



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236157**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **414879**

(22) Data zgłoszenia: **23.11.2015**

(51) Int.Cl.

**B01J 19/12 (2006.01)**

**B01F 13/08 (2006.01)**

**C12M 1/42 (2006.01)**

**C12N 13/00 (2006.01)**

(54)

**Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**05.06.2017 BUP 12/17**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**14.12.2020 WUP 20/20**

(73) Uprawniony z patentu:

**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET  
TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE,  
Szczecin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**RAFAŁ RAKOCZY, Szczecin, PL  
MARIAN KORDAS, Góralice, PL  
KAROL FIJAŁKOWSKI, Szczecin, PL  
MACIEJ KONOPACKI, Szczecin, PL  
ANNA ŻYWICKA, Łobez, PL  
DOROTA PEITLER, Lębork, PL  
RADOSŁAW DROZD, Szczecin, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Renata Zawadzka**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy przeznaczony do realizacji procesów chemicznych oraz bioprocessów prowadzonych z zastosowaniem materii ożywionej.

Stosowane w praktyce reaktory to przede wszystkim aparaty wyposażone w mieszadło lub mieszadła mechaniczne, cechujące się wytwarzaniem w mieszanym płynie naprężeń ścinających. Jest to szczególnie niekorzystne w przypadku realizacji bioprocessów, których finalnym produktem jest biomasa komórkowa. Zbyt wysoka częstość obrotów mieszadła lub mieszadeł mogą prowadzić do mechanicznej dezintegracji komórek mikroorganizmów, wpływając w ten sposób na jakość i ilość otrzymanego bioproduktu. Alternatywą do tradycyjnych rozwiązań konstrukcyjnych bioreaktorów jest zastosowanie aparatów wyposażonych w różnego typu generatory pól fizycznych (np. pole magnetyczne). Znane są rozwiązania konstrukcyjne reaktorów przeznaczonych do pracy w układach wielofazowych oraz z zastosowaniem zewnętrznego oddziaływania fizycznego w postaci pola magnetycznego. Istnieje jednak potrzeba ich dalszego doskonalenia w celu optymalizacji procesów otrzymywania produktów, przy uwzględnieniu aspektów ekonomicznych i skali produkcji. Zastosowanie pola magnetycznego, jako czynnika wspomagającego realizację procesów chemicznych lub bioprocessów można znaleźć w następujących opisach patentowych: CA2727665, CN101655054, CN102847477, CN103240016, CN202576087, DE102004026448, UA55792 C2; WO2007032472, WO2011/112601. Aplikację wirującego pola magnetycznego do uprawiania procesów mieszania, procesów chemicznych i produkcji biomasy można znaleźć w opisie patentowym PL219386 oraz polskich zgłoszeniach patentowych: P.409171, P.413072, P.412174 i europejskim zgłoszeniu patentowym EP3088509A1. W powyższych rozwiązaniach technicznych generowane pole magnetyczne cechuje się silną niejednorodnością oraz zmiennością w czasie i/lub przestrzeni. Wiąże to się z występowaniem w objętości roboczej obszarów o obniżonej wartości natężenia pola magnetycznego, co może prowadzić do generowania stref martwych w poddawanych oddziaływaniom zewnętrznego pola magnetycznego płynie. W przypadku wprowadzenia gazu do objętości roboczej niejednorodność oraz zmienność natężenia pola magnetycznego może powodować występowanie obszarów cechujących się gorzej rozwiniętą powierzchnią międzyfazową na granicy płyn-gaz. Dlatego też, celem jest zastosowanie dodatkowych elementów konstrukcyjnych, umożliwiających zintensyfikowanie procesu mieszania, zjawisk transportowych w mieszanym płynie oraz pozwalających na zwiększenie czasu przebywania w strefie oddziaływania pola magnetycznego. Rozwiązania konstrukcyjne aparatów do intensyfikacji procesów transportu masy w układach ciecz-gaz można znaleźć w następujących opisach patentowych: CN102796650, CN203737254, EP1170054, JP2012249608, SU1634309, SU1656172, US6220822, US2001/0022755 i WO9707877. Uwzględniając powyższe uwagi celem jest opracowanie urządzenia wykorzystującego pole magnetyczne do realizacji procesów lub bioprocessów z udziałem układów wielofazowych. Energia pola magnetycznego może zwiększać aktywność substancji chemicznych lub wpływać na mikroorganizmy, co ma bezpośrednie przełożenie na otrzymywany z tych przemian produkt. Dodatkowym argumentem na zastosowanie zewnętrznego przyłożonego pola magnetycznego w reaktorach jest pozytywny wpływ tego typu oddziaływania na proces wymiany masy na międzyfazowej ciecz-gaz.

Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy, według wynalazku, stosowany do realizacji procesów chemicznych oraz bioprocessów prowadzonych z zastosowaniem materii ożywionej, zawiera obudowę z pokrywą, dnem, króćcami, wewnętrzną centralną komorą oraz generator pola magnetycznego w przestrzeni pomiędzy obudową a wewnętrzną centralną komorą. Reaktor charakteryzuje się tym, że w wewnętrznej centralnej komorze ma trzy przegrody, umieszczone jedna nad drugą na wspólnym przelotowym przewodzie i ma ruchome dno. Korzystnie wspólny przelotowy przewodem doprowadzony jest gaz do wnętrza reaktora. Dno jest osadzone w centralnej komorze. Dno aparatu ma kształt odpowiadający kształtowi wnętrza centralnej komory, korzystnie kształt walca. Na swojej poboczniczy dno ma dwie szczeliny z osadzonym w nich uszczelnieniem. Zastosowane uszczelnienie umożliwia przesuwanie dna po wysokości centralnej komory. W ten sposób uzyskano możliwość regulowania objętości roboczej reaktora. Przelotowy przewód wprowadzony jest do wnętrza reaktora przez króciec centralny w pokrywie. Na końcu tego przewodu przyłączono prostopadle przewód rozprowadzający gaz. Pierwszą przegrodę (licząc od pokrywy centralnej komory) stanowi walec rozmieszczony osiowo do osi reaktora. Druga przegroda ma kształt dwóch stożków o wspólnej podstawie i wklęsłych powierzchniach bocznych i usytuowana jest w centralnej komorze (pod pierwszą przegrodą) w taki sposób, że wspólny przewód przechodzi przez oba wierzchołki stożków. Głównym zadaniem drugiej przegrody jest ukierunkowywanie strumieni cyrkulacyjnych w przepływającym płynie. Trzecią przegrodę (usytuowaną poniżej

drugiej przegrody) stanowi walec zamontowany w osi centralnej komory. Walec trzeciej przegrody na krawędzi od strony dna wyposażony jest w bełkotkę. Bełkotka połączona jest przewodem z przewodem przelotowym (doprowadzającym gaz). Przegrody pierwsza i trzecia połączone są z przelotowym przewodem (doprowadzającym gaz) za pomocą wspólnym przewodem stabilizatorami.

Walec pierwszej przegrody i/lub walec trzeciej przegrody od strony pokrywy mają wygiętą powierzchnię w stronę ścianki centralnej komory.

Korzystnie bełkotka mają kształt połowy cylindra.

Korzystnie pierwsza przegroda ma dwie pary stabilizatorów, jedną od strony pokrywy, drugą od strony drugiej przegrody.

Korzystnie trzecia przegroda ma parę stabilizatorów umieszczoną od strony drugiej przegrody.

Korzystnie ruchome dno ma centralny króciec spustowy.

Korzystnie generator pola magnetycznego jest wykonany z uzwojeń umożliwiających przepływ prądu trójfazowego. Przepływający prąd generuje wirujące pole magnetyczne, oddziałujące na płyn i/lub mikroorganizmy wewnątrz centralnej komory.

