



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr

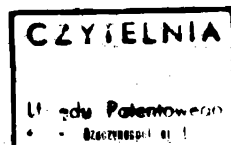
Int. Cl.² B01J 8/16
B01J 1/00

Zgłoszono: 28.12.78 (P.212308)

Pierwszeństwo:

Zgłoszenie ogłoszono: 19.11.79

Opis patentowy opublikowano: 01.07.1982



Twórca wynalazku: Ryszard Krauze

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Łódzka, Łódź (Polska)

**Aparat kolumnowy pulsacyjny do przeciwprowodowego
kontaktu faz ciekłej i stałej**

1

Przedmiotem wynalazku jest aparat kolumnowy pulsacyjny o działaniu ciągłym do przeciwprowodowego kontaktu faz ciekłej i stałej, przeznaczony do prowadzenia procesów, w których jedną fazę stanowi ciecz a drugą rozdrobnione, łatwo sedymentujące ciało stałe. Aparat może być stosowany do procesów ługowania, adsorpcji, rozpuszczania, wymiany jonów oraz reakcji chemicznych.

Procesy zachodzące w układach ciecz — ciało stałe prowadzone są dotychczas w aparatach o działaniu periodycznym lub ciągłym. Do aparatów periodycznych należą różnej konstrukcji mieszalniki oraz zbiorniki i kolumny z nieruchomą warstwą fazy stałej. Aparaty o działaniu ciągłym posiadają konstrukcję poziomych bębnow obrotowych lub pionowych kolumn, wyposażonych wewnątrz w różne urządzenia mechaniczne umożliwiające przemieszczanie w sposób ciągły rozdrobnionej fazy stałej wzdłuż aparatu. Znane aparaty opisane są w książkach: G.A.Aksielruda, W.M.Łysiańskiego, pt. „Ekstragирование. Система твердого тела-жидкость”, Izdatelstwo „Chimia”, Leningrad 1974, s. 188, G.A.Aksielruda, A.D.Molczanowa pt. „Rastworienie tverdykh veshchestw”, Izdatelstwo „Chimia”, Moskwa 1977, s. 176, J.G.Brennana, J.R.Buttersa, N.D.Cowella, A.E.V.Lilly, pt. „Food Engineering Operations, Applied Science”, Publishers LTD. London 1976, s. 175 oraz w czasopiśmie „Chemical Engineering” 72 (6), 157 (1965).

Aparaty o działaniu periodycznym, charakteryzujące się stosunkowo prostą konstrukcją są mało efektywne w

2

działaniu. Niekorzystny rozkład stężenia składników w aparatach tego typu przyczynia się do zmniejszenia średniej siły napędowej procesu, w wyniku czego jest osiągnięta niska sprawność aparatu a proces wymaga długiego czasu kontaktu faz. Znaczna część czasu jest w omawianym przypadku niewykorzystana produkcyjnie ze względu na rozładunek i załadunek aparatu. Niedogodności w obsłudze stanowią dodatkową ich wadę.

Aparaty o działaniu ciągłym, szczególnie pracujące w przeciwprowodowym ruchu faz są znacznie bardziej sprawne i wydajne. Do ich głównych wad należy zaliczyć: niepełne wykorzystanie objętości aparatu do kontaktu faz, stosunkowo szybkie zużywanie się części ruchomych wewnętrznych urządzeń, powodujących ruch fazy stałej, znaczna awaryjność tych urządzeń, trudny dostęp w celu ich naprawy a także duże zużycie energii, zwłaszcza elektrycznej, do napędu ruchomych części lub całych aparatów.

Zastosowanie dodatkowych impulsów jak np. pulsacji mechanicznej, pozwala na znaczną intensyfikację procesów przebiegających w układach ciało stałe — ciecz. Aparat kolumnowy z wykorzystaniem pulsacji został opisany w czasopiśmie „Industrial and Engineering Chemistry” 54 (11), 24 (1962).

