



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00244

(22) Data de depozit: 21.03.2011

(41) Data publicării cererii:
30.09.2011 BOPI nr. 9/2011

(71) Solicitant:
• SAVPROD S.R.L., BD. CAMIL RESSU
NR. 2, BL. R2, SC. A, AP. 9, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• SAVU ALEXANDRU, BD. CAMIL RESSU
NR., BL.R2, SC.1, ET.3, AP. 9, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;

• IONEL IOANA, STR.VIRGIL MADGEARU
NR.6A, ET.3, AP.10, TIMIȘOARA, TM, RO;
• FLUTURAȘ MONICA, STR. BREBU NR. 2,
BL.T10, SC.1, ET.1, AP. 10, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• SAVU BOGDAN, BD.CAMIL RESSU NR.2,
BL.R2, SC.1, ET.3, AP. 9, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• POPESCU FRANCISC, P-ȚA ROMANILOR
NR.15, AP.3, TIMIȘOARA, TM, RO;
• LONTIȘ NICOLAE STELIAN,
STR. PROF. DR. VALERIU ALACI NR. 6,
AP. 9, TIMIȘOARA, TM, RO;
• TRIF-TORDAI GAVRILĂ, STR.VILELOR
NR. 6, PETROȘANI, HD, RO

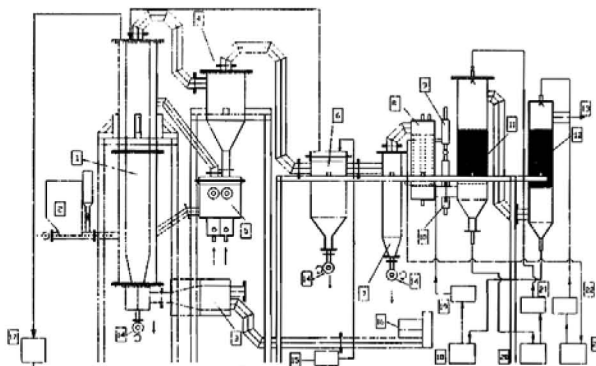
(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE PENTRU ARDEREA ÎN STRAT
FLUIDIZAT CIRCULANT A COMBUSTIBILILOR SOLIZI CU
REȚINEREA CO₂ ȘI EPURAREA GAZELOR DE ARDERE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la o instalație pentru arderea unor materiale combustibile solide. Procedeu conform invenției constă din mărunțirea materialelor care apoi sunt supuse descompunerii într-o zonă de ardere cu strat fluidizat circulant, reglată prin controlul unui debit de aer de fluidizare, aer de ardere, aer de recirculare cenușă și aer secundar, după care cenușa este recirculată pentru ardere avansată, apoi este supusă desprăfuirii, iar gazele de ardere sunt epurate. Instalația conform invenției cuprinde un sistem (1) de alimentare cu combustibil a unui focar cu ardere în strat fluidizat circulant, un antefocar (3) prevăzut cu arzător, pentru încălzirea gazelor până la temperatura de aprindere a combustibilului, un ventilator (16) de aer, un sistem de recirculare a cenușii rezultate în focar, compus dintr-un ciclon (4) de recirculare și un răcitor (5) de cenușă în strat fluidizat, un corp (6) convectiv, un ciclon (7) pentru desprăfuirea gazelor de ardere, un vas (8) de desorbție cu lichid a CO₂, un vas (9) de detentă a CO₂, un răcitor (10) pentru lichidul sărac în CO₂, un vas (11) de desulfurare umedă, cu umplutură de inele Raschig, a gazelor arse vehiculate cu o pompă (21) de

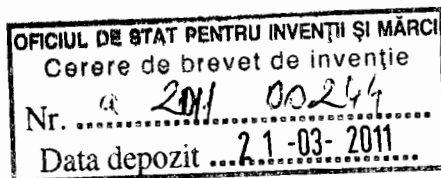
spălare, un adsorber/absorber (12) de CO₂, o pompă (22) de vehiculare a gazelor, un vas (23) de stocare/colectare a lichidului, o pompă (15) de circulație și un schimbător (17) de căldură.

