



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 09.IX.1966 (P 116 409)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.III.1969

Kl. 17 e, 6/03

MKP F 28 c

3/12



Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Mirosław Kubicki, mgr inż. Michał
Otowski, mgr inż. Stanisław Witkowski, Ta-
deusz Derecki

Właściciel patentu: Instytut Przemysłu Tłuszczowego, Warszawa (Polska)

Sposób schładzania materiałów sypkich i urządzenie do stosowania tego sposobu

1 Przedmiotem wynalazku jest sposób szybkiego schładzania materiałów sypkich, o granulacji umożliwiającej ich przeprowadzenie w stan fluidalny, oraz urządzenie do stosowania tego sposobu.

Schładzanie materiałów sypkich prowadzi się w wielu dziedzinach produkcji. Może ono stanowić jedną z operacji procesu technologicznego lub wynikać z konieczności zabezpieczenia gorącego produktu lub jego otoczenia przed szkodliwym działaniem ciepła. Stosowane jest również w celu przygotowania nietrwałego materiału, zwłaszcza pochodzenia organicznego, do przechowywania lub transportu. Jednym ze znanych sposobów schładzania materiałów sypkich jest schładzanie w złożu fluidalnym. Sposób ten polega na przepuszczaniu przez warstwę materiału, z dołu do góry, 5 chłodnego gazu, zwykle powietrza, z szybkością powodującą zjawisko fluidyzacji, czyli chaotycznego przemieszczania się poszczególnych ziarn materiału, połączonego ze znacznym zwiększeniem porowatości warstwy, nie powodującą jednak unoszenia ziarn przez przepływający gaz. Dzięki intensywnemu ruchowi ziarn względem gazu chłodzącego, warunki wymiany ciepła między fazą stałą i gazową są w tym przypadku lepsze niż przy chłodzeniu warstwy stacjonarnej lub ma- 10 teriału unoszonego z gazem.

Materiał schładzany może być dostarczany do strefy fluidyzacji i odbierany z tejże strefy zarówno w sposób ciągły jak i okresowy, a sama 15

2 strefa może mieć różny kształt. Najprostszym urządzeniem do schładzania fluidyzacyjnego jest komora, mająca dno w formie przegrody przepuszczającej gaz lecz nie przepuszczającej ziarn chłodzonego materiału i posiadającej odpowiedni 5 opór aerodynamiczny. Komora wyposażona jest w środki do doprowadzania gorącego materiału nad powierzchnię przegrody i do odprowadzania schłodzonego materiału znad tej powierzchni oraz środki do doprowadzania gazowego czynnika fluidy- 10 zacyjnego pod powierzchnię przegrody i odprowadzania tegoż czynnika znad powierzchni złoża fluidalnego. Znane są również urządzenia do chłodzenia fluidyzacyjnego w połączeniu z transportem chłodzonego materiału, których zasada 15 działania opiera się na zjawisku płynięcia fazy fluidalnej, w podobieństwie do fazy ciekłej. Urządzenie do równoczesnego chłodzenia i transportu w złożu fluidalnym może mieć na przykład komorę o kształcie wydłużonej rynny, pochylonej 20 nieznacznie do poziomu. Przy takim rozwiązaniu schładzany materiał jest doprowadzany przy wyższym końcu, a odprowadzany z niższego końca rynny, spływając po niej grawitacyjnie.

25 Chłodzenie materiałów sypkich w złożu fluidalnym obok niewątpliwych korzyści ma jednak szereg niedogodności i ograniczeń. Współczynniki przenikania ciepła od ciała stałego do gazu są niskie nawet w stosunkowo korzystnych warunkach panujących w złożu fluidalnym i nie mogą 30

być w większym stopniu poprawione drogą zwiększenia szybkości przepływu gazu, gdyż po przekroczeniu pewnej szybkości rozpoczyna się unoszenie materiału poza strefę fluidyzacji. Prawidłowy przebieg fluidyzacji jest uwarunkowany stosunkowo małą wysokością warstwy złoża fluidalnego, co ogranicza czas zetknięcia gazu z chłodzonym materiałem. Czynniki powyższe powodują, że czas chłodzenia jest stosunkowo długi, a stopień wykorzystania pojemności cieplnej gazu chłodzącego niewielki. Ponieważ w złożu fluidalnym występuje wzajemne tarcie ziarn, połączone z wywiewaniem rozdrobnionych produktów ścierania, długi czas chłodzenia prowadzi może do niekorzystnych, a nawet niedopuszczalnych zmian i strat chłodzonego materiału. Konieczność zapewnienia długiego czasu przebywania chłodzonego materiału w złożu fluidalnym przy ograniczonej wysokości jego warstwy, prowadzi do stosowania przegród o dużej powierzchni, co utrudnia równomierne rozprowadzenie czynnika fluidyzacyjnego i wprowadza zakłócenia procesu fluidyzacji.

