

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00266**

(22) Data de depozit: **18/05/2020**

(41) Data publicării cererii:  
30/09/2020 BOPI nr. 9/2020

(71) Solicitant:  
• **FRÂNCU BOGDAN-SABIN**,  
STR.PLUTONIER PAZON MĂRIN, NR.1,  
BL.G10, SC.C, ET.2, AP.25, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• **FRÂNCU COSTIN-MARIAN**,  
ȘOS.NORDULUI NR.96 Z, ET.3, AP.21,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• **FRÂNCU MARIUS-ANDREI**,  
STR.ANDREI POPOVICI, NR.18, BL.8A,  
SC.C, AP.35, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• **FRÂNCU VLAD**, ȘOS.NORDULUI, NR.96Z,  
AP.21, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• **FRÂNCU COSTIN-MARIAN**,  
ȘOS.NORDULUI NR.96 Z, ET.3, AP.21,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• **FRÂNCU BOGDAN-SABIN**,  
STR.PLUTONIER PAZON MĂRIN, NR.1,  
BL.G10, SC.C, ET.2, AP.25, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO

*Această publicație include și modificările descrierii,  
revendicărilor și desenelor depuse conform art.35  
alin. (20) din HG nr. 547/2008*

(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE DE GAZEIFICARE A  
AMESTECURILOR ETEROGENE DE SUBSTANȚE  
ȘI COMPUȘI ORGANICI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de gazeificare în flux continuu a amestecurilor eterogene de substanțe și compuși organici de genul deșeurilor de biomasă, forestiere, deșeuri urbane solide și lichide, nămoluri de la stațiile de epurare a apelor menajere și alte deșeuri asemenea. Procedeu conform invenției are următoarele etape:

a) materia primă organică în amestec eterogen este introdusă în reactorul (2) de piroliză unde este încălzită treptat, prin convecție termică, până la o temperatură de 900...1000°C, fiind menținută în contact cu suprafețele metalice care transportă, prin conducție, energia termică din zona exotermă de la pereții reactorului de gazeificare,

b) rezultatele procesului de piroliză cu fazele solidă, lichidă și gazoasă, sunt transferate gravitațional în reactorul (2) de gazeificare unde sunt amestecate cu agentul de gazeificare, respectiv aer/O<sub>2</sub> și abur, acestea fiind introduse prin curgere turbionară pentru ca schimbul de energie termică să se realizeze prin convecție forțată și radiație între suprafețele metalice din interiorul reactorului (2), așezate în poziții fixe diferite, astfel încât suprafața de contact să se schimbe după 5...20 cm parcurși de fluxul de materiale, fiecare grup de lamele metalice din interiorul reactorului formând 2...8 plane de separație în fluxul de materie primă organică, oxidarea carbonului având loc în cascadă, în două incinte diferite, prima incintă cu curgere turbionară și a doua cu curgere laminară, fiecare etapă având control independent al parametrilor de proces. Instalația conform invenției este constituită din unul sau mai multe reactoare de piroliză fixe, de formă cilindrică sau prismatică, având la interior, sudate transversal de pereții

interiori, 4...14 grupuri de lamele metalice cu înălțimea de 5...20 cm, un sistem de duze pentru introducerea aerului/O<sub>2</sub> și a aburului și un sistem de ecluză cu robinetul (3) și containerul (4) pentru eliminarea zgurii.

Revendicări inițiale: 10  
Revendicări amendate: 10  
Figuri: 4

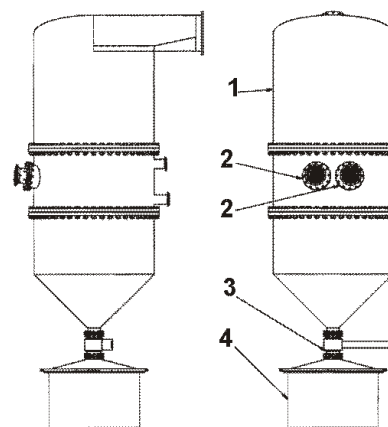


Fig. 1

*Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).*



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. a	2020 00266
Data depozit	18-05-2020

**DESCRIEREA INVENTIEI**

**PROCEDEU SI INSTALATIE DE GAZEIFICARE A ANESTECURILOR ETEROGENE DE SUBSTANTE SI COMPUSI ORGANICI**

**DOMENIUL TEHNIC**

Prezenta invenție se referă la un procedeu și o instalație de gazeificare a amestecurilor eterogene de substanțe și compuși organici de genul deșeurilor de biomasa, forestiere, deșeuri urbane solide și lichide, nămoluri de la stațiile de epurare a apelor menajere, etc.

**STADIUL TEHNICII ACTUALE**

Gazeificarea este un proces fizico-chimic de transformare ireversibilă a compușilor organici solizi/lichizi/gazoși într-un gaz de sinteză care conține în principal H<sub>2</sub>, CO și CO<sub>2</sub>. Fenomenul fizic este cunoscut de peste 300 de ani iar aplicații industriale în principal în domeniile energetic și petrochimie există de 150 de ani.

Literatura de specialitate scindează procesul de gazeificare în 2 etape distincte :

1. Etapa endotermă, numită PIROLIZA
2. Etapa exotermă, numită GAZEIFICARE

Etapa 1, Piroliza, este un procedeu de transformare sau de descompunere termică a compușilor sau a substanțelor chimice organice în condiții de temperaturi înalte și fără oxigen/aer. Acest procedeu implică schimbarea simultană a compoziției chimice și a fazei fizice a compusului, și este ireversibilă. În principiu, în această etapă, datorită temperaturii se rup majoritatea legăturilor carbon-hidrogen. Rezultatul este o **fază gazoasă** formată din hidrogen și compușii volatili ai materialelor supuse pirolizei, o **fază lichidă** care este un amestec de hidrocarburi și radicali organici numită generic „ulei de piroliza” și o **fază solidă** formată în principal din carbon, resturi minerale și metale funcție de compoziția materialului inițial. Ruperea legăturii carbon-hidrogen are loc la o temperatură fixă funcție de formula chimică a compusului organic și este o caracteristică fizică a compusului respectiv. Domeniul de temperaturi este 200-1250°C, cu o pondere mare de compuși pirolizați în domeniu 200-600°C.

Etapa 2, Gazeificarea, constă în principal în transformarea carbonului solid în gaz prin oxidare parțială la temperaturi mai mari 850°C, conform următoarelor reacții exoterme:



- $C + \frac{1}{2}O_2 = CO - 123,1 \text{ KJ/Kmol carbon}$
- $C + O_2 = CO_2 - 398,3 \text{ KJ/Kmol carbon}$

Cele 2 etape au loc într-un reactor comun, în care energia termică produsă în reacțiile exoterme de oxidare a carbonului este în mare parte consumată pentru încălzirea materialelor organice în faza 1 de piroliză. Singazul rezultat conține 5-100 mg/m<sup>3</sup> macromolecule organice cu peste 100 de formule chimice diferite, amestec numit generic „gudroane”.

Toate brevetele de invenție, studiile academice, instalațiile experimentale sau instalațiile industriale de gazeificare actuale, prevăd introducerea materiei prime la temperatură ambiantă în reactorul de gazeificare pentru a crea un pat fix, mobil sau fluidizat. Prin patul de materie primă este trecut updraft, downdraft sau crossdraft, singazul cald rezultat în reacțiile exoterme din zona de gazeificare pentru a încălzi materia primă și a o aduce la parametrii de piroliza.

US 006902711 B1 prezintă un procedeu și un echipament cu aplicare industrială, dezvoltat de EBARA Corporation și UBE Industries din Japonia. Brevetul prezintă un proces de gazeificare cu **pat fluidizat** în 2 reactoare, primul cu temperaturi sub 800°C și al doilea cu temperaturi peste 1.300°C.

US 2010/0037519 A1 prezintă un procedeu și o instalație de gazeificare downdraft, cu **pat fix**. Pentru diminuarea fenomenului de „channeling” reactorul este prevăzut cu un amestecător central, ceea ce conduce la creșterea consumului energetic și complică operarea și mentenanța.

Din punct de vedere fizic, conceptul tehnicii actuale prevede schimbul de căldură prin convecție și radiație între un gaz preponderent biatomic, care din punct de vedere radiație este un corp transparent iar din punct de vedere convecție este un material izolant, către un pat eterogen de materiale organice care din punct de vedere conducție și convecție sunt materiale izolatoare, cu coeficient de conducție termica mai mic de 0,1 W/m\*K.

În cadrul studiilor și experimentelor personale privind gazeificarea diferitelor amestecuri de materiale organice, am observat o deficiență majoră în ceea ce privește modalitatea de transfer a energiei termice între agentul de transport al energiei termice și patul de materie organica aflat în zona de piroliză. În mod natural gazul de sinteză se va deplasa în masa patului de material organic prin



spatiile libere ramase între bucățile de marital, fără posibilitatea operatorului de a controla altceva decât eventual viteza de deplasare. La limită, avem deci un „tub” cu pereții din material organic cu coeficient de transfer termic prin conducție  $<0,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  prin care se deplasează un gaz preponderent biatomic, cu temperatură mai mare decât pereții tubului. Din punct de vedere transfer prin radiație, gazul biatomic este corp transparent, deci nu primește și nu cedează energie termică. Prin convecție, gazul va ceda energie termică la perete, energie care se va acumula în suprafață datorită coeficientului mic de conducție al pereților din material organic. Astfel moleculele organice din suprafață vor ajunge la temperatura critică de rupere a legăturii carbon-hidrogen, hidrogenul va fi antrenat în fluxul de gaz, iar carbonul se va acumula în suprafață îngreunând și mai mult transferul termic către masa de material. Aceste fenomene nedorite de channelling sunt eliminate în procedeele de gazeificare cu pat fluidizat, dar eficiența transferului termic este mult scăzută față de procedeele cu pat fix datorită vitezelor mari ale gazelor, impuse de condiția de levitație a patului fluidizat. Noile procese „bubbling fluidised bed” – pat fluidizat cu bule îmbunătățesc transferul termic prin convecție și aduc o mică componentă de transfer prin radiație, dar cresc consumurile energetice și complică foarte mult procesul prin introducerea și recuperarea unor cantități mari de nisip cuarțos în masa de material organic ca agent de fluidizare.

Problemele tehnice pe care le rezolva prezenta invenție sunt:

1. Eliminarea fenomenelor de „channeling” în patul de materie primă organică
2. Mărirea randamentului de transport și transfer a energiei termice din zona exotermă în zona endotermă
3. Mărirea randamentului de transformare a carbonului solid în gaze CO și  $\text{CO}_2$  cu consecința reducerii carbonului rezidual în zgură

Scopul invenției este:

1. Eliminarea patului de materie primă organică
2. Schimbarea agentului de transport al energiei termice precum și a fenomenului fizic utilizat pentru transferul energiei termice către materia primă organică
3. Controlul fluxului de agent de gazeificare astfel încât în prima fază să creeze o curgere turbionară, iar în a doua fază să creeze o curgere laminară cu viteză



mică. Aceste două modalități de curgere ale agentului de gazeificare vor facilita contactul între moleculele de gaz și atomii de carbon solid.

