

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 247207 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443284**

(22) Data zgłoszenia: **2022.12.28**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.07.01 BUP 27/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.05.26 WUP 21/2025**

(51) MKP:

F23G 5/20 (2006.01)

F23G 5/14 (2006.01)

F23L 9/00 (2006.01)

F23M 5/08 (2006.01)

F23G 5/50 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**PRZEDSIĘBIORSTWO PROJEKTOWO -
MONTAŻOWE PROMONT SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Bydgoszcz, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

JANUSZ BUJAK, Bydgoszcz, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Wojciech Lech, Bydgoszcz, PL

(54) Tytuł:

Piec obrotowy dopalania frakcji stałych i sposób spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem

PL 247207 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest piec obrotowy dopalania frakcji stałych i sposób spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem, do przetwarzania substancji palnych.

Znane są różnego rodzaju urządzenia i sposoby spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem, np. przedstawione w patencie PL207207, w którym opisano proces częściowego dopalania i zgazowania stałych odpadów, poprzez podawanie czynnika procesowego za pomocą pionowych dysz, do części reakcyjnej obrotowej komory zgazowania. Jednakże w przedstawionym rozwiązaniu nie ujawniono informacji o zastosowaniu kanału podawania czynnika chłodzącego w celu chłodzenia króćców dyszowych. Ponadto, opisane rozwiązanie różni się konstrukcyjnie z powodu zastosowania innego sposobu połączenia poszczególnych elementów urządzenia, co może powodować niepełne spalanie i skutkować stopniowym gromadzeniem się nieprzetworzonych produktów spalania.

Z kolei z opisu zgłoszenia patentowego PL430095 znane jest urządzenie i sposób podawania czynnika zgazowującego do komory zgazowania odpadów, z podawaniem czynnika zgazowującego pod zgazowywany materiał w strefie dyszowej obracającej się komory. Jednakże rozwiązanie to nie wykorzystuje wydzielonych kanałów doprowadzania czynnika utleniającego oraz chłodzącego i różni się konstrukcyjnie od opisywanego ze względu na inne rozmieszczenie i połączenie elementów urządzenia. Brak wydzielonego kanału podawania czynnika utleniającego oraz czynnika chłodzącego może skutkować niepełnym spalaniem umieszczonej w piecu frakcji stałej oraz zmniejszeniem skuteczności działania króćców dyszowych.

Natomiast w opisie patentowym PL233033 opisano piec obrotowy do utylizacji odpadów, w którym bęben dopalania połączony jest w górnej części z komorą dopalania, a w dolnej części z komorą popiołu i żużla. Jednakże w przedstawionym rozwiązaniu brak jest informacji o zastosowaniu kanału doprowadzania czynnika chłodzącego oraz czynnika utleniającego w celu chłodzenia króćców dyszowych oraz dopalania spalanej frakcji, a rozwiązanie różni się również konstrukcyjnie od opisywanego, inną budową urządzenia. Brak zastosowania kanałów w postaci według wynalazku może powodować niepełne spalanie, co w konsekwencji spowoduje nagromadzenie się pozostałości niepełnego spalania oraz przegrzewanie się króćców dyszowych, a co za tym idzie zmniejszenia ich żywotności.

Z kolei z opisu patentowego PL388054 znana jest instalacja do termicznego przekształcania ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego, z możliwością dopalania stałych części palnych w komorze obrotowej spalania oraz komorze dopalania, w temperaturze nie mniejszej niż 1100°C. Jednakże rozwiązanie to nie wykorzystuje dodatkowej strefy dopalania w cylindrze pieca obrotowego, która zawierałaby kanały doprowadzania czynnika utleniającego i chłodzącego, co może skutkować niepełnym spalaniem i występowaniem uciążliwych do składowania lub utylizacji pozostałości, oraz nie zastosowano sekcji chłodzenia króćców dyszowych, co może powodować ich przegrzewanie się skutkujące skróceniem żywotności.