Szczególnie duże trudności występują przy konieczności schłodzenia materiału do temperatur bliskich temperaturze granicznej równej temperaturze gazu chłodzącego, ponieważ przy niskim końcowym gradiencie temperatur wymiana ciepła zachodzi z minimalną tylko szybkością. Stąd dla utrzymania wystarczająco wysokiego końcowego gradientu temperatur, zachodzi często potrzeba wstępnego oziębienia gazu chłodzącego. Potrzeba taka zachodzi również w przypadku konieczności schłodzenia materiału do temperatur niskich, na przykład przy zamrażaniu ziarnistych produktów spożywczych, jednakże wstępne oziębienie dużych ilości czynnika gazowego do odpowiednio niskich temperatur często nie jest możliwe, a zawsze pogarsza w sposób zasadniczy ekonomikę procesu.

Wynalazek opiera się na spostrzeżeniu, że można zmienić w zasadniczy i korzystny sposób procesy wymiany ciepła w złożu fluidalnym schładzanego materiału, wprowadzając dodatkowo do tego złoża rozpyloną ciecz, zwłaszcza o wysokim cieple parowania i dużej lotności. Kropelki tej cieczy stykają się z powierzchnią gorętszych od nich ziarn poddawanych schładzaniu materiału, rozpylają się po tej powierzchni i odparowują do przepływającego przez pory złoża czynnika fluidyzacyjnego, odbierając od wymienionych ziarn ciepło i obniżając ich temperaturę. Współczynniki przenikania ciepła od ciała stałego do zwilżającej jego powierzchnię cieczy są wysokie, a przenikanie ciepła od cieczy do gazu zachodzi na drodze przemiany fizykochemicznej i burzliwej konwekcji masy, której współczynniki są również bardzo korzystne. Powstające opary są unoszone natychmiast przez czynnik fluidyzacyjny poza strefę fluidyzacji, proces przebiega więc przy stałym wysokim gradiencie prężności cząstkowych pary w warstewkach dyfuzyjnych przy powierzchni cieczy. Zjawiska te powodują, że sumaryczne współczynniki przenikania ciepła w złożu fluidalnym od ziarn chłodzonego materiału do gazu są w przypadku stosowania cieczy chłodzącej wielokrotnie wyższe niż w przypadku bezpośredniego oddawa-

nia ciepła czynnikowi gazowemu.

Mechanizm przenikania ciepła w przypadku stosowania cieczy chłodzącej sprawia, że graniczną temperaturą chłodzenia materiału nie jest temperatura czynnika fluidyzacyjnego, a niższa od niej temperatura termometru wilgotnego, odniesiona do warunków początkowej temperatury tego czynnika, rodzaju cieczy chłodzącej i stopnia nasycenia wymienionego czynnika wymienioną cieczą. Oddawanie ciepła przez materiał chłodzony jest w tym przypadku wystarczająco intensywne również w zakresie minimalnych, a częściowo także ujemnych gradientów temperatury. Jeśli materiał ma być schładzany do temperatur znacznie niższych od temperatury otoczenia, co może mieć miejsce na przykład przy zamrażaniu środków spożywczych, zwłaszcza owoców, można stosować jako ciecz chłodzącą skroplony gaz, który może być tym samym czynnikiem chemicznym co gazowy czynnik fluidyzacyjny. Mechanizm przenikania ciepła będzie wówczas nieco inny, a graniczna temperatura chłodzenia materiału będzie się zawierała zależnie od ilości stosowanej cieczy chłodzącej, pomiędzy temperaturą wrzenia a temperaturą topnienia tej cieczy.

