

dr Henryk Korcz
mgr inż. Stanisław Szczepaniak

Sposób i instalacja termicznego rozkładu odpadów i biomasy

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

Dotychczasowe wyniki prac badawczych oraz szeroko stosowane aplikacje przemysłowe wykazały, że w zależności od doboru warunków realizacji procesów odgazowania wyrażonych temperaturą procesu , szybkością nagrzewu, konstrukcją reaktora można uzyskać , 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 węglowodopochodne 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 odgazowywania nadaje się każda substancja organiczna i nieorganiczna zawierająca duże ilości części lotnych.

Możliwość uzyskania dużej ilości gazów pirolitycznych metodą szybkiej pirolizy zwróciły uwagę na technologie realizujące tą metodą, prowadzącą do uzyskania praktycznie największej sprawności przemiany fazy stałej w fazę gazową. 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 termicznego rozkładu świadczy o tym jak bardzo skomplikowany jest proces, szczególnie wówczas, gdy celem nadrzędnym jest uzyskanie jak największej ilości gazu . Ponadto w przypadku cząstek mniejszych od 100 μm , gdy szybkość nagrzewu zawiera się w przedziale 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.

Problem wykorzystania w procesie produkcji cementu, paliw i surowców odpadowych należy dzisiaj do podstawowych zadań przemysłu cementowego. Wzrost cen paliw i energii powoduje, że wykorzystanie tanich paliw z odpadów jest jednym z głównych działań przemysłu w kierunku poprawy efektywności produkcji.

Duże zainteresowanie przemysłu cementowego odpadami palnymi wynika nie tylko z dążenia do obniżenia kosztów produkcji, ale również z potrzeby włączenia się do trudnego procesu utylizacji i degradacji odpadów przemysłowych i komunalnych. Postęp jaki dokonał się w

technologii produkcji cementu w ostatnich latach spowodował, że przemysł ten nie tylko przestał być uciążliwy dla środowiska, ale dzięki wykorzystaniu w procesie odpadów przemysłowych i komunalnych spełnia pożyteczną rolę w jego ochronie.

W Polsce mimo widocznej poprawy jaka można zaobserwować w ostatnich latach, paliwa z odpadów w przemyśle cementowniczym pokrywają tylko 3% zapotrzebowania na paliwa. Wynika to między innymi ze złej organizacji gospodarki odpadami, braku instalacji do przetwarzania odpadów na paliwo oraz dużego ciągle jeszcze sprzeciwu społeczności lokalnej do termicznej utylizacji odpadów.

W cementowym piecu obrotowym stosuje się różne odpady jako paliwo:

- zużyte opony samochodowe lub inne odpady gumowe
- przetworzone odpady komunalne

Bardzo ważnym z punktu widzenia produkcji cementu oraz z punktu widzenia utylizacji są zużyte opony samochodowe. Bezpośredni sposób spalania opon w piecu cementowniczym powoduje z punktu widzenia produkcji klinkieru duże problemy technologiczne. Problemy technologiczne zwłaszcza ekologiczne występują również przy termicznej utylizacji opon podczas bezpośredniego ich spalania w spalarni.

Znacznie korzystniejszym procesem utylizacji opon jest proces pirolizy i wykorzystanie produktów rozkładu w postaci gazów pirolitycznych i w postaci karbonizatu. Gaz pirolityczny ma szerokie zastosowanie w przemyśle chemicznym i w ogrzewnictwie, a karbonizat z bardzo dobrym skutkiem można wykorzystać jako wysokokaloryczne paliwo węglowe w piecu cementowniczym.

Odgazowanie opon samochodowych w procesie powolnego nagrzewu lub w procesie szybkiej pirolizy w znanych dotychczas instalacjach jest niezwykle kłopotliwe i uciążliwe z punktu widzenia ochrony środowiska. Mocne zadymienie i wydzielany odór jak dotychczas nie zostały opanowane. Stosowane dotychczas zgazowarki nie spełniają wymogów dotyczących ochrony środowiska oraz wymogów dotyczących pozyskania produktów z procesu odgazowania zużytych odpadów gumowych i innych odpadów przemysłowych do wykorzystania w innych zaplanowanych procesach technologicznych.