Główną część aparatu stanowi pionowa rura, wewnątrz której znajdują się perforowane półki z przesypami fazy ciekłej. Na każdej półce umieszczona jest warstwa stalowych kulek, spełniająca rolę filtra rozdrobnionej

fazy stałej. W dolnej części aparat połączony jest z pulsatorem fazy ciekłej. Aparat pracuje w przeciwnym kierunku. Ciało stałe przysypuje się z półki na półkę z góry w dół aparatu, natomiast ciecz przepływa z dołu do góry. Pulsująca ciecz wprowadza w ruch pulsacyjny ziarna fazy stałej co jest niezbędne dla zapewnienia prawidłowego ruchu ciała stałego na półkach i wzdłuż aparatu. Wadami tego aparatu są: niepełne wykorzystanie jego objętości do kontaktu faz, co znacznie zwiększa wysokość całego urządzenia, niezgodność kierunku przepływu fazy ciekłej z prądem naturalnym, co stwarza sprzyjające warunki do spotęgowania niekorzystnego zjawiska mieszania wzdłużnego tej fazy w wyniku czego zostaje zmniejszona sprawność aparatu, możliwość zapychania przesypów fazy stałej z półki na półkę i niedogodności z ich oczyszczaniem.

Aparat kolumnowy pulsacyjny do przeciwnieprądowego kontaktu faz ciekłej i stałej, według wynalazku stanowi cylindryczny zbiornik o pionowej osi symetrii, zamknięty od góry wypukłą lub płaską dennicą, zaś od dołu stożkowym dnem, którego najniższą odłączoną część, przymocowaną do korpusu za pomocą kołnierzy posiada kształt odcinka kuli. Wewnątrz aparatu, pomiędzy kołnierzami dzielonego dna zbiornika, umieszczona jest ruchoma membrana, połączona sztywnym łącznikiem z wałem korbowym pulsatora. Łącznik wyprowadzony jest na zewnątrz zbiornika poprzez dławnicę lub osłonę zapewniającą szczelność komory gazowej, zawartej między membraną a dolną częścią dna aparatu. Do przestrzeni tej dołączony jest przewód doprowadzający powietrze lub gaz obojętny w celu skompensowania parcia hydrostatycznego słupa cieczy na membranę. Pulsator za pomocą membrany wprowadza w ruch drgający fazę ciekłą i stałą, dzięki czemu umożliwia przemieszczanie się fazy stałej w aparacie w wybranym kierunku.

W cylindrycznej części zbiornika nieco powyżej połączenia z dnem stożkowym, znajduje się ruszt nośny fazy stałej, wykonany z płaskowników usytuowanych równolegle obok siebie lub z blachy perforowanej zamocowanej na wspornikach. Na ruszcie znajduje się filtr o wysokości około 30 mm, złożony z metalowych lub ceramicznych ziaren izometrycznych w kształcie kulek, sześciątów czy walców, przy czym gęstość materiału ziaren filtru winna być znacznie większa od gęstości fazy stałej stosowanej w prowadzonym procesie technologicznym. Warstwa ziaren spełnia rolę ruchomego filtra dla fazy stałej i zapobiega przedostawaniu się jej do przestrzeni pod rusztem a jednocześnie przeciwdziała zatykaniu szczelin i otworów rusztu.

Zbiornik wyposażony jest w przewody doprowadzające i odprowadzające fazę ciekłą i stałą z zachowaniem przepływu przeciwnieprądowego. Punkty doprowadzenia i odprowadzenia fazy ciekłej znajdują się: jeden w dnie stożkowym aparatu tuż nad membraną, drugi w górnej cylindrycznej części zbiornika na poziomie zwierciadła cieczy. Doprowadzenie fazy ciekłej do aparatu może nastąpić od góry lub dołu, tak aby zachowana była zgodność przepływu tej fazy z prądem naturalnym. Faza stała może być doprowadzana i odprowadzana z aparatu, w zależności od procesu technologicznego i kierunku ruchu

fazy ciekłej, u góry lub na dole zbiornika. O miejscu doprowadzenia fazy stałej do aparatu decyduje zasada zachowania przeciwnieprądu w stosunku do fazy ciekłej oraz zgodność kierunku ruchu fazy stałej w aparacie z kierunkiem zmniejszania się gęstości lub wymiarów ziaren tej fazy w trakcie procesu technologicznego.

