

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **241457**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428563**

(22) Data zgłoszenia: **11.01.2019**

(51) Int.Cl.
C10B 53/02 (2006.01)
C10B 23/00 (2006.01)

(54) **Sposób szybkiej pirolizy biomasy z jednoczesnym zgazowaniem produktów pirolizy biomasy ciekłych i stałych oraz układ do szybkiej pirolizy biomasy z jednoczesnym zgazowaniem produktów pirolizy biomasy ciekłych i stałych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

13.07.2020 BUP 15/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

10.10.2022 WUP 41/22

(73) Uprawniony z patentu:

**BIOPOLINEX SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Lublin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

ADAM KRYŁOWICZ, Zamość, PL
JAROSŁAW KRYŁOWICZ, Warszawa, PL
KRZYSZTOF PIETRZAK, Lublin, PL
MICHAŁ PIETRZAK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Belz

PL 241457 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób szybkiej pirolizy suchej biomasy, układ do przeprowadzania szybkiej pirolizy zwłaszcza biomasy.

Znany jest z chińskiego opisu patentowego Nr CN102449117A z dn. 03.05.2012 r. pt.: "Sposób i układ pirolizy biomasy ze złożem piaskowym" sposób pirolizy biomasy przesuwanej po pochylej części urządzenia reaktora ogrzewanej przez gorący piasek, skonfigurowanej tak, aby gorący gaz dostarczany był do sąsiedniego zsuwającego się złoża biomasy ze złoża gorącego piasku zsuwającego się z drugiej strony części reaktora. Proces taki zwiększa wydajność wytwarzania frakcji ciekłej. Wadą złoża piaskowego jest niska przewodność cieplna piasku i obniżenie temperatury zsuwającego się złoża powodujące niejednorodny spowolniony proces pirolizy biomasy. Bezpośrednie wymieszanie złoża gorącego piasku ze złożem pirolizowanej biomasy utrudnia lub wręcz uniemożliwia rozdział produktów po procesie pirolizy biomasy. Piasek podgrzewany jest do temperatury ok. 1000°C w reaktorze podgrzewania piasku poprzez spalanie koksiku pozostałego po procesie pirolizy biomasy, a następnie gorący piasek wprowadzany jest od góry do urządzenia do pirolizy biomasy. Od góry do tego urządzenia wprowadzana jest także biomasa.

Znany jest z chińskiego opisu patentowego Nr CN104357071A wydanego w 2015.02.18 pt.: "Sposób wytwarzania biowęgla, oleju z biomasy i gazu pirolitycznego za pomocą mikrofalowej pirolizy biomasy z katalizatorem". Wynalazek dotyczy sposobu wytwarzania biowęgla, oleju z biomasy i gazu pirolitycznego przy użyciu mikrofalowej pirolizy biomasy. Do biomasy dodawane są sprawdzone w działaniu katalizatory, taki jak fosforan potasu, chlorek cynku, azotek czterokobaltu, tlenek wapnia w odpowiednich stosunkach wagowych i mieszane, w celu zwiększenia zwłaszcza frakcji ciekłych.

Znane jest z chińskiego opisu patentowego Nr CN105586095A wydanego w 2016.05.18, pt.: "Urządzenie do pirolizy mikrofalowej i zgazowania mikrofalowej biomasy", które składa się z zasobnika biomasy połączonego przez zawór gwiazdasty z reaktorem pirolizy mikrofalowej biomasy, zawierającego strefowe generatory mikrofalowe o wzrastającej mocy kolejnych stref. Ponadto reaktor posiada wlot pary wodnej oraz śrubowy transporter koksiku z wylotu u dołu reaktora. Reaktor pirolizy mikrofalowej biomasy połączony jest u dołu ze zbiornikiem popiołu przez ruszt ruchomy, a wewnątrz zbiornika umieszczony jest cyklon oddzielający gaz od frakcji ciekłej i stałej, przy czym gaz zawracany jest przez rurociąg gorącego gazu, umieszczony wewnątrz w osi reaktora o kształcie litery „Y” połączony przez porowate płyty dystrybucji gazu ze zbiornikiem. Reaktor pirolizy mikrofalowej posiada od 4 do 16 okien kwarcowych mikrofalowych umieszczonych w ścianie reaktora. Reaktor pirolizy mikrofalowej jest podzielony na cztery strefy o wzrastającej temperaturze, na strefę podgrzewania wstępnego, strefę pirolizy, strefę zgazowania i strefę reformingu. Strefy te odpowiednio tworzą generatory mikrofalowe o wzrastającej mocy.

We wszystkich znanych procesach pirolizy biomasy, gdzie występuje przekazywanie ciepła do pirolizowanej biomasy z ruchomego gorącego złoża, na przykład ze złoża gorącego piasku, w reaktorze pirolizy biomasy, złoża te ulegają szybkiemu schłodzeniu, co nie zapewnia warunków przeprowadzenia procesu bardzo szybkiej pirolizy biomasy, wymagających stałego szybkiego dostarczania ciepła do pirolizowanej biomasy. Warunki te spełnia pole mikrofalowe o zadanym natężeniu, ale przeprowadzenie pełnej bardzo szybkiej pirolizy biomasy tylko przez pole mikrofalowe wymaga z kolei zużycia dużej ilości energii elektrycznej i użycia drogich generatorów mikrofalowych o dużej mocy.