Prezenta invenție constă într-un **procedeu de gazeificare** fără pat de piroliză/gazeificare care permite gazeificarea amestecurilor eterogene de materiale organice.

Conform Desenului 1, materia primă organică este introdusă la temperatură ambiantă în reactoarele de piroliză – poziția 2 - și este încălzită gradual, până la 800°C, prin punte termică metalică, cu energia termică produsă în reactorul de gazeificare 1. Rezultatele pirolizei, respectiv fracțiile gazoasă, lichidă și solidă sunt transferate în reactorul de gazeificare unde la temperaturi de până la 1.100°C, cu agent de gazeificare aer sau oxigen se produc reacțiile exoterme de transformare a carbonului solid în CO și CO<sub>2</sub>, componente gazoase. Frația solidă rămasă în reactorul de gazeificare, care conține în principal molecule și elemente minerale provenite din compoziția chimică a lanțurilor de macromolecule organice, este separată de fracția gazoasă și eliminată printr-un sistem ecluză format din robinetul 3 și containerul 4.

Procedeu conform prezentei invenții constă în **transportul energiei termice** din zona de gazeificare exotermă (Desenul 1 poziția 1) în zona de piroliză endotermă (Desenul 1 poziția 2), prin puntea termică metalică formată, conform Desenului 4, din pereții reactorului de gazeificare (poziția 1 și 12) și incinta metalică 2 în care este poziționat reactorul de piroliză, flanșa și pereții exteriori ai reactorului de piroliză, respectiv pozițiile 1-5 din Desenul 2. Din punct de vedere fizic, agentul de transfer al energiei termice cu coeficient de conducție termică 0,02-0,1 W/m\*K, respectiv singazul, este înlocuit cu o punte termică metalică cu coeficient de conducție mai mare de 45 W/m\*K, deci de 400-1.000 de ori mai mare și în plus cu capacitatea de a transfera energie termică prin convecție și radiație, nu doar prin convecție. Acest nou procedeu va mari semnificativ eficiența transportului energiei termice din zona exotermă în zona endotermă fără pierderi energetice suplimentare și va mari eficiența transferului energiei termice către masa de materie primă organică cu eliminarea fenomenului de channeling. În plus, puntea termică formată din pereții reactoarelor de piroliză și gazeificare va funcționa ca un acumulator de energie termică care va livra energia funcție de capacitatea de

absorbție a masei eterogene de materiale organice. Altfel spus, în tehnica actuală, singazul cald, purtător al unei cantități de energie termică, în mișcare către ieșirea din reactorul de gazeificare, trece prin patul de materiale organice mai reci și cedează căldură funcție de capacitatea de absorbție a materialelor întâlnite în timpul de rezidență. La final, singazul părăsește gazeificatorul cu energia termică rămasă. Conform procedului descris în prezenta invenție, energia termică este transportată prin pereții metalici ai reactoarelor până la suprafețele metalice fixe prin care se face schimbul de căldură către materia primă organică în mișcare. În acest fel, fiecare bucată de material organic, în mișcare prin reactorul de piroliza, absoarbe câtă energie îi permit proprietățile sale fizice. Acest nou procedeu de transport al energiei termice precum și proprietatea de acumulator de energie al pereților metalici, permite tratarea simultană a unor materiale organice cu proprietăți fizice diferite și implicit cu conținut de apă diferit. Pe cale de consecință, materia primă nu mai trebuie uscată pentru omogenizare, ci poate fi procesată așa cum este, indiferent de conținutul de apă. Evident, materialele cu procent ridicat de apă vor absorbi din pereți mai multă energie și vor produce în reactorul de gazeificare o cantitate corespunzătoare de abur ceea ce va corespunde în procesul de gazeificare cu o reducere a necesarului de abur furnizat din exterior ca agent de control al temperaturii, deci costuri de procesare mai mici.

Procedeu descris în prezenta invenție realizează **transferul controlat al energiei termice** prin convecție forțată și prin radiație între pereții metalici ai reactoarelor și materialul organic în mișcare controlată. Conform studiilor experimentale, la deplasarea cu viteze mici a unui solid organic în contact cu un perete metalic cald, după 10 cm suprafața solidului organic se dopează cu carbon molecular și fluxul termic  $\Phi$  tinde la zero. Conform acestei observații, procedeu conform prezentei invenții prevede schimbarea suprafeței de contact dintre materialul organic în mișcare cu viteze mici și peretele metalic cu temperatură ridicată, după fiecare 10 cm parcurși.

O alta observație experimentală importantă este că pentru a încălzi 1 Kg de amestec organic provenit din deșeurile urbane solide cu 700°C este necesară o energie termică de 1.600-2.200 Kj/Kg, funcție de compoziția chimică și conținutul de apă al materiei prime. Această ultimă condiție este folosită pentru determinarea suprafeței de contact necesară și a vitezei de deplasare, funcție de valorile minime ale coeficienților  $\lambda/\alpha$  de transfer termic prin conducție/convecție ai materiei prime



organice. Cu cât coeficienții  $\lambda$  și  $\alpha$  sunt mai mici, trebuie mărită suprafața totală de contact metal-material organic, păstrând condiția ca la fiecare 10 cm pe direcția de deplasare a materialului organic să se schimbe suprafața de contact.

Prin schimbarea agentului de transport al energiei termice și absența patului de material organic, **procedeul de gazeificare** se simplifică semnificativ, ceea ce permite un control eficient al vitezei singazului și implicit al timpului de rezidență pentru micșorarea procentului de carbon rezidual rămas în zgură. Deși la temperaturi mai mari de 900° C oxidarea carbonului este instantanee, s-a observat în practică o limită a timpului de contact dintre carbonul solid și oxigenul gazos sub care crește procentul de carbon rezidual în zgură. Altfel spus, deși oxidarea este instantanee, la viteze relative crescute între fluxul de agent de gazeificare/singaz și materialele solide din reactorul de gazeificare, rămâne carbon neoxidat în zgură. Acest fenomen apare dacă carbonul nu se întâlnește cu oxigenul. Este cunoscut că volumul molar al carbonului este de ordinul 0,0000529 dm<sup>3</sup>/mol iar volumul molar al oxigenului este de ordinul 22,42 dm<sup>3</sup>/mol ceea ce înseamnă că distanța dintre 2 molecule de oxigen este de 4.000.000 de ori mai mare decât distanța dintre 2 atomi de carbon. În aceste condiții, într-o curgere laminară a oxigenului este necesară o viteză foarte mică pentru a obține contactul aleator doar datorită agitației browniană a gazului. Procedeul de gazeificare conform prezentei invenții (Desenul 4) constă în incinta 1 în care agentul de gazeificare este amestecat prin curgere turbionară, datorită poziționării duzelor 4, cu carbonul solid pentru a facilita amestecul și contactul. Aburul este de preferat să fie introdus împreună cu oxigenul, deoarece moleculele de apă sunt mai ușoare dar mai mari iar amestecul facilitează curgerea turbionară. Din incinta turbionară carbonul solid neoxidat și materialele minerale cad pe un grătar rotitor (Desenul 3) unde sunt în contact laminar cu amestecul de singaz și oxigen. Această zonă constituie a doua zonă de oxidare a carbonului în condiții de curgere laminară la viteză mică.

Pentru simplificarea etanșărilor în zona de alimentare cu materie primă a pirolizei, procesul de piroliză și gazeificare se va desfășura la presiuni mici în domeniul -0.5÷2 bari. Agentul de gazeificare poate fi aer sau oxigen, însoțit de abur pentru controlul temperaturii prin reacții endoterme. Datorită materiei prime eterogene, procesul este controlat prin soft de proces, care permite reglarea în timp real ai parametrilor de proces funcție de parametrii de stare.

Procedeul conform prezentei invenții, are flexibilitate foarte mare în ceea ce privește proprietățile fizico-chimice ale materiei prime și permite practic procesarea oricărui tip de deșeu organic, inclusiv dar nu limitativ, de la deșeurile din agricultură, deșeurile forestiere, deșeurile municipale și asimilate și nămol de la stațiile de epurare a apelor reziduale municipale. Dat fiind faptul că procedeul poate procesa materiale organice eterogene fără deversări de gaze în mediul ambiental, acest procedeu poate fi aplicat procesării materialelor organice contaminate din categoria „periculoase” fără modificări de procedeu. De asemenea procesul poate fi controlat pentru obținerea singazului cu compoziție condiționată, pornind de la un procent nesemnificativ de CO, care permite obținerea de hidrogen tehnic pur, la diferite rapoarte CO/H<sub>2</sub> pentru aplicații ulterioare în energetica sau petrochimie.

Pentru aplicarea procedeuului prezentat și îndeplinirea tuturor condițiilor tehnice, prezenta invenție utilizează instanțele prezentate în desenele 1-4.

În Desenul 1 este prezentat reactorul de gazeificare 1 de formă cilindrică, detaliat în desenele 3 și 4, în care sunt fixate mecanic 1 sau mai multe reactoare de piroliză (poziția 2). Mărirea capacității de procesare se face de preferință prin mărirea numărului de reactoare de piroliză și mărirea dimensională a reactorului de gazeificare. Eliminarea zgurii se realizează prin intermediul sistemului de ecluză format din robinetul 3 și containerul 4.

În Desenul 2 este prezentat reactorul de piroliză care are formă cilindrică și este prevăzut cu flanșa metalică 6 pentru conectare la sistemul de alimentare cu materie primă organică și flanșa metalică 5 pentru conectare la incinta cilindrică corespunzătoare prevăzută în reactorul de gazeificare (Desenul 4 poziția 2). Prezenta invenție nu tratează procedeul și instalația de alimentare. Funcție de parametrii procesului de gazeificare poate fi folosit un echipament de alimentare în șarje cu piston hidraulic sau un sistem de alimentare continuu cu șnec de presiune și pas variabil. În ambele situații, echipamentul de alimentare va trebui să permită controlul vitezei de deplasare a materiei prime organice la intrarea în reactorul de piroliză în domeniul 10-30 mm/s. Prin intermediul flanșei 5 se realizează puntea termică cu incinta cilindrică care transportă energia termică din zona exotermă a reactorului de gazeificare (desenul 1 poziția 1) și din pereții reactorului către reactorul de piroliză (desenul 1 poziția 2). Prin intermediul flanșelor de conectare, energia termică este transferată prin conducție de la



reactorul de gazeificare la reactorul de piroliză. În plus, datorită formei constructive, incinta cilindrică metalică (desen 4 poziția 2) cu temperatură ridicată transmite energie termică și prin radiație pe toată lungimea sa către reactorul de piroliză (desen1 poziția 2) care datorită afluxului continuu de materie primă rece, are temperatură mai scăzută. Din motive de mentenanță, reactorul este format din 4 sau mai multe secțiuni cilindrice asamblate filetat (Desenul 2 pozițiile 1-4), formând un corp comun. Fiecare tronson cilindric (Desenul 2 pozițiile 1-4) conține 2 grupuri de lamele metalice înalte de 10 cm dispuse astfel încât materia primă organică, în deplasarea sa cu viteză de maxim 30 mm/s în lungul axei cilindrului (Desenul 2 pozițiile 1-4), să intre în contact cu lamelele metalice, de fiecare dată, pe alte suprafețe ale materialului organic. Pentru un transfer termic optim prin puntea termică metalică, lamelele sunt sudate de corpul cilindric, iar pentru rezistență la coroziune sunt produse din oțel inox. Din motive de fluidizare a deplasării materialului organic în lungul reactorului de piroliză, distanța dintre lamele se dimensionează astfel încât suprafața de trecere minimă să fie de 2-3 ori mai mare decât dimensiunea maximă la care a fost tocată materia primă.

