



54 Układ regeneracji adsorbentu w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej

43 Zgłoszenie ogłoszono:  
01.06.1992 BUP 11/92

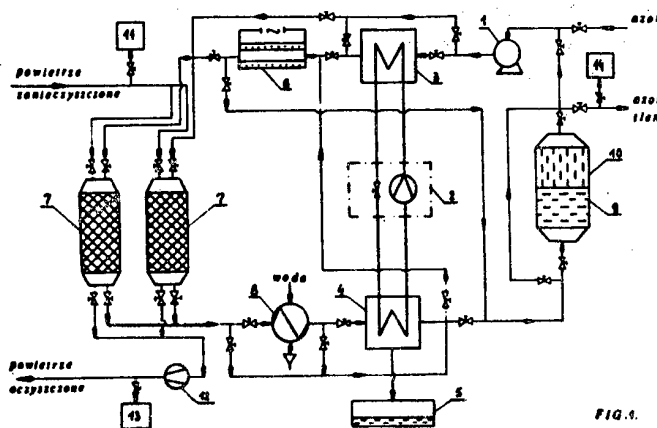
45 O udzieleniu patentu ogłoszono:  
31.03.1995 WUP 03/95

73 Uprawniony z patentu:  
Akademia Górniczo-Hutnicza  
im. Stanisława Staszica, Kraków, PL

72 Twórcy wynalazku:  
Roman Staszewski, Kraków, PL  
Teresa Wagner-Staszewska, Kraków, PL

74 Pełnomocnik:  
Adamek-Obłąkowska Maria, Akademia  
Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

57 1. Układ regeneracji adsorbentu w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej zawierający szeregowo połączone sprężarkę, podgrzewacz, co najmniej dwie kolumny adsorpcyjne pracujące naprzemiennie, chłodnicę wodną oraz osuszacz gazu, **znamienny tym**, że posiada pompę ciepłą (2), której część będąca podgrzewaczem-skraplaczem (3) włączona jest w obieg układu szeregowo przed podgrzewaczem (6) i kolumną adsorpcyjną (7), a część będąca kondensatorem-parownikiem (4) włączona jest za kolumną adsorpcyjną (7) i chłodnicą (8) oraz zaopatrzony jest w akumulator ciepła-zimna (10) umieszczony w jednej kolumnie z osuszaczem gazu (9), który usytuowany jest między sprężarką (1) a kondensatorem-parownikiem (4).



## Układ regeneracji adsorbentu w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej

### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ regeneracji adsorbentu w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej zawierający szeregowo połączone sprężarkę, podgrzewacz, co najmniej dwie kolumny adsorpcyjne pracujące naprzemiennie, chłodnicę wodną oraz osuszacz gazu, **znamienny tym**, że posiada pompę cieplną (2), której część będąca podgrzewaczem-skraplaczem (3) włączona jest w obieg układu szeregowo przed podgrzewaczem (6) i kolumną adsorpcyjną (7), a część będąca kondensatorem-parownikiem (4) włączona jest za kolumną adsorpcyjną (7) i chłodnicą (8) oraz zaopatrzony jest w akumulator ciepła-zimna (10) umieszczony w jednej kolumnie z osuszaczem gazu (9), który usytuowany jest między sprężarką (1) a kondensatorem-parownikiem (4).

2. Układ regeneracji adsorbentu w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej zawierający szeregowo połączone sprężarkę, podgrzewacz, co najmniej dwie kolumny adsorpcyjne pracujące naprzemiennie, chłodnicę wodną oraz osuszacz gazu, **znamienny tym**, że posiada pompę cieplną (2), której część będąca podgrzewaczem-skraplaczem (3) włączona jest w obieg układu szeregowo przed podgrzewaczem (6) i kolumną adsorpcyjną (7), a część będąca kondensatorem-parownikiem (4) włączona jest za kolumną adsorpcyjną (7) i chłodnicą (8) oraz zaopatrzony jest w akumulator ciepła-zimna (10) umieszczony w jednej kolumnie z osuszaczem gazu (9), który usytuowany jest między sprężarką (1) a kondensatorem-parownikiem (4), przy czym między kondensatorem-parownikiem (4) a osuszaczem gazu (9) umieszczony jest dodatkowy podgrzewacz (15).

