

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242274 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **420044**

(22) Data zgłoszenia: **2016.12.29**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2018.07.02 BUP 14/2018**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.02.06 WUP 06/2023**

(51) MKP:

F26B 3/02 (2006.01)

F26B 3/18 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

KSIĄŻCZAK GRZEGORZ BOGDAN,
Szczęsne, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

GRZEGORZ BOGDAN KSIĄŻCZAK,
Szczęsne, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do suszenia

PL 242274 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do suszenia różnych materiałów w regulowanych warunkach temperatury, podciśnienia bliskiego próżni z innowacyjnym zastosowaniem pompy ciepła – znacznie podwyższającym jej sprawność energetyczną.

Dziedziną wynalazku jest zastosowanie termodynamiki i automatycznego sterowania w urządzeniu do suszenia, w szczególności tarcicy drewnianej.

Z polskiego opisu patentowego nr 83156 znane jest urządzenie do suszenia produktów, zwłaszcza warzyw, jagód, nasion, zboża lub ziarna, które składa się z zamykanego zbiornika do suszenia produktów, pompy ssącej do wytwarzania podciśnienia w zbiorniku oraz zamkniętego systemu cyrkulacyjnego czynnika chłodzącego, jednak zastrzeżenia dotyczą tam innych elementów dość skomplikowanego systemu rur wewnątrz zbiornika suszarni a ciepło skroplonej wody nie jest odzyskiwane.

Znane jest również tłumaczenie patentu europejskiego PL/EP 1593921 dotyczące „urządzenia, przydatnego do suszenia drewna, oraz metody użytkowania urządzenia, z komorą suszarniczą w szczelnie zamykanym pojemniku mieszczącym co najmniej jeden stos drewna do suszenia, [...] a w obiegu grzejmym przy wymienniku ciepła ogrzewającym medium lub między wymiennikiem ciepła ogrzewającym medium a nagrzewnicą powietrza znajduje się zbiornik pośredni, a wymiennik ciepła ogrzewający medium zasilany jest przez obieg pompy ciepłej, który z drugiej strony połączony jest z chłodnicą powietrza i z niej ciepło odebrane obiegowi powietrza przez chłodzenie powietrza pompuje do wymiennika ciepła ogrzewającego medium umieszczonego w obiegu cieplnym”, w którym jednak stosowany jest zbiornik pośredni w obiegu czynnika chłodniczego i zachodzi skomplikowany proces dostarczania energii cieplnej.

Znane jest także angielskie tłumaczenie abstraktu i rysunek patentu EP 0171484, znane również jako patent amerykański 4844666, w którym zastosowana została pompa ciepła ale z powietrzem suszącym pobieranym z atmosfery.

Znany jest bardzo ogólnie ujęty sposób suszenia surowców roślinnych z polskiego opisu patentowego PL 214090, w którym jednak skraplanie następuje po opuszczeniu komory suszarniczej a którego istotnym celem jest odzyskania cennych skroplin. Podane w zgłoszeniu dwa przykłady ograniczają się do skali laboratoryjnej uzyskiwania olejków eterycznych.

Znany jest patent EP0887606, który opisuje tradycyjne zastosowanie pompy ciepła, w sposób oczywisty ze stanu techniki i nie uwzględnia pełnych możliwości połączenia dwóch pomp ciepła, opisanego w zgłaszającym wynalazku. Jedno z zastrzeżeń w/w patentu wymaga aby kompresor znajdował się wewnątrz komory suszarniczej – przeciwnie jest w zgłaszającym wynalazku.

Znany jest patent CN205641927U, który jednak stosuje powietrzną pompę ciepła i powietrze atmosferyczne jako tradycyjne źródło ciepła. W zgłaszającym wynalazku pompa pobiera ciepło ze skraplającej się wody.

Znany jest patent US2015316319, jednak dotyczy on odzyskiwania ciepła parowania odpadów biologicznych, bez próżni z pompą ciepła w standardowym zastosowaniu.

Znany jest patent FR2475200 ale tam proces jest dwustopniowy z temperaturą 600 st. C a pompa ciepła podana tylko jako przykładowe źródło ciepła.

