

dr Henryk Korcz
mgr inż. Stanisław Szczepaniak

Sposób i instalacja do odgazowania biomasy, odpadów i paliw kopalnych

Termiczny rozkład ad substancji organicznej biomasy oraz wszelkiego rodzaju odpadów organicznych prowadzony w warunkach szybkiego doprowadzenia ciepła i wysokich temperatur procesu, prowadzi do uzyskania dużej ilości gazowych produktów o wysokiej wartości chemicznej i energetycznej dających się stosunkowo łatwo oczyścić z wszelkiego rodzaju substancji szkodliwych dla technologicznego ich wykorzystania i dla otoczenia.

Dotychczasowe wyniki prac badawczych oraz szeroko stosowane aplikacje przemysłowe wykazały, że w zależności od doboru warunków realizacji procesów odgazowania wyrażonych temperaturą procesu szybkiej pirolizy, szybkością nagrzewu, konstrukcją reaktora można uzyskać, w zależności od rozkładanej substancji nawet 90% przemianę fazy stałej w fazę gazową. Uzyskane gazowane produkty pirolityczne mogą być użyte jako wysokokaloryczne paliwo gazowe – po uprzednim odwodnieniu i chemicznym usunięciu gazowych substancji szkodliwych takich jak np. tlenki siarki – lub poddane łagodnemu uwodornieniu dają wysoko jakościowe hydrogenizaty węglpochodne stanowiące źródło paliw ciekłych jak i surowców chemicznych. Procesy pirolizy organicznych substancji stałych są znane, a technologie technicznej ich realizacji są prowadzone od szeregu lat. Jako surowiec do procesów szybkiej pirolizy nadaje się każda substancja organiczna zawierająca duże ilości części lotnych.

Możliwość uzyskania dużej ilości gazów pirolitycznych metodą szybkiej pirolizy zwróciły uwagę na technologie realizowane tą metodą, prowadzącą do uzyskania praktycznie największej sprawności przemiany fazy stałej w fazę gazową w warunkach konwencjonalnej termochemicznie przemiany substancji organicznej. W trakcie szybkiego nagrzewu substancji podlegającej termicznej destrukcji w miarę możliwości eliminuje się wtórny rozpad pierwotnych produktów procesu przy szybkim ich odprowadzeniu ze strefy reakcyjnej. W trakcie szybkiej pirolizy uzyskuje się do 80% sprawność cieplną procesu przemiany wyrażoną jako udział energii zawartej w gazie w stosunku do całkowitej energii zawartej w substancji wyjściowej. Ilość gazu pirolitycznego oraz skład chemiczny jest zależny od rodzaju substancji poddanej procesowi rozkładu, szybkość nagrzewu, końcowej temperatury procesu rozkładu oraz wielkości wymiarowej rozkładanej substancji. Ilość parametrów mających wpływ na proces szybkiej pirolizy świadczy o tym jak bardzo skomplikowany jest proces, szczególnie wówczas, gdy celem nadrzędnym jest uzyskanie jak największej ilości gazu pirolitycznego. Ponadto w przypadku cząstek mniejszych od 100 μm , gdy szybkość nagrzewu jest od 10^2 do 10^4 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$, a wzrost temperatur wewnątrz cząstek następuje w ciągu milisekund, rozkład substancji organicznej jest wówczas mało porównywalny z tym jaki zachodzi przy stacjonarnej niskiej temperaturze reakcji i niskich szybkościach nagrzewu. Wzrost ilości produktów gazowych występuje również w wyniku obniżenia ciśnienia reakcji. Powstanie podciśnienia w strefie reakcji powoduje zwiększenie wydajności gazów pirolitycznych.

Obecnie najczęściej stosowaną metodą niskociśnieniowej pirolizy paliw biodegradowalnych jest wielostopniowa technologia wykorzystująca technikę fluidalną (metoda zwana COED)

pozwalająca na regulację czasu przebywania odgazowywanej substancji w strefie reakcji oraz szybkie odprowadzenie z reaktora wytworzonych lotnych produktów. W technologii tej odgazowywana substancja jest poddana rozdrobnieniu poniżej 3 mm i suszona w strumieniu gorącego gazu, po czym poddana jest do reaktorów pirolizy. Liczba reaktorów pirolizy oraz ich temperatury pracy są uzależnione od wielkości temperatury mięknięcia substancji organicznej i nieorganicznej zgazowywanego paliwa. Układ temperatur reaktorów jest tak dobierany aby uzyskać maksymalną ilość gazu pirolitycznego bez spiekania się odgazowywanej substancji. Czas przebywania paliwa w poszczególnych reaktorach jest tak dobierany, aby w temperaturze danego reaktora nastąpiło całkowite wyjście lotnych składników. Lotne produkty opuszczające fluidalne reaktory pirolizy po odpyleniu w cyklonach są schładzane i rozfrakcjonowywane na poszczególne składniki gazowe.

Wodór otrzymany z gazu pirolitycznego jest często używany w procesach uwodornienia, a pozostała część gazu pirolitycznego po odsiarczeniu stosowana jest jako paliwo energetyczne lub stanowi produkt do dalszej przeróbki technologicznej.

Opracowana w latach 50-tych ubiegłego stulecia metoda Lurgi – Ruhrgas polega na szybkiej pirolizie paliwa przy wykorzystaniu gorącego koksu jako stałego nośnika energii.

W technologii tej rozdrobnione poniżej 0,5 mm paliwo jest mieszane z ogrzonym do temperatury 900-950°C koksem. Rozdrobnione paliwo szybko nagrzewa się do wysokich temperatur od rozgrzanego koksu wydzielając lotne produkty rozkładu pirolitycznego. Lotne produkty szybkiej pirolizy poddaje się procesowi odpylania w cyklonach, schładzaniu i rozdziałowi na poszczególne frakcje ciekłe i gazowe.