Datorită coeficientului de transfer termic prin conducție mic, procesul de piroliză al materialelor organice poate fi considerat un proces de suprafață. Teoretic, pentru micșorarea timpului de rezidență și mărirea eficienței transferului energiei termice în masa de material organic, materia primă solidă ar trebui tocată la dimensiuni comparabile dimensiunilor moleculare. În practică, tocarea materialelor organice solide la dimensiuni mai mici de 2-3 cm este neeconomică. Această realitate practică conduce la limitarea inferioară a diametrului interior al reactorului de piroliza. Limita superioară a diametrului interior este influențată de dimensiunile reactorului de gazeificare. Din aceste 2 condiții, diametrul interior al reactorului de piroliză este limitat în domeniul 200-500mm, ceea ce conduce la o capacitate de procesare 0,8-2,5 t/h. În cazul în care este necesară o capacitate de procesare mai mare, într-un gazeificator pot fi montate mai multe reactoare de piroliză.

În continuare este prezentat un exemplu practic de instalație pentru aplicarea procedurii descrise.

**EXEMPLU** - Reactorul de piroliză prezentat în desenul 2 este un reactor cu diametrul interior de 240 mm care poate procesa 0,8-1 tona/ora deșeuri municipale solide din categoriile nepericuloase și periculoase indiferent de

procentul de apă conținut. Reactorul conține 8 seturi de lamele metalice cu înălțimea de 10 cm sudate la peretele cilindric exterior pentru preluarea energiei termice prin conducție și realizarea transferului termic prin convecție către materia primă organică. Suprafața totală de contact a celor 8 seturi de lamele însumează 1,6 m<sup>2</sup>. Între seturile de lamele este o distanță de 4 cm pentru reșezarea și omogenizarea fluxului de material organic. În cadrul experimentelor proprii am testat viteze de deplasare a materialelor organice de 10 până la 30 mm/s. S-a obținut o distribuție relativ uniformă a temperaturii pe lamelele de contact, de la 100°C la intrarea în reactor la 800°C pe ultimul set de lamele, fenomen explicabil datorită sistemului de alimentare și distribuție a energiei termice precum și a energiei absorbită de materia primă organică introdusă în proces.

Desenul 3 prezintă reactorul de gazeificare.

Reactorul de gazeificare are o formă originală, adaptată procedurii și noilor condiții funcționale, prezentat în Desenul 3, cu detalii ale părții centrale prezentate în Desenul 4. Principalele deosebiri față de instalațiile existente sunt :

- Lipsește patul fix, mobil sau fluidizat de materie primă organică caracteristic tuturor instalațiilor de gazeificare
- Materia primă procesată în reactorul de gazeificare nu mai este material organic ci fazele solidă, lichidă și gazoasă provenite din reactorul de piroliză
- În partea centrală (Desenul 4) se observă incinta turbionară (secțiunea „A”, poziția 1) unde este introdus agentul de gazeificare (aer sau oxigen) și abur prin intermediul unui sistem de duze (poziția 4) care creează un curent turbionar ascendent. Alimentarea cu abur trece prin peretele camerei turbionare pentru supraîncălzire funcție de regimul de lucru al gazeificatorului. În acest mod peretele camerei turbionare preia și funcția de generator de abur cu capacitate variabilă, adaptată la necesarul de abur funcție de compoziția chimică a materiei prime.

Restul gazeificatorului, grătarul (fix sau mobil), evacuarea zgurii și evacuarea singazului sunt elemente uzuale conform tehnicilor cunoscute. Reactorul de gazeificare în totalitate este realizat cu dubla cămașă pentru răcire cu apă/abur, din oțel inox fără izolații termice interioare. La exterior, reactorul este acoperit cu termoizolație din vată minerală pentru reducerea pierderii de energie termică în exterior.

Acest reactor de gazeificare cu diametrul interior de 2m, echipat cu 2 reactoare de piroliză cu diametrul interior de 240 mm, are o capacitate de procesare de aproximativ 2 tone pe oră amestec de materiale organice din categoriile nepericuloase și/sau periculoase, cu conținut de apă până la 50% procent de masă. Funcție de utilizarea finală a gazului de sinteză, cantitatea de aer și abur poate fi controlată pentru obținerea unui raport  $H_2/CO$  între 0,9 și 100. Randamentul minim de oxidare a carbonului este de 90%.



## REVEDICARI

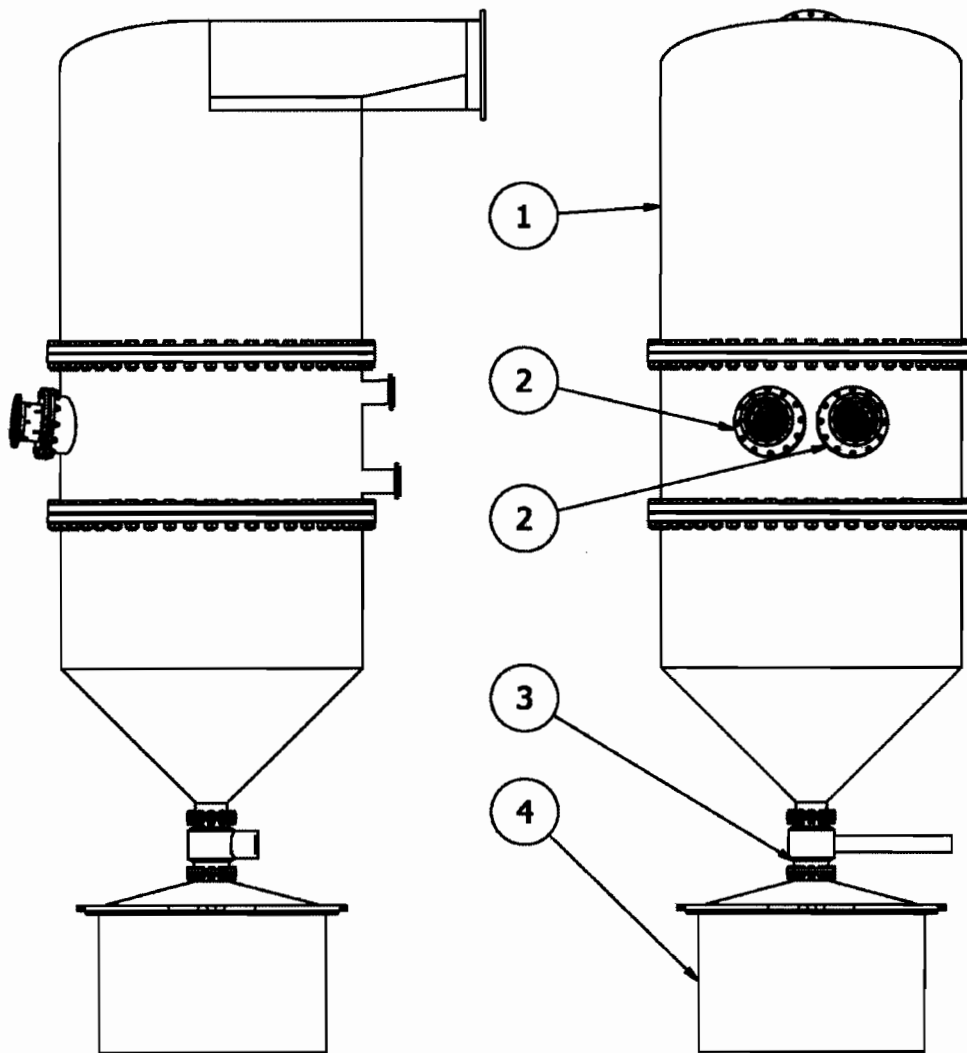
1. Procedeu de tratare a amestecurilor eterogene de substanțe și compuși organici solizi și lichizi prin gazeificare, **caracterizat prin aceea că acesta constă în :**
  - Materia primă organică în amestec eterogen este supusă unui procedeu în două etape distincte de tratare, piroliză și gazeificare, fiecare etapă cu control independent al parametrilor de proces funcție de parametrii de stare ai amestecului de intrare
  - Nu există pat de materie primă organică în fluxul procedurii
  - Cele două etape ale procedurii sunt în flux continuu, fără etape intermediare de acumulare
2. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că transportul energiei termice din zona exotermă în zona endotermă se realizează prin punte termică metalică, așa cum este ea definită în descrierea invenției
3. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că în zona endotermă schimbul de energie termică se realizează prin convecție forțată și radiație între pereți metalici fiși și un flux de materiale organice în amestec eterogen.
4. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că suprafețele metalice care cedează energie termică sunt așezate în fluxul de materiale organice în poziții fixe, diferite, astfel încât suprafața de contact să se schimbe după fiecare 5-20 cm parcurși în interiorul reactorului de piroliză
5. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că fiecare grup de lamele metalice din interiorul polizorului formează 2-8 plane de separație în fluxul de materie primă organică, plane de separație diferite față de planele de separație ale grupurilor de lamele adiacente.
6. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că în etapa de gazeificare, oxidarea carbonului se produce în 2 incinte diferite, în cascadă, prima incintă cu curgere turbulentă și a doua cu curgere laminară.
7. Instalație de tratare a amestecurilor eterogene de substanțe și compuși organici solizi și lichizi prin gazeificare, **caracterizat prin aceea că acesta constă în :**

