

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

69 018

Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 17e,8

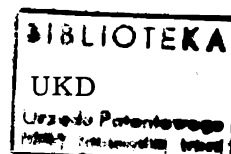
Zgłoszono: 06.02.1969 (P. 131600)

Pierwszeństwo:

06.02.1968 dla zastrz. 1, 3, 5, 7, 9,
11, 13, 15, 17, 19, 21,
23, 25, 27, 29, 31, 33, 35
19.04.1968 dla zastrz. 2, 4, 6, 8, 10, 12,
14, 16, 18, 20, 22, 24, 26,
28, 30, 32, 34, 36
Stany Zjednoczone
Ameryki

MKP F28c 3/00

Opublikowano: 15.III.1974



Twórca wynalazku: Wincent Howaro Waldin
Właściciel patentu: E.I. Du Pont de Nemours and Company,
Wilmington (Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób odprowadzania ciepła oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób odprowadzania ciepła z przedmiotów za pomocą bezpośredniego zetknięcia ich z wrzącym ciekłym czynnikiem zamrażającym w otwartym naczyniu z nieznaczną stratą do otoczenia pary czynnika zamrażającego oraz urządzenie do stosowania tego sposobu.

Za pomocą sposobu i urządzenia do jego stosowania według wynalazku można odprowadzać ciepło zarówno z cieczy ciał półpłynnych, jak i z ciał stałych. Mimo iż rozwiązanie według wynalazku głównie nadaje się do odprowadzania ciepła z produktów spożywczych w postaci stałej, zwłaszcza do wytwarzania mrożonek z produktów spożywczych, niemniej jednak jest również przydatne w szerokim zakresie różnych innych zastosowań, polegających na przykład na chłodzeniu lub zamrażaniu cieczy nie zawierających wody, takich jak wyciągi farmaceutyczne i ciał stałych, nie zawierających wody, takich jak elementy metalowe do składowania z innymi elementami, mającymi małe tolerancje pasowania.

Znany jest sposób zamrażania produktów spożywczych przez bezpośrednie zetknięcie z wrzącą cieczą, zawierającą chlorowcoalkany podstawione fluorem, będące czynnikiem zamrażającym. Znany sposób polega na zamrażaniu żywności przez zanurzenie jej do czynnika zamrażającego, znajdującego się w kadzi. Ten znany sposób oparty jest na założeniu, że pary czynnika zamrażającego, wywiązujące się podczas zanurzenia produktu spożywczego do cieczy zamrażającej są lżejsze od powietrza i zatem będą unosić się do szczytu przestrzeni oparów w kadzi, w której jest umieszczony skraplacz pary. Każdą do stosowania tego sposobu, otwartą do otaczającej atmosfery, zaopatrzoną jest w otwory, przez które pro-

2

dukty są dostarczane oraz usuwane w poziomie pośrednim między masą ciekłego czynnika zamrażającego i skraplaczem pary.

Wadą tego rozwiązania jest to, że ze względu na to, iż pary chlorowcoalkanów, zawierających fluor, są cięższe od powietrza, znaczne ilości tych par są tracone wskutek grawitacyjnego wypływu na zewnątrz otworów. W tym rozwiązaniu proponuje się więc użycie czynnika zamrażającego, mającego temperaturę wrzenia około 10°C, gdyż wówczas jest nieco mniejsze prawdopodobieństwo dużych strat przez otwory.

Znany jest również sposób, polegający na zamrażaniu produktów spożywczych za pomocą zanurzenia ich do wrzącego ciekłego czynnika zamrażającego, który stanowi chlorowcoalkany, zawierające fluor. Urządzenie do stosowania tego sposobu stanowi zamknięty zbiornik zamrażający. Zbiornik zamrażający zaopatrzone jest w śluzę dla pary, przez które produkty są wprowadzane i usuwane. Dla zapobieżenia stratom przy otwartych śluzach w tym znanym rozwiązaniu stosuje się podciśnienie wewnątrz zbiornika zamrażającego, co powoduje wprowadzenie z produktem spożywczym pewnej ilości powietrza. Parę czynnika zamrażającego wywiązującą podczas procesu zamrażania oraz powietrze i parę wodną, wprowadzone z produktem, wyciąga się z komory zamrażającej w sposób ciągły, spręża oraz chłodzi. W ten sposób ulega skropleniu większość pary wodnej i pary czynnika zamrażającego. Skroplony czynnik zamrażający zawraca się do komory zamrażającej, podczas gdy powietrze i nieskroploną parę czynnika zamrażającego odprowadza się do otaczającej atmosfery.

