

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **236156**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **414877**

(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
MICHALINA ADASZYŃSKA, Żabówko, PL
MACIEJ KONOPACKI, Szczecin, PL
ANNA ŻYWICKA, Łobez, PL
DOROTA PEITLER, Lębork, PL
RADOSŁAW DROZD, Szczecin, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Renata Zawadzka

PL 236156 B1

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. Alternatywy 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, DE 102004026448, UA55792 C2, WO2007032472, WO2011/112601. Aplikację wirującego pola magnetycznego do uprawnienia procesów mieszania, procesów chemicznych i produkcji biomasy można znaleźć w opisie patentowym PL 219386 oraz w polskich zgłoszeniach patentowych: P.409171, P.413072, P.412174 i europejskim zgłoszeniu 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: CN 102796650, CN 203737254, EP 1170054, JP 2012249608, SU 1634309, SU 1656172, US 6220822, US 2001/0022755 i WO 9707877.

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 przywożonego pola magnetycznego w reaktorach jest pozytywny wpływ tego typu oddziaływania na proces wymiany masy na granicy 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. Dno jest osadzone w centralnej komorze. Dno aparatu ma kształt odpowiadający kształtowi wnętrza centralnej komory, korzystnie kształt walca. Na swojej poboczny 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. Korzystnie przewód ten doprowadza gaz do wnętrza reaktora. Na końcu tego przewodu przyłączono prostopadle przewód rozprowadzający gaz. Pierwszą przegrodę stanowią dwie, równoległe do siebie i do osi reaktora, prostokątne płyty. Druga przegroda ma kształt prostopadłościanu, o wklęsłych powierzchniach bocznych i usytuowana jest w centralnej komorze (pod pierwszą przegrodą) w taki sposób, że przelotowy przewód przechodzi przez równoległe krawędzie wklęsłych

powierzchni bocznych. Głównym zadaniem drugiej przegrody jest ukierunkowywanie strumieni cyrkulacyjnych w przepływającym płynie. Trzecią przegrodę (usytuowaną poniżej drugiej przegrody) stanowią dwie, równoległe do siebie i do osi reaktora, prostokątne płyty. Płyty trzeciej przegrody na krawędziach od strony dna wyposażone są w bełkotki. Bełkotki ze wspólnym przewodem połączone są z przelotowym przewodem. Przegrody pierwsza i trzecia połączone są z przelotowym przewodem za pomocą stabilizatorów.

Korzystnie prostokątne płyty pierwszej przegrody i/lub prostokątne płyty trzeciej przegrody mają krawędzie, od strony pokrywy wygięte w stronę ścianki komory. Korzystnie bełkotki 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 zewnętrznemu przyłożonego pola magnetycznego. Korzystnie płyty pierwszej przegrody mają identyczne wymiary geometryczne jak płyty przegrody trzeciej.

Korzystnie płyty pierwszej przegrody i płyty przegrody trzeciej są wygięte o kąt nie większy niż 45° .

Korzystnie płyty pierwszej przegrody i/lub płyty przegrody trzeciej stykają się z poboczną komory, w wyniku czego w aparacie powstają wydzielone strefy.

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 ono 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 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 zewnętrznemu 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 osadzone na przelotowym przewodzie w widoku ogólnym, Fig. 4 przedstawia trzy przegrody na przelotowym przewodzie w przekroju osiowym. Fig. 5 przedstawia oznaczony na Fig. 3 przedstawia rozmieszczenie stref wznoszenia dla układu ciecz-gaz i opadania (ciecz) w obrębie pierwszej wkładki w przekroju, Fig. 6 przedstawia oznaczony na Fig. 3 pokazuje rozmieszczenie stref wznoszenia dla układu ciecz-gaz i opadania (ciecz) w obrębie trzeciej wkładki w przekroju.

