

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY 130416

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 80 05 31 (P. 224680)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 81 12 11

Opis patentowy opublikowano: 1985 09 14

Int. Cl.³ B01D 53/02
A01F 25/00

Twórcy wynalazku:

Jerzy Wojciechowski, Jerzy Haber, Edward Lange,
Andrzej Rachwał, Jerzy Bachowski, Józef Buśko

Uprawniony z patentu:

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN,
Kraków (Polska)

Sposób wytwarzania atmosfery o kontrolowanej zawartości dwutlenku węgla w komorze przechowalniczej owoców i warzyw

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania atmosfery o kontrolowanej zawartości dwutlenku węgla w komorze przechowalniczej owoców i warzyw, przy czym atmosferę z komory przechowalniczej przepuszcza się w obiegu zamkniętym przez adsorber z węglem aktywnym, a po usunięciu dwutlenku węgla częściowo zawraca do komory przechowalniczej.

Procesy starzenia owoców i warzyw w warunkach magazynowania można znacznie opóźnić stosując regulowaną atmosferę, dzięki czemu jakość przechowywanych owoców i warzyw może być zachowana w znacznie dłuższym okresie. Wytwarzanie kontrolowanej atmosfery w warunkach magazynowania owoców zwłaszcza pestkowych, stosowane jest obecnie w dużej skali w praktyce przechowalnictwa.

O ile w normalnym składzie powietrze zawiera tylko 0,03% dwutlenku węgla oraz 21% tlenu i 79% azotu, w jednostronnie kontrolowanej atmosferze zawartość dwutlenku węgla może zostać zwiększona: na przykład w przechowalnictwie owoców pestkowych od 2 do 5% wagowych. W procesie oddychania owoców pochłaniane jest z atmosfery mniej więcej tyle tlenu, ile następnie produkowane jest przez nie dwutlenku węgla. Odpowiednio do tego spada procentowa zawartość tlenu w komorach przechowalniczych w takim stopniu, w jakim wzrasta stężenie dwutlenku węgla w otaczającej produkty atmosferze. Na przykład, przy zwiększeniu zawartości dwutlenku węgla do 5% wagowych w komorze zawartość tlenu maleje z 21 do 16%.

Jeżeli na skutek procesów oddychania owoców zawartość dwutlenku węgla wzrośnie do wartości powyżej 5% wagowych, istnieje potrzeba doprowadzenia do pomieszczenia odpowiedniej ilości świeżego powietrza. Pobierając część powietrza o zwiększonej zawartości dwutlenku węgla z magazynu i doprowadzając do pomieszczenia strumień świeżego powietrza, można utrzymać kontrolowaną zawartość składników w atmosferze magazynującej owoce, odpowiednią dla danego produktu.

W procesie jednostronnie kontrolowanej atmosfery reguluje się tylko zawartość dwutlenku węgla, natomiast w systemie dwustronnie kontrolowanej atmosfery reguluje się zawartość dwutlenku węgla i tlenu. Stężenie dwutlenku węgla w warunkach magazynowania owoców winno najczęściej kształtować się w granicach 2–5% wagowych i dlatego należy codziennie mierzyć procentową zawartość dwutlenku węgla. Nadmiar dwutlenku węgla usuwa się na drodze pochłaniania go w skrubkach lub przez adsorpcję na węglu aktywnym.

W dotychczas znanych metodach do absorpcji chemicznej dwutlenku węgla stosowano etanoloaminę, wapno suche sita molekularne, a w technice ostatnich lat stosuje się różne rozwiązania metod adsorpcji dwutlenku węgla za pomocą węgla aktywnego.

Adsorpcję dwutlenku węgla w procesie znanym z opisu patentowego RFN nr 1 800 877 przeprowadza się przez wysycanie wilgotnych gazów z atmosfery komór magazynujących przewodem, na którym znajduje się zawór regulujący i przepuszczanie ich przez złożę węgla aktywnego w zbiorniku adsorpcyjnym. W tej operacji, adsorpcji na węglu aktywnym ulega dwutlenek węgla oraz śladowe ilości innych gazów, zwłaszcza związków aromatycznych. Gaz uwolniony od dwutlenku węgla, zawierający jeszcze parę wodną, zawracany jest poprzez zawór na przewodzie odprowadzającym z adsorbera do komory przechowalniczej. Operację powyższą powtarza się aż do wyczerpania zdolności adsorpcyjnej węgla aktywnego.