Faza stała wprowadzana jest do aparatu pionowym przewodem zasilającym o średnicy co najmniej kilkunastokrotnie większej od rozmiaru ziarna, przenikającym swobodnie do wnętrza aparatu poprzez króciec usytuowany na skraju dennicy zbiornika. Górna część przewodu zasilającego jest nałożona współśrodkowo na końcowy odcinek przewodu doprowadzającego fazę stałą, dzięki czemu istnieje możliwość przesuwania rury zasilającej w kierunku pionowym wzdłuż jej osi, a tym samym regulacji wysokości położenia dolnej krawędzi tego przewodu względem poziomu rusztu. Przestrzenie między przewodem zasilającym i króćcem oraz przewodem zasilającym i końcowym odcinkiem przewodu doprowadzającego fazę stałą są uszczelnione za pomocą dławnic.

Odprowadzenie fazy stałej z aparatu odbywa się przewodem o średnicy kilkunastokrotnie większej od rozmiaru ziarna, usytuowanym wewnątrz aparatu przy przeciwległej ścianie w stosunku do przewodu zasilającego. Przewód odprowadzający fazę stałą jest złożony z dwóch części połączonych rozłącznikiem nad rusztem, przy czym górna część tego przewodu posiada na wysokości przesypu ziaren fazy stałej otwory, natomiast dolna część przewodu przenikając przez ruszt i stożkowe dno wyprowadzana jest na zewnątrz aparatu, gdzie jest zaopatrzona w zawór zasurowy do regulacji natężenia odpływu fazy stałej. Górna część przewodu wyprowadzona jest na zewnątrz aparatu przez otwór króćca dennicy i zakończona kołnierzem zamykającym. Odcinek wewnętrzny w dolnej części połączony jest z końcówką przewodu odprowadzającego, wystającego ponad ruszt nośny. Rozłączne połączenie obu odcinków przewodu odprowadzającego, na wysokości rusztu wewnątrz aparatu, jak również wyprowadzenie końcówki odcinka wewnętrznego przewodu poprzez króciec w dennicy jest uszczelnione. Konstrukcja przewodu odprowadzającego fazę stałą zapewnia w tym przypadku szczelność i sztywność układu, a jednocześnie umożliwia w razie potrzeby opróżnienie całego aparatu z fazy stałej przez uniesienie odcinka wewnętrznego rury odprowadzającej. W przypadku ruchu fazy stałej w aparacie w kierunku z góry na dół, górna krawędź przewodu odprowadzającego winna się znajdować w odległości 30–90 mm nad poziomem rusztu.

W dennicy zbiornika aparatu znajduje się ponadto króciec z zaworem do odpowietrzania lub doprowadzania gazu obojętnego do komory gazowej, znajdującej się w aparacie ponad zwierciadłem cieczy.

Aparat według wynalazku może być zaopatrzony w płaszcz grzejny lub chłodzący oraz warstwę izolacji cieplnej, co pozwala na prowadzenie procesów w odpowiednich temperaturach.

W czasie eksploatacji, zbiornik aparatu, według wynalazku wypełniony jest fazą ciekłą od poziomu membrany do wysokości kilkadziesiąt milimetrów poniżej połącze-

nia dennicy z częścią cylindryczną. Warstwa fazy stałej zajmuje w aparacie przestrzeń między górną powierzchnią ziaren filtru ruchomego, a przekrojem na wysokości otworów przesypowych w przewodzie odprowadzającym.

Właściwa praca aparatu kolumnowego pulsacyjnego zachodzi przy działającym pulsatorze membranowym, który wywołując równoległe do osi aparatu drgania fazy ciekłej i stałej stwarza bardzo korzystne warunki kontaktu faz. Aparat przeznaczony jest szczególnie do pracy ciągłej w warunkach przeciwprądowego ruchu faz ciekłej i stałej, może także pracować w warunkach współprądowego kontaktu faz, jak również jako urządzenie o działaniu periodycznym. W szczególnych przypadkach, aparat może pracować bez pulsacji, jednakże osiągana wówczas sprawność zachodzącego procesu jest stosunkowo niska.