Obecnie najczęściej stosowaną metodą niskociśnieniowej pirolizy odpadów i biomasy 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 rozdrobniению 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 ogrzany 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 koksiu 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 koksiu 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 paliw ulega rozkładowi z wytworzeniem gazu pirolitycznego 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 koksiu jako stałego nośnika ciepła i zastosowanie reaktora strumieniowego. Wprowadzone do strumienia koksiu 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 o temperaturze około 900°C w złożu fluidalnym w temperaturze procesu 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

wysokiej sprawności energetycznej. Istotnym brakiem istniejących sposobów i pracujących reaktorów pirolitycznych jest ich przystosowanie, wyłącznie do węgla, paliwa o określonych własnościach fizycznych takich jak struktura fizyczna, wilgotność i zawartość substancji mineralnej. Stosowane technologie w przypadku zawilgoconej często i zatłuszczonej – lepkiej substancji pochodzącej z różnego rodzaju odpadów biodegradowalnych (niebiodegradowalnych), 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 stosowanych reaktorów realizujących proces 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 wszelkiego rodzaju odpady.

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 złożo od 1 do 5 m/s – prędkości odniesionej 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 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 powietrze z otoczenia i spalin z recyrkulacji pobierany z 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 żużlowej, 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 odgazowania 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, grysiu 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 odgazowania

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 są 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, H₂, C₂H₂, CH₄, C₂H₅ itd. Oraz gazów obojętnych takich jak N₂ i H₂ oraz 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 spadają z dna komory obrotowej przez szczelinę „a” o szerokości i wysokości od 100 mm do 500 mm na dno fluidalnej komory wychładzania 10, która zakończona jest dnem dyszowym 10.2. Karbonizat powstały w trakcie odgazowania w komorze obrotowej posiada na wylocie z komory obrotowej temperaturę od 500 do 1000°C musi zostać schłodzony do temperatury około 100°C.

Wychładzanie karbonizatu i popiołu na dnie dyszowym 10.2 odbywa się przy pomocy spalin o temperaturze około 120 -180°C, podawanych przez wentylator podmuchowy 22.5. Spaliny podawane są do kilku stref korzystnie do czterech, w dnie dyszowym poprzez skrzynie spalin 10.7. Spaliny wychładzające karbonizat i popiół przepływają przez warstwę

karbonizatu z prędkością od 0,5 do 5 m/s. Warstwa chłodzonego karbonizatu i popiołu wynosi od 0,5 do 2,5 m grubości. Przepływające spaliny wychładzają karbonizat i popiół do temperatury 100-200°C nagrzewając się do temperatury 500-700°C. Spaliny przepływając przez fluidalną warstwę karbonizatu i popiołu wnoszą z sobą najdrobniejsze frakcje ziarnowe, które są ze strumienia spalin wytrącane podczas przepływu przez feston 10.4 zamykający wypływ gazów z fluidalnej komory 6 wychładzania karbonizatu 10 do komory wychładzania spalin 15. Spaliny wychładzają się na powierzchniach ogrzewalnych podgrzewacza oleju termalnego pierwszego stopnia 15.1 i drugiego stopnia 15.2. Wychłodzone do temperatury 120 - 150°C spaliny częściowo oczyszczają się z lotnego popiołu i karbonizatu podczas zmiany kierunku przepływu przez lej zsypany 15.3 do czopucha wylotowego 15.4, gdzie mierzona jest ich temperatura, ciśnienie i skład chemiczny. Spaliny po wyjściu z czopucha 15.4 kierowane są do multicyklona 17, gdzie oczyszczone są z cząstek popiołu i karbonizatu. Oczyszczone spaliny o temperaturze 120-140°C przetłaczane są przez wentylator wyciągowy 18 do układu recyrkulacji spalin chłodzących karbonizat. Ilość spalin kierowanych do recyrkulacji i chłodzenia karbonizatu wynosi od 80 do 100% całkowitej ilości przetłaczanych spalin. Ilość cyrkulujących spalin jest regulowana przy pomocy klap regulacyjnych 19 i 20. Spaliny kierowane do chłodzenia karbonizatu są przetłaczane przez wentylator 22 do wentylatora 24 zasilającego skrzynie spalin chłodzących 10.3 oraz do uszczelnień płyty czołowej z komorą obrotową 9.3 i uszczelnieniem komory obrotowej 9 z komorą wychładzania 10.

