropile ecologice.

Problema tehnică pe care o rezolva prezenta invenție, este tratarea incompletă și ineficientă a gudroanelor conținute în gazele rezultate prin descompunerea materialelor organice.

Scopul invenției este acela de a descompune gudroanele și alte tipuri de compuși macromoleculari din gazele rezultate prin descompunerea materialelor organice.

Procedeul conform invenției, rezolvă problema tehnică menționată, prin:

- alimentarea unui amestec gazos împărțit în 2...4 fluxuri diferite și conținând 10...60 g/m<sup>3</sup> gudroane, tangențial pe direcția unui jet de plasmă, astfel încât amestecul gazos să creeze un vârtej în jurul jetului de plasmă care are temperatura de 10.000...16.000 °C și este expulzat cu un jet de aer insuflat la o presiune de 10...14 bar și cu un debit controlat funcție de cantitatea de CO<sub>2</sub> măsurată în amestecul gazos final, obținându-se astfel un gaz primar fără macromolecule organice dar conținând materiale anorganice vitrificate;
- scăderea vitezei gazului primar prin destinderea acestuia;
- răcirea gazului primar la o temperatură de 800... 1.000°C datorată reacțiilor endoterme;

- solidificarea și separarea gravitațională din gazul primar răcit, a particulelor anorganice vitrificate;
- răcirea gazului primar până la 60°C, urmată de barbotarea acestuia într-o soluție de NaOH în scopul îndepărtării elementelor chimice nedorite, rezultând un amestec gazos final; și
- transportul amestecului gazos final astfel obținut, pentru a fi transformat în energie electrică prin cogenerare/trigenerare.

Debitul de aer folosit pentru generarea și expulzarea plamei sub formă de jet, este astfel dozat încât cantitatea de CO<sub>2</sub> măsurată în amestecul gazos final, să nu depășească 0,1%.

Procedeul conform invenției, se desfășoară la presiune mai mică decât presiunea atmosferică, evitând astfel eventuale scăpări de gaz.

Instalația pentru tratarea termică cu plasmă a unui amestec gazos conform invenției, cuprinde un reactor format dintr-o cameră cilindrică în care este dispus axial, un generator de plasmă care produce un jet de plasmă, și o cameră de destindere prevăzută cu un lacăt hidraulic pentru evacuarea materialelor vitrificate, un schimbător de căldură pentru răcirea gazului primar rezultat, un scrubber pentru tratarea chimică a gazului, un analizor de CO<sub>2</sub> și un sistem de antrenare a gazului pentru livrarea sa la utilizator, camera cilindrică fiind prevăzută cu 2...4 ajutaje de admisie a gazului de tratat, dispuse tangențial.

Camera cilindrică are un diametru de 0,5...2 m și o lungime de 0,3...1,2 m, este răcită cu apă și izolată termic, la interior, cu cărămidă refractară.

Camera de destindere este prevăzută cu un lacăt hidraulic pentru evacuarea materialului vitrificat și cu un orificiu pentru evacuarea amestecului gazos final.

De asemenea, camera de destindere are un volum de 1...5 % din volumul orar al gazului de tratat, pentru o secțiune de trecere a gazului de 0,2 m<sup>-1</sup> din volumul camerei de destindere.

Secțiunea camerei de destindere este 10...15 ori mai mare decât a camerei cilindrice.

Amestecul gazos rezultat prin procedeul conform invenției, este folosit pentru producerea de energie termică și electrică în cogenerare/trigenerare în motoare cu piston cuplate cu generator electric și recuperatoare de căldură, turbine pe gaz sau grupuri formate din generator de abur, turbina pe abur, generator electric și recuperatoare de căldură.

Procedeul și instalația conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- spre deosebire de procedeele similare cunoscute, asigură obținerea unui amestec final gazos lipsit de gudroane, cu toate avantajele care decurg din acest fapt;
- permit descompunerea instantanee a tuturor macromoleculor organice din gazul supus tratării, cu un consum redus de energie în plasmă, datorită realizării amestecării profunde a gazului în mediul ionizat al plasmei.
- asigură obținerea unui amestec gazos final cu capacitate energetică maximă obținabilă din gazul primar, prin oxidarea integrală a carbonului rezultat din descompunerea macromoleculor, la CO.
- conferă siguranță în funcționare și evitarea poluării accidentale întrucât procesul se desfășoară în depresiune.