Natomiast z amerykańskiego zgłoszenia patentowego US3380407A znana jest obrotowa jednostka spalająca odpady i nieczystości, w której jednostka spalająca obraca się powoli podczas pracy, a nieczystości są wprowadzane do jednostki spalającej na jednym jej końcu, podczas gdy gazy spalinowe i stałe pozostałości spalania są odprowadzane z jednostki na drugim jej końcu. Jednostka obrotowa składająca się z rozmieszczonych w odstępach wewnętrznej i zewnętrznej obwodowej powłoki określającej przestrzeń powietrzną pomiędzy nimi, przy czym wspomniana wewnętrzna powłoka ma wyłożenie z cegły ogniotrwałej w komorze spalania, przy czym dolne części sektorowe wyłożenia z cegły ogniotrwałej stanowią palenisko dla odpadów i nieczystości, a górne części wyłożenia z cegły ogniotrwałej stanowią dach nad paleniskiem i palącymi się odpadami i nieczystościami na palenisku. Wspomniana okładzina z cegły ogniotrwałej zawierająca szereg wzdłużnie rozciągających się warstw cegieł rozmieszczonych w odstępach wokół okładziny z cegły ogniotrwałej i wystających do wewnątrz w kierunku środka komory spalania poza pozostałe cegły okładziny z cegły ogniotrwałej. Wspomniane wzdłużnie rozciągające się warstwy cegieł tworzące żebra w celu promowania mieszania się i obracania odpadów na palenisku, wiele kanałów doprowadzających powietrze uformowanych odpowiednio we wspomnianych żebrach i łączących wspomnianą przestrzeń powietrzną między wspomnianymi powłokami z komorą spalania w celu dostarczania powietrza do komory spalania podczas obracania zespołu spalarni, oraz wiele zaworów klapowych obracanych we wspomnianej przestrzeni nad wspomnianymi kanałami wylotowymi, odpowiednio w celu poruszania się na zewnątrz między pozycjami otwartymi, zasadniczo otwierającymi kanały wylotowe, gdy znajdują się w dolnym sektorze zespołu spalarni, oraz w celu poruszania się do wewnątrz w celu częściowego zamknięcia kanałów wylotowych powietrza, gdy

znajdą się w górnym sektorze zespołu spalarni. Rozwiązanie to nie zawiera specjalnej strefy dopalania frakcji stałej, zwłaszcza takiej, która jest nierotacyjna, w której mogą panować wysokowydajne dozowanie gazów palnych, a dopalana frakcja stała w szerokim zakresie jest intensywnie dopalana wskutek braku jej rotacji.

Z kolei z chińskiego opisu zgłoszenia patentowego CN109945204A znane jest urządzenie pieca obrotowego, charakteryzujące się tym, że składa się z korpusu cylindra, pokrywy głowicy pieca umieszczonej na głowicy korpusu cylindra i pokrywy tylnej pieca umieszczonej na końcu korpusu cylindra. Równoległa do góry główna rura doprowadzająca powietrze jest połączona z wieloma płytami uszczelniającymi doprowadzanie powietrza w dolnej części głównej rury doprowadzającej powietrze, a korpus cylindra jest wyposażony w wiele skrzynek rozdzielczych doprowadzania powietrza odpowiadających płytom uszczelniającym doprowadzanie powietrza. Wszystkie płyty uszczelniające są pierścieniowe, skrzynka rozdzielcza powietrza jest zewnętrzną strukturą otworu. Sekcja ukośna, sekcja pionowa kanału wlotowego jest prostopadła do powierzchni obwodowej cylindra, a sekcja ukośna kanału wlotowego jest ustawiona pod kątem 45 stopni do kierunku promieniowego cylindra. Dostarczenie powietrza poprzez rurę następuje wzdłuż całego obrotowego pieca. Konstrukcja ta nie zapewnia wysoce wydajnego dozowania i odbierania dodatkowego paliwa utleniającego, dopalającego frakcję stałą poprzez jej przedmuch od dołu, bez zbędnej rotacji, która ogranicza kontakt z wdmuchiwanym paliwem gazowym.

Z przedstawionego stanu techniki wynika, że nie jest znane urządzenie i sposób spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem taki, że piec obrotowy w swoim obrotowym cylindrze zawiera kanały z wylotem czynnika pod stałe złożo spalanej frakcji palnej, oraz w celu chłodzenia króćców dyszowych.

Celem wynalazku było opracowanie takiego pieca i sposobu spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem, które zapewni skuteczne dopalenie przy zastosowaniu pieca z obrotowym cylindrem, poprzez sposób podawania czynnika dopalającego poprzez dolny kanał i króćce dyszowe, pod złożo dopalania stałej frakcji palnej obracającego się cylindra pieca, a także czynnika chłodzącego poprzez górny kanał do chłodzenia górnych króćców dyszowych. Zastosowanie kanałów doprowadzania czynnika w postaci według wynalazku, eliminuje wyżej wymienione problemy związane z niewydajnym dopaleniem, którego skutkiem może być występowanie niedopalonych frakcji, oraz pozwala na chłodzenie górnych króćców dyszowych znajdujących się poza strefą dopalania.

Istotą wynalazku jest piec obrotowy dopalania stałej frakcji palnej, wewnątrz którego, na cylindrze, znajdują się segmenty obmurza ogniotrwałego. Piec ten charakteryzuje się tym, że jego obudowa jest rozdzielona szczelnie nieobrotowym układem dozowania czynnika dopalającego, który to układ zawiera kanały wlotowe dolny i górny. Kanały te są połączone z komorą zawartą między obudową układu a cylindrem pieca. W obrębie układu co najmniej dwa segmenty obmurza ogniotrwałego zawierają kanaliki na czynnik dopalający, których ujście skierowane jest do wnętrza pieca, i które są zakończone króćcami dyszowymi. Korzystne jest, gdy komora układu dozowania gazowego czynnika dopalającego jest szczelnie przedzielona na komorę dolną i górną przegrodami poprzecznymi. Dobrze, gdy segmenty obmurza ogniotrwałego zawierające kanaliki wystają poza pozostałe segmenty obmurza ogniotrwałego. Nieobrotowy układ dozowania gazowego czynnika dopalającego jest uszczelniony z obudową pieca obwodowo, obustronnie sznurami izolacyjno-uszczelniającymi. Opcjonalnie po obu stronach układu znajdują się obwodowo sprężynowe dociski wielopunktowe przymocowane do cylindra, które dociskają obejmę do sznurów zamontowanych w kołnierzach obwodowych układu dozowania gazowego czynnika dopalającego. Wyloty króćców dyszowych mają korzystnie kształt konfuzora.

