



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 81 07 06 (P. 232 055)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 83 01 17

Opis patentowy opublikowano: 1986 02 17

Int. Cl⁸.

C13D 3/06

Twórca wynalazku: Witold Łękowski

Uprawniony z patentu: Przedsiębiorstwo Projektowania i Dostaw
Kompletnych Obiektów Przemysłowych
„CHEMADEX”, Warszawa (Polska)

**Sposób saturacji soku cukrowniczego
i urządzenie do stosowania tego sposobu**

1

Wynalazek dotyczy sposobu saturacji soku cukrowniczego w procesie jego oczyszczania a także urządzenia do stosowania tego sposobu.

W procesie oczyszczania soku cukrowniczego w przemyśle cukrowniczym dodawany jest do soku tlenek wapnia lub wodorotlenek wapnia, który następnie jest wytrącany z roztworu dwutlenkiem węgla i osadza się w postaci węglanu wapnia w procesie tak zwanej saturacji. Do wytrącania węglanu wapnia w procesie saturacji stosuje się na ogół gazy odlotowe z pieca wapiennego, zawierające około 25% do 40% objętościowych dwutlenku węgla.

W znanych i stosowanych procesach saturacji gazy te przed wprowadzeniem do procesu saturacji ochładza się w skrubkach wodnych, w których następuje oczyszczenie gazu z cząstek stałych i z gazowych związków siarki. Oczyszczony i ochłodzony gaz spręża się następnie do ciśnienia wymaganego procesem saturacji, to jest do około 0,5 do 0,8 atmosfer nadciśnienia. Gaz ten, nazywany gazem saturacyjnym, po przejściu przez skrubery i po jego sprężeniu ma temperaturę około 25 do 40 stopni Celsjusza, odpowiednio do jego sprężenia. Ponieważ optymalna temperatura saturacji wynosi od 80 do 100 stopni Celsjusza, gaz saturacyjny, odpowiednio uprzednio schłodzony w skrubkach musi zostać ogrzany do temperatury procesu. Ogrzewanie to odbywa się kosztem ciepła, zawartego w saturowanym soku.

2

W procesie saturacji odbywa się również proces nawilżania chłodnego gazu saturacyjnego zawartą w soku parą wodną; proces ten odbywa się również kosztem ciepła soku. Dla utrzymania temperatury procesu we wspomnianych wyżej, optymalnych granicach sok, doprowadzany do procesu musi być więc przegrzany do temperatury wyższej, niż optymalna temperatura procesu; w znanych rozwiązaniach stosuje się przegrzewanie soku do temperatury powyżej 100 stopni do 115 stopni Celsjusza za pomocą dodatkowego podgrzewacza ogrzewanego parą wodną. Pomijając już niedogodności związane z przegrzewaniem soku do temperatury powyżej 100 stopni Celsjusza, co wywołuje pogorszenie jakości soku, w opisanym rozwiązaniu konieczne jest doprowadzenie do soku energii cieplnej z sieci pary grzejnej cukrowni, która to energia jest następnie tracona na podgrzanie gazu saturacyjnego, z którym po jego zużyciu uchodzi do atmosfery.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego sposobu saturacji soku cukrowniczego, który usunąłby wymienione wady znanego procesu saturacji i pozwoliłby na obniżenie zużycia pary grzejnej. Ponadto znane jest również stosowanie do podgrzewania gazu kolumn do wymiany ciepła i masy, składających się ze zbiornika wypełnionego częściowo półkami, kratami lub pierścieniami Raschiga bądź pierścieniami Białeckiego, do którego do dolnej części, poniżej wypełnienia, doprowadzany jest