Spaliny do rozruchu instalacji oraz spaliny uzupełniające masę spalin chłodzących pobierane są z sąsiedniego kotła i podawane przez wentylator 23 do wentylatora 24 zasilającego dno dyszowe 10.2.

Schłodzony w złożu fluidalnym 10.1 karbonizat i popiół odbierany jest ze złoża przy pomocy kanału odprowadzania karbonizatu i popiołu 12.1 do układu odprowadzania wychłodzonego karbonizatu 12. Sposób według wynalazku znamieny tym, że w fazie rozruchu instalacji spaliny do wychłodzenia karbonizatu i popiołu w złożu fluidalnym muszą być pobierane ze źródła obcego np. sąsiedniego kotła przy pomocy wentylatora spalin zewnętrznych 23 o temperaturze 100-150°C i zawartości tlenu poniżej 6%. Po rozruchu i ustabilizowaniu pracy instalacji spaliny chłodzące karbonizat i popiół w złożu fluidalnym 10.1 krążą w układzie zamkniętym, których ilość jest uzupełniana ze źródła zewnętrznego przy pomocy wentylatora 23.

Urządzenie do termicznej pirolizy biomasy odpadów oraz paliw kopalnych według wynalazku znamienne tym, że wsad zgromadzony w bunkrze załadowczym 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 klapy 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. Moduł przypalnikowy w trakcie rozruchu instalacji jest zasilany paliwem ciekłym lub wysokokalorycznym paliwem gazowym z sieci zewnętrznej, a w fazie stabilnej pracy zasilany

jest gazem pirolitycznym pobieranym za stacją chemicznego oczyszczania 13.8, którego ilość jest regulowana klapą regulacyjną 13.12.

Płyta czołowa 9.2 uszczelniona jest z komorą obrotową 9 przy pomocy kanałowego uszczelnienia labiryntowego 9.3, 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 komorę obrotową z komorą gazu pirolitycznego 13 jest zasilany korzystnie spalinami z recyrkulacji poprzez klapę regulacyjną 22.3 regulującą ilość doprowadzonych spalin.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że komora obrotowa 9 w osi wzdłużnej zaopatrzona jest w czujniki temperatury 9.1 a wylotem połączona jest z komorą fluidalną 10 poprzez kanałowe uszczelnienie labiryntowe 9.6 zasilane poprzez klapę regulacyjną 262.3 i komorą gazu pirolitycznego 13 spalinami z recyrkulacji, których ciśnienie mierzy manometr 9.7 umieszczony w kanale spalin zasilających. 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, przechodząca przez całą szerokość komory fluidalnej 10 w taki sposób, że dolna jej krawędź jest umieszczona pionowo w odległości „a” w przedziale od 50 do 500 mm od spodu ściany komory 9 i w poziomie w odległości „b” w przedziale 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 chłodzących karbonizat w złożu fluidalnym 10.1. Urządzenie znamienne tym, że gorące gazy pirolityczne ochładzają się oddając ciepło powierzchniom ogrzewalnym ścian oraz podgrzewaczom wody 13.2 zaopatrzonym w zdmuchiwalne sady 13.11. Po schłodzeniu gazu pirolitycznego, na wylocie z kanału w czopuchu 13.3 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. Część gazu pirolitycznego po ustabilizowaniu pracy instalacji podawana jest przez klapę regulacyjną 13.12 do modułu zasilającego 8 palnik 7.