Istotą wynalazku jest również sposób spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem, polegający na tym, że palnik rozruchowy paliwa pomocniczego nagrzewa piec obrotowy powyżej temperatury 900°C, następnie frakcja palna dostarczana jest do cylindra obrotowego pieca poprzez jej wrzut, po czym poddawana jest procesowi spalania w czasie od 30 do 90 minut w temperaturze wynoszącej co najmniej 900°C. Sposób ten charakteryzuje się tym, że wraz z postępem procesu degradacji termicznej frakcji palnej następuje jej przesuwanie poprzez nacisk kolejnych warstw przesuwających się po obmurzu ogniotrwałym obrotowego pieca pochylonego w stosunku do poziomu pod kątem od 2 do 4°. Jednocześnie pod złożo frakcji palnej, poprzez dolny kanał podawany jest gazowy czynnik dopalający, który przepływa przez kanaliki i króćce dyszowe w segmentach obmurza ogniotrwałego, powodując dopalenie frakcji palnej. Natomiast poprzez górny kanał podawany jest gazowy czynnik chłodzący króćce dyszowe. Opcjonalnie gazowym czynnikiem dopalającym/chłodzącym jest powietrze. Dopływ powietrza korzystnie wymuszony jest poprzez wentylatory o płynnej regulacji nadmuchu. Dopływ powietrza poprzez dolny kanał wlotowy realizowany jest z pomiarem przepływu i ciśnienia powietrza.

Korzystnym skutkiem rozwiązania według wynalazku jest zastosowanie dodatkowej strefy dyszowej w cylindrze obrotowego pieca, w postaci kanału doprowadzania czynnika dopalającego oraz czynnika chłodzącego, i tym samym skuteczne dopalanie palnej frakcji stałej, z wykorzystaniem wylotu czynnika dopalającego (powietrza) pod złożę materiału wsadowego w postaci palnej frakcji stałej, a także zwiększenie żywotności króćców dyszowych poprzez ich chłodzenie w czasie opuszczania strefy dopalania palnej frakcji stałej.

Przykład realizacji wynalazku został zobrazowany rysunkiem, na którym poszczególne figury przedstawiają:

Fig. 1 piec do dopalania stałej frakcji palnej – widok perspektywiczny;

Fig. 2 fragment pieca do dopalania frakcji palnej ze znamionym układem dozowania czynnika dopalającego – widok perspektywiczny;

Fig. 3 fragment pieca do dopalania stałej frakcji palnej ze znamionym układem dozowania czynnika dopalającego w przekroju poprzecznym;

Fig. 4 fragment pieca do dopalania stałej frakcji palnej ze znamionym układem dozowania czynnika dopalającego – widok perspektywiczny;

Fig. 5 fragment pieca do dopalania stałej frakcji palnej ze znamionym układem dozowania czynnika dopalającego – widok perspektywiczny;

Fig. 6 powiększony fragment fig. 5;

Fig. 7 wewnętrzne przegrody poprzeczne do kierowania gazowego czynnika dopalającego.

W przykładzie realizacji piec obrotowy 1 do dopalania stałej frakcji palnej zawiera cylinder 2, na którym osadzone są obmurza 3 z ceramicznego materiału ogniotrwałego. Obudowa 1a pieca obrotowego 1 jest rozdzielona szczelnie nieobrotowym układem 4 dozowania czynnika dopalającego, który to układ 4 zawiera kanały wlotowe dolne 5 i górny 6, które są połączone z komorą 7 zawartą między obudową 4a układu 4 a cylindrem 2 pieca 1. W obrębie układu 4 co najmniej dwa segmenty 3a obmurza ogniotrwałego zawierają kanaliki 8 na czynnik dopalający, których ujście skierowane jest do wnętrza pieca 1, i które są zakończone króćcami dyszowymi 9. Komora 7 układu 4 dozowania gazowego czynnika dopalającego jest szczelnie przedzielona na komorę dolną i górną przegrodami poprzecznymi 10. Przegrody te 10 stanowią również łączenie dla dwóch półokrągłych blach formujących cylindryczną obudowę 4a układu 4. Co najmniej dwa segmenty 3a obmurza ogniotrwałego zawierają kanaliki 8 i wystają poza pozostałe segmenty 3 obmurza ogniotrwałego. W kanaliki te montuje się króćce dyszowe 9 ze stali żaroodpornej, które mają kształt konfuzora.