Korzystnie centralna komora wykonana jest z materiału nie wykazującego właściwości magnetycznych i nie tłumiącego zewnątrznie przyłożonego pola magnetycznego.

Korzystnie walec pierwszej przegrody mają identyczne wymiary geometryczne jak walec trzeciej przegrody.

Korzystnie górne krawędzie walca pierwszej przegrody i/lub walca trzeciej przegrody są wygięte o kąt nie większy niż  $45^\circ$ .

Korzystnie sumaryczna wysokość pierwszej, drugiej i trzeciej przegrody (wraz z odstępami pomiędzy nimi) nie jest większa od wysokości generatora pola magnetycznego.

Zaletą rozwiązania jest to, że pozwala na osiągnięcie zadawalającego stopnia burzliwości w objętości roboczej oraz uzyskanie odpowiednich pętli cyrkulacyjnych w mieszanym medium. Wpływa to pozytywnie na podniesienie wydajności prowadzonych reakcji chemicznych lub bioprocessów. Rozwiązanie konstrukcyjne według wynalazku pozwala na kontrolowanie występowania stref wznoszenia i opadania wewnątrz aparatu, co korzystnie wpływa na proces mieszania i wymiany masy w układzie gaz-ciecz. Dodatkowo procesy te są intensyfikowane poprzez zewnątrznie przyłożone pole magnetyczne.

Wspomagany magnetycznie bioreaktor wielofazowy według wynalazku przedstawiony jest w przykładach wykonania oraz na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia wspomagany magnetycznie bioreaktor wielofazowy w przekroju wzdłużnym, Fig. 2 przedstawia bełkotkę połączoną z płytami trzeciej przegrody i wspólnym przewodem w przekroju wzdłużnym, Fig. 3 przedstawia trzy przegrody na wspólnym przewodzie w widoku ogólnym, Fig. 4 przedstawia trzy przegrody na wspólnym przewodzie w przekroju osiowym, Fig. 5 przedstawia oznaczony na Fig. 3 przekrój pokazujący rozmieszczenie stref wznoszenia dla układu ciecz-gaz i opadania (ciecz) w obrębie pierwszej wkładki, Fig. 6 przedstawia oznaczony na Fig. 3 przekrój pokazujący rozmieszczenie stref wznoszenia dla układu ciecz-gaz i opadania (ciecz) w obrębie trzeciej wkładki.

### **Przykład I**

Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy zawiera obudowę 1 z pokrywą 2, dnem 3, wewnętrzną centralną komorą 4 i generatorem 5 pola magnetycznego w przestrzeni pomiędzy obudową 1 a wewnętrzną centralną komorą 4. Generator 5 pola magnetycznego jest wykonany z uzwojeń umożliwiających przepływ prądu trójfazowego. Centralna komora 4 wykonana jest z materiału nie wykazującego właściwości magnetycznych i nie tłumiącego zewnątrznie przyłożonego pola magnetycznego. Wewnętrzna centralna komora 4 ma trzy przegrody, umieszczone jedna nad drugą na wspólnym przelotowym przewodzie 6, służącym do doprowadzenia gazu do wnętrza reaktora. Przewód 6 wprowadzony jest do komory 4 centralnym króćcem 7 w pokrywie 2. Reaktor ma ruchome dno 3, które ma możliwość przesuwania się wzdłuż komory 4, dzięki czemu można dostosować wielkość przestrzeni roboczej komory 4. Pierwszą przegrodę (licząc od pokrywy 2) stanowi walec 8 umieszczony w osi reaktora. Walec 8, od strony pokrywy 2, ma wygiętą powierzchnię w stronę ścianki centralnej komory 4. Druga przegroda 9 ma kształt dwóch stożków o wspólnej podstawie i wklęsłych powierzchniach bocznych i usytuowana jest w centralnej komorze 4 w taki sposób, że wspólny przewód 6 przechodzi przez oba wierzchołki stożków. Trzecią przegrodę stanowi walec 10 umieszczony w osi centralnej komory. Walec 10, od strony pokrywy, ma wygiętą powierzchnię w stronę ścianki centralnej komory 4. Walec 10 na krawędziach od strony dna 3 wyposażony jest w bełkotkę 11, która ze wspólnym przewodem 6 połączona jest przewodem 12. Bełkotka 11 ma kształt połowy cylindra. Przegrody pierwsza i trzecia połączone są z wspólnym przewodem 6 stabilizatorami 13. Pokrywa 2 ma dwa dodatkowe króćce 14 do prowadzenia procesu

