

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241012**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426070**

(51) Int.Cl.
C12M 1/107 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **26.06.2018**

(54) **Sposób oraz komora fermentacyjna do utylizacji odpadów organicznych
w procesie fermentacji metanowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.01.2020 BUP 01/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
18.07.2022 WUP 29/22

(73) Uprawniony z patentu:
WASKO SPÓŁKA AKCYJNA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ARKADIUSZ GWÓŹDŹ, Piekary Śląskie, PL
JACEK ANDRES, Kobiór, PL
MARIUSZ NONNA-BACHOŃ, Mikołów, PL

PL 241012 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób oraz komora fermentacyjna do utylizacji odpadów organicznych w procesie fermentacji metanowej.

Poddawane utylizacji odpady organiczne stanowią artykuły spożywcze stałe i płynne, charakterystyczne dla gastronomii lub gospodarstw domowych, w tym rolnych, o zróżnicowanej wielkości cząstek.

Fermentacja metanowa jest jednym ze sposobów utylizacji odpadów organicznych, a uzyskany biogaz stanowi wysokoenergetyczne paliwo, i zawiera od 55–75% metanu, 24–44% dwutlenku węgla oraz śladowe ilości innych domieszek z nasyconą parą wodną, która powstaje w trakcie beztlenowej fermentacji materiałów organicznych.

Proces fermentacji metanowej przy rozkładzie beztlenowym organicznych materiałów wyjściowych, przebiega wieloetapowo z udziałem grupy żyjących w symbiozie mikroorganizmów i w zależności od przeważających związków wchodzących w skład tych materiałów, które stanowią głównie węglowodany, białka i tłuszcze oraz ich związki pochodne. W procesie mikrobiologicznym fazę metanogenezy poprzedza przetworzenie materiałów organicznych w postaci związków organicznych rozpuszczalnych w wodzie, które w fazie zakwaszającej rozkładane są do lotnych kwasów tłuszczowych, alkoholi, wodoru i dwutlenku węgla. Natomiast w następnej fazie kwasogenezy bakterie przekształcają te produkty w kwas octowy, dwutlenek węgla i wodór, z których w fazie metanogenezy uzyskuje się dwutlenek węgla, metan i wodę.

Wykorzystuje się w tym celu m.in. surowce i odpady rolnicze oraz produkty z upraw, osady ściekowe a także organiczne składniki odpadów z przemysłu spożywczego, gastronomii i gospodarstw domowych.

Znane jest z polskiego opisu patentu PL194933 urządzenie do wytwarzania biogazu z reaktorem oraz zbiornikiem reakcyjnym, do którego ma ujście urządzenie doprowadzające organiczny materiał oraz dołączone jest urządzenie odprowadzające materiał organiczny ze zbiornika reakcyjnego. Obudowa reaktora jest zamknięta od góry dachem oraz umocowana w gruncie. W zbiorniku reakcyjnym znajduje się urządzenie grzejne oraz urządzenie doprowadzające wstępnie zakwaszony materiał organiczny i urządzenie odprowadzające ze zbiornika reakcyjnego, przy czym urządzenie doprowadzające w odstępie promieniowym przechodzi poprzez urządzenie odprowadzające, natomiast w obudowie reaktora znajduje się urządzenie wylotowe przefermentowanego materiału organicznego. Mieszający-fermentacyjny i wstępnie zasilający zbiornik, znajdujący się w obudowie reaktora, połączony jest z urządzeniem zasilającym świeżym, organicznym materiałem oraz z urządzeniem doprowadzającym, przy czym wstępnie zasilający zbiornik ma ślimak obiegowy. Znany jest również z polskiego opisu patentu PL 197595 sposób i układ wytwarzania metanu i energii elektrycznej i cieplnej. Sposób według tego wynalazku polega na anaerobowym przetwarzaniu biomasy do biogazu w rozdzielonych procesach hydrolizy i fermentacji metanowej biomasy przez bakterie znajdujące się w zawracanych odciekach. Oczyszczony biogaz ulega rozdzielaniu na metan i dwutlenek węgla. Z części metanu i biogazu wytwarza się gazowe paliwo standardowe służące do napędu agregatu prądotwórczego i ogniwa termoregeneracyjnego wytwarzającego energię elektryczną i ciepło.

