

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237363**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419294**

(51) Int.Cl.
A61L 11/00 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
B01F 7/04 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **28.10.2016**

(54) **Autoklaw do obróbki odpadów komunalnych lub frakcji odpadów komunalnych,
zwłaszcza frakcji organicznych biodegradowalnych zawartych
w zmieszanych odpadach komunalnych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
07.05.2018 BUP 10/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
06.04.2021 WUP 07/21

(73) Uprawniony z patentu:

**BIOELEKTRA GROUP SPÓŁKA AKCYJNA,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

JAROSŁAW ERYK BRAJTLING, Szczecin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Joanna Bocheńska

PL 237363 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest autoklaw do obróbki odpadów komunalnych lub frakcji odpadów komunalnych, zwłaszcza frakcji organicznych biodegradowalnych zawartych w zmieszanych odpadach komunalnych. Wynalazek znajduje zastosowanie głównie w dziedzinie sterylizacji odpadów, gospodarki zmieszanyimi odpadami komunalnymi oraz uzyskania biomasy o wysokich właściwościach użytkowych, jak również odzysku surowców wtórnych.

W dobie dynamicznego rozwoju gospodarczego zmieszane odpady komunalne generowane przez społeczeństwa na całym świecie, skłaniają inżynierów do poszukiwań różnych rozwiązań i sposobów ich zagospodarowania.

Obecnie stosuje się kilka metod odzysku surowców ze zmieszanych odpadów komunalnych. Jedne z nich prowadzą w sposób bezpośredni do odzysku materiałów przeznaczonych do recyklingu w różnych gałęziach przemysłu, inne wykorzystują metody termiczne w kierunku odzysku energii, jak również instalacje biogazowe na składowiskach odpadów.

Jedną z metod odzysku materiałów przeznaczonych do recyklingu jest proces prowadzony na instalacjach pracujących w warunkach temperatury otoczenia oraz ciśnienia atmosferycznego, poprzez zastosowania metod mechanicznego i pneumatycznego sortowania zmieszanych odpadów komunalnych. Znane są jednak wyjątki zastosowania tej metody, polegające na podwyższeniu temperatury do ok. 50°C–60°C, przy zachowaniu ciśnienia atmosferycznego. Jednakże obie odmiany tej metody ukierunkowane są na odzysk surowców wtórnych takich jak: różne rodzaje plastików (frakcja organiczna nie biodegradowalna), metale, szkło, papier. Udział procentowy tych surowców w uśrednionej morfologii zmieszanych domowych odpadów komunalnych wynosi ok. 34% masy o łącznej zawartości wilgoci związanej 77% co w odniesieniu do 100 kg zmieszanych odpadów komunalnych daje masę 34 kg surowców. Po zakończeniu procesu mechanicznej obróbki wymienionymi metodami i ustabilizowaniu poziomu wilgoci związanej, wynikającej z procesu naturalnego suszenia, wynik wielkości odzysku kształtuje się średnio na poziomie 14% masy o łącznej zawartości wilgoci związanej w okolicach 20%, co w odniesieniu do 100 kg zmieszanych odpadów komunalnych daje masę 10 kg surowców.

Pozostała część odpadów czyli ok. 66% deponowana jest na składowisku odpadów komunalnych, w tym frakcja kompostowa (frakcja biodegradowalna) mocno zanieczyszczona frakcją mineralną oraz elementami plastików i folii, jak i również w postaci tzw. stabilizatu.

W innej metodzie stosuje się sposoby przekształcania odpadów na energię elektryczną lub cieplną. Pozwalają one na uzysk ze zmieszanych odpadów komunalnych produktu w postaci energii. Często prowadzone są w połączeniu z metodami mechanicznej i pneumatycznej segregacji odpadów. Wśród metod termicznych mają zastosowanie metody bezpośrednie, polegające na spalaniu odpadów w wysokich temperaturach w spalarniach odpadów lub zgazowanie oraz metody pośrednie obejmujące fermentacje tlenową lub beztlenową ukierunkowaną na produkcję gazu palnego, jak również formowanie paliwa alternatywnego z odpadów komunalnych.

Jeszcze inna metoda wykorzystuje instalacje produkcji biogazu na składowiskach odpadów komunalnych, bazujące na naturalnym zjawisku uwalniania się mieszanki gazowej o dużej zawartości metanu i innych gazów palnych.

