



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00921**

(22) Data de depozit: **28/11/2016**

(41) Data publicării cererii:  
**30/05/2018** BOPI nr. **5/2018**

(71) Solicitant:

• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN  
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI  
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;  
• CALORIS GROUP S.A., ȘOS. BERCENI  
NR.8A, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

• MĂRCULESCU COSMIN, STR. TURDA  
NR. 122, BL. 39, SC. C, AP. 100,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• ALEXE FLORIN-NICULAE,  
STR. ARIEȘUL MARE NR. 1, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• PASAT SORIN, STR. ION PUȘCARIU  
NR. 3, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• PĂTRUȚ IONEL, STR. ARGENTINA NR.33,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• POMAGA EUGEN, CALEA VĂCĂREȘTI  
NR. 312, BL. 2B, SECTOR 4, BUCUREȘTI,  
B, RO;  
• POPESCU ADRIAN,  
BD. 1 DECEMBRIE 1918 NR. 26, BL. 6,  
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(54) **INSTALAȚIE DE GAZIFICARE ATMOSFERICĂ  
A BIOMASEI/ DEȘEURILOR SOLIDE, CU CONTROL  
AVANSAT AL REGIMULUI GAZODINAMIC ȘI TERMIC**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație de gazificare atmosferică biomasă/deșeuri solide. Instalația conform invenției este constituită dintr-o unitate A de conversie a deșeurilor organice în gaz de sinteză, formată dintr-un tocător (1) pentru mărunțire până la o granulație de 10...18 mm, un sas (2) pentru alimentarea controlată cu deșeu a unui uscător (3) pentru reducerea conținutului de umiditate higroscopică și de îmbibare al deșeurilor, un șnec (4) transportor, un ventilator (5) aer pentru circulația generală a substanțelor gazoase, un preîncălzitor (6) de aer în legătură cu un reactor (7) de gazificare deșeuri solide în pat fix, în legătură cu un ventilator (8) de recirculare gaze, pentru controlul avansat al temperaturii gazelor în reactor (7), precum și o unitate B de epurare a gazului de sinteză, formată dintr-un răcitor (9) și (11) de condensare gaze în două trepte, treapta I, respectiv, treapta II, un scrubber (11) pentru curățarea gazelor condensate care sunt preluate de un gazometru (12), și un filtru (13) sac, pentru epurarea gazului de sinteză rezultat.

Revendicări: 6

Figuri: 3

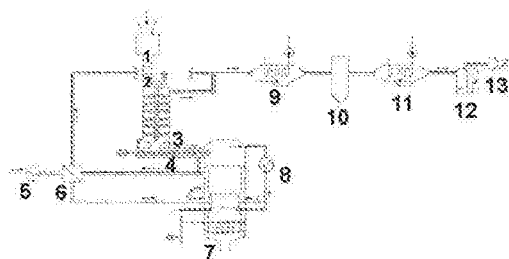


Fig. 3



## INSTALAȚIE DE GAZEIFICARE ATMOSFERICĂ A BIOMASEI/DEȘEURILOR SOLIDE, CU CONTROL AVANSAT AL REGIMULUI GAZODINAMIC ȘI TERMIC

### 1. DESCRIEREA INVENȚIEI

#### 1.1. Cadrul problemei

Analiza simplificată („proximă”) a combustibililor solizi în „stare inițială” are loc în 3 etape [1, 2], în cadrul cărora sunt puse în evidență o serie de componente:

- Uscarea controlată, termică, la presiune atmosferică și la o temperatură ușor superioară celei de 100°C (uzual 105°C). În cadrul acestei faze se elimină, sub formă de vapori, umiditatea de îmbibație și higroscopică, partea rămasă fiind „proba anhidră”.
- Termoliza probei anhidre, prin încălzire anaerobă de la 105°C până la 800°C. În cursul ei se degajă „volatile”. Partea rămasă este „reziduul solid de termoliză”. Amintim că fracțiile volatile se clasifică după temperaturile la care se degajă, și, mai important, după temperaturile lor de condensare la presiunea atmosferică. După al doilea criteriu deosebim volatile tip: „gaze” (care condensează la temperaturi comparabile cu cele ambientale) și „gudroane” (care condensează la temperaturi mai mari).
- Arderea în O<sub>2</sub> a reziduului solid de termoliză. Partea care nu arde este „cenușa”, iar partea combustibilă este numită convențional „cocs” sau „Carbon fix”.

Analiza avansată, „elementală” a combustibililor solizi detaliază compoziția acestora, determinând, prin procedee chimice, ponderile procentuale ale elementelor în componentele probei anhidre.

Scopul gazeificării combustibililor solizi este producerea de combustibili gazoși, pornind de combustibili solizi. Principalul proces prin care se produc din Carbon gaze combustibile e reacția de reducere dintre C și vaporii de H<sub>2</sub>O:  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$  (E 1).