Z polskiego opisu patentu PL198732 znany jest sposób równomiernego przemieszczania warstw ciekłej masy do prowadzenia procesu fermentacji beztlenowej biomasy w bioreaktorze. Sposób polega na tym, że w fazie recyrkulacji, biomasę, jako ciecz nośną strumieni biomasy wypływających promieniście ze zbiornika górnego, podaje się dodatkowo z dołu do jej górnych warstw, w postaci mieszaniny cieczerw-gazowej, pod wpływem wprowadzania pod jej powierzchnię gazu w sposób ciągły lub okresowy. Urządzenie do prowadzenia procesu fermentacji beztlenowej, posiada odgałęzienie odprowadzające, wyposażone w pompę próżniową, mającą co najmniej jeden przewód tłoczny, którego koniec jest wprowadzony do rury wznoszącej podnośnika gazowego, a do zbiornika górnego doprowadzona jest co najmniej jedna rura podnosząca, której dolny koniec leży w miejscu brzegowym bioreaktora. W fazie recyrkulacji, biomasę, jako ciecz nośną strumieni biomasy wypływających promieniście ze zbiornika górnego, podaje się dodatkowo z dołu do jej górnych warstw, w postaci mieszaniny cieczerw-gazowej, pod wpływem wprowadzania pod jej powierzchnię gazu w sposób ciągły lub okresowy. Z opisu patentu EP0539430 znany jest bioreaktor z układem wlotowym dla materiału i komorą reakcyjną usytuowaną powyżej układu wlotowego. Otwory wylotowe układu wlotowego są co najmniej częściowo zorientowane stycznie a układ wlotu z dopływem znajduje się w komorze, która jest oddzielona od komory reakcyjnej przez przegrodę. Przegroda składa się z wielu segmentów, które

nakładają się na siebie tak, że tworzą promieniowe szczeliny dla utworzenia połączenia pomiędzy dopływową komorą wlotową i komorą reakcyjną. Fermentacja w warunkach beztlenowych odbywa się w komorze reakcyjnej.

Sposób utylizacji odpadów organicznych w procesie fermentacji metanowej, prowadzony w urządzeniu z komorą fermentacyjną usytuowaną pionowo i w temperaturze powyżej 20°C, które zawiera rurę doprowadzającą odpady organiczne oraz urządzenia i zawory do odprowadzania biofermentu i biogazu, a także wyposażone jest w rurowy wymiennik ciepła dla przepływu czynnika grzewczego oraz zespół zaworowo-pompowy, a do komory fermentacyjnej z cyrkulacyjnym przepływem biomasy kieruje się odpady organiczne płynne oraz stałe poddane procesom co najmniej hydrolizy, zaś aparaturą kontrolno-pomiarową mierzy temperaturę, pH, przepływy i ciśnienie, charakteryzuje się tym, że do komory fermentacyjnej wprowadza się strumienie biomasy o temperaturze wyższej o 1°C–3°C od temperatury zmierzonej przy powierzchni ściany przez dysze wyrzutowe na wyjściu rur w kierunku przeciwległych powierzchni ścianki i podtrzymuje ruch wirowy biomasy w strefach jej wprowadzania, a temperaturę napływowej biomasy reguluje się strumieniem i temperaturą czynnika grzewczego, który przepływa współprądowo niemieszająco z napływową biomasą wewnątrz rurowych poziomych wymienników ciepła zestawu. Natomiast biomasę wprowadza się do każdej strefy lub tylko do strefy uwarunkowanej pomiarami pH i temperaturą etapu procesu, przy czym strefy wprowadzania biomasy znajdują się powyżej i poniżej wymienników ciepła co najmniej jednego zestawu.

Stosuje się okresowo fermentację termofilową w zakresie temperatur 50°C–70°C dla higienizacji biomasy, zwłaszcza wprowadzanej pompą ze zbiornika zasilającego.