Wszystkie z wymienionych metod prowadzących do powstawania różnych surowców i produktów, pozwalają na jedynie częściowe zagospodarowanie odpadów. Większość z tych metod pomimo zachowania różnych nowoczesnych rozwiązań technicznych generuje inne odpady i skutki uboczne.

Istotną kwestią związaną z obróbką odpadów komunalnych jest ich przykry zapach. Zapach ten jest odczuwalny na wszystkich etapach odzysku i selekcji.

Biorąc pod uwagę, że selekcja odpadów prowadzona jest na materiale pochodzącym bezpośrednio z wysypisk, zapach ten, będący skutkiem zachodzących procesów gnilnych, stwarza istotne uciążliwości zarówno dla personelu jak i dla okolicznych mieszkańców.

Znane są metody sanizacji odpadów. Polegają one na traktowaniu odpadów gorącą parą wodną. Co prawda zapach odpadów jest niwelowany jednak odpadowa woda o intensywnym przykrym zapachu pozostaje nadal uciążliwym skutkiem ubocznym. Ponadto odpady wymagają dalszego skomplikowanego procesu suszenia.

Obecnie w komorach mieszalników i autoklawów stacjonarnych wykonanych w kształcie walca stosuje się osadzenie osi wału obrotowego zgodnie tzn. współosiowo z geometrią osi środkowej komory wewnętrznej autoklawu. Taki sposób osadzenia wału, na którym wykonane są różnego rodzaju mieszadła ogranicza możliwość mieszania wewnątrz mieszanin niejednorodnych w kontekście materiałów

o różnych rozmiarach i właściwościach fizyko-chemicznych, jednocześnie w jednej komorze. Niezależnie od konstrukcji mieszadła występuje wówczas wiele punktów styku pomiędzy konstrukcją mieszadła a powierzchnią płaszcz wewnętrznego. Takie rozwiązanie powoduje zacinaanie się materiału na styku mieszadło – płaszcz powodując unieruchomienie mieszadła.

Dodatkowo w obecnie stosowanych mieszalnikach i autoklawach wykorzystywanych przy przetwarzaniu biomasy stosuje się mieszadła z odstłoniętym wałem mieszadła lub spiralą nawiniętą na wale. Taki sposób konstrukcji prowadzi do owijania się tkanin i folii na wale lub mieszadle powodując częstą potrzebę jego czyszczenia lub prowadząc często do uszkodzenia wału lub mieszadła.

Znany jest z amerykańskiego opisu patentowego US 6 752 956 poziomy autoklaw do obróbki odpadów. Autoklaw zaopatrzony jest w mieszadło zamocowane w osi symetrycznego reaktora. Mieszadło na końcu łopat posiada ostrza tnące, rozdrabniające odpady na drobne elementy. Ostrza mają za zadanie zapobieganie owijania się odpadów wokół wału mieszadła. Jednak zanim dojdzie do pocięcia odpadów część z nich owija się wokół wału mieszadła. Ponadto tak duże rozdrobnienie odpadów uniemożliwia ich dalszą selekcję tak więc raczej należy odpady segregować przez obróbkę w autoklawie. Autoklaw posiada płaszcz grzewczy zasilany gorącą wodą lub parą wodną. Płaszcz ten jest jednostrefowy a więc nie ma możliwości regulacji temperatury w różnych obszarach wnętrza autoklawu. Kolejnym mankamentem jest poziome ułożenie autoklawu. Mieszadło jedynie przemieszcza odpady w górę i dół bez ich przesuwu wzdłuż osi autoklawu. Wynika to z braku takiej potrzeby ponieważ w całym autoklawie panują analogiczne warunki. Ponadto mieszadło obraca się zawsze w jedną stronę co nie pozwala na uwolnienie odpadów zaklinowanych między łopatkami mieszadła a ścianą autoklawu.

