

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) OPIS PATENTOWY (19) PL (11) 185720

(13) B1

(21) Numer zgłoszenia: 318869

(22) Data zgłoszenia: 10.03.1997

(51) IntCl⁷

B01J 20/34
B01D 53/04
C01B 31/08

(54) Układ regeneracji adsorbenta azotem w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
14.09.1998 BUP 19/98

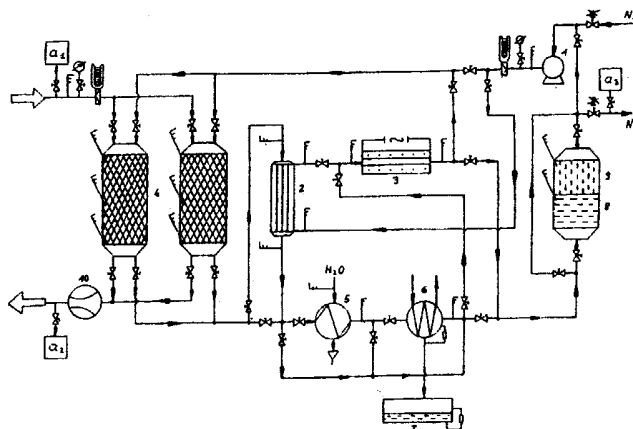
(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.07.2003 WUP 07/03

(73) Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica,
Kraków, PL

(72) Twórcy wynalazku:
Roman Staszewski, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica

(57) Układ regeneracji adsorbenta azotem w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej zawierający szeregowo połączone sprężarkę azotu, wymiennik ciepła, podgrzewacz elektryczny azotu, co najmniej dwie kolumny adsorpcyjne z węglem aktywnym pracujące naprzemiennie, chłodnicę wodną azotu oraz osuszacz azotu wraz z akumulatorem zimna/ciepła, znamienny tym, że posiada zbiornik azotu (6), która włączona jest w obieg układu szeregowo za chłodnicą wodną azotu (5) a przed podgrzewaczem elektrycznym azotu (3), a wymiennik ciepła (2) włączony jest w obieg układu szeregowo za kolumną adsorpcyjną (4) a przed podgrzewaczem elektrycznym azotu (3) i przed chłodnicą wodną azotu (5).



PL 185720 B1

Układ regeneracji adsorbenta azotem w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej

Zastrzeżenie patentowe

Układ regeneracji adsorbenta azotem w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej zawierający szeregowo połączone sprężarkę azotu, wymiennik ciepła, podgrzewacz elektryczny azotu, co najmniej dwie kolumny adsorpcyjne z węglem aktywnym pracujące naprzemiennie, chłodnicę wodną azotu oraz osuszacz azotu wraz z akumulatorem zimna/ciepła, **znamienny tym**, że posiada zbiornik azotu (6), która włączona jest w obieg układu szeregowo za chłodnicą wodną azotu (5) a przed podgrzewaczem elektrycznym azotu (3), a wymiennik ciepła (2) włączony jest w obieg układu szeregowo za kolumną adsorpcyjną (4) a przed podgrzewaczem elektrycznym azotu (3) i przed chłodnicą wodną azotu (5).

* * *

Przedmiotem wynalazku jest układ regeneracji adsorbenta azotem w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej, znajdujący zastosowanie do procesu desorpcji zaadsorbowanych na węglu aktywnym organicznych zanieczyszczeń z gazów przemysłowych i powietrza technologicznego oraz do procesu regeneracji węgla aktywnego w adsorberze gazem obojętnym - azotem.

Znane dotychczas instalacje służące do wydzielania z gazów przemysłowych i powietrza technologicznego organicznych zanieczyszczeń gazowych, skonstruowane są w oparciu o metodę adsorpcyjnego pochłaniania zanieczyszczeń gazowych przy użyciu węgla aktywnego oraz na desorpcji i regeneracji węgla aktywnego parą wodną. Zastosowanie pary wodnej do desorpcji i regeneracji adsorbenta powoduje zawilgocenie adsorbenta - węgla aktywnego oraz adsorbentu - kondensatu. Zawodniony adsorbent należy poddać procesowi suszenia gorącym gazem, a następnie chłodzeniu zimnym gazem. Natomiast zawodniony adsorbent wymaga poddania go procesowi destylacji, a więc stosowania w instalacji dodatkowej kolumny rektyfikacyjnej. Zastosowanie pary wodnej do desorpcji i regeneracji węgla aktywnego może spowodować niebezpieczeństwo zaistnienia pożaru na skutek samo zapłonu węgla w adsorberze.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 129 518 układ regeneracji adsorbenta w stacji sprężania i osuszania powietrza składa się z szeregowo połączonych; sprężarki, chłodnicy końcowej sprężarki, nagrzewnicy, kolumny wypełnionej regenerowanym adsorbentem, chłodnicy zaopatrzonej w odemglacz i odwadniacz oraz przeponowego wymiennika ciepła. Układ ma zastosowanie wyłącznie do osuszania sprężonego powietrza, stanowiącego czynnik technologiczny procesu i do regeneracji zawodnionego adsorbenta. Dla innych warunków techniczno-technologicznych jest nieprzydatny z uwagi na konieczność sprężania czynnika technologicznego przed procesem adsorpcji czego zwyczajowo nie stosuje się.