gaz, który ma zostać poddany podgrzaniu, nawilgoceniu, albo obu tym procesom jednocześnie, a do górnej części zbiornika, powyżej wypełnienia, doprowadzana jest ciecz ogrzewająca lub nawilżająca. Ciecz ta, ściekając przez warstwę wypełnienia do dolnej części zbiornika miesza się w przeciwnym kierunku z przepływającym do górnej części zbiornika gazem i dzięki dużej powierzchni wymiany, wynikłej z rozdzielania gazu i cieczy na wiele drobnych strumieni, wydajnie nawilża i ewentualnie nagrzewa gaz, który następnie odbierany jest z górnej części zbiornika, podczas gdy wykorzystana już ciecz odbierana jest z dolnej części tego zbiornika. Znanе jest również stosowanie do wymiany ciepła i masy opisanych już wyżej kolumn, w których zbiornik jest szczelnie zamknięty, co pozwala na prowadzenie procesu wymiany ciepła i masy pod ciśnieniem wyższym od ciśnienia atmosferycznego. W kolumnach takich konieczne jest stosowanie specjalnych zaworów do odprowadzania cieczy użytej w procesie bez powodowania ucieczki wraz z cieczą gazu pod ciśnieniem, wypełniającego kolumnę. Stosowanie takich zaworów znacznie komplikuje konstrukcję kolumny i podraża jej wykonanie.

Celem wynalazku jest również opracowanie urządzenia, pozwalającego na prowadzenie procesu saturacji soku cukrowniczego sposobem według wynalazku z wykorzystaniem opisanej powyżej kolumny do wymiany ciepła i masy pod ciśnieniem, jednakże bez potrzeby stosowania skomplikowanych zaworów do odprowadzania użytej w procesie cieczy ogrzewającej i nawilżającej gaz.

Według wynalazku do procesu saturacji, prowadzonego w saturatorze doprowadza się sok o temperaturze optymalnej dla danego procesu saturacji, a więc zawartej w granicach od 80 do 100 stopni Celsjusza. Pozwala to na wyeliminowanie stosowanego dotychczas przegrzewania soku o kilka do kilkunastu stopni powyżej tej optymalnej temperatury a co za tym idzie, uzyskuje się znaczną oszczędność ciepła, doprowadzanego z instalacji pary grzewczej cukrowni.

Wynalazek przewiduje przy tym doprowadzanie gazu saturacyjnego już podgrzanego do temperatury powyżej 80 stopni Celsjusza i nasyconego parą wodną. Uprzednio podgrzany do temperatury saturacji i nasycony parą wodną gaz saturacyjny nie pobiera już ciepła od soku w procesie saturacji, dzięki czemu pomimo doprowadzania do procesu saturacji soku, który zgodnie z wynalazkiem ma niższe, niż w dotychczas znanych procesach parametry temperaturowe, nie następuje obniżenie temperatury procesu saturacji. Zgodnie z wynalazkiem ogrzanie i nawilżanie gazu saturacyjnego przeprowadzane jest bezprzeponowo i przeciwnie do kierunku przepływu w kolumnie półkowej lub kolumnie z wypełnieniem kratami, pierścieniami Raschiga lub pierścieniami Białeckiego, przy czym jako ciecz zraszająca stosuje się wodę kondensacyjną ze stacji wyparnej i przeponowych wymienników ciepła cukrowni. W dotychczasowych rozwiązaniach wody kondensacyjne odprowadzane były do chłodni, gdzie oddawały

swoje ciepło do atmosfery. Dzięki wykorzystaniu ciepła, zawartego w tych, dotychczas bezużytecznych wodach możliwe jest nagrzanie i nawilżenie gazu saturacyjnego bez potrzeby korzystania z sieci pary grzewczej cukrowni. W ten sposób wynalazek pozwala na uzyskanie znacznych oszczędności energii cieplnej w stosunku do znanych rozwiązań.

Wynalazek obejmuje również urządzenie do stosowania sposobu, składające się z saturatora albo baterii saturatorów i z kolumny do wymiany ciepła i masy w postaci kolumny półkowej lub kolumny z warstwą wypełniającą składającą się z krat, pierścieni Raschiga albo pierścieni Białeckiego, do której doprowadzany jest w jej dolnej części gaz saturacyjny. Do umieszczonych w górnej części kolumny powyżej warstwy wypełnienia zraszaczy, służących do doprowadzania cieczy grzewczej, doprowadzana jest zgodnie z wynalazkiem woda kondensacyjna ze stacji wyparnej i przeponowych wymienników ciepła cukrowni. Nawilżony gaz saturacyjny jest odprowadzany z górnej części kolumny do układu doprowadzenia gazu baterii saturatorów.

