

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240089**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424431**

(22) Data zgłoszenia: **31.01.2018**

(51) Int.Cl.
F26B 9/06 (2006.01)
F26B 3/02 (2006.01)
F26B 3/04 (2006.01)

(54)

Układ i sposób konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

12.08.2019 BUP 17/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

14.02.2022 WUP 07/22

(73) Uprawniony z patentu:

DRYING PROCESS
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ZDZISŁAW KORDECKI, Uraz, PL
PIOTR KORDECKI, Uraz, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Joanna Janoszek

PL 240089 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ i sposób konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych, mający zastosowanie w suszarniach komorowych, z rewersją obiegu czynnika suszącego, szczególnie w suszeniu tarcicy oraz innych materiałów wilgotnych, takich jak ceramika sanitarna lub ceramika budowlana.

Suszenie jest procesem wymagającym stosowania znacznych nakładów energetycznych, w związku z czym ciągle poszukuje się sposobów ograniczania zużycia energii na potrzeby realizacji tych procesów.

Suszenie tarcicy wymaga znacznych nakładów energetycznych związanych z wymuszeniem obiegu czynnika suszącego. Czynniki suszące przechodząc przez stos suszonych elementów drewnianych powoduje wymianę energii cieplnej pomiędzy czynnikiem suszącym a deskami oraz odprowadza odparowaną wilgoć. Ze względu na opór jaki jest wytwarzany przez stos suszonych elementów drewnianych wentylatory muszą wykonać określoną pracę w celu pokonania oporów przepływu. Stacjonarna komora do suszarni zbudowana jest w taki sposób, aby zapewnić w miarę jednolity przepływ powietrza przez stos elementów drewnianych. Pomiędzy sufitem suszarni a stosem elementów drewnianych wstawiony jest tzw. strop pozorny, który tworzy wraz z sufitem suszarni kanał o szerokości całej komory suszarni. Najczęstszym spotykanym rozwiązaniem jest to, w którym pomiędzy stropem pozornym a sufitem suszarni wstawione są w pionie wentylatory, które wymuszają obieg powietrza w komorze suszarni i przez stos drewna.

W zależności od rodzaju elementów drewnianych jakie są suszone, znaczną uwagę przykładą się do tego, aby w suszonym materiale nie występowały różnice w rozkładzie temperatur i wilgotności. W przypadku występowania znacznych różnic lub zbyt dużej dynamiki ich powstawania, suszony materiał ulega deformacjom lub pęka. Z tego powodu w komorowym, stacjonarnym (stos elementów nie przemieszcza się względem komory suszenia) suszeniu, co jakiś czas, zmienia się kierunek przepływu powietrza przez stos elementów drewnianych. Zapewnia to, że z jednej i z drugiej strony suszone elementy będą miały względnie porównywalny rozkład temperatur i wilgotności.

Zmiana kierunku przepływu powietrza najczęściej realizowana jest w stacjonarnych komorach poprzez zmianę kierunku obrotów wentylatorów. Ze względu na swoją konstrukcję wentylatory rewersyjne są mniej sprawne niż wentylatory jednokierunkowe. Spotykane są rozwiązania z wentylatorami jednokierunkowymi wstawionymi do kanału, w którym zainstalowane są przepustnice, naprzemiennie otwierane i zamykane. W tym rozwiązaniu wentylatory ustawione są pionowo i posiadają wspólną oś napędu, natomiast ich oś obrotu jest poprzeczna w stosunku do kierunku przepływu powietrza przez stos elementów drewnianych.

Z polskiego patentu PL212965B1 znana jest suszarnia komorowa do drewna, w której obieg powietrza wewnątrz komory suszarni wymuszony jest wentylatorami rewersyjnymi umieszczonymi pionowo, których oś obrotu ustawiona jest zbieżnie z kierunkiem przepływu czynnika suszącego przez deski. Zmianę kierunku obiegu powietrza uzyskuje się przez zmianę kierunku obrotu łopat wentylatora.

Z amerykańskiego patentu US4098008A znane jest rozwiązanie, w którym wentylatory jednokierunkowe, wymuszające obieg czynnika suszącego w komorze suszarni, zamontowane są pionowo, na wspólnym wale, przy czym oś obrotu wentylatorów jest ustawiona poprzecznie do kierunku przepływu czynnika suszącego przez sztaple desek. Zmiana kierunku obiegu czynnika suszącego w komorze uzyskiwana jest przez naprzemiennie otwieranie klap kanału, w którym umieszczone są wentylatory.

Amerykański patent US6263693B1 ujawnia rozwiązanie, w którym rewersja obiegu powietrza w komorze do pieczenia lub chłodzenia realizowana jest przez zmianę stanu przepustnic, z zastosowaniem wentylatorów jednokierunkowych i nagrzewnicy umieszczonej pod wentylatorem.

W dziedzinie suszenia przemysłowego dobrze znane jest zastosowanie urządzeń chłodniczych (pomp ciepła) jako integralnej części suszarni, w których odzyskuje się energię cieplną osuszając czynnik suszący, a następnie podgrzewając go. Proces osuszania zazwyczaj polega na przepuszczaniu ciepłego, wilgotnego czynnika suszącego opuszczającego komorę suszenia, przez wymiennik pompy ciepła nazywany parowaczem pompy ciepła (tzw. dolne źródło ciepła), przez którą cyrkuluje ciekły czynnik chłodniczy (tzw. czynnik roboczy). Ciepłe powietrze jest przedmuchiwane przez wymiennik – parowacz, w którym ciepło z powietrza jest przekazywane do czynnika chłodniczego, służąc jako ciepło parowania, które przekształca ciekły czynnik chłodniczy w gaz. Z tego powodu ten wymiennik pompy ciepła jest nazywany częścią „parownika” obiegu chłodniczego lub po prostu parownikiem.