Istotą wynalazku jest autoklaw ciśnieniowy do pracy okresowej wykonany w kształcie walca posiadający wąż górny do ładowania odpadów oraz wąż dolny do odbioru przetworzonych odpadów i zakończony jest z dwóch stron dennicami eliptycznymi. Autoklaw pochylony jest względem poziomu o kąt 3–8 stopni w kierunku wylotu. Na części walcowej komory osadzony jest płaszcz zewnętrzny w postaci przepony tworzącej zewnętrzną przestrzeń ciśnieniową. Płaszcz zewnętrzny stanowi przestrzeń grzewczą wewnętrznej komory ciśnieniowej autoklawu. W płaszczu zewnętrznym przepływa para wodna, która podczas przepływu oddaje energię cieplną do wnętrza wewnętrznej komory ciśnieniowej autoklawu ogrzewając wsad znajdujący się w jej wnętrzu. Płaszcz zewnętrzny podzielony jest na co najmniej dwie części, korzystnie trzy części, oddzielone ciśnieniowo, rozmieszczone korzystnie symetrycznie wzdłuż części walcowej autoklawu. Wydzielenie podprzestrzeni ciśnieniowych zewnętrznych w płaszczu zewnętrznym umożliwia dokładną regulację przepływu pary wodnej grzewczej na całej powierzchni autoklawu z dokładnością zależną od podziału płaszcz zewnętrznego. Skutkuje to dokładną kontrolą wymiany energii cieplnej pomiędzy przestrzenią zewnętrzną a przestrzenią wewnętrzną autoklawu.

Parametry wymiany energii cieplnej, temperatura i ciśnienie w zewnętrznych przestrzeniach ciśnieniowych kontrolowane są za pomocą przyrządów pomiarowych umieszczonych w króćcach pomiarowych dla każdej przestrzeni osobno, połączonych mechanicznie jedynie z przestrzeniami zewnętrznymi.

W autoklawie prowadzi się kontrolę parametrów wymiany energii cieplnej, temperatury i ciśnienia za pomocą przyrządów pomiarowych umieszczonych w króćcach pomiarowych połączonych mechanicznie z wewnętrzną komorą ciśnieniową autoklawu.

Dodatkowo możliwe jest doprowadzenie pary wodnej do wnętrza autoklawu za pomocą króćca mechanicznie połączonego jedynie z wewnętrzną komorą ciśnieniową autoklawu a atmosferą oraz odprowadzenie pary wodnej z wnętrza tej komory za pomocą tego samego lub innego króćca mechanicznie połączonego jedynie z wewnętrzną komorą ciśnieniową autoklawu. Wewnątrz komory ciśnieniowej autoklawu osadzony jest wał mieszadła łopatkowego. Mieszadło może wykonywać ruch obrotowy w kierunku prawym i lewym. Układ osadzenia mieszadła jest niewspółosiowy w stosunku do osi symetrii części walcowej autoklawu. Rozdzielenie osi geometrii wału mieszadła od osi geometrii części walcowej autoklawu wykonano poprzez przesunięcie osadzenia osi geometrii wału mieszadła wzdłuż osi rzędnych w układzie geometrycznym płaskim. Układ geometryczny płaski opisany jest na przekroju poprzecznym wewnętrznej komory ciśnieniowej autoklawu i mieszadła. Wielkość przesunięcia jest nie większa niż 2/3 długości promienia przekroju poprzecznego części walcowej komory autoklawu.

Geometria wału mieszadła umożliwia montaż osłony poprzecznej wału wzdłuż wału, korzystnie w postaci blach płaskich. Każda z łopatek mieszadła posiada dwie osłony każda po przeciwnej stronie łopatki. Każda osłona przesunięta jest w osi symetrii mieszadła w stosunku do swojej łopatki o kąt fazowy równy 90°. Wysokość osłony nie przekracza 1/3 wysokości łopatki mieszadła.

W tak wykonanym układzie mechanicznym, zgodnie z opisem, prowadzi się obróbkę mechaniczno-cieplną oraz sterylizację. W komorze ciśnieniowej autoklawu utrzymuje się ciśnienie pomiędzy 1 a 5 bar, temperaturę w zakresie 100° – 154°C a czas przebywania odpadów w autoklawie wynosi 45 min do 240 min. W trakcie procesu prowadzi się kontrolę powyższych parametrów.