Reacția are loc la temperaturi ridicate și este endotermă. O parte a H<sub>2</sub> din (E 1) se poate combina cu Carbonul. Reacția de „metanizare”:  $2H_2 + C \rightarrow CH_4$  (E 2) este exotermă, dar nu acoperă cererea de căldură a (E 1). Pentru a satisface cererea de căldură a reacției endoterme, se poate oxida parțial o parte din Carbon:  $C + 1/2(O_2) \rightarrow CO$ , (E 3), și, eventual, se oxidează în continuare CO rezultat din (E 1) și (E 2):  $CO + 1/2(O_2) \rightarrow CO_2$  (E 4).

Gazeificarea nu este un procedeu tehnic nou. Primele instalații de gazeificare a cărbunilor superiori sau cocsului au fost realizate în urmă cu 150 de ani [1,2], iar rețelele de transport și distribuție a gazului de gazogen au apărut cu mult înaintea celor de gaz natural. În acest timp s-au dezvoltat diferite tehnologii de gazeificare. În literatura de specialitate [1,2] acestea sunt clasificate după diferite criterii:

- C.1. După prezența (sau lipsa) O<sub>2</sub> în mediul de gazeificare, deosebim: (C.1.1.) gazeificare în atmosferă ce conține doar vapori de H<sub>2</sub>O și (C.1.2.) gazeificare cu vapori de H<sub>2</sub>O și O<sub>2</sub>.
- C.2. După agentul de oxidare (în cazul 2 de mai sus), deosebim: (C.2.1.) Oxi-gazeificare cu O<sub>2</sub> cvasi pur), (C.2.2.) gazeificare cu aer „îmbogățit” (în O<sub>2</sub>) și (C.2.3.) cu aer.
- C.3. După presiunea de lucru, avem: (C.3.1.) procese de gazeificare la presiune atmosferică, sau (C.3.2.) gazeificare sub presiune.
- C.4. După modul de menținere a masei solide în gazeificator, deosebim: (C.4.1.) gazeificare pe grătar („pat fix”), (C.4.2.) în pat fluidizat și (C.4.3.) în flux pulverizat.

În paralel cu dezvoltarea procedeelor de gazeificare a cărbunilor superiori (antracit, huilă antracitoasă ș.a.), s-au dezvoltat tehnologii de gazeificarea cărbunilor mai „tineri” (cărbune brun, lignit, turbă ș.a.), a biomasei și a unor deșeuri combustibile (sau măcar incinerabile), care au cote de Carbon combustibil „fix” mai mici decât cărbunii superiori, cote de volatile mai mari și umidități mai ridicate. Conversia în syngaz a masei organice din asemenea materii

prime se face într-un proces combinat de piroliză + gazeificare (denumire completă: „piro-gazeificare”, denumire prescurtată: „gazeificare”), în următoarele etape:

- uscarea (vapori de  $H_2O$  din acest proces fiind redirecționați spre zona de gazeificare);
- piroliza (din care rezultă volatile combustibile și reziduul solid care conține cocsul);
- arderea (în principal a „volatilelor”; ea dezvoltă căldura pentru uscare și reducere);
- reacția de reducere dintre vaporii de  $H_2O$  și Carbonul din cocs.

Folosirea gazeificării ca tehnologie de tratare și neutralizare a deșeurilor permite, la fel ca arderea directă și ca incinerarea cu combustibil suport ajutător, recuperarea unei cote din potențialul lor energetic și minimizarea emisiilor poluante, inclusiv a deșeurilor „finale”. Față de ardere/incinerare, gazeificarea poate elimina cererea de combustibil suport și produce combustibili gazoși, mai „curați” ecologic, mai ușor de transportat și stocat și valorificabili în mașini termice cu ardere internă, de tip Instalații de Turbine cu Gaze (ITG) sau Motoare cu Piston (MP). Cum efectul de scală asupra randamentului este mai redus, acestea ating la puteri unitare de zeci sau sute de kW randamente superioare ciclurilor cu abur de câțiva MW.

„Reactorul” instalației de gazeificare a biomasei/deșeurilor solide ce face obiectul prezentei propuneri de invenție se încadrează după criteriul C.1. în categoria C1.2. „cu gazeificare în atmosferă cu vaporii de  $H_2O$  și  $O_2$ ”, după criteriile C.2. și C.3. în categoria celor „atmosferice”, pentru că agentul de oxidare este aerul (C.2.3.) și pentru că procesul are loc la presiunea atmosferică (C.3.1.), iar după criteriul C.4. printre cele pe grătar, sau cu „pat fix” (C.4.1.).