- Unul sau mai multe reactoare de piroliză fixe, poziționate în incinte corespunzătoare create în reactorul de gazeificare, astfel încât prin contact metal pe metal sa creeze punți termice metalice, așa cum sunt ele definite în descrierea invenției, care să transporte energia termică din zona exotermă a reactorului de gazeificare în zona endotermă a reactorului de piroliză
  - Un reactor de gazeificare în care produsele de piroliză sunt transferate gravitațional și sunt procesate în două incinte succesive, prima cu curgere turbionară și a doua cu curgere laminară a agentului de gazeificare, respectiv aer/oxigen și abur
8. Instalație conform revendicării 7. caracterizată prin aceea că reactorul de piroliza de forma cilindrică sau prismatică, de preferință cilindrică, are în interior, poziționate transversal prin sudură la pereții exteriori, 4-14 grupuri de lamele metalice cu înălțime de 5-20 cm, de preferință 10 cm, astfel încât planurile de separație realizate de fiecare grup sa fie diferite de planurile de separație ale grupurilor adiacente
9. Instalație conform revendicării 7. caracterizată prin aceea că reactorul de gazeificare nu are pat de materie primă organică, iar oxidarea produselor rezultate din piroliza se realizează în 2 incinte succesive, cu curgere turbionară și respectiv laminară a gazelor
10. Instalație conform revendicării 7. caracterizată prin aceea că reactorul de gazeificare conține un sistem de duze pentru introducerea aerului/oxigenului și a aburului astfel încât în incinta turbionară să se realizeze un curent turbionar ascendent care va mări timpul de rezidență al produselor de piroliză și va mări eficiența oxidării carbonului



5

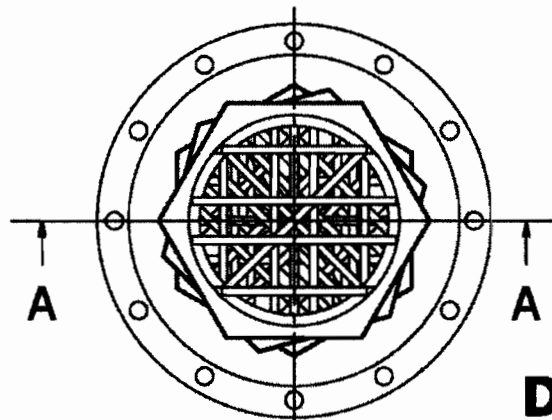
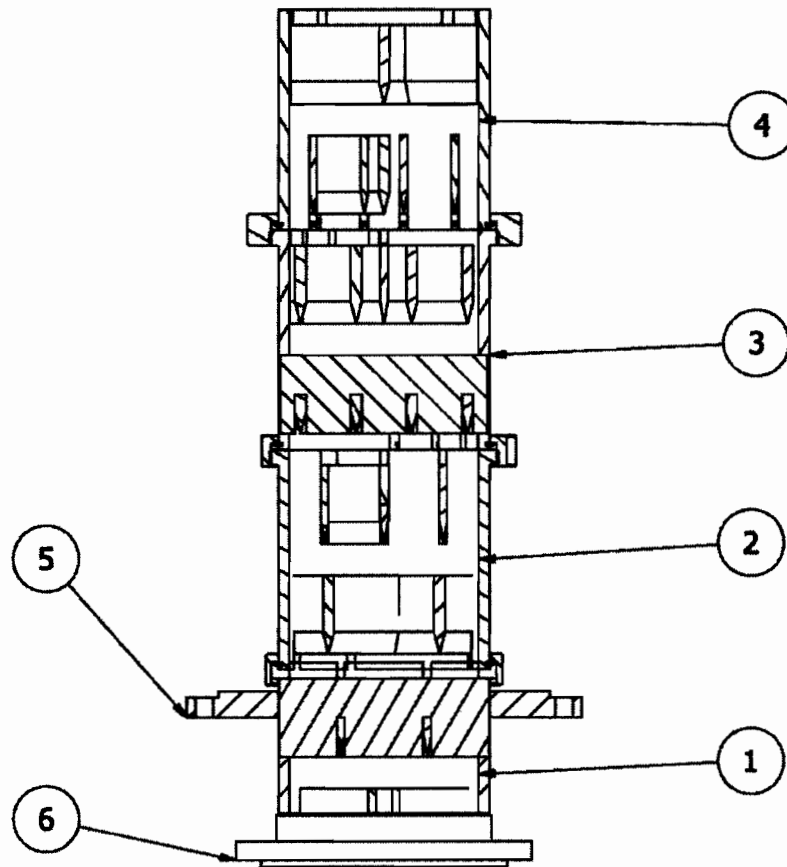
# ANSAMBLU REACTOARE DE PIROLIZA SI GAZEIFICARE



**DESENUL 1**

# REACTOR DE PIROLIZA

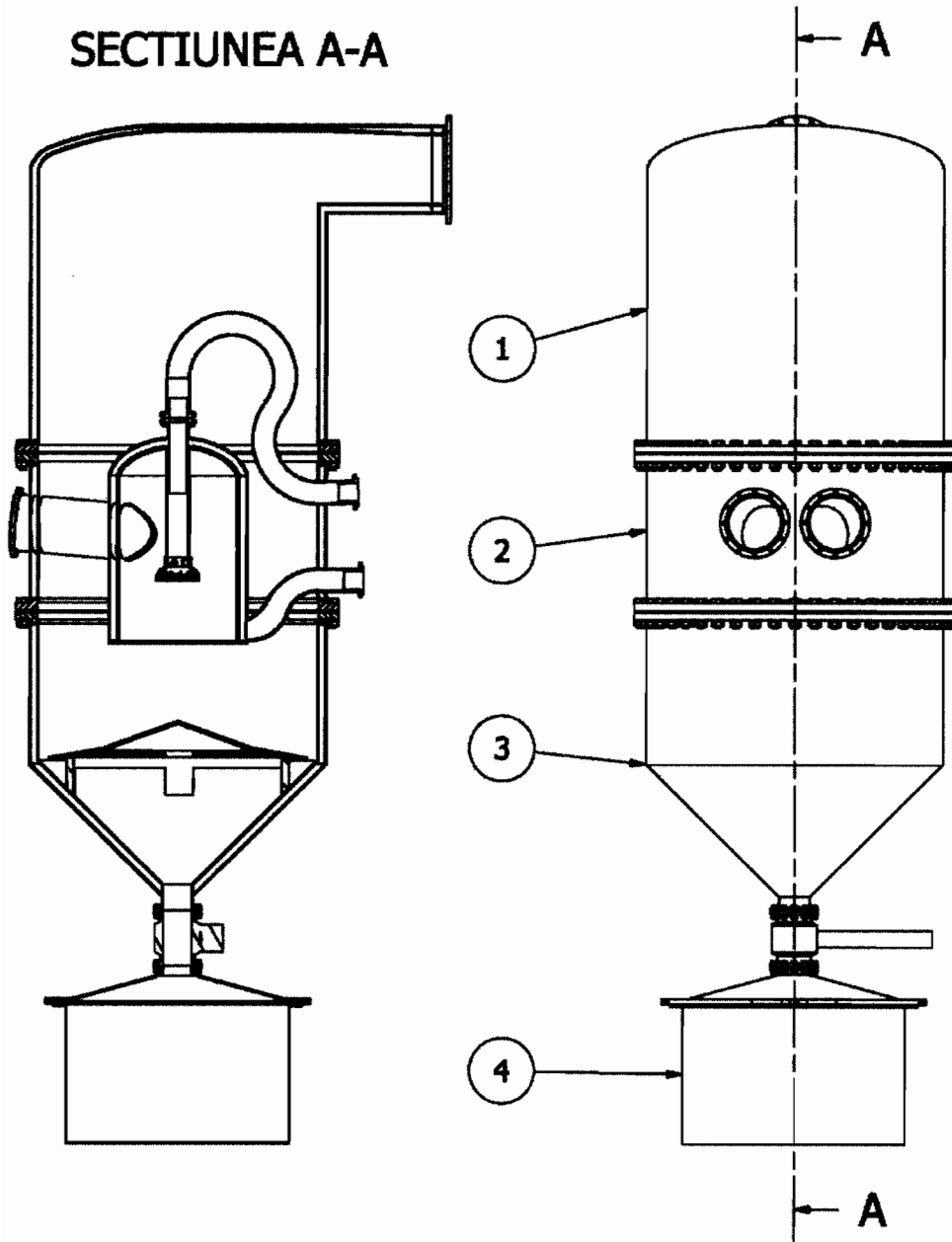
## SECTIUNEA A-A



**DESENUL 2**

# REACTOR DE GAZEIFICARE

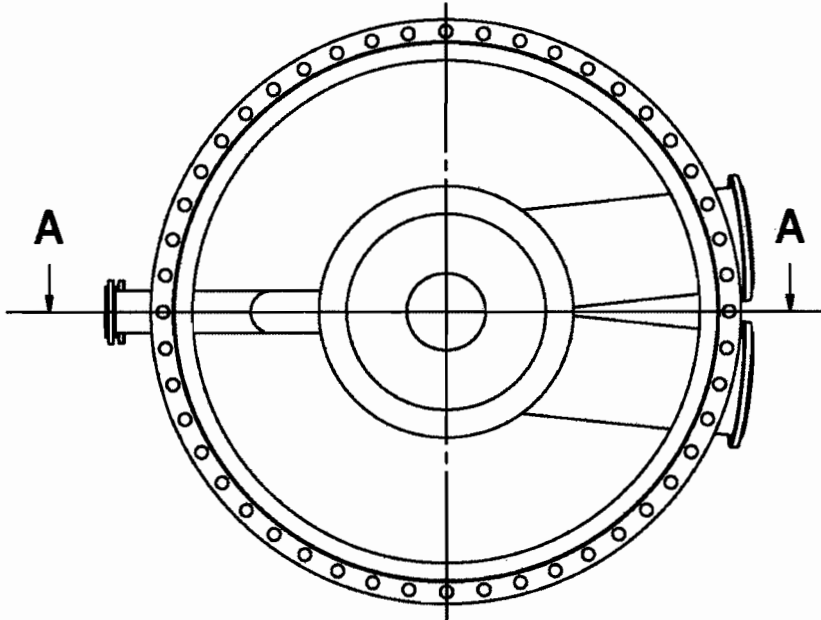
SECTIUNEA A-A



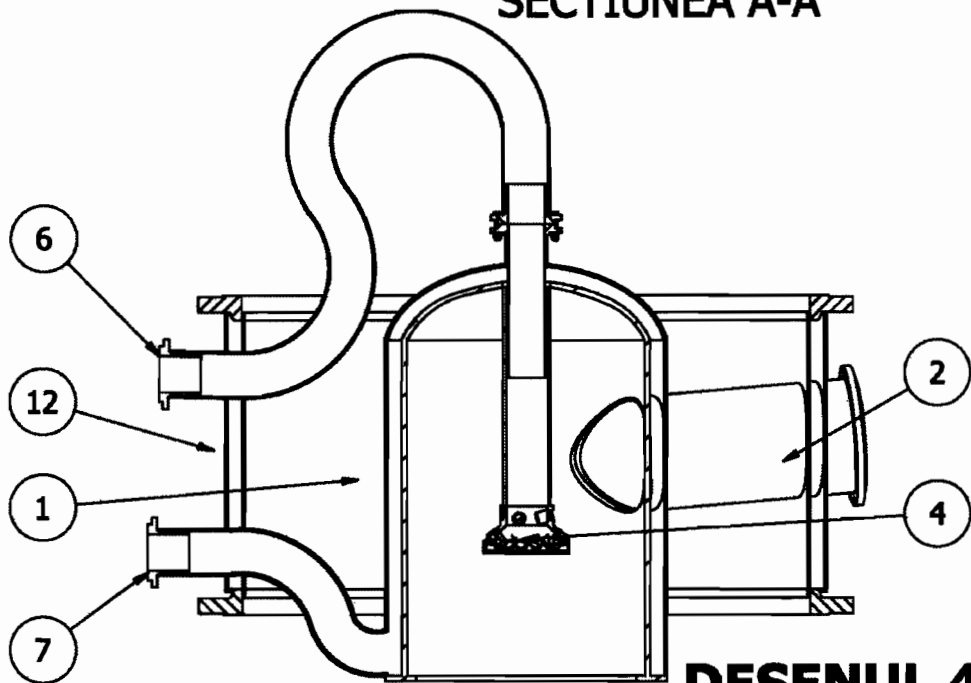
DESENUL 3



# PARTEA CENTRALA A REACTORULUI DE GAZEIFICARE



SECTIUNEA A-A



DESENUL 4.

