



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 31.12.77 (P. 203720)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 27.08.79

Opis patentowy opublikowano: 15.01.1983

Int. Cl.<sup>2</sup>

B01D 53/14

B01D 53/18

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego  
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Marian Maciejewski, Marian Zajac

Uprawniony z patentu: Zakłady Azotowe „Puławy”, Puławy (Polska)

**Sposób prowadzenia absorpcji gazów w cieczach z wydzielaniem ciepła, zwłaszcza amoniaku w wodzie i urządzenie do prowadzenia absorpcji gazów w cieczach z wydzielaniem ciepła, zwłaszcza amoniaku w wodzie**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób prowadzenia absorpcji gazów w cieczach z wydzielaniem ciepła, zwłaszcza amoniaku w wodzie i urządzenie do prowadzenia absorpcji gazów w cieczach z wydzielaniem ciepła, zwłaszcza amoniaku w wodzie.

Znane powszechnie urządzenia do absorpcji opisane w literaturze W. M. RAMM „Procesy absorpcyjne w przemyśle chemicznym” Wyd. W-wa 1954 — T. HOBLER „Dyfuzyjny ruch masy i absorpcja” WNT, W-wa 1962 r., realizują proces absorpcji w wodzie adiabatycznie lub izotermicznie lub w sposób kombinowany, znany z polskiego opisu patentowego nr 101 474.

Pierwszy sposób prowadzony jest w kolumnach absorpcyjnych z różnym wypełnieniem, półkowych lub rozpyłowych bez odbioru ciepła absorpcji.

Drugi sposób prowadzony jest w kolumnach rurowych stanowiących wymienniki ciepła ustawione pionowo, w których absorpcja zachodzi w warstwie filmowej cieczy spływającej po wewnętrznej powierzchni rur wymiennika ciepła, w którym gaz zawierający amoniak przepływa tymi rurami od dołu do góry, a w przestrzeni międzyrurowej przepływa ciecz chłodząca, z reguły woda. Oba te procesy, adiabatyczny jak i izotermiczny, posiadają istotne wady.

Proces adiabatyczny ogranicza bowiem elastyczność procesu zamknięcia bilansu cieplnego a uzyskane stężenie wody amoniakalnej jest niskie, sięgające w powszechnie stosowanych układach

2

10% wagowych. Wzrost zawartości amoniaku w gazie poddawany absorpcji powyżej zróżnoważenia bilansu cieplnego dopuszczalnym obciążeniem hydraulicznym prowadzi do przesunięcia się temperatury w górę kolumny i w efekcie do wzrostu stężenia amoniaku w gazach wylotowych. Większą elastyczność daje proces izotermiczny prowadzony w pionowych wymiennikach ciepła, w których ciepło absorpcji odbierane jest przez czynnik chłodzący, z reguły wodę.

Wadą tego procesu jest to, że ze względu na niskie współczynniki wnikania ciepła w tego typu aparatach muszą one być znacznie większe, a więc i droższe od aparatów stosowanych w procesach adiabatycznych. Inną ich wadą jest konieczność stosowania czystej cieczy chłodzącej nie tworzącej osadów, bądź też stosowanie skomplikowanych rozwiązań umożliwiających okresowe czyszczenie przestrzeni międzyrurowej, możliwe jednak tylko przy wyłączeniu urządzenia z pracy, przy czym z biegiem czasu parametry pracy absorbera będą ulegały zmianie między kolejnymi czyszczeniami wskutek pogarszania się wymiany ciepła, będącej wynikiem wytrącania się osadów.

Podobne do wymienionych wyżej wad, a zwłaszcza opisanej w ostatnim zdaniu, ma także urządzenie podane w polskim opisie patentowym nr 101 474.

W sposobie według wynalazku zastosowano kombinowany izotermiczno-adiabatyczny proces

absorpcji gazów w cieczach, zwłaszcza amoniaku w wodzie poprzez użycie — co jest istotą wynalazku — jako medium chłodniczego odbierającego ciepło absorpcji prowadzonej w strefie izotermicznej, pośredniego czynnika chłodniczego, którym może być amoniak, freon lub jakikolwiek inny związek o podobnych własnościach.

W sposobie według wynalazku ciepło absorpcji odbiera się poprzez pośredni czynnik chłodniczy, co zachodzi poprzez jego odparowanie w przestrzeni międzyrurowej absorbera rurowego służącego do absorpcji gazów w cieczach, zwłaszcza amoniaku w wodzie.

Pośredni czynnik chłodniczy cyrkuluje w zewnątrznym układzie chłodzenia, przy czym wielkość cyrkulacji, która prowadzona jest bez jakichkolwiek urządzeń podających i regulujących, zależy jedynie od ilości ciepła absorpcji wydzielonego w strefie izotermicznej urządzenia do absorpcji i ustala się samorzutnie, niezależnie od zmiennych parametrów procesu absorpcji, zapewniając stałą temperaturę w tej strefie. Ciepło odbiera się przez odparowanie w przestrzeni międzyrurowej adsorbera rurowego urządzenia do absorpcji pośredniego czynnika chłodniczego, który doprowadza się grawitacyjnie do dolnej części międzyrurowej adsorbera rurowością z dolnej części zbiornika separatora. Natomiast opary tego czynnika przepuszcza się przewodem do górnej części zbiornika separatora, skąd po oddzieleniu kropel cieczy, kolejno przechodzą do kondensatora, gdzie się je skrapla a po skropleniu w nim odbiera się je grawitacyjnie w zbiorniku separatorze i kieruje dalej do przestrzeni międzyrurowej adsorbera rurowego.