Revendicări: 5
Figuri: 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).





PROCEDEU SI INSTALAȚIE PENTRU ARDEREA IN STRAT FLUIDIZAT CIRCULANT A COMBUSTIBILILOR SOLIZI CU REȚINEREA CO₂ SI EPURAREA GAZELOR DE ARDERE

Invenția se referă la un procedeu și la o instalație pentru arderea în strat fluidizat circulant a materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice) cu reținerea CO₂ rezultat din combustie și epurarea gazelor de ardere. Sunt cunoscute alte procedee pentru arderea cărbunilor a deșeurilor de biomasă, a deșeurilor urbane cu suport termic cu, sau fără treapta de epurare gaze care prezintă dezavantajul că se realizează arderea/procesele în instalații separate, de regulă cu suport termic suplimentar iar depoluarea chimică a gazelor arse are loc în multe trepte, câte una pentru fiecare poluant, volumul instalației și complexitatea fiind mari .

Exemple:

- Generator de abur continuu cu ardere în strat fluidizat circulant (brevet SUA 20060124077) ; Un generator continuu de abur cu o camera de strat fluidizat circulant atmosferic, cu tuburi verticale la partea inferioară asigură turbulența camerei de combustie și un transfer termic bun.
- Proces de ardere a carbonului în strat fluidizat circulant (brevet SUA 5159886); Cărbunele granular este ars într-un sistem cu strat fluidizat circulant cuprinzând camera de combustie, separator și linie de reciclare solide din camera de combustie pentru reciclare în camera de combustie.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în arderea în strat fluidizat circulant a cărbunilor, a deșeurilor de biomasă, a deșeurilor urbane cu suport termic redus utilizat doar la pornirea procesului, arderea având loc apoi în regim autoterm.

Arderea materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice), mărunțite, are loc în strat fluidizat circulant, combustia fiind controlată și intensificată prin reglarea debitului de aer de fluidizare, aer de ardere, aer de recirculare cenușă, aer secundar iar căldura dezvoltată este recuperată prin transfer termic într-un sistem adecvat, cenușa grosieră este răcită și evacuată separat pe la baza focarului, o parte din cenușa fină este recirculată în focarul instalației asigurându-se arderea avansată și altă parte din cenușa fină este reținută într-un sistem de desprăfuire iar gazele de ardere sunt epurate în mediul umed, având loc o desprăfuire totală prin stropire cu soluție de reactivi, într-un reactor pentru reținerea și neutralizarea poluanților gazoși, în principal CO, NO_x, SO₂, cu o eficiență de minim 95 %.

S-a constatat că prin aducerea în contact a gazelor de ardere, conținând poluanți solizi și gazoși, cu mediul lichid, de spălare, are loc o epurare avansată datorită difuziei gazelor în mediul umed.

Pentru arderea în strat fluidizat circulant a materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice) a fost concepută o cameră de ardere, numită focar, în care să se poată menține, în strat fluidizat, un amestec de materiale combustibile cu diferențe mari de densitate și să aibă loc combustia fără antrenare majoră a solidelor în echipamentul de transfer termic. Solidele cu granulație mică antrenate din focar sunt captate într-un ciclon apoi sunt trimise

înapoi în zonele de la baza focarului și utilizând sistemul de recirculare cenușă compus dintr-un compartiment de colectare și răcire în strat fluidizat a cenușii apoi transferul în al doilea compartiment de unde cenușa răcită este trimisă în focar iar gazele/aerul de răcire sunt injectate în focarul superior ca aer secundar de ardere. Reglarea debitului de recirculare cenușă este realizat prin reglarea debitelor de aer de fluidizare din cele două compartimente ale răcitorului de cenușă.