Znany jest patent CN2324508Y charakterystyczny zastosowaniem 2 pomp/sprężarek, 2 ciągów, kanałów suszenia specyficznie ukształtowanych ale bez próżni i powiązania dwóch obiegów chłodniczych.

Urządzenie nadaje się szczególnie do suszenia świeżo wyprodukowanej tarcicy przy stosunkowo niskiej temperaturze ok. 35–65 st. C (308–338 K) w podciśnieniu bliskim próżni i szybkim obniżaniu wilgotności suszonego drewna.

W dalszym opisie czynnikiem termodynamicznym pompy głównej – zewnętrznej nazywane jest rozrzedzone powietrze lub mieszanina innych gazów i pary wodnej wewnątrz próżniowej komory suszarniczej o obniżonym ciśnieniu, korzystnie 2–25 kPa. Czynnikiem chłodniczym nazywany jest np. R134a lub inny dostępny czynnik stosowany w instalacjach chłodniczych. Czynnik ten znajduje się wewnątrz instalacji klasycznej pompy ciepła, będącej źródłem ciepła do suszenia. Wewnętrzną, klasyczną pompą ciepła nazywane jest znane z techniki hermetyczne połączenie sprężarki (4), skraplacza (1), zaworu rozprężnego (3) i parownika (2) i napełnioną czynnikiem chłodniczym.

Zewnętrzną, główną pompą ciepła nazywane jest szczelne wnętrze izolowanej termicznie komory suszarniczej podciśnieniowej, parownik (1a) będący zewnętrzną częścią skraplacza (1), skraplacz (2a) będący zewnętrzną częścią parownika (2). Wentylatory (6) wspomagające ruch czynnika termodynamicznego

i pompa (5) usuwająca skroploną wodę ze zbiornika w dolnej części komory stanowią wyposażenie dodatkowe suszarni.

Cechą charakterystyczną zgłaszanego rozwiązania jest podwójna rola zarówno parownika (2) jak i skraplacza (1) wewnętrznej, klasycznej pompy ciepła. Na zewnętrznej powierzchni (2a) parownika (2) klasycznej pompy ciepła skrapla się woda z suszonego materiału oddając swoje ciepło skraplania. Natomiast skraplacz (1) wewnętrznej pompy ciepła oddaje ciepło przez wymiennik, który po zewnętrznej stronie jest parownikiem (1a) wody z suszonego materiału. Skraplacz czynnika chłodniczego (1) dostarcza ciepło do odparowania wody z suszonego materiału a na zewnętrznej powierzchni (2a) parownika (2) klasycznej pompy, skrapla się woda oddając swoje ciepło skraplania. W ten sposób wewnątrz dobrze izolowanej termicznie komory suszarniczej, energia cieplna cyrkuluje w obu pompach i jest to główna zaleta tego rozwiązania – suszenie korzystne ekonomicznie w procesie ekologicznym.

Jedynym produktem ubocznym jest odparowana i skroplona woda, która ocieka grawitacyjnie do zbiornika w dolnej części komory suszarniczej i jest sukcesywnie wypompowywana na zewnątrz pompą (5) wraz z pomiarem jej objętości, co pozwala precyzyjnie kontrolować proces suszenia. Opary nad skraplaczem (1) obrazują parowanie wody w obiegu zewnętrznym. Krople pod parownikiem (2) obrazują skraplanie wody.