Lotny koksik w ilości 30 do 50% ogólnej masy paliwa jest nawracany transportem pneumatycznym przy użyciu powietrza, w czasie którego zachodzi częściowe spalanie. Pozostała część koksiku może być użyta bezpośrednio do opalania paleniska kotłowego lub po schłodzeniu stanowić może dodatek do produkcji mieszanek koksowych lub produkcji formowanych paliw bezdymnych.

Metoda pirolizy węgla opracowana przez Garret Research and Development Corporation do otrzymania syntetycznych paliw ciekłych polega na wykorzystaniu gorącego koksiku jako stałego nośnika ciepła w reaktorze strumieniowym. Wybór pirolizy jako metody upłynnienia węgla podyktowany został stosunkową łatwością realizacji jak i relatywnie niskimi kosztami przy przemysłowym wykorzystaniu procesu.

Przy ogrzaniu paliwa do temperatur 800-1000°C bez dostępu powietrza, substancja organiczna paliw ulega rozkładowi z wytworzeniem gazu pirolitycznego i stałej pozostałości karbonizatu. Wzajemne proporcje tych produktów uzależnione są od temperatury pirolizy i szybkości nagrzewu. Wzrost temperatury procesu i szybkości nagrzewu sprzyja wytworzeniu się większej ilości produktów gazowych kosztem obniżenia wydajności karbonizatu.

Z wielu potencjalnych technik szybkiego ogrzewania paliwa poddanego procesowi odgazowania za najprostsze technicznie i najbardziej efektywne z dotychczasowych rozwiązań prowadzących do zrealizowania procesu szybkiej pirolizy w celu uzyskania cennego gazu pirolitycznego, (który jest surowcem wyjściowym do produkcji szeregu produktów technologicznych) uznano wykorzystanie gorącego koksiku jako stałego nośnika ciepła i zastosowanie reaktora strumieniowego. Wprowadzone do strumienia koksiku paliwo nagrzewać się może z szybkością dochodzącą do 3000 deg/s, co gwarantuje bardzo duże wyjście części lotnych, dochodzące do 80% udziału substancji organicznej. Strumień

produktów opuszczających reaktor przechodzi przez układ cyklonów odpylających, gdzie wytrącony koksik jest chłodzony. Mieszanina par i gazów po odpyleniu i schłodzeniu jest rozdzielana na substancje smołowe, które poddaje się procesowi uwodornienia w celu uzyskania substytutu ropy naftowej lub niskosiarkowego oleju opałowego. Pozostały gaz po oczyszczeniu zużytkowany może być jako źródło wodoru oraz jako gaz opałowy. Są to jednak instalacje o niskiej wydajności, sięgającej kilku ton przetwarzanego paliwa na dobę. Inne stosowane metody np.: metoda Toscoal opracowana przez The Oil Shale Corporation wykorzystuje do procesu szybkiej pirolizy węgla, jako stały nośnik ciepła ceramiczne kule. W metodzie ICHPW proces odgazowania węgla przebiegać może przy użyciu gorącego popiołu w temperaturze około 900°C w złożu fluidalnym w temperaturze 560-580°C przy wydajności kilku ton węgla na dobę i uzysku produktów gazowych do 70% masy substancji organicznej.

Stosowane dotychczas technologie realizujące proces szybkiej pirolizy, głównie węgla charakteryzują się ograniczoną wydajnością przetwarzanej substancji i nie posiadają optymalnej sprawności energetycznej. Istotnym brakiem istniejących sposobów i pracujących reaktorów pirolitycznych jest ich przystosowanie, wyłącznie do węgla, paliwa o określonych własnościach fizycznych takich jak lepkość, wilgotność i zawartość substancji mineralnej. Stosowane technologie w przypadku zawilgoconej często i zatłuszczonej – lepkiej substancji organicznej pochodzącej z różnego rodzaju odpadów biodegradowalnych, wymagają wstępnej obróbki termicznej, w celu usunięcia czynników sklejących, które są jednak zawsze kłopotliwe technologicznie i powodują dość znaczne straty energetyczne, które obniżają ogólną sprawność przemiany. Stosowane technologie posiadają dość znaczne ograniczenia wynikające przede wszystkim ze zdolności przetwórczych procesu szybkiej pirolizy. Wydajności przetwórcze poszczególnych metod sięgają bowiem najwyżej kilku ton na godzinę i dla zwiększenia wydajności masowej wymagają budowy baterii kilku lub kilkunastu reaktorów. Stała pozostałość po pirolizie staje się często produktem odpadowym, który musi być poddany procesowi dalszej utylizacji. Powyższe niedogodności są przyczyną ograniczonej ilości pracujących na skalę przemysłową pirolitycznych technologii przetwarzających paliwa węglowe, a tym bardziej biomasę i odpady biodegradowalne.

Znany ze zgłoszenia patentowego według P 388243 sposób pirolizy biomasy pochodzącej z odpadów zwierzęcych i roślinnych charakteryzuje się tym, że sposób spalania i urządzenia do spalania wsadu z odpadów organicznych i nieorganicznych według wynalazku P388243 charakteryzuje się tym, że proces pirolizy wsadu z odpadów organicznych i nieorganicznych zawierających odpady pochodzenia zwierzęcego, roślinnego, odpady komunalne i osady z oczyszczalni ścieków prowadzi się w komorze obrotowej w atmosferze redukcyjnej lub zbliżonej do redukcyjnej w obecności spalin powstałych ze spalania paliwa wysokokalorycznego. Powstałe w trakcie pirolizy gazowe produkty rozkładu zawierające gazowy tlenek wapnia w ilości stechiometrycznej do zawartości siarki i chloru kieruje się do mieszalnika przynależnego do komory fluidyzacyjnej, w którym gazowe produkty rozkładu miesza się z powietrzem pierwotnym w ilości 0,2 do 0,4 udziału objętościowego powietrza do spalania, natomiast karbonizat i składniki mineralne popiołu z komory fluidyzacyjnej wprowadza się do złoża fluidyzacyjnego, przez które przepływa gaz fluidyzacyjny składający się z powietrza i spalin z recyrkulacji pobieranych w ilości od 10 do 90% udziału objętościowego spalin i w takiej ilości, aby niezależnie od obciążenia cieplnego instalacji

utrzymać prędkość przepływu gazu fluidyzacyjnego przez złożę od 1 do 5 m/s – prędkości odniesienia do temperatury złoża.