P r z y k ł a d 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 zewnętrznemu przyłożonego pola magnetycznego. W wewnętrznej centralnej komorze 4 rozmieszczone są, jedna nad drugą, trzy przegrody. Przegrody te osadzone są na przelotowym przewodzie 6. 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) stanowią dwie, równoległe do siebie i do osi reaktora, prostokątne płyty 8 o krawędziach, od strony pokrywy 2, wygiętych w stronę ścianki komory 4. Druga przegroda 9 ma kształt prostopadłościanu o wklęsłych powierzchniach bocznych i usytuowana jest w komorze 4 w taki sposób, że przelotowy przewód 6 przechodzi przez jej zamkniętą komorę. Trzecią przegrodę stanowią dwie, równoległe do siebie i do osi reaktora, prostokątne płyty 10 o krawędziach, od strony pokrywy 2 wygiętych w stronę ścianki komory 4. Płyty 10 na krawędziach od strony dna 3 wyposażone są w bełkotki 11, które ze wspólnym przewodem 6 połączone są przewodem 12. Bełkotki 11 mają kształt połowy cylindra.

Przegrody pierwsza i trzecia połączone są ze 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 w 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 poprzez przelotowy przewód 6, połączony z przewodami rozprowadzającymi 12 do bełkotek 11. Przepływające strumienie mieszaniny gaz-ciecz ślizgają się po wewnętrznej stronie płyt 10 trzeciej przegrody oraz uderzają w drugą przegrodę 9 znajdującą się pomiędzy przegrodami pierwszą i trzecią. Dalej mieszanina gaz-ciecz ślizga się po zewnętrznej stronie płyt 8. Następnie nad pierwszą przegrodą następuje oddzielenie gazu od cieczy która opada wewnątrz przegród 8 oraz na zewnątrz przegród 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 przepływu 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 (pomiędzy płytami 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 2, drugą 13 od strony drugiej przegrody, zaś trzecia przegroda ma parę stabilizatorów 13 umieszczoną od strony drugiej przegrody. Płyty 8 pierwszej przegrody mają identyczne wymiary geometryczne jak płyty 10 trzeciej przegrody. Płyty 8 pierwszej przegrody i płyty 10 trzeciej przegrody są wygięte o kąt 45° i stykają się z poboczną komory 4.

Przykład III

Reaktor wykonany analogicznie jak w przykładzie I, przy czym płyty 8 pierwszej przegrody i płyty 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. płyty pierwszej przegrody
9. druga przegroda
10. płyta 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 ożywionej, zawierający obudowę z pokrywą, dnem, króćcami, wewnętrzną centralną komorą i generator 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 przelotowym przewodzie (6) i ma ruchome dno (3), przy czym pierwszą przegrodę stanowią dwie, równoległe do siebie i do osi reaktora, prostokątne płyty (8), druga przegroda (9) ma

- kształt prostopadłościanu o wklęsłych powierzchniach bocznych i usytuowana jest w komorze (4) w taki sposób, że przelotowy przewód (6) przechodzi przez równoległe krawędzie wklęsłych powierzchni bocznych, zaś trzecią przegrodę stanowią dwie, równoległe do siebie i do osi reaktora, prostokątne płyty (10), a na krawędziach od strony dna (3) wyposażone są w belkotki (11), które ze wspólnym przewodem (6) połączone są przewodem (12), 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 prostokątne płyty (8) pierwszej przegrody i/lub prostokątne płyty (10) trzeciej przegrody mają krawędzie, od strony pokrywy (2) wygięte w stronę ścianki komory (4).
 3. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że belkotki (11) mają 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, drugą (13) od strony drugiej przegrody.
 5. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1 albo 4, **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 króciec (15) spustowy.
 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 płyty (8) pierwszej przegrody mają identyczne wymiary geometryczne jak płyty (10) trzeciej przegrody.
 10. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 2, **znamienny tym**, że płyty (8) pierwszej przegrody i płyty (10) trzeciej przegrody są wygięte o kąt nie większy niż 45° .
 11. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że płyty (8) pierwszej przegrody i/lub płyty (10) trzeciej przegrody stykają się z pobocznicą komory (4).
 12. Wspomagany magnetycznie reaktor wielofazowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sumaryczna wysokość pierwszej, drugiej i trzeciej przegrody nie jest większa od wysokości generatora (5) magnetycznego.