Między innymi z amerykańskiego patentu US4250629A znane jest rozwiązanie, mające na celu zapewnienie działania układu chłodniczego (pompy ciepła) w szerokim zakresie temperatur suszenia,

w celu zwiększenia szybkości suszenia, a tym samym zmniejszenia strat w suszonym materiale spowodowanych ewentualną pleśnią, tak aby zmniejszyć ilość powietrza przepływającego przez parowacz i skraplacz pompy ciepła oraz aby zapobiec przeciążeniu sprężarki i jej przegrzaniu.

Ogólnie rzecz biorąc, urządzenie chłodnicze (pompa ciepła) obejmuje parownik, sprężarkę, w której sprężany jest gazowy czynnik chłodniczy (czynnik roboczy), oraz skraplacz, w którym ciepło parowania czynnika chłodniczego zostaje oddane, a czynnik chłodniczy ponownie przekształcony zostaje w ciecz. Aby osuszyć powietrze, czyli skondensować zawarte w nim pary wody, temperatura powietrza musi być zmniejszona na parowniku do temperatury poniżej punktu rosy. Odzyskana energia z procesu kondensacji jest wraz z czynnikiem chłodniczym przekazywana do skraplacza pompy ciepła, w którym oddaje ciepło do powietrza. W przypadku obiegów zamkniętych powietrza, w procesie suszenia, ten sam czynnik suszący, który wcześniej w wyniku kondensacji par wody został osuszony (tym samym schłodzony) zostaje ponownie podgrzany w skraplaczu. W przemysłowych suszarniach stosowane są bardzo różne i skomplikowane zabiegi termodynamiczne poprawiające proces odzysku energii przez kondensację par wody z wilgotnego i ciepłego czynnika suszącego opuszczającego komorę suszarni. Tak odzyskaną energię przekazuje się z powrotem w różnych proporcjach do tego samego czynnika suszącego krążącego w suszarni lub czynnika suszącego pobieranego z zewnątrz suszarni lub ich mieszaniny.

Efektywność pracy pompy ciepła, a tym samym koszt suszenia, zależy przede wszystkim od różnicy w temperaturze skraplania par wody czynnika suszącego na parowaczu względem temperatury grzania na skraplaczu. Im większa różnica, tym mniejsza sprawność pompy.

Kolejnym istotnym elementem pogarszającym sprawność pompy ciepła jest temperatura grzania potrzebna do podgrzania czynnika suszącego, z reguły wynosząca powyżej temperatury 55–65°C. Wynika to z faktu pogarszania się właściwości termodynamicznych czynników stosowanych w pompach ciepła, powyżej wartości temperatury 55–65°C. Zależy to również od stosowanego czynnika roboczego i parametrów wilgotności czynnika suszącego i temperatury w jakich prowadzona jest kondensacja.

Kolejnym elementem mającym znaczenie w całym procesie suszenia dla efektywności pracy pompy ciepła ma tzw. etap nagrzewania suszonego materiału. Na tym etapie nie zachodzi jeszcze odparowanie wody z suszonego materiału do czynnika suszącego. W związku z tym na parowaczu pompy ciepła nie zachodzi proces kondensacji i brakuje energii cieplnej do przekazania na skraplacz. W takim przypadku jedynym źródłem energii jest energia elektryczna dostarczana do sprężarki pompy ciepła, która jest względnie droga.

Z wyżej wymienionych powodów w układach suszarni z pompą ciepła stosuje się dodatkowe konwencjonalne źródło ciepła, którego zadaniem jest nagrzanie wsadu i zainicjowanie odparowania wody z suszonego materiału do czynnika suszącego oraz dogrzewanie czynnika suszącego powyżej określonych temperatur.

Znane są różne rozwiązania, w których skraplacz pompy ciepła i dodatkowe źródło ciepła (dodatkowa nagrzewnica) zlokalizowane są w obrębie komory suszenia lub poza nią (podgrzewany czynnik suszony doprowadzany jest wtedy odpowiednimi kanałami). Nie mniej w większości rozwiązań parowacz pompy ciepła jest wyodrębniony spoza komory. Rozwiązanie, w którym skraplacz pompy ciepła znajduje się bezpośrednio w komorze suszenia ujawniono na przykład w amerykańskim zgłoszeniu US20030208923A1. Rozwiązanie, w którym skraplacz pompy ciepła znajduje się w układzie wyodrębnionych kanałów poza komorą suszenia znane jest między innymi z amerykańskiego patentu US4250629A.

Problemem technicznym stawianym przed niniejszym wynalazkiem jest zaproponowanie takiego sposobu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych, w szczególności przeznaczonego do suszenia tarcicy ustawionej w stos, który będzie zapewniał jednolity przepływ czynnika suszącego przez stos obiektów wilgotnych, a przez to jednolite ich suszenie. Dodatkowo pożądane jest dostarczenie sposobu konwekcyjnego suszenia, który zapewni możliwie jednorodny rozkład temperatury i wilgotności w stosie suszonych obiektów wilgotnych. Ponadto istotne jest, aby sposób konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych był efektywny energetycznie, tj. zapewniał odpowiednie suszenie przy zmniejszonym zapotrzebowaniu na energię doprowadzaną z zewnątrz układu. Pożądane jest również zapewnienie układu realizującego taki sposób konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych, który byłby względnie prosty w budowie, a przez to efektywny ekonomicznie. Nieoczekiwanie, wspomniane problemy techniczne rozwiązał prezentowany wynalazek.

Pierwszym przedmiotem wynalazku jest układ do konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych, zawierający komorę suszenia, w której składowane są w stosach obiekty wilgotne przeznaczone

do suszenia, przy czym pomiędzy sufitem komory suszenia a stosem obiektów wilgotnych wstawiony jest strop pozorny, który tworzy kanał obejmujący układ suszenia, zawierający wentylator i skraplacz pompy ciepła oraz szereg kanałów wlotowych i wylotowych, charakteryzujący się tym, że układ suszenia zawiera górną parę przepustnic oraz dolną parę przepustnic, rozdzielone wentylatorem i skraplaczem pompy ciepła, przy czym przed skraplaczem pompy ciepła ulokowany jest kanał wlotowy do centrali obróbki termicznej, a przed skraplaczem pompy ciepła ulokowany jest co najmniej jeden kanał wylotowy i za skraplaczem pompy ciepła ulokowany jest co najmniej jeden kanał wylotowy, przy czym kanał wylotowy połączony jest z centralą obróbki termicznej.