Warunki równomiernego zraszania powierzchni ziarn materiału sypkiego subtelnie rozdrobnioną cieczą są w złożu fluidalnym nieporównanie lepsze niż w jakiejkolwiek innej formie złoża. Jeśli jednak w pewnym momencie część powierzchni ziarn materiału nie jest zroszona, w miejscach tych zachodzi również odbieranie ciepła według mechanizmu konwekcyjnego, działającego przy chłodzeniu fluidyzacyjnym bez dodatku cieczy chłodzącej. Warunki tej formy chłodzenia polepsza fakt, że część drobnych kropelek wprowadzonej do złoża cieczy może odparowywać do czynnika fluidyzacyjnego jeszcze przed zetknięciem z powierzchnią chłodzonego materiału, obniżając korzystnie temperaturę tego czynnika. Obniżanie temperatury czynnika fluidyzacyjnego zachodzi również, zwłaszcza w zakresie niskich temperatur chłodzenia, drogą oddawania ciepła cieczy chłodzącej, znajdującej się na powierzchni ziarn materiału, która może odbierać ciepło równocześnie z dwóch kierunków: od chłodzonego materiału i od czynnika fluidyzacyjnego.

Jak wynika z powyższego, wprowadzanie cieczy chłodzącej umożliwia wielokrotne skrócenie czasu chłodzenia w złożu fluidalnym, a zwłaszcza szybkie uzyskiwanie przez schładzany materiał temperatur końcowych równych lub nawet niższych od temperatury czynnika fluidyzacyjnego. Zapobiega to nadmiernemu ścieraniu i stratom chłodzonego materiału i pozwala na schładzanie materiału do temperatur otoczenia, a w pewnym zakresie także do temperatur niższych, przy korzystnym stosowaniu jako czynnika fluidyzacyjnego powietrza atmosferycznego, bez potrzeby wstępnego oziębiania tego powietrza. Dodatkową korzyścią jest znaczne zmniejszenie wymiarów komór fluidyzacyjnych służących do prowadzenia procesu oraz wiążące się z nim zmniejszenie zapotrzebowania czynnika fluidyzacyjnego i zużycia mocy na jego tłoczenie. Mniejsza powierzch-

nia komór fluidyzacyjnych ułatwia ponadto równomierne rozprowadzanie czynnika fluidyzacyjnego pod powierzchnią przegród, warunkujące prawidłowy i bez zakłóceń przebieg fluidyzacji.

Sposób według wynalazku polega na tym, że poddawany schładzaniu materiał sypki przeprowadza się znanymi metodami, za pośrednictwem gazowego czynnika fluidyzacyjnego, w fazę fluidalną i w wytworzone złożo fluidalne wprowadza się rozproszoną ciecz, która w zetknięciu z powierzchnią chłodzonego materiału odparowuje, odbierając od tego materiału ciepło i obniżając jego temperaturę. Powstające przy tym opary są unoszone przez czynnik fluidyzacyjny poza strefę fluidyzacji. Proces może być przeprowadzany sposobem ciągłym lub periodycznym. Schładzany materiał może mieć różną budowę chemiczną i być pochodzenia zarówno mineralnego jak organicznego. Granulacja jego i konsystencja może być różna, w granicach możliwości prowadzenia fluidyzacji. Również zakres schładzania może być różny, przy czym temperatura początkowa schładzanego materiału uwarunkowana jest tylko odpornością cieplną materiałów użytych do konstrukcji urządzenia chłodzącego, a temperatura końcowa zależy od rodzaju i temperatury stosowanego czynnika fluidyzacyjnego oraz od rodzaju i ilości cieczy chłodzącej. Temperatura ta może być niższa od temperatury czynnika fluidyzacyjnego. W charakterze czynnika fluidyzacyjnego i cieczy chłodzącej mogą być stosowane dowolne gazy i ciecze lub mieszaniny gazowe i ciekłe, nie oddziałujące szkodliwie na chłodzony materiał. Korzystne jest przy tym stosowanie, jako cieczy chłodzącej, cieczy o wysokim cieple parowania i dużej lotności. W celu schładzania materiału do temperatur bliskich temperaturze otoczenia lub wyższych, stosuje się zwykle jako czynnik fluidyzacyjny powietrze atmosferyczne, a jako ciecz chłodzącą wodę. Przy schładzaniu do temperatur niższych, na przykład w celu zamrożenia materiału, jako ciecz chłodzącą stosuje się zwykle skroplony pod ciśnieniem gaz, który może być tym samym czynnikiem chemicznym co czynnik fluidyzacyjny. Ponieważ ciepło parowania skroplonych gazów jest na ogół niewielkie, postępowanie takie wymaga stosowania dużych ilości cennej cieczy chłodzącej. W przypadku takim jest celowe całkowite lub częściowe odzyskiwanie cieczy chłodzącej, przez skraplanie całości lub części jej oparów, na przykład drogą sprężania i chłodzenia, a następnie zwracanie jej w obiegu kołowym ponownie do złoża fluidalnego.