Gaz saturacyjny, doprowadzany do baterii saturatorów musi posiadać określone nadciśnienie, które pozwalałoby na przewyższenie ciśnienia słupa soku, znajdującego się w saturatorze. Ponieważ sprężanie gazu nagrzanego i nawilżonego powodowałoby nie tylko znacznie większe zapotrzebowanie energii ale również powodowałoby intensywne zjawiska korozyjne w dmuchawach sprężających gaz, konieczne jest sprężanie gazu saturacyjnego przed jego wprowadzeniem do kolumny do wymiany ciepła i masy. Prowadzenie procesu wymiany ciepła i masy w podwyższonym ciśnieniu powodowałoby konieczność wyposażania kolumny w skomplikowane zawory, pozwalające na odprowadzenie cieczy nawilżająco-ogrzewającej poza obręb kolumny bez straty ogrzewanego i nawilżanego gazu. W celu uniknięcia konieczności stosowania tych skomplikowanych urządzeń, wynalazek przewiduje zaopatrzenie kolumny w przewód, wyprowadzony z najniższej części kolumny, którego ujście, chronione kominem łączy się z atmosferą, korzystnie powyżej kolumny. Z przewodem tym połączony jest przewód odpływowy dla wykorzystanej już wody kondensacyjnej, umieszczony na takiej wysokości od najniższego punktu kolumny, aby ciśnienie słupa wody między najniższą częścią kolumny a ujściem przewodu odpływowego równoważyło ciśnienie gazu saturacyjnego w kolumnie.

Wynalazek przewiduje ponadto, iż w górnej części kolumny znajdować się może druga warstwa wypełnienia, przy czym między dolną a górną warstwą wypełnienia pozostawiona jest wolna przestrzeń. W takim przypadku wynalazek przewiduje, że nad każdą warstwą wypełnienia a więc również w przestrzeni między warstwami, umieszczone są zraszacze, połączone z dopływem wody kondensacyjnej o różnych temperaturach, przy czym zraszacze, umieszczone ponad górną warstwą wypełnienia połączone są z doprowadzeniem wody kondensacyjnej o wyższej temperaturze, przykładowo

z doprowadzeniem wody kondensacyjnej ze stacji wyparnej a zraszacz, umieszczone nad niższą warstwą wypełnienia to jest w przestrzeni pomiędzy warstwami, połączone są z doprowadzeniem wody kondensacyjnej o niższej temperaturze, przykładowo doprowadzonej ze stacji przeponowych wymienników ciepła cukrowni.

W przypadku zastosowania kolumn z dzielonymi warstwami wypełnienia wynalazek przewiduje częściowy odbiór gazu pomiędzy warstwami wypełnienia. Jak już wyżej wspomniano, wynalazek umożliwia wykorzystanie energii cieplnej zawartej w wodzie kondensacyjnej, która w znanych rozwiązaniach odprowadzana jest do obiegu wody cukrowni, przy czym zawarta w niej energia ulega bezużytecznemu rozproszeniu w atmosferze. Wykorzystanie energii cieplnej zawartej w wodzie kondensacyjnej umożliwia rezygnację ze stosowanego w znanych rozwiązaniach przegrzewania soku doprowadzanego do saturacji i w ten sposób umożliwia otrzymanie wyższej jakości soku oraz otrzymanie znacznych oszczędności paliwa w cukrowniach.

Wynalazek objaśniony jest bliżej w przykładach wykonania, przy czym dla większej jasności na wstępie omówiony jest przykład wykonania urządzenia według wynalazku, przedstawiony na załączonym rysunku a następnie, ponieważ sposób działania tego urządzenia jest jednocześnie realizacją sposobu saturacji soku cukrowniczego według wynalazku, omówione zostaną dwa przykłady zastosowania sposobu według wynalazku.