Procedeul, conform invenției, înlătură dezavantajele altor procedee prin aceea că se pot arde, eficient, mai multe tipuri de materiale solide combustibile iar după reținerea cenușilor grosiere și fine, gazele trec, după recuperarea căldurii, în sistemele de transfer termic, în prima etapă, apoi printr-un schimbător de căldură ignitubular unde are loc desorbția termică a dioxidului de carbon adsorbit/absorbit în scrublerul de la ieșirea din instalație, apoi printr-un scrubler cu umplutură de inele Raschig, unde are loc contactul intim cu mediul de spălare, asigurându-se reținerea totală a cenușii fine și a poluanților gazoși apoi trecute printr-un reactor, de asemenea cu umplutură de inele Raschig, unde se obține un grad ridicat de reținere a dioxidului de carbon.

Desprăfuirea se realizează prin procedee cunoscute prin trecerea gazelor prin echipamente adecvate – ciclon-multiciclon, când este reținută o bună parte din cantitatea de pulberi conținută în gaze.

Gazele arse sunt tratate apoi, conform unor procedee cunoscute, cu diverși reactivi de neutralizare (baze, acizi) prin spălare în scrubere sau barbotare în soluții/suspensii adecvate .

Procedeul și instalația pentru arderea în strat fluidizat circulant a materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice) și epurarea gazelor de ardere rezolvă problema reducerii/eliminării consumurilor energetice suplimentare și a poluării la combustia cărbunilor, deșeurilor de biomasă sau a deșeurilor urbane și prezintă următoarele avantaje:

- poate fi utilizată pentru orice mărime de instalație de ardere în strat fluidizat circulant, debit de gaze de ardere, cu condiția dimensionării corecte pentru a se asigura timpii optimi de contact și rezidență, în scopul obținerii performanțelor preconizate: eficiență de ardere peste 90 % și de epurare a gazelor de ardere de peste 95 % și a reținerii CO₂, când se dorește, de peste 50%.
- pierderea de presiune în instalație este redusă iar suprafața de contact a gazelor de ardere cu mediul de adsorbție-absorbție este mare. în volume relativ reduse atât la reținerea poluanților chimici cât și a CO₂;
- consumul energetic este redus;
- consumul de reactivi pentru neutralizare poluanți chimici este redus iar deșeul rezultat poate fi reciclat, prin utilizarea în alte domenii.

Invenția va fi prezentată în continuare în legătură și cu fig. 1 care reprezintă schema de principiu a instalației de ardere în strat fluidizat circulant și de epurare a gazelor de ardere cu reținerea CO₂.

Materialele combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice), mărunțite, sunt introduse în sistemul de alimentare cu combustibili solizi format din buncăre și șnecuri cu turație variabilă(2), pentru reglarea debitelor, apoi sunt introduse în focarul (1) de formă cilindrică, vertical, unde sunt alimentate. pe la bază, gaze fierbinți produse într-un antifocar(3), aerul

necesar fiind asigurat de un ventilator(16), cu posibilități de reglare a debitului, sub formă de aer de fluidizare și ardere. La pornirea instalației se pune în funcțiune arzătorul de pe antefocar(3) pe combustibil lichid sau gazos până se atinge temperatura de autoaprindere a combustibililor solizi după care se reglează debitele de aer și combustibil solid; apoi se oprește arzătorul, arderea având loc în regim autoterm. În situația arderii deșeurilor urbane/carbunilor se va porni arzătorul, dacă va fi cazul, pentru atingerea temperaturii de 600-800⁰C, temperatura necesară pentru aprinderea combustibililor solizi. După pornirea arderii se reglează debitul de combustibil solid și se oprește arzătorul de pornire. În timpul procesului de ardere se reglează debitul de aer de ardere/fluidizare funcție de tipul de combustibili utilizați și de excesul de oxigen la ieșirea din instalație.

Cenușa fină care rezultă în focar este evacuată în răcitorul de cenușă în strat fluidizat (5) unde căldura este preluată de gaze și este introdusă în focarul superior , având rol de aer secundar de ardere.