**DESCRIEREA INVENTIEI****PROCEDEU SI INSTALATIE DE GAZEIFICARE A ANESTECURILOR ETEROGENE DE SUBSTANTE SI COMPUSI ORGANICI****DOMENIUL TEHNIC**

Prezenta invenție se referă la un procedeu și o instalație de gazeificare a amestecurilor eterogene de substanțe și compuși organici de genul deșeurilor de biomasa, forestiere, deșeuri urbane solide și lichide, nămoluri de la stațiile de epurare a apelor menajere, etc.

**STADIUL TEHNICII ACTUALE**

Gazeificarea este un proces fizico-chimic de transformare ireversibilă a compușilor organici solizi/lichizi/gazoși într-un gaz de sinteză care conține în principal H<sub>2</sub>, CO și CO<sub>2</sub>. Fenomenul fizic este cunoscut de peste 300 de ani iar aplicații industriale în principal în domeniile energetic și petrochimie există de 150 de ani.

Literatura de specialitate scindează procesul de gazeificare în 2 etape distincte :

1. Etapa endotermă, numită PIROLIZA
2. Etapa exotermă, numită GAZEIFICARE

Etapa 1, Piroliza, este un procedeu de transformare sau de descompunere termică a compușilor sau a substanțelor chimice organice în condiții de temperaturi înalte și fără oxigen/aer. Acest procedeu implică schimbarea simultană a compoziției chimice și a fazei fizice a compusului, și este ireversibilă. În principiu, în această etapă, datorită temperaturii se rup majoritatea legăturilor carbon-hidrogen. Rezultatul este o fază gazoasă formată din hidrogen și compușii volatili ai materialelor supuse pirolizei, o fază lichidă care este un amestec de hidrocarburi și radicali organici numită generic „ulei de piroliza” și o fază solidă formată în principal din carbon, resturi minerale și metale funcție de compoziția materialului inițial. Ruperea legăturii carbon-hidrogen are loc la o temperatură fixă funcție de formula chimică a compusului organic și este o caracteristică fizică a compusului respectiv. Domeniul de temperaturi este 200-1250°C, cu o pondere mare de compuși pirolizați în domeniu 200-600°C.

Etapa 2, Gazeificarea, constă în principal în transformarea carbonului solid în gaz prin oxidare parțială la temperaturi mai mari 850°C, conform următoarelor reacții exoterme:

- $C + \frac{1}{2}O_2 = CO - 123,1 \text{ Kj/Kmol carbon}$
- $C + O_2 = CO_2 - 398,3 \text{ Kj/Kmol carbon}$

Cele 2 etape au loc într-un reactor comun, în care energia termică produsă în reacțiile exoterme de oxidare a carbonului este în mare parte consumată pentru încălzirea materialelor organice în faza 1 de piroliză. Singazul rezultat conține 5-100 mg/m<sup>3</sup> macromolecule organice cu peste 100 de formule chimice diferite, amestec numit generic „gudroane”.

Toate brevetele de invenție, studiile academice, instalațiile experimentale sau instalațiile industriale de gazeificare actuale, prevăd introducerea materiei prime la temperatură ambiantă în reactorul de gazeificare pentru a crea un pat fix, mobil sau fluidizat. Prin patul de materie primă este trecut updraft, downdraft sau crossdraft, singazul cald rezultat în reacțiile exoterme din zona de gazeificare pentru a încălzi materia primă și a o aduce la parametrii de piroliza.

US 006902711 B1 prezintă un procedeu și un echipament cu aplicare industrială, dezvoltat de EBARA Corporation și UBE Industries din Japonia. Brevetul prezintă un proces de gazeificare cu pat fluidizat în 2 reactoare, primul cu temperaturi sub 800°C și al doilea cu temperaturi peste 1.300°C.

US 2010/0037519 A1 prezintă un procedeu și o instalație de gazeificare downdraft, cu pat fix. Pentru diminuarea fenomenului de „channeling” reactorul este prevăzut cu un amestecător central, ceea ce conduce la creșterea consumului energetic și complică operarea și mentenanța.

Din punct de vedere fizic, conceptul tehnicii actuale prevede schimbul de căldură prin convecție și radiație între un gaz preponderent biatomic, care din punct de vedere radiație este un corp transparent iar din punct de vedere convecție este un material izolan, către un pat eterogen de materiale organice care din punct de vedere conducție și convecție sunt materiale izolatoare, cu coeficient de conducție termică mai mic de 0,1 W/m\*K.

#### **PREZENTAREA PROBLEMEI TEHNICE**

În cadrul studiilor și experimentelor personale privind gazeificarea diferitelor amestecuri de materiale organice, am observat o deficiență majoră în ceea ce privește modalitatea de transfer a energiei termice între agentul de transport al energiei termice și patul de materie organică aflat în zona de piroliză. În mod natural gazul de sinteză se va deplasa în masa patului de material organic prin spațiile libere rămase între bucățile de material, fără posibilitatea operatorului de a controla altceva decât eventual viteza de deplasare. La limită, avem deci un „tub” cu pereții din material organic cu coeficient de

transfer termic prin conducție  $<0,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  prin care se deplasează un gaz preponderent biatomic, cu temperatură mai mare decât pereții tubului. Din punct de vedere transfer prin radiație, gazul biatomic este corp transparent, deci nu primește și nu cedează energie termică. Prin convecție, gazul va ceda energie termică la perete, energie care se va acumula în suprafață datorită coeficientului mic de conducție al pereților din material organic. Astfel moleculele organice din suprafață vor ajunge la temperatura critică de rupere a legăturii carbon-hidrogen, hidrogenul va fi antrenat în fluxul de gaz, iar carbonul se va acumula în suprafață îngreunând și mai mult transferul termic către masa de material. Aceste fenomene nedorite de „channelling” sunt eliminate în procedeele de gazeificare cu pat fluidizat, dar eficiența transferului termic este mult scăzută față de procedeele cu pat fix datorită vitezelor mari ale gazelor, impuse de condiția de levitație a patului fluidizat. Noile procese „bubbling fluidised bed” – pat fluidizat cu bule îmbunătățesc transferul termic prin convecție și aduc o mică componentă de transfer prin radiație, dar cresc consumurile energetice și complică foarte mult procesul prin introducerea și recuperarea unor cantități mari de nisip cuarțos în masa de material organic ca agent de fluidizare.

Problemele tehnice pe care le rezolva prezenta invenție sunt:

1. Fenomenul de „channeling” în patul de materie primă organică
2. Randamentul scăzut al transportului energiei termice din zona exoterma în zona endoterma prin utilizarea singazului ca agent de transport
3. Randamentul scăzut al transferului de energie termică de la agentul de transport la masa de materie primă organică
4. Randamentul scăzut de transformare a carbonului solid în gaze CO și CO<sub>2</sub> și implicit, un procent mare de carbon rezidual în zgura

#### **EXPUNEREA INVENȚIEI**

Scopul invenției este:

1. Eliminarea patului de materie primă organică
2. Schimbarea agentului de transport al energiei termice
3. Schimbarea fenomenului fizic utilizat pentru transferul energiei termice de la agentul de transport la materia primă organică
4. Controlul fluxului de agent de gazeificare astfel încât în prima fază să creeze o curgere turbionară, iar în a doua fază să creeze o curgere laminară cu viteză mică. Aceste două

modalități de curgere ale agentului de gazeificare vor facilita contactul între moleculele de gaz și atomii de carbon solid.

Prezenta invenție constă într-un procedeu de gazeificare fără pat de piroliză/gazeificare care permite gazeificarea amestecurilor eterogene de materiale organice.

Conform Desenului 1, materia primă organică este introdusă la temperatură ambiantă în reactoarele de piroliză – poziția 2 - și este încălzită gradual, până la 800°C, prin punte termică metalică, cu energia termică produsă în reactorul de gazeificare 1. Rezultatele pirolizei, respectiv fracțiile gazoasă, lichidă și solidă sunt transferate în reactorul de gazeificare unde la temperaturi de până la 1.100°C, cu agent de gazeificare aer sau oxigen se produc reacțiile exoterme de transformare a carbonului solid în CO și CO<sub>2</sub>, componente gazoase. Frația solidă rămasă în reactorul de gazeificare, care conține în principal molecule și elemente minerale provenite din compoziția chimică a lanțurilor de macromolecule organice, este separată de fracția gazoasă și eliminată printr-un sistem ecluză format din robinetul 3 și containerul 4.