La gazeificarea pe grătar, materiile solide granulate (combustibil-cenușă) circulă decendent gravitațional. În cele două exemple din Fig. 1. și Fig. 2. [1, 2, 3, 4, 5] se observă că masa combustibilă gazeificabilă intră prin racordul superior (a), iar cenușa care cade prin ochiurile grătarului este preluată de un schneck și evacuată prin racordul inferior (b). Adâncirea clasificării acestor gazeificatoare se face urmărind circulația relativă a celor două fluxuri: masa solidă și substanțele în stare gazoasă sau de vaporii (aerul, vaporii de  $H_2O$  și gazul de sinteză) [1, 2]. Pentru descrierea construcției și funcționării reactorului instalației ce face obiectul prezentei propuneri de invenție vom porni de la analiza a două tipuri de gazeificatoare care sunt cele mai asemănătoare cu el, la care vaporii și gazele au circulație pe direcție verticală. În funcție de sensul de circulație a gazelor în raport cu cel al substanțelor solide, acestea din urmă pot fi [1, 2]:

- cu circulație în echicurent, sau „downdraft” (Fig. 1.) [1, 2, 3, 4]. La acesta fluxul de combustibil-cenușă parcurge pe rând zonele de: uscare (c), piroliză (d), oxidare (e) și reducere (f). Aerul e introdus prin racordurile (g) aflate în dreptul zonei de oxidare iar fluxul de gaze și vaporii de  $H_2O$  circulă doar prin zonele (e) și (f) ale reactorului, în sens decendent ca și materiile solide. Gazul de sinteză fierbinte trece prin grătar și se evacuează din reactor prin racordul (h). Principalele avantaje ale gazeificatoarelor cu această schemă relativă de curgere sunt acelea care permit transferul direct al căldurii dezvoltate prin ardere în zona (e) către zonele imediat vecine, care necesită căldură de proces: zona de piroliză (d) și cea de reducere (f). În plus gazul, fiind evacuat din zona de temperaturi ridicate, nu conține gudroane și poate fi folosit în mașini termice cu ardere internă (ITG sau MP). Această schemă de curgere are însă și două dezavantaje mai importante. Primul este că vaporii de  $H_2O$  degajați în zona de uscare (c) ajung greu în zona de reducere (f), unde sunt necesari în reacția de gazeificare. Al doilea este că transferul căldurii dezvoltate în zona (e) spre zona de uscare (c) este dificil, fapt ce reduce eficiența uscării și duce la intrarea în zona de piroliză a masei solide în stare umedă.
- cu circulație în contracurent, sau „updraft” (Fig. 2.) [1, 2, 5]. La acesta aerul e introdus pe sub grătar prin racordul (g) poziționat în partea inferioară a reactorului, iar racordul (h) de evacuare a gazului de sinteză, este în partea superioară a vasului. Ca urmare fluxul de gaze și vaporii de  $H_2O$  circulă în sens ascendent, în contracurent cu materiile solide, prin toate

zonele reactorului. Fluxul de combustibil introdus pe la partea superioară parcurge pentru început zonele de uscărire (c) și piroliză (d) în aceeași ordine ca mai sus. În continuare produsul de piroliză trece prin zona de reducere (f) și apoi prin cea de oxidare (e), iar cenușarămăsa se evacuează, ca mai sus, de sub grătar. Principalul avantaj al acestei scheme de curgere relativă este acela că asigură atât transferul direct al căldurii dezvoltate prin ardere în zona (e) către zona de reducere (f), cât și transferul indirect, prin fluxul de gaze fierbinți, al acestei călduri spre zonele de piroliză (d) și uscărire (c), mărin d eficiența uscării și permițând intrarea în zona de piroliză a masei solide mai uscate. Un prim dezavantaj al schemei, prezent și în cazul anterior, este acela că nu asigură transferul vaporilor de H<sub>2</sub>O degajați la uscărire spre zona de reducere (f), unde sunt necesari în reacția de gazeificare. Un alt dezavantaj este acela că gazul evacuat din zona de temperaturi coborâte, după zonele de piroliză și uscărire conține gudroane. El poate fi valorificat prin ardere directă în vecinătatea sursei, dar nu poate fi folosit în mașini termice cu ardere internă (ITG sau MP) și nu poate fi transportat la distanță.

Descrierea mai sus a celor două tipuri de gazeificatoare mai apropiate de cel cu care este prevăzută instalația din prezenta propunere de invenție, ne va permite să evidențiem, în subcapitolul următor, elementele originale ale gazeificatorului cu care propunem să fie dotată instalația, precum și avantajele acestuia în raport cu reactoarele uzuale de gazeificare „pe grătar”. În plus, instalația propusă spre brevetare în ansamblul ei, concepută pentru gazeificarea unor biomase / deșeuri organice cu potențial risc biologic, conținut ridicat de umiditate, mai are și alte elemente originale care vor fi prezentate în continuare.

## 1.2. Descrierea construcției și funcționării instalației ce face obiectul cererii de brevet

Schema de principiu a instalației cu control avansat al regimului gazodinamic și termic, pentru gazeificarea atmosferică a biomasei/deșeurilor solide este prezentată în Fig. 3. Menționăm că această instalație a fost realizată în cadrul proiectului finanțat prin UEFISCDI cu Nr. 62/2012, având titlul „Linie tehnologică operațională pentru conversia deșeurilor în gaz de sinteză superior și producere de energie electrică – CONTECH”, și se află în probe funcționale la Universitatea „Politehnica” din București.