Wynalazek rozwiązuje zagadnienie utrzymania stałego pola wysokich temperatur, korzystnie o temperaturze około 1000°C i szybkiego przekazywania ciepła do pirolizowanej biomasy, korzystnie ponad 50°C/sek., przez ruchome złożo nośnika ciepła utajonego. Wynalazek rozwiązuje również zagadnienie znaczącego obniżenia zużycia energii elektrycznej, co najmniej o około 90%, do wytwarzania potrzebnej ilości ciepła wysokotemperaturowego przez pole mikrofalowe dostarczanego do procesu reakcji pary wodnej z powstałym karbonizatem, w porównaniu z reaktorem stosującym tylko pole mikrofalowe.

Sposób szybkiej pirolizy prowadzący do wytwarzania gazu pirolitycznego z biomasy łącznie z gazem wodnym w procesie szybkiej pirolizy biomasy oraz jednoczesnego zgazowania produktów pirolizy biomasy stałych i ciekłych przez parę wodną i ditlenek węgla, z użyciem nośników ciepła według wynalazku charakteryzuje się tym, że rozdrobnioną i suchą biomasę wraz z rozgrzаныmi nośnikami ciepła utajonego, w postaci metalowych kul, wprowadza się w procesie ciągłym do komory retorty pirolizy biomasy, umieszczonej w reaktorze, w której biomasa podlega mieszanii okrężnemu wraz z nośnikami

ciepła utajonego oraz pirolizie rozdrobnionej biomasy w kontakcie z gorącymi nośnikami ciepła o temperaturze od 600°C do 1100°C. Następnie po ciągłym mieszaniu strumienia tej mieszaniny w trakcie przemieszczania się przez komorę retorty, w czasie od 5 minut do 1 godziny, korzystnie w ciągu 20 minut, na wylocie retorty z mieszaniny oddziela się sukcesywnie nośniki ciepła od powstałego karbonizatu, który po opuszczeniu retorty pirolizy przemieszcza się grawitacyjnie przez pole mikrofalowe, gdzie ogrzewa się do około 1200°C. Jednocześnie w polu mikrofalowym do karbonizatu wprowadza się gorącą parę wodną o temperaturze ponad 500°C albo mieszaninę pary z ditlenkiem węgla albo gorący ditlenek węgla. Wytworzony w reaktorze gaz odprowadza się i oczyszcza z frakcji stałych i ciekłych oraz z gazowych związków siarki i przesyła do bezpośredniego wykorzystania lub do dalszej przeróbki. Oddzielone nośniki ciepła utajonego przenosi się sukcesywnie do pieca, a po ich podgrzaniu i po stopieniu znajdującej się wewnątrz nich substancji akumulującej ciepło utajone, podaje się ponownie do reaktora na jego wlocie. Nośniki ciepła utajonego podgrzewa się w piecu do temperatury co najmniej od 600°C do 1100°C, tj. do temperatury wyższej od temperatury topnienia substancji wypełniającej nośniki.

Czas oddziaływania pola mikrofalowego na karbonizat wynosi od 2 do 5 minut. Pozostały karbonizat po przereagowaniu z parą wodną lub z ditlenkiem węgla przenosi się do paleniska pieca, gdzie ulega spalaniu.

Nadmiar karbonizatu wykorzystuje się jako składnik paliwa stałego w postaci prasowanych w prasie brykietów albo wprowadza się do zasobnika suchej biomasy.

Popiół ze spalonej biomasy, zawierający mineralne związki potasu, fosforu, magnezu czy azotu, łączony jest w mieszalniku nawozu albo z kompostem albo z zagęszczonym refluksiem z małej elektrociepłowni biogazowej, tworząc nawóz mineralno-organiczny.

Mieszaninę biomasy i nośników ciepła utajonego o stałej wysokiej temperaturze miesza się w reaktorze ruchem okrężnym, na przykład przez przenośnik śrubowy zmieniając jego kierunek krążenia.

Wprowadzenie obu rodzajów energii do procesu pirolizy biomasy powoduje bardzo szybką reakcję, co wiąże się ze zwiększeniem wytwarzania gazu pirolitycznego z biomasy. Powoduje także znaczne zmniejszenie zużycia energii elektrycznej do wytwarzania promieniowania mikrofalowego, w porównaniu do procesu zwykłej pirolizy mikrofalowej.

Akumulacja ciepła w nośniku ciepła utajonego następuje w procesie topnienia substancji w nośniku w wyniku spalania w palenisku pieca karbonizatu pozostałego po procesie pirolizy biomasy i po procesie zgazowania karbonizatu do gazu. Zaletą tego procesu jest dostarczenie od 80% do 100%, potrzebnego ciepła do prowadzenia reakcji ze źródła ciepła utajonego. Od 0% do 20%, korzystnie około 10% ciepła wysokotemperaturowego, w zakresie temperatur 800°C – 1200°C, dostarcza pole mikrofalowe wnikające bardzo szybko, nawet w czasie 0,5 sek., w głąb karbonizatu i powodujące bardzo szybką pirolizę biomasy oraz reakcję karbonizatu z gorącą parą wodną i/lub z ditlenkiem węgla do gazu wodnego.