W korzystnej realizacji wynalazku centrala obróbki termicznej obejmuje parowacz pompy ciepła oraz wysokotemperaturową nagrzewnicę.

W kolejnej korzystnej realizacji wynalazku kanał wlotowy rozdziela się na dwa kanały doprowadzające niezależnie do parowacza pompy ciepła i wysokotemperaturowej nagrzewnicy.

W następnej korzystnej realizacji wynalazku kanał wylotowy połączony jest z parowaczem pompy ciepła, a kanał wylotowy połączony jest z wysokotemperaturową nagrzewnicą.

Korzystnie kanał czynnika suszącego za parowaczem pompy ciepła rozdziela się na kominek upustu powietrza odprowadzający część czynnika suszącego poza komorę suszenia oraz kanał doprowadzający do kanału wylotowego.

Równie korzystnie kanał czynnika suszącego za parowaczem pompy ciepła łączy się z czerpnią świeżego powietrza poprzez żaluzję mieszającą.

Jeszcze korzystniej kanał wlotowy ulokowany jest przed przepustnicą.

W korzystnej realizacji wynalazku układ zawiera dodatkowo układ sterowania przepustnicami oraz korzystnie kanałami wlotowymi tak, że jednocześnie otwarte są przeciwległe przepustnice lewa górna i prawa dolna i korzystnie lewy kanał wlotowy i zamknięte są przepustnice prawa górna i lewa dolna i korzystnie prawy kanał wlotowy, lub jednocześnie otwarte są przeciwległe przepustnice prawa górna i lewa dolna i korzystnie prawy kanał wlotowy i zamknięte są przepustnice lewa górna i prawa dolna i korzystnie lewy kanał wlotowy.

W kolejnej korzystnej realizacji wynalazku wentylator stanowi wentylator jednokierunkowy osiowy lub promieniowy.

W następnej korzystnej realizacji wynalazku wysokotemperaturowa nagrzewnica stanowi nagrzewnicę ogrzewaną pośrednim czynnikiem grzewczym, korzystnie wodą, spalinami, olejem lub glikolem.

Drugim przedmiotem wynalazku jest sposób konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych ułożonych w stos w komorze suszenia, polegający na tym, że przepuszcza się czynnik suszący przez stos obiektów wilgotnych, charakteryzujący się tym, że:

- a) rozdziela się czynnik suszący wychodzący ze stosu obiektów wilgotnych na strumień przechodzący przez przepustnicę i skraplacz pompy ciepła oraz na strumień wchodzący do centrali obróbki termicznej,
- b) wprowadza się czynnik suszący z centrali obróbki termicznej przed skraplacz pompy ciepła i/lub za skraplacz pompy ciepła,
- c) wyprowadza się zmieszane czynniki suszące przez przepustnicę i przepuszcza przez stos obiektów wilgotnych,

przy czym, przepływ czynnika suszącego w komorze suszenia stanowi obieg zamknięty.

W korzystnej realizacji wynalazku strumień czynnika suszącego wchodzący do centrali obróbki termicznej rozdziela się na strumień przepuszczany przez parowacz pompy ciepła i strumień przepuszczany przez wysokotemperaturową nagrzewnicę.

W kolejnej korzystnej realizacji wynalazku strumień czynnika suszącego wychodzący z parowacza pompy ciepła wprowadza się przed skraplacz pompy ciepła, a strumień wychodzący z wysokotemperaturowej nagrzewnicy wprowadza się za skraplacz pompy ciepła.

W następnej korzystnej realizacji wynalazku strumień czynnika suszącego wychodzący z parowacza pompy ciepła rozdziela się na strumień odprowadzany z komory suszenia przez kominek upustu powietrza i strumień wprowadzany przed skraplacz pompy ciepła.

Korzystnie strumień czynnika suszącego przechodzący parowacz pompy ciepła miesza się ze strumieniem świeżego powietrza pobranego spoza komory suszenia, doprowadzonego przez czerpnię świeżego powietrza.

Równie korzystnie, za pomocą wentylatora, korzystnie jednokierunkowego, wymusza się cyrkulację czynnika suszącego w komorze suszenia w pierwszym kierunku poprzez otwarcie przepustnicy lewej górnej i prawej dolnej i zamknięcie przepustnicy prawej górnej i lewej dolnej, korzystnie przy

otwartym lewym kanale wlotowym i zamkniętym prawym kanale wlotowym, lub wymusza się cyrkulację czynnika suszącego w komorze suszenia w drugim kierunku, przeciwnym do pierwszego kierunku, przez otwarcie przepustnicy prawej górnej i lewej dolnej i zamknięcie przepustnicy lewej górnej i prawej dolnej, korzystnie przy otwartym lewym kanale wlotowym i zamkniętym prawym kanale wlotowym.

Przedstawione sposób i układ przeznaczone są do suszenia konwekcyjnego obiektów wilgotnych ułożonych w stos, w szczególności tarcicy. Poprzez zastosowanie naprzemiennie otwieranych i zamykanych przepustnic zmieniających kierunek obiegu czynnika suszącego (rewersja), lokalizację wentylatorów pomiędzy przepustnicami oraz skraplacza pompy ciepła pomiędzy przepustnicami uzyskano jednokierunkowy przepływ czynnika suszącego przez nagrzewnicę niezależnie od kierunku obiegu czynnika suszącego przez stos. Zawsze ten sam, jednokierunkowy napływ czynnika suszącego na skraplacz ograniczył lokalizację i ilość otworów (punktów poboru) poboru i zwrotu czynnika suszącego do i z parowacza pompy ciepła tylko do jednej strony przed skraplaczem. Jednocześnie została ograniczona ilość otworów dolotowych dodatkowego wysokotemperaturowego źródła ciepła podgrzewającego część strumienia czynnika suszącego po parowaczu do tylko jednostronnej lokalizacji za skraplaczem pompy ciepła.