Urządzenie według wynalazku przedstawione jest schematycznie na załączonych rysunkach, na których fig. 1 pokazuje schemat urządzenia z kolumną z jednowarstwowym wypełnieniem a fig. 2 — schemat urządzenia według wynalazku z kolumną z wypełnieniem dwuwarstwowym. Urządzenie według wynalazku składa się z kolumny 1 z wypełnieniem jednowarstwowym 2 oraz z saturatorów 3. W górnej części kolumny 1 ponad warstwą wypełnienia 2 umieszczone są zraszacze 10 połączone przewodem 4 z doprowadzeniem wody kondensacyjnej, nie pokazanym na rysunku.

W najniższym punkcie kolumny 1 odprowadzony jest przewód 5 uchodzący powyżej kolumny 1 do atmosfery przez kominiek 7. Na wysokości h od najniższego punktu kolumny 1 odprowadzony jest od przewodu 5 przewód 6 łączący wnętrze kolumny 1 z obiegiem wody cukrowni. Wysokość h jest przy tym tak dobrana, aby słup wody o tejże wysokości h równoważył ciśnienie gazu saturacyjnego panujące w kolumnie 1. Gaz saturacyjny doprowadzany jest od stacji sprężania gazu przewodem 8 do dolnej części kolumny 1. Przewód 9, odprowadzony z górnej części kolumny 1 łączy jej wnętrze z saturatorami 3.

Na fig. 2 pokazany jest inny przykład wykonania urządzenia wg wynalazku, różniący się od poprzedniego jedynie tym, że kolumna 1 zaopatrzona jest w dwie warstwy wypełnienia 2 a mianowicie górną warstwę 2' i dolną warstwę 2". Nad górną warstwą wypełnienia 2' umieszczone są zraszacze 10 połączone przewodem 4 ze źródłem wody kondensacyjnej o wyższej temperaturze, na przykład

z układem wody kondensacyjnej stacji wyparnej cukrowni a nad dolną warstwą 2" wypełnienia umieszczone są zraszacze 10' połączone przewodem 4' ze źródłem wody kondensacyjnej o niższej temperaturze, na przykład z układem wody kondensacyjnej przeponowych wymienników ciepła cukrowni. Najniższy punkt kolumny 1 połączony jest w opisany w poprzednim przykładzie wykonania sposób przewodami 5 i 6 z obiegiem wody cukrowni. Dolna część kolumny 1 połączona jest przewodem 8 ze sprężarkami gazu saturacyjnego a górna część kolumny 1 połączona jest przewodem 9 z układem doprowadzenia gazu saturacyjnego saturatora 3; przestrzeń wnętrza kolumny 1 między warstwami wypełnień 2' i 2" połączona jest przewodem 9' z saturatorem 3'.

Działanie opisanych urządzeń według wynalazku jest jednocześnie realizacją sposobu saturacji według wynalazku. W przypadku urządzenia przedstawionego na fig. 1 działanie to jest następujące: gaz saturacyjny doprowadzany ze stacji sprężania gazu przewodem 8 do wnętrza kolumny 1 pod ciśnieniem około 0,7 atmosfery nadciśnienia ma temperaturę około 30 stopni Celsjusza. W kontakcie z wodą kondensacyjną, posiadającą temperaturę około 80 stopni Celsjusza, która doprowadzana jest przewodem 4 do zraszaczy 10 gaz saturacyjny nawilża się do osiągnięcia nasycenia i jednocześnie nagrzewa się do temperatury około 80 stopni Celsjusza, to jest do optymalnej dla danego przypadku temperatury saturacji. Tak przygotowany gaz saturacyjny zostaje odprowadzony z kolumny 1 przewodem 9 do saturatorów 3. Do saturatorów 3 zostaje również doprowadzony sok nawapniony o temperaturze 80 stopni Celsjusza, to jest, jak już wcześniej wspomniano, temperatury optymalnej dla danego procesu saturacji. Ponieważ nasycony parą wodną i ogrzany do temperatury saturacji, to jest w danym przypadku 80 stopni Celsjusza gaz saturacyjny nie pobiera podczas procesu saturacji ciepła od soku ani też nie nasycza się zawartą w soku wodą, zbyteczne staje się przegrzewanie soku doprowadzonego do saturacji, co pozwala na zaoszczędzenie energii cieplnej, używanej do przegrzewania a także na osiągnięcie wyższej jakości soku.