Zaletą tego procesu jest dodatkowe rozdrabnianie kruchego karbonizatu przez metalowe kule nośnika ciepła, co zmniejsza rozmiary ziaren karbonizatu, przyspiesza dostarczanie i wnikanie ciepła oraz prowadzi do bardzo szybkiej pirolizy biomasy przez gorący nośnik mający bezpośredni styk z tymi ziarnami.

Przedmiotem wynalazku jest także układ do szybkiej pirolizy zwłaszcza biomasy oraz jednoczesnego zgazowania produktów pirolizy.

Układ według wynalazku z zasobnikiem biomasy połączonym z reaktorem wyposażonym w generator mikrofalowy i posiadający mechanizmy pomocnicze w postaci transporterów, dozowników, pieca, prasy, mieszalnika i rozdrabniacza biomasy i rozdzielacza par i gazów charakteryzuje się tym, że w reaktorze pirolizy i zgazowania biomasy poniżej komory retorty pirolizy biomasy reaktora jest ruchomy ruszt separacyjny do rozdzielenia nośników ciepła od strumienia karbonizatu opadającego grawitacyjnie do komory mikrofalowej umieszczonej pod reaktorem, wokół której są zainstalowane na zewnętrznych ściankach generatory mikrofal, a dodatkowo w komorze jest przewód pary wodnej i ditlenku węgla, zaś pod komorą mikrofalową jest transporter karbonizatu, na którego wylocie jest dozownik karbonizatu do paleniska pieca ponadto pod komorą mikrofalową jest dozownik karbonizatu nadmiarowego połączony poprzez transportery karbonizatu z prasą brykietów albo przez transporter karbonizatu z zasobnikiem biomasy suchej, zaś pod paleniskiem jest ruchomy ruszt umieszczony nad popielnikiem, pod którym umieszczony jest dozownik popiołu połączony z mieszalnikiem nawozu posiadającym wlot refluksu lub kompostu połączony z transporterem refluksu lub kompostu oraz wyjście nawozu połączone z transporterem nawozu organiczno-mineralnego, a nad paleniskiem jest ruchomy ruszt dla nośników ciepła uta-

jonego, powyżej którego jest komora grzewcza nośników ciepła utajonego posiadająca wlot zaczepowany przez pierwszy dozownik nośników ciepła utajonego, przy czym pomiędzy rusztem separacyjnym, a pierwszym dozownikiem nośników ciepła jest pierwszy transporter nośników ciepła, a dodatkowo na wlocie pierwszego transportera nośników ciepła znajduje się pierwszy chwytak elektromagnetyczny, natomiast na stropie komory grzewczej jest drugi chwytak elektromagnetyczny, za którym zainstalowany jest drugi obudowany transporter nośników ciepła, z wylotem wyposażonym w drugi dozownik do reaktora nad komorą retorty pirolizy biomasy.

Wynalazek zostanie dodatkowo objaśniony na przykładach pirolizy i zgazowania biomasy w reaktorze pirolizy i zgazowania biomasy przez nośniki ciepła utajonego.

Przykład I

Biomasa w postaci suchej, drewna i odpadów drewna, jest transportowana do rozdrabniacza **10** biomasy i dalej do zasobnika **12**, a następnie podawana jest w ilości około 1,43 kg na minutę do reaktora **1** pirolizy i zgazowania biomasy, w którym jest komora retorty **7** pirolizy o objętości $V_R = 240 \text{ dm}^3$. Do komory **7** retorty wraz z biomasą podawane są gorące nośniki **38a**, **38b** ciepła utajonego w postaci kul o średnicy 4 cm i o temperaturze około 1000°C w ilości około 120 kul na minutę. Czas przepływu strumienia **14** biomasy i nośników **38a**, **38b** ciepła przez komorę **7** retorty wynosił 18 minut i był uzależniony od prędkości obrotu przenośnika **6** śrubowego wynoszącą około 2 obrotów na minutę, powodującego przesuw mieszanki biomasy i nośników **38a**, **38b** ciepła około 10 cm na minutę. Na wyjściu z komory **7** retorty pirolizy mieszanina osiągała temperaturę ok 800°C . W trakcie tego przepływu przenośnik **6** śrubowy dwukrotnie zmieniał kierunek obrotów dzięki czemu strumień **15** biomasy z nośnikiem **38a**, **38b** ciepła dodatkowo rozdrabniały powstający karbonizat **17**. Po opuszczeniu przenośnika **6** śrubowego oddzielono nośniki **38a**, **38b** ciepła od powstałego karbonizatu **17**, który w postaci strumienia karbonizatu **17** zgazowywanego przemieszczano przez pole mikrofalowe w czasie 2 minut. W polu mikrofalowym, o częstotliwości około $f = 10^4 \text{ MHz}$ i długości fali $\lambda = 3 \text{ cm}$ generowanym przez generatory **4** mikrofal, karbonizat **17** nagrzewał się do temperatury około 1200°C . Jednocześnie do komory **8** mikrofalowej wprowadzono w przeciwnym kierunku parę wodną o temperaturze około 580°C w ilości około 0,33 kg na minutę. Powstały gaz surowy w reaktorze **1**, w ilości około 1,1 kg na minutę, będący mieszaniną gazu pirolitycznego i gazu wodnego o wartości opałowej około 15 MJ/kg, w którym części palne stanowiły około 80%, przeprowadzono do rozdzielacza **32** par i gazów, skąd oczyszczony gaz był transportowany w 50% do przetwarzania przez reaktor **36** przetwarzania gazu na gaz syntezowy, zaś drugą część gazu oczyszczonego przeznaczono do zasilania elektrociepłowni o mocy elektrycznej $P_e = 50 \text{ kW}_e$ i o mocy cieplnej $P_t = 65 \text{ kW}_t$. Karbonizat **17** opuszczający komorę **8** mikrofalową przemieszcza się do paleniska **19** pieca **2**, natomiast nadmiarową ilość karbonizatu **17** około 3,5 kg na godzinę przekazuje się do prasy **22**, gdzie karbonizat **17** wraz z lepiszczem jest przetwarzany na brykiety. Ciepło powstałe w wyniku spalania karbonizatu **17** w palenisku **19** ogrzewa nośniki **38a**, **38b** ciepła utajonego dostarczane do komory **20** grzewczej pieca **2** z reaktora **1**. Po nagrzaniu nośników **38a**, **38b** ciepła do temperatury powyżej 1000°C są one ponownie transportowane do reaktora **1**, poprzez wlot znajdujący się nad komorą **7** retorty pirolizy biomasy.