Procedeul și instalația pentru tratarea gazelor rezultate din descompunerea materialelor organice solide sau lichide, asigură transformarea componentelor toxice sau nedorite în elemente chimice și molecule cu potențial energetic la ardere. Prin acest procedeu se obține un gaz curat și cu o capacitate calorică mai mare decât a gazului de intrare, care poate fi folosit pentru obținerea de energie electrică.

Invenția se bazează pe constatarea că toate componentele nedorite care apar în gazul rezultat ca urmare a descompunerii materialelor organice, au în componența lor gudroane, grupări de forma  $C_xH_y$ ,  $C_xH_yO_z$  și compuși macromoleculari care conțin atomi de Cl, S, F etc. precum și macromolecule biologice care funcție de proveniență pot fi toxice sau periculoase. Toți acești

compuși macromoleculari pot fi disociați termic la temperaturi mai mari de 1.500°C, prin reacții endoterme.

Gazul de tratat este introdus tangențial, prin minim 2, maxim 4 sisteme de admisie (de tip ajutaje) 3, în camera cilindrică 2, dotată axial cu un generator de plasmă 4. Plasma este produsă într-un generator de plasmă 4 fără transfer, folosind ca gaz generator aerul. Aerul este introdus între electrozi cu o presiune de 10-14 bari și plasma este expulzată în camera cilindrică 2 cu viteza de 400-500 m/s (1,5-2 Mach). În această cameră, gazul introdus tangențial prin sistemele de admisie 3 cu o viteză de 20...25m/s, creează un vârtej (vortex). Vârtejul (vortexul) se caracterizează prin viteză mare în partea sa exterioară, ceea ce asigură o bună protecție termică a pereților camerei cilindrice 2, și o viteză mică, respectiv presiune mare, în miez. Presiunea ridicată din miezul vârtejului (vortexului), realizează un amestec omogen al gazului în mediul plasmatic. Astfel, moleculele gazului pătrund în miezul plasmăi, ceea ce este absolut necesar, pentru că aici, la temperaturi cuprinse între 10.000 și 16.000°C, toate moleculele disociază instantaneu în atomi, unii atomi pierd electroni de pe ultimul strat devenind ioni, și are loc o interacțiune puternică între ionii pozitivi, electronii liberi și atomii neutri. La suprafața plasmăi au loc doar efecte de margine ce nu pot garanta o descompunere totală și ireversibilă a macromoleculilor organice (în principal dioxine și furane) într-un timp scurt. În aceste condiții, toți compușii macromoleculari se descompun instantaneu în elementele constitutive, iar componentele anorganice (gazul poate conține praf, vapori metalici, etc.) se vitrifică.

Din camera cilindrică 2, gazul trece în camera de destindere 5. Este cunoscut faptul că la temperaturi ridicate, carbonul are o afinitate foarte mare față de oxigen, în consecință, dintre toate elementele chimice libere rezultate din disocierile produse în vârtejul din camera cilindrică 2, carbonul se va oxida primul, rezultând CO și CO<sub>2</sub>, urmând ca CO<sub>2</sub> să se reducă la CO prin ciocniri succesive cu atomii de carbon liberi.

Din acest motiv, cantitatea de  $O_2$  trebuie controlată astfel încât să se oxideze tot carbonul dar, în amestecul gazos final, să nu existe decât urme de  $CO_2$ . Camera de destindere **5**, cu secțiune de 10 până la 15 ori mai mare decât cea a camerei cilindrice **2**, asigură destinderea gazului și scăderea vitezei acestuia. Astfel, concomitent cu răcirea gazului datorită reacțiilor endoterme, particulele anorganice vitrificate se solidifică și se separă gravitațional din gaz, iar temperatura gazului coboară sub  $1.000^{\circ}C$ . Particulele anorganice vitrificate sunt eliminate prin lacătul hidraulic **6**.

Din reactorul **1** pentru tratare termică, amestecul gazos trece prin orificiul **7** pentru evacuarea amestecului gazos în schimbătorul de căldură **8**, unde temperatura acestuia scade la maxim  $60^{\circ}C$ . În cazul utilizării instalației pentru curățirea gazelor rezultate din piroliză și gazeificare, este de preferat să se utilizeze un schimbător de căldură gaz/gaz iar energia rezultată din răcirea gazului tratat termic să fie utilizată în procesul de piroliză.