technologicznego. Trzy przegrody znajdują się w obszarze oddziaływania pola magnetycznego produkowanego przez generator 5 umieszczony na komorze 4. Zastosowane uszczelnienia pomiędzy dnem 3 a komorą 4 umożliwia regulację położenia dna 3 po wysokości komory 4. W ten sposób uzyskano możliwość regulowania objętości roboczej reaktora.

Zasada działania polega na wywołaniu ruchu płynu poprzez doprowadzenie do objętości roboczej, gazu wspólnym przewodem 6 połączonym z przewodem rozprzewadzającym 12 do bełkotki 11. Przepływające strumienie mieszaniny gaz-ciecz ślizgają się (od wewnątrz) na walcu 10 trzeciej przegrody oraz uderzają w drugą przegrodę 9, znajdującą się pomiędzy przegrodami pierwszą i trzecią. Dalej mieszanina gaz-ciecz ślizga się (na zewnątrz) przegrody 8. Następnie nad pierwszą przegrodą następuje oddzielenie gazu od cieczy, która opada wewnątrz przegrody 8 oraz na zewnątrz przegrody 10. Na wylocie z trzeciej przegrody następuje częściowe zassanie cieczy do strefy znajdującej się w pobliżu ścianek komory 4 oraz ciecz ta ponownie wpływa do trzeciej przegrody, w której następuje zasilenie jej nową porcją gazu. Ciecz i gaz opuszczający trzecią przegrodę trafia jednocześnie na drugą przegrodę, której zadaniem jest dalsze ukierunkowanie przepływa mieszaniny do pierwszej przegrody. Dla tej przegrody strefa wznoszenia znajduje się w pobliżu ścianek komory 4, natomiast strefa opadania znajduje się we wnętrzu pierwszej przegrody (wewnątrz walca 8).

#### **Przykład II**

Reaktor wykonany analogicznie jak w przykładzie I, przy czym dno 3 ma centralny króciec spustowy 15. Pierwsza przegroda ma dwie pary stabilizatorów, jedną 13 od strony pokrywy, drugą 13 od strony drugiej przegrody, zaś trzecia przegroda ma parę stabilizatorów 13 umieszczoną od strony drugiej przegrody. Walec 8 pierwszej przegrody ma identyczne wymiary geometryczne jak walec 10 trzeciej przegrody. Powierzchnie od strony pokrywy 2 walca 8 pierwszej przegrody i walca 10 trzeciej przegrody są wygięte o kąt  $45^\circ$  i stykają się z po bocznicą komory 4.

#### **Przykład III**

Reaktor wykonany analogicznie jak w przykładzie I, przy czym powierzchnie od strony pokrywy 2 walca 8 pierwszej przegrody i walca 10 trzeciej przegrody są płaskie (bez odgięcia jak w przykładzie I).