Powstały po spaleniu karbonizatu **17** popiół jest dostarczany z popielnika **24** do mieszalnika **26** nawozu, gdzie jest łączony z kompostem do nawozu mineralno-organicznego.

Przykład II

Biomasa w postaci suchej słomy jest transportowana do rozdrabniacza **10** i dalej do zasobnika **12** biomasy suchej, a następnie podawana jest w ilości 1,67 kg na minutę do reaktora **1** pirolizy i zgazowania biomasy, w którym jest komora **7** retorty pirolizy biomasy o objętości $V_R = 300 \text{ dm}^3$. Do komory **7** retorty wraz z biomasą podawane są gorące nośniki **38a**, **38b** ciepła utajonego w postaci kul o średnicy 4 cm i o temperaturze około 1080°C , w ilości około 167 kul na minutę. Po opuszczeniu komory retorty **7** pirolizy biomasy następuje oddzielenie na ruchomym ruszcie **16a** separacyjnym nośników **38a**, **38b** ciepła powstałego karbonizatu **17**, który w postaci strumienia przemieszcza się przez pole mikrofalowe w komorze **8** mikrofalowej w czasie 2 minut. Jednocześnie do komory **8** mikrofalowej wprowadzono w przeciwnym kierunku ditlenek węgla w ilości 0,82 kg CO_2 na minutę o temperaturze około 600°C , reagujący z karbonizatem **17**, osiagającym w polu mikrofalowym temperaturę 1200°C , do tlenku węgla. Karbonizat **17** opuszczający komorę **8** mikrofalową przemieszcza się do paleniska **19** pieca **2**, gdzie jest spalany, natomiast nadmiarowa ilość karbonizatu **17** za pomocą transportera **21b** karbonizatu **17** dostarcza się do zasobnika **12** suchej biomasy. Pozostały proces przebiega jak w przykładzie I.

Przykład III

Układ według wynalazku jest uwidoczniiony na przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat połączeń reaktora pirolizy i zgazowania biomasy z urządzeniami pomocniczymi.