Wadą tego rozwiązania jest to, że w praktyce odznacza się niepożądanymi dużymi stratami pary czynnika zamrażającego. Ponadto podczas zamykania służ dla pary produkty spożywcze ulegają częstemu zniszczeniu.

Celem wynalazku jest uniknięcie wad znanych rozwiązań.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie sposobu bezpośredniego stykania się przedmiotów, zwłaszcza produktów spożywczych z wrzącym czynnikiem zamrażającym, nie wykazującego większych strat pary czynnika zamrażającego do atmosfery oraz opracowanie urządzenia do stosowania tego sposobu, nie wymagającego służ dla pary przy wprowadzaniu i usuwaniu produktów spożywczych.

Istota wynalazku w zakresie sposobu polega na tym, że powierzchnię graniczną faz między gazem, nie ulegającym kondensacji, a 100% parą czynnika zamrażającego utrzymuje się w strefie odprowadzania ciepła przez kondensację par czynnika zamrażającego nad wrzącym czynnikiem zamrażającym. Poziom tej powierzchni granicznej utrzymuje się poniżej poziomu wszystkich połączeń z atmosferą zewnętrzną, które stanowią wolne połączenia dla pary ze strefą odprowadzania ciepła oraz powyżej poziomu, na którym przedmioty kontaktują się bezpośrednio z ciekłym czynnikiem zamrażającym. Przedmioty te wprowadza się do strefy odprowadzania ciepła ostrożnie, przy czym nie ulegają kondensacji gaz, znajdujący się powyżej powierzchni granicznej faz, nie ulega zakłóceniu, a nie ulegające kondensacji gazy nie są porwane do obszaru poniżej powierzchni granicznej faz. Przedmioty wprowadza się przez powierzchnię graniczną faz i wyjmuje się z naczynia ostrożnie przez otwór wylotowy, który łączy się za pośrednictwem pary ze strefą odprowadzania ciepła, tak, że nie ulegają kondensacji gaz powyżej powierzchni granicznej faz nie podlega zakłóceniom.

Zgodnie z wynalazkiem jako gaz, nie ulegający kondensacji, stosuje się powietrze, zaś poziom granicznej powierzchni faz utrzymuje się poniżej poziomów wszystkich otworów zewnętrznych, otwartych dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

Wierzchołek skraplacza par umieszcza się w strefie odprowadzania ciepła poniżej poziomu wszystkich dróg prowadzących do atmosfery zewnętrznej otwartych dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

Zgodnie z wynalazkiem wierzchołek skraplacza par umieszcza się w strefie odprowadzania ciepła poniżej poziomu wszystkich zewnętrznych otworów, otwartych dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

Powyżej strefy odprowadzania ciepła utrzymuje się strefę nieruchomą, zawierającą masę gazu, nie ulegającego kondensacji, która zasadniczo porusza się tylko w rezultacie pionowych ruchów powierzchni granicznej. Powyżej tej nieruchomej strefy umieszcza się drogę, prowadzącą do atmosfery zewnętrznej, otwartą dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła przez strefę nieruchomą.

Zgodnie z wynalazkiem powyżej strefy odprowadzania ciepła utrzymuje się strefę nieruchomą, zawierającą masę gazu, nie ulegającego kondensacji, która w zasadzie porusza się tylko w rezultacie pionowych ruchów powierzchni granicznej, przy czym powyżej tej strefy nieruchomej umieszcza się otwór zewnętrzny otwarty dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła przez strefę nieruchomą.