Powietrze do spalania wsadu rozdziela się na kilka rodzajów powietrza do spalania, w tym powietrze pierwotne w ilości od 20 do 40% udziału objętościowego powietrza niezbędnego do spalania, powietrze wtórne w ilości od 20 do 40% udziału objętościowego, powietrze trzecie w ilości 20 do 40% udziału objętościowego, powietrze czwarte w ilości 10 do 30% udziału objętościowego oraz powietrze do spalania karbonizatu zawarte w gazie fluidyzacyjnym w ilości 10 do 40% udziału objętościowego powietrza niezbędnego do spalania. Gaz fluidyzacyjny podaje się pod ciśnieniem od 4 do 12 kPa do kilku stref złoża fluidyzacyjnego (w ilości 1 do 4 stref).

Urządzenie do spalania wsadu z odpadów organicznych i nieorganicznych zawierające komorę obrotową pirolizy i komorę fluidyzacyjną charakteryzuje się tym, że komora fluidyzacyjna z komorą spalania w górnej części i ze złożem fluidyzacyjnym w dolnej części jest zespolona poprzez komorę separacji cząstek stałych z komorą dopalania gazów palnych i karbonizatu zawartych w spalinach, natomiast do komory fluidyzacyjnej jest kierowany wylot z procesu pirolizy wsadu w komorze obrotowej i materiał inertny dozowany podajnikiem z zasobnika tego materiału oraz dozowane palnikiem paliwo ciekłe lub gazowe do zapłonu i stabilizacji procesów spalania gazów pirolitycznych przy udziale powietrza wtórnego i powietrza trzeciego poddawanego przez odrębne dysze oraz do nagrzewu materiału fluidyzacyjnego i zapłonu karbonizatu znajdujących się w złożu. Komora spalania przynależna do komory fluidyzacyjnej zawiera feston doprowadzający spaliny do komory separacji cząstek stałych, natomiast komora ta w dolnej części zawiera feston przelotu spalin kierowanych do komory dopalania wyposażonej w dysze powietrza czwartego i palnik zapłonowo - stabilizujący dopalania gazów palnych i karbonizatu znajdujących się w przepływających spalinach. W komorze dopalania pod festonem wlotu spalin są zainstalowane dysze powietrza czwartego, a na przeciwko festonu jest zainstalowany palnik zapłonowo – stabilizujący, przeznaczony do dopalania gazów palnych i karbonizatu zawartego w spalinach, przy czym feston komory separacji jak i feston komory spalania są podobnie wykonane z rur zespolonych z kształtownikami.

Powstałe w komorze obrotowej gazy pirolityczne wprowadzane są do komory fluidalnej, gdzie spalają się w górnej części komory z powietrzem :”pierwotnym” doprowadzonym do komory fluidalnej kanałem powietrza „pierwotnego” oraz dyszami powietrza „wtórnego” i powietrza „trzeciego”. Karbonizat spada do złoża fluidalnego, które od spodu zamknięte jest dnem dyszowym, pod którym znajduje się skrzynia gazu fluidyzacyjnego, do której wentylator wysokoprężny tłoczy poprzez wentylator powietrze z otoczenia i poprzez wentylator spalin z recyrkulacji z za wentylatora wyciągowego spalin. Złoże fluidalne wytworzone jest z karbonizatu oraz materiału inertnego podawanego z zasobnika materiału inertnego. Zapłon złoża fluidalnego odbywa się przy pomocy palnika zapłonowego, a pomiary ciśnień i temperatur złoża mierzone są manometrami i termoelementami. Popiół ze złoża fluidalnego odprowadzany jest układem odprowadzania popiołu, składającego się z wanny żuźlowej, do której wprowadzony jest kanał odprowadzający popiół ze złoża fluidalnego oraz kanał odprowadzający popiół z komory dopalania.

Gazy spalinowe, lotny popiół i lotny karbonizat powstałe w komorze fluidalnej przepływają przez feston „górny” do komory separacji, gdzie ulegają częściowemu odpyleniu. Z komory

separacji przepływają przez „dolny” feston, gdzie ulegają dalszemu odpyleniu do komory dopalania.

Gazy palne i niedopalony karbonizat wpływając do komory dopalania mieszają się z powietrzem :”czwartym” doprowadzonym dyszą i w obecności płomienia palnika dopalają się.

Sposób odgazowania biomasy odpadów i paliw kopalnych według wynalazku znamieny tym, że substancja poddana procesowi szybkiej pirolizy przygotowana jest gabarytowo w układzie materiałowo sortowniczym oraz w układzie rozdrabniania do wymiarów liniowych mniejszych od 100 mm. Rozdrobniony wsad podawany jest do bunkra załadowczego w postaci trocin, zrębków, peletów, brykietów, pyłów, pulpy, mialu, groszku, gryssu i kęsów , skąd układem podajników podawany jest do zasobnika przykotłowego, gdzie miesza się z podawanym w ilościach stechiometrycznych kamieniem wapiennym w stosunku do zawartej we wsadzie siarki i chloru. Powstała mieszanina wsadu i kamienia wapiennego poddawana jest do komory obrotowej, gdzie poddana jest procesowi suszenia i szybkiej pirolizy w strumieniu spalin pochodzących ze spalania paliwa wspomagającego w palniku olejowym lub gazowym umieszczonym w płycie czołowej komory obrotowej. Sposób znamieny tym, że proces suszenia i termicznego rozkładu wsadu i kamienia wapiennego przebiega w atmosferze redukcyjnej przy stechiometrycznym lub lekko podstechiometrycznym spalaniu paliwa wspomagającego, przy temperaturze w przedziale 750 – 1150°C. W tym zakresie temperatur neutralizowane są tlenki siarki przy pomocy tlenków wapnia i wytrącane z fazy gazowej w postaci stałych cząstek gipsu (CaSO_4). Układ według wynalazku znamieny tym, że gazy pirolityczne częściowo odsiarczone w komorze obrotowej przy pomocy tzw metody „pierwotnej” stanowią mieszaninę pary wodnej, gazów palnych takich jak: CO , H_2 , C_2H_2 , CH_4 , C_2H_5 itd. Oraz gazów obojętnych takich jak N_2 i innych balastowych zawierających Cl , F itd.