Biomasę z przydennej części komory fermentacyjnej, zawraca się pompą poprzez filtr do strefy wprowadzania biomasy, a odsączony poferment odprowadza grawitacyjnie do zbiornika pofermentu.

Wprowadza się rozpyłowo część odfiltrowanej biomasy z przydennej części komory fermentacyjnej w przestrzeni ponad poziomem przelewu komory fermentacyjnej.

Steruje się przepływem dopływowej biomasy w zestawie rurowych wymienników ciepła złożonym z dwóch wymienników ciepła przez zawory wlotowe na każdej rurze dopływowej biomasy.

Komora fermentacyjna urządzenia do utylizacji odpadów organicznych w procesie fermentacji metanowej, którą stanowi usytuowany pionowo cylindryczny zbiornik z pokrywą, posiadająca rurę dopływową dla wprowadzenia odpadów organicznych oraz zawór dla odprowadzenia pofermentu i zawór dla odprowadzenia biogazu, wyposażona w rurowy wymiennik ciepła i aparaturę kontrolno-pomiarową do pomiaru temperatury, pH, przepływów i ciśnienia, charakteryzuje się tym, że ma co najmniej jeden zestaw rurowych wymienników ciepła, tworzony przez dwa rurowe poziome wymienniki ciepła dla przepływu czynnika grzewczego, a wewnątrz każdego wymiennika jest osadzona współosiowo rura dla biomasy napływowej, która na wyjściu ma dyszę wyrzutową strumienia tej biomasy, przy czym zestaw wymienników ciepła jest usytuowany tak, że dzieli przestrzeń reakcyjną komory fermentacyjnej na co najmniej dwie strefy wprowadzania biomasy usytuowane poniżej i powyżej tego zestawu wymienników, natomiast w każdej ze stref wyjście rury z dyszą wyrzutową znajduje się po różnych stronach osi komory fermentacyjnej i jest skierowane na powierzchnię przeciwległą ściany.

W każdym z wymienników ciepła zestawu rura dopływowa biomasy wyposażona jest w zawór wlotowy do sterowania jej przepływem.

Komora fermentacyjna na powierzchni wewnętrznej ściany ma prowadnice przepływu.

Sposób utylizacji odpadów według wynalazku cechuje relatywnie niewielkie zużycie energii potrzebnej na wymieszanie i podgrzewanie biomasy w trakcie procesu fermentacji, a strefowe wprowadzanie biomasy do komory fermentacyjnej wpływa na zwiększenie efektywności procesu.

Rozwiązanie według wynalazku jest pokazane w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ogólny urządzenia do utylizacji odpadów organicznych dla ilustracji sposobu utylizacji, a fig. 2 i fig. 3 przedstawiają uproszczony przekrój poprzeczny i wzdłużny komory fermentacyjnej.

Proces fermentacji metanowej dla utylizacji odpadów organicznych prowadzi się w urządzeniu, które posiada usytuowaną pionowo komorę fermentacyjną 1, posadowioną w gruncie i wykonaną jako walczyk oraz urządzenia i przyrządy doprowadzające odpady, odprowadzenia pofermentu i odprowadzenia biogazu. Wyposażone jest również w rurowy wymiennik ciepła 4a, 4b oraz zespół zaworowo-pompowy, w którego skład wchodzi pompy P1, P2 oraz zawory V2, V3, V4. Urządzenie posiada (niepokazaną na rysunku) aparaturę kontrolno-pomiarową dla pomiaru temperatury, pH, przepływu oraz ciśnienia, na podstawie których steruje się m.in. zaworami zespołu zaworowo-pompowego, temperaturą biomasy w komorze, ale także temperaturą czynnika grzewczego i biomasy wprowadzanej do procesu.

Ponadto w procesie wykorzystuje się zbiornik zasilający 2 i zbiornik pofermentu 3, gdzie w zbiorniku zasilającym 2 odpady organiczne płynne oraz stałe poddaje się procesom co najmniej hydrolizy i z którego biomasę kieruje się do komory fermentacyjnej 1 z cyrkulacyjnym przepływem biomasy.