Urządzenie według wynalazku znamienne tym, że palnik wspomagający 7 po uzyskaniu równowagi termicznej przez instalację i ustabilizowaniu procesu suszenia i odgazowania w komorze obrotowej 7 jest zasilany gazem pirolitycznym pobieranym z układu chemicznego uzdatniania gazu pirolitycznego 13.8, a jego ilość jest regulowana przy pomocy kłapy 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 do momentu uzyskania termicznej równowagi przez komorę obrotową 7 oraz podczas odstawiania instalacji z pracy w czasie do 5 godzin podczas opróżniania komory 7 z wsadu. 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 pomiędzy krawędzią wylotową komory obrotowej a dolną krawędzią przegrody 13.1 odprowadzane są do złoża fluidalnego 10.1, gdzie są chłodzone poprzez przepływające spaliny fluidyzujące zgromadzony popiół i karbonizat. Spaliny chłodzące podawane są przez dno dyszowe 10.2 zasilane spalinami o temperaturze od 100 do 150°C i ciśnieniu od 5 do 15 kPa ze skrzyń spalin 10.3 zasilanych przez wentylator 24, który pobiera spaliny z układu chłodzącego karbonizat uzupełniane spalinami z innych kotłów przez wentylator 23

Układ według wynalazku znamienny tym, że gaz fluidyzacyjny zasilający złożę fluidalne 10 przez dno dyszowe 10.2, skrzynie 10.3 i kłapy regulacyjne 10.7 podawany jest przez wysokoprężny wentylator 24 o sprężu od 5 do 15 kPa składający się ze spalin z recyrkulacji pobieranych rurociągiem zaopatrzonym w klapę regulacyjną 20 umieszczoną za wentylatorem wyciągowym spalin 18 i podawanych przez wentylator spalin 22 napędzany silnikiem 22.1 z falownikiem 22.2 oraz ze spalin dodatkowych podawanych wentylatorem 23 zaopatrzonym w klapę regulacyjną 23.1.

Instalacja według wynalazku znamienna tym, że spaliny chłodzące po schłodzeniu 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.

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 resztkowe ilości i lotnego koksiku wpływają do komory wychładzania spalin 15, gdzie oddają swoje ciepło podgrzewaczowi oleju termalnego pierwszego 15.1 i drugiego stopnia 15.2

Podgrzewacz oleju termalnego połączony jest z parownikiem oleju silikonowego 16.1. Olej termalny tworzy zamknięty układ obiegowy, wyposażony w zbiornik wyrównawczy 16.6 zaopatrzony w zawór bezpieczeństwa. Wytworzone w parowniku 16.1 pary oleju silikonowego kierowane są rurociągiem zaopatrzonym 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 zaopatrzonym w manometr i termometr do wymiennika regeneracyjnego 16.3, i do schładzania par oleju 16.2 skąd pompa obiegowa 16.4 olej silikonowy podaje do wymiennika regeneracyjnego 16.3, z którego po podgrzaniu przepływa do parownika 16.1. Schłodzenie oparów oleju silikonowego przebiega w wymienniku ciepła 16.2, w którym ogrzewana jest woda lub para wodna zasilająca odbiorniki ciepła 16.5.

Instalacja według wynalazku znamienna tym, że w komorze wychładzania gazu pirolitycznego 13 zainstalowane są podgrzewacze wody 13.2 zasilane pompą 26, zasilającą instalację wodą kotłową przygotowaną chemicznie w stacji chemicznej 27, zasilanej wodą surową i kondensatem z odbiorników ciepła 28. Podgrzana w podgrzewaczach 13.2 woda przepływa do walczaku 14, skąd rurami opadowymi 11 zasila kolektory ścian ekranowych komory gazu pirolitycznego 13, komory fluidalnej 10 i przegrody 13.1 rozdzielającej komorę gazu pirolitycznego 13 od komory fluidalnej, przy czym przegroda 13.1 wykonana ze szczelnej ściany membranowej umieszczona jest na ścianie tylnej komory fluidalnej 10 nad festonem 10.4 pod kątem α w zakresie od 20 do 70° w stosunku do ściany tylnej.