Gazy pirolityczne opuszczając komorę obrotową posiadają temperaturę w przedziale od 700 do 1000°C i zawierają oprócz pary wodnej, gazów palnych i gazów obojętnych, pary metali alkalicznych, metali ciężkich, związku chloru, fluoru oraz niewielkie pozostałości tlenków siarki i niewielkie ilości paliwowych tlenków azotu.

Sposób według wynalazku znamieny tym, że gazy pirolityczne po wyjściu z komory obrotowej przepływają do komory gazu pirolitycznego, gdzie są schładzane przez powierzchnie ścian membranowych komory oraz przez powierzchnie ogrzewalne podgrzewacza wody. Na wyjściu z komory mierzona jest temperatura, ciśnienie i skład gazu pirolitycznego.

Sposób według wynalazku znamieny tym, że schłodzone gazy pirolityczne o znanym składzie chemicznym i znanych parametrach termodynamicznych - podciśnienie w przedziale 50 do 200 Pa, temperatura w przedziale 150 – 250°C przepływają przez układ odpylaczy oraz przez układ chemicznego oczyszczania do instalacji technologicznej przeróbki gazu lub do instalacji gazu opałowego. Części gazów pirolitycznych po oczyszczeniu z części stałych w odpylaczu 13.7 i oczyszczeniu chemicznym w układzie chemicznego oczyszczania gazów 13.8 po osiągnięciu stanu równowagi termicznej instalacji kierowana jest poprzez klapę regulacyjno-odcinającą 13.12 do zasilania palnika wspomagającego 7 oraz poprzez klapę regulacyjno-odcinającą 13.13 do zasilania palnika zapłonowo-stabilizującego 10.5 do zapłonu i stabilizacji pracy złoża fluidalnego 10.1 oraz do zasilania

palnika zapłonowego stabilizującego zapłon i dopalanie lotnego koksiku i gazów palnych w komorze dopalania 15.

Sposób według wynalazku znamieny tym, że powstały w komorze obrotowej karbonizat i popiół spływają z dna ko mory obrotowej przez szczelinę „a” o szerokości i wysokości od 100 mm do 500 mm do złoża fluidalnego, gdzie karbonizat ulega spalaniu. Powstałe w złożu fluidalnym gazy spalinowe przepływają do komory dopalania, gdzie mieszają się z dodatkowo doprowadzonym powietrzem i w obecności płomienia paliwa gazowego lub ciekłego wypalają się niespalone w komorze fluidalnej gazy palne i ziarna karbonizatu. Wypływające z komory fluidalnej gazy ulegają częściowemu oczyszczeniu z lotnego popiołu i karbonizatu na elementach festonu umieszczonego w tylnej ścianie ekranowej komory fluidalnej. Odseparowany pył spływa do złoża fluidalnego, a gazy spalinowe przepływają do komory dopalania, gdzie po wymieszaniu z powietrzem następuje dopalanie gazów palnych i ziaren karbonizatu w strefie przyplomiennej płomienia palnika wspomagającego. Sposób według wynalazku znamieny tym, że w katalitycznej strefie przyplomiennej płomienia wspomagającego, bogatej w cząsteczki rodników następuje całkowite i zupełne dopalanie cząstek gazowych i cząstek lotnego koksiku. Strefa przyplomienna płomienia wspomagającego spełnia rolę „dopalania” w wyniku czego, spaliny opuszczające ko morę dopalania nie zawierają części palnych.

Sposób znamieny tym, że pozbawione części palnych spaliny przepływając przez podgrzewacz grodziowy, umieszczony pod sufitem komory dopalania, wychładzają się, a przepływając przez feston umieszczony w górnej części tylnej ściany komory dodatkowo oczyszczają się z lotnego popiołu i kondensujących się par metali ciężkich, które są zdmuchiwane okresowo do leja popiołowego komory dopalania. Po wyjściu z komory dopalania, spaliny przepływają przez ciąg konwekcyjny kotła, gdzie oddają swe ciepło powierzchniom ogrzewalnym: wodnym, olejowym lub powietrznym, wychładzając się do temperatur 130 - 160°C. Po wyjściu z kanału spalinowego kotła, spaliny są kierowane do zgrubnego oczyszczania z lotnego popiołu w multicyklonie i następnie do dokładnego oczyszczania w filtrze workowym.

Sposób znamieny tym, że oczyszczone z lotnego popiołu spaliny przetłaczane są przez wentylator wyciągowy do komina. Za wentylatorem wyciągowym spaliny są kierowane do stacji monitoringu spalin oraz do traktu spalin recyrkulacyjnych podawanych do złoża fluidalnego, gdzie po wymieszaniu z powietrzem stanowią gaz fluidyzujący złożo fluidalne.

Sposób według wynalazki znamieny tym, że popiół ze złoża fluidalnego odbierany jest kanałem odprowadzającym popiół, którego górna krawędź wlotowa jest umieszczona w odległości od 0,5 do 2,5 m od dna sitowego, a dolna jest zanurzona w wodzie wanny żuźlowej.