Istotą urządzenia według wynalazku do prowadzenia procesu absorpcji gazów w cieczach z wydzielaniem ciepła, zwłaszcza amoniaku w wodzie, zawierającego znane elementy takie jak absorber rurowy, absorber adiabatyczny, jest to, że układ separująco-kondensacyjny pośredniego czynnika chłodniczego, związany z absorberem rurowym usytuowany jest poza układem absorpcyjnym i połączony z nim wzajemnie rurowościami i armaturą. Układ ten stanowią separator i kondensator pośredniego czynnika chłodniczego, połączone także między sobą rurowościami.

Kondensator, separator i część izotermiczna urządzenia absorpcyjnego usytuowane są względem siebie kaskadowo, przy czym najwyżej położony jest kondensator, niżej separator a najniżej część izotermiczna urządzenia absorpcyjnego. Zasada działania tego zespołu kaskadowo usytuowanych urządzeń jest taka, że odparowany — ciepłem absorpcji — pośredni czynnik chłodniczy w absorberze przepływa rurowością poprzez separator i wbudowany demister przewodem do kondensatora, a wykroplony w kondensatorze spływa kaskadowo przewodem do separatora oraz dalej przewodem do części izotermicznej urządzenia absorpcyjnego.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym przedstawiono schemat urządzenia do prowadzenia ab-

sorpcji gazów w cieczach z wydzielaniem ciepła a zwłaszcza amoniaku w wodzie.

Sposób według wynalazku zastosowano przykładowo do wymywania amoniaku z mieszaniny gazów odlotowych z instalacji syntezy amoniaku i gazów ze zbiorników stokażowych ciekłego amoniaku. Do absorpcji zastosowano absorber rurowo-półkowy o średnicy 1 m i wysokości 16 m, w którym część dolną — izotermiczną stanowi absorber rurowy, część górną — adiabatyczną — zaś absorber półkowy. Mieszaninę gazów zawierających amoniak doprowadzono poniżej absorbera rurowego. Do chłodzenia kondensatem amoniaku, jako pośredniego czynnika chłodniczego użyto wody chłodzącej o temperaturze do 28°. Zastosowano kondensator pionowy filmowy, otwarty po stronie wody chłodzącej.

W tabeli przedstawiono dane porównawcze zastosowanego sposobu absorpcji amoniaku według wynalazku ze sposobem tradycyjnym, realizowanym dla analogicznej mieszaniny gazowej w kolumnie adiabatycznej o średnicy 1 m i wysokości 16,7 m wypełnionej pierścieniami Raschiga.

Tabela

| Cecha porównawcza                                          | Sposób adiabatyczny absorpcji | Sposób wg wynalazku |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Ciśnienie absorpcji MPa                                    | 0,9                           | 0,9                 |
| Średnica absorbera m                                       | 1,0                           | 1,0                 |
| Wysokość całkowita absorbera m                             | 16,7                          | 16,0                |
| Ilość zaabsorbowanego amoniaku kg/h                        | 788                           | 4920                |
| Stężenie objętościowe amoniaku w gazach wylotowych %       | 0,4                           | 0,4                 |
| Stężenie wagowe wody amoniakalnej na wylocie z absorbera % | 10                            | 18,9÷25,0           |
| Temperatura wody amoniakalnej na wylocie z absorbera °C    | 75                            | 40÷65               |
| Temperatura wody chłodzącej kondensator °C                 | —                             | 10÷28               |

W przykładowym sposobie zastosowania wynalazku osiąga się następujące korzyści: wielokrotnie zwiększa się ilość zaabsorbowanego amoniaku przy podobnych rozmiarach absorberów w stosunku do absorpcji adiabatycznej i przy tym samym stężeniu amoniaku w gazie wlotowym i wylotowym. W wyniku zastosowania chłodzenia pośredniego

w przytoczonym przykładzie za pomocą amoniaku uzyskano, pomimo stosowania wody chłodzącej przemysłowej, wysoką niezawodność pracy układu absorpcyjnego i stałe parametry pracy tego układu.

Pomimo wieloletniej pracy, nie zachodzi potrzeba zatrzymywania instalacji dla czyszczenia powierzchni chłodzących. Otrzymuje się po kolumnie absorpcyjnej dwukrotnie wyższe stężenie wody amoniakalnej w stosunku do absorbera adiabatycznego, co umożliwia znaczne pomniejszenie instalacji destylacji uzyskanej wody amoniakalnej do amoniaku ciekłego z równoczesnym obniżeniem kosztów eksploatacyjnych tej operacji.