Zaproponowany układ upraszcza i redukuje liczbę kanałów pobierających czynnik suszący za stosem, a przed skraplaczem, doprowadzających czynnik suszący na parowacz pompy ciepła. Zmniejszeniu uległa również liczba kanałów doprowadzających czynnik suszący z parowacza przed skraplacz pompy ciepła oraz liczba kanałów części strumienia czynnika suszącego pobieranego z parowacza i podgrzewanego na wysokotemperaturowym źródle ciepła do jednego kanału doprowadzającego za skraplaczem.

Zaproponowany układ umożliwia rozwinięcie powierzchni skraplacza pompy ciepła i zmniejszenie oporów przepływu. Ponadto rozwiązanie eliminuje konieczność lokalizowania wysokotemperaturowych źródeł ciepła po obydwu stronach skraplacza pompy ciepła i ich przełączanie w zależności od kierunku napływu czynnika suszącego.

Z punktu efektywnego działania układu skraplacza i dodatkowej nagrzewnicy, wymagane jest ich takie wzajemne usytuowanie, w którym od strony napływu czynnika suszącego jest on w pierwszej kolejności ogrzewany przez skraplacz pompy ciepła, który nagrzewa powietrze do niższej temperatury, a dopiero w drugiej kolejności podgrzewany przez dodatkową nagrzewnicę, dogrzewającą do wyższej temperatury czynnik suszący.

Z punktu widzenia efektywności i poprawności pracy pompy ciepła w obiegach suszarniczych, wilgotny i ciepły czynnik suszący skierowany na parowacz pompy ciepła, pobierany jest kanałami z komory suszenia bezpośrednio po przejściu przez stos tarcicy, kiedy osiąga najwyższą wilgotność. Następnie po przejściu przez parowacz osuszony i schłodzony czynnik suszący wprowadzany jest do komory suszenia przed skraplaczem pompy ciepła, na którym jest podgrzewany i dopiero wchodzi na stos tarcicy.

Z punktu widzenia efektywności i poprawności współpracy pompy ciepła z dodatkowym wysokotemperaturowym źródłem ciepła w obiegach suszarniczych, osuszony i schłodzony czynnik suszący po parowaczu rozdzielany jest częściowo na strumień czynnika suszącego kierowanego na skraplacz oraz częściowo na strumień czynnika suszącego kierowanego na wysokotemperaturowe źródło ciepła, a następnie wprowadzany jest za skraplaczem.

Przykładowe realizacje wynalazku zaprezentowano na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych według jednej realizacji niniejszego wynalazku w widoku od przodu, fig. 2 przedstawia schemat układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych z fig. 1 w widoku z tyłu, z zaznaczeniem centrali obróbki termicznej i kanałów doprowadzających/odprowadzających, natomiast fig. 3 przedstawia schematycznie powiększenie układu innej realizacji układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych.

Przykład 1

Układ konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych według jednej realizacji niniejszego wynalazku został schematycznie przedstawiony na fig. 1. W ogólności układ konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych obejmuje komorę 1 suszenia, w której składowane są w stosach obiekty wilgotne 2 przeznaczone do suszenia, np. tarcica. Pomiedzy sufitem komory 1 suszenia a stosem obiektów wilgotnych 2 wstawiony jest strop pozorny 3, który rozdziela te dwie przestrzenie i tworzy z sufitem komory 1 suszenia kanał o szerokości nieco mniejszej od szerokości komory 1 suszenia. W kanale utworzonym przez strop pozorny 3 i sufit komory 1 suszenia umieszczony jest układ suszenia, obejmujący szereg wlotów i wylotów dla pompy ciepła oraz istotne z punktu widzenia pracy suszarni wen-

tylator 4, wymuszający obieg czynnika suszącego w komorze 1 suszenia oraz skraplacz 5 pompy ciepła podgrzewający czynnik suszący. Wentylator 4 wraz ze skraplaczem 5 zamknięte są dwoma parami przepustnic, zrealizowanymi w tym przypadku za pośrednictwem klap. Górna para przepustnic 6, 7, zlokalizowana jest przed skraplaczem 5, natomiast dolna para przepustnic 8, 9 zlokalizowana jest za skraplaczem 5. Na schemacie przedstawionym na fig. 1 lewa przepustnica 6, górnej pary przepustnic 6, 7 jest otwarta, natomiast prawa przepustnica 7, górnej pary przepustnic 6, 7 jest zamknięta. Za skraplaczem 5 lewa przepustnica 8, dolnej pary przepustnic 8, 9 jest zamknięta, natomiast prawa przepustnica 9, dolnej pary przepustnic 8, 9 jest otwarta. Taka konfiguracja przepustnic w przedstawionym układzie konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych według jednej realizacji niniejszego wynalazku zapewnia przepływ czynnika suszącego zgodny ze strzałkami zaznaczonymi na schemacie, tj. zgodnie z ruchem wskazówek zegara. W przypadku rewersyjnego obiegu czynnika suszącego układ przepustnic jest odwrócony, tj. lewa przepustnica 6 jest zamknięta, prawa przepustnica 7 jest otwarta, lewa przepustnica 8 jest otwarta, prawa przepustnica 9 jest zamknięta, co zapewnia przepływ czynnika suszącego w kierunku odwrotnym do kierunku wskazówek zegara. Układ konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych obejmuje również układ sterowania (nie pokazano), sterujący odpowiednio otwieraniem i zamykaniem przepustnic 6, 7, 8, 9, zgodnie z opisanym powyżej schematem. W kanale utworzonym przez strop pozorny 3 i sufit komory 1 suszenia znajdują się również kanały wlotowe 10, 11 do centrali obróbki termicznej 12. W przykładzie realizacji przedstawionym na fig. 1 lewy kanał wlotowy 10 centrali rozmieszczony jest tuż przed (na zewnątrz względem wentylatora 4) lewą przepustnicą 8 dolnej pary przepustnic 8, 9 i w przypadku obiegu czynnika suszącego zobrazowanym na fig. 1 jest on otwarty, natomiast prawy kanał wlotowy 11 centrali rozmieszczony jest tuż za (na zewnątrz względem wentylatora 4) prawą przepustnicą 9 dolnej pary przepustnic 8, 9 i w przypadku obiegu czynnika suszącego zobrazowany na fig. 1 jest on zamknięty. W przypadku przepływu czynnika suszącego w kierunku odwrotnym do kierunku wskazówek zegara (nie przedstawionym), w którym otwarte są przepustnice prawa 7 i lewa 8, a zamknięte są przepustnice lewa 6 i prawa 9, lewy kanał wlotowy 10 centrali jest zamknięty, a prawy kanał wlotowy 11 centrali jest otwarty. Otwieranie i zamykanie kanałów wlotowych 10, 11 realizowane jest również za pośrednictwem układu sterowania (nie pokazano).