Instalația este alcătuită din două subansambluri majore, care sunt parcurse de fluxul de materie primă-produs finit în următoarea ordine:

- A) Unitatea de conversie a biomasei/deșeurilor organice în gaz de sinteză. Aceasta poate fi împărțită pe 3 grupe de funcțiuni, în: A.1. modulul de preparare a deșeurilor organice (tocătorul, ecluza, uscătorul și schneckul), A.2. gazeificatorul propriu-zis, și A.3. circuitul de aer - syngaz brut (netratat) cu recuperare internă de căldură.
- B) Unitatea de epurare a gazului de sinteză (prevăzută și cu posibilitate de recuperare externă a căldurii).

Componentele unității de conversie a deșeurilor organice în gaz de sinteză și funcțiile lor sunt:

- 1) **Tocătorul** care mărunțește mecanic masa organică până la o granulație de 10÷18 mm, comparabilă cu cea ale peletelor de lemn folosite la arderea pe grătar. Reducerea mărimii particulelor ușurează manipularea lor și mărește suprafața de contact dintre acestea și gaze, intensificând procesele termochimice. În instalația de la UPB tocătorul este un concasor cu valțuri.
- 2) **Sasul** (ecluza). Acesta se află între tocătorul de preparare pentru gazeificare, prin mărunțire, a materiei primă și uscător, asigurând etanșarea pe partea de gaze între tocător (în care se află aer la temperatura și presiunea ambiantă) și uscător (prin care circulă gaz de sinteză fierbinte, la ușoară suprapresiune în raport cu atmosfera și o temperatură ridicată, de circa 600÷300°C) realizând totodată alimentarea controlată cu

deșeu/biomasă a uscătorului.

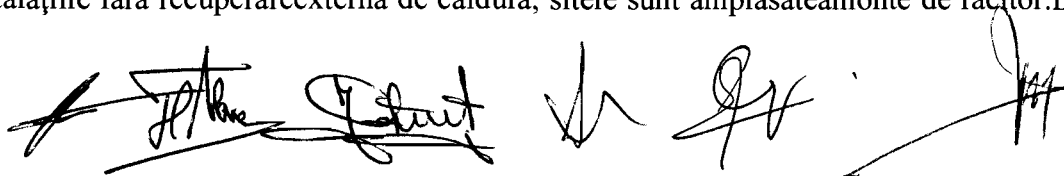
- 3) **Uscătorul de deșeu/biomasă** reduce conținutul de umiditate higroscopică și de îmbibație. În instalația de la UPB uscătorul este cu agitare mecanică, talere fixe și raclete rotative. Particulele cad gravitațional de pe un taler pe altul. Pe fiecare taler se realizează agitare mecanică cu ajutorul unor raclete rotative; aceasta asigură: a) evitarea colmatării, b) creșterea duratei de staționare a masei granulate în uscător și c) intensificarea schimbului de căldură și masă între materia primă și agentul de pre-uscarea (care circulă ascendent, în contracurent în raport cu materialul mărunțit). Caracteristic instalației propuse spre brevetare este modul de integrare a procesului de pre-uscarea în ansamblul proceselor energo-tehnologice: agentul de pre-uscarea este o cotă din syngazul fierbinte. Menționăm că această cotă depinde în principal de: a) necesarul de căldură pentru preîncălzirea aerului (o altă particularitate a instalației fiind aceea că preîncălzitorul de aer e legat în paralel pe partea de syngaz fierbinte cu ansamblul format de carcasa schneck-ului și uscătorul de deșeu organic) și b) de starea inițială a combustibilului (umiditate și compoziție elementală). Pentru biomase/deșeuri cu umiditate mare cota de agent de uscarea atinge circa 50%. În urma schimbului de căldură și masă prin contact se realizează reducerea temperaturii syngazului și îmbogățirea lui cu vapori de apă, precum și încălzirea și pre-uscarea fracției solide amonte de gazogen. Rezultă că uscarea realizează și o recuperare internă de căldură fapt care reduce consumul de energie pentru procesele endoterme din reactor conducând la scăderea cotei de CO<sub>2</sub> din syngaz și, implicit, la creșterea puterii calorifice a acestuia. Pe de altă parte, deoarece uscarea biomasei/deșeului se realizează prin contact direct cu un agent de temperatură ridicată, eficiența sa este superioară celei realizabile cu agent intermediar și/sau în schimbătoare de căldură de suprafață. La această temperatură ridicată, eventualele substanțe cu potențial risc biologic din materialul solid sunt parțial neutralizate. Cele rămase în materialul solid intră în reactorul de gazeificare unde sunt neutralizate în zona de oxidare. Chiar dacă unele substanțe nedorite (grăsimi, gudroane) sunt antrenate în gazul de sinteză în procesul de uscarea, ele vor fi reținute în unitatea de epurare a syngazului, acesta din urmă ajungând „curat” la consumator. Dacă totuși în gazul de sinteză mai sunt prezente substanțe cu potențial risc biologic, acestea vor fi complet neutralizate prin ardere la temperatură înaltă în motorul cu ardere internă.
- 4) **Schneckul** (transportor tip șurub), antrenat electric cu turație variabilă, pentru reglajul debitului de alimentare cu biomasă, face legătură între uscător și zona superioară a reactorului de gazeificare. Pentru creșterea temperaturii fracției solide la intrarea în reactorul de gazeificare, la instalația de la UPB cilindrul schneck-ului are dublă anvelopă, iar în spațiul dintre cele două „cămăși” trece cota de circa 50% din syngazul fierbinte care care se trimite apoi în uscător.
- 5) **Ventilatorul de aer**, cu reglaj prin turație variabilă, asigură prin suprapresiunea creată circulația generală a substanțelor în fază gazoasă (aer-syngaz) după schema „tiraj suflat”. Aerul pentru arderea parțială este vehiculat prin preîncălzitorul de aer către zona submediană a reactorului.
- 6) **Preîncălzitorul de aer**, schimbător de căldură de suprafață în care un debit aproximativ egal cu cel de aer (în instalația de la UPB, proiectată pentru biomase/deșeuri cu umiditate mare, cota reprezintă circa 50% din syngazul fierbinte) realizează o recuperare internă de căldură, cedând aerului o cotă din căldura sensibilă. Datorită creșterii temperaturii aerului intrat în reactor se reduce consumul de energie pentru procesele endoterme din acesta, fapt care îmbunătățește calitatea syngazului.
- 7) **Reactorul de gazeificare** propriu-zis este un vas de formă cilindrică cu axă verticală având