Szybkość dopływu czynnika fluidyzacyjnego dobiera się według znanych zasad tak, by uzyskać prawidłowy przebieg fluidyzacji. Ilość doprowadzanej cieczy chłodzącej dobiera się w taki sposób, ażeby uzyskać maksymalny efekt schładzania, bez równoczesnego niepożądanego lub nadmiernego zawilgocenia schładzanego materiału tą cieczą. Stopień rozproszenia cieczy chłodzącej musi być wystarczająco duży, aby zapewnić równomierne zraszanie powierzchni ziarn materiału, nie może być jednak zbyt duży, aby główna masa cieczy nie odparowywała do gazu jeszcze przed

zetknięciem się z powierzchnią tych ziarn. W większości przypadków, na skutek złożonego charakteru zachodzących procesów, wymienione wyżej wielkości muszą być dobierane doświadczalnie.

W miarę potrzeb, schładzanie materiału może być prowadzone łącznie z jego nawilżaniem. Jeśli natomiast nawilgocenie materiału jest niewskazane, można schłodzony materiał przeprowadzić przy końcu procesu przez strefę fluidyzacji suchej, bez udziału cieczy chłodzącej, co pozwoli na usunięcie ewentualnego nawilgocenia.

W celu stworzenia korzystniejszych warunków fluidyzacji i zraszania chłodzonego materiału, zwłaszcza dla zapobiegania szkodliwemu kłębowaniu złoża, można stosować dodatkowe oddziaływanie mechaniczne na cząstki złoża, na przykład mieszanie, wstrząsanie i inne oddziaływanie siłami zwiększającymi intensywność przemieszczania się tych cząstek.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku zawiera elementy znanych urządzeń fluidyzacyjnych, takie jak komora, przegroda oraz środki do doprowadzania i odprowadzania chłodzonego materiału i czynnika fluidyzacyjnego, a obok tego środki służące do wprowadzania do złoża fluidalnego rozproszonej cieczy chłodzącej na przykład sita, dysze rozpylające, dyski rozpyłowe itp. Kształt komory urządzenia może być różny, od pionowego cylindra do wydłużonej poziomej rynny w przypadku połączenia schładzania materiału z jego transportem. Konstrukcja i rozmieszczenie elementów rozpylających powinny zabezpieczać przed ich zatykaniem się wskutek osadzania schładzanego materiału i umożliwiać równomierne zraszanie cząstek złoża fluidalnego. Jest oczywiste, że urządzenie powinno być wyposażone w przyrządy do pomiaru temperatury i wilgotności chłodzonego materiału oraz szybkości przepływu czynnika fluidyzacyjnego i cieczy chłodzącej, w elementy regulacyjne takie jak zawory, zasuwy, śluzy, umożliwiające ręczną lub automatyczną regulację przepływu wymienionych czynników, jak również w urządzenia odpylające, służące do wychwytywania ziarn materiału unoszonych przez czynnik fluidyzacyjny. Urządzenie może ponadto posiadać środki do ponownego skraplania całości lub części oparów cieczy chłodzącej i ponownego wprowadzania odzyskanej cieczy do złoża fluidalnego oraz środki do mechanicznego oddziaływania na złożo fluidalne siłami powodującymi wzrost intensywności przemieszczania się jego cząstek, na przykład mieszadła, przegarniacze grabkowe, wibratory i inne elementy o podobnym działaniu.

Urządzenie według wynalazku jest przedstawione w nie ograniczających zakresu wynalazku przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia w wykonaniu komorowym, fig. 2 — schemat urządzenia w wykonaniu rynnowym, a fig. 3 — schemat urządzenia z obiegiem kołowym cieczy chłodzącej, stanowiącej równocześnie w stanie gazowym czynnik fluidyzacyjny.