#### Wykaz oznaczeń

1. obudowa
2. pokrywa
3. ruchome dno
4. wewnętrzna centralna komora
5. generator pola magnetycznego
6. wspólny przelotowy przewód
7. króciec centralny w pokrywie 2
8. walec pierwszej przegrody
9. druga przegroda
10. walec trzeciej przegrody
11. bełkotka
12. przewód łączący bełkotkę 11 ze wspólnym przewodem 6
13. stabilizator
14. króciec w pokrywie 2
15. króciec spustowy w dnie 3

#### **Zastrzeżenia patentowe**

1. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy stosowany do realizacji procesów chemicznych oraz bioprocessów prowadzonych z zastosowaniem materii żywej, zawierający obudowę z pokrywą, dnem, króćcami, wewnętrzną centralną komorą i generatorem pola magnetycznego w przestrzeni pomiędzy obudową a wewnętrzną centralną komorą, **znamienny tym**, że w wewnętrznej centralnej komorze (4) ma trzy przegrody, umieszczone jedna nad drugą na wspólnym przelotowym przewodzie (6) i ma ruchome dno (3), przy czym pierwszą przegrodę stanowi walec (8) rozmieszczony w osi reaktora, druga przegroda (9) ma kształt dwóch stożków o wspólnej podstawie oraz wklęsłych powierzchniach bocznych i usytuowana jest

- w centralnej komorze (4) w taki sposób, że wspólny przewód (6) przechodzi przez oba wierzchołki stożków, zaś trzecią przegrodę stanowi walec (10) umieszczony w osi reaktora, a na krawędziach od strony dna (3) wyposażona jest w bełkotkę (11), która ze wspólnym przewodem (12) połączona jest przewodem (6), przy czym przegrody pierwsza i trzecia połączone są ze wspólnym przewodem (6) stabilizatorami (13).
2. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że walec (8) pierwszej przegrody i/lub walec (10) trzeciej przegrody od strony pokrywy (2) mają wygiętą powierzchnię w stronę ścianki centralnej komory (4).
  3. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że bełkotka (11) ma kształt połowy cylindra.
  4. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwsza przegroda ma dwie pary stabilizatorów, jedną (13) od strony pokrywy (2), drugą (13) od strony drugiej przegrody.
  5. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1 albo 3, **znamienny tym**, że trzecia przegroda ma parę stabilizatorów (13) umieszczoną od strony drugiej przegrody.
  6. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ruchome dno (3) ma centralny spustowy króciec (15).
  7. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że generator (5) pola magnetycznego jest wykonany z uzwojeń umożliwiających przepływ prądu trójfazowego.
  8. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że centralna komora (4) wykonana jest z materiału nie wykazującego właściwości magnetycznych i nie tłumiącego zewnątrznie przyłożonego pola magnetycznego.
  9. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że walec (8) pierwszej przegrody ma identyczne wymiary geometryczne jak walec (10) trzeciej przegrody.
  10. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 2, **znamienny tym**, że powierzchnia walca (8) pierwszej przegrody i/lub powierzchnia walca (10) przegrody trzeciej są wygięte o kąt nie większy niż  $45^\circ$ .
  11. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sumaryczna wysokość pierwszej, drugiej i trzeciej przegrody nie jest większa od wysokości generatora (5) pola magnetycznego.