Poddawane utylizacji odpady organiczne stanowią artykuły spożywcze stałe i płynne, charakterystyczne dla gastronomii lub gospodarstw domowych, w tym rolnych, o zróżnicowanej wielkości cząstek.

Komora fermentacyjna 1 ma co najmniej jeden zestaw 4 rurowych wymienników ciepła, tworzący przez dwa rurowe poziome wymienniki ciepła 4a i 4b dla przepływu czynnika grzewczego.

Wewnątrz każdego wymiennika 4a i 4b jest osadzona współosiowo rura 5 dla biomasy napływowej, która na wyjściu ma dyszę 6 wyrzutową strumienia tej biomasy. Zestaw wymienników ciepła 4 jest usytuowany tak, że dzieli przestrzeń reakcyjną komory fermentacyjnej 1 na dwie strefy I i II wprowadzania biomasy, przy czym możliwe jest zwiększenie ilości takich stref w powiązaniu z wielkością komory.

W przykładzie pokazanym na fig. 1, komora fermentacyjna 1 ma dwie strefy I i II wprowadzania biomasy usytuowane poniżej i powyżej zestawu 4 rurowych wymienników ciepła poziomych.

Natomiast w każdej ze stref I i II wyjście rury 5 z dyszą 6 wyrzutową znajduje się po różnych stronach osi komory 1 i jest skierowane na powierzchnię przeciwległą ścianę. W każdym z wymienników ciepła zestawu 4 dopływowa rura 5 biomasy wyposażona jest w zawór wlotowy V2, V3 do sterowania jej przepływem. Komora fermentacyjna 1 na powierzchni wewnętrznej ścianki ma prowadnice przepływu 7.

W komorze fermentacyjnej 1 w przestrzeni ponad poziomem przelewu znajduje się rozpylacz 8 do wprowadzania rozpyłowo części odfiltrowanej biomasy z przydennej części komory fermentacyjnej, co redukuje pianę i zapobiega tworzeniu kożucha na powierzchni.

Jak napisano wyżej w zbiorniku zasilającym 2 odpady organiczne płynne oraz stałe poddaje się procesom co najmniej hydrolizy a następnie biomasę za pomocą pompy P3 kieruje się do komory fermentacyjnej 1 z cyrkulacyjnym przepływem biomasy.

W procesie dla jego optymalizacji, wymagane jest nagrzanie biomasy w komorze fermentacyjnej do temperatury fermentacji wynoszącej 20° do 40°C, przy czym temperaturę ustala się dla warunków, w których uzyska się biogaz z minimalnym udziałem dwutlenku węgla i innych domieszek, zależnych od rodzaju odpadów organicznych.

Biomasę wprowadza się przez dysze 6 wyrzutowe do każdej strefy I i II lub tylko do strefy uwarunkowanej pomiarami pH i temperaturą etapu procesu, przy czym strumienie biomasy o temperaturze wyższej o 1°C–3°C od temperatury zmierzonej przy powierzchni ścianki, kieruje się na przeciwległe powierzchnie ścianki, co podtrzymuje ruch wirowy biomasy. Niweluje się w ten sposób zmiany temperatury, ponieważ wymiana ciepła przy ścianie jest intensywniejsza, a sam proces fermentacji metanowej jest wrażliwy na gwałtowne zmiany temperatury. Pozwala to również wpływać na etap procesu w jednej np. górnej strefie I, i wprowadzać zmiany parametrów dla kolejnego etapu w jednej komorze fermentacji. Natomiast prowadnice przepływu 7 zaburzają przepływ i wpływają na zwiększenie prędkości.

W procesie wewnątrz rurowych wymienników ciepła 4a, 4b współprądowo niemieszająco przepływa czynnik grzewczy, czyli woda, a w współosiowo umieszczonej rurze 5 napływowa biomasa, której temperaturę reguluje się strumieniem i temperaturą czynnika grzewczego. Wewnątrz komory fermentacyjnej 1 rury wymiennika ogrzewają znajdującą się w ich otoczeniu po stronie zewnętrznej biomasę.