Jak zostało pokazane na rysunku fig. 1 reaktor 1 pirolizy i zgazowania biomasy jest połączony z rozdzielaczem 32 par i gazów i dalej z reaktorem 36 przetwarzania gazu, u dołu przy wylocie karbonizatu 17 jest połączony z prasą 22 brykietów, a przy wylocie popiołu jest połączony z mieszalnikiem 26 nawozu. Nad reaktorem 1 zainstalowany zasobnik 12 biomasy suchej połączony jest poprzez transporter 11 z rozdrabniaczem 10 biomasy, a ten przez transporter 9 biomasy suchej ze składowiskiem biomasy. Zasobnik 12 ma wbudowany dozownik 13a biomasy do komory 7 retorty pirolizy biomasy umieszczonej w reaktorze 1 usytuowanym ukośnie. Komorę 7 retorty zaopatrzone w przenośnik śrubowy 6 połączony z napędem i sterownikiem, nie pokazanych na rysunku. Pod wylotem komory 7 retorty jest pierwszy ruchomy ruszt 16a separacyjny, poniżej którego jest komora 8 mikrofalowa, wokół której są zainstalowane generatory 4 mikrofal, umieszczone na oknach kwarcowych wbudowanych w ścianki reaktora 1. Do komory 8 mikrofalowej jest podłączony u dołu przewód 29 pary wodnej i ditlenku węgla dostarczanego do przewodu 29 przez przewód 40 CO₂, także strumień pary lub ditlenku węgla jest skierowany w przeciwnym kierunku do strumienia zgazowywanego karbonizatu 17. Pod komorą 8 mikrofalową jest transporter 18 karbonizatu 17, na końcu którego jest pierwszy dozownik 13b karbonizatu 17. Wylot dozownika 13b karbonizatu 17 łączy się z paleniskiem 19 pieca 2, zaopatrzonym w nadmuch 37 powietrza. Poniżej transportera 18 karbonizatu 17 jest drugi dozownik 13c karbonizatu 17, połączony przez transportery 21 i 21a karbonizatu 17 nadmiarowego z prasą 22, a także przez transporter 21b karbonizatu 17 z zasobnikiem 12 biomasy. Prasa 22 posiada transporter 23 brykietów na składowisko. Nad paleniskiem 19 jest drugi ruchomy ruszt 16b, zaś pod paleniskiem 19 jest trzeci ruchomy ruszt 16c, odgradzący palenisko 19 od popielnika 24. Popielnik 24 wyposażony jest w dozownik 13d popiołu, którego wylot ma połączenie z transporterem 25 popiołu do mieszalnika 26 nawozu. Mieszalnik zaś ma połączenie z transporterem 27 refluksu lub kompostu, a wylot mieszalnika połączony jest z transporterem 28 nawozu organiczno-mineralnego na składowisko. Nad rusztem ruchomym 16b w piecu 2 jest komora 20 grzewcza nośników 38a, 38b ciepła utajonego połączona od góry z drugim chwytakiem 5b elektromagnetycznym oraz z pierwszym dozownikiem 13e nośników 38a, 38b ciepła, a także z kominem 39. Pierwszy dozownik 13e nośników 38a, 38b ciepła jest połączony z pierwszym transporterem 5 nośników 38a, 38b ciepła, którego wlot jest na poziomie pierwszego ruchomego rusztu 16a separacyjnego nośników 38a, 38b ciepła. Przy wlocie pierwszego transportera 5 nośników 38a, 38b ciepła jest pierwszy chwytak 5a elektromagnetyczny. Nad drugim chwytakiem 5b elektromagnetycznym jest drugi transporter 3 nośników 38a, 38b ciepła, na którego wylocie jest drugi dozownik 13f nośników 38a, 38b ciepła, usytuowany nad wlotem do komory 7 retorty pirolizy biomasy. W górnej części reaktora 1 jest wyciąg 30 gazu surowego połączony poprzez rurociąg 31 gazu surowego z rozdzielaczem 32 par i gazów, połączonym dalej przez rurociąg 33 gazu oczyszczonego z reaktorem 36 przetwarzania gazu, a także z innymi urządzeniami. Rozdzielacz 32 par i gazów posiada także ujście 34 frakcji ciekłych, a także rurociąg 35 frakcji stałych z gazem resztkowym.

Nośnik ciepła według wynalazku przedstawiony jest przykładowo na rysunku, na którym Fig. 2 przedstawia nośnik w przekroju, a Fig. 3 przekrój drugiego wariantu nośnika ciepła.

Przykład I nośnika ciepła

Według przykładu pierwszego nośnik ciepła utajonego 38a zbudowany w kształcie kuli o promieniu 2 cm składa się z powłoki 41 o wysokiej odporności termicznej i mechanicznej, która składa się z warstwy 41a zewnętrznej dobrze przewodzącej ciepło, wykonanej ze stali żaroodpornej typu H24JF o temperaturze topnienia 1530°C i o grubości 2 mm i warstwy 41b wewnętrznej ferromagnetycznej z kobaltu o grubości 0,5 mm o temperaturze topnienia 1495°C i temperaturze Curie 1121°C – zaniku pola magnetycznego, zabezpieczonej od wewnątrz przez cienką warstwę leizny bazaltowej, zawierającej wewnątrz rdzeń 42a akumulacji ciepła, zbudowany z fluorku sodu NaF o masie 85,7 g, o temperaturze topnienia około 1000°C i o cieple topnienia $L_t = 0,8$ MJ/kg.

Przykład II nośnika ciepła

Według przykładu drugiego nośnik ciepła utajonego 38b składa się z powłoki 43 w kształcie kuli o wysokiej odporności termicznej i mechanicznej o średnicy 4 cm wykonanej z kamionki kwasoodpornej wypalanej w temperaturze 1300°C, o grubości 4 mm, zawierającej rdzeń 42b akumulujący ciepło utajone w postaci antymonku glinu AISb o temperaturze topnienia $T_t = 1080^\circ\text{C}$ i cieple topnienia $L_t = 0,413$ MJ/kg. Wewnątrz rdzenia 42b w centrum umieszczone jest jądro 44 ferromagnetyczne z kobaltu o temperaturze Curie 1121°C.