Wykorzystanie części fazy ciekłej jako nośnika fazy stałej znacznie ułatwia ruch tej fazy w przewodach rurowych. W tym celu część fazy ciekłej, odpływającej z aparatu może być podawana w sposób ciągły do przewodu rurowego fazy stałej. Analogicznie, część fazy ciekłej świeżo odpływającej do aparatu a odbieranej wraz z fazą stałą, może być po rozdzieleniu faz zwracana ponownie do przewodu zasilającego aparat fazą ciekłą. Wytworzone obiegi kołowe części fazy ciekłej, odpływającej i dopływającej do aparatu, zapobiegają zapychaniu przewodów fazą stałą a jednocześnie przyczyniają się do uzyskania dodatkowych, korzystnych efektów z punktu widzenia sprawności i zachodzącego procesu, jakości uzyskiwanych produktów oraz wydajności aparatu.

Aparat kolumnowy pulsacyjny, według wynalazku, jest urządzeniem wysokosprawnym i wydajnym. W zależności od rodzaju procesu sprawność a zarazem i wydajność aparatu jest wyższa od kilkunastu do kilkuset % od sprawności analogicznych urządzeń bez stosowania pulsacji. Konstrukcja aparatu zapewnia w procesie technologicznym wysoki stopień wykorzystania powierzchni międzyfazowej ciecz — ciało stałe, dużą burzliwość opływu ziaren fazy stałej przez ciecz nawet przy niewielkich natężeniach przepływu fazy ciekłej, a także dobre wykorzystanie objętości aparatu. Aparat jest urządzeniem o prostej konstrukcji, łatwym w wykonaniu oraz stosunkowo mało materiałochłonnym. Dzięki wysokiej szczelności oraz możliwości pracy w atmosferze gazu obojętnego zapewnia on bezpieczne dla życia i zdrowia warunki pracy ludziom nadzorującym przebieg procesu. Prosta obsługa urządzenia, łatwość włączenia aparatu do systemu automatycznego sterowania procesem, duża elastyczność pracy aparatu w warunkach zmniejszającego się obciążenia, jednolita jakość uzyskiwanych produktów stanowią dalsze istotne zalety wynalazku. Aparat kolumnowy pulsacyjny posiada tylko jedną ruchomą część w postaci membrany i jest urządzeniem mało energochłonnym.

Dzięki zastosowaniu komory gazowej pod membraną, istnieje możliwość kompensacji ciśnieniem gazu parcia hydrostatycznego słupa cieczy, co powoduje znaczne poważne zmniejszenie mocy silnika napędzającego pulsator. Pulsacyjny ruch faz w aparacie w dużym stopniu

zmniejsza opory wnikania ciepła w warstwie przysciennej po stronie kontaktujących się faz ciekłej i stałej, co warunkuje dobre wykorzystanie czynnika grzejącego lub chłodzącego, doprowadzanych do płaszcza aparatu.

Zastosowanie aparatu według wynalazku umożliwia obniżenie ogólnych kosztów prowadzenia procesów o 15 do 30% w stosunku do nakładów niezbędnych do prowadzenia tych procesów w aparatach tradycyjnych.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym przedstawiono aparat pulsacyjny w przekroju podłużnym.