Do rurowych wymienników ciepła 4a, 4b podgrzewana woda jest doprowadzana przy pomocy pompy P2, z zewnętrznego wymiennika ciepła WC, w którym jest podgrzewana za pomocą gorącego medium (np. glikolu) uzyskiwanego z silnika układu kogeneracyjnego lub z bojlera gazowego.

Biomasę z przydennej części komory fermentacyjnej 1, zawraca się pompą P1 poprzez filtr F np. sitowy oraz zawór V4 również do strefy I i/lub II wprowadzania biomasy, gdzie wprowadzana jest poprzez zawory wlotowe V2 lub V3 rurą 5, a odsączony poferment odprowadza grawitacyjnie do zbiornika pofermentu 3.

Odpady organiczne mają skłonność do szybkiego psucia, co może wpływać na rozwój patogenów. Z tego względu proces utylizacji odpadów prowadzi się w warunkach zapewniających higienizację wsadu, i stosuje się okresowo fermentację termofitową w zakresie temperatur 50°C–70°C dla higienizacji biomasy, zwłaszcza wprowadzanej pompą P3 ze zbiornika zasilającego 2.

Otrzymywany w procesie fermentacji biogaz odprowadzany jest przez zawór, i wykorzystywany do zasilania urządzenia kogeneracyjnego wytwarzającego energię elektryczną i ciepło. Natomiast poferment wykorzystuje się do bezpośredniego użytku jako nawóz lub do dalszej przeróbki na nawóz suchy.

Oznaczenia:

1	komora fermentacyjna
2	zbiornik zasilający
3	zbiornik pofermentu
4	zestaw rurowych wymienników ciepła
4a, 4b	rurowy wymiennik ciepła, wchodzący w skład zestawu 4
5	rura dla biomasy napływowej (dopływowa)
6	dysza wyrzutowa strumienia biomasy
7	przewodnice
8	rozpylacz
F	filtr
V2, V3, V4	zawory sterujące
P1, P2, P3	pompy
WC	zewewnętrzny wymiennik ciepła

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób utylizacji odpadów organicznych w procesie fermentacji metanowej, prowadzony w urządzeniu z komorą fermentacyjną usytuowaną pionowo i w temperaturze powyżej 20°C, które zawiera rurę doprowadzającą odpady organiczne oraz urządzenia i zawory do odprowadzania biofermentu i biogazu, a także wyposażone jest w rurowy wymiennik ciepła dla przepływu czynnika grzewczego oraz zespół zaworowo-pompowy, a do komory fermentacyjnej z cyrkulacyjnym przepływem biomasy kieruje się odpady organiczne płynne oraz stałe poddane procesom co najmniej hydrolizy, zaś aparaturą kontrolno-pomiarową mierzy temperaturę, pH, przepływy i ciśnienie, **znamienny tym**, że do komory fermentacyjnej (1) wprowadza się strumień biomasy o temperaturze wyższej o 1°C–3°C od temperatury zmierzonej przy powierzchni ściany przez dysze (6) wyrzutowe na wyjściu rur (5) w kierunku przeciwnych powierzchni ścianki i podtrzymuje ruch wirowy biomasy w strefach I i II jej wprowadzania, a temperaturę napływowej biomasy reguluje się strumieniem i temperaturą czynnika grzewczego, który przepływa współprądowo niemieszająco z napływową biomasą wewnątrz rurowych poziomych wymienników ciepła (4a, 4b) zestawu (4), natomiast biomasę wprowadza się do każdej strefy lub tylko do strefy uwarunkowanej pomiarami pH i temperaturą etapu procesu, przy czym strefy I i II wprowadzania biomasy znajdują się powyżej i poniżej wymienników ciepła (4a, 4b) co najmniej jednego zestawu (4).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się okresowo fermentację termofilową w zakresie temperatur 50°C–70°C dla higienizacji biomasy, zwłaszcza wprowadzanej pompą (P3) ze zbiornika zasilającego (2).
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że biomasę z przydennej części komory fermentacyjnej (1), zawraca się pompą (P1) poprzez filtr (F) do strefy I i/lub II wprowadzania biomasy, a odsączony poferment odprowadza grawitacyjnie do zbiornika pofermentu (3).
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wprowadza się rozpyłowo część odfiltrowanej biomasy z przydennej części komory fermentacyjnej (1) w przestrzeni ponad poziomem przelewu komory fermentacyjnej (1).
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że steruje się przepływem dopływowej biomasy w zestawie (4) rurowych wymienników ciepła złożony z dwóch wymienników ciepła (4a, 4b) przez zawory wlotowe V2, V3 na każdej rurze (5) dopływowej biomasy.
6. Komora fermentacyjna urządzenia do utylizacji odpadów organicznych w procesie fermentacji metanowej, którą stanowi usytuowany pionowo cylindryczny zbiornik z pokrywą, posiadająca rurę dopływową dla wprowadzenia odpadów organicznych oraz zawór dla odprowadzenia pofermentu i zawór dla odprowadzenia biogazu, wyposażona w rurowy wymiennik ciepła i aparaturę kontrolno-pomiarową do pomiaru temperatury, pH, przepływów i ciśnienia, **znamienna tym**, że ma co najmniej jeden zestaw (4) rurowych wymienników ciepła, tworzony przez dwa rurowe poziome wymienniki ciepła (4a, 4b) dla przepływu czynnika grzewczego,