Din schimbătorul de căldură **8**, amestecul gazos este introdus în scruberul **9**, pentru îndepărtarea prin spălare, a elementelor/compușilor chimici nedorțiți, de tipul  $NO_x$ ,  $SO_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$ .

Din scruberul **9**, amestecul gazos final, este absorbit de un sistem de antrenare **11** a gazului, constând într-un ventilator, în scopul livrării acestuia către un motor cu piston sau un generator de abur pentru a produce energie electrică în cogenerare/trigenerare.

Instalația conform invenției, funcționează în depresiune, neexistând riscuri de scăpări de gaze în atmosferă.

În continuare, sunt prezentate elementele componente ale instalației de tratare termică cu plasmă a unui amestec gazos, în legătură cu figurile 1, 2 și 3, reprezentând:

Fig. 1 - principalele componente ale instalației conform invenției;

Fig. 2 – vedere a reactorul **1**;

Fig. 3 - secțiune transversală și longitudinală prin camera cilindrică **2**.



Reactorul 1 (fig. 2) este o cameră metalică etanșă, căptușită cu cărămidă refractară. Reactorul 1 are două zone diferite între ele ca formă și funcțiuni, camera cilindrică 2 și camera de destindere 5 a gazului. Camera cilindrică 2 în care se formează vârtejul (vortexul), prezentată în fig.3, este o încăpere cilindrică prevăzută cu o intrare axială pentru generatorul de plasmă 4 și cu 2...4 sisteme de admisie 3 pentru gazul de tratat, de tip ajutoraj, acestea fiind dispuse tangențial. Forma constructivă și modul de introducere a gazului de tratat în camera cilindrică 2, respectiv în jetul de plasmă, formează în reactorul 1 un vârtej (vortex) în care gazul este amestecat omogen în mediul plasmatic. În această zonă, la temperaturi cuprinse între 10.000 și 16.000°C, are loc descompunerea gudroanelor și a celorlalți compuși macromoleculari, în elementele chimice constitutive. Camera de destindere 5 a gazului, este o încăpere cu un volum minim de 1% din volumul orar al gazului de tratat și o secțiune de trecere a gazului de minim 0,2 m<sup>-1</sup> din volumul acesteia. Aceste condiții de formă ale camerei de destindere 5, asigură condițiile minime necesare pentru oxidarea carbonului la CO și separarea gravitațională a inertelor vitrificate. Inertele sunt evacuate la partea de jos a reactorului printr-un lacăt hidraulic 6. Reactorul 1 este prevăzut cu sistem de măsură și control pentru parametrii temperatură și presiune.

Generatorul de plasmă 4, asigură temperatura necesară descompunerii gudroanelor și macromoleculelor biologice existente în gazul de tratat. Generatorul de plasmă 4, este de tipul fără transfer și folosește ca gaz generator al plasmei aer instrumental la presiunea de 10-14 bar. Aerul propulsează plasma în camera cilindrică 2, sub forma unui jet cu viteze de 400-500 m/s (1,5...2 Mach). Cantitatea de aer este controlată funcție de cantitatea de carbon liber din gaz, astfel încât cantitatea de CO<sub>2</sub> măsurată în amestecul gazos final, să nu depășească 0,1%. Domeniul de putere al generatorului de plasmă este 200-700 kW, în funcție de compoziția, proveniența și debitul gazului de tratat.

Schimbătorul de căldură **8** este un echipament de transfer de căldură tip gaz-gaz/gaz-lichid, multitubular dotat cu mijloace de măsură și control al temperaturii. Acesta permite răcirea rapidă a gazului tratat, de la 1.000°C la maxim 60°C.

Scrubberul **9** este un echipament de spălare și uscare a gazului de tratat. Dotat cu mijloace de admisie și evacuare a soluției bazice de NaOH 40%, mijloace de recirculare și filtrare, mijloace de retenție și evacuare umiditate, de măsură și control al pH-ului și temperaturii, scrubberul **9** asigură îndepărtarea componentelor acide (solubile), prin barbotare în soluție apoasă.

Sistemul de antrenare a amestecului gazos final **11** (ventilatorul), este un echipament care asigură transportul gazului de tratat, menținând condiții de depresiune în întreaga instalație.