Nieobrotowy układ 4 dozowania gazowego czynnika dopalającego jest uszczelniony z obudową 1a pieca 1 obwodowo, po obu stronach sznurami izolacyjno-uszczelniającymi 11. Po obu stronach układu 4 znajdują się obwodowo sprężynowe dociski wielopunktowe 12 przymocowane do cylindra 2, które dociskają obejmę 13 do sznurów 11 zamontowanych w kołnierzach obwodowych 4b nieobrotowego układu 4 dozowania gazowego czynnika dopalającego.

Cylinder 2 pieca 1 jest nachylony w stosunku do poziomu pod kątem wynoszącym około 2°. W innym przykładzie realizacji obrotowy cylinder 2 jest nachylony w stosunku do poziomu pod kątem 4°.

Szczelność przepływu czynnika dopalającego z kanału dolnego 5 i chłodzącego z kanału górnego 6 po obwodowej części pieca obrotowego zapewnia uszczelnienie w postaci sznura izolacyjno-uszczelniającego 11 z regulowanymi sprężynowymi dociskami wielopunktowymi 12 rozmieszczonymi obwodowo na zewnątrz pieca obrotowego 1.

Zastosowanie sznura 11 z regulowanymi sprężynowymi dociskami wielopunktowymi gwarantuje szczelne doprowadzenie czynnika dopalającego bezpośrednio pod złożę frakcji palnej FP bez strat do otoczenia. Górna część segmentów 3a jest skośna i wystająca ponad poziom obmurza ogniotrwałego pieca 1. Pojedynczy segment 3a wyposażony jest w połączenia montażowe 13 w postaci śrub montowanych do płaszcza zewnętrznego 14 pieca 1. Urządzenie zawiera również poprzeczne przegrody 15 zamontowane na stałej konstrukcji płaszcza zewnętrznego 14. Przegrody poprzeczne 15 od strony wewnętrznej wyposażone są w sznur uszczelniający 15a z regulowanym dociskiem 15b co umożliwia zwarcie ich z żebrami poprzecznymi 16 cylindra 2 i kierowanie dopływu czynnika dopalającego bezpośrednio pod złożę dopalanej frakcji stałej w ustalonym miejscu.

W przykładzie realizacji sposób spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem przebiega następująco: frakcja palna FP, w przykładzie realizacji frakcja stała odpadów organicznych, umieszczana jest w obrotowym piecu 1 poprzez jej wrzut i poddawana procesowi przetwarzania termicznego przez ok. 60 do 90 minut w temperaturze min. 900°C. W innym przykładzie realizacji frakcja stała jest poddawana pro-

cesowi przetwarzania termicznego przez około 30 do 60 minut w temperaturze 1000°C. Produkty powstałe w piecu 1 przesuwane są poprzez ruch obrotowy oraz nacisk kolejnych warstw przesuwających się po pochylonym w stosunku do poziomu pod kątem 2° obrotowym cylindrze 2. W innym przykładzie realizacji kąt ten wynosi 4°. Pod złożę frakcji palnej FP, poprzez kanaliki 8 w segmentach 3a z obmurza ogniotrwałego zakończonych króćcami dyszowymi 9, z dolnego kanału 5 podawany jest czynnik dopalający w postaci powietrza, które powoduje dopalenie frakcji palnej FP w dolnej części pieca obrotowego 1. Natomiast poprzez górny kanał 6 podawany jest gazowy czynnik chłodzący króćce dyszowe 9 (również powietrze). Dopływ powietrza wymuszony jest pracą wentylatorów pierwotnego o płynnej regulacji nadmuchu z napędem sterowanym poprzez falownik, przy czym wentylatory powierza pierwotnego do dopalania frakcji stałej charakteryzują się sprężem w zakresie od 1 do 6 kPa. Czynnik dopalający jest podawany poprzez pochylone pod kątem 30° względem pionu króćce dyszowe 9, głęboko pod złożę FP w celu jego dopalenia. Regulowana ilość czynnika dopalającego zapewnia skuteczne dopalenie złoża FP odpadu usypanego skośnie w dolnej części obrotowego pieca 1. Regulowana, minimalna ilość czynnika chłodzącego dostarczanego poprzez górny kanał 6 zapewnia skuteczne chłodzenie króćców dyszowych 9. Kierunek obrotu obrotowego cylindra 2 pieca 1 może być przeciwny lub zgodny z kierunkiem wypływu czynnika dopalającego z króćców dyszowych 9. W rozwiązaniu w postaci według wynalazku istnieje możliwość zmiany kierunku podawania czynnika dopalającego bezpośrednio pod skośnie usypujące się złożę 9 spalanego odpadu. W celu optymalnego dostosowania podawania czynnika dopalającego bezpośrednio pod złożę FP, modyfikowane jest zamknięcie lub otwarcie przepływu czynnika dopalającego przez poprzeczne przegrody 15. Otwarcie przepływu czynnika dopalającego przez daną poprzeczną przegrodę 15 i zamknięcie przepływu czynnika dopalającego przez inną przegrodę poprzeczną 15 zapewnia kierowane podawanie czynnika dopalającego pod złożę FP. Piec 1 pracuje z wykorzystaniem niezbędnej aparatury kontrolno-pomiarowej, osprzętu, wentylatorów powietrza pierwotnego oraz napędów elektrycznych, jak w tego typu piecach bez nieobrotowego układu 4.