Następnie zamyka się zawory łączące adsorber z atmosferą w komorach magazynowych i otwiera zawory doprowadzające z zewnątrz powietrze nasycone parą wodną. Proces desorpcji węgla aktywnego przeprowadza się przedmuchując strumień powietrza zawierającego parę wodną przy odwrotnym kierunku przepływu jak w procesie adsorpcji. Uwolnione w procesie desorpcji czynniki zaadsorbowane na węglu aktywnym odprowadzane są przewodem na zewnątrz. Po zakończonym procesie desorpcji węgla aktywnego, złożę łączy się za pomocą odpowiednich zaworów z atmosferą komory przechowalniczej i prowadzi od nowa proces adsorpcji dwutlenku węgla na węglu aktywnym.

Przełączanie urządzenia periodycznego na cykle adsorpcji i desorpcji prowadzi się stosując przełączniki czasowe sterowane zegarami lub stosując analizatory stężeń dwutlenku węgla, które przy osiągnięciu odpowiednio wysokiego stężenia dwutlenku węgla w atmosferze łączą komorę przechowalniczą poprzez automatyczne zawory sterujące, z adsorbentem. Przeważnie jednak, łączy się z dwoma lub kilkoma adsorberami pracującymi na przemian, to jest, kiedy w jednym zbiorniku przebiega proces adsorpcji dwutlenku węgla na węglu aktywnym, w drugim przeprowadza się regenerację na drodze desorpcji.

W sposobie według opisu patentowego RFN opisanym powyżej, istotny jest fakt wypychania resztek powietrza z adsorbenta po zakończeniu procesu regeneracji — na zewnątrz, stosując kontrolowaną atmosferę z magazynu, a ponadto zbiornik z adsorbentem połączony jest dodatkowym zaworem ze zbiornikiem buforowym. Pomiędzy zbiornikiem adsorpcyjnym i komorą przechowalniczą w obieg włączona jest dodatkowo urządzenie chłodnicze.

Również w rozwiązaniu znanym z opisu wyłożeniowego RFN nr 1 817 403 adsorpcję dwutlenku węgla w procesie magazynowania owoców i warzyw prowadzi się przy użyciu węgla aktywnego. W metodzie tej, skrubler napełniony węglem aktywnym połączony jest w obiegu zamkniętym z atmosferą przechowalni. W okresie adsorpcji dwutlenku węgla powietrze z magazynu tłoczy się za pomocą dmuchawy lub wentylatora periodycznie do adsorbera. Następnie, w okresie regeneracji węgla aktywnego, przepuszcza się przez złożę adsorbenta świeże powietrze, aż do całkowitego zdesorbowania dwutlenku węgla.

Istotą tego rozwiązania jest również stosowanie dwóch skrublerów z przynależnym do każdego z nich wentylatorem lub dmuchawą, które w czasie adsorpcji dwutlenku węgla łączy się periodycznie z obiegiem atmosfery komory przechowalniczej, natomiast w fazie desorpcji dwutlenku węgla — ze strumieniem świeżego powietrza, przy czym połączenia zmienia się na przemian w cyklach 15-minutowych. Sterowanie czasu adsorpcji—desorpcji odbywa się za pomocą zaworów magnetycznych.

W opisie patentowym ZSRR nr 420 317 opisane jest urządzenie stosowane do oczyszczenia środowiska gazowego od nadmiaru dwutlenku węgla w pomieszczeniach dla przechowywania produktów i owoców. Instalacja składa się z adsorbera, wentylatora oraz nagrzewnicy, połączonych przewodami w obiegu zamkniętym z komorą przechowalniczą. Na przewodach rurowych zamocowane są zawory trójdrożne połączone z atmosferą oraz zawór czterodrożny z dwoma odprowadzeniami. Gazy z przestrzeni magazynującej, w okresie adsorpcji podawane są wentylatorem do zbiornika z adsorbentem, aż do nasycenia się adsorbenta.