Urządzenie do termicznej pirolizy biomasy odpadów oraz paliw kopalnych według wynalazku znamienne tym, że wsad zgromadzony w bunkrze załadowniczym 1 podawany jest podajnikiem 2 do zasobnika przykotłowego 4, gdzie miesza się z preparatem wapniowym podawanym z zasobnika preparatu wapniowego 3 przez podajnik celkowy 3.1. Mieszanina wsadu i preparatu wapniowego w zasobniku przykotłowym jest zabezpieczana przed pożarem przy pomocy kłapy przeciwpożarowej 6 umieszczonej w kanale zasilającym

zasobnik 4. Mieszanina wsadu i preparatu wapiennego podawana jest podajnikiem 8 do komory obrotowej 9 przez płytę czołową 9.2, w której umieszczony jest również palnik paliwa wspomagającego 7, zasilany przez moduł przypalnikowy 8 sterujący pracą palnika. Płyta czołowa 9.2 uszczelniona jest z komorą obrotową 9 przy pomocy kanałowego uszczelnienia labiryntowego 9.6, zaopatrzonego w pomiar ciśnienia gazu uszczelniającego 9.5. W płycie czołowej 9.2 umieszczony jest króciec z manometrem 9.4 służący do pomiaru ciśnienia wewnątrz komory obrotowej w pobliżu płyty czołowej 9.2.

Kanał uszczelniający 9.6 jest zasilany korzystnie spalinami z recyrkulacji poprzez klapę regulacyjną 26.6 regulującą ilość doprowadzonych spalin.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że komora obrotowa 9 wzdłuż osi wzdłużnej zaopatrzona jest w czujniki temperatury 9.1 a wylotem połączona jest z komora fluidalną 10 poprzez kanałowe uszczelnienie labiryntowe 9.6 zasilane poprzez klapę regulacyjną 26.5 spalinami z recyrkulacji, których ciśnienie mierzy manometr 9.7. Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że powstały w komorze obrotowej 9 gaz pirolityczny przepływa do komory gazu pirolitycznego 13 ponad przegrodą 13.1 wykonaną jako ściana membranowa z rur kotłowych od spodu zaizolowana betonem żaroodpornym i przechodząca przez całą szerokość komory fluidalnej 10 w taki sposób, że dolna jej krawędź jest umieszczona w pionowej odległości „a” w przedziale od 50 do 500 mm od spodu ściany komory 9 i poziomie w odległości „b” 50 do 500 mm od końcowej krawędzi komory obrotowej 9.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że gazy pirolityczne przepływają z komory obrotowej 9 ponad przegrodą 13.1 do komory gazu pirolitycznego 13 dzięki mniejszemu ciśnieniu panującemu w komorze 9 niż w komorze 10 oraz dzięki przegrodzie 13.1, która zamyka przepływ gazów do i ze złoża fluidalnego 10.1. Urządzenie znamienne tym, że gorące gazy pirolityczne ochładzają się oddając ciepło powierzchniom ogrzewalnym w postaci bocznych ścian membranowych oraz podgrzewaczom wody 13.2 zaopatrzonym w zdmuchiwalne sady 13.11. Po schłodzeniu gazu pirolitycznego, na wylocie z kanału rozmieszczone są króćce do pomiaru ciśnienia 13.4, do pomiaru temperatury 13.5 i do poboru próbek gazu do analizy chemicznej 13.6. Gazy pirolityczne po wyjściu z kanału komory 13 poddane są procesowi odpylania w odpylaczu 13.7 i chemicznemu uzdatnianiu w reaktorze 13.8.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że palnik wspomagający 7 po uzyskaniu równowagi termicznej przez instalację i ustabilizowanie procesu suszenia i odgazowania w komorze obrotowej 7 jest zasilany gazem pirolitycznym pobieranym z za układu chemicznego uzdatniania gazu pirolitycznego 13.8, a jego ilość jest regulowana przy pomocy klapy regulacyjnej 13.12.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że palnik wspomagający 7 jest zasilany paliwem ciekłym lub gazem wysokokalorycznym ze źródła zewnętrznego jedynie podczas rozruchu korzystnie w czasie do 5 godzin od momentu uzyskania termicznej równowagi przez komorę obrotową 7 oraz podczas odstawiania instalacji z pracy w czasie do 5 godzin podczas opróżniania komory 7 z osadu.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że palnik zapłonowo-stabilizujący 10.5 zainstalowany w złożu fluidalnym 10.1 oraz palnik zapłonowo-stabilizujący 15.2 zainstalowany w komorze dopalania 15 zasilane są po osiągnięciu stanu równowagi termicznej przez instalację gazem pirolitycznym poprzez klapę regulacyjno-odcinającą 13.13.

Gorąca woda lub mieszanka parowo – wodna powstała w powierzchniach ogrzewalnych komory gazu pirolitycznego, odprowadzana jest z kolektorów 13.9 i 13.10 do walczaka kotła 14.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że karbonizat oraz popiół powstałe w trakcie pirolizy w komorze obrotowej 9 poprzez szczelinę utworzoną po między krawędzią wylotową komory obrotowej a dolną krawędzią przegrody 13.1 odprowadzane są do złoża fluidalnego 10.1, gdzie mieszane są z materiałem inertnym podawanym z zasobnika materiału inertnego 10.6. Złoże fluidalne nagrzewane jest przy pomocy palnika zapłonowego 10.5 i zasilane gazem fluidyzacyjnym składającym się z powietrza i spalin z recyrkulacji poprzez dno dyszowe 10.2 ze skrzyń gazu fluidyzacyjnego 10.3, zaopatrzonych w kłapy regulacyjne gazu fluidyzacyjnego 10.9. Złoże fluidalne zaopatrzone jest w króćce do pomiaru ciśnienia 10.7 umieszczone bezpośrednio nad dnem dyszowym i w odległości od 1,5 do 3,5 m nad dnem 10.2 oraz przemiennie króćce do pomiaru temperatury 10.8 w tych samych płaszczyznach poziomych.