Sposób spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem według wynalazku pozwala na dopalenie m.in. takich odpadów jak: niebezpieczne odpady pochodzenia medycznego i weterynaryjnego, odpady inne niż niebezpieczne, odpady organiczne, poubojowe, komunalne, osady z oczyszczalni ścieków, biomasę, paliwo alternatywne, czy paliwo zawierające węgiel.

Zastrzeżenia patentowe

1. Piec obrotowy (1) dopalania frakcji stałych, wewnątrz którego, na cylindrze (2), znajdują się segmenty (3) obmurza ogniotrwałego **znamienny tym**, że obudowa (1a) pieca obrotowego (1) jest rozdzielona szczelnie nieobrotowym układem (4) dozowania czynnika dopalającego, który to układ (4) zawiera kanały wlotowe dolny (5) i górny (6), które są połączone z komorą (7) zawartą między obudową (4a) układu (4) a cylindrem (2) pieca (1), przy czym w obrębie układu (4) co najmniej dwa segmenty (3a) obmurza ogniotrwałego zawierają kanaliki (8) na czynnik dopalający, których ujście skierowane jest do wnętrza pieca (1), i które są zakończone króćcami dyszowymi (9).
2. Piec obrotowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że komora (7) układu (4) dozowania gazowego czynnika dopalającego jest szczelnie przedzielona na komorę dolną (7a) i górną (7b) przegrodami poprzecznymi (10).
3. Piec obrotowy według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że segmenty (3a) obmurza ogniotrwałego zawierające kanaliki (8) wystają poza pozostałe segmenty (3) obmurza ogniotrwałego.
4. Piec obrotowy według któregokolwiek z zastrzeżeń od 1 do 3, **znamienny tym**, że nieobrotowy układ (4) dozowania gazowego czynnika dopalającego jest uszczelniony z obudową (1a) pieca (1) obwodowo, obustronnie sznurami izolacyjno-uszczelniającymi (11).
5. Piec obrotowy według zastrz. 4, **znamienny tym**, że po obu stronach układu (4) znajdują się obwodowo sprężynowe dociski wielopunktowe (12) przymocowane do cylindra (2), które dociskają obejmę (13) do sznurów (11) zamontowanych w kołnierzach obwodowych (4b) układu (4) dozowania gazowego czynnika dopalającego.
6. Piec obrotowy według któregokolwiek z zastrzeżeń od 1 do 5, **znamienny tym**, że wyloty króćców dyszowych (9) mają kształt konfuzora.

7. Sposób spalania stałej frakcji palnej z dopaleniem, polegający na tym, że palnik rozruchowy nagrzewa piec obrotowy (1) powyżej temperatury 900°C , następnie palna frakcja palna dostarczana jest do cylindra (2) obrotowego pieca (1) poprzez jej wrzut, po czym poddawana jest procesowi spalania w czasie od 30 do 90 minut w temperaturze wynoszącej co najmniej 900°C , **znamienny tym**, że wraz z postępem procesu degradacji termicznej frakcji palnej następuje jej przesuwanie poprzez nacisk kolejnych warstw przesuwających się po obmurzach ogniotrwałych (3) obrotowego pieca (1) pochylonego w stosunku do poziomu pod kątem od 2 do 4° , a jednocześnie pod złożę (9) frakcji palnej (FP), poprzez kanał dolny (5) podawany jest gazowy czynnik dopalający, który przepływa przez kanaliki (8) i króćce dyszowe (9) w segmentach (3a) obmurza ogniotrwałego, powodując dopalenie frakcji palnej (FP), natomiast poprzez kanał górny (6) podawany jest gazowy czynnik chłodzący króćce dyszowe (9).
8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że gazowym czynnikiem dopalającym/chłodzącym jest powietrze.
9. Sposób według zastrz. 8, **znamienny tym**, że dopływ powietrza wymuszony jest poprzez wentylatory o płynnej regulacji nadmuchu, przy czym w kanale dolnym (5) z pomiarem przepływu i ciśnienia powietrza.