Regenerację adsorbenta przeprowadza się przez przepuszczanie ogrzanego powietrza przez złożę adsorbenta. Produkty desorpcji odprowadza się z adsorbera za pomocą zaworów na zewnątrz. Po zakończonym procesie desorpcji dwutlenku węgla przez adsorber przepuszcza się powietrze ochładzające złożę. Po zakończeniu cyklu desorpcji przełącza się adsorber ręcznie lub automatycznie, rozpoczynając ponowny okres adsorpcji: to jest łączy się adsorber z atmosferą w komorze przechowalniczej i pochłania nadmiar dwutlenku węgla ze strumienia powietrza.

Znane są w różnych dziedzinach techniki sposoby oczyszczania mieszanin gazowych, zawierających między innymi dwutlenek węgla, w których adsorpcję prowadzi się pod zwiększonym ciśnieniem, a desorpcję pod obniżonym ciśnieniem. Oczyszczanie gazów metodą adsorpcji przemiennej znane jest z opisów RFN DE-AS-1 444 490, DE-AS-1 769 936 oraz DE-OS-2 624 346. Wymienione rozwiązania służą do rozdzielania różnych mieszanin gazów przemysłowych od zanieczyszczeń. Jako adsorbenty w tych procesach stosowane są głównie sita molekularne. Poszczególne rozwiązania różnią się między sobą konstrukcją urządzeń oraz rodzajem stosowanego adsorbenta i służą do osiągnięcia podobnego celu, to jest do eliminowania niepożądanych składników z mieszanin gazowych.

Celem wynalazku było znalezienie prostszego od dotychczas znanych, rozwiązania do wytwarzania atmosfery o kontrolowanej zawartości dwutlenku węgla, stosowanej w przechowywaniu owoców, na drodze adsorpcji dwutlenku węgla na węglu aktywnym, to jest doprowadzenie do możliwie małych nakładów inwestycyjnych w budowie nowych obiektów przez wyeliminowanie dotychczas stosowanych zbiorników o dużych gabarytach, zbiorników buforowych oraz aparatów potrzebnych w procesie regeneracji złoża węgla aktywnego.

Istota wynalazku polega na zastosowaniu do wytwarzania atmosfery o kontrolowanej zawartości dwutlenku węgla w komorze przechowalniczej owoców i warzyw metody adsorpcji na węglu aktywnym, przy czym proces adsorpcji prowadzi się przy podwyższonym ciśnieniu, a proces desorpcji dwutlenku węgla ze złoża węgla aktywnego prowadzi się dwustopniowo, przy obniżonym ciśnieniu. Warunki procesu ustala się tak, aby stężenie dwutlenku węgla w strumieniu gazu po desorpcji było tego rzędu, by pozwoliło na obniżenie zawartości dwutlenku węgla w komorze przechowalniczej do wartości granicznej wynoszącej przykładowo 2–5% wagowych w przypadku przechowywania jabłek.

Sposobem według wynalazku, atmosferę o kontrolowanej zawartości dwutlenku węgla w komorze przechowalniczej owoców i warzyw, w zakresie 2–5% wagowych dwutlenku węgla, wytwarza się przez tłoczenie strumienia powietrza zawierającego powyżej 5% wagowych dwutlenku węgla z komory przechowalniczej, poprzez złożo węgla aktywnego, w czasie 2–5 minut. Następnie wysysa się zaadsorbowane na złożu węgla aktywnego składniki za pomocą pompy próżniowej, przy czym pierwszą fazę desorpcji prowadzi się w czasie 0,5–2 minut i odprowadza strumień powietrza ubogiego w tlen, ewentualnie wzbogaconego świeżym powietrzem, do komory przechowalniczej.

Drugą fazę procesu desorpcji prowadzi się w czasie 2–10 minut, kiedy zdesorbowany dwutlenek węgla usuwa się na zewnątrz. Poszczególne cykle adsorpcji i desorpcji sterowane są w sposób automatyczny. Przez autoamtyczne sterowanie poszczególnymi cyklami procesu adsorpcji i desorpcji reguluje się zawartość dwutlenku węgla w strumieniu gazu doprowadzanego do komory przechowalniczej i utrzymuje w atmosferze komory odpowiednie stężenie dwutlenku węgla, korzystne dla warunków przechowywania danego owocu lub warzywa.