Rzeczywista konstrukcja suszarni musi uwzględnić konieczność ruchu i przepływu czynnika termodynamicznego, głównie pary wodnej, z ogrzewanego materiału suszonego w kierunku chłodnego parownika pompy wewnętrznej, na którym skrapla się para wodna. Temperatura wewnątrz komory suszarniczej (głównie pompy ciepła) jest regulowana przy pomocy klasycznej pompy ciepła, a ciśnienie przy pomocy pompy próżniowej (mniej istotnej dla wynalazku i pominiętej na rysunku Fig. 1). Przykładowo dla ciśnienia 12,3 kPa temperatura wrzenia wody a więc jej intensywnego parowania wynosi 323 K (50 st. C) co skutkuje znacznym wzrostem ciśnienia czynnika termodynamicznego (pary wodnej) wewnątrz komory. Odparowana woda skrapla się na parowniku (2) wewnętrznej pompy ciepła i gwałtownie zmniejsza: swoją objętość i ciśnienie w komorze. Powyższy proces dodatkowo wspomaga ruch czynnika termodynamicznego wymuszonego przez wentylatory – od suszonego materiału w kierunku skraplacza wody (2a). Cykliczne przekazywanie energii cieplnej odbywa się w skraplaczu wewnętrznej pompy ciepła – ciepło skraplania czynnika chłodniczego przekazywane jest do suszonego materiału aby podnieść jego temperaturę i spowodować odparowanie wody. Z kolei energia cieplna pary wodnej przekazywana jest podczas skraplania wody do parownika klasycznej pompy ciepła. Dla podanych powyżej warunków 12,3 kPa i 323 K (50 st. C) punkt rosy przy wilgotności względnej 80% wynosi 45,59 st. C i jest o 4,41 K poniżej temperatury wrzenia wody. Tak niewielka różnica temperatur skraplacza i parownika klasycznej pompy ciepła skutkuje jej wysoką sprawnością, co stanowi o niskich kosztach energii zużywanej w takiej suszarni.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku Fig. 1. Głównym jego celem jest optymalizacja ekologiczna i ekonomiczna procesu suszenia, dostosowana do właściwości suszonego materiału, co okazało się możliwe dzięki zastosowaniu dwóch komplementarnych obiegów termodynamicznych w dwóch niezależnych ale powiązanych pompach ciepła. Izolowany cieplnie korpus, komora suszarnicza w kształcie cylindra, wytrzymała na podciśnienie bliskie próżni i niecodzienny sposób użycia pompy ciepła powodują, że w przypadku suszenia drewna można osiągnąć zamierzony cel przy stosunkowo niskiej temperaturze suszenia, co wpływa korzystnie na mniejsze odkształcenia drewna i mniejszą ilość/rozległość jego pęknięć podczas tego procesu. Znaczne podciśnienie powoduje dodatkowo wysysanie wody z suszonego materiału i przyspiesza proces suszenia.

Dwa istotne elementy wewnętrznej pompy ciepła: parownik i skraplacz znajdują się wewnątrz komory podciśnieniowej i są umiejscowione korzystnie tak aby skraplacz miał jak największą powierzchnię styku z suszonym materiałem i znajdował się pomiędzy wentylatorami a parownikiem, na którym skrapla się woda. Parownik powinien znajdować się na końcu drogi czynnika termodynamicznego – naprzeciw wentylatorów. Ze względów konstrukcyjnych, eksploatacyjnych i serwisowych kompresor pompy ciepła i zawór rozprężny korzystnie jest umieścić na zewnątrz komory suszarni próżniowej tak, aby nie zajmowały miejsca wewnątrz a dostęp do nich był łatwiejszy w przypadku przeglądu, konserwacji czy awarii. Te dwa bardzo ważne elementy pompy ciepła, choć decydują w dużym stopniu o parametrach procesu suszenia, to nie realizują go bezpośrednio wewnątrz komory suszarniczej.

Materiały inne niż tarcica mogą wymagać innego czynnika termodynamicznego, innego ciśnienia i temperatury dla optymalizacji procesu suszenia, co jednak nie wpływa na istotę zgłaszanego sposobu i urządzenia do suszenia próżniowego.

Czynnik chłodniczy, czynnik termodynamiczny, ciśnienie, temperatura i moc wentylatorów są parametrami, przy pomocy których można regulować automatycznie i optymalizować proces suszenia wielu różnych materiałów.

Zastrzeżenie patentowe

1. Urządzenie do suszenia **znamienne tym**, że wewnątrz próżniowej komory suszarniczej zainstalowany jest parownik i skraplacz klasycznej pompy ciepła, pełniące komplementarne funkcje tak, że para wodna pochodząca z suszonego materiału skrapla się na skraplaczu wody (2a), który po drugiej stronie wymiennika jest parownikiem (2) czynnika chłodzącego klasycznej pompy ciepła a jej skraplacz (1) oddający pompowane ciepło jest po drugiej stronie wymiennika rozbudowanym przestrzennie parownikiem (1a) wody z suszonego materiału.

Rysunek