Układ znamieny tym, że popiół ze złoża fluidalnego odprowadzany jest przy pomocy kanału 12.2, zaopatrzonego w podajnik celkowy 12.3 do wanny żuźlowej 12.1 napełnionej wodą. Ściany ekranowe komory fluidalnej 10 i komory gazowej 13 zasilane są z kolektorów 10.10 połączonych z rurami opadowymi 11 zasilanymi wodą z walczaka 14.

Układ według wynalazku znamieny tym, że gaz fluidyzacyjny zasilający złoże fluidalne 10 przez dno dyszowe 10.2, skrzynie 10.3 i kłapy regulacyjne 10.9 podawany jest przez wysokoprężny wentylator 28 o sprężu od 5 do 15 kPa składający się ze spalin z recyrkulacji pobieranych rurociągiem 26 zaopatrzonym w klapę regulacyjną 26 umieszczona za wentylatorem wyciągowym spalin 20 i podawanych przez wentylator spalin 26.2 napędzany silnikiem 26.3 z falownikiem 26.4 oraz z powietrza podawanego wentylatorem 27 zaopatrzonym w klapę regulacyjną 27.1.

Instalacja według wynalazku znamienna tym, że spaliny powstałe w wyniku spalania karbonizatu w złożu fluidalnym 10.1 przepływając do góry komory fluidalnej 10 omywają przegrodę 13.1 zmieniając przy tym swój kierunek przepływu z pionowego w ukośny w kierunku festonu 10.4 utworzonego z odgiętych rur ekranu tylnego komory fluidalnej 10. Przegroda 13.1 od strony złoża fluidalnego posiada warstwę betonu żaroodpornego, który zmniejsza ilość ciepła przekazywanego od spalin ze złoża fluidalnego do powierzchni ogrzewalnej przegrody 13.1 dzięki czemu gaz pirolityczny może oddawać więcej ciepła rurom ekranowym, które od góry są nieizolowane.

Spaliny przepływając przez feston 10.4 ulegają częściowemu oczyszczeniu z lotnego popiołu na kształtownikach przymocowanych do rur festonu 10.4. Po przejściu przez feston 10.4 spaliny zawierające reszkowe ilości gazów palnych i lotnego koksiku wpływają do komory dopalania 15, gdzie mieszają się z powietrzem doprowadzonym dyszą 15.1 i dopalają się w strefie przypłomiennej płomienia palnika 15.2. Komora dopalania 15 wykonana jest ze ścian ekranowych, które zasilane są wodą kotłową z kolektora 15.3 połączonych z rurą opadową 11 zasilaną z walczaka 14. Gorąca woda lub mieszanka parowo – wodna ze ścian ekranowych komory dopalania 15 odprowadzana jest do kolektorów 15.4, które połączone są z walczakiem 14. Spaliny po dopaleniu gazów palnych i lotnego koksiku w komorze 15 przepływają przez grodziowy podgrzewacz oleju termalnego 15.6.

Podgrzewacz grodziowy 15.5 zamyka komorę dopalania od góry i jest połączony z drugim stopniem podgrzewacza oleju termalnego umieszczonym w przewale kotła. Podgrzewacz oleju termalnego połączony jest z parownikiem oleju silikonowego 16.1. Olej termalny tworzy zamknięty układ obiegowy, wyposażony w zbiornik wyrównawczy 16.6 zaopatrzonego w zawór bezpieczeństwa. Wytworzone w parowniku 16.1 pary oleju silikonowego kierowane są rurociągiem zaopatrzonego w termometr, manometr oraz w zawory odcinające znajdujące się na zasilaniu i beipasie do turbiny 16. Pary oleju silikonowego po przejściu przez turbinę przepływają rurociągiem zaopatrzonego w manometr i termometr do wymiennika regeneracyjnego 16.2, skąd pompa obiegowa 16.4 olej silikonowy podaje do wymiennika regeneracyjnego 16.2, z którego po podgrzaniu przepływa do parownika 16.1. Schłodzenie oparów oleju silikonowego przebiega w wymienniku ciepła 16.3, w którym ogrzewana jest woda lub para wodna zasilająca odbiorniki ciepła 16.5.

Instalacja według wynalazku znamienna tym, że w kanale wylotowym kotła umieszczony jest podgrzewacz wody 17.1 i 17.2, zasilany pompą 23, zasilającą instalację wodą kotłową przygotowaną chemicznie w stacji chemicznej 24, zasilanej wodą surową i kondensatem z odbiorników ciepła 25. Podgrzana w podgrzewaczach 17.1 i 17.2 woda przepływa w walczaku 14, skąd rurami opadowymi 11 zasila kolektory ścian ekranowych komory gazu pirolitycznego 13, komory fluidalnej 10 i komory dopalania 15.

Instalacja według wynalazku znamienna tym, że w kanale wylotowym spalin zamontowane są króćce do pomiaru temperatury spalin 17.3, ciśnienia spalin 17.4 i poboru próbek spalin do analizy chemicznej 17.5. Wytracony w leju kanału 17 popiół odprowadzany jest do układu odprowadzania popiołu 12. Kanał wylotowy spalin 17 połączony jest z układem odpylania spalin 18 i układem chemicznego oczyszczania spalin 19, skąd spaliny pobiera wentylator wyciągowy 20 napędzany silnikiem 20.1, sterowany falownikiem 20.2. Tłoczone przez wentylator wyciągowy spaliny monitorowane są w stacji monitoringu 21 i odprowadzane do komina 22.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób odgazowania biomasy, odpadów i paliw konwencjonalnych polegający na poddaniu wsadu procesowi suszenia i szybkiej pirolizy w komorze obrotowej zasilanej dodatkowym paliwem ciekłym lub gazowym znamienny tym, że proces szybkiej

pirolizy wsadu odbywa się w sposób ciągły jednocześnie z termicznym rozkładem rozdrobnionego kamienia wapiennego, dzięki czemu gazowe związki siarki wiązane są chemicznie przez lotne tlenki wapnia do neutralnego gipsu, a chlor do chlorku wapnia, które w postaci popiołu usuwane są z instalacji.