Rysunki

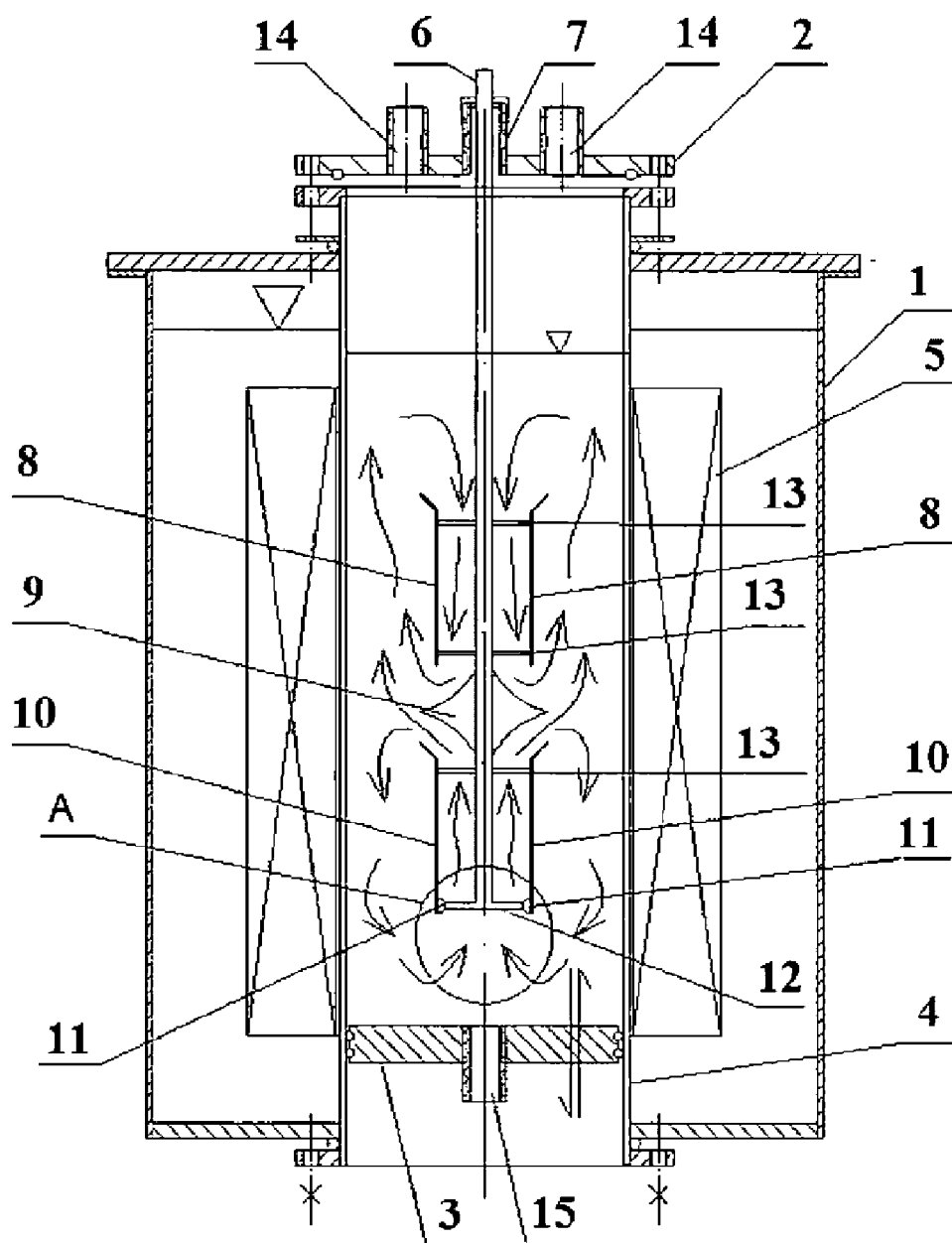


Fig. 1

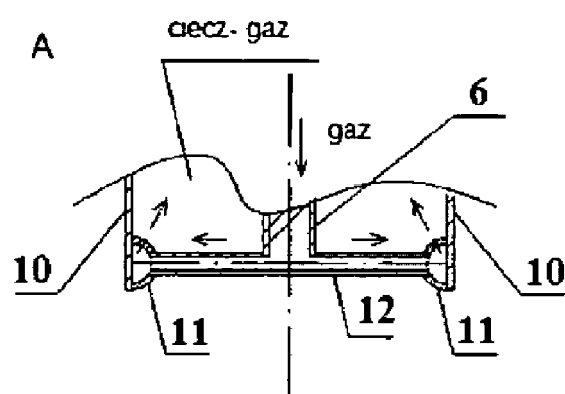


Fig. 2

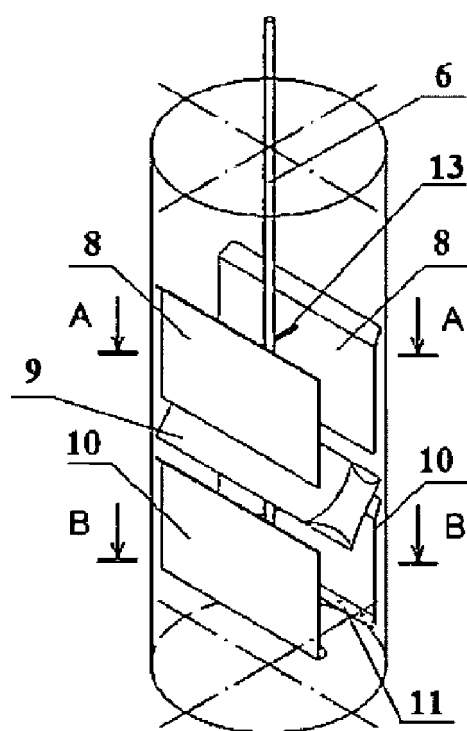