Aparat według wynalazku stanowi cylindryczny zbiornik 1 o pionowej osi symetrii, zamknięty od góry dennicą 2, zaś od dołu stożkowym dnem 3, którego najniższa, odłączona część 4, posiada kształt odcinka kuli i jest przymocowana do dna 3 za pomocą kołnierzy 5. Wewnątrz stożkowego dna 3 między kołnierzami 5 znajduje się ruchoma membrana 6, połączona sztywnym łącznikiem 7 z wałem korbowym pulsatora 8. Łącznik 7 wyprowadzony jest na zewnątrz aparatu poprzez osłonę 9, uszczelniającą komorę gazową 10, zawartą między membraną 6 a odłączoną częścią dna 4. Komora 10 posiada króciec 11 z zaworem do doprowadzenia powietrza lub gazu obojętnego. W stożkowym dnie 3, powyżej membrany 6, znajduje się króciec 12 z zaworem do odprowadzania fazy ciekłej z aparatu. W dolnej cylindrycznej części zbiornika 1 jest umieszczony ruszt nośny fazy stałej 13 o szerokości szczeliny 3 mm i wolnym przekroju 40%, wykonany z płaskowników. Na ruszcie 13 znajduje się ruchomy filtr 14 o wysokości 30 mm usypany z metalowych ziaren izometrycznych w kształcie walców o wymiarach 4 mm. Zbiornik 1 jest wyposażony w przewód rurowy 15 do odprowadzania fazy stałej z aparatu. Przewód 15 jest złożony z dwóch części połączonych rozłącznikiem nad rusztem 13, przy czym górna część tego przewodu 15 posiada na wysokości przesyłu ziaren fazy stałej dwa prostokątne otwory i jest wyprowadzona na zewnątrz aparatu przez otwór króćca 16 usytuowanego w dennicy 2. Dolna część przewodu 15 po przejściu przez ruszt 13 jest zagięta po łuku i po wyprowadzeniu na zewnątrz przez ściankę stożkowego dna 3 jest zakończona króćcem 17 oraz zaworem zasuwowym 18 do regulacji odpływu fazy stałej. Rozłączne połączenie przewodu 15 umożliwia jego przesuwanie w kierunku do góry w celu zabezpieczenia możliwości całkowitego opróżnienia zbiornika 1 z fazy stałej przez dolny, zagięty odcinek przewodu odprowadzającego 15. Dennica 2 wyposażona jest dodatkowo w króciec 19 z zaworem do odpowietrzania lub odprowadzania gazu obojętnego do komory gazowej 20, znajdującej się nad zwierciadłem cieczy wewnątrz zbiornika 1 oraz w króciec 21, którego otworem wprowadzony jest do wnętrza zbiornika 1 przewód rurowy 22 do zasilania fazą stałą. Górna część tego zasilającego przewodu 22 jest nałożona współśrodkowo na końcowy odcinek rurowego przewodu 23 do doprowadzania fazy stałej co zapewnia możliwość przesuwania przewodu zasilającego 22 w celu regulacji odległości między dolną krawędzią zasilającego przewodu 22 i rusztem 13, a tym samym zapewnia regulację natężenia zasilania aparatu fazą stałą.

Cylindryczna część zbiornika 1 aparatu jest wyposażona w górnej części w króciec 24 z zaworem do doprowadzania fazy ciekłej oraz jest otoczona z zewnątrz płaszczem grzeijnym 25, zaopatrzonym w odpowiednie króćce wlotowy i wylotowy. Nadto cały aparat jest osłonięty warstwą izolacji cieplnej 26. Przewody doprowadzający 22 i odprowadzający 15 są uszczelnione w miejscach przechodzenia przez króćce 21 i 16 zbiornika 1.

W aparacie według wynalazku gęstość fazy ciekłej wzrasta znacznie w czasie zachodzącego procesu. Kierunek przepływu fazy ciekłej odbywa się z góry w dół aparatu i jest zgodny z kierunkiem prądu naturalnego. Faza stała przepływa w przeciwnym kierunku do cieczy, czyli od dołu do góry.