Procedeu conform prezentei invenții constă în transportul energiei termice din zona de gazeificare exotermă, poziția 1, în zona de piroliză endotermă, poziția 2, prin puntea termică metalică formată, conform Desenului 4, din pereții reactorului de gazeificare, poziția 16-17 și incinta metalică 15 în care este poziționat reactorul de piroliză, flanșa și pereții exteriori ai reactorului de piroliză, respectiv pozițiile 5-9 din reactorul de piroliză. Din punct de vedere fizic, agentul de transport al energiei termice cu coeficient de conducție termică 0,02-0,1 W/m\*K, respectiv singazul, este înlocuit cu o punte termică metalică cu coeficient de conducție mai mare de 45 W/m\*K, deci de 400-1.000 de ori mai mare și în plus cu capacitatea de a transfera energie termică către materia primă prin convecție și radiație, nu doar prin convecție. Acest nou procedeu va mari semnificativ eficiența transportului energiei termice din zona exotermă în zona endotermă fără pierderi energetice suplimentare și va mari eficiența transferului energiei termice către masa de materie primă organică și eliminarea fenomenului de channeling. În plus, puntea termică formată din pereții reactoarelor de piroliză și gazeificare va funcționa ca un acumulator de energie termică care va livra energia funcție de capacitatea de absorbție a masei eterogene de materiale organice. Altfel spus, în tehnica actuală, singazul cald, purtător al unei cantități de energie termică, în mișcare către ieșirea din reactorul de gazeificare, trece prin patul de materiale organice mai reci și cedează căldură funcție de capacitatea de absorbție a materialelor întâlnite în timpul de rezidență. La

final, singazul părăsește gazeificatorul cu energia termică rămasă. Conform procedului descris în prezenta invenție, energia termică este transportată prin pereții metalici ai reactoarelor până la suprafețele metalice fixe prin care se face schimbul de căldură către materia primă organică în mișcare. În acest fel, fiecare bucată de material organic, în mișcare prin reactorul de piroliza, absoarbe câtă energie îi permit proprietățile sale fizice. Acest nou procedeu de transport al energiei termice precum și proprietatea de acumulator de energie al pereților metalici, permite tratarea simultană a unor materiale organice cu proprietăți fizice diferite și implicit cu conținut de apă diferit. Pe cale de consecință, materia primă nu mai trebuie uscată pentru omogenizare, ci poate fi procesată așa cum este, indiferent de conținutul de apă. Evident, materialele cu procent ridicat de apă vor absorbi din pereți mai multă energie și vor produce în reactorul de gazeificare o cantitate corespunzătoare de abur ceea ce va corespunde în procesul de gazeificare cu o reducere a necesarului de abur furnizat din exterior ca agent de control al temperaturii, deci costuri de procesare mai mici.

Procedeu descris în prezenta invenție realizează transferul controlat al energiei termice prin convecție forțată și prin radiație între pereții metalici ai reactoarelor și materialul organic în mișcare controlată. Conform studiilor experimentale, la deplasarea cu viteze mici a unui solid organic în contact cu un perete metalic cald, după 10 cm suprafața solidului organic se dozează cu carbon molecular și fluxul termic  $\Phi$  tinde la zero. Conform acestei observații, procedeu conform prezentei invenții prevede schimbarea suprafeței de contact dintre materialul organic în mișcare cu viteze mici și peretele metalic cu temperatură ridicată, după fiecare 10 cm parcurși.

O alta observație experimentală importantă este că pentru a încălzi 1 Kg de amestec organic provenit din deșeuri urbane solide cu 700°C este necesară o energie termică de 1.600-2.200 Kj/Kg, funcție de compoziția chimică și conținutul de apă al materiei prime. Această ultimă condiție este folosită pentru determinarea suprafeței de contact necesară și a vitezei de deplasare, funcție de valorile minime ale coeficienților  $\lambda/\alpha$  de transfer termic prin conducție/convecție ai materiei prime organice. Cu cât coeficienții  $\lambda$  și  $\alpha$  sunt mai mici, trebuie mărită suprafața totală de contact metal-material organic, păstrând condiția ca la fiecare 10 cm pe direcția de deplasare a materialului organic să se schimbe suprafața de contact.

Prin schimbarea agentului de transport al energiei termice și absența patului de material organic, procedeu de gazeificare se simplifică semnificativ, ceea ce permite un control eficient al vitezei singazului și implicit al timpului de rezidență pentru micșorarea procentului

de carbon rezidual rămas în zgură. Deși la temperaturi mai mari de 900° C oxidarea carbonului este instantanee, s-a observat în practică o limită a timpului de contact dintre carbonul solid și oxigenul gazos sub care crește procentul de carbon rezidual în zgură. Altfel spus, deși oxidarea este instantanee, la viteze relative crescute între fluxul de agent de gazeificare/singaz și materialele solide din reactorul de gazeificare, rămâne carbon neoxidat în zgură. Acest fenomen apare dacă carbonul nu se întâlnește cu oxigenul. Este cunoscut că volumul molar al carbonului este de ordinul 0,00000529 dm<sup>3</sup>/mol iar volumul molar al oxigenului este de ordinul 22,42 dm<sup>3</sup>/mol ceea ce înseamnă că distanța dintre 2 molecule de oxigen este de 4.000 de ori mai mare decât distanța dintre 2 atomi de carbon. În aceste condiții, într-o curgere laminară a oxigenului este necesară o viteză foarte mică pentru a obține contactul aleator doar datorită agitației browniană a gazului.

Instalația de gazeificare conform prezentei invenții prezentată în Desenul 4 constă în incinta 16 în care agentul de gazeificare este amestecat prin curgere turbionară, datorită poziționării duzelor 18, cu carbonul solid pentru a facilita amestecul și contactul. Aburul este de preferat să fie introdus împreună cu oxigenul, deoarece moleculele de apă sunt mai ușoare dar mai mari iar amestecul facilitează curgerea turbionară. Din incinta turbionară carbonul solid neoxidat și materialele minerale cad pe un grătarul rotitor poziția 14 unde sunt în contact laminar cu amestecul de singaz și oxigen. Această zonă constituie a doua zonă de oxidare a carbonului în condiții de curgere laminară la viteză mică.

Pentru simplificarea etanșărilor în zona de alimentare cu materie primă a pirolizei, procesul de piroliză și gazeificare se va desfășura la presiuni mici în domeniul -0.5÷2 bari. Agentul de gazeificare poate fi aer sau oxigen, însoțit de abur pentru controlul temperaturii prin reacții endoterme. Datorită materiei prime eterogene, procesul este controlat prin soft de proces, care permite reglarea în timp real ai parametrilor de proces funcție de parametrii de stare.

În Desenul 1 este prezentat reactorul de gazeificare 1 de formă cilindrică, detaliat în desenele 3 și 4, în care sunt fixate mecanic 1 sau mai multe reactoare de piroliză (poziția 2). Mărirea capacității de procesare se face de preferință prin mărirea numărului de reactoare de piroliză și mărirea dimensională a reactorului de gazeificare. Eliminarea zgurii se realizează prin intermediul sistemului de ecluză format din robinetul 3 și containerul 4.

În Desenul 2 este prezentat reactorul de piroliză care are formă cilindrică și este prevăzut cu flanșa metalică 10 pentru conectare la sistemul de alimentare cu materie primă organică și flanșa metalică 9 pentru conectare la incinta cilindrică corespunzătoare, poziția

15, prevăzută în reactorul de gazeificare. Prezenta invenție nu tratează procedeul și instalația de alimentare. Funcție de parametrii procesului de gazeificare poate fi folosit un echipament de alimentare în șarje cu piston hidraulic sau un sistem de alimentare continuu cu șneac de presiune și pas variabil. În ambele situații, echipamentul de alimentare va trebui să permită controlul vitezei de deplasare a materiei prime organice la intrarea în reactorul de piroliză în domeniul 10-30 mm/s. Prin intermediul flanșei 9 se realizează puntea termică cu incinta cilindrică care transportă energia termică din zona exotermă a reactorului de gazeificare, poziția 1 și din pereții reactorului, către reactorul de piroliza poziția 2. Prin intermediul flanșelor de conectare, energia termică este transferată prin conducție de la reactorul de gazeificare la reactorul de piroliză. În plus, datorită formei constructive, incinta cilindrică metalică poziția 15 cu temperatură ridicată transmite energie termică și prin radiație pe toată lungimea sa către reactorul de piroliză poziția 2 care datorită afluxului continuu de materie primă rece, are temperatură mai scăzută.

Din motive de mentenanță, reactorul este format din 4 sau mai multe secțiuni cilindrice asamblate filetat, pozițiile 5-8, formând un corp comun.

Fiecare tronson cilindric pozițiile 5-8 conține 2 grupuri de lamele metalice înalte de 10 cm dispuse astfel încât materia primă organică, în deplasarea sa cu viteză de maxim 30 mm/s în lungul axei cilindrului să intre în contact cu lamelele metalice, de fiecare dată, pe alte suprafețe ale materialului organic. Pentru un transfer termic optim prin puntea termică metalică, lamelele sunt sudate de corpul cilindric, iar pentru rezistență la coroziune sunt produse din oțel inox. Din motive de fluidizare a deplasării materialului organic în lungul reactorului de piroliză, distanța dintre lamele se dimensionează astfel încât suprafața de trecere minimă să fie de 2-3 ori mai mare decât dimensiunea maximă la care a fost tocată materia primă.

Datorită coeficientului de transfer termic prin conducție mic, procesul de piroliză al materialelor organice poate fi considerat un proces de suprafață. Teoretic, pentru micșorarea timpului de rezidență și mărirea eficienței transferului energiei termice în masa de material organic, materia primă solidă ar trebui tocată la dimensiuni comparabile dimensiunilor moleculare. În practică, tocarea materialelor organice solide la dimensiuni mai mici de 2-3 cm este neeconomică. Această realitate practică conduce la limitarea inferioară a diametrului interior al reactorului de piroliza. Limita superioară a diametrului interior este influențată de dimensiunile reactorului de gazeificare. Din aceste 2 condiții, diametrul interior al reactorului



de piroliză este limitat în domeniul 200-500mm, ceea ce conduce la o capacitate de procesare 0,8-2,5 t/h. În cazul în care este necesară o capacitate de procesare mai mare, într-un gazeificator pot fi montate mai multe reactoare de piroliză.

Instalația de gazeificare, conform prezentei invenții, are flexibilitate foarte mare în ceea ce privește proprietățile fizico-chimice ale materiei prime și permite practic procesarea oricărui tip de deșeu organic, inclusiv dar nu limitativ, de la deșeuri din agricultură, deșeuri forestiere, deșeuri municipale și asimilate și nămol de la stațiile de epurare a apelor reziduale municipale. Dat fiind faptul că procedeul poate procesa materiale organice eterogene fără deversări de gaze în mediul ambiental, acest procedeu poate fi aplicat procesării materialelor organice contaminate din categoria „periculoase” fără modificări de procedeu. De asemenea procesul poate fi controlat pentru obținerea singazului cu compoziție condiționată, pornind de la un procent nesemnificativ de CO, care permite obținerea de hidrogen tehnic pur, la diferite rapoarte CO/H<sub>2</sub> pentru aplicații ulterioare în energetica sau petrochimie.

Prezenta invenție are următoarele avantaje față de stadiul tehnicii actuale:

1. Eliminarea patului de materie primă organică
2. Eliminarea fenomenelor de „channeling” datorită eliminării patului de materie primă
3. Mărirea randamentului de transport a energiei termice din zona exotermă în zona endotermă
4. Schimbarea agentului de transport al energiei termice
5. Energia termică este transportată prin pereții metalici ai reactoarelor până la suprafețele metalice fixe prin care se face schimbul de căldură către materia primă organică în mișcare
6. Transferul controlat al energiei termice prin convecție forțată și prin radiație între pereții metalici ai reactoarelor și materialul organic în mișcare controlată
7. Materia primă organică se află în mișcare în interiorul pirolizorului 2 astfel încât suprafața de contact să se schimbe după fiecare 5-20 cm parcurși în interiorul reactorului de piroliză
8. Mărirea randamentului de transformare a carbonului solid în gaze CO și CO<sub>2</sub> cu consecința reducerii carbonului rezidual în zgură
9. Controlul fluxului de agent de gazeificare astfel încât în prima fază să creeze o curgere turbionară, iar în a doua fază să creeze o curgere laminară cu viteză mică. Aceste două

modalități de curgere ale agentului de gazeificare vor facilita contactul între moleculele de gaz și atomii de carbon solid.