Jak zobrazowano na fig. 1, wilgotny i ciepły czynnik suszący wychodzący ze stosu suszonych obiektów 2 kierowany jest w stronę sufitu komory 1 suszenia, gdzie nad stropem pozornym 3 jest rozdzielany na czynnik suszący wchodzący przez lewy kanał wlotowy 10 centrali do centrali 12 obróbki termicznej oraz na czynnik suszący przechodzący przez otwartą lewą przepustnicę 6 górnej pary przepustnic 6, 7 do układu suszenia. Czynnik suszący, który przeszedł przez otwartą lewą przepustnicę 6 kierowany jest dalej przez skraplacz 5, gdzie ulega on nagrzaniu. W tym przykładzie realizacji układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych wentylator 4 wymuszający obieg czynnika suszącego w komorze 1 suszenia zlokalizowany jest poniżej skraplacza 5, lecz nie stanowi to ograniczenia niniejszego wynalazku i w innych przykładach realizacji wentylator 4 może być umieszczony w innych lokalizacjach komory 1 suszenia, np. przed skraplaczem 5. Co istotne wentylator 4 rozmieszczony jest tak, że wymusza obieg czynnika suszącego w kierunku wertykalnym i stanowi wentylator 4 osiowy jednokierunkowy, przy czym zmiana kierunku przepływu czynnika suszącego w komorze 1 suszenia realizowana jest za pośrednictwem odpowiedniego otwierania/zamykania przepustnic 6, 7, 8, 9.

Na fig. 2 przedstawiono schemat układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych 2 z fig. 1, z zaznaczeniem centrali 12 obróbki termicznej i odpowiadających kanałów doprowadzających/odprowadzających. Odnosząc się do fig. 2, część ciepłego, wilgotnego czynnika suszącego po przejściu przez mokry materiał kierowana jest przez kanał wlotowy 10 (lub 11, w zależności od kierunku obiegu powietrza w komorze 1) do centrali 12 obróbki termicznej, na chłodnicę 17 (parowacz pompy ciepła). Następnie, w zależności od parametrów, które należy utrzymywać w komorze 1 suszenia, część czynnika suszącego kierowana jest do kominka 16 upustu powietrza, a część przez żaluzję mieszającą 18 przedostaje się na stronę nawiewną centrali 12 obróbki termicznej, gdzie miesza się z czynnikiem suszącym świeżym pobranym z czerpni 15 świeżego powietrza, po czym przez kanał wylotowy 13 trafia przed skraplacz 5 pompy ciepła, gdzie miesza się z głównym strumieniem czynnika suszącego wchodzącym przez przepustnicę 6 (lub 7 w zależności od kierunku obiegu powietrza w komorze 1).

Jednocześnie kanałem wlotowym 10 (lub 11) część czynnika suszącego kierowana jest do nagrzewnicy wysokotemperaturowej 20, gdzie następuje znaczne podgrzanie czynnika suszącego w sposób pośredni (przez wymiennik przeponowy, powietrze/gorące medium, bez wpuszczania spalin

do obiegu powietrza) lub przez dopuszczenie gorących spalin powstałych z procesu spalania dowolnego paliwa lub przez dopuszczenie gorącego powietrza z innego źródła ciepła, które może być wykorzystane w suszarni. W przypadku nagrzewnicy wysokotemperaturowej 20 z nagrzewaniem pośrednim, czynnikiem grzewczym może być dowolne gorące źródło ciepła, takie jak woda, spaliny, olej, glikol itd. Gorący czynnik suszący (lub mieszanina powietrze-spaliny, która ze względu na bardzo zbliżone właściwości, także nazywana jest w niniejszym dokumencie czynnikiem suszącym) po wyjściu z nagrzewnicy 20 trafia przez kanał wylotowy 14 za skraplacz 5, gdzie mieszany jest z czynnikiem suszącym opuszczającym skraplacz 5.

W przykładzie realizacji układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych przedstawionym na fig. 1 górny kanał wylotowy 13 centrali ulokowany jest w przestrzeni pomiędzy parą górnych przepustnic 6, 7. W innych przykładach realizacji układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych w przestrzeni pomiędzy parą górnych przepustnic 6, 7 może być zapewnionych więcej niż jeden górny kanał wylotowy 13 centrali, na przykład dwa górne kanały wylotowe 13 centrali dla celów lepszego i bardziej efektywnego mieszania czynnika suszącego wchodzącego z centrali 12 obróbki termicznej z czynnikiem suszącym wchodzącym przez jedną z pary górnych przepustnic 6, 7.