W praktyce, atmosferę kontrolowaną pod względem zawartości dwutlenku węgla, stosowaną w przechowalniach owoców i warzyw, wytwarza się na drodze cykulowania strumienia nasyconego dwutlenkiem węgla z pomieszczenia magazynującego poprzez adsorber z węglem aktywnym usuwający dwutlenek węgla, stosując dmuchawy lub wentylatory oraz zawracania strumienia oczyszczonego od dwutlenku węgla, ewentualnie wzbogaconego świeżym powietrzem, do układu.

Proces prowadzony jest periodycznie, przy zastosowaniu naprzemiennych okresów adsorpcji dwutlenku węgla na złożu, a następnie – w czasie regeneracji – okresów desorpcji dwutlenku węgla ze złoża. Przez odpowiednie zgranie natężenia wielkości przepływu strumienia cykulującego pomiędzy komorą przechowalniczą, a zbiornikiem adsorpcyjnym oraz dobór czasów adsorpcji i desorpcji, można utrzymać stały zakres stężenia dwutlenku węgla w komorze przechowalniczej, korzystny dla warunków magazynowania danego rodzaju produktów.

Według wynalazku, wytwarza się atmosferę kontrolowaną jednostronnie, korzystną dla magazynowania owoców, głównie jabłek, o stężeniu dwutlenku węgla w granicy 2–5% wagowych. Strumień powietrza zawierający dwutlenek węgla powyżej granicznej wartości tłoczy się za pomocą dmuchawy do zbiornika wypełnionego węglem aktywnym, prowadząc adsorpcję przez okres 2–5 minut i zawracając strumień powietrza uwolnionego od dwutlenku węgla do komory przechowalniczej, w obiegu zamkniętym.

Następnie odcina się przepływ strumienia pomiędzy komorą przechowalniczą a adsorberem i łączy adsorber z komorą próżniową z jednej strony oraz komorą przechowalniczą z drugiej strony. Po włączeniu pompy próżniowej rozpoczyna się okres desorpcji gazów zaadsorbowanych na złożu węgla aktywnego, na drodze ich wysysania, przy czym w pierwszej fazie desorpcji – to jest w czasie 0,5–2 minut od rozpoczęcia ssania – uwalniają się składniki lżejsze, to jest powietrze ubogie w tlen. Faza ta kierowana jest do magazynu, gdyż pozwala na obniżenie zawartości tlenu w atmosferze magazynującej.

Po okresie wstępnym ma miejsce właściwa regeneracja złoża poprzez odsysanie z niego dwutlenku węgla, w czasie od 2 do 10 minut. Rozpiętość czasowa w powyższej granicy uwarunkowana jest gabarytami zbiornika i stopniem granulacji węgla aktywnego. Strumień zdesorbowanego dwutlenku węgla wypuszcza się do atmosfery. Okresy adsorpcji i dwu faz desorpcji reguluje się zaworami sterowanymi automatycznie. Rozwiązanie według wynalazku jest proste w wykonaniu i pozwala na wykorzystanie zbiorników z adsorbentem o stosunkowo niewielkich wymiarach.

Dla realizacji sposobu według wynalazku stosuje się proste urządzenie składające się z dmuchawy, zbiornika adsorpcyjnego, pompy próżniowej i czterech zaworów regulujących kierunek przepływu gazu w okresach adsorpcji i desorpcji. Na załączonym schemacie przedstawiono połączenia pomiędzy komorą przechowalniczą oraz adsorberem w okresach adsorpcji i desorpcji dwutlenku węgla. Urządzenie składa się ze zbiornika 1 zaopatrzonego w dno sitowe 2, na którym spoczywa złożo węgla aktywnego 3. Zbiornik 1 połączony jest przewodem wlotowym przez zawór 4 i dmuchawę 5 oraz zawór wylotowy 6 z komorą przechowalniczą 7. Ponadto zbiornik 1 połączony jest z pompą próżniową 8, a ta, poprzez zawór 9 z komorą przechowalniczą 7, względnie poprzez zawór 10 z atmosferą zewnętrzną.