Objętość masy gazu nie ulegającego kondensacji w strefie nieruchomej wynosi przynajmniej połowę objętości przestrzeni pary w strefie odprowadzania ciepła, znajdującej się między najniższym poziomem, jaki zajmuje powierzchnia graniczna w przypadku, gdy nie przeprowadza się przedmiotów oziębianych przez strefę odprowadzania ciepła, a naj-

wyższym poziomem powierzchni granicznej, występującym w przypadku pracy przy maksymalnej ilości przedmiotów, przeprowadzanych przez strefę odprowadzania ciepła. Poziom drogi, prowadzącej do atmosfery zewnętrznej strefy nieruchomej umieszcza się nie wyżej niż poziom innej niższej drogi, prowadzącej do atmosfery zewnętrznej, otwartej dla przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

Zgodnie z wynalazkiem objętość masy powietrza w strefie nieruchomej wynosi przynajmniej połowę objętości przestrzeni pary w strefie odprowadzania ciepła, znajdującej się między najniższym poziomem, jaki zajmuje powierzchnia graniczna w przypadku, gdy nie przeprowadza się przedmiotów oziębianych przez strefę odprowadzania ciepła a najwyższym poziomem powierzchni granicznej, występującym w przypadku pracy przy maksymalnej ilości przedmiotów, przeprowadzanych przez strefę odprowadzania ciepła. Poziom otworu, znajdującego się powyżej strefy nieruchomej, umieszcza się nie wyżej niż poziom innego, niższego otworu zewnętrznego, otwartego dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

Jako drogę prowadzącą do atmosfery zewnętrznej powyżej strefy nieruchomej stosuje się zewnętrzny otwór, przy czym powierzchnia tego zewnętrznego otworu wynosi przynajmniej 1/100 powierzchni poziomego przekroju przestrzeni pary w strefie nieruchomej.

Przedmioty oziębiane wprowadza się w strefę odprowadzania ciepła przez wpompowywanie ich poniżej powierzchni granicznej przez rurę, nie mającą ujścia do atmosfery zewnętrznej oraz wyjmuje się je z naczynia po przejściu do otworu wylotowego z prędkością, nie przekraczającą 30,48 m/min.

Zgodnie z wynalazkiem, przedmioty oziębiane wprowadza się do strefy odprowadzania ciepła przez wprowadzenie ich do naczynia przez otwór wejściowy, otwarty dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła, a następnie przeprowadza się je drogą, prowadzącą od otworu wejściowego w dół przez powierzchnię graniczną w strefę odprowadzania ciepła, przy czym na drodze od otworu wejściowego do powierzchni granicznej przedmioty przemieszcza się z prędkością, nie przekraczającą 30,48 m/min. i wyjmuje się je z naczynia po przeprowadzeniu ich drogą prowadzącą od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością, nie przekraczającą 30,48 m/min.

Przedmioty wprowadza się w strefę odprowadzania ciepła po przeprowadzeniu ich przez przejście wlotowe od otworu wejściowego do powierzchni granicznej z prędkością mniejszą niż 15,24 m/min. i wyjmuje się je z naczynia po przebyciu go przez przejście wylotowe, prowadzące od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością mniejszą niż 15,24 m/min.

Zgodnie z wynalazkiem zamraża się produkty spożywcze w stanie stałym, przy czym gęstość pary czynnika zamrażającego w normalnym punkcie wrzenia jest przynajmniej trzykrotnie większa niż gęstość powietrza w tej samej temperaturze.

Jako czynnik zamrażający stosuje się dwuchlorodwufuorometan.

Istota wynalazku w zakresie urządzenia do stosowania sposobu będącego przedmiotem wynalazku, składającego się z otwartego naczynia ze strefą odprowadzania ciepła przeznaczanego do przechowywania ciekłego czynnika zamrażającego, skraplacza par, elementów do przenoszenia przedmiotów przez strefę odprowadzania ciepła, miski znajdującej się w strefie odprowadzania ciepła umożliwiającej bezpośrednie stykanie się przedmiotów z ciekłym czynnikiem zamrażającym

cym oraz elementów do przenoszenia przedmiotów ze strefy odprowadzania ciepła na zewnątrz poprzez otwór wylotowy polega na tym, że skraplacz par umieszczony jest w strefie odprowadzania ciepła, natomiast wierzchołek skraplacza znajduje się poniżej wszelkich połączeń z atmosferą zewnętrzną, połączoną swobodnie ze strefą odprowadzania ciepła za pośrednictwem par czynnika chłodniczego. Otwór wylotowy połączony jest swobodnie za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła.