10. Materia primă procesată în reactorul de gazeificare nu mai este material organic ci fazele solidă, lichidă și gazoasă provenite din reactorul de piroliză

11. În partea centrală a gazeificatorului se observă incinta turbionară poziția 16 unde este introdus agentul de gazeificare (aer sau oxigen) și abur prin intermediul unui sistem de duze poziția 18 care creează un curent turbionar ascendent. Alimentarea cu abur trece prin perețele camerei turbionare pentru supraîncălzire funcție de regimul de lucru al gazeificatorului. În acest mod perețele camerei turbionare preia și funcția de generator de abur cu capacitate variabilă, adaptată la necesarul de abur funcție de compoziția chimică a materiei prime.

În continuare este prezentat un exemplu practic de instalație pentru aplicarea procedurii descris în legătura cu desenele 1-4 care reprezintă:

- Desenul 1 – Ansamblu Reactor de Piroliza și Gazeificare
- Desenul 2 – Reactor de Piroliza
- Desenul 3 – Reactor de Gazeificare
- Desenul 4 – Partea Centrală a Reactorului de Gazeificare

Reactorul de piroliză prezentat în desenul 2 este un reactor cu diametrul interior de 240 mm care poate procesa 0,8-1 tona/ora deșeurii municipale solide din categoriile nepericuloase și periculoase indiferent de procentul de apă conținut. Reactorul conține 8 seturi de lamele metalice cu înălțimea de 10 cm sudate la perețele cilindric exterior pentru preluarea energiei termice prin conducție și realizarea transferului termic prin convecție către materia primă organică. Suprafața totală de contact a celor 8 seturi de lamele însumează 1,6 m<sup>2</sup>. Între seturile de lamele este o distanță de 4 cm pentru reșezarea și omogenizarea fluxului de material organic. În cadrul experimentelor proprii am testat viteze de deplasare a materialelor organice de 10 până la 30 mm/s. S-a obținut o distribuție relativ uniformă a temperaturii pe lamelele de contact, de la 100°C la intrarea în reactor la 800°C pe ultimul set de lamele, fenomen explicabil datorită sistemului de alimentare și distribuție a energiei termice precum și a energiei absorbită de materia primă organică introdusă în proces.

Reactorul de gazeificare 1 are o formă originală, adaptată procedurii și noilor condiții funcționale, prezentat în Desenul 3, compus din partea superioară 11, partea centrală 12 și partea inferioară 13, cu detalii ale părții centrale prezentate în Desenul 4.

Restul gazeificatorului, grătarul 14 (fix sau mobil), evacuarea zgurii și evacuarea singazului sunt elemente uzuale conform tehnicilor cunoscute. Reactorul de gazeificare în totalitate este realizat cu dubla cămașă pentru răcire cu apă/abur, din oțel inox fără izolații termice interioare. La exterior, reactorul este acoperit cu termoizolație din vată minerală pentru reducerea pierderii de energie termică în exterior.

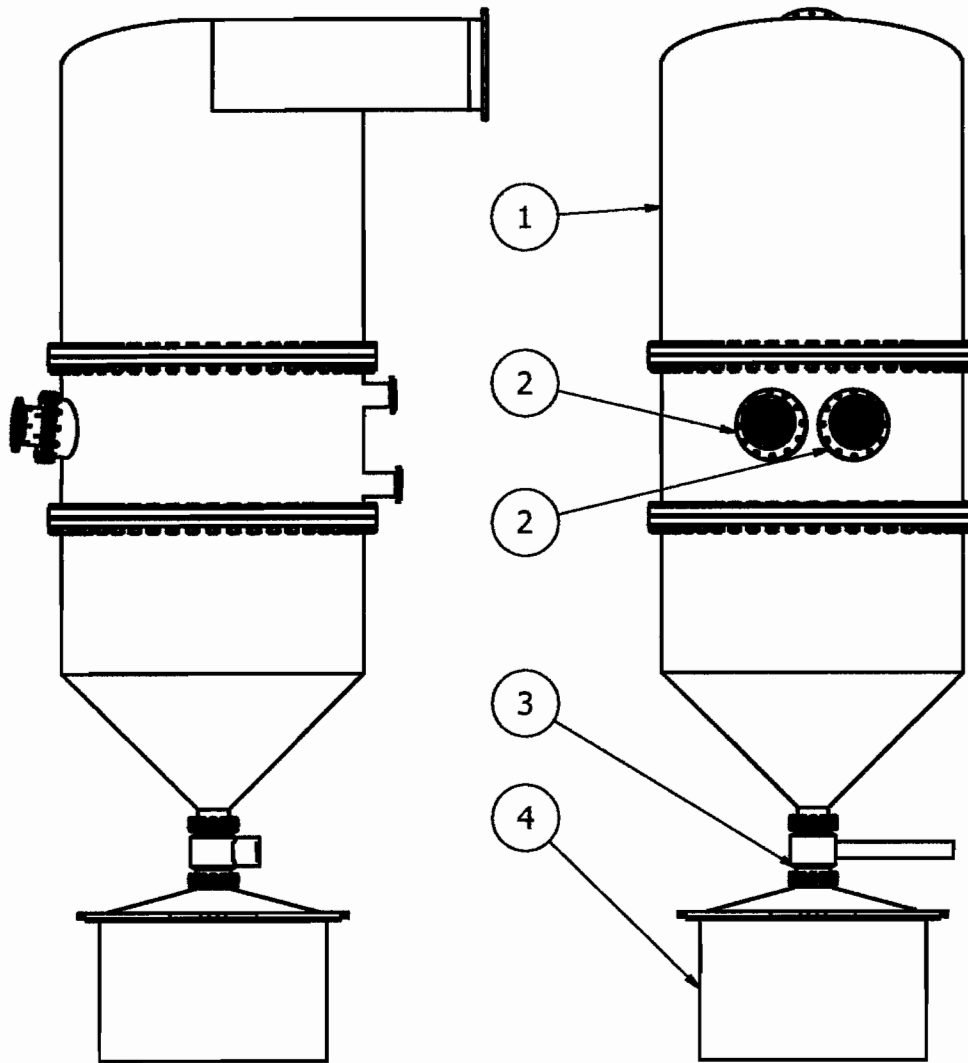
Acest reactor de gazeificare cu diametrul interior de 2m, echipat cu 2 reactoare de piroliză cu diametrul interior de 240 mm, are o capacitate de procesare de aproximativ 2 tone pe oră amestec de materiale organice din categoriile nepericuloase și/sau periculoase, cu conținut de apă până la 50% procent de masă. Funcție de utilizarea finală a gazului de sinteză, pentru producție energie electrică, combustibili lichizi, fertilizatori sau hidrogen, cantitatea de aer și abur poate fi controlată pentru obținerea unui raport H<sub>2</sub>/CO între 0,9 și 100. Randamentul minim de oxidare a carbonului este de 90%.

**REVENDICARI**

1. Procedeu de tratare a amestecurilor eterogene de substanțe și compuși organici solizi și lichizi prin gazeificare, caracterizat prin aceea că are următoarele etape :
  - Materia primă organică în amestec eterogen este încălzită treptat până la 900-1000° C prin convecție și radiație termică, fiind menținută în contact cu suprafețe metalice care transporta energia termică prin conducție din zona endotermă a reactorului de gazeificare.
  - Rezultatele procesului de piroliza, fazele solidă, lichidă și gazoasă, sunt transferate gravitațional în reactorul de gazeificare unde sunt amestecate cu agentul de gazeificare, respectiv aer/oxigen și abur, care sunt introduse în curgere turbionară pentru facilitarea contactului dintre fazele solide/lichide și gazoase.
  - fiecare etapă are control independent al parametrilor de proces funcție de parametrii de stare ai amestecului de intrare
  - Nu există pat de materie primă organică în fluxul procedurii
  - Cele două etape ale procedurii sunt în flux continuu, fără etape intermediare de acumulare
2. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că transportul energiei termice din zona exotermă în zona endotermă se realizează prin punte termică metalică, așa cum este ea definită în descrierea invenției
3. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că în zona endotermă schimbul de energie termică se realizează prin convecție forțată și radiație între pereți metalici fiși și un flux de materiale organice în amestec eterogen.
4. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că suprafețele metalice care cedează energie termică sunt așezate în fluxul de materiale organice în poziții fixe, diferite, astfel încât suprafața de contact să se schimbe după fiecare 5-20 cm parcurși în interiorul reactorului de piroliză
5. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că fiecare grup de lamele metalice din interiorul pirolizorului formează 2-8 plane de separație în fluxul de materie primă organică, plane de separație diferite față de planele de separație ale grupurilor de lamele adiacente.

6. Procedeu conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că în etapa de gazeificare, oxidarea carbonului se produce în 2 incinte diferite, în cascadă, prima incintă cu curgere turbulentă și a doua cu curgere laminară.
7. Instalație de tratare a amestecurilor eterogene de substanțe și compuși organici solizi și lichizi prin gazeificare, caracterizat prin aceea că acesta este constituit din :
  - Unul sau mai multe reactoare de piroliză fixe, poziționate în incinte corespunzătoare create în reactorul de gazeificare, astfel încât prin contact metal pe metal sa creeze punți termice metalice, așa cum sunt ele definite în descrierea invenției, care să transporte energia termică din zona exotermă a reactorului de gazeificare în zona endotermă a reactorului de piroliză
  - Un reactor de gazeificare in care produsele de piroliză sunt transferate gravitațional și sunt procesate în două incinte succesive, prima cu curgere turbionară și a doua cu curgere laminară a agentului de gazeificare, respectiv aer/oxigen și abur
8. Instalație conform revendicării 7. caracterizată prin aceea că reactorul de piroliza de forma cilindrică sau prismatică, de preferință cilindrică, are in interior, poziționate transversal prin sudură la pereții exteriori, 4-14 grupuri de lamele metalice cu înălțime de 5-20 cm, de preferință 10 cm, astfel încât planurile de separație realizate de fiecare grup sa fie diferite de planurile de separație ale grupurilor adiacente
9. Instalație conform revendicării 7. caracterizată prin aceea că reactorul de gazeificare nu are pat de materie primă organică, iar oxidarea produselor rezultate din piroliza se realizează in 2 incinte succesive, cu curgere turbionară si respectiv laminară a gazelor
10. Instalație conform revendicării 7. caracterizată prin aceea că reactorul de gazeificare conține un sistem de duze pentru introducerea aerului/oxigenului și a aburului astfel încât în incinta turbionară să se realizeze un curent turbionar ascendent care va mari timpul de rezidență al produselor de piroliză și va mări eficienta oxidării carbonului