Przykład III nośnika ciepła

Według przykładu trzeciego nośnik ciepła utajonego **38b** składa się z powłoki **43** w kształcie kuli, takiej jak w przykładzie drugim, zawierającej rdzeń **42b** akumulujący ciepło utajone w postaci metaboranu sodowego NaBO_2 , o temperaturze topnienia $T_t = 966^\circ\text{C}$ i cieple topnienia $L_t = 0,509 \text{ MJ/kg}$. Wewnątrz rdzenia **42b** w centrum umieszczone jest jądro **44** ferromagnetyczne ze stopu permendur o średnicy 4 mm, o temperaturze Curie 1000°C , zabezpieczone z zewnątrz cienką warstwą leizny bazaltowej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób szybkiej pirolizy biomasy z jednoczesnym zgazowaniem produktów pirolizy biomasy ciekłych i stałych przez parę wodną i ditlenek węgla z użyciem ciepła utajonego nośników ciepła oraz energii pola mikrofalowego, **znamienny tym**, że rozdrobnioną i suchą biomasę wraz z rozgrzаныmi nośnikami (**38a**, **38b**) ciepła utajonego wprowadza się w procesie ciągłym do komory (**7**) retorty pirolizy biomasy umieszczonej w reaktorze (**1**) pirolizy i zgazowania biomasy, w której biomasa podlega, w trakcie mieszania okrężnego wraz z nośnikami (**38a**, **38b**) ciepła utajonego, pirolizie, a następnie, po ciągłym mieszaniu strumienia tej mieszaniny w trakcie przemieszczania się przez komorę (**7**) retorty w czasie od 5 minut do 1 godziny, korzystnie w ciągu 20 minut i ogrzaniu tej mieszaniny przez nośniki (**38a**, **38b**) ciepła do temperatury od 500°C do 1000°C , na wylocie komory (**7**) retorty z mieszaniny oddziela się sukcesywnie nośniki (**38a**, **38b**) ciepła od powstałego i nieprzereagowanego w retorcie karbonizatu (**17**), który po opuszczeniu komory (**7**) retorty pirolizy biomasy przemieszcza się grawitacyjnie przez pole mikrofalowe, gdzie ogrzewa się do 1200°C , a jednocześnie w polu mikrofalowym do karbonizatu (**17**) wprowadza się gorącą parę wodną o temperaturze co najmniej 500°C albo mieszaninę pary z ditlenkiem węgla albo gorący ditlenek węgla, zaś pozostały karbonizat (**17**) po przereagowaniu z parą wodną i/lub ditlenkiem węgla przenosi się do paleniska (**19**) pieca (**2**), a nadmiar karbonizatu (**17**) wykorzystuje się jako składnik paliwa stałego w postaci brykietów lub dostarcza się do zasobnika (**12**) suchej biomasy, natomiast wytworzony w reaktorze (**1**) gaz odprowadza się i oczyszcza z frakcji stałych i ciekłych oraz gazowych związków siarki, a jednocześnie oddzielone nośniki (**38a**, **38b**) ciepła utajonego przenosi się do pieca (**2**) i po ich podgrzaniu i stopieniu znajdującej się wewnątrz w nich substancji akumulującej ciepło podaje się ponownie do reaktora (**1**) na jego wlocie, zaś popiół ze spalonej biomasy, zawierający mineralne związki potasu, fosforu, magnezu czy azotu, łączony jest w mieszalniku (**26**) nawozu albo z kompostem albo z zagęszczonym refluksiem z małej elektrociepłowni biogazowej, tworząc nawóz mineralno-organiczny.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że nośnik (**38a**, **38b**), ma postać kuli o średnicy korzystnie od 1 cm do 10 cm i składa się z powłoki (**41**, **43**) i rdzenia (**42a**, **42b**), którą to powłokę (**41**, **43**) stanowi materiał o dobrej przewodności ciepła i wysokiej wytrzymałości mechanicznej, o temperaturze topnienia wyższej od temperatury topnienia rdzenia (**42a**, **42b**), to jest powyżej 1100°C , zaś rdzeń stanowi materiał o temperaturze topnienia od 600°C do 1100°C i o cieple topnienia od 0,2 do 1,2 MJ/kg.
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że powłoka (**41**) nośnika (**38a**) składa się z warstwy (**41a**) zewnętrznej o dużej wytrzymałości mechanicznej i termicznej oraz warstwy (**41b**) wewnętrznej o właściwościach ferromagnetycznych, o temperaturze Curie – zaniku pola magnetycznego – 650°C do 1150°C .
4. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że nośnik (**38b**) ma wewnątrz rdzenia (**42b**) umieszczone centralnie jądro (**44**) z materiału o właściwościach ferromagnetycznych o temperaturze Curie – 650°C do 1150°C .
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że nośniki (**38a**, **38b**) ciepła utajonego podgrzewa się w piecu (**2**) do temperatury co najmniej od 600°C do 1100°C , tak że nośniki (**38a**, **38b**) ciepła przed opuszczeniem pieca (**2**) mają substancję wewnątrz powłoki (**41**, **43**) w stanie płynnym.
6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mieszaninę biomasy i nośników (**38a**, **38b**) ciepła utajonego miesza się ruchem okrężnym, zmieniając jego kierunek krążenia.
7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czas oddziaływania pola mikrofalowego na karbonizat wynosi od 2 do 5 minut.