Znany natomiast z polskiego opisu patentowego nr 165 947 układ regeneracji adsorbenta w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej składa się z szeregowo połączonych; sprężarki, dwóch podgrzewaczy, co najmniej dwóch kolumn adsorpcyjnych pracujących naprzemiennie, chłodnicy wodnej, osuszacza gazu, akumulatora ciepła-zimna oraz pompy cieplnej. Jedna część pompy cieplnej będąca podgrzewaczem-skraplaczem włączona jest w obieg układu szeregowo przed jednym z podgrzewaczy i kolumną adsorpcyjną, a część będąca kondensatorem-parownikiem włączona jest za kolumną adsorpcyjną i chłodnicą. Układ z uwagi na zastosowanie pompy cieplnej ma rozbudowany ciąg technologiczny.

Istotą układu według wynalazku jest to, że posiada zbiornik azotu, która włączona jest w obieg układu szeregowo za chłodnicą wodną azotu a przed podgrzewaczem elektrycznym azotu, a wymiennik ciepła włączony jest w obieg układu szeregowo za kolumną adsorpcyjną a przed podgrzewaczem elektrycznym azotu i przed chłodnicą wodną azotu.

Zaletą układu według wynalazku jest korzystne usytuowanie w schemacie technologicznym wymiennika ciepła, w którym spotykają się dwa strumienie azotu: jeden gorący,

który należy ochłodzić, a drugi zimny, który należy ogrzać, przez co zmniejszona zostaje ilość energii cieplnej jaką doprowadza się z zewnątrz do układu.

Układ według wynalazku jest przedstawiony schematycznie w przykładzie wykonania na rysunku.

Układ regeneracji adsorbenta azotem w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej składa się ze sprężarki azotu 1, wymiennika ciepła 2, podgrzewacza elektrycznego azotu 3, dwóch kolumn adsorpcyjnych 4 wypełnionych węglem aktywnym, pracujących przemiennie w obwodzie adsorpcyjnym i desorpcyjno-regeneracyjnym, chłodnicy wodnej azotu 5, ziębiarki azotu 6 wraz ze zbiornikiem 7 dla wykroplonych związków organicznych, osuszacza azotu 8 umieszczonego w jednej kolumnie z akumulatorem zimna/ciepła 9. Ponadto w obwodzie adsorpcyjnym włączony jest szeregowo przed kolumną 4 analizator wilgoci gazu/powietrza a1 dopływającego do adsorbera, a za kolumną 4, dmuchawa 10 oraz analizator a2 określający zawartość związków organicznych w gazie/powietrzu wylotowym z adsorbera. Natomiast w obwodzie desorpcyjno-regeneracyjnym, na wyjściu z tego obwodu usytuowany jest analizator a3 określający zawartość tlenu w azocie wypływającym z instalacji.

Zasada działania układu według wynalazku jest następująca. Zanieczyszczony gaz/powietrze o temperaturze około 30°C i wilgotności względnej nie przekraczającej 60%, zasysany jest dmuchawą 10 i przepływa z góry w dół przez warstwę węgla aktywnego w adsorberze 4. W skutek zachodzącej adsorpcji organicznych zanieczyszczeń przez węgiel aktywny, wypływający z dolnej części adsorbera gaz/powietrze jest oczyszczony. Do określenia dopuszczalnej przepisu koncentracji zanieczyszczeń organicznych w gazie/powietrzu wylotowym oraz stwierdzenia zakończenia procesu adsorpcji, służy analizator a2. Zakończenie procesu adsorpcji można również określić poprzez kontrolę temperatury węgla aktywnego w adsorberze. Bieżącą i ciągłą kontrolę zawartości wilgoci w gazie/powietrzu dolotowym do adsorbera, wykonuje analizator a1. W przypadku gdy wilgotność względna gazu/powietrza na dopływie do adsorbera przekroczy 60% należy osuszyć go w dodatkowym urządzeniu nie uwzględnionym na rysunku.