Rysunki

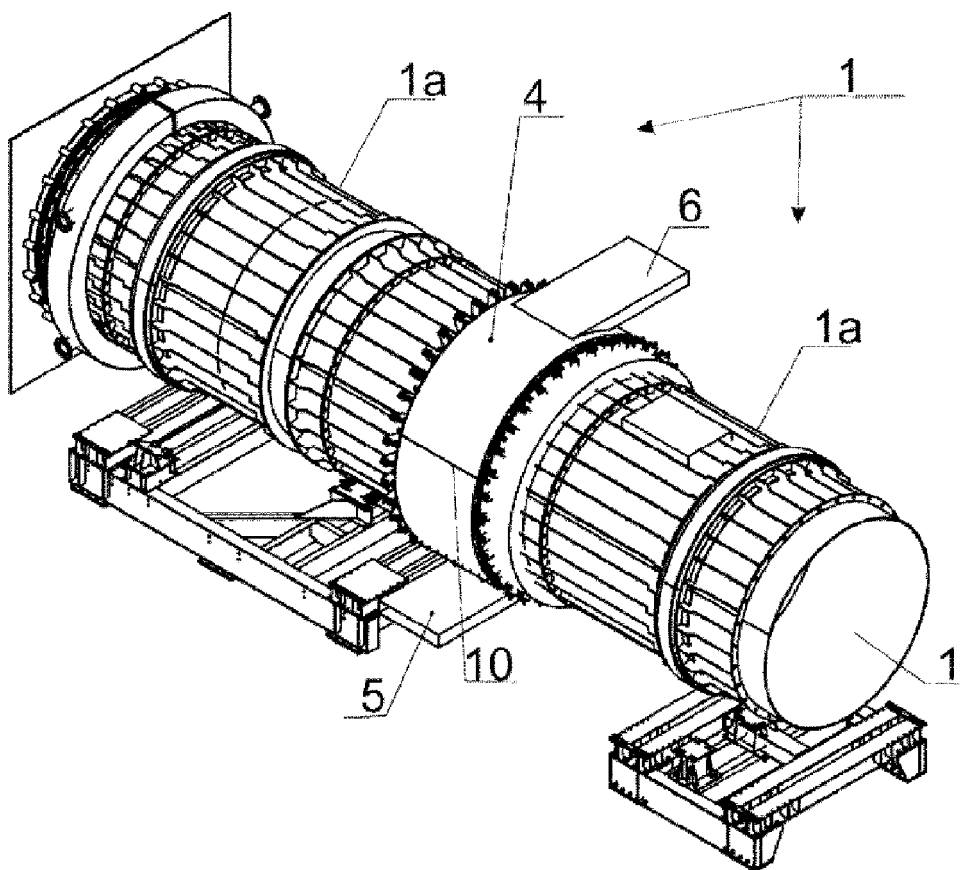


Fig. 1

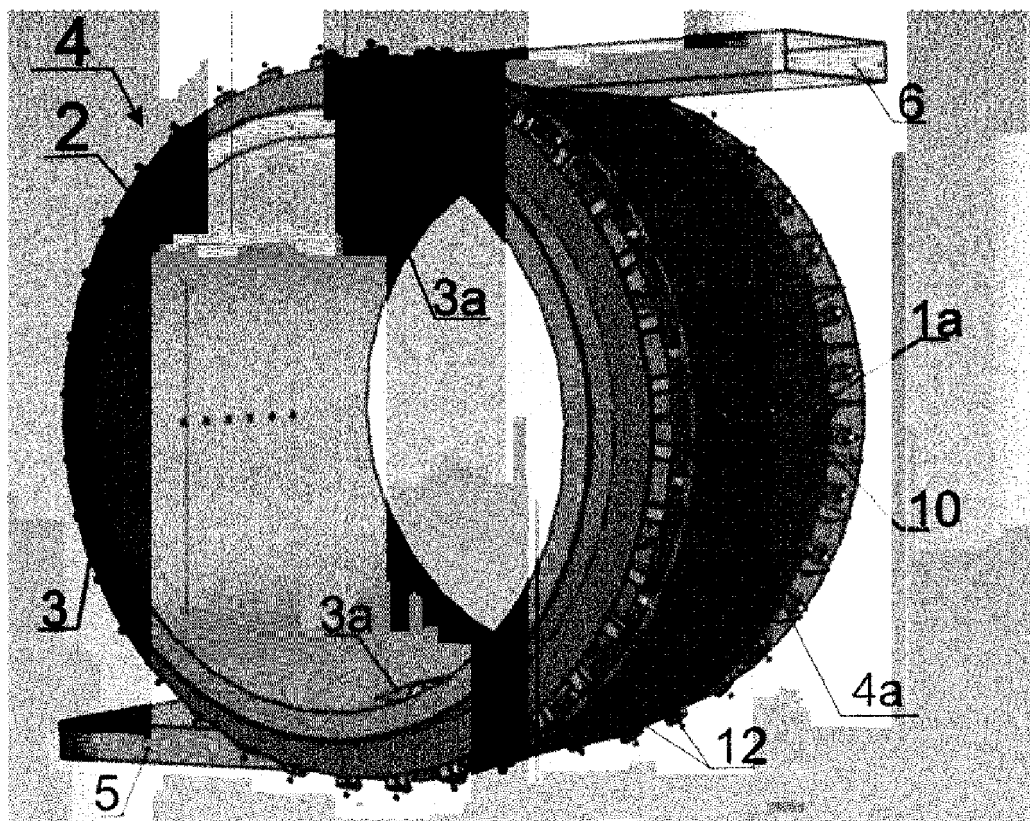


Fig. 2