W wyniku zastosowania takich warunków prowadzenia procesu wszystkie substancje wchodzące w skład morfologiczny zmieszanych odpadów komunalnych, poddawane są procesowi sterylizacji. Dochodzi do wyjąłowania materii pod względem bakteriologiczno-wirusologicznym, co w następstwie prowadzi do jej higienizacji i wyeliminowania procesów gnilnych i fermentacyjnych. W takich warunkach substancje organiczne biodegradowalne ulegają rozwłóknieniu. Wykorzystanie wody i pary wodnej stwarza warunki dla denaturacji białek, co w konsekwencji prowadzi do wyodrębnienia włókien. Woda i para wodna przyspieszają i ułatwiają procesy hydrolitycznego rozkładu substancji organicznych biodegradowalnych do fragmentów prostszych. Jednocześnie, zastosowane warunki prowadzenia procesu, zapobiegają lub utrudniają zachodzeniu reakcji z wydzielaniem gazowych lub innych, łatwo lotnych w takich temperaturach substancji. Dodatkowo cykliczna zmiana kierunku obrotu mieszadła ułatwia mieszanie wsadu i uniemożliwia jego blokadę lub owinięcie się wokół wału. Znajdująca się w odpadach komunalnych woda jest czynnikiem sterylizacyjnym a woda związana wyparowując z frakcji organicznej biodegradowalnej zmienia jej strukturę i powoduje jej rozwłóknienie. Ponadto dzięki pochyleniu autoklawu w kierunku wylotu i podziałowi płaszcza grzejnego na oddzielne sekcje masa odpadów przemieszcza się w autoklawie i może być poddawana zmieniającym się warunkom temperaturowym.

Po zakończeniu procesu, następuje stabilizacja ciśnieniowo-temperaturowa do warunków ciśnienia atmosferycznego i temperatury otoczenia. Układ poddaje się dekompresji do wyrównania ciśnienia wewnątrz przestrzeni wewnętrznej z ciśnieniem atmosferycznym. Układ rozhermetyzowuje się a przetworzony wsad zostaje wyładowany na zewnątrz komory ciśnieniowej autoklawu.

Tak przetworzony wsad (zmieszany odpad komunalny i/lub frakcje odpadów) jest gotowy do rozdzielania na frakcje na sorterach mechanicznych, pneumatycznych i optoelektronicznych.

Uzyskana biomasa ma postać sypką i pozbawiona jest zapachu zmieszanego odpadu komunalnego. Biomasa uzyskana sposobem według wynalazku nadaje się do wykorzystania jako nośnik energetyczny lub/i substancja polepszająca właściwości gleby. Pozostałe surowce wtórne nadają się do segregacji bez wydzielania przykrego zapachu zmieszanych odpadów komunalnych do otoczenia jak również bez konieczności suszenia.

Przedmiot wynalazku uwidoczniony jest na rysunku na którym Fig. 1, przedstawia przekrój podłużny autoklawu z uwidocznionymi łopatkami mieszadła i bez uwidocznionych osłon (dla poprawy czytelności rysunku), Fig. 2 przedstawia przekrój podłużny autoklawu z uwidocznionymi osłonami i bez uwidocznionych łopatek mieszadła (dla poprawy czytelności rysunku) a Fig. 3 przedstawia przekrój poprzeczny autoklawu wzdłuż linii A-A z uwidocznionymi łopatkami mieszadła i osłonami.

Przykładem wykonania autoklawu do obróbki odpadów komunalnych lub frakcji odpadów komunalnych jest autoklaw **1** wykonany w kształcie walca posiadający wąż górny **5** oraz wąż dolny **6** i zakończony z dwóch stron dennicami eliptycznymi. Autoklaw **1** pochylony jest w stosunku do poziomu o kąt 7° w kierunku wylotu. Wewnątrz wewnętrznej komory ciśnieniowej **2** autoklawu **1** osadzone jest mieszadło. Mieszadło ma możliwość cyklicznej zmiany ruchu obrotowego w kierunku prawym i lewym. Mieszadło osadzone jest w sztykach wyprowadzonych na dwóch dennicach eliptycznych. Oś geometrii wału **7** mieszadła rozdzielona jest od osi geometrii części walcowej wewnętrznej komory ciśnieniowej **2** autoklawu **1** poprzez przesunięcie osadzenia osi geometrii wału **7** mieszadła o $2/3$ długości promienia przekroju poprzecznego części walcowej komory ciśnieniowej **2** autoklawu **1** w osi rzędnych. Na wale **7** zamocowane są trzy łopatki **8** a każda z nich zaopatrzona jest w dwie osłony **9** i każda z nich przesunięta jest w osi symetrii mieszadła w stosunku do swojej łopatki **8** o kąt fazowy równy 90° . Wysokość osłony **9** wynosi $1/3$ wysokości łopatki **8** mieszadła.