Gazele de ardere, încărcate cu cenușa fină, trec din focar în cicloul (4) de la sistemul de recirculare cenușa apoi după reținerea unei părți importante din cenușa fină intră în corpul convectiv (6), paralelipipedic, vertical, cu baza trunchi de piramidă răsturnată, unde se colectează cenușa fină antrenată de gaze din focar, corp convectiv prevăzut cu două drumuri, realizate prin compartimentarea cu un perete vertical. În corpul convectiv sunt montate suprafețe de transfer termic constând din serpentine de răcire sau pereți membrană, prin care circulă apa de răcire în contracurent cu gazele de ardere, pentru obținerea unei eficiențe ridicate.

Din corpul convectiv gazele de ardere intră tangențial într-un cicloul (7) cilindric, vertical, cu baza conică, unde se colectează cenușa fină, și unde are loc desprăfuirea avansată a gazelor de ardere. Gazele ies din cicloul pe la partea superioară printr-un tub central și sunt introduse la partea superioară a unui schimbător de căldură-desorber CO₂ (8) și trec prin țevile acestuia , cedând o parte din căldură lichidului încărcat cu CO₂ adsorbit/absorbit la ieșirea din instalație în scrublerul de reținere CO₂, prin spălare cu un lichid de adsorbție/adsorbție CO₂, vehiculat cu pompa(21), lichidul încărcat cu CO₂ este apoi trimis în rezervorul de stocare (18) de unde e preluat de pompa (19) și trimis în desorberul(8) unde are loc desorbția termică a CO₂ iar apoi este trimis la stocare/utilizare prin vasul de detentă a CO₂ (9), lichidul sărac în CO₂ este răcit într-un schimbător de căldură ignitubular(10) și apoi trimis în rezervorul (23), gazele ies pe la bază (circulație în contracurent cu lichidul) și intră la bază, tangențial, într-un scrubler (11) cilindric, vertical, cu umplutură de inele Raschig ceramice, cu baza de formă conică răsturnată. Gazele, după desulfurare umedă, ies din scrubler tangențial pe la partea superioară și intră pe la bază în adsorberul de CO₂ (12), vas cilindric, vertical, cu umplutură de inele Raschig ceramice, cu baza conică apoi ies tangențial pe la partea superioară și sunt evacuate la coș (13).

Cenușa grosieră din focar(1) , cenușa fină din corpul convectiv(6) și cenușa din cicloul(7) sunt evacuate prin câte un sistem(14) format dintr-un șnec cu manta de răcire acționat electric cu un motor cu turație variabilă/reglabilă alimentat cu curent continuu sau curent alternativ și variator de turație în frecvență.

Sistemul de transfer termic este prevăzut cu o pompă de circulație(15), apa de răcire intrând întâi în serpentinele din cele 2 compartimente ale corpului

convectiv(6) apoi în serpentina de răcire din ciclul de recirculare cenușă (4) și după ce preia căldura este răcită în contracurent cu apa de răcire dintr-un circuit secundar într-un schimbător de căldură cu plăci(17).

Gazele de ardere ies din desorberul de CO_2 (8) pe la partea inferioară și intră la partea inferioară a reactorului de desulfurare umedă (11), vas cilindric, vertical cu baza în formă de con răsturnat, vasul fiind prevăzut cu un taler perforat deasupra intrării gazelor și umplutură de inele Raschig. Gazele de ardere sunt spălate, prin spreiere/pulverizare de lichid de neutralizare SO_2/SO_3 alimentat cu pompa(21) din vasul de agent de desulfurare(20) apoi ies pe la partea superioară și intra pe la bază într-un absorber/adsorber de CO_2 (12), vas cilindric, vertical cu baza în formă de con răsturnat, vasul fiind prevăzut cu un taler perforat deasupra intrării gazelor și umplutura de inele Raschig alimentat cu lichid specific de spălare gaze cu pompa(22) iar lichidul bogat în CO_2 este trimis în rezervorul (18) de unde este preluat cu pompa (19) și trimis în desorberul(8) iar lichidul sărac în CO_2 , după desorbție și răcire în schimbătorul de căldură(10) este trimis în vasul (23) de unde este retrimis în circuitul de adsorbție/absorbție CO_2 .