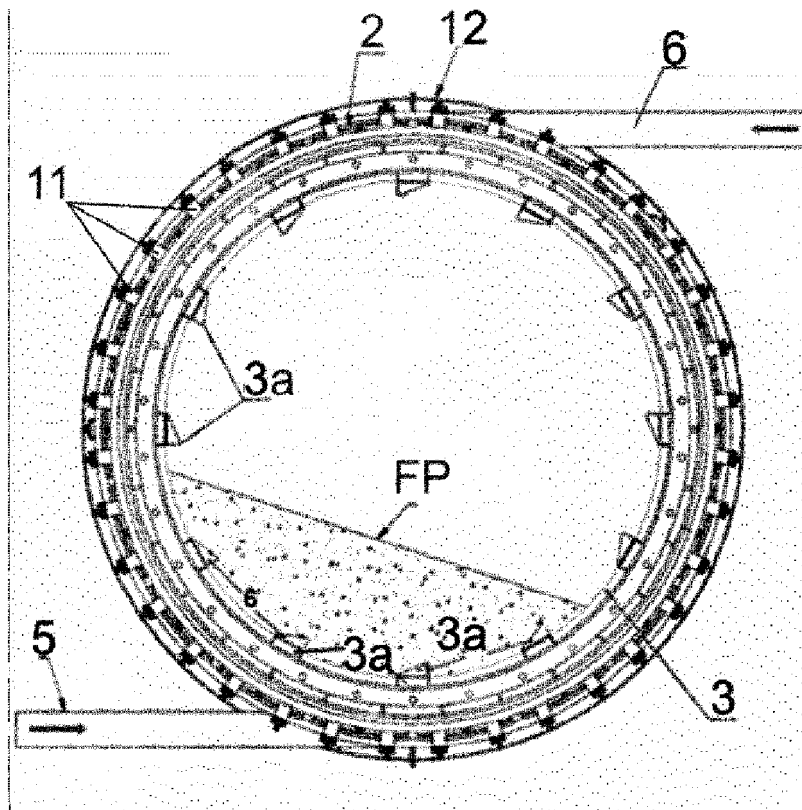


Fig. 3

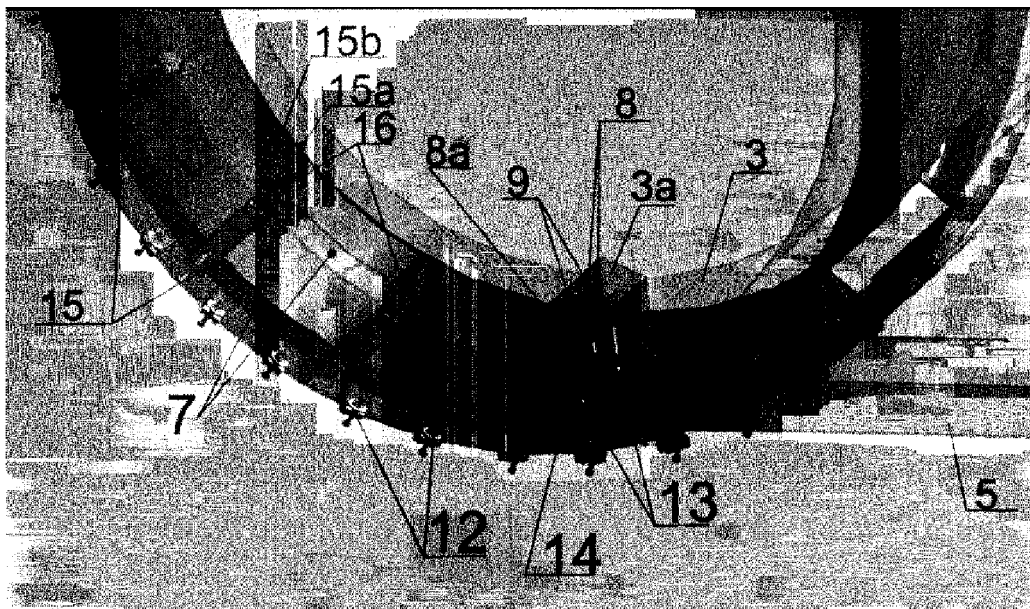


Fig. 4

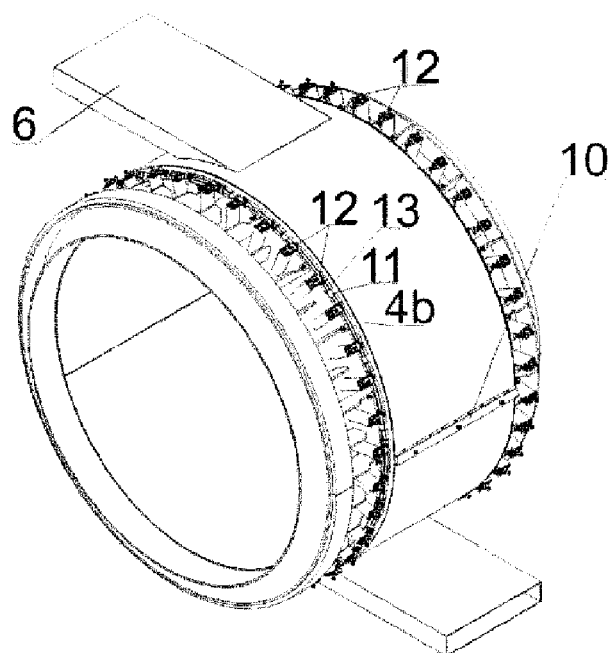