Woda kondensacyjna, ściekająca ze zraszaczy 10 po przejściu przez wypełnienie 2 i oddaniu części energii cieplnej i masy do gazu saturacyjnego zostaje odprowadzona na zewnątrz kolumny 1 przewodem 5 i przewodem odpływowym 6 do obiegu wody cukrowni. Zamknięcie hydrauliczne słupem wody w przewodzie 5 o wysokości h również 7 metrów zapobiega spadkowi ciśnienia gazu saturacyjnego w kolumnie 1 i jego ucieczce przez przewód 5 i 6.

W przypadku urządzenia przedstawionego na fig. 2 działanie jego jest podobne do działania urządzenia opisanego powyżej z tą różnicą, że do zraszaczy 10 nad górną warstwą wypełnienia 2' doprowadzana jest z układu wód kondensacyjnych stacji wyparnej za pomocą przewodu 4 woda kondensacyjna o temperaturze około 95 stopni Celsjusza a do zraszaczy 10' ponad dolną warstwą wypełnienia 2" za pomocą przewodu 4' doprowadzana

jest woda kondensacyjna o temperaturze około 85 stopni Celsjusza ze stacji przeponowych wymienników ciepła cukrowni. Gaz saturacyjny doprowadzany jest ze stacji sprężania przewodem 8 pod ciśnieniem około 0,8 atmosfery nadciśnienia i o temperaturze około 30 stopni Celsjusza. Gaz ten, przechodząc przez dolną warstwę wypełnienia 2" nawilża się i ogrzewa do temperatury około 80 stopni Celsjusza. Część gazu o tych parametrach zostaje odprowadzona przewodem 9' do saturatorów 3' gdzie proces saturacji przebiega w temperaturze optymalnej około 80 stopni Celsjusza, i do których sok doprowadzany jest przy tej samej temperaturze, natomiast pozostała część gazu przechodząc przez górną warstwę wypełnienia 2" ogrzewa się do temperatury około 90 stopni Celsjusza i przechodzi przewodem 9 do saturatora 3, gdzie proces saturacji prowadzony jest w optymalnej dla niego temperaturze około 90 stopni Celsjusza, przy czym do tego saturatora doprowadzany jest sok posiadający również temperaturę 90 stopni Celsjusza. Odprowadzenie wody kondensacyjnej następuje, jak i w poprzednim przykładzie przez przewody 6 i 5 z tym, że w opisywanym przykładzie wysokość h, odpowiednio do zmienionego ciśnienia gazu saturacyjnego wynosi 8 metrów. Opisywany przykład wykonania urządzenia według wynalazku nadaje się szczególnie do stosowania w takich warunkach, gdy cukrownia posiada źródła wody kondensacyjnej o różnych temperaturach a proces saturacji odbywa się dwustopniowo przy różnych temperaturach optymalnych i różnych temperaturach soku doprowadzanego do saturatorów. Znaczne oszczędności energii cieplnej, jakie możliwe są do uzyskania przy stosowaniu sposobu saturacji według wynalazku w porównaniu do dotychczas znanych sposobów zilustrować mogą dwa przykłady zastosowania sposobu według wynalazku.

W przykładzie pierwszym wybrano proces, w którym optymalna temperatura saturacji wynosi 80 stopni Celsjusza i przy takiej temperaturze doprowadzany jest do saturatora sok nawapniony. Gaz saturacyjny, uprzednio nawilżony i ogrzany do temperatury 81 stopni Celsjusza jest doprowadzany do procesu saturacji pod nadciśnieniem około 0,5 atmosfery nadciśnienia. Nagrzewanie i nawilgoce nie gazu saturacyjnego przeprowadzone jest w kolumnie do wymiany ciepła i masy w sposób powyżej opisany za pomocą ciepła wody kondensacyjnej, w dotychczas znanych rozwiązaniach traczonego w atmosferze. Wynikająca z bilansu cieplnego suma ciepła oddanego przez sok w procesie saturacji wynosi w tym przypadku w przeliczeniu 328 Kilokalorii na 100 kg przerabianych buraków.