carcasă dublă în zona fierbinte (circa 2/3 de la bază din înălțimea totală). În vas deșeurile organice solide formează un „pat fix” care se sprijină la partea inferioară pe un grătar, circulând lent gravitațional descendent. În zona superioară a reactorului are loc uscarea finală a masei solide folosind o parte din căldura dezvoltată prin oxidarea parțială. În continuare biomasa/deșeurile trec în zona de piroliză, zonă aflată în carcasa interioară. Din acest proces rezultă reziduul solid (ce conține cocs) și volatilele combustibile. Inițierea proceselor termochimice din reactor se face cu un arzător (în instalația de la UPB acesta utilizează combustibil lichid ușor). În continuare procesele se automențin. Aerul se introduce radial centripet, la circa 1/3 din înălțimea reactorului, în zona de oxidare, unde ard volatilele tip gudroane și o parte din cocs, dezvoltând căldura pentru uscare și reducere. În partea inferioară a reactorului, deasupra grătarului, are loc reacția de reducere dintre vaporii de  $H_2O$  și Carbon din care rezultă syngazul. Acesta din urmă străbate grătarul, circulă ascendent printre cele două carcase, participând la încălzirea zonelor de piroliză și uscare, apoi se evacuează pe la partea superioară a reactorului. Pe grătar se află sistemul mecanic de curățare a acestuia, iar sub acesta cel de evacuare a cenușii, care este etanșat cu apă.

- 8) **Ventilatorul de recirculare a gazelor**, cu reglaj prin turație variabilă, preia gazele calde și umede partea superioară a reactorului, de deasupra zonei de uscare și le introduce în partea inferioară a acestuia, între zona de oxidare și cea de reducere. Ca urmare, circulația relativă a celor două fluxuri, cel de combustibil-cenușă și cel de gaze-vapori, are loc în partea superioară a reactorului în contracurent, iar în partea inferioară a lui în echicurent. Curentul ascendent de gaze fierbinți provenite din oxidare îmbunătățește transferul de căldură spre zona de piroliză și intensifică uscarea finală a masei solide din zona superioară a vasului. Totodată transvazarea controlată a gazelor umede din zona de uscare spre cea de gazeificare asigură în aceasta din urmă o atmosferă mai bogată în vaporii de  $H_2O$  necesari procesului. Aceasta permite un control avansat al circulației și temperaturii gazelor în reactor. Astfel, instalația realizează combinarea avantajelor celor două tipuri clasice de gazificatoare pe grătar (contracurent și echicurent), cu eliminarea dezavantajelor specifice fiecăruia dintre acestea.

Componentele unității de epurare a gazului de sinteză (care este prevăzută și cu posibilitatea recuperării externe a căldurii) și funcțiile acestora sunt:

- 9) **Răcitorul de syngaz treapta I** primește gazul cald rezultat din amestecul celor 3 fluxuri pe care se face recuperarea internă de căldură (de la uscător, de la preîncălzitorul de aer și de la sistemul de încălzire a schneckului). Răcirea amestecului până aproape de temperatura de condensare a vaporilor de  $H_2O$  este necesară în proces pentru a asigura o temperatură scăzută a syngazului în următoarea componentă a unității de epurare: scrubberul. Procesul se realizează într-un schimbător de căldură de suprafață și se poate face: **9.1.) fără recuperarea căldurii** (dacă gazeificatorul nu are un grad mare de utilizare și în vecinătatea lui nu se află consumatori de căldură, cazul instalației de la UPB, care folosește un schimbător gaz-apă), sau **9.2.) cu recuperare externă de căldură** (când aceasta se justifică economic prin efectele ei energetice). În a doua situație căldura se poate recupera pentru producere de apă caldă (folosind un schimbător gaz-apă), sau pentru producerea de abur de joasă presiune (într-un generator de vapori). Amintim că, deoarece gazul fierbinte este evacuat din zona de reducere a reactorului, el conține cote foarte mici de fracții volatile. Totuși, fluxul degazat trece prin uscător vine în contact direct cu biomasa/deșeurile, fiind posibilă încălzirea a lui cu astfel de fracții. O caracteristică specifică instalației propuse spre brevetare este aceea că răcitorul de syngaz treapta I este prevăzut și cu un **set de site metalice multistratificate** care realizează reținerea compușilor volatili condensabili. La instalațiile fără recuperare externă de căldură, sitele sunt amplasate amonte de răcitor. Dacă



se optează pentru recuperarea externă de căldură, amplasamentul sitelor se stabilește în funcție de regimul termic din schimbătorul de căldură-recuperator.

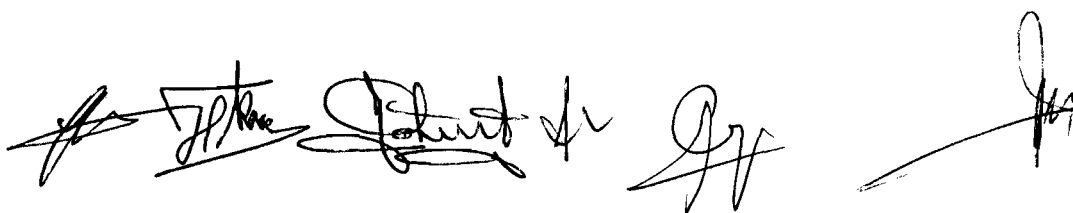
- 10) **Scrubberul**(reactorul de epurare) realizează „spălarea” gazelor într-o „ploaie” de soluție alcalină, pentru reținerea eventualelor compuși acizi ai Sulfurului sau Clorului (dacă aceste elemente sunt prezente în deșeu) și a altor gaze acide. La instalația de la UPB scrubberul are o construcție similară desulfuratoarelor medede de gaze de ardere de tip „turn-ciclon”, iar soluția alcalină este una de NaOH.
- 11) **Răcitorul treapta a II-a, condensator de vapori de  $H_2O$**  este un schimbător de căldură de suprafață gaz-apă care asigură răcirea avansată a gazului, pentru condensarea vaporilor de apă prezenți în acesta, fără recuperarea căldurii. Astfel participațiile fracțiilor gazoase combustibile în syngaz cresc, măbind conținutul de energie pe  $1 \text{ Nm}^3$ .
- 12) **Gazometrul**, care preia gazul curățat și uscat prin răcire (maxim 5% umiditate) are rolul de tampon atenuând posibilele fluctuații de presiune și debit. Pentru instalația de la UPB acesta este format din doi cilindrici axe verticale, de aceeași înălțime, umpluți parțial cu apă, conectați în partea inferioară printr-o conductă și prevăzuți cu sticle de nivel. Primul cilindru (rezervorul propriu-zis) este etanșat la partea superioară prin capac și la partea de jos prin stratul de apă. Volumul liber al lui, în care se stochează gazul de sinteză la presiune supraatmosferică, e conectat la ieșirea din răcitorul treapta a II-a și la următoarea componentă a liniei tehnologice: filtrul sac. Al doilea cilindru, „de expansiune”, este pus în legătură în zona superioară cu atmosfera. Suprapresiunea gazului din primul cilindru e menținută constantă prin diferența dintre nivele libere ale apei în cei doi cilindri. Această mărime permite determinarea volumului de gaz din gazometru.
- 13) **Filtrul sac**, treapta finală a sistemului de epurare gaz, reține pulberile antrenate. În instalația de la UPB filtrul este realizat din țesătură de bumbac cu ochiuri de  $50 \mu\text{m}$ . De la ieșirea din filtrul sac gazul de sinteză este trimis către consumatori (ex: mașini termice cu ardere internă). Deoarece gazul de sinteză este curat, gazele de eșapament evacuate la coș nu vor necesita echipamente speciale de tratare.

Instalația în ansamblul ei este prevăzută cu puncte și aparate de măsură a temperaturilor materialului solid în interiorul reactorului precum și a presiunilor, temperaturilor și debitelor de fluide (aer/gaze/apă răcire) pe diferite trasee. Semnalele de tip „unificat” provenite de la traductoare sunt centralizate într-o unitate de monitorizare și control al procesului.

Toate acționările din instalație sunt electrice și se realizează cu turație-frecvență variabilă.

