

URZĄD
PATENTOWY
PRLPatent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 12e,3/03

Zgłoszono: 18.IV.1970 (P 140 118)

Pierwszeństwo: _____

MKP B01d 53/18

Opublikowano: 15.05.1974

Twórca wynalazku: Jkuo Takase

Właściciel patentu: Mitsubishi Jukogyo Kabushiki Kaisha, Tokio (Japonia)

Aparat do kontaktowania gazów z cieczami

1

Przedmiotem wynalazku jest aparat do kontaktowania gazów z cieczami stosowany w kolumnach, zwłaszcza destylacyjnych, absorpcyjnych i dyspersyjnych, stosowanych na przykład w petrochemii lub ogólnie w przemyśle chemicznym.

Półki stosowane dotychczas w takich kolumnach do kontaktowania gazów z cieczami dzielą się na trzy rodzaje: półki dzwonowe, półki perforowane i półki zaworowe. Półki dzwonowe stanowią najdroższe rozwiązanie spośród wymienionych i nie nadają się do stosowania w przypadku, gdy potrzebna jest samoczynna regulacja przepływu cieczy i gazu i możliwie najlepsze dostosowanie do zmian następujących w przepływie gazu. Ze względu na te wady półki tego typu zastąpiono w większości półkami zaworowymi. Półki te posiadają otwory, nad którymi znajdują się odpowiednio prowadzone grzybki, miseczki lub inne elementy zaworowe dzięki czemu wielkość otworów przepływowych jest samoczynnie regulowana odpowiednio do ilościowych zmian przepływającego ku górze gazu lub pary. Półki perforowane posiadają z reguły tylko same otwory. Ze względu na ich najprostszą konstrukcję oraz najniższy koszt wytwarzania spełniały one doskonale swoje zadanie ze względu na najwyższą wydajność w optymalnych warunkach pracy. Z drugiej jednak strony zakres stabilnej pracy półek, w którym pracują najwydajniej jest ograniczony, gdy próbuje się zmniejszyć pęcherzyki gazu w celu uzyskania dokładniejszego kontaktu gazu i cieczy. Nie uzyskuje się również zadawalających efektów w związku z zatykaniem się otworów oraz z wielu

2

innych przyczyn. Ponadto przy półkach perforowanych, zmniejszenie dopływu przepływającego ku górze gazu lub pary powoduje przeciekanie cieczy znajdującej się na półce przez otwory co z kolei jest przyczyną zmniejszania wydajności półki podczas pracy przy małym obciążeniu.

Niniejszy wynalazek ma na celu usunięcie towarzyszących wad znanym półkom w aparatach do kontaktowania gazów z cieczami.

10 Zadanie postawione przed wynalazkiem zostało rozwiązane w ten sposób, że zamiast elementów zaworowych oddzielnych dla każdego otworu, jak to miało miejsce w znanych półkach zaworowych zastosowano luźne elementy swobodnie przemieszczające się w cieczy 15 znajdującej się na półce, tak, że ich ruch swobodny w cieczy wywołany przepływem gazu powoduje zwiększenie kontaktu pomiędzy cieczą a gazem.

20 Zalety znanych półek perforowanych w nowym rozwiązaniu zostają zachowane a nawet poprawione ponieważ zakres stabilnej pracy półki zostaje znacznie rozszerzony, dzięki czemu zostaje zwiększona wydajność. Ponadto swobodnie poruszające się w cieczy elementy, podczas intensywnego przepływu gazu, unoszą się ponad 25 półką otwierając całkowicie otwory a przy zmniejszonym przepływie opadają na półkę uniemożliwiając przeciekanie cieczy.

30 Przedmiot wynalazku jest szczegółowo objaśniony w dalszej części opisu w przykładzie wykonania przedstawionym na załączonym rysunku na którym fig. 1 przed-

stawia jedną z możliwych postaci swobodnych elementów wypełniających zastosowanych w aparacie według wynalazku, fig. 2 — inny przykład ukształtowania takiego elementu, fig. 3 — dalszy przykład ukształtowania takiego elementu, fig. 4 — element o jeszcze innym ukształtowaniu, fig. 5 — aparat według wynalazku, w przekroju pionowym, w którym to aparacie zastosowano na perforowanych półkach elementy wypełniające przedstawione przykładowo na fig. 1 do 4, fig. 6 — aparat z fig. 5 w przekroju poziomym według A—A, fig. 7 i 8 — zachowanie się elementów wypełniających w cieczy znajdującej się nad półką a fig. 9 — wykres ilustrujący zalety aparatu według wynalazku przez porównanie jego charakterystyki z charakterystykami znanych aparatów.