Dla osiągnięcia podobnej optymalnej temperatury saturacji około 80 stopni Celsjusza w znanym rozwiązaniu przy doprowadzaniu do procesu saturacji suchego gazu saturacyjnego o temperaturze około 35 stopni Celsjusza sok musiał być przegrzewany do temperatury około 102 stopni Celsjusza i w tej temperaturze doprowadzany do procesu. Wynikająca z bilansu cieplnego ilość ciepła, oddanego przez sok w procesie saturacji w znanym rozwiązaniu wynosi w przeliczeniu około 1111 Kilokalorii na 100 kg przerabianych buraków. Oszczędność energii

cieplnej w wyniku zastosowania procesu według wynalazku wynosi więc 782 Kilokalorie na 100 kg przerabianych buraków, co w przeliczeniu daje oszczędność energii cieplnej około 1,43% pary na buraki. W przykładzie drugim wybrano proces, w którym optymalna temperatura saturacji wynosi 95 stopni Celsjusza; do procesu saturacji doprowadzany jest zgodnie z wynalazkiem sok o tej właśnie temperaturze. Gaz saturacyjny, nawilżony i ogrzany ciepłem wody kondensacyjnej doprowadzany jest do procesu w temperaturze około 90 stopni Celsjusza, pod nadciśnieniem około 0,5 atmosfery nadciśnienia. Wynikająca z bilansu cieplnego ilość ciepła oddawanego przez sok w procesie saturacji wynosi około 745 Kilokalorii na 100 kg przerabianych buraków.

Przy stosowaniu znanych sposobów saturacji dla osiągnięcia podobnej optymalnej temperatury saturacji około 95 stopni Celsjusza przy doprowadzaniu do procesu suchego gazu saturacyjnego o temperaturze około 35 stopni Celsjusza sok do procesu saturacji musiał być przegrzewany do temperatury około 115 stopni Celsjusza i w tej temperaturze doprowadzany do procesu. Wynikająca z bilansu cieplnego ilość ciepła oddawanego przez sok w procesie saturacji wynosi w tym przypadku około 1310 Kilokalorii na 100 kg przerabianych buraków. Oszczędność energii cieplnej w wyniku zastosowania sposobu saturacji według wynalazku wynosi więc 565 Kilokalorie na 100 kg przerabianych buraków a po przeliczeniu 1,08% pary na ilość przerabianych buraków.

Dodatkową korzyścią przy zastosowaniu sposobu według wynalazku jest polepszenie jakości soku w wyniku eliminacji jego przegrzewania do temperatury powyżej 100 stopni Celsjusza.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób saturacji soku cukrowniczego, w którym do saturatora doprowadza się sok nawapniony o optymalnej temperaturze saturacji zawartej w granicach 80 do 100 stopni Celsjusza oraz przeprowadzony przez kolumnę do wymiany ciepła i masy gaz saturacyjny, **znamienny tym**, że doprowadzany do procesu gaz saturacyjny ogrzewa się w kolumnie do temperatury powyżej 80 stopni Celsjusza za pomocą ciepła wody kondensacyjnej ze stacji wyparnej i stacji przeponowych wymienników ciepła cukrowni.

2. Urządzenie do saturacji soku cukrowniczego składające się z baterii saturatorów i znanej kolumny do wymiany ciepła i masy z wypełnieniem przy czym do dolnej części kolumny doprowadzany jest gaz saturacyjny a górna część kolumny połączona jest przewodem z doprowadzeniem gazu do baterii saturatorów, **znamiennie tym**, że kolumna (1) ma zraszacz (10) połączony przewodem (4) z układem wody kondensacyjnej cukrowni, które to zraszacz (10) umieszczone są powyżej warstwy wypełnienia (2) i że najniższa część kolumny (1) połączona jest przewodem (5) otwartym do atmosfery przez kominek (7) z przewodem (6) odpływu wody kondensacyjnej, umieszczonym na takiej wysokości (h) aby ciśnienie słupa wody pomiędzy