## 2. REVENDICĂRI

1. Instalație de gazeificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide, cu control avansat al regimului gazodinamic și termic, cuprinzând: tocătorul (1), sasul (2), uscătorul de deșeu organic (3), schneckul de alimentare (4), reactorul de gazeificare (5), ventilatorul de aer (6) preîncălzitorul de aer (7), ventilatorul de recirculare a gazelor (8), răcitorul de syngaz treapta I cu site de degudronare, care poate fi folosit și pentru recuperarea externă a căldurii (9), scruberul (10), răcitorul treapta a II-a, condensator de vapori de H<sub>2</sub>O (11), gazometrul (12) și filtrul sac (13), **caracterizată prin aceea că** realizează conversia biomaselor și/sau deșeurilor cu umiditate ridicată (până la 60%) și potențial risc biologic din descompunerea lor, în gaz de sinteză curat, care poate fi valorificat în motoare cu ardere internă.
2. Instalație de gazeificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide, cu control avansat al regimului gazodinamic și termic, conform revendicării 1, **caracterizată prin** introducerea în circuitul de gaze al reactorului propriu zis a unui ventilator de recirculare (8) care preia gazele umede din zona superioară a reactorului (cea de uscare a biomasei/deșeurilor solide) și le introduce în partea inferioară a reactorului (între zona de oxidare și cea de reducere), astfel încât circulația relativă a fluxurilor de combustibil-cenușă și de gaze-vapori are loc în partea superioară a reactorului în contracurent, iar în partea inferioară a lui în echicurent, permițând un control avansat al temperaturii și compoziției gazelor în reactor precum și combinarea avantajelor celor două tipuri clasice de gazificatoare pe grătar (contracurent și echicurent), cu eliminarea dezavantajelor acestora.
3. Instalație de gazeificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide, cu control avansat al regimului gazodinamic și termic, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, procesul de preuscare cu contact direct între materia solidă și agentul de pre-uscared de temperatură ridicată (syngaz fierbinte) asigură o eficiență superioară celei realizabile cu agent intermediar și/sau în schimbătoare de căldură de suprafață.
4. Instalație de gazeificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide, cu control avansat al regimului gazodinamic și termic, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, datorită existenței în circuitul de syngaz „brut” (netratat) a componentelor uscător de deșeu organic (3) și preîncălzitor de aer (7), precum și a modului de legare a lor în circuit, se realizează o recuperare internă de căldură care acoperă o parte din consumul de energie al proceselor endoterme din reactor mărind puterea calorică a gazului produs.
5. Instalație de gazeificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide, cu control avansat al regimului gazodinamic și termic, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** preuscarea cu agent de proces a materialului solid se realizează fără eliminare în mediul ambiant a unor eventuale substanțe cu potențial risc biologic.
6. Instalație cu control avansat al regimului termic și gazodinamic, pentru gazeificarea atmosferică a biomasei/deșeurilor solid conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** răcitorul de syngaz treapta I este prevăzut și cu un set de site metalice multistrat răcite, realizând astfel și reținerea particulelor antrenate și a compușilor volatili condensabili.



## 3. DESENE EXPLICATIVE

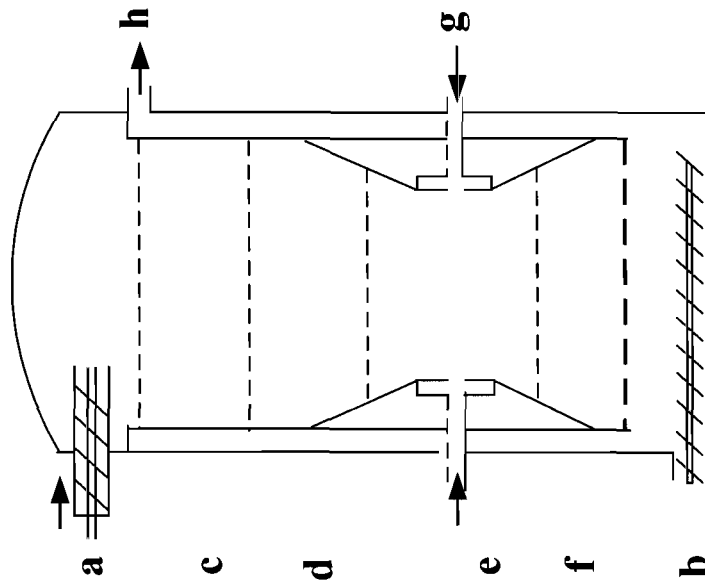


Figura 1. Reaktor de gazificare a combustibililor solizi, cu „pat fix” și circulație în echicurent („downdraft”).