Wierzchołek skraplacza par znajduje się poniżej poziomu wszystkich otworów zewnętrznych, połączonych swobodnie za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła.

Spód skraplacza par w strefie odprowadzania ciepła znajduje się powyżej poziomu, na którym przedmioty wchodziły w bezpośredni kontakt z ciekłym czynnikiem zamrażającym.

Urządzenie według wynalazku ponadto zawiera strefę nieruchomą, znajdującą się powyżej strefy odprowadzania ciepła, zawierającą elementy wytłumiające, pozwalającą na przemieszczanie się par w strefie nieruchomej głównie w kierunku pionowym. Powyżej strefy nieruchomej znajduje się połączenie z obszarem, znajdującym się na zewnątrz urządzenia, które z kolei podłączone jest poprzez strefę nieruchomą za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła.

W urządzeniu według wynalazku powyżej strefy nieruchomej znajduje się otwór zewnętrzny, połączony swobodnie za pośrednictwem par poprzez strefę nieruchomą ze strefą przejmowania ciepła.

Przestrzeń parowa w strefie nieruchomej ma objętość nie mniejszą niż połowa objętości, korzystnie równą lub większą od objętości przestrzeni parowej w strefie odprowadzania ciepła między poziomami wierzchołka i spodu skraplacza par. Poziom drogi na zewnątrz urządzenia powyżej strefy nieruchomej znajduje się nie wyżej niż poziom najniższej z innych dróg na zewnątrz urządzenia, połączonych swobodnie za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła.

Poziom otworu powyżej strefy nieruchomej znajduje się nie wyżej, korzystnie poniżej poziomu najniższej położonego innego otworu zewnętrznego, połączonych swobodnie za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła.

Drogi na zewnątrz urządzenia powyżej strefy nieruchomej stanowi otwór zewnętrzny o powierzchni równej co najmniej 1/100 powierzchni poziomego przekroju poprzecznego przestrzeni parowej w strefie nieruchomej, a elementy wytłumiające mają konstrukcję komórkową i są usytuowane pionowo.

Elementy dla wprowadzania przedmiotów do strefy odprowadzania ciepła stanowi pompa, połączona ze strefą odprowadzania ciepła za pośrednictwem przewodu rurowego.

Dla wprowadzenia przedmiotów do strefy odprowadzania ciepła, urządzenie według wynalazku zawiera otwór wejściowy połączony za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła oraz ma przenośniki do przenoszenia przedmiotów od otworu wejściowego w kierunku ku dołowi, do strefy odprowadzania ciepła.

Urządzenie według wynalazku zawiera ponadto przejście wlotowe od otworu wejściowego do strefy przejmowania ciepła oraz przejście wylotowe od strefy odprowadzania ciepła do otworu wylotowego.

Produkty spożywcze w zależności od potrzeby można zamrażać w ich naturalnej postaci. Duże artykuły spożywcze, takie jak kukurydza w kaczanach, całe kurczęta, tusze wołowe i tym podobne, można z łatwością zamrażać sposobem według wynalazku. Z drugiej strony często jest pożądane zamrażanie produktów spożywczych w małych czą-

stkach i wówczas duże owoce i jarzyny można pokroić w plasterki, kostki lub kulki. Duże owoce, takie jak jabłka, morele, brzoskwinie, śliwki i podobne, mogą mieć usuniętą skórkę, wydrążony koszyk nasenny i mogą być przygotowane w postaci gotowej do spożycia, przykładowo w postaci połówek, ćwiartek lub w mniejszych kawałkach. Najkorzystniej jest jagody posortować, odszypułkować, umyć i umieścić w odpowiednich warunkach do spożycia, po czym niezwłocznie zamrozić. Płaty mięsa lub produktów spożywczych pochodzenia morskiego można pociąć na kawałki o odpowiedniej wielkości i kształcie, jeśli jest to pożądane, przed zamrożeniem można je pokryć odpowiednimi warstwami, na przykład tartą bułką lub mąką.