Podgrzewacze wody 13.2 wyposażone są w zdmuchiwacze popiołu 13.1 a ściany komory 13 wykonane są z rur kotłowych zasilających wodę kotłową z walczaka 14 poprzez rury opadowe 11 i kolektory zasilające 10.8 przy pomocy pompy cyrkulacyjnej 10.9.

Instalacja według wynalazku znamienna tym, że w kanale wylotowym spalin 15.4 zamontowane są króćce do pomiaru temperatury spalin 15.5, ciśnienia spalin 15.6 i poboru próbek spalin do analizy chemicznej 15.7. Wytrącony w leju kanału 15.3 popiół i karbonizat odprowadzany jest do układu odprowadzania schłodzonego popiołu i karbonizatu 15.4 Kanał wylotowy spalin 15.4 połączony jest z układem odpylania spalin 17 i układem chemicznego oczyszczania spalin 17.1, skąd spaliny pobiera wentylator wyciągowy 18 napędzany silnikiem 18.1, sterowany falownikiem 18.2. Tłoczone przez wentylator wyciągowy spaliny monitorowane są w stacji monitoringu 21 odprowadzane są do komina 22 w ilości regulowanej przez klapę regulacyjną 19 oraz odprowadzane są przez klapę regulacyjną 20 i wentylator 22 do układu chłodzenia karbonizatu w złożu fluidalnym 10.1.