## Rysunki

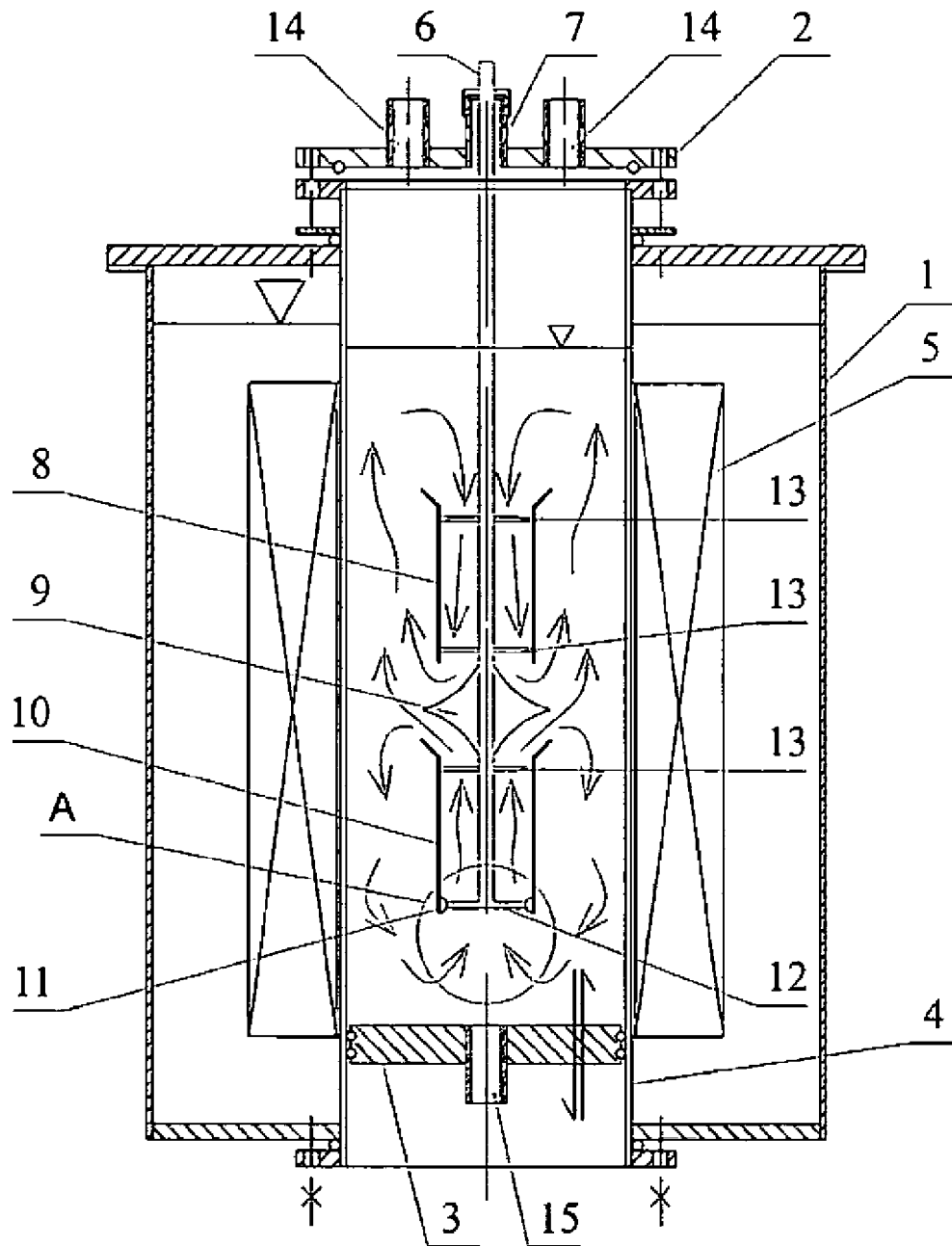


Fig. 1

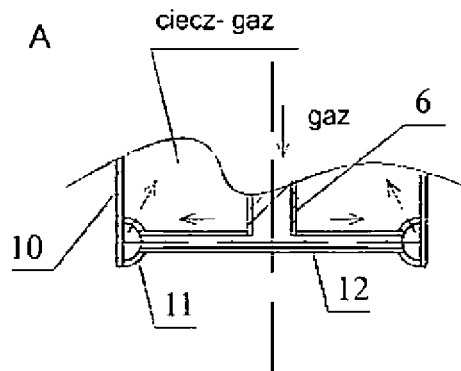


Fig. 2

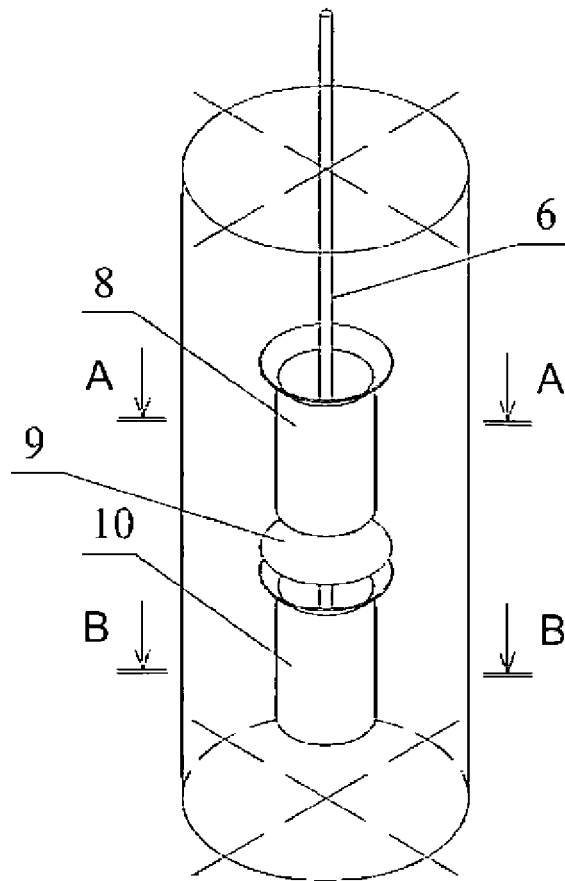