Urządzenie w wykonaniu komorowym posiada komorę 1 o kształcie cylindrycznym lub graniasto-

słupowym, której górna i dolna część jest zbieżna w kształcie stożka lub ostrosłupa. Wewnątrz komory znajduje się pozioma przegroda 2, wykonana z gęstej siatki lub innego materiału przepuszczalnego dla gazu, a nieprzepuszczalnego dla chłodzonego materiału. Do doprowadzania materiału podlegającego chłodzeniu służy przewód zasilający 3, wyposażony w służę obrotową 4, a do odprowadzania materiału schłodzonego króciec zsypany 5, przechodzący w przewód odprowadzający 6, wyposażony w wilgociomierz regulacyjny 7 i termometr regulacyjny 8, umożliwiające określanie i regulację wilgotności i temperatury materiału. Do doprowadzania czynnika fluidyzacyjnego służy przewód nawiewny 9 z wentylatorem nadmuchowym 10, zasuwa regulacyjną 11 i kryzą mierniczą 12, a do odprowadzania tego czynnika przewód wywiewny 13, łączący się z cyklonem odpylającym 14. Cyklon ten wyposażony jest w przewód odlotowy 15 czynnika odpylonego i przewód zsypany 16 osadzonego materiału, przechodzący po połączeniu z króćcem zsypanym 5 we wspólny przewód odprowadzający 6. Do doprowadzania cieczy chłodzącej służy przewód dopływowy 17 z pompą 18, zaworem regulacyjnym 19 i rotametrem 20. Do rozpylania i rozprowadzania cieczy chłodzącej w wytworzonym nad przegrodą 2 złożu fluidalnym 21 schładzanego materiału służy szybko wirujący dysk rozpyłowy 22, napędzany przez przekładnię 23. Dysk ten może być, zależnie od potrzeby, opuszczany na różną głębokość. Układ umożliwia automatyczną regulację temperatury i wilgotności końcowej chłodzonego materiału drogą sterowania szybkości obrotów służą 4 przez połączony z nią przewodem impulsowym 24 termometr regulacyjny 8 oraz położenia zaworu regulacyjnego 19 przez połączony z nim przewodem impulsowym 25 wilgociomierz regulacyjny 7. Regulacja powyższa może być oczywiście również prowadzona ręcznie.

Urządzenie w wykonaniu rynnowym posiada komorę 1 o kształcie wydłużonego poziomo prostopadłościanu, którego dno jest ukształtowane w formie jednego lub większej ilości odwróconych ostrosłupów, tworzących dyfuzory 26, przez które doprowadza się czynnik fluidyzacyjny pod przegrodę 2. Przegroda ta jest nachylona pod niewielkim kątem do poziomu, przy czym kierunek jej spadku jest równoległy do osi komory 1, co ułatwia przepływ chłodzonego materiału przez urządzenie. Dla ułatwienia równomiernego doprowadzania czynnika fluidyzacyjnego pod całą powierzchnię długiej przegrody, niezbędnego dla prawidłowego przebiegu fluidyzacji, przewód nawiewny 9 jest rozgałęziony na szereg odnóg 27, wyposażonych w zasuwy regulacyjne 11, dostarczających wymieniony czynnik, poprzez dyfuzory 26, do przestrzeni pod przegrodą, podzielonej przy pomocy grodzi 28 na strefy zasilane przez poszczególne odnogi przewodu nawiewnego. Do rozpylania i rozprowadzania cieczy chłodzącej w złożu fluidalnym 21 służą dysze rozpyłowe 29, rozmieszczone wewnątrz komory 1 nad przegrodą 2, zwykle w kilku rzędach. Każdy rząd dysz jest zasilany za pośrednictwem oddzielnego odgałęzienia

30 przewodu dopływowego 17, wyposażonego w zawór 31, co umożliwia właściwą regulację przebiegu zraszania. Przegroda 2 jest umocowana w komorze 1 na przegubie 32, w sposób umożliwiający wprowadzanie jej w ruch drgający przez mechaniczny vibrator mimośrodowy 33, w celu zwiększenia intensywności fluidyzacji. Pozostałe elementy urządzenia i ich układ są analogiczne jak w opisanym uprzednio urządzeniu typu komorowego.