Zastrzeżenia patentowe

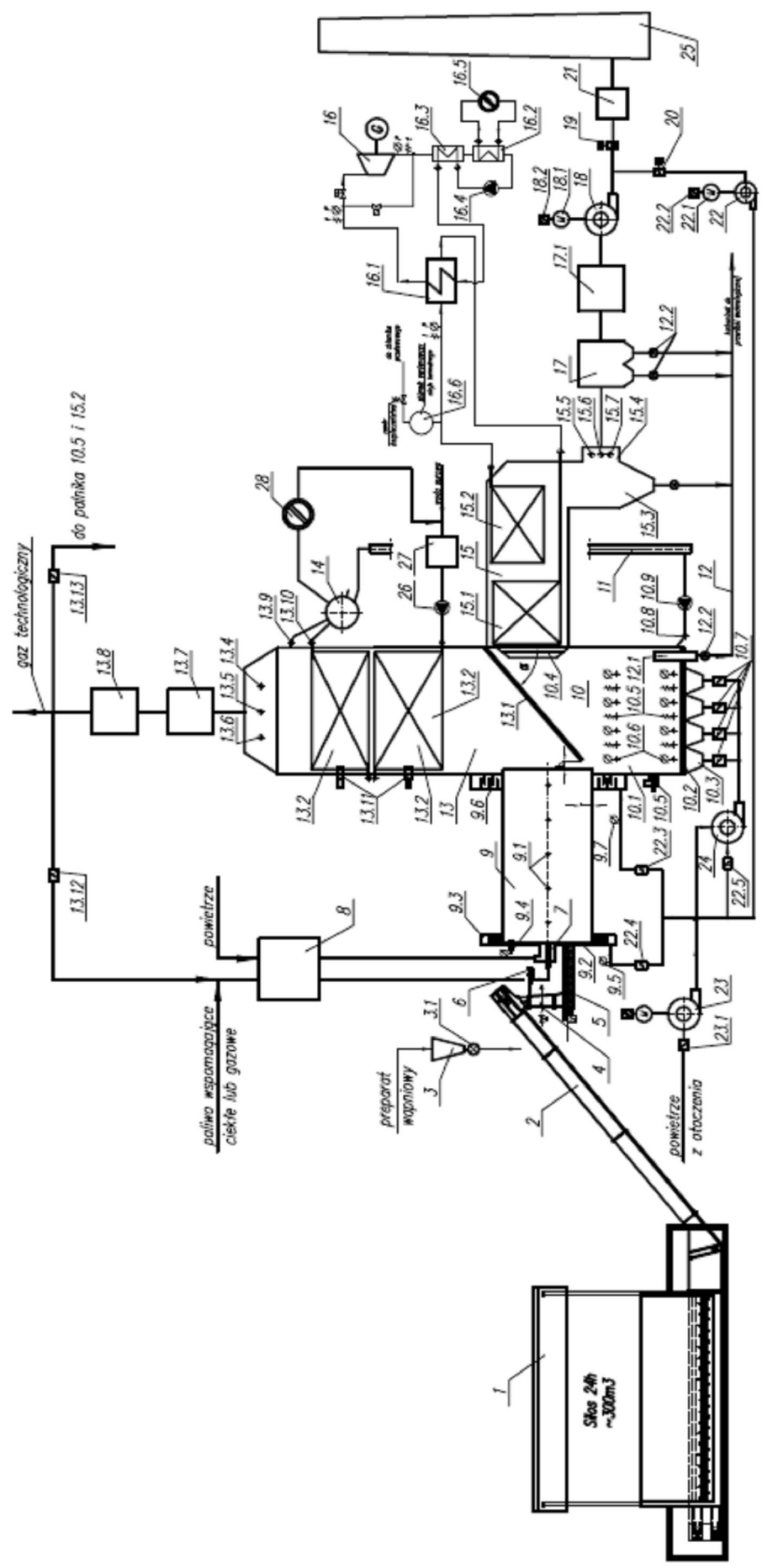
1. Sposób zgazowania biomasy, odpadów organicznych, nieorganicznych bezpiecznych i niebezpiecznych oraz osadów ściekowych, odpadów komunalnych i paliw kopalnych składający się z instalacji przygotowania wsadu, bunkra załadowczego, systemu podajników i układu zasilająco-dozującego preparat wapniowy do neutralizacji siarki i chloru zawartych we wsadzie zaopatrzony w komorę obrotową do suszenia i szybkiej pirolizy 9 według wynalazku znamienne tym, że rozłożona termicznie w komorze pirolitycznej substancja wsadu na gaz pirolityczny i karbonizat poddana jest procesowi wychładzania gazu pirolitycznego w komorze 13 przez powierzchnie ogrzewalne podgrzewacza wody 13.2 oraz wychładzaniu karbonizatu w komorze fluidalnej przez chłodne spaliny.
2. Sposób według zastrzeżenia 1 znamienne tym, że wychłodzony w komorze 13 gaz pirolityczny poddany jest procesowi odpylania w odpylaczu 13.7 i chemicznemu oczyszczeniu w układzie chemicznego uzdatniania gazu pirolitycznego 13.8 użyty jest do procesów grzewczych i technologicznych zewnętrznych oraz do zasilania palnika 7 służącego do suszenia i pirolizy wsadu w komorze obrotowej 9.
3. Sposób według zastrzeżenia znamienne tym, że karbonizat powstały w trakcie szybkiej pirolizy w komorze obrotowej 9 jest chłodzony w złożu fluidalnym 10.1 przy pomocy schłodzonych spalin krążących w zamkniętym układzie instalacji uzupełnianych spalinami z sąsiednich źródeł wytwarzających spaliny. Schłodzony karbonizat i towarzyszący popiół wykorzystywany jest jako wysokokaloryczne paliwo w układach paleniskowych pieców cementowniczych.
4. Sposób według zastrzeżenia 1 znamienne tym, że gorące spaliny krążące w układzie chłodzenia karbonizatu z popiołu oddają swoje ciepło powierzchniom wodno-parowym lub oleju termalnego które wytwarzają ciepło użytkowe w postaci energii cieplnej lub elektrycznej.
5. Urządzenie do przetwarzania wsadu składającego się z biomasy, odpadów organicznych i nieorganicznych, bezpiecznych i niebezpiecznych w gaz pirolityczny i karbonizat wyposażone jest w znane instalacje przygotowania wsadu 1 i preparatu wapniowego oraz układu zasilania w energię cieplną znamienne tym, że komora obrotowa 9 połączona z komorą gazu pirolitycznego 13 wyposażona jest w powierzchnie schładzające gaz pirolityczny 13.2 i fluidalną komorę wychładzania karbonizatu i popiołu 10 rozdzielonych szczelną przegrodą 13.1 wykonaną w postaci ściany membranowej chłodzonej wodą kotłową.
6. Urządzenie według zastrzeżenia 5 znamienne tym, że złożo fluidalne 10.1 wyposażone w dno dyszowe 10.2 połączone jest ze skrzyniami spalin chłodzących 10.3, połączonymi z kłapami regulacyjnymi 10.7, połączonymi z wentylatorem zasilającym 24.
7. Urządzenie według zastrzeżenia 5 znamienne tym, że spaliny chłodzące karbonizat i popiół w złożu fluidalnym 10.1 oczyszczane są z lotnego koksiku i popiołu przy pomocy festonu 10.4 i schładzane są w komorze 15 przy pomocy powierzchni ogrzewalnych 15.1 i 15.2 podgrzewacza oleju termalnego.