Urządzenie sterujące reguluje pracę urządzenia w ten sposób, że podczas cyklu adsorpcji otworzone są zawory 4 i 6 i włączona dmuchawa 5, a pozostałe zamknięte, natomiast przy cyklu desorpcji zawory 4 i 6 są zamknięte, dmuchawa 5 wyłączona z ruchu, zaś pompa próżniowa 8 jest włączona do ruchu w okresie 0,5 do 2 minut, poprzez zawór 9, przy zamkniętym zaworze 10, po czym zawór 9 jest zamknięty, a do końca okresu desorpcji dwutlenku węgla ze złoża węgla aktywnego otwarty jest zawór 10.

P r z y k ł a d . Do uszczelnionej komory o objętości 580 m³ naładowano 95 tch jabłek odmiany McIntosh. Po pięciu dniach magazynowania stężenie dwutlenku węgla wzrosło do 5% wagowych, a stężenie tlenu obniżyło się do 16%. Komora połączona była z adsorberem 1, do którego na dno sitow. 2 wsypano 35 kg węgla aktywnego o granulacji 5x10 mm. W piątym dniu od zamknięcia komory, gdy stężenie dwutlenku węgla w komorze podniosło się do 5% wagowych, adsorber włączono do eksploatacji. W cyklu adsorpcji, przy otworzonych zaworach 4 i 6, dmuchawa 5 ssała gaz z komory 7 i tłoczyła go przez adsorber 1 z powrotem do komory.

Cykl adsorpcji trwał 2 minuty. Następnie dmuchawa 5 wyłączała się z ruchu, zawory 4 i 6 zamykały się, a pompa 8 włączała się do ruchu i przez 1 minutę tłoczyła zawartość gazową z adsorbera 1 z powrotem do komory 7, dzięki temu, że zawór 9 był otworzony, a 10 zamknięty. Po 1 minucie zawór 9 zamknął się, a 10 otworzył i przez 7 minut pompa próżniowa 8 wypompowywała dwutlenek węgla z adsorbera 1 do otoczenia. Następnie pompa próżniowa 8 wyłączała się, zamknął się zawór 10, zaś otworzyły zawory 4 i 6, dmuchawa 5 włączyła się do ruchu i rozpoczął się cykl adsorpcji. W ciągu jednej godziny adsorber pracował 6 razy w cyklu adsorpcji i 6 razy w cyklu desorpcji.

Stwierdzono, że przez 20 dni codziennej pracy adsorbera, przez 12 godzin dziennie, stężenie dwutlenku węgla wahało się pomiędzy 4,8 a 5,0%. Jeżeli adsorbera przez 2 dni nie uruchamiano, wówczas stężenie dwutlenku węgla w komorze podwyższyło się do 5,8% wagowych. Stężenie tlenu po 15 dniach obniżyło się do 5% wagowych i na tym poziomie pozostało, wahając się w zakresie od 4,5 do 5,5% wagowych, co świadczyło o tym, że praca adsorbera nie stanowi przeszkody w obniżaniu stężenia tlenu.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wytwarzania atmosfery o kontrolowanej zawartości dwutlenku węgla w komorze przechowalniczej owoców i warzyw w zakresie 2–5% wagowych dwutlenku węgla na drodze usuwania dwutlenku węgla z atmosfery komory przechowalniczej, metodą adsorpcji na węglu aktywnym i zawracania wolnego od dwutlenku węgla strumienia powietrza do komory przechowalniczej oraz cyklicznego procesu regeneracji złoża węgla aktywnego przez uwalnianie dwutlenku węgla na drodze desorpcji pod zmniejszonym ciśnieniem, z n a m i e n n y t y m, że tłoczy się strumień powietrza zawierającego dwutlenek węgla z komory przechowalniczej, poprzez złożo węgla aktywnego w czasie 2–5 minut, następnie wysysa się zaadsorbowane na złożu składniki za pomocą pompy próżniowej, przy czym pierwszą fazę desorpcji prowadzi się w czasie 0,5–2 minut i odprowadza strumień powietrza ubogiego w tlen, ewentualnie wzbogaconego świeżym powietrzem, do komory przechowalniczej, zaś drugą fazę desorpcji prowadzi się w czasie 2–10 minut usuwając zdesorbowany dwutlenek węgla na zewnątrz, a poszczególne cykle adsorpcji i desorpcji steruje się w sposób automatyczny.