W urządzeniu z obiegiem kołowym cieczy chłodzącej, stanowiącej zarazem w stanie gazowym czynnik fluidyzacyjny, przewód wywiewny 13 rozgałęzia się na dwie odnogi, a mianowicie przewód obiegowy gazowy 34 i przewód obiegowy cieczowy 35, tworzące dwie pętle, zamykające się w komorze 1. Oba przewody wyposażone są w zasuwy regulacyjne 11, ponadto w przewodzie obiegowym gazowym zainstalowany jest wentylator obiegowy 36, a w przewodzie obiegowym cieczowym sprężarka 37 i wymiennik ciepła 38. Na odcinku pomiędzy wymiennikiem ciepła a wlotem do komory 1 przewód obiegowy cieczowy łączy się z przewodem dopływowym 17, biegnącym od zbiornika 39 ze skroplonym czynnikiem fluidyzacyjnym poprzez zawór redukcyjny 40. Czynnik fluidyzacyjny opuszczający komorę 1 przewodem wywiewnym 13 jest rozdzielany na dwa strumienie o odpowiednich wydajnościach przepływu, drogą sterowania zasuwy regulacyjnych 11. Strumień płynący przewodem obiegowym gazowym 34 zostaje pod działaniem wentylatora obiegowego 36 skierowany ponownie w niezmienionym stanie gazowym pod przegrodę 2 komory 1, natomiast strumień płynący przewodem obiegowym cieczowym 35 zostaje poddany skropleniu drogą sprężania i ochładzania i w stanie ciekłym jest wprowadzany do złoża fluidalnego. Straty czynnika fluidyzacyjnego, na przykład opuszczającego urządzenie wraz z materiałem chłodzonym, są uzupełniane dopływem świeżego ciekłego czynnika ze zbiornika 39, przez odpowiednio nastawiony zawór redukcyjny 40 i przewód dopływowy 17. Obieg cieczy chłodzącej może być oczywiście stosowany przy rozmaitych kształtach komory 1, zarówno w urządzeniach w wykonaniu komorowym, jak i rynnowym. Pozostałe elementy tych urządzeń, pominięte dla jasności rysunku, mogą być przy tym identyczne jak w opisywanych uprzednio urządzeniach typu nieobiegowego.

Możliwości zastosowań wynalazku ilustrują następujące przykłady:

Przykład 1. Gorący popiół paleniskowy w ilości 15 ton na godzinę, o temperaturze początkowej około 600°C, należy poddać schłodzeniu do temperatury otoczenia rzędu 20°C, w celu zabezpieczenia możliwości łatwego zmagazynowania i dalszego przerobu na masę do produkcji prefabrykatów. Popiół nie może w trakcie schładzania ulec większemu nawilżeniu, ze względu na utratę pożądanych dla powyższego przerobu właściwości. Osiągnięcie temperatury końcowej 20°C drogą stosowania klasycznych metod schładzania powietrzem atmosferycznym w transporcie pneumatycznym lub fluidalnym jest praktycznie niemożliwe.

Schładzanie powyższymi metodami do temperatur nieco wyższych od temperatury otoczenia wymagałoby drogi chłodzenia przekraczającej 200 m i zużycia powietrza rzędu 150.000 m³ na godzinę. Schładzanie prowadzi się więc sposobem według wynalazku przy zastosowaniu urządzenia w wykonaniu rynnowym o długości 30 m. Jako czynnik fluidyzacyjny stosuje się powietrze atmosferyczne o temperaturze 20°C, jako ciecz chłodzącą wodę o temperaturze 15°C, wprowadzaną do złoża przy pomocy dysz szczelinowych usytuowanych wzdłuż rynny. Uzyskuje się schłodzenie popiołu do temperatury 18–20°C przy zużyciu powietrza rzędu 40.000 m³ na godzinę i zużyciu wody rzędu 3 ton na godzinę. Nawilgocenie materiału nie przekracza 2%, nie stanowiąc przeszkody dla dalszego przerobu.

Przykład 2. Śrutę poekstrakcyjną, uzyskaną w wyniku ekstrakcji nasion oleistych benzyny, a następnie usunięcia pozostałości rozpuszczalnika przez odparowanie z parą wodną, o temperaturze początkowej 110°C i wilgotności początkowej około 10%, schładza się do temperatury magazynowania rzędu 20°C sposobem według wynalazku, przy zastosowaniu urządzenia w wykonaniu rynnowym. Czynnikiem fluidyzacyjnym jest powietrze o temperaturze otoczenia wynoszącej 25°C i wilgotności względnej 60%, cieczą chłodzącą jest woda o temperaturze 15°C. Wtryskiwanie wody do złoża fluidalnego prowadzi się za pomocą 3 forsunek rozpylających powietrzno-wodnych. Fluidyzację materiału wspomaga się przy pomocy wibratora mechanicznego, wprowadzającego przegrodę rynny w drgania o częstotliwości rzędu 700 Hz. Uzyskuje się żądany efekt schłodzenia przy zużyciu powietrza rzędu 1000 m³ na tonę śruty i zużyciu wody rzędu 70 kg na tonę śruty. Śruta ulega równocześnie korzystnemu nawilżeniu do wilgotności 12%, normatywnej dla szpadeł do zastosowań paszowych.