8. Układ do szybkiej pirolizy biomasy z jednoczesnym zgazowaniem produktów pirolizy biomasy ciekłych i stałych z zasobnikiem biomasy połączonym z reaktorem wyposażonym w generator mikrofalowy oraz w komorę retorty do pirolizy biomasy z przenośnikiem śrubowym i posiadający mechanizmy pomocnicze w postaci połączonych ze sobą transporterów, dozowników, pieca, prasy, mieszalnika i rozdrabniacza biomasy i rozdzielacza par i gazów, elektrofiltru do usuwania aerozoli **znamienny tym**, że w reaktorze (1) pirolizy i zgazowania biomasy poniżej komory (7) retorty pirolizy biomasy reaktora (1) jest ruchomy, ruszt (16a) separacyjny do rozdzielenia (38a, 38b) ciepła od strumienia karbonizatu (17) na kierunku do komory (8) mikrofalowej umieszczonej pod reaktorem (1), wokół której są zainstalowane na zewnętrznych ściankach generatory (4) mikrofal, a dodatkowo w komorze (8) jest przewód (29) pary wodnej i ditlenku węgla, zaś pod komorą (8) mikrofalową jest transporter (18) karbonizatu (17), na którego wylocie jest dozownik (13b) karbonizatu (17) do paleniska (19) pieca (2) ponadto pod komorą (8) mikrofalową jest dozownik (13c) karbonizatu (17) nadmiarowego połączony przez transportery (21) i (21a) karbonizatu (17) z prasą (22) brykietów albo przez transporter (21b) karbonizatu (17) z zasobnikiem (12) biomasy suchej, zaś pod paleniskiem (19) jest ruchomy ruszt (16c) umieszczony nad popielnikiem (24), pod którym umieszczony jest dozownik (13d) popiołu połączony z mieszalnikiem (26) nawozu posiadającym wlot refluksu lub kompostu połączony z transporterem (27) refluksu lub kompostu oraz wyjście nawozu połączone z transporterem (28) nawozu organiczno-mineralnego, a nad paleniskiem (19) jest ruchomy ruszt (16b) dla nośników (38a, 38b) ciepła utajonego, powyżej którego jest komora (20) grzewcza nośników (38a, 38b) ciepła utajonego posiadająca wlot zaczopowany przez pierwszy dozownik (13e) nośników (38a, 38b) ciepła utajonego, przy czym pomiędzy rusztem (16a) separacyjnym, a pierwszym dozownikiem (13e) nośników (38a, 38b) ciepła jest pierwszy transporter (5) nośników (38a, 38b) ciepła, a dodatkowo na wlocie pierwszego transportera (5) nośników (38a, 38b) ciepła znajduje się pierwszy chwytak (5a) elektromagnetyczny, natomiast na stropie komory (20) grzewczej jest drugi chwytak (5b) elektromagnetyczny, za którym zainstalowany jest drugi obudowany transporter (3) nośników (38a, 38b) ciepła, z wylotem wyposażonym w drugi dozownik (13f) do reaktora (1) nad komorą (7) retorty pirolizy biomasy.

Objaśnienia do figur

Objaśnienia do fig. 1.

- 1 – reaktor pirolizy i zgazowania biomasy,
- 2 – piec,
- 3 – drugi transporter nośnika ciepła,
- 4 – generator mikrofal,
- 5 – transporter nośników ciepła
- 5a – pierwszy chwytak elektromagnetyczny,
- 5b – drugi chwytak elektromagnetyczny,
- 6 – przenośnik śrubowy,
- 7 – komora retorty
- 8 – komora mikrofalowa,
- 9 – transporter biomasy suchej,
- 10 – rozdrabniacz biomasy,
- 11 – transporter biomasy rozdrobnionej,
- 12 – zasobnik biomasy suchej,
- 13(a,b,c,d,e,f) – dozownik,
- 14 – strumień biomasy podlegający pirolizie,
- 15 – strumień biomasy z nośnikiem z okresowym zawracaniem,
- 16(a,b,c) – ruszt ruchomy separacyjny,
- 17 – karbonizat
- 18 – transporter karbonizatu do spalania,
- 19 – palenisko,
- 20 – komora grzewcza,
- 21 – transporter karbonizatu nadmiarowego,
- 21a – transporter karbonizatu do prasowania,
- 21b – transporter karbonizatu do zasobnika,

- 22 – prasa brykietów,
- 23 – transporter brykietów,
- 24 – popielnik,
- 25 – transporter popiołu,
- 26 – mieszalnik nawozu,
- 27 – transporter refluksu lub kompostu,
- 28 – transporter nawozu mineralno-organicznego,
- 29 – przewód pary i ditlenku węgla,
- 30 – wyciąg gazu surowego,
- 31 – rurociąg gazu surowego,
- 32 – rozdzielacz par i gazów,
- 33 – rurociąg gazu oczyszczonego,
- 34 – ujście frakcji ciekłych,
- 35 – rurociąg frakcji stałych z gazem resztkowym,
- 36 – reaktor przetwarzania gazu,
- 37 – nadmuch powietrza,
- 38a, 38b – nośniki
- 39 – komin,
- 40 – przewód ditlenku węgla CO₂,

Objaśnienia do fig. 2.

- 41 – powłoka nośnika ciepła,
- 41a – warstwa zewnętrzna,
- 41b – warstwa ferromagnetyczna,
- 42a – rdzeń akumulacji ciepła utajonego.

Objaśnienia do fig. 3.

- 42b – rdzeń akumulacji ciepła utajonego,
- 43 – powłoka nośnika ciepła,
- 44 – jądro ferromagnetyczne.