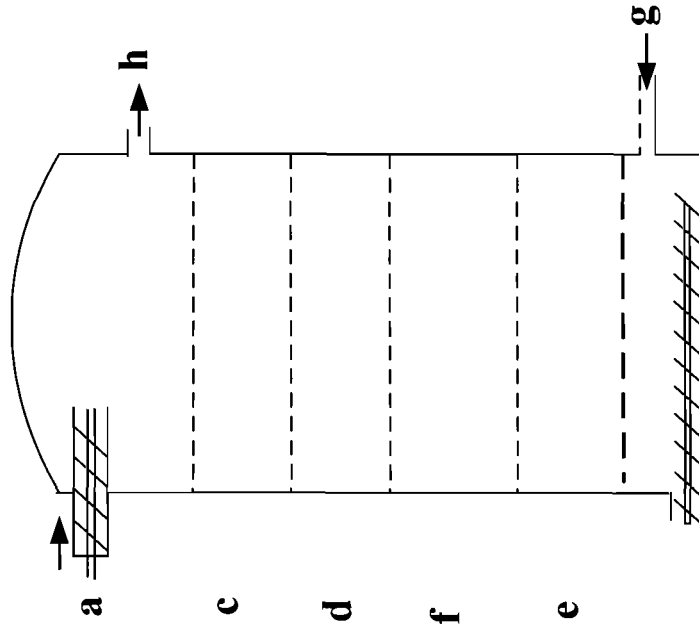


Figura 2. Reaktor de gazificare a combustibililor solizi, cu „pat fix” și circulație în contracurent („updraft”).

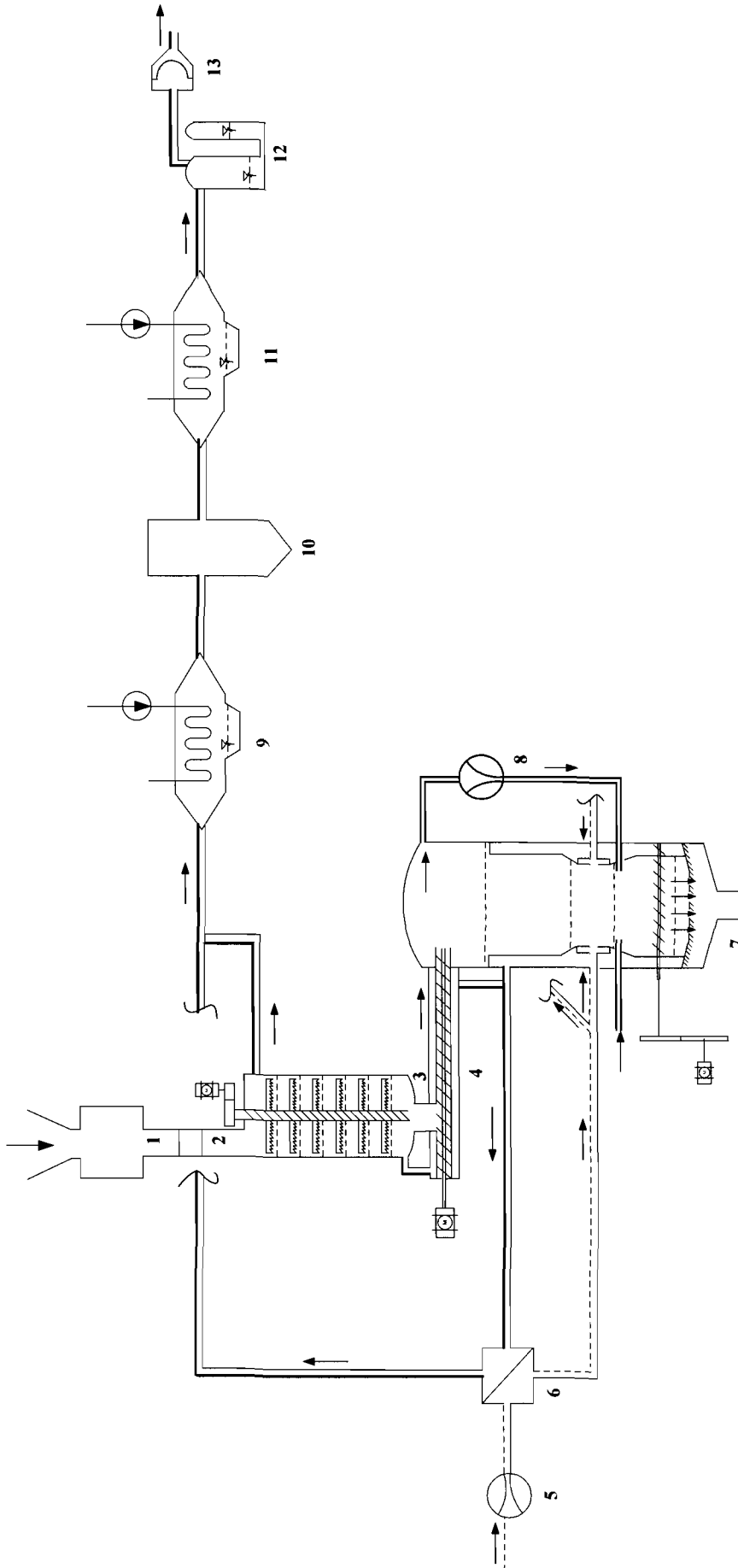


Figura 3. Schema de principiu a instalației propuse spre brevetare

*[Handwritten signatures and marks at the bottom of the page.]*