Na części walcowej wewnętrznej komory ciśnieniowej **2** autoklawu **1** osadzony jest płaszcz zewnętrzny **3** w postaci przepony tworzącej zewnętrzną przestrzeń ciśnieniową, która podzielona jest na dwie części **4** oddzielone ciśnieniowo, rozmieszczone symetrycznie wzdłuż części walcowej wewnętrznej komory ciśnieniowej **2** autoklawu **1**. Każda z wydzielonych przestrzeni ciśnieniowych **4** posiada przyrządy pomiarowe umieszczone w króćcach pomiarowych, służących także do doprowadzenia pary wodnej dla każdej przestrzeni **4** osobno. Wewnętrzna komora ciśnieniowa **2** autoklawu **1** posiada własne króćce pomiarowe z przyrządami pomiarowymi **T** i **P** do kontroli parametrów wymiany energii cieplnej, temperatury i ciśnienia. Para wodna doprowadzona jest do wnętrza każdej części przestrzeni ciśnieniowej **4** za pomocą króćca mechanicznie połączonego z przestrzenią ciśnieniową **4** a atmosferą

oraz odprowadzenie pary wodnej z wnętrza przestrzeni ciśnieniowej za pomocą tego samego lub innego króćca mechanicznie połączonego jedynie z przestrzenią ciśnieniową 4.

Zmieszane odpady komunalne (wsad) o składzie morfologicznym:

Fracja <10 mm	8%
Fracja 10–20 mm	18%
Drewno	1%
Papier i tektura	17%
Tworzywa sztuczne	15%
Tekstylia	4%
Metale	2%
Odpady wielomateriałowe, w tym odpady z utrzymania higieny	6%
Odpady wielkogabarytowe	4%

poddaje się homogenizacji do wielkości ziarna mniejszej od 800 mm na rozdrabniaczu wstępnym, a następnie ładuje się do wewnętrznej komory ciśnieniowej 2 autoklawu 1, do poziomu wypełnienia 55% objętości komory ciśnieniowej 2 autoklawu 1. Załadunek odbywa się włazem górnym 5. Po osiągnięciu objętości 55%, co oznacza załadunek 3200 kg wsadu, właz górny 5 zostaje zamknięty hermetycznie. Pomiar masy załadunkowej wykonywany jest na podajniku wsadu za pomocą wagi taśmowej.

Podczas załadunku jak i procesu obróbki mechaniczno-ciepłej następuje wygrzewanie płaszczu zewnętrznego 3 do temperatury 165°C i ciśnienia 6,2 bar za pomocą pary wodnej nasyconej. Temperatura płaszczu zewnętrznego 3 obserwowana jest na termometrach zamontowanych na nim, a ciśnienie na manometrach zamontowanych na nim. Wewnątrz wewnętrznej komory ciśnieniowej 2 autoklawu 1 pracuje mieszadło wykonując naprzemienny ruch obrotowy raz w prawo, a raz w lewo, wykonując proces mieszania wsadu. Para wodna przepływająca w płaszczu zewnętrznym 3 oddaje energię cieplną do wsadu znajdującego się w wewnętrznej komorze ciśnieniowej 2 autoklawu 1, ogrzewając go do temperatury 130°C i wywołując ciśnienie 3 bar. Temperatura w wewnętrznej komorze ciśnieniowej 2 autoklawu 1 obserwowana jest na termometrach T zamontowanych na nim, a ciśnienie na manometrach P zamontowanych na nim. Osiągnięcie temperatury 130°C i ciśnienia 3 bar zajmuje czas 60 min. Wsad utrzymywany jest w tej temperaturze i ciśnieniu przez kolejny okres 80 min. Po zakończeniu tego czasu odmierzanego przez zegar, następuje proces wyrównania ciśnienia w przestrzeni wewnętrznej z ciśnieniem atmosferycznym poprzez otwarcie wylotu króćca odprowadzającego parę. Proces wyrównania ciśnienia w wewnętrznej komorze ciśnieniowej 2 autoklawu 1 z ciśnieniem atmosferycznym obserwowany jest na manometrze P zamontowanym do przestrzeni komory wewnętrznej. Po osiągnięciu ciśnienia atmosferycznego w wewnętrznej komorze ciśnieniowej 2 autoklawu 1 następuje otwarcie włazu górnego 5, a następnie dolnego 6 i wyładunek wsadu przez właz dolny 6 na podajnik transportujący wsad na linię sortującą.