Fig. 3

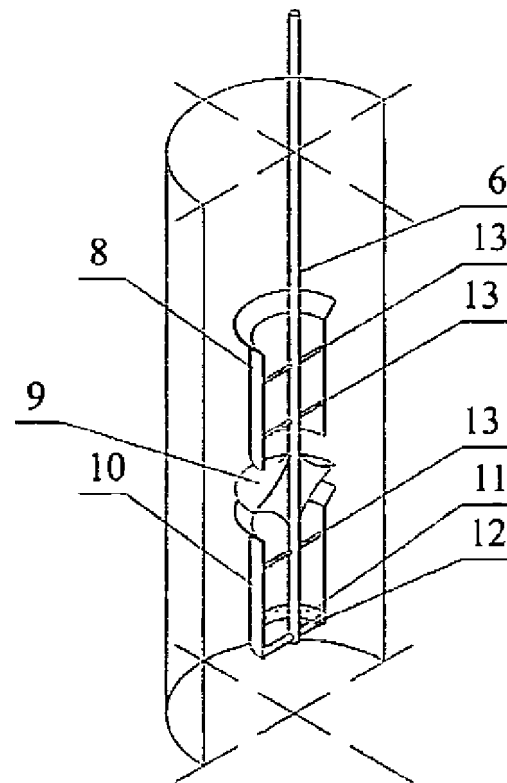


Fig. 4

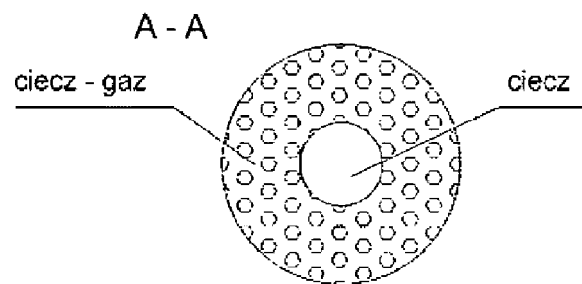


Fig. 5

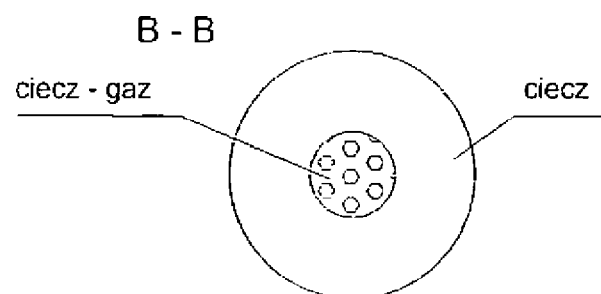


Fig. 6