După reținerea CO_2 gazele de ardere sunt evacuate, pe la partea superioară a vasului de reținere CO_2 (12), la coșul de fum(13).

Parametrii procesului vor fi măsurați și controlați permanent, în timpul funcționării instalației. În principal, aceștia sunt :

- temperaturi măsurate cu termocuple;
- presiuni și diferențe de presiune între diverse puncte ale instalației;
- concentrații de noxe înainte și după epurarea gazelor de ardere;
- debite de aer, apă de răcire, gaz natural pentru pornire, debite de lichid de spălare, de pulverizare a scrubberului și reactorului, respectiv capacitatea termică a instalației.

A fost realizată o instalație demonstrativă cu o capacitate termică de 0,05 - 0,1 MW_{th} . S-au efectuat teste de ardere a cărbunilor, deșeurilor de biomasă cu cărbune și s-au obținut performanțele preconizate realizându-se o ardere stabilă, autotermă și epurarea eficientă a gazelor de ardere iar izolația cu saltele de fibră ceramică și fibră bazaltică a stopat disiparea căldurii în exterior, temperatura la exteriorul izolației nedepășind 40°C , deși în interiorul focarului temperatura era peste 1000°C .

Pentru o instalație de circa 0,1 MW/h se poate obține, la un consum electric de circa 2 kW/h , utilizând cărbuni și/sau diverse deșeuri combustibile, energia necesară pentru încălzire și/sau apa caldă menajeră într-o locație de câteva locuințe.

REVEDICĂRI

1. Procedeu și instalație pentru arderea în strat fluidizat circulant a materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice) cu reținerea CO₂ rezultat și epurarea gazelor de ardere, cuprinzând, în principal: sistem alimentare combustibili solizi (1), focar (2), cu ardere în strat fluidizat circulant, sistem de alimentare cu aer a instalației (16), antifocar(3) prevăzut cu arzător, sistem de recirculare cenușă compus din ciclon de recirculare(4) și răcitor de cenușă în strat fluidizat (5), corp convectiv (6), ciclon (7), desorber CO₂ (8), cu vas de detentă CO₂ (9) răcitor lichid sărac în CO₂ (10) reactor desulfurare gaze de ardere(11) cu pompă de spalare/spreiere (21) și rezervor de stocare reactivi(20), Adsorber/absorber CO₂ (12) cu pompă de spalare (22) și rezervor de stocare/colectare lichid sărac în CO₂(23), pompă circulație (15), schimbător de caldură (17), pentru răcirea apei calde furnizate cu un circuit secundar(utilizator), **caracterizate prin aceea că**, realizează arderea în strat fluidizat circulant a materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice) cu reținerea CO₂ rezultat și epurarea gazelor de ardere.
2. Procedeu și instalație pentru arderea în strat fluidizat circulant a materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice) cu reținerea CO₂ rezultat și epurarea gazelor de ardere, conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că**, pe lângă recircularea cenușilor în cicloul (4) și sistemul de recirculare în strat fluidizat are loc desprăfuirea totală în scruberul (11).
3. Procedeu și instalație pentru arderea în strat fluidizat circulant a materialelor combustibile solide(cărbune, biomasă, deșeuri urbane/tehnologice) cu reținerea CO₂ rezultat și epurarea gazelor de ardere, conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că**, în reactorul/scruberul de epurare gaze (11) are loc reținerea poluanților gazoși, prin spălarea gazelor în contracurent cu lichidul de spălare, alimentat și pulverizat de pompa (21).
4. Procedeu și instalație conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că**, vasele cu umpluturi specifice de inele Raschig (11) și (12) asigură, pe unitatea de volum mică, eficiență mare de depoluare/reținere CO₂, cu pierderi mici de presiune datorită contactului bun între gaze și lichidele de spălare.
5. Procedeu și instalație conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că**, prin recircularea cenușii se obține o eficiență ridicată a combustiei.