Na fig. 1 przedstawiony jest miseczkowy element 1 wypełniający wytłoczony z blachy o grubości 0,1 do 0,2 mm i ukształtowany w dalszych szczegółach tak jak to przedstawiono na rysunku.

Elementy 1 wypełnienia są wykonane z metalu odpornego na korozję, na przykład ze stali nierdzewnej, a ciężar każdego z tych elementów wynosi 0,4 do 1,0 g.

Element pokazany na fig. 1 posiada dwa wgłębienia 2₁, 2₂ w kształcie litery „V” wytłoczone na obwodzie. Wgłębienia te uniemożliwiają wpadnięcie jednego elementu w drugi i dzięki temu umożliwiają poszczególnym elementom swobodny ruch w cieczy znajdującej się na półce. Elementy 1 wypełnienia mogą być wykonane z każdego odpowiednio dobranego materiału spełniającego takie warunki jak odporność na korozję, odporność na zużycie, dobrą obrabialność i szereg innych szczególnych wymagań. Przedstawiony na fig. 2 element 1 wypełnienia nie ma na obwodzie wgłębień, natomiast posiada dwa skierowane do wewnątrz żeńcyzki 3₁, 3₂, spełniające to samo zadanie co rowki w poprzednim przykładzie. Element wypełnienia przedstawiony na fig. 3 ma kształt stożkowy. Wgłębienia 4₁, 4₂ wykonane na powierzchni tego elementu o kształcie podobnym do wgłębień z fig. 1 i spełniają również taką samą rolę. Chociaż elementy wypełnienia mają przykładowo kształt miseczkowy i stożkowy z wgłębieniami lub żeńcyzkami, możliwe jest również zwiniecie taśmy metalowej i uformowanie elementu 5 spiralnego takiego jak przedstawiono na fig. 4. Tak więc elementy 1 i 5 wypełnienia nie muszą mieć koniecznie kształtu przedstawionego na fig. 1 do 4 i mogą mieć każdą dowolną postać pod warunkiem, że nie mają kształtów regularnych oraz takich, które umożliwiałyby wzajemne wpadanie elementów jeden w drugi lub zestawianie w stosy.

Na fig. 5 przedstawiono dla porównania w jednym aparacie elementy wypełniające według wynalazku obok znanych półek perforowanych. Jak widać na rysunku najwyższa półka aparatu stanowi zwykłą półkę perforowaną, środkowa jest również zwykłą półką perforowaną ale z wypełnieniem składającym się z elementów 1 i 5 według wynalazku a najniższa półka jest wykonana z siatki drucianej, na której również jest umieszczone wypełnienie według wynalazku składające się z elementów 1 lub 5. Wewnątrz płaszcza 10 kolumny, w górnej jego części, jest umieszczona znana półka perforowana 11. Ciecz A spada do pomieszczenia po prawej stronie górnej półki 11 i jest utrzymywana na określonym poziomie względem półki 11 a nadmiar cieczy spływa poprzez przegrodę 12 i opada z lewej strony aparatu poprzez przewód opadowy 13. Następnie ciecz przepływa

przez półkę perforowaną 11' nad którą znajduje się wypełnienie 1 a nadmiar przelewa się do przewodu opadowego 14, po prawej stronie, na siatkę drucianą 15 stanowiącą najniższą półkę kolumny również z wypełnieniem i odpływa poprzez przewód opadowy 16 znajdujący się po lewej stronie. Przepływający ku górze gaz lub para B kontaktuje się w różnych miejscach z cieczą. Przegrody 17 zapobiegają rozpryskiwaniu się cieczy.

Zwykle w kolumnach takich jak destylacyjne lub absorpcyjne, ciecz A przepływa w dół z najwyższej półki na niższe poprzez przewody opadowe 13, 14, 16. Gdy ciecz przepływa nad półką perforowaną 11' lub siatkową 15 styka się ona z gazami lub parą B przepływającymi stale ku górze poprzez otwory lub oczka półek 11', 15 na skutek czego następuje przemieszczanie substancji i przenoszenie ciepła. Określona ilość cieczy jest zatrzymywana na półkach 11' i 15 przez przegrody przelewowe 12, dzięki czemu zostaje zachowana równowaga pomiędzy ilością cieczy a ilością przepływającego gazu, gdyż nadmiar cieczy przelewa się poprzez przegrody na niższe półki.