2. Sposób według zastrzeżenia (1) znamieny tym, że gazy pirolityczne oddzielone w komorze obrotowej 9 od karbonizatu i popiołu znajdują się w górnej części komory obrotowej i przepływają do komory gazu pirolitycznego 13 ponad przegrodą 13.1 i są schładzane poprzez powierzchnie ogrzewalne podgrzewacza wody 13.2 i rury ekranowe przegrody 13.1 oraz rury ekranowe ścian komory, w których przepływa woda kotłowa, po czym są oczyszczane z zanieczyszczeń stałych w odpylaczu 13.7 i z zanieczyszczeń chemicznych w układzie chemicznego uzdatniania gazu 13.8.
3. Sposób według zastrzeżenia 1 znamieny tym, że palnik wspomagający 7 komory obrotowej 9, po osiągnięciu równowagi termicznej w czasie korzystnie do 5h n od rozpoczęcia procesu suszenia i odgazowania wsadu jest zasilany gazem pirolitycznym poprzez klapę regulacyjną 13.12.
4. Sposób według zastrzeżenia 1 znamieny tym, że palnik zapłonowo-podtrzymujący 10.5 w komorze fluidalnej 10.1 oraz palnik zapłonowo-stabilizujący 15.2 w komorze dopalania 15 po osiągnięciu równowagi termicznej przez instalację korzystnym jest aby były zasilane gazem pirolitycznym poprzez klapę regulacyjną 13.13.
5. Sposób według zastrzeżenia (1) znamieny tym, że karbonizat i popiół zgromadzony w dolnej części komory obrotowej 9 zasypuje się przez szczelinę utworzoną pomiędzy krawędzią wylotową komory obrotowej 9, a dolną krawędzią przegrody 13.1 do komory fluidalnej 10, gdzie z materiałem inertnym tworzy złożo fluidalne 10.1, w którym wypala się karbonizat w obecności pozostałego po termicznym rozkładzie kamienia wapiennego.
6. Sposób według zastrzeżenia (1) znamieny tym, że powstałe w złożu fluidalnym 10.1 gazy wypływają z komory fluidalnej 10 przez feston 10.4, gdzie następuje częściowa separacja z lotnego karbonizatu i mineralnych części stałych oraz z par metali ciężkich, do komory dopalania 15, do której doprowadzone jest powietrze przy pomocy dyszy 15.1 do dopalania resztek lotnego koksiku i gazów palnych.
7. Sposób znamieny tym, że gazy spalinowe z komory dopalania 15 kierowane są na podgrzewacz grodziowy 15.5 i podgrzewacz 15.6 korzystnie oleju termalnego, który podgrzewany do temperatury 300-350°C, służy do odparowania oleju silikonowego w parowniku 16.1, którego pary napędzają turbozespół ORC 16, oraz podgrzewają wodę w podgrzewaczu 17.1 i 17.2, która odprowadzana jest do walczaka 14, z którego zasilane są odbiorniki ciepła 25.
8. Instalacja do odgazowania biomasy, odpadów i paliw konwencjonalnych składająca się z bunkra 1, podajników 2 i 5, palnika paliwa wspomagającego 7, obrotowej komory suszenia i pirolizy 9, komory fluidalnej 10, komory gazu pirolitycznego 13, komory dopalania 16 i kanału konwekcyjnego 17 znamieny tym, że komora fluidalna 10 rozdzielona jest przegrodą 13.1, wykonaną w postaci szczelnej ściany membranowej 13.1 wykonanej z rur chłodzonych wodą, od spodu zaizolowanych betonem żaroodpornym, usytuowaną ukośnie pod kątem od 20 do 70° w stosunku do ściany tylnej komory 10, której dolna krawędź tworzy z krawędzią wylotową komory

obrotowej 9 szczelne o wysokości a od 50 do 500 mm i szerokości b od 50 do 500 mm, przez którą przedostaje się karbonizat i popiół do złoża fluidalnego 10.1.

9. Instalacja według zastrzeżenia (6) znamienna tym, że przegroda 13.1 rozdzielają komorę odbioru gazu pirolitycznego, karbonizatu i popiołu, posiada komorę fluidalną 10 ze złożem fluidalnym 10.1, w którym spala się karbonizat, oraz komorę gazu pirolitycznego 13, w której zainstalowane są wymienniki ciepła 13.2 schładzające gaz pirolityczny do temperatury 100-200°C.
10. Instalacja według zastrzeżenia (6) znamienna tym, że na tylnej ścianie komory na wylocie z komory fluidalnej wykonany jest feston 10.4, z przymocowanymi kształtownikami, na których następuje wytrącanie lotnego popiołu i karbonizatu.
11. Instalacja według zastrzeżenia (6) znamienna tym, że na wylocie z komory dopalania 15, pod sufitem zamontowany jest korzystnie grodziowy podgrzewacz oleju termalnego 15.5 i 15.6, który odparowuje w parowniku 16.1 olej silikonowy napędzający turbozespół ORC 16, a w kanale konwekcyjnym 17 zainstalowane są podgrzewacze wody 17.1 i 17.2, które zasilają walczak 14, z którego zasilane są odbiorniki ciepła 25.