Analizorul de gaz **10**, necesar pentru determinarea concentrației de CO<sub>2</sub>, este un echipament care monitorizează compoziția amestecului gazos final, rezultat după tratarea în plasmă. Funcție de conținutul de CO<sub>2</sub> se reglează automat, cantitatea de oxigen/aer introdus în procesul de tratare termică ca gaz generator de plasmă. Pentru ca tratarea termică să fie considerată eficientă, procentul de CO<sub>2</sub> în amestecul gazos final, trebuie să tindă pozitiv la zero.

În continuare, este prezentat un exemplu de realizare concretă a procedurii conform invenției, în legătură cu instalația aferentă acestuia.

### **Exemplu**

Un volum de 10 t/ore de deșeuri municipale conținând 10...58g/m<sup>3</sup> gudroane, este supus gazeificării, iar gazele rezultate sunt dirijate pentru tratare termică, către un reactor cu plasmă **1**, unde sunt introduse în camera cilindrică **2** prin 4 ajutaje **3**, cu o viteză de 23 m/s, astfel încât să formeze un vârtej în jurul jetului de plasmă având temperatura de 13.000...14.000 °C și care este generat cu aer insuflat la o presiune de 11...13 bar. În camera cilindrică **2**, plasma este propulsată sub forma unui jet cu viteza de 400...500 m/s (1,5...2 Mach). Din camera cilindrică **2**, gazul primar conținând materiale vitrificate; este condus în

camera de destindere 5, unde are loc scăderea vitezei gazului primar prin destinderea acestuia, concomitent cu răcirea sa la o temperatură de 800... 1.000°C, datorată reacțiilor endoterme, alături de solidificarea și separarea gravitațională din gazul primar răcit, a particulelor anorganice vitrificate, prin lacătul hidraulic 6. Răcirea gazului primar până la 60°C, urmată de barbotarea acestuia într-o soluție de NaOH în scopul îndepărtării elementelor chimice nedorite, se face în scruberul 9. Rezultă un amestec gazos final, fără urme de gudroane și având un conținut de CO<sub>2</sub> care tinde spre zero. Acesta este transportat, către echipamentul 12 de producere a energiei electrice în cogenerare /trigenerare.

În tabelul următor, sunt prezentate rezultatele experimentale obținute într-o instalație industrială de valorificare energetică a deșeurilor municipale prin gazeificare, în urma tratării gazelor rezultate din gazeificarea acestora, conform procedurii conform invenției și prin intermediul instalației de tratate termică cu plasmă, conform invenției.

	Gazeificator	Generator plasmă	Instalație cogenerare
Deșeu (tone/oră)	10		
Aer (m <sup>3</sup> /oră)	4.800	20	50.000
Energie electrică consumată (Kwh)		250	
Gudroane și macromolecule (g/Nm <sup>3</sup> )	10-58		0
Energie termică livrată (Gcal)	2,5		10
Energie electrică livrată (MWh)			8

Măsurarea cantității de gudroane s-a făcut la intrarea și ieșirea gazelor din instalația de tratare a gazelor.

## REVENDICĂRI

1. Procedeu de tratare termică cu plasmă, a unui amestec gazos rezultat în urma descompunerii unor materiale organice prin piroliză, gazeificare, compostare, fermentație naturală sau prin alte procedee de descompunere, **caracterizat prin aceea că**, constă în:

- alimentarea unui amestec gazos împărțit în 2...4 fluxuri diferite și conținând 10...60 g/m<sup>3</sup> gudroane, tangențial pe direcția unui jet de plasmă, astfel încât amestecul gazos să creeze un vârtej în jurul jetului de plasmă care are temperatura de 10.000...16.000 °C și este expulzat cu un jet de aer insuflat la o presiune de 10...14 bar și cu un debit controlat funcție de cantitatea de CO<sub>2</sub> măsurată în amestecul gazos final, obținându-se astfel un gaz primar fără macromolecule organice dar conținând materiale anorganice vitrificate;
- scăderea vitezei gazului primar prin destinderea acestuia;
- răcirea gazului primar la o temperatură de 800... 1.000°C datorată reacțiilor endoterme;
- solidificarea și separarea gravitațională din gazul primar răcit, a particulelor anorganice vitrificate;
- răcirea gazului primar până la 60°C, urmată de barbotarea acestuia într-o soluție de NaOH în scopul îndepărtării elementelor chimice nedorite, rezultând un amestec gazos final, și
- transportul amestecului gazos final astfel obținut, pentru a fi transformat în energie electrică prin cogenerare/trigenerare.

2. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, debitul de aer folosit pentru generarea și expulzarea plasmei sub formă de jet, este astfel dozat încât cantitatea de CO<sub>2</sub> măsurată în amestecul gazos final, să nu depășească 0,1%.

3. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, acesta se desfășoară la presiune mai mică decât presiunea atmosferică, evitând astfel eventuale scăpări de gaz.

4. Instalație pentru tratarea termică cu plasmă a unui amestec gazos rezultat în urma descompunerii unor materiale organice prin piroliză, gazeificare, compostare, fermentație naturală sau prin alte procedee de descompunere **caracterizată prin aceea că** aceasta cuprinde un reactor (1) format dintr-o cameră cilindrică (2) în care este dispus axial, un generator de plasmă (4) care produce un jet de plasmă, și o cameră de destindere (5) prevăzută cu un lacăt hidraulic (6) pentru evacuarea materialelor vitrificate, un schimbător de căldură (8) pentru răcirea gazului primar rezultat, un scruber (9) pentru tratarea chimică a gazului, un analizor (10) de CO<sub>2</sub> și un sistem (11) de antrenare a gazului pentru livrarea sa la echipamentul de producere a energiei electrice în cogenerare/trigenerare, camera cilindrică (2) fiind prevăzută cu 2...4 sisteme de admisie (3) a gazului de tratat, dispuse tangențial.

5. Instalație conform revendicării 4 **caracterizată prin aceea că**, camera cilindrică (2) are un diametru de 0,5...2m și o lungime de 0,3...1,2 m, este răcită cu apă (13) și izolată termic, la interior, cu cărămidă refractară (14).

6. Instalație conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că**, camera de destindere (5) este prevăzută cu un lacăt hidraulic (6) pentru evacuarea materialului vitrificat și cu un orificiu (7) pentru evacuarea amestecului gazos final.

7. Instalație conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că**, camera de destindere (5) are un volum de 1...5 % din volumul orar al gazului de tratat și o secțiune de trecere a gazului de 0,2 m<sup>-1</sup> din volumul camerei de destindere (5).

8. Instalație conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că**, secțiunea camerei de destindere (5) este 10...15 ori mai mare decât secțiunea camerei cilindrice (2).

9. Utilizarea amestecului gazos rezultat prin procedeul definit în revendicarea 1 pentru producerea de energie termică și electrică în cogenerare/trigenerare în motoare cu piston cuplate cu generator electric și recuperatoare de căldură, turbine pe gaz sau grupuri formate din generator de abur, turbina pe abur, generator electric și recuperatoare de căldură.