Na fig. 7 i 8 przedstawiono pracę półki 11' przy zastosowaniu elementów wypełniających 1 i 5. Wtedy gdy przepływ gazu lub pary B jest intensywny, elementy wypełniające 1 unoszone są przez pęcherzyki gazu i poruszają się w różnych kierunkach tworząc ruchomą warstwę C, dzięki czemu następuje dokładny kontakt między gazem i cieczą spowodowany mieszaniem cieczy oraz rozdzieleniem strumienia gazu na pęcherzyki przy przejściu przez perforowaną półkę 11'. Gdy ilość przepływającego ku górze gazu lub pary B jest niewielka elementy 1 wypełnienia spoczywają na półce 11', tworząc między sobą liczne niewielkie kanaliki co pozwala na rozdzielenie strumienia gazu na maleńkie pęcherzyki i uniemożliwia przeciekanie cieczy przez otwory półki. Jak z powyższego wynika uzyskuje się lepszy kontakt między cieczą i gazem.

Czynnikami wpływającymi w największym stopniu na zachowanie właściwych i stałych warunków przepływu, przy zmiennym obciążeniu to jest przy zmianie ilości przepływającego ku górze gazu, są: ilość zastosowanego wypełnienia, określana na podstawie stosunku optymalnej objętości wypełnienia do objętości przestrzeni zajmowanej przez ciecz, oraz kształt elementów wypełnienia, które muszą być wystarczająco duże aby pozostawały na półce i nie przelatwały przez otwory na niższą półkę.

Przykładowo półka według wynalazku posiada otwory o średnicy 10 do 20 mm, a elementy mają średnicę o około 2 mm mniejszą. Otwory zajmują 10 do 30% powierzchni półki.

Elementy wypełnienia mogą tworzyć na każdej półce od 1 do 3 warstw, zwykle 1,5 warstwy.

Przeprowadzona eksperymentalna destylacja benzenu z toluenem przy użyciu znanych półek perforowanych bez wypełnienia i z zastosowaniem elementów wypełniających 1 dała wyniki przedstawione w postaci wykresu na fig. 9. Na wykresie prędkości przepływających ku górze gazów lub par, charakteryzujące warunki pracy, jest odłożona na osi odciętych podczas gdy wydajność kolumny na osi rzędnych. Krzywa X₁ przedstawia wyniki uzyskane przy zastosowaniu półki perforowanej bez wypełnienia, krzywa X₂ — wyniki przy zastosowaniu na półce perforowanej wypełnienia w ilości 50%,

krzywa X_3 — wyniki przy zastosowaniu wypełnienia w ilości 100% a krzywa X_4 — wyniki przy 150% wypełnienia. Procent wypełnienia podano w odniesieniu do jednej warstwy wypełnienia, którą przyjęto za 100%.

Jak wynika z wykresu wynalazek niniejszy rozszerza znacznie zakres wydajnej pracy, w którym pracuje zwykła półka perforowana 11 i który dotychczas był ograniczony stanowiąc wadę znanych rozwiązań.

Krzywe X_2 do X_4 wskazują, że przy małym obciążeniu t.j. przy niewielkim przepływie gazu lub pary wypełnienie osiada na powierzchni półki perforowanej 11' ograniczając przepływ gazu lub pary i stwarzając optymalne warunki kontaktu cieczy z gazem lub parą. Z przebiegu tych krzywych wynika również, że przy dużym obciążeniu t.j. przy intensywnym przepływie gazu wypełnienie unosi się i porusza w cieczy rozdzielając gaz na małe pęcherzyki co uniemożliwia wyciekanie kropelek cieczy na niższą półkę i powoduje intensywne mieszanie cieczy znajdującej się na półce 11' co zwiększa wydajność kontaktu między cieczą i gazem. Krótko mówiąc aparat według wynalazku zawiera zwykłe półki perforowane, które są najprostsze w konstrukcji i najmniej kosztowne w porównaniu do innych typów znanych półek oraz wypełnienie rozsypane po prostu w sposób nieregularny na powierzchni półki. To uproszczone rozwiązanie eliminuje niedogodności właściwe zwykłym półkom perforowanym a mianowicie ograniczony zakres stabilnego działania dając dodatkowo zwiększenie wydajności przy bardziej optymalnych warunkach pracy w porównaniu z półkami innego typu. Elementy wypełniające 1 lub 5 przedstawione na fig. 1 do 4 mogą być stosowane osobno w jednej odmianie kształtowej bądź też jako połączenie kilku odmian kształtowych dając wyniki podobne do przedstawionych na wykresie fig. 9.