Uzyskana biomasa miała postać sypką i pozbawiona była zapachu zmieszanego odpadu komunalnego. Biomasa uzyskana sposobem według wynalazku nadaje się do wykorzystania jako nośnik energetyczny lub/i substancja polepszająca właściwości gleby. Pozostałe surowce wtórne nadają się do segregacji bez wydzielania przykrego zapachu zmieszanych odpadów komunalnych do otoczenia jak również bez konieczności suszenia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Autoklaw do obróbki odpadów komunalnych lub frakcji odpadów komunalnych, zwłaszcza frakcji organicznych biodegradowalnych zawartych w zmieszanych odpadach komunalnych wykonany w kształcie walca z włazem górnym i włazem dolnym zakończonych z dwóch stron dennicami elipsoidalnymi i umieszczonym wewnątrz mieszadłem osadzonym w szyjkach wyprowadzonych w dennicach eliptycznych oraz zaopatrzony w płaszcz grzejny, **znamienny tym**, że autoklaw (1) pochylony jest względem poziomu o kąt 3–8 stopni w kierunku wylotu a osadzony na części walcowej wewnętrznej komory ciśnieniowej (2) autoklawu (1) płaszcz zewnętrzny (3) w postaci przepony tworzącej zewnętrzną przestrzeń ciśnieniową podzielony jest na co najmniej dwie części (4) oddzielone ciśnieniowo, natomiast wewnątrz wewnętrznej komory ciśnieniowej (2) autoklawu (1) osadzony jest wał (7) mieszadła łopatkowego, z możliwością wykonywania ruchu obrotowego w kierunku prawym i lewym, przy czym układ osadzenia mieszadła jest niewspółosiowy w stosunku do osi symetrii części walcowej autoklawu (1)

poprzez przesunięcie osadzenia osi geometrii wału (7) mieszadła wzdłuż osi rzędnych w układzie geometrycznym płaskim a wielkość przesunięcia jest nie większa niż $\frac{2}{3}$ długości promienia przekroju poprzecznego części walcowej wewnętrznej komory ciśnieniowej (2) autoklawu (1) a ponadto każda z łopatek (8) mieszadła posiada dwie osłony (9), każda po przeciwnej stronie łopatki (8) i każda osłona (9) przesunięta jest w osi symetrii mieszadła w stosunku do swojej łopatki (8) o kąt fazowy równy 90° a ponadto wysokość osłony (9) nie przekracza $\frac{1}{3}$ wysokości łopatki (8) mieszadła.

- Autoklaw według zastrz. 1, **znamienny tym**, że płaszcz zewnętrzny (3) w postaci przepony tworzącej zewnętrzną przestrzeń ciśnieniową podzielony jest na trzy części (4) oddzielone ciśnieniowo i rozmieszczone symetrycznie wzdłuż części walcowej autoklawu (1).
- Autoklaw według zastrz. 1, **znamienny tym**, że łopatki (8) wykonane są z blach płaskkich.