Dodatkowo za skraplaczem 5 pompy ciepła, w przestrzeni pomiędzy parą dolnych przepustnic 8, 9 zlokalizowany jest dolny kanał wlotowy 14 z centrali 12 obróbki termicznej, z którego wprowadzana jest część strumienia czynnika suszącego pobranego przez kanał wlotowy 10, który przeszedł przez wysokotemperaturową nagrzewnicę 20 czynnika suszącego. Analogicznie do górnego kanału wylotowego 13, w przestrzeni pomiędzy parą dolnych przepustnic 8, 9 zapewnionych może być więcej niż jeden dolny kanał wlotowy 14 dla celów dokładniejszego i bardziej efektywnego mieszania czynnika suszącego, który przeszedł przez skraplacz 5 pompy ciepła, z czynnikiem suszącym, który doprowadzany jest z wysokotemperaturowej nagrzewnicy 20.

Przykład 2

Drugi przykład realizacji układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych 2 według niniejszego wynalazku, został zobrazowany schematycznie na powiększeniu układu suszącego na fig. 3. Przedstawiony przykład realizacji układu konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych 2 różni się od pierwszego przykładu realizacji jedynie konstrukcją układu suszenia umieszczonego w kanale utworzonym przez sufit komory 1 suszenia i strop pozorny 3. W tym przykładzie realizacji wentylator 4 osiowy zastąpiono wentylatorem 4 promieniowym. Ponadto wentylator 4 zlokalizowany jest przed skraplaczem 5 pompy ciepła. Kanały wlotowe 10, 11 w tym przykładzie realizacji ulokowane są w obszarze pomiędzy przepustnicami 6 i 7, przez co nie ma konieczności ich naprzemiennego zamykania przy zmianie kierunku obiegu czynnika suszącego w komorze 1 suszenia. Co więcej, dwa kanały wlotowe 13, doprowadzające czynnik suszący z parowacza 17 pompy ciepła, ulokowane są pomiędzy wentylatorem 4 a skraplaczem 5 pompy ciepła. Analogicznie do pierwszego przykładu realizacji, kanały wlotowe 14, doprowadzające czynnik suszący z wysokotemperaturowej nagrzewnicy 20, ulokowane są w obszarze pomiędzy przepustnicami 8 i 9, za skraplaczem 5 pompy ciepła. W tym przykładzie realizacji, układ sterowania sterujący pracą przepustnic 6, 7, 8, 9 w celu wymuszenia określonego kierunku cyrkulacji czynnika suszącego w komorze 1 suszenia, nie zarządza otwieraniem/zamykaniem kanałów wlotowych 13, gdyż funkcja ta realizowana jest już za pośrednictwem odpowiednich przepustnic 6 i 7.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych, zawierający komorę (1) suszenia, w której składowane są w stosach obiekty wilgotne (2) przeznaczone do suszenia, przy czym pomiędzy sufitem komory (1) suszenia a stosem obiektów wilgotnych (2) wstawiony jest strop pozorny (3), który tworzy kanał obejmujący układ suszenia, zawierający wentylator (4) i skraplacz (5) pompy ciepła oraz szereg kanałów wlotowych i wylotowych, **znamienny tym**, że układ suszenia zawiera górną parę przepustnic (6, 7) oraz dolną parę przepustnic (8, 9), rozdzielone wentylatorem (4) i skraplaczem (5) pompy ciepła, przy czym przed skraplaczem (5) pompy ciepła ulokowany jest kanał wlotowy (10, 11) do 15 centrali (12) obróbki termicznej, a przed skraplaczem (5) pompy ciepła ulokowany jest co najmniej jeden kanał wylotowy (13) i za skraplaczem (5) pompy ciepła ulokowany jest co najmniej jeden kanał wylotowy (14), przy czym kanał wylotowy (13, 14) połączony jest z centralą (12) obróbki termicznej.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że centrala (12) obróbki termicznej obejmuje parowacz (17) pompy ciepła oraz wysokotemperaturową nagrzewnicę (20).
3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że kanał wlotowy (10, 11) rozdziela się na dwa kanały doprowadzające niezależnie do parowacza (17) pompy ciepła i wysokotemperaturowej nagrzewnicy (20).
4. Układ według zastrz. 2 albo 3, **znamienny tym**, że kanał wylotowy (13) połączony jest z parowaczem (17) pompy ciepła, a kanał wylotowy (14) połączony jest z wysokotemperaturową nagrzewnicą (20).
5. Układ według któregośkolwiek z zastrz. 2 do 4, **znamienny tym**, że kanał czynnika suszącego za parowaczem (17) pompy ciepła rozdziela się na kominiek (16) upustu powietrza odprowadzający część czynnika suszącego poza komorę (1) suszenia oraz kanał doprowadzający do kanału wylotowego (13).
6. Układ według któregośkolwiek z zastrz. 2 do 5, **znamienny tym**, że kanał czynnika suszącego za parowaczem (17) pompy ciepła łączy się z czerpnią (15) świeżego powietrza poprzez żaluzję mieszającą (18).
7. Układ według któregośkolwiek z zastrz. 1 do 6, **znamienny tym**, że kanał wlotowy (10, 11) ulokowany jest przed przepustnicą (6, 7, 8, 9).
8. Układ według któregośkolwiek z zastrz. 1 do 7, **znamienny tym**, że zawiera dodatkowo układ sterowania przepustnicami (6, 7, 8, 9) oraz korzystnie kanałami wlotowymi (10, 11) tak, że jednocześnie otwarte są przeciwległe przepustnice (6, 9) i korzystnie kanał wlotowy (10) i zamknięte są przepustnice (7, 8) i korzystnie kanał wlotowy (11), lub jednocześnie otwarte są przeciwległe przepustnice (7, 8) i korzystnie kanał wlotowy (11) i zamknięte są przepustnice (6, 9) i korzystnie kanał wlotowy (10).
9. Układ według któregośkolwiek z zastrz. 1 do 8, **znamienny tym**, że wentylator (4) stanowi wentylator jednokierunkowy osiowy lub promieniowy.
10. Układ według któregośkolwiek z zastrz. 1 do 9, **znamienny tym**, że wysokotemperaturowa nagrzewnica (20) stanowi nagrzewnicę ogrzewaną pośrednim czynnikiem grzewczym, korzystnie wodą, spalinami, olejem lub glikolem.
11. Sposób konwekcyjnego suszenia obiektów wilgotnych ułożonych w stos w komorze (1) suszenia, polegający na tym, że przepuszcza się czynnik suszący przez stos obiektów wilgotnych (2), **znamienny tym**, że:
 - a) rozdziela się czynnik suszący wychodzący ze stosu obiektów wilgotnych (2) na strumień przechodzący przez przepustnicę (6, 7) i skraplacz (5) pompy ciepła oraz na strumień wchodzący do centrali (12) obróbki termicznej,
 - b) wprowadza się czynnik suszący z centrali (12) obróbki termicznej przed skraplacz (5) pompy ciepła i/lub za skraplacz (5) pompy ciepła,
 - c) wyprowadza się zmieszane czynniki suszące przez przepustnicę (8, 9) i przepuszcza przez stos obiektów wilgotnych (2),przy czym, przepływ czynnika suszącego w komorze (1) suszenia stanowi obieg zamknięty.
12. Sposób według zastrz. 11, **znamienny tym**, że strumień czynnika suszącego wchodzący do centrali (12) obróbki termicznej rozdziela się na strumień przepuszczany przez parowacz (17) pompy ciepła i strumień przepuszczany przez wysokotemperaturową nagrzewnicę (20).
13. Sposób według zastrz. 12, **znamienny tym**, że strumień czynnika suszącego wychodzący z parowacza (17) pompy ciepła wprowadza się przed skraplacz (5) pompy ciepła, a strumień wychodzący z wysokotemperaturowej nagrzewnicy (20) wprowadza się za skraplacz (5) pompy ciepła.
14. Sposób według zastrz. 12 albo 13, **znamienny tym**, że strumień czynnika suszącego wychodzący z parowacza (17) pompy ciepła rozdziela się na strumień odprowadzany z komory (1) suszenia przez kominiek (16) upustu powietrza i strumień wprowadzany przed skraplacz (5) pompy ciepła.
15. Sposób według któregośkolwiek z zastrz. 12 do 14, **znamienny tym**, że strumień czynnika suszącego przechodzący parowacz (17) pompy ciepła miesza się ze strumieniem świeżego powietrza pobranego spoza komory (1) suszenia, doprowadzonego przez czerpnię (15) świeżego powietrza.
16. Sposób według któregośkolwiek z zastrz. 11 do 15, **znamienny tym**, że za pomocą wentylatora (4), korzystnie jednokierunkowego, wymusza się cyrkulację czynnika suszącego w ko-