\* \* \*

Przedmiotem wynalazku jest układ regeneracji adsorbentu w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej, znajdujący zastosowanie w ochronie środowiska do oczyszczania zanieczyszczonych gazów i powietrza technologicznego.

Znane dotychczas instalacje służące do wydzielenia z powietrza technologicznego zanieczyszczeń gazowych, skonstruowane są w oparciu o metodę adsorpcyjnego pochłaniania gazów przy użyciu węgla aktywnego oraz na desorpcji i regeneracji węgla aktywnego parą wodną. Zastosowanie pary wodnej do desorpcji i regeneracji adsorbentu powoduje zawilgocenie adsorbentu-węgla aktywnego oraz adsorbentu-kondensatu. Zawodniony adsorbent należy poddać procesowi suszenia gorącym gazem, a następnie chłodzenie 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 samozapłonu węgla w adsorberze.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 129 518 układ regeneracji adsorbentu w stacji sprężania i osuszania powietrza składa się z szeregowo połączonych: sprężarki, chłodnicy końcowej sprężarki, nagrzewnicy, kolumny wypełnionej regenerowanym adsorbentem, chłodnicy oraz przeponowego wymiennika ciepła. Jedna z dwóch przestrzeni tego wymiennika włączona jest w szereg pomiędzy sprężarką, a chłodnicą końcową sprężarki, a druga z dwóch przestrzeni przeponowego wymiennika ciepła włączona jest w szereg przed nagrzewnicą.

Istota układu według wynalazku zawierającego szeregowo połączone: sprężarkę, podgrzewacz, co najmniej dwie kolumny adsorpcyjne pracujące naprzemiennie, chłodnicę wodną oraz osuszacz gazu, jest to, że posiada pompę cieplną, której część będąca podgrzewaczem-skraplaczem włączona jest w obieg układu szeregowo przed podgrzewaczem i kolumną adsorpcyjną, a część będąca kondensatorem-parownikiem włączona jest za kolumną adsorpcyjną i chłodnicą.

Ponadto układ zaopatrzony jest w akumulator ciepła-zimna umieszczony w jednej kolumnie z osuszaczem gazu, który usytuowany jest między sprężarką a kondensatorem-parownikiem.

W innej wersji układu według wynalazku, między kondensatorem-parownikiem a osuszaczem gazu umieszczony jest dodatkowy podgrzewacz.

Zaletą układu według wynalazku, jest wyeliminowanie zawilgocenia adsorbentu, dzięki zastosowaniu gazu inertnego, przez co skrócony jest proces desorpcji o cykl suszenia adsorbentu oraz wyeliminowanie zawilgocenia kondensatu, przez co można ponownie go zastosować w procesie technologicznym bez dodatkowych czynności destylacyjnych. Ponadto wyeliminowane jest niebezpieczeństwo pożaru w adsorberze.

Układ według wynalazku jest przedstawiony schematycznie w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ bez dodatkowego podgrzewacza, a fig. 2 układ wraz z dodatkowym podgrzewaczem.

Układ regeneracji adsorbenta w instalacji adsorpcyjno-desorpcyjnej składa się ze sprężarki 1 gazu inertnego, którym jest azot, pompy ciepłej 2 zawierającej podgrzewacz-skraplacz 3 i kondensator-parownik 4 wraz ze zbiornikiem 5 związków organicznych, podgrzewacza azotu 6, dwóch kolumn adsorpcyjnych 7 wypełnionych węglem aktywnym, pracujących przeemiennie w obwodzie adsorpcyjnym i desorpcyjno-regeneracyjnym, chłodnicy wodnej 8 gazu inertnego, osuszacza gazu 9 umieszczonego w jednej kolumnie z akumulatorem ciepła-zimna 10. Ponadto w obwodzie adsorpcyjnym włączony jest szeregowo przed kolumną 7 analizator wilgotności powietrza 11, a za kolumną 7, dmuchawa 12 oraz analizator związków organicznych 13. Natomiast w obwodzie desorpcyjno-regeneracyjnym na wyjściu z tego obwodu usytuowany jest analizator tlenu w azocie 14 oraz w drugiej wersji instalacji według wynalazku, przed osuszaczem gazu 9 umieszczony jest podgrzewacz 15.