Powyższy przykład wykonania aparatu według wynalazku wykazuje, że wąski dotychczas zakres stabilnej pracy półek perforowanych, stanowiący ich podstawową wadę, może być obecnie znacznie rozszerzony. W praktyce wypełnienie według wynalazku pomaga w zachowaniu wysokowydajnego kontaktu pomiędzy gazem i cieczą, przy bardzo szerokim zakresie prędkości przepływu gazu ponieważ wypełnienie to rozmieszczone nieregularnie na półce tworzy pod wpływem przepływającego gazu warstwę zawieszoną w cieczy znajdującej się na półce. Podczas pracy przy małym obciążeniu, to jest gdy przepływ gazu ku górze jest nieznaczny, elementy wypełnienia opadają na powierzchnię półki pokrywając ją nieregularnie i tworząc warstwę, w której występują liczne wąskie szczeliny ułatwiające zmniejszenie pęcherzyków gazu do bardzo niewielkich rozmiarów a jednocześnie uniemożliwiające przeciekanie cieczy tak, że utrzymany jest stale wysokowydajny kontakt między gazem a cieczą niezależnie od prędkości przepływu gazu.

Podczas pracy przy dużym obciążeniu, to jest przy intensywnym przepływie gazu lub pary przez ciecz, nieregularnie rozmieszczone elementy wypełnienia poruszają się nad półką tak, że powodują mieszanie cieczy oraz rozbijają pęcherzyki gazu, utworzone przez przejście otwory półki, na wiele znacznie drobniejszych dzięki czemu aparat działa bardzo wydajnie. Podziałka roz-

mieszczenia otworów w półkach stosowanych w aparacie według wynalazku nie jest praktycznie niczym ograniczona w przeciwieństwie do znanych półek perforowanych i wielkość podziałki zależy jedynie od własności wytrzymałościowych materiału. Dzięki temu w półce można wykonać dwukrotnie więcej otworów niż w znanych dotychczas półkach. Stanowi to jeszcze jeden czynnik wpływający na zwiększenie powierzchni kontaktowej pomiędzy gazem i cieczą w aparacie według wynalazku. Ponieważ wytwarzanie wypełnienia jest stosunkowo proste można je łatwo wytwarzać systemem masowym z czego wynika znaczne obniżenie kosztów. Ponadto elementy wypełnienia są lekkie i wystarczy je tylko wysypać na półki po zmontowaniu aparatu. Pozwala to na ekonomiczną produkcję i montaż aparatu i skracając znacznie czas potrzebny do tego celu.

W aparacie według wynalazku jak to już zostało szczegółowo opisane na półkach posiadających wiele otworów przez które przepływa ku górze gaz, znajduje się wypełnienie składające się z nieregularnie rozmieszczonych luźnych elementów, które pod wpływem przepływającego w postaci pęcherzyków gazu unoszą się w cieczy znajdującej się na półce. Tak więc zaletą rozwiązania według wynalazku stanowiącym wysokowydajny aparat do kontaktowania cieczy i gazów jest to, że swobodny ruch elementów wypełnienia wydatnie poprawia możliwość kontaktu gazu z cieczą co sumując się z korzystnymi cechami półek perforowanych powoduje wyeliminowanie wady tego typu półek przez zwiększenie dotychczas ograniczonego zakresu stabilnej pracy i przez to zapewnia znaczne zwiększenie całkowitej wydajności aparatu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Aparat do kontaktowania gazów z cieczami, zawierający półki z licznymi otworami, przez które przepływa ku górze gaz kontaktowany z cieczą znajdującą się na półkach, **znamienny tym**, że na półkach (11', 15) umieszczone jest wypełnienie utworzone z luźnych elementów wypełniających (1—5), które pod wpływem przepływającego przez ciecz gazu są poruszane i unieszone w cieczy znajdującej się na półce.

2. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy wypełniające (1, 5) mają kształt nieregularny w celu uniemożliwienia wpadania jednych w drugie i układania się ich w stosy.

3. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy wypełniające (1, 5) mają kształt czasz półkulistych z wgłębieniami (2₁, 2₂) o kształcie zbliżonym do litery „V”, wykonanymi przy krawędzi.

4. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy wypełniające (1) mają kształt czasz półkulistych z jęczyczkami (3₁, 3''₂) skierowanymi od krawędzi do środka czaszy.

5. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy wypełniające (1) mają kształt stożka z kilkoma wgłębieniami (4₁, 4₂), o kształcie zbliżonym do litery „V”, wykonanymi na krawędzi stożka.

6. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy wypełniające (5) mają kształt spirali skróconej z taśmy metalowej.