Proces desorpcji zaadsorbowanych na węglu aktywnym organicznych zanieczyszczeń z gazów przemysłowych i powietrza technologicznego oraz proces regeneracji węgla aktywnego w adsorberze gazem obojętnym - azotem, przebiega w sześciu kolejnych cyklach technologicznych.

1. W cyklu pierwszym, dla uniknięcia samo zapłonu węgla aktywnego, wypłukuje się resztki tlenu z instalacji przed właściwym procesem desorpcji, stosując przepływ gazu obojętnego - azotu przez adsorber 4 z równoczesnym jego wypływem na zewnątrz instalacji. Cykl ten przeprowadza się do momentu obniżenia koncentracji tlenu w azocie poniżej 1% objętości, wykorzystując wskazania analizatora a3.

2. Następnie przeprowadza się cykl desorpcji wody polegający na usunięciu wody z węgla aktywnego przez przepuszczenie, sprężonego w sprężarce 1, a następnie wstępnie podgrzanego w wymienniku ciepła 2 i ostatecznie podgrzanego do temperatury około 180°C w podgrzewaczu elektrycznym 3 azotu, przez adsorber 4. Gorący azot, krążąc w obiegu zamkniętym instalacji pobiera z węgla aktywnego cząsteczki wody i transportuje je poprzez chłodnicę wodną 5 do osuszacza azotu 8, wypełnionego sitami molekularnymi, które są tak dobrane aby ich pory zatrzymywały selektywnie tylko cząstki wody.

3. Następnym cyklem jest kondensacja organicznych zanieczyszczeń gazowych. Gorący strumień azotu przepływając przez adsorber powoduje wzrost temperatury węgla aktywnego do około 170°C, co zapewnia całkowite wymycie par organicznych zanieczyszczeń gazowych z powierzchni i z kanałków por węgla aktywnego. Strumień gorącego azotu wypływający z adsorbera 4 przepływa przez wymiennik ciepła 2, w którym oddaje część ciepła, natomiast pozostałą jego część odbiera chłodnica wodna 5, tak aby temperatura azotu za chłodnicą nie przekraczała 30°C. Dalsze chłodzenie azotu do temperatury około 0°C występuje w ziębiarce 6, co powoduje wykraplanie związków organicznych z azotu i ich spływ do zbiornika 7. Ochłodzony azot kierowany jest następnie przez osuszacz 8 do akumulatora zimna/ciepła 9, będącym zbiornikiem wypełnionym żwirem. Cykl kondensacji trwa tak długo, aż w ziębiarce 6 przestaną wykraplać się związki organiczne.

4. Kolejny cykl polega na wstępnym chłodzeniu adsorbenta. Dla jego realizacji niezbędne jest wyłączenie podgrzewacza elektrycznego 3 i przepuszczeniu azotu poza wymiennik ciepła 2 i podgrzewacz 3, poprzez adsorber 4, chłodnicę wodną 5, zbiararkę 6 i akumulator zimna/ciepła 9. Ochłodzony w chłodnicy 5 i w zbiarce 6 azot powoduje stopniowe schładzanie warstwy węgla aktywnego w adsorberze 4 do temperatury około 80°C.

5. Od tego momentu rozpoczyna się cykl chłodzenia adsorbenta wraz z desorpcją wody z osuszacza azotu. W tym cyklu wyłącza się pracującą dotychczas zbiararkę 6 oraz chłodnicę wodną 5, a strumień azotu kieruje się ich zewnętrznym obiegiem. Azot nie będąc chłodzony, przenosi ciepło z adsorbera 4 do osuszacza 8 i akumulatora ciepła/zimna 9. Pod wpływem tego ciepła, zgromadzona w sitach woda odparowuje i zostaje przeniesiona do adsorbera 4, dla wstępnego zwilżenia węgla aktywnego przed ponownym procesem adsorpcji. Dla prawidłowej regeneracji sit molekularnych w osuszaczu azotu 8, należy skierować azot na krótki czas poprzez wymiennik ciepła 2 do podgrzewacza elektrycznego 3, aby doprowadzić do ogrzania sit molekularnych do temperatury co najmniej 110°C. Po zakończeniu regeneracji sit w osuszaczu 8, wyłącza się podgrzewacz 3, kierując azot poza obieg osuszacza 8 i akumulatora ciepła/zimna 9.

6. Cykl ostatecznego ochłodzenia adsorbenta polega na skierowaniu azotu przepływającego przez adsorber 4 na chłodnicę wodną 5, tak długo, aż temperatura w dolnej części adsorbera osiągnie wartość około 30°C.