Zasada działania układu według wynalazku jest następująca. W znanym układzie adsorpcyjnym, zanieczyszczone powietrze o temperaturze do 30°C i wilgotności względnej nieprzekraczającej 60%, zasysane dmuchawą 12, przepływa z góry w dół przez warstwę węgla aktywnego w adsorberze 7 z prędkością nie większą niż 0,2 m/s. W porach węgla aktywnego zachodzi adsorpcja organicznych zanieczyszczeń, natomiast oczyszczone powietrze wypływa z dolnej części adsorbera. Do określenia dopuszczalnej przepisami koncentracji zanieczyszczeń w powietrzu wylotowym oraz stwierdzenia zakończenia procesu adsorpcji, służy analizator 13. Zakończenie procesu adsorpcji można również określić poprzez kontrolę temperatury węgla aktywnego w adsorberze. Bieżącą i ciągłą kontrolę zawartości wilgoci w powietrzu dolotowym do adsorbera, wykonuje analizator 11. W przypadku gdy wilgotność przekroczy 60% należy zanieczyszczone powietrze skierować na osuszacz, nie uwzględniony na rysunku.

Proces desorpcji zaadsorbowanych składników gazowych oraz regeneracji węgla aktywnego w adsorberze, przebiega w sześciu kolejnych cyklach technologicznych. W cyklu pierwszym wypłukuje się resztki tlenu z instalacji przed właściwym procesem desorpcji, stosując przepuszczenie azotu z zastosowaniem odpowiednich zaworów instalacji, przez adsorber 7 z wyjściem azotu na zewnątrz, przy czym posługując się wskazaniem analizatora 14, cykl ten przeprowadza się do momentu obniżenia koncentracji tlenu w azocie poniżej 1% objętości. Następnie przeprowadza się proces desorpcji wody polegający na usunięciu wody z węgla aktywnego przez przepuszczenie, sprężonego w sprężarce 1 i podgrzanego do temperatury 180°C w podgrzewaczu 6 azotu, przez adsorber 7. Gorący azot, krążąc w obiegu zamkniętym instalacji pobiera z węgla aktywnego cząsteczki wody i transportuje je poprzez chłodnicę wodną 8 do osuszacza gazu 9, wypełnionego sitami molekularnymi, które są tak dobrane aby ich pory zatrzymywały selektywnie tylko cząstki wody. Następnym cyklem jest kondensacja składników gazowych, wymagająca uruchomienia w instalacji pompy ciepłej 2. Strumień azotu przepływając przez zimną część pompy 2 czyli kondensator-parownik 4 zostaje ochłodzony do temperatury w której kondensują związki organiczne i spływają do zbiornika 5. Ochłodzony azot kierowany jest następnie przez osuszacz 9 do kondensatora ciepła-zimna 10, będącym zbiornikiem wypełnionym żwirem. Cykl kondensacji trwa tak długo, aż w kondensatorze 4 przestaną się wykraplać związki organiczne, po czym stosuje się cykl wstępnego chłodzenia adsorbentu. Cykl ten polega na wyłączeniu podgrzewacza 3 oraz 6 i przepuszczeniu ich obiegiem zewnętrznym gazu poprzez adsorber 7, chłodnicę wodną 8, kondensator 4 i akumulator ciepła-zimna 10,