Działanie urządzenia zostanie omówione na przykładzie pracy aparatu kolumnowego, według wynalazku, przy włączonym pulsatorze 8, który wprawia w ruch pulsacyjny za pomocą łącznika 7 i membrany 6 fazę ciekłą zawartą w zbiorniku 1. Podczas intensywnej pulsacji fazy ciekłej, warstwa ziaren fazy stałej, znajdująca się w zbiorniku 1, podlega również pulsacji. Na skutek różnej amplitudy drgań fazy stałej i ciekłej oraz opóźnienia drgań fazy stałej w stosunku do cieczy, wytworzone zostają w aparacie bardzo korzystne warunki kontaktu międzyfazowego. Aparat zasilany jest fazą ciekłą i stałą w sposób ciągły. Ziarna fazy stałej doprowadzane są przewodem zasilającym 22 do dolnego przekroju zbiornika 1, skąd podczas pracy aparatu przemieszczają się w górę do poziomu przesypu, ustalonego wysokością położenia prostokątnych otworów przesypowych w przewodzie odprowadzającym 15. Faza stała odprowadzana jest z aparatu z pewną ilością cieczy poprzez króciec wylotowy 17 przewodu odprowadzającego 15 oraz zawór 18. Faza ciekła dopływa do aparatu w przekroju górnym, króćcem 24 a odpływa króćcem 12 w dolnej części aparatu, poniżej rusztu nośnego 13. Wypadkowy ruch faz ciekłej i stałej w aparacie jest przeciwny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Aparat kolumnowy pulsacyjny do przeciwnyprądowego kontaktu fazy ciekłej i stałej, w postaci cylindrycznego zbiornika, zamkniętego od góry dennicą, natomiast od dołu stożkowym dnem, zakończonym kuli-

stym wierzchołkiem, ~~znamienny~~ tym, że w stożkowym dnie (3) w płaszczyźnie prostopadłej do osi zbiornika (1) jest umieszczona ruchoma membrana (6), połączona z pulsatorem (8), tworząca z kulistym dnem (4) komorę gazową (10) zaopatrzoną w króciec (11) do doprowadzenia gazu, natomiast w cylindrycznej, dolnej części zbiornika (1) jest usytuowany ruszt nośny (13), na którym znajduje się filtr (14), w postaci warstwy ziaren izometrycznych, nadto zbiornik (1) jest wyposażony w przewód (22) zasilający aparat w fazę stałą, wprowadzony do zbiornika (1) przez króciec (21), usytuowany w dennicy (2) oraz w przewód (15) do odprowadzania fazy stałej z aparatu, wprowadzony do zbiornika (1) przez króciec (16), usytuowany także w dennicy (2), zaś wyprowadzony z aparatu przez ruszt nośny (13) i stożkowe dno (3), zaopatrzone w króciec (17), nadto stożkowe dno (3) wyposażone jest dodatkowo w króciec (12) do odprowadzania fazy ciekłej, zaś dennica (2) wyposażona jest dodatkowo w króciec (19) do doprowadzania i odprowadzania gazu do przestrzeni gazowej w górnej części zbiornika (1) usytuowanej nad zwierciadłem cieczy, nadto górna część zbiornika (1) jest zaopatrzona w króciec (24) z zaworem do doprowadzania fazy ciekłej.

2. Aparat według zastrz. 1, ~~znamienny~~ tym, że górna część przewodu zasilającego (22) jest nałożona współosiowo na końcowy odcinek przewodu doprowadzającego (23), umożliwiającą zmianę odstępu dolnej krawędzi zasilającego przewodu (22) od rusztu (13).

3. Aparat według zastrz. 1, ~~znamienny~~ tym, że przewód (15) do doprowadzania fazy stałej jest złożony z dwóch części połączonych rozłącznie nad rusztem (13), przy czym górna część przewodu (15) posiada na wysokości przesypu ziaren fazy stałej prostokątne otwory, natomiast dolna część tego przewodu (15) po przejściu przez ruszt (13) jest zagięta po łuku i zakończona króćcem (17) oraz zaworem zasuwowym (18) do regulacji odpływu fazy stałej.

4. Aparat według zastrz. 1, ~~znamienny~~ tym, że ścianki zbiornika (1) otoczone są z zewnątrz płaszczem wyposażonym w króćce do doprowadzania i odprowadzania czynnika grzeijnego lub chłodzącego.

5. Aparat według zastrz. 1, ~~znamienny~~ tym, że ścianki zbiornika (1) otoczone są z zewnątrz warstwą izolacji cieplnej (26).