a wewnątrz każdego wymiennika (4a, 4b) jest osadzona współosiowo rura (5) dla biomasy napływowej, która na wyjściu ma dyszę (6) wyrzutową strumienia tej biomasy, przy czym zestaw (4) wymienników ciepła jest usytuowany tak, że dzieli przestrzeń reakcyjną komory fermentacyjnej (1) na co najmniej dwie strefy I i II wprowadzania biomasy usytuowane poniżej i powyżej tego zestawu (4) wymienników, natomiast w każdej ze stref I i II wyjście rury (5) z dyszą (6) wyrzutową znajduje się po różnych stronach osi komory fermentacyjnej (1) i jest skierowane na powierzchnię przeciwległą ściany.

7. Komora według zastrz. 1, **znamienna tym**, że w każdym z wymienników ciepła (4a, 4b) zestawu (4) rura dopływowa (5) biomasy wyposażona jest w zawór wlotowy (V2, V3) do sterowania jej przepływem.
8. Komora według zastrz. 1, **znamienna tym**, że na powierzchni wewnętrznej ściany ma prowadnice przepływu (7).

Rysunki

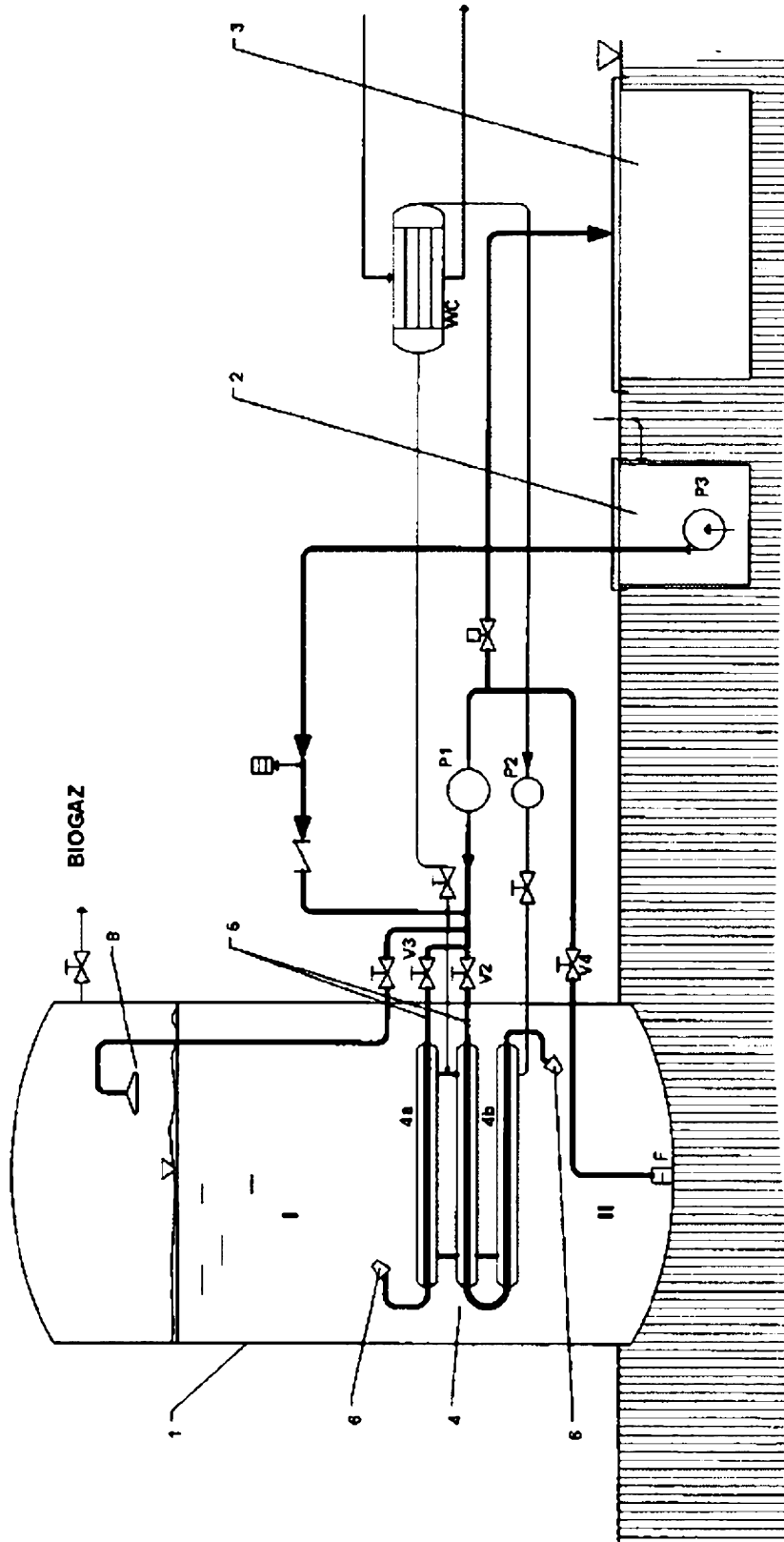


Fig.1

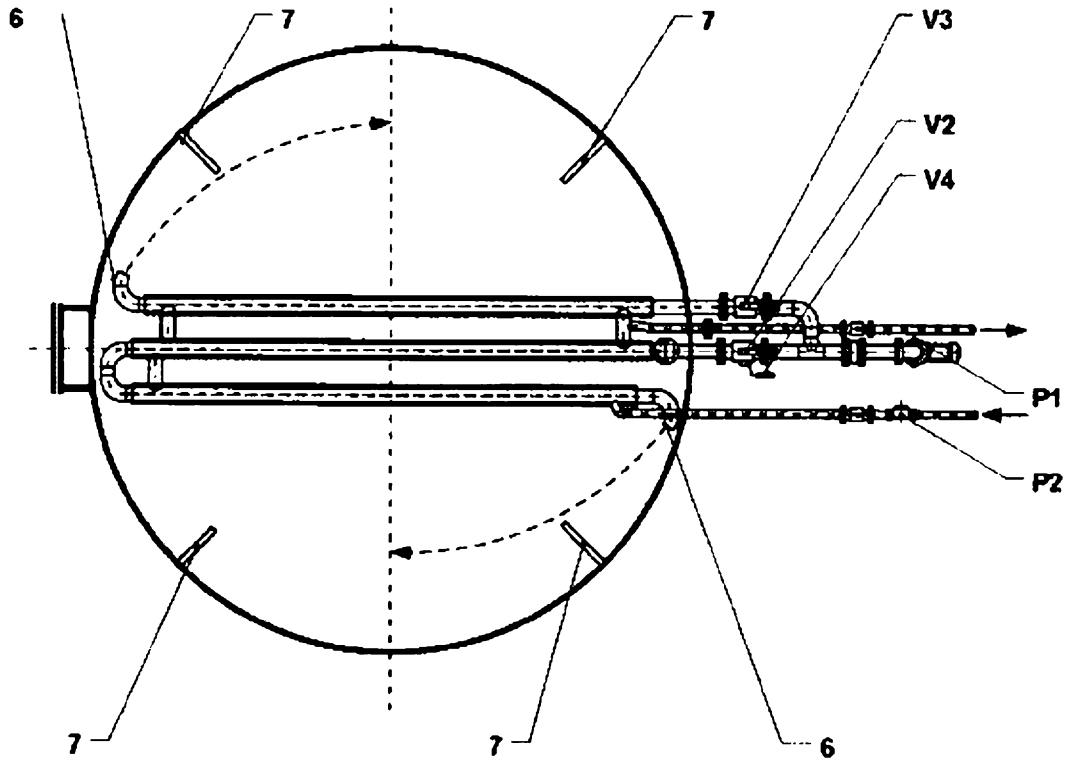


Fig. 2

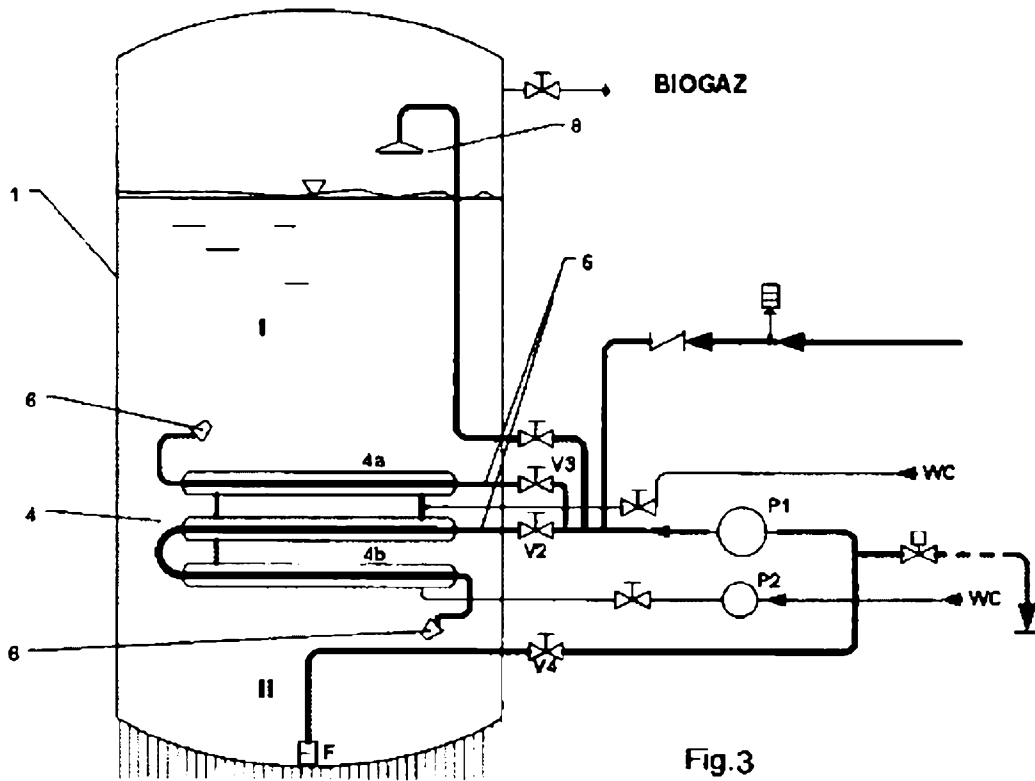


Fig. 3