w których azot ochładza się i powoduje wstępne schłodzenie warstwy węgla aktywnego w adsorberze 7 do temperatury około 80°C. Następnym cyklem jest cykl chłodzenia adsorbentu wraz z desorpcją wody z osuszacza. W tym cyklu wyłącza się pracującą dotychczas część pompy ciepłej 2 jaką jest kondensator 4 oraz chłodnicę wodną 8, a strumień gazu kieruje się ich zewnętrznym obiegiem. Gaz inertny nie będąc chłodzony, przenosi ciepło z adsorbera 7 do osuszacza gazu 9 i akumulatora ciepła-zimna 10. Pod wpływem tego ciepła, zgromadzona w sitach molekularnych woda odparowuje i zostaje przeniesiona do adsorbera 7, dla wstępnego nawilżenia węgla aktywnego przed ponownym procesem adsorpcji. Dla prawidłowej regeneracji sit molekularnych w osuszaczu gazu 9, należy skierować azot na krótki czas do podgrzewacza 6 lub podgrzewacza 15. Po zakończeniu regeneracji sit w osuszaczu 9, wyłącza się podgrzewacze 6 i 15, skierowując azot poza obieg osuszacza 9 i akumulatora 10. Cykl ostatecznego chłodzenia adsorbentu polega na skierowaniu azotu przepływającego przez adsorber 7 na chłodnicę wodną 8, tak długo, aż temperatura w dolnej części adsorbera osiągnie wartość około 30°C.

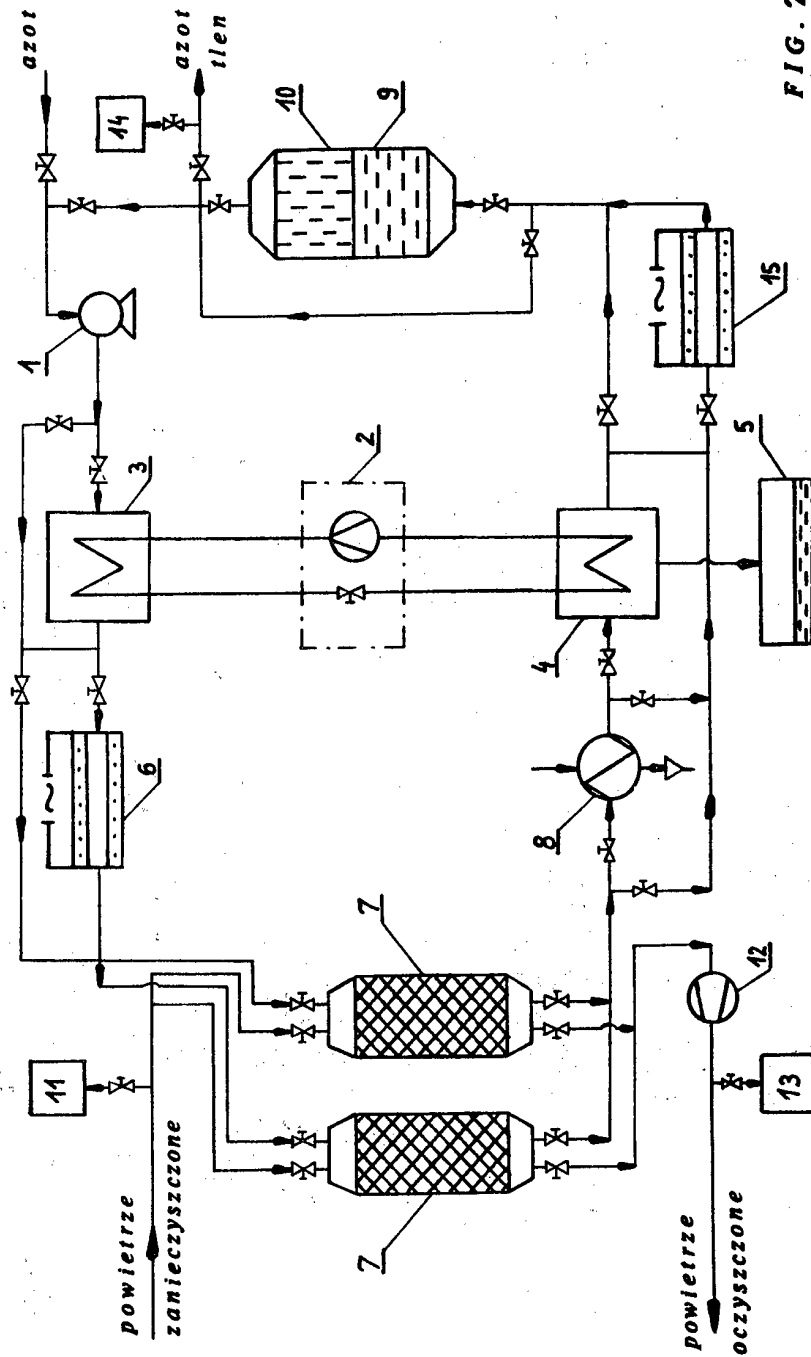


FIG. 2.