Fig. 5

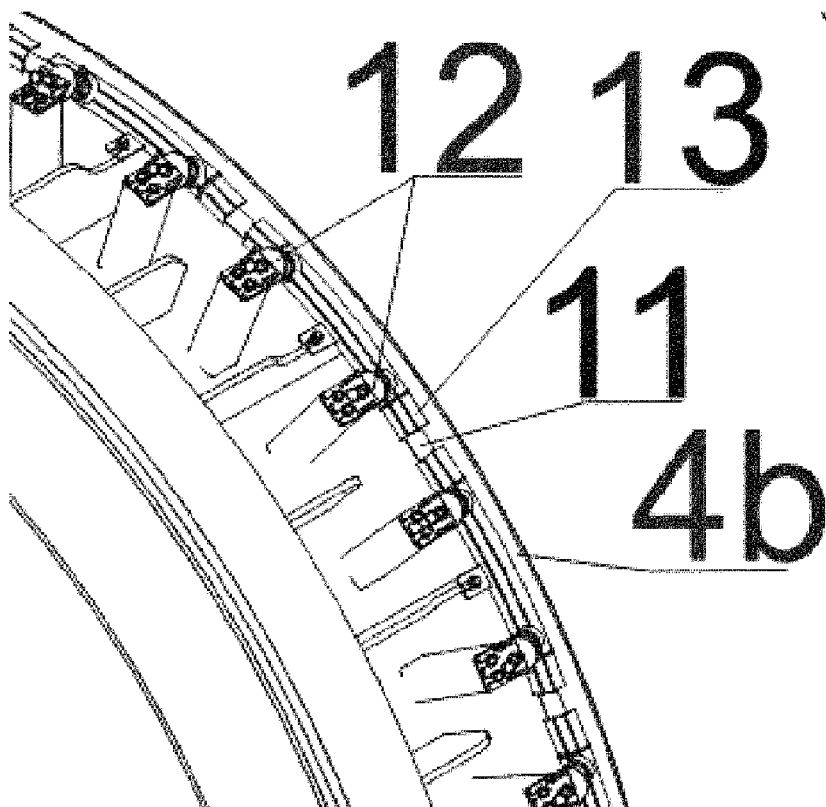


Fig. 6

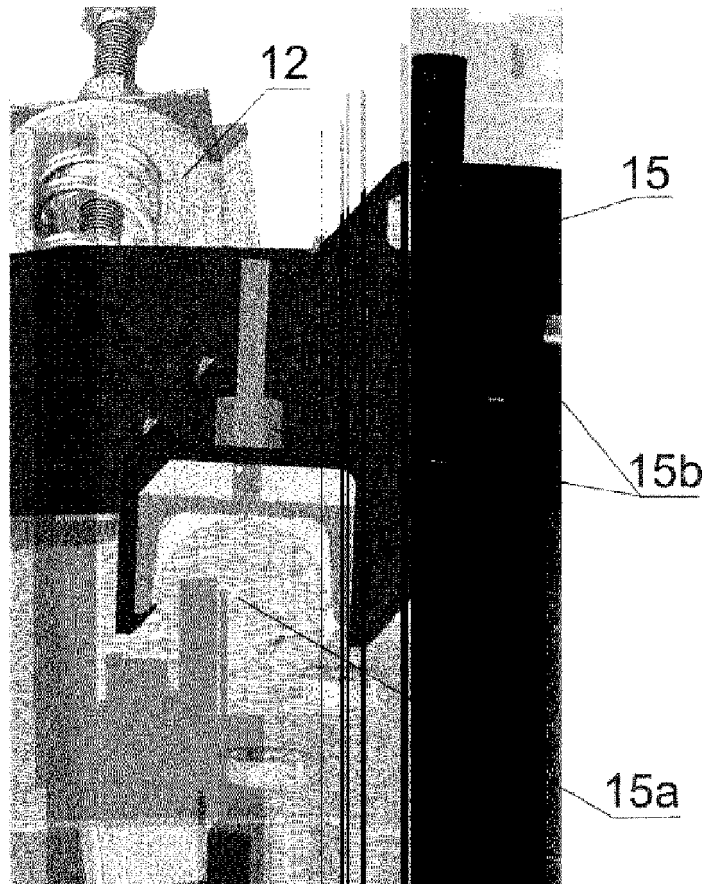


Fig. 7