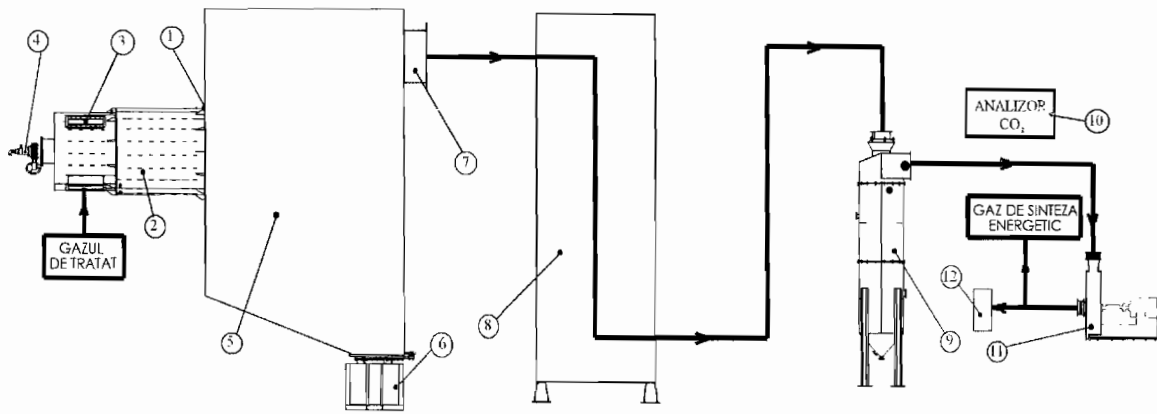


FIG.1

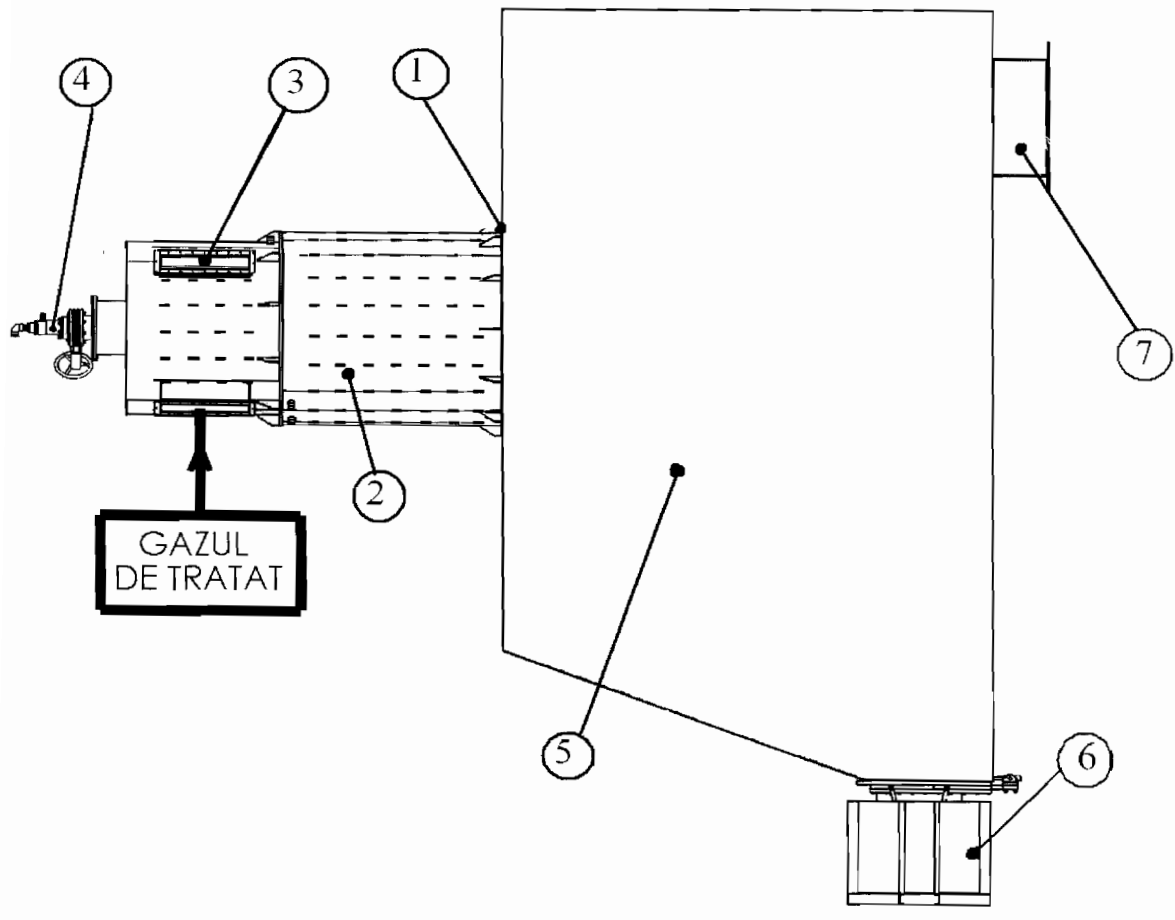


FIG. 2

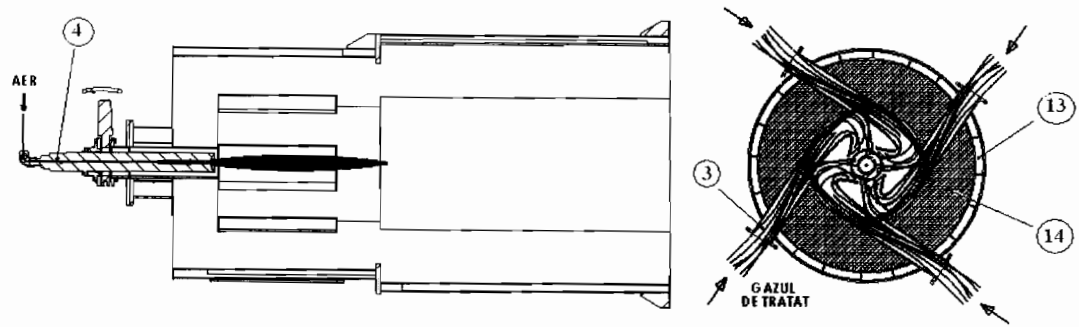


FIG. 3