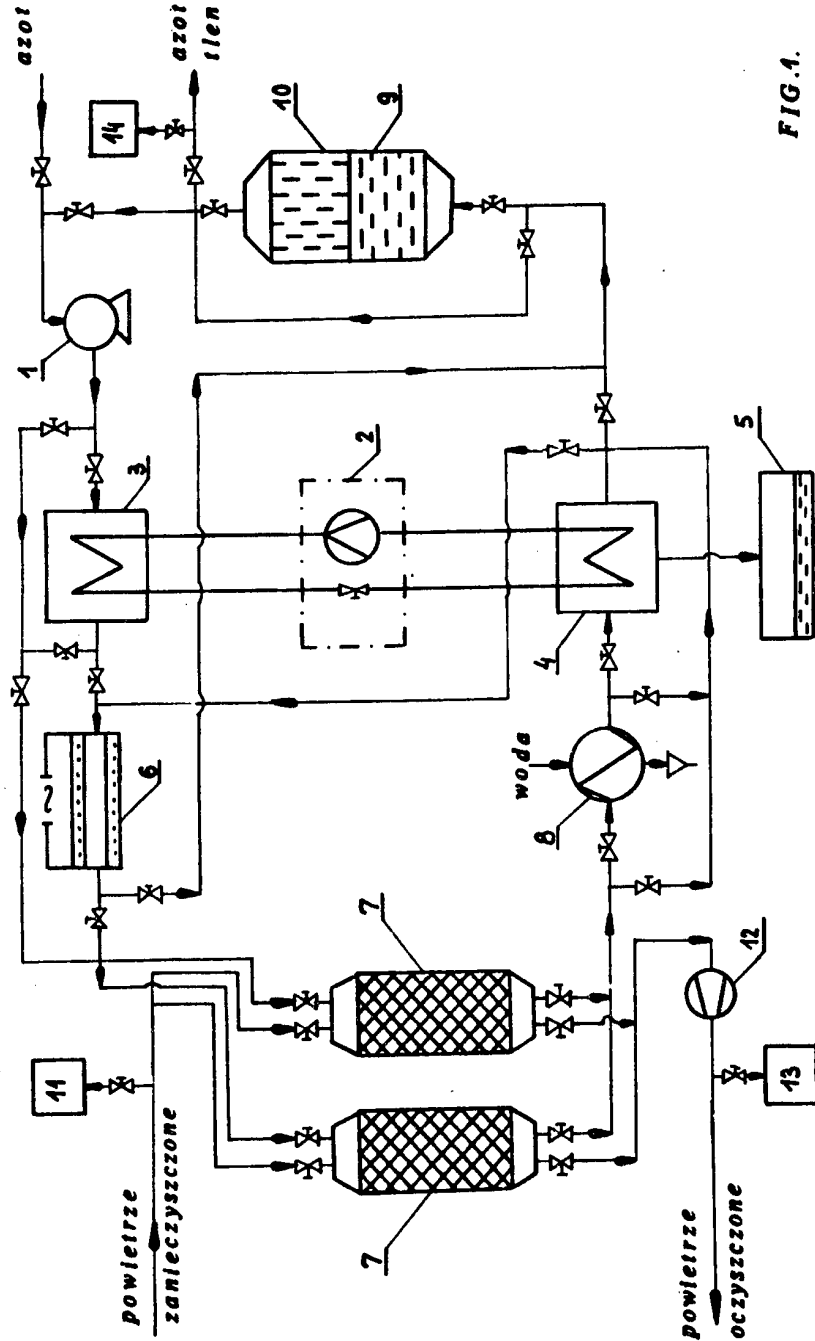


FIG. 1.