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. Fluidalna komora wychładzania karbonizatu
 - 10.1. Złoże fluidalne
 - 10.2. Dno dyszowe
 - 10.3. Skrzynia spalin chłodzących
 - 10.4. Feston komory fluidalnej
 - 10.5. Pomiar temperatur złoża fluidalnego
 - 10.6. Pomiar ciśnień złoża fluidalnego
 - 10.7. Kłapa regulacyjna spalin fluidyzacyjnych strefy złoża
 - 10.8. Kolektor zasilający ściany ekranowe komory fluidalnej
 - 10.9. Pompa cyrkulacyjna
11. Rura opadowa zasilająca kolektory ścian ekranowych komory wychładzania
12. Układ odprowadzania wychłodzonego karbonizatu
 - 12.1. Kanał odprowadzania karbonizatu ze złoża
 - 12.2. Celkowy podajnik karbonizatu
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
 - 13.4. 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. Zdmuchiwacz popiołu
- 13.12. Kłapa regulacyjno-odcinająca gaz pirolityczny do palnika wspomagającego

- 14. Walczak
- 15. Komora wychładzania spalin
 - 15.1. Podgrzewacz pierwszego stopnia oleju termalnego
 - 15.2. Podgrzewacz drugiego stopnia oleju termalnego
 - 15.3. Lej zsypowy komory wychładzania
 - 15.4. Czopuch wylotowy spalin
 - 15.5. Króciec pomiarowy temperatury spalin wylotowych
 - 15.6. Króciec pomiarowy ciśnienia spalin wylotowych
 - 15.7. Króciec poboru próbek spalin do analizy chemicznej
- 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. Instalacja odpylania spalin chłodzących
 - 17.1. Instalacja termicznego oczyszczania spalin chłodzących
- 18. Wentylator wyciągowy spalin
 - 18.1. Silnik napędzający wentylator spalin
 - 18.2. Falownik silnika spalin
- 19. Kłapa regulacyjno-odcinająca spalin wylotowych
- 20. Kłapa regulacyjno-odcinająca spalin do fluidyzacji karbonizatu
- 21. Stacja monitoringu spalin
- 22. Wentylator spalin do fluidyzacji karbonizatu
 - 22.1. Silnik napędzający wentylator spalin recyrkulacyjnych
 - 22.2. Falownik silnika spalin z recyrkulacji
 - 22.3. Kłapa recyrkulacyjna ilości spalin z recyrkulacji do uszczelniania z kanału komora obrotowa – komora fluidalna
 - 22.4. Kłapa recyrkulacyjna spalin z recyrkulacji z recyrkulacji do uszczelniania kanału płyty czołowej z komorą obrotową
 - 22.5. Kłapa regulacyjna ilości spalin do zasilania złoża fluidalnego
- 23. Wentylator powietrza zewnętrznego zasilającego złożo fluidalne
 - 23.1. Kłapa regulacyjna ilości powietrza zewnętrznego
- 24. Wentylator zasilający spalinami złożo fluidalne
- 25. Komin spalin wylotowych
- 26. Pompa wody zasilającej kocioł
- 27. Stacja chemicznego przygotowania wody kotłowej
- 28. Odbiorniki ciepła



Rys .1. Schemat instalacji do termicznego rozkładu odpadów i biomasy