Przykład 3. Świeże borówki w ilości 100 kg na godzinę, o temperaturze około 20°C, równej temperaturze otoczenia, zamraża się do temperatury przechowywania rzędu –15°C sposobem według wynalazku, przy zastosowaniu urządzenia w wykonaniu komorowym, z obiegiem kołowym cieczy chłodzącej. Czynnikiem fluidyzacyjnym jest gazowy dwutlenek węgla, a cieczą chłodzącą ciekły dwutlenek węgla. Część dwutlenku węgla znajdującego się w obiegu jest skraplana przez sprężanie i chłodzenie wodą o temperaturze 20°C, a następnie zwracana do komory fluidyzacyjnej i rozpylana w złożu przy pomocy dyszy. W czasie rozpylania część dwutlenku węgla może zestalić się w wyniku samoodparowania, co nie ma jednak istotnego wpływu na przebieg schładzania, gdyż kryształki dwutlenku węgla w zetknięciu z powierzchnią materiału topią się szybko i odparowują. Niewielką część dwutlenku węgla, nie przekraczającą 5 kg na godzinę, opuszcza układ wraz z chłodzonym materiałem, z którego może zostać usunięta przed paczkowaniem drogą aeracji.

Dla uzupełnienia ilości obiegowego dwutlenku węgla, analogiczna ilość tego czynnika zostaje doprowadzana z butli poprzez zawór redukcyjny, otwierający się przy spadku ciśnienia w przewodzie obiegowym poniżej ciśnienia granicznego, niezbędnego dla uzyskiwania prawidłowej wydajności urządzenia rozpylającego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób schładzania materiałów sypkich przy zastosowaniu ich fluidyzacji za pośrednictwem czynnika gazowego, **znamienny tym**, że w wytworzone złożo fluidalne wprowadza się rozproszoną ciecz, korzystnie o wysokim cieple parowania i dużej lotności, która w zetknięciu z powierzchnią schładzanego materiału odparowuje, odbierając od niego ciepło i obniżając jego temperaturę, przy czym powstające opary odprowadza się wraz z unoszącym je czynnikiem fluidyzacyjnym poza strefę fluidyzacji.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że opary cieczy chłodzącej opuszczające strefę fluidyzacji poddaje się całkowitemu lub częściowemu skropleniu, a odzyskaną ciecz wprowadza się ponownie do złoża fluidalnego.
3. Sposób według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że proces fluidyzacji schładzanego materiału wspomaga się przez mechaniczne oddziaływanie na złożo fluidalne siłami powodującymi wzrost intensywności przemieszczania się jego cząstek.
4. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1, posiadające znane elementy do wytwarzania złoża fluidalnego materiału podlegającego schładzaniu takie jak komora, przegroda i elementy do doprowadzania i odprowadzania schładzanego materiału i czynnika fluidyzacyjnego, **znamiennie tym**, że zawiera elementy rozpylające do wprowadzania rozproszonej cieczy chłodzącej do złoża fluidalnego, jak sita, dysze rozpylające, dyski rozpyłowe, rozmieszczone wewnątrz komory nad przegrodą.
5. Odmiana urządzenia według zastrz. 4, **znamienna tym**, że posiada dodatkowy przewód obiegowy, tworzący pętlę zamykającą się w komorze urządzenia i łączący się z elementem rozpylającym, zawierający sprężarkę i wymiennik ciepła, do skraplania całości lub części oparów cieczy chłodzącej i ponownego jej wprowadzania do złoża fluidalnego.
6. Odmiana urządzenia według zastrz. 4 lub 5, **znamienna tym**, że posiada dodatkowy mechanizm do zwiększania intensywności przemieszczania się cząstek złoża fluidalnego, zawierający mechanicznie napędzany, ruchomy człon wykonawczy, jak mieszało, przegarniacz grabkowy, wibrator, usytuowany wewnątrz komory urządzenia i stykający się bezpośrednio z cząstkami złoża.