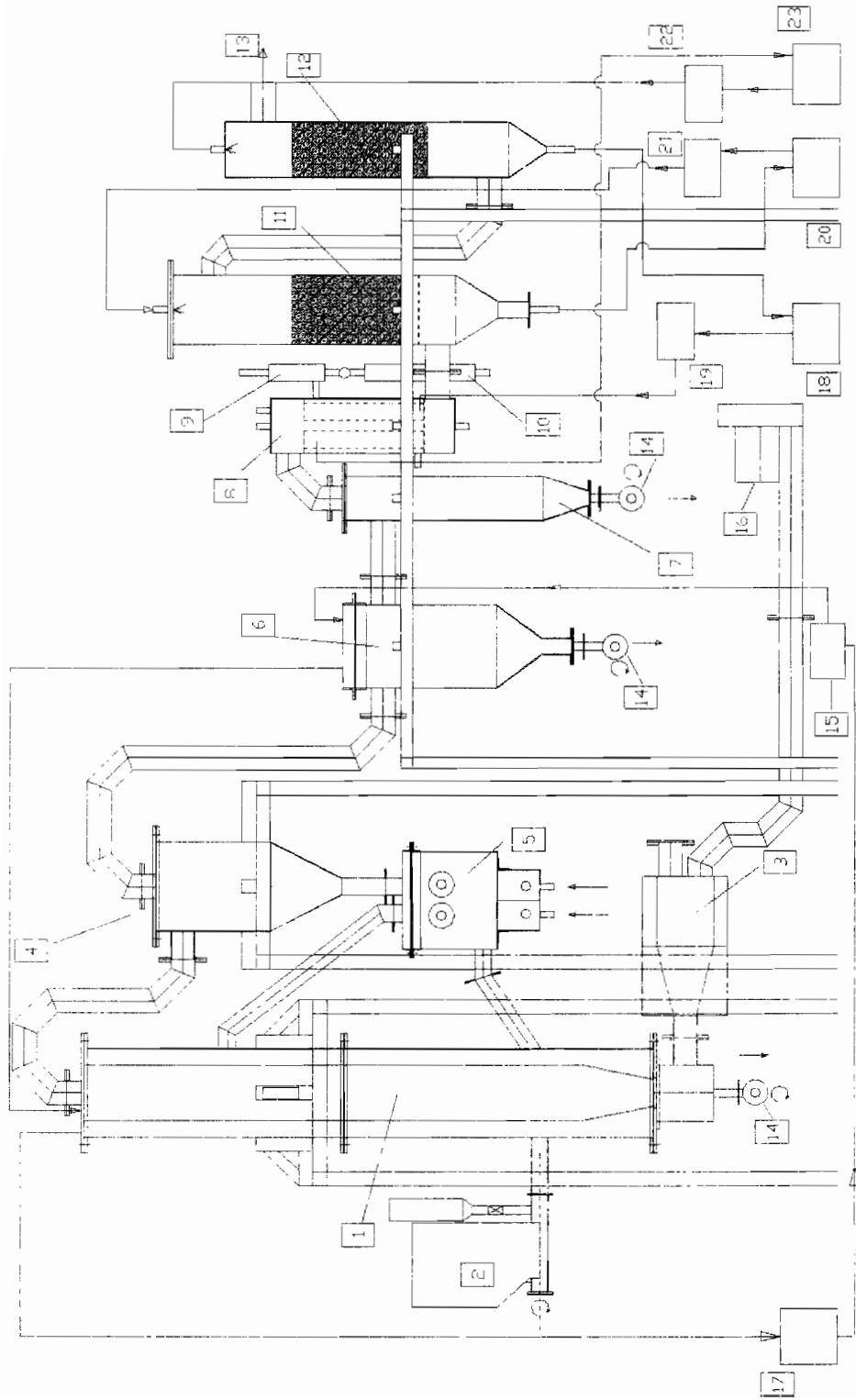


Figura 1