Rysunki

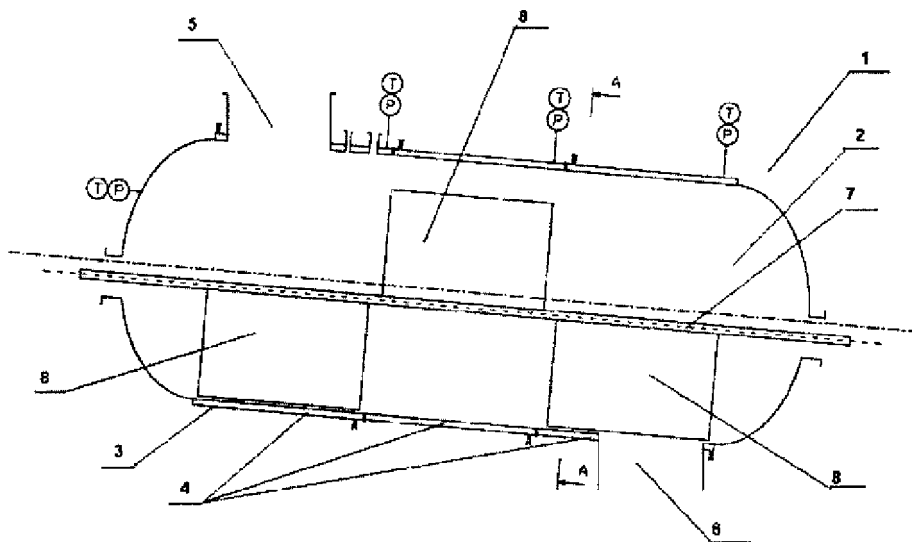


Fig. 1

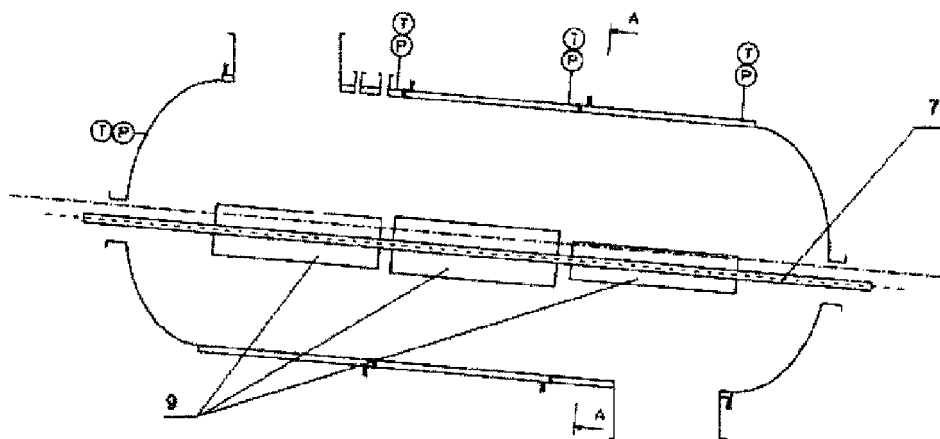


Fig. 2

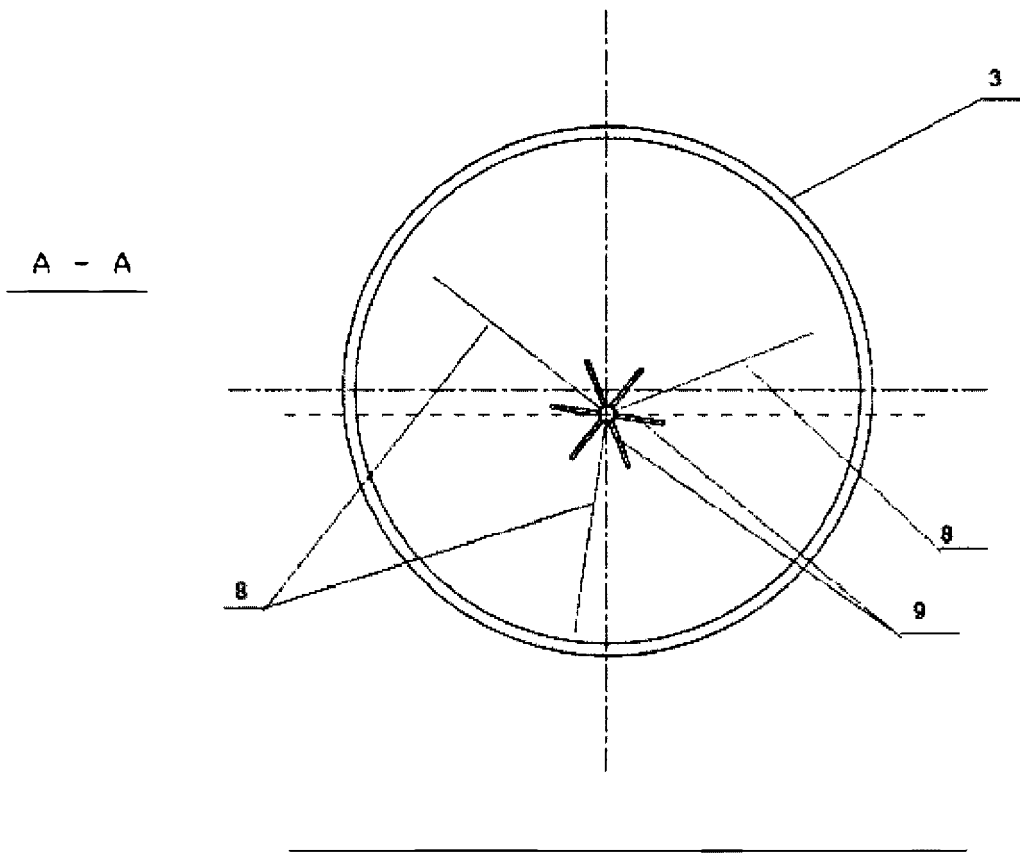


Fig. 3