Fig. 3

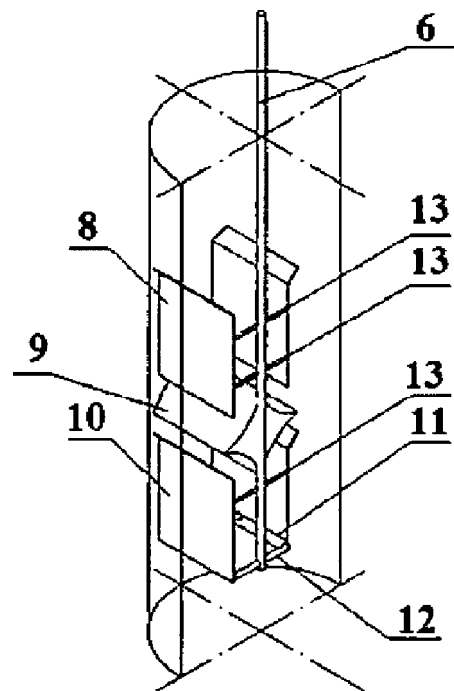


Fig. 4

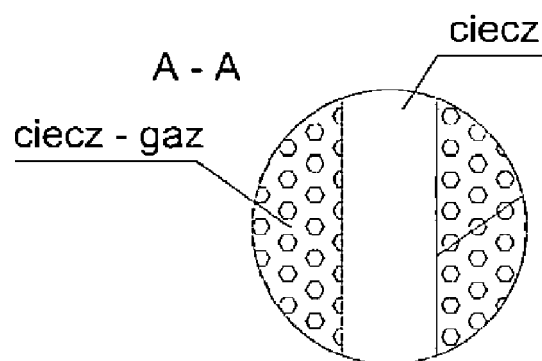


Fig. 5

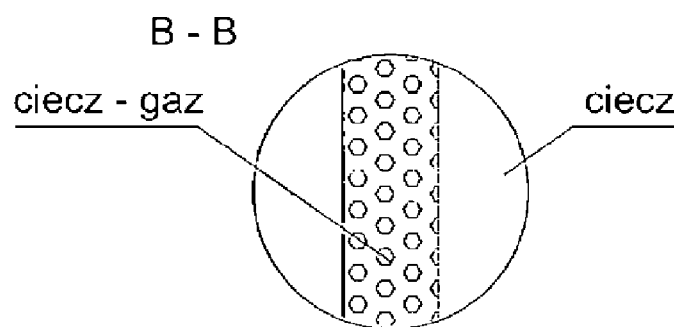


Fig. 6