morze (1) suszenia w pierwszym kierunku poprzez otwarcie przepustnicy (6) i (9) i zamknięcie przepustnicy (7) i (8), korzystnie przy otwartym kanale wlotowym (10) i zamkniętym kanale wlotowym (11), lub wymusza się cyrkulację czynnika suszącego w komorze (1) suszenia w drugim kierunku, przeciwnym do pierwszego kierunku, przez otwarcie przepustnicy (7) i (8) i zamknięcie przepustnicy (6) i (9), korzystnie przy otwartym kanale wlotowym (11) i zamkniętym kanale wlotowym (10).

Rysunki

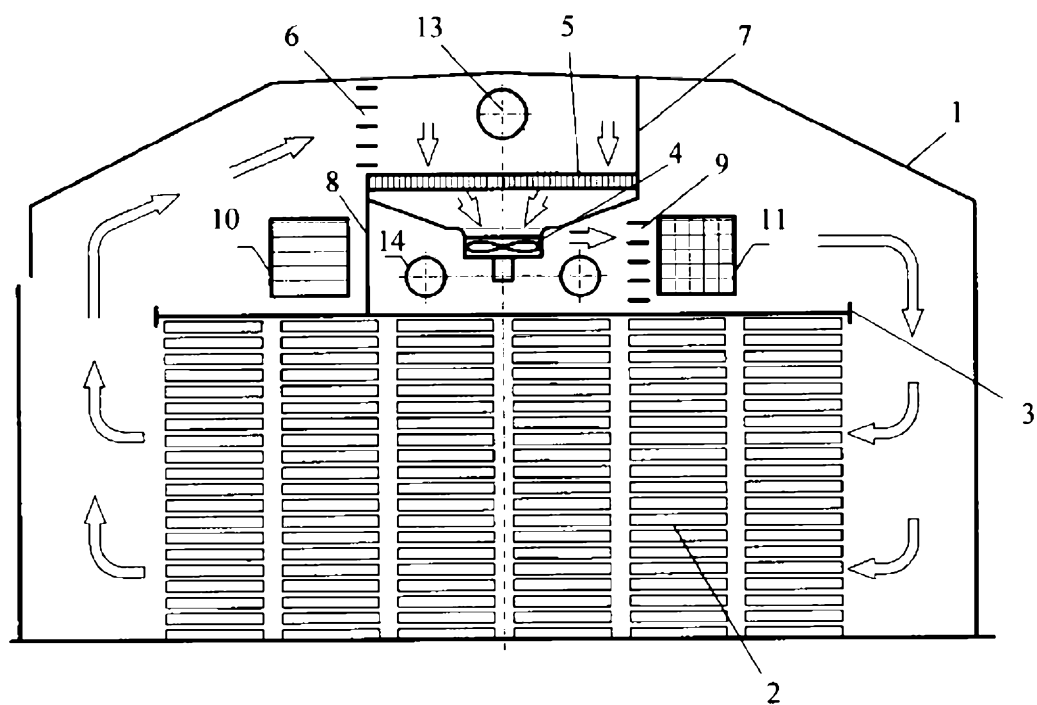


Fig. 1

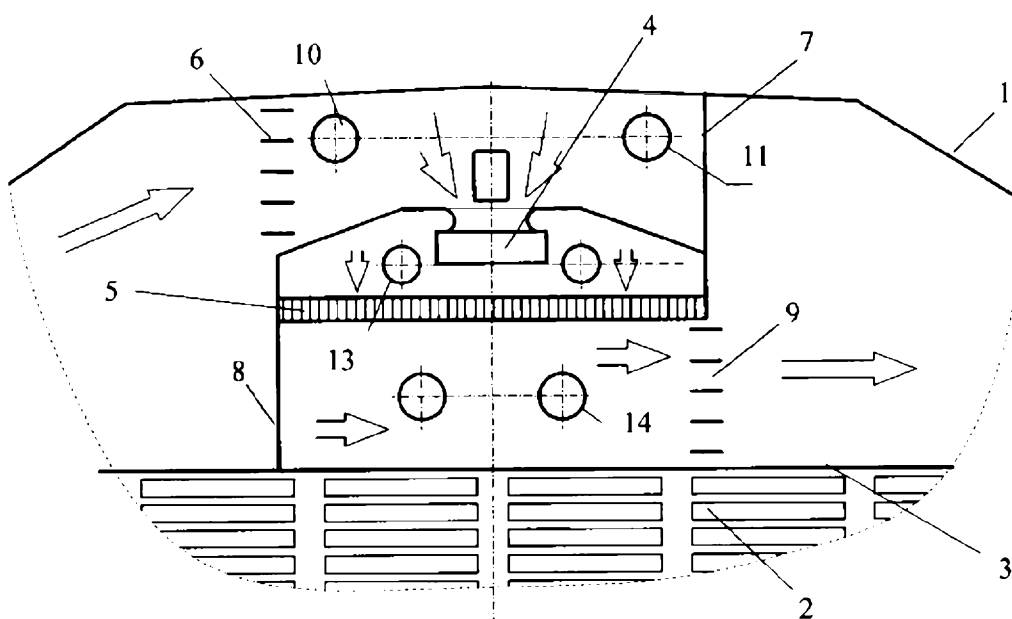


Fig. 3

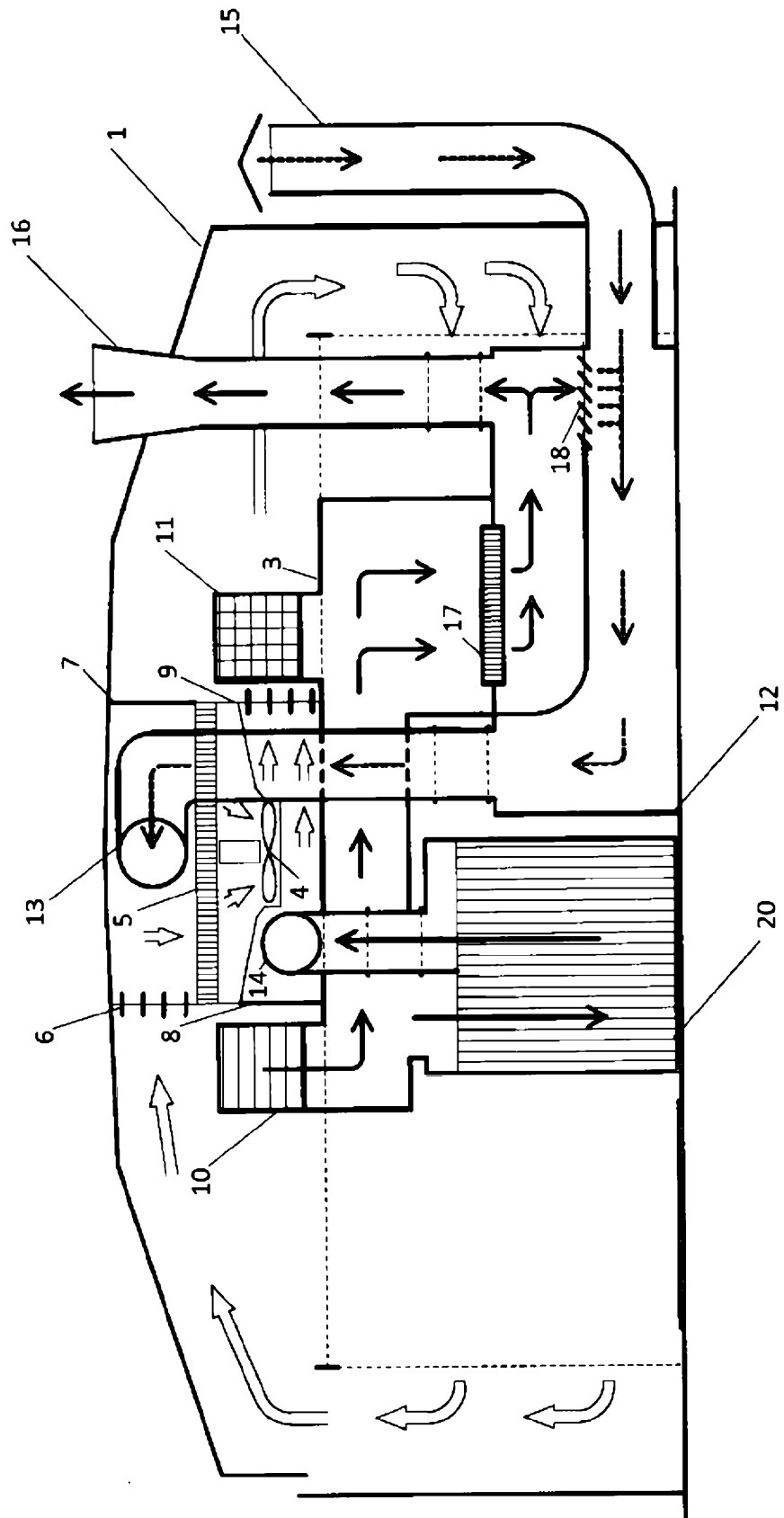


Fig. 2