Urządzenie według wynalazku, w przykładzie wykonania składa się z absorbera 1 w części dolnej 2 izotermicznej rurowej, stanowiącej jednocześnie odparowalnik pośredniego czynnika chłodniczego, a w części górnej 3 adiabatycznej zaopatrzonego we wlot 4 gazu zawierającego amoniak oraz wylot 5 gazów uwolnionych z amoniaku. Woda do absorpcji doprowadzona jest wlotem 6 a woda amoniakalna po zaabsorbowaniu amoniaku odprowadzona jest wylotem 7. Amoniak chłodniczy doprowadzony jest do dolnej części absorbera 2 przewodem 11 z dołu zbiornika separatora 8. Amoniak ten — pośredni czynnik chłodniczy odparowany ciepłem absorpcji — wypływa w postaci pary przewodem 12 do zbiornika separatora 8 ponad poziom znajdującego się w nim amoniaku ciekłego, ale pod demister 9 usytuowany w górnej części separatora 8. Kolejno pary amoniaku przechodzą poprzez przewód 13 do kondensatora 10 chłodzonego wodą wprowadzoną przewodem 16 a odprowadzaną przewodem 17. Wykroplony amoniak ciekły spływa grawitacyjnie przewodem 14 do zbiornika — separatora 8 pod lustro cieczy rurą wewnętrzną 15 zamykając obieg cyrkulacyjnych.

Kaskadowe usytuowanie kondensatora 10, zbiornika — separatora 8 oraz części dolnej absorbera 2 i połączenie ich rurociągami — przewodami 12, 13, 14 i 11 tworzy samoregulujący się grawitacyjny zamknięty układ, w którym krąży pośredni czynnik chłodniczy bez stosowania jakichkolwiek urządzeń podających i regulacyjnych. Siłą napędową cyrkulacji jest ciepło absorpcji amoniaku w wodzie, powodujące parowanie pośredniego czynnika chłodniczego — amoniaku, a wielkość cyrkulacji ustala się samorzutnie zależnie od wielkości absorpcji i wydzielonego w tym procesie ciepła.

Zastosowanie takiego sposobu prowadzenia absorpcji oraz urządzenia pozwala na zwiększenie zaabsorbowanego amoniaku w wodzie i jego stężenia w uzyskanej wodzie amoniakalnej, przy tym samym stężeniu amoniaku w gazie wlotowym

i wylotowym. Użycie pośredniego czynnika chłodniczego — amoniaku, pozwala na niezawodną pracę kolumny absorpcyjnej. Natomiast usytuowanie poza kolumną absorpcyjną urządzeń do kondensacji pośredniego czynnika chłodniczego zapewnia stałe parametry pracy samej kolumny oraz pozwala na łatwy dostęp w czasie oczyszczenia i remontów do elementów całego układu zwłaszcza kondensatora.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób prowadzenia absorpcji gazów w cieczach z wydzieleniem ciepła, zwłaszcza amoniaku w wodzie, w dwóch strefach: izotermicznej i adiabatycznej, **znamienny tym**, że ciepło absorpcji odbiera się z przestrzeni izotermicznej poprzez pośredni czynnik cyrkulujący w zewnętrznym układzie chłodzenia, przy czym wielkość cyrkulacji prowadzona bez jakichkolwiek urządzeń podających i regulujących zależna jest jedynie od ilości ciepła absorpcji wydzielonego w strefie izotermicznej urządzenia do absorpcji i ustala się samorzutnie, niezależnie od zmiennych parametrów procesu absorpcji zapewniając stałą temperaturę w tej strefie.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ciepło odbiera się przez odparowanie w przestrzeni międzyrurowej adsorbera rurowego urządzenia do absorpcji pośredniego czynnika chłodniczego, który doprowadza się grawitacyjnie do dolnej części międzyrurowej absorbera rurociągiem z dolnej części zbiornika separatora, natomiast opary tego czynnika przepuszcza się przewodem do górnej części zbiornika separatora, skąd po oddzieleniu kropeł cieczy, kolejno przechodzą do kondensatora, gdzie się je skrapla a po skropleniu w nim odbiera się je grawitacyjnie w zbiorniku separatorze i kieruje dalej do przestrzeni międzyrurowej adsorbera rurowego.

3. Urządzenie do prowadzenia absorpcji gazów w cieczach z wydzieleniem ciepła, zwłaszcza amoniaku w wodzie, zawierające elementy takie jak: absorber rurowy, absorber adiabatyczny połączone w jedną kolumnę absorpcyjną, separator i kondensator, **znamiennie tym**, że układ separująco-kondensacyjny pośredniego czynnika chłodniczego usytuowany jest poza układem absorpcyjnym i stanowi go usytuowane kaskadowo: separator (8) i kondensator (10) połączone między sobą rurociągami (13 i 14) oraz połączone z częścią izotermiczną (2) urządzenia absorpcyjnego rurociągami (11 i 12), przy czym najwyżej położony jest kondensator (10), niżej separator (8) a najniżej część izotermiczna (2) urządzenia absorpcyjnego.

Fig. 1