SPIS OZNACZEŃ

1. Bunkier załadowczy wsadu
2. Podajnik zewnętrzny wsadu
3. Zasobnik preparatu wapniowego
 - 3.1. Celkowy podajnik preparatu wapiennego
4. Zasobnik przykotłowy
5. Podajnik wsadu do komory
6. Kłapa przeciwpożarowa
7. Palnik paliwa wspomagającego
8. Moduł przypalnikowy sterujący pracą palnika wspomagającego
9. Komora obrotowa
 - 9.1. Pomiar temperatury wnętrza komory
 - 9.2. Płyta czołowa
 - 9.3. Kanał uszczelniający płytę czołową komory
 - 9.4. Pomiar ciśnienia wnętrza komory
 - 9.5. Pomiar ciśnienia spalin w kanale uszczelniającym płytę czołową
 - 9.6. Kanał uszczelniający komorę obrotową z komorą fluidalną
 - 9.7. Pomiar ciśnienia spalin w kanale uszczelniającym komorę fluidalną
10. Komora fluidalna
 - 10.1. Złoże fluidalne
 - 10.2. Dno dyszowe
 - 10.3. Skrzynia gazu fluidyzacyjnego
 - 10.4. Feston komory fluidalnej
 - 10.5. Palnik zapłonowo-podtrzymujący
 - 10.6. Zasobnik materiału inertnego
 - 10.7. Pomiar temperatur złoża fluidalnego
 - 10.8. Pomiar ciśnień złoża fluidalnego
 - 10.9. Kłapa regulacyjna gazu fluidyzacyjnego
 - 10.10. Kolektor zasilający ściany ekranowe komory fluidalnej
11. Rura opadowa zasilająca kolektory ścian ekranowych
12. Układ odprowadzania popiołu
 - 12.1. Wanna żużłowa
 - 12.2. Kanał odprowadzania popiołu ze złoża
 - 12.3. Celkowy podajnik popiołu
 - 12.4. Kanał odprowadzający popiół z komory dopalania
 - 12.5. Kanał odprowadzający popiół z kanału konwekcyjnego
 - 12.6. Kanał odprowadzający popiół z odpylacza
 - 12.7. Kanał odprowadzający popiół z przewału
13. Komora gazu pirolitycznego
 - 13.1. Przegroda rozdzielająca gaz pirolityczny od karbonizatu
 - 13.2. Powierzchnie podgrzewacza wody schładzającego gaz pirolityczny
 - 13.3. Czopuch wylotowy gazu pirolitycznego
 13. Króciec pomiaru ciśnienia gazu pirolitycznego na wylocie z komory gazowej

- 13.5. Króciec pomiaru temperatury gazu pirolitycznego na wylocie z komory gazowej
- 13.6. Króciec do poboru próbek gazu do analizy chemicznej
- 13.7. Układ odpylania gazu pirolitycznego
- 13.8. Układ chemicznego uzdatniania gazu pirolitycznego
- 13.9. Kolektor odprowadzający gorącą wodę ze ścian ekranowych komory fluidalnej i komory gazowej do walczaka
- 13.10. Kolektor odprowadzający gorącą wodę ze schładzaczy gazu pirolitycznego do walczaka
- 13.11. Zdmuchiawcz popiołu
- 13.12. Kłapa regulacyjno-odcinająca gaz pirolityczny do palnika wspomagającego
- 13.13. Kłapa regulacyjno-odcinająca gaz pirolityczny do palnika zapłonowo-stabilizującego
14. Walczak
15. Komora dopalania
 - 15.1. Dysza powietrza „pierwotnego”
 - 15.2. Palnik załonowo-stabilizujący
 - 15.3. Kolektor zasilający ściany ekranowe komory dopalania
 - 15.4. Kolektor odprowadzający mieszanki gorącą wodę ze ścian ekranowych komory dopalania
 - 15.5. Podgrzewacz grodziowy pierwszego stopnia oleju termalnego .
 - 15.6. Podgrzewacz drugiego stopnia oleju termalnego
16. Generator ORC
 - 16.1. Parownik oleju silikonowego
 - 16.2. Schładzacz par oleju silikonowego
 - 16.3. Podgrzewacz regeneracyjny oleju silikonowego
 - 16.4. Pompa cyrkulacyjna oleju silikonowego
 - 16.5. Odbiornik ciepła
 - 16.6. Naczynie wyrównawcze oleju termalnego
17. Kanał konwekcyjny
 - 17.1. Podgrzewacz wody I stopnia
 - 17.2. Podgrzewacz wody II stopnia
 - 17.3. Króciec pomiaru temperatury spalin wylotowych z kotła
 - 17.4. Króciec pomiaru ciśnienia spalin wylotowych z kotła
 - 17.5. Króciec poboru próbek gazów do analizy chemicznej gazów wylotowych z kotła
18. Instalacja odpylania gazów spalinowych
19. Instalacja chemicznego oczyszczania gazów spalinowych
20. Wentylator wyciągowy spalin
 - 20.1. Silnik napędzający wentylator spalin
 - 20.2. Falownik silnika spalin
21. Stacja monitoringu spalin
22. Komin spalin wylotowych
23. Pompa wody zasilającej kocioł
24. Stacja chemicznego przygotowania wody kotłowej

- 25. Odbiorniki ciepła
- 26. Układ spalin z recyrkulacji
 - 26.1. Kłapa regulacyjna ilości pobieranych spalin do recyrkulacji
 - 26.2. Wentylator spalin z recyrkulacji
 - 26.3. Silnik napędzający wentylator spalin recyrkulacyjnych
 - 26.4. Falownik silnika spalin z recyrkulacji
 - 26.5. Kłapa recyrkulacyjna ilości spalin z recyrkulacji do uszczelniania kanału komora obrotowa – komora fluidalna
 - 26.6. Kłapa recyrkulacyjna spalin z recyrkulacji do uszczelniania kanału płyty czołowej z komory obrotowej
 - 26.7. Kłapa regulacyjna ilości spalin do zasilania złoża fluidalnego
- 27. Wentylator powietrza zasilającego złożo fluidalne
 - 27.1. Kłapa regulacyjna ilości powietrza zasilającego złożo fluidalne
- 28. Wentylator zasilający gazem fluidyzacyjnym złożo fluidalne
 - 28.1. Kłapy regulacyjne ilości gazu fluidyzacyjnego do poszczególnych stref złoża.