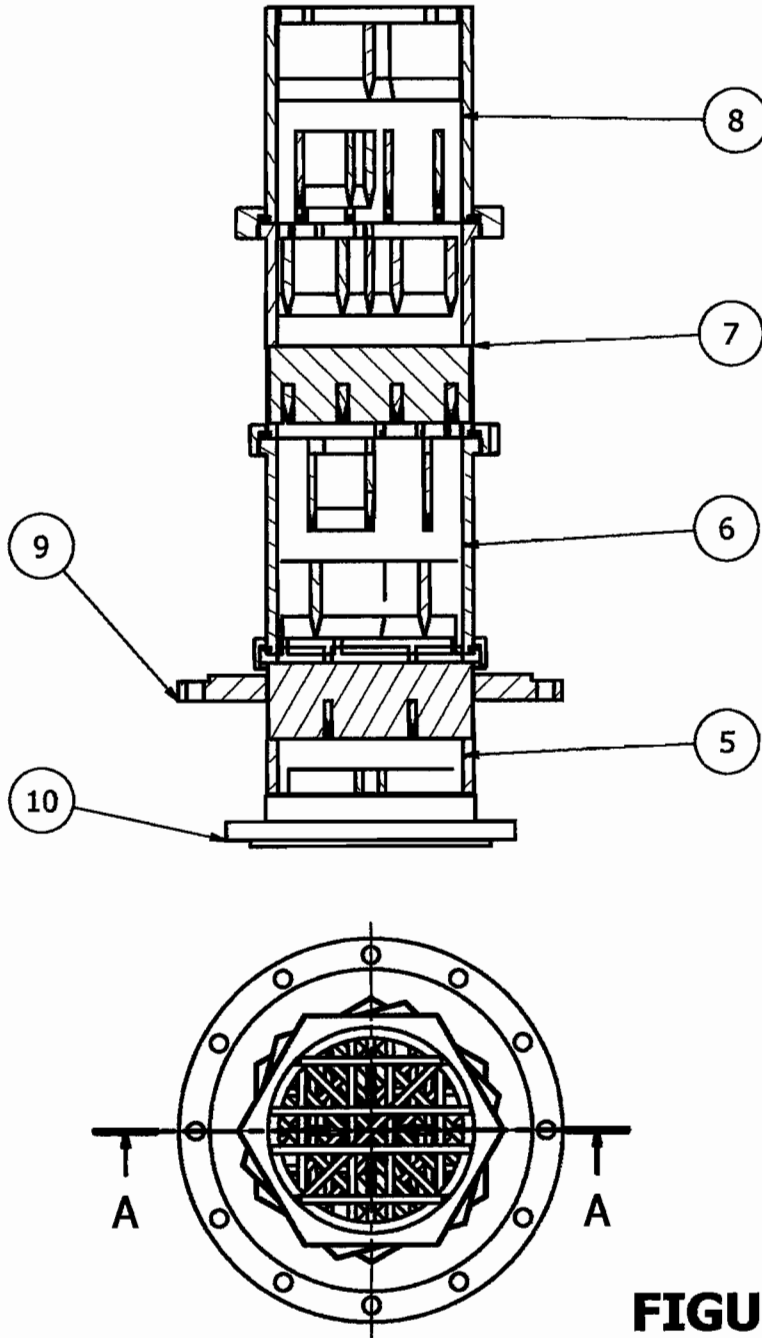
# ANSAMBLU REACTOARE DE PIROLIZA SI GAZEIFICARE



**FIGURA 1**

# REACTOR DE PIROLIZA

## SECTIUNEA A-A



**FIGURA 2**

# REACTOR DE GAZEIFICARE

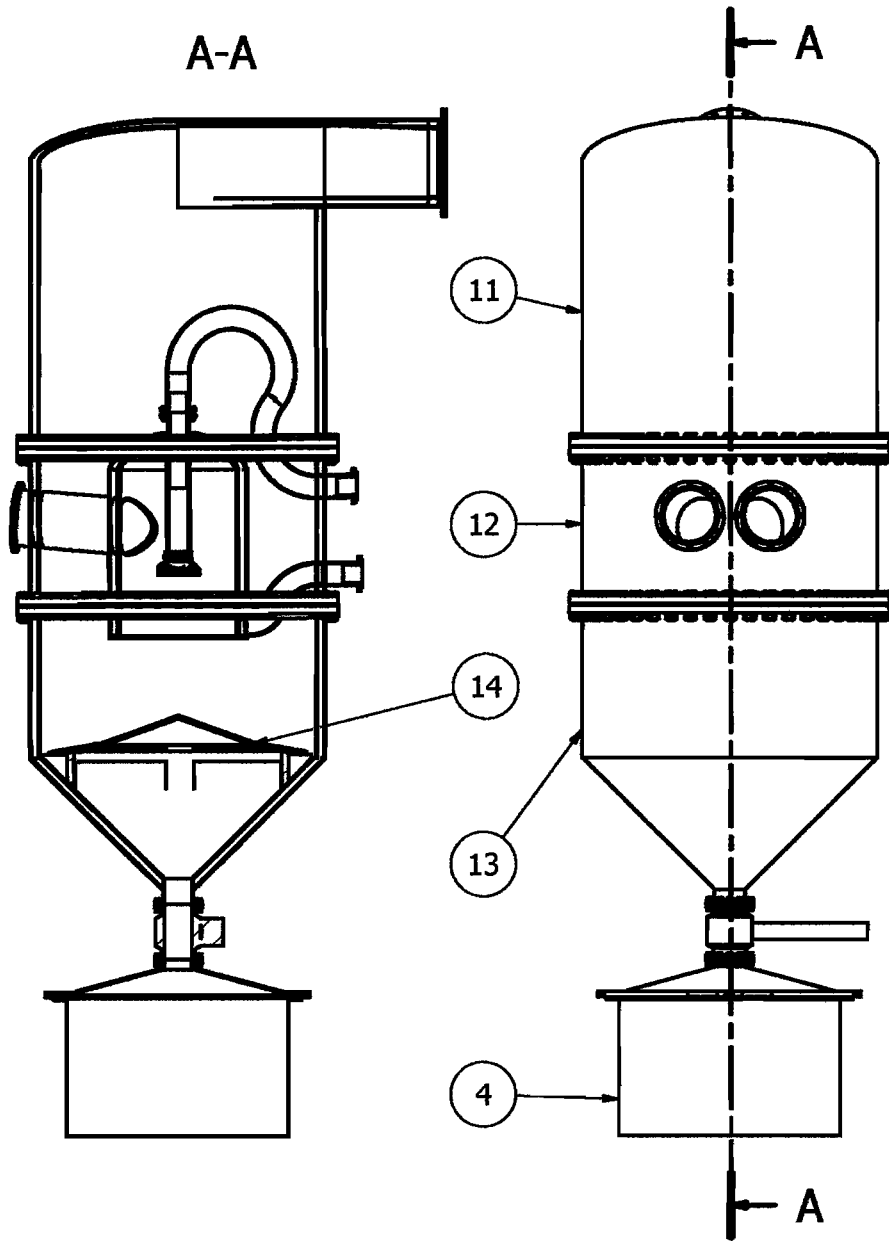
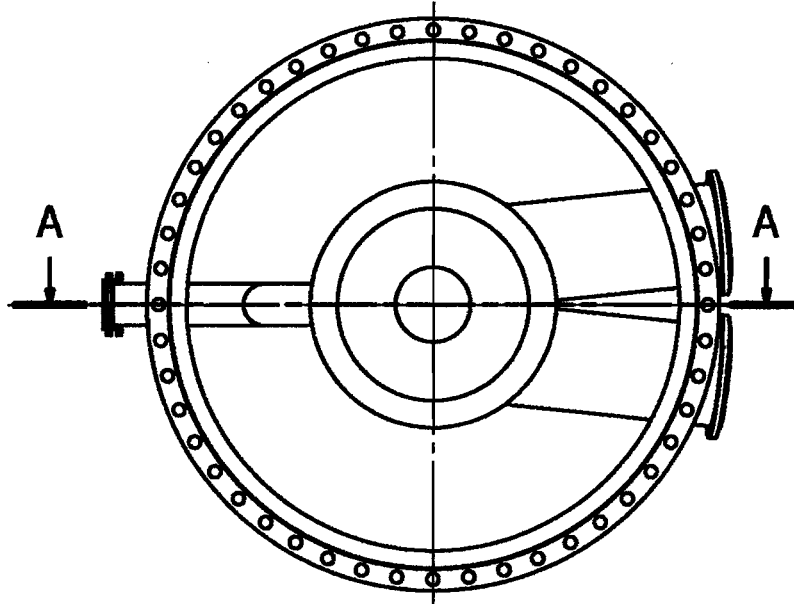


FIGURA 3



# PARTEA CENTRALA A REACTORULUI DE GAZEIFICARE



SECTIUNEA A-A

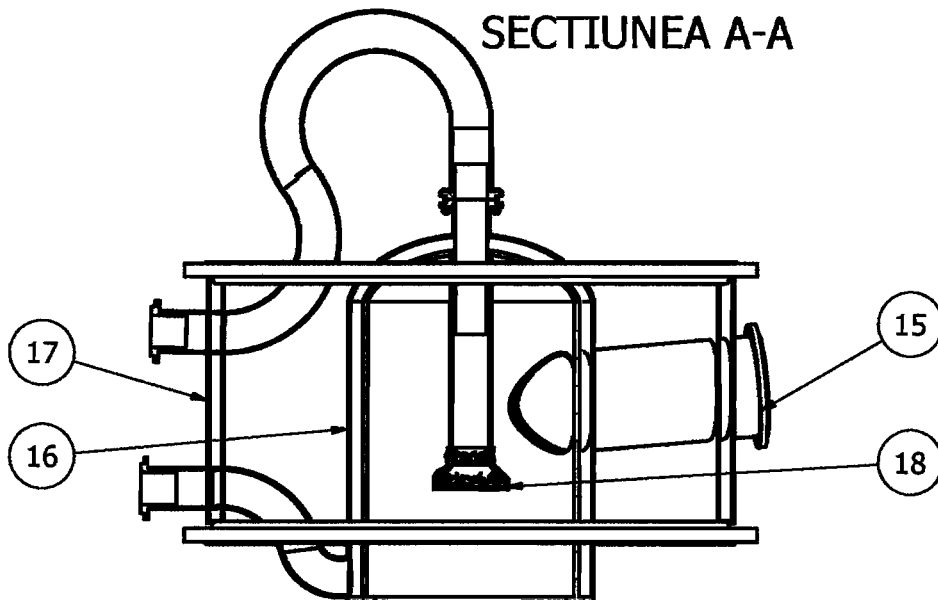


FIGURA 4