Rysunki

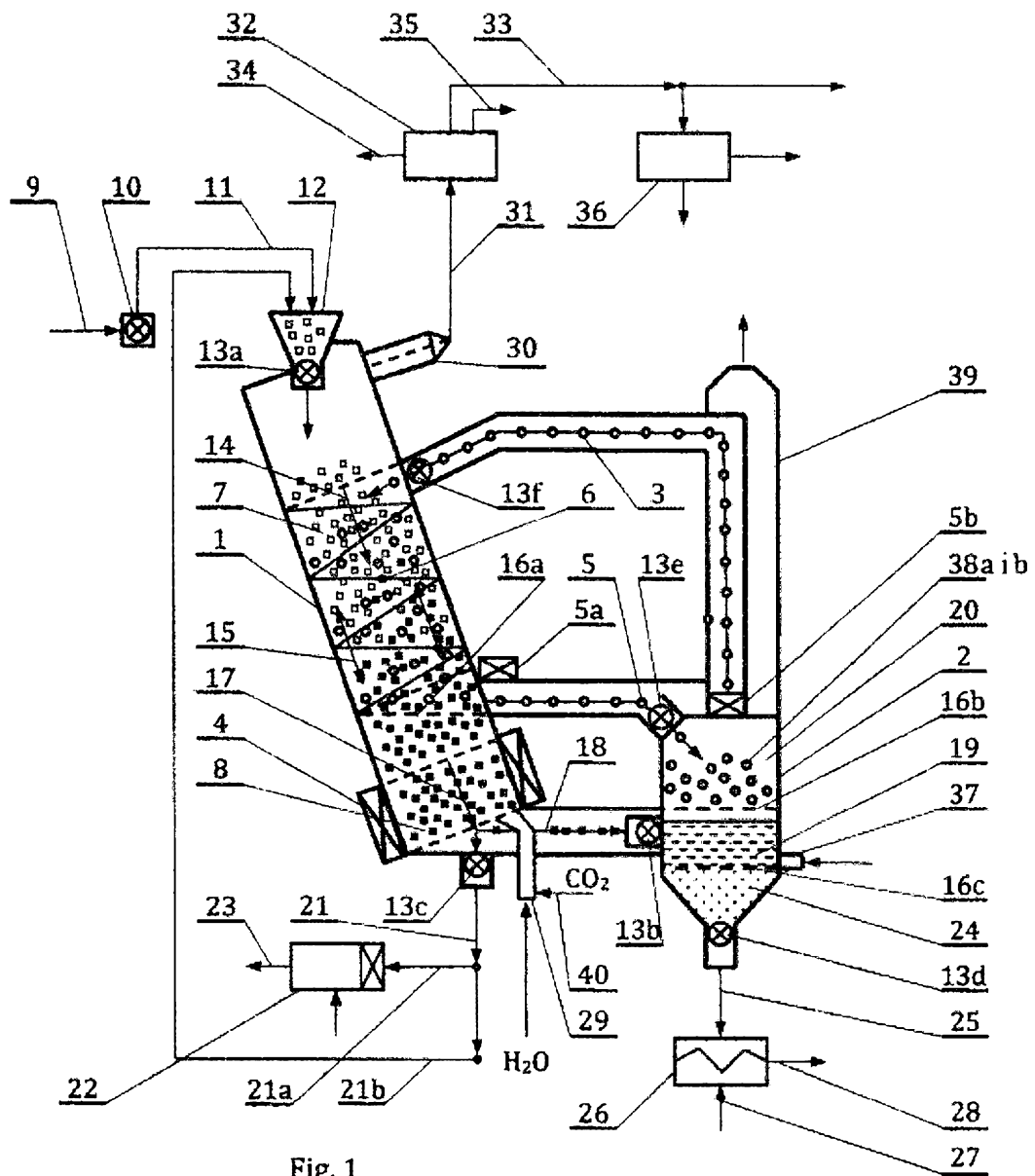


Fig. 1

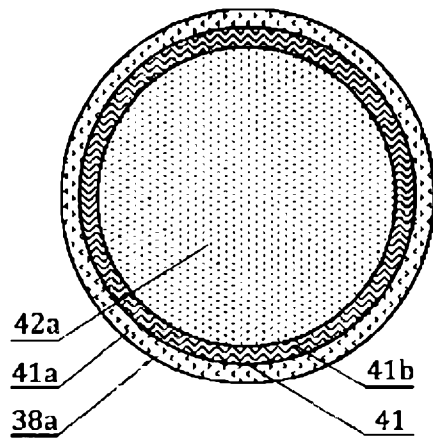


Fig. 2

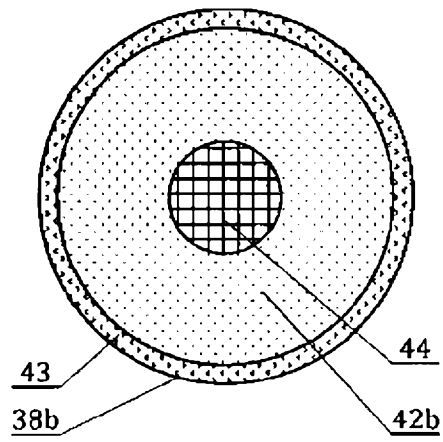


Fig. 3