Według wynalazku przedmioty wprowadza się do naczynia w temperaturze powyżej temperatury wrzenia czynnika zamrażającego. W normalnych warunkach dostarcza się je do naczynia w temperaturze otoczenia lub temperaturze większej od temperatury, która jest zazwyczaj dużo wyższa niż normalna temperatura wrzenia czynnika zamrażającego.

Czynniki, odprowadzające ciepło stosowane w sposobie według wynalazku, odprowadzają ciepło z przedmiotów za pomocą bezpośredniego zetknięcia z nimi, zmieniając stan fizyczny czynnika odprowadzającego ciepło, przechodząc ze stanu ciekłego do pary.

Czynniki odprowadzające ciepło, stanowiące czynniki zamrażające, nadające się do zastosowania w sposobie według wynalazku, są wrzącymi, ciekłymi nasyconymi chlorowcowęglowodorami mającymi od jednego do czterech atomów węgla w łańcuchu, zawierającymi kilka atomów fluoru, co oznacza, że chlorowcopochodne węglowodory zawierają co najmniej dwa atomy fluoru, a więc są to węglowodory, w których dwa lub więcej atomów wodoru jest zastąpionych chlorowcem. Węglowodory te mogą być alkanami lub cykloalkanami. Czynniki zamrażające, zastosowany w rozwiązaniu według wynalazku musi mieć normalną temperaturę wrzenia, to znaczy temperaturę wrzenia przy ciśnieniu atmosferycznym, mieszczącą się w zakresie od 5°C do -50°C. Przy zastosowaniu czynnika zamrażającego wrzącego w temperaturze wyższej od 5°C, chłodzenie przedmiotów przebiega nadzwyczaj powoli. Przy użyciu czynnika zamrażającego w temperaturze wrzenia poniżej -50°C, zamrażanie takich przedmiotów jak produkty żywnościowe może spowodować niepożądane pękanie produktu. Ponadto odzyskiwanie czynnika zamrażającego, mającego temperaturę wrzenia poniżej -50°C wymaga bardziej rozbudowanego układu chłodniczego niż powszechnie stosowany w konwencjonalnych przetwórcach produktów spożywczych, co zwiększa koszt zamrażania i nie przynosi korzyści. Najkorzystniej czynnik zamrażający ma normalną temperaturę wrzenia w zakresie od -20°C do -40°C. Ponieważ normalna temperatura wrzenia takich czynników zamrażających znajduje się poniżej temperatury jaką mają produkty w atmosferze otoczenia, podczas użytkowania te czynniki zamrażające będą znajdować się w stanie wrzenia.

Czynniki zamrażające, stosowane w sposobie według wynalazku również powinny mieć gęstość pary w normalnej temperaturze wrzenia co najmniej dwukrotnie większą od gęstości powietrza w tej samej temperaturze. Nasycone chlorowcowęglowodory, zawierające kilka atomów fluoru, mające w cząsteczce od 1 do 4 atomów węgla, których temperatura wrzenia i gęstość pary mieści się w tych granicach, są podane w tablicy 1.

Jak wynika z przedstawionych w tablicy 1, podającej gęstości cieczy czynników zamrażających w ich temperaturze wrzenia, wszystkie czynniki z wyjątkiem 1,1-dwufuoroetanu

mają większą gęstość niż produkty spożywcze, których gęstość zwykle wynosi około $1,1 \pm 0,1$ g/ml. Stosownie do tego, produkty spożywcze będą zazwyczaj unosiły się na powierzchni czynnika zamrażającego, co jest wykorzystywane w procesie przejmowania ciepła.

Mieszaniny tych związków ze sobą i z innymi związkami również są odpowiednimi czynnikami zamrażającymi, jeżeli mieszanina ma temperaturę wrzenia i gęstość pary zawartą w wyżej określonych granicach. Nadające się mieszaniny umożliwiają uzyskanie temperatur nieosiągalnych przy użyciu jednoskładnikowych czynników zamrażających. Szczególnie korzystne są mieszaniny azeotropowe, takie, których skład pary jest taki sam jak skład cieczy, przy czym własności tych mieszanin podane są w tablicy 2. Natomiast dla utrzymania w naczyniu do odprowadzania ciepła wymaganej temperatury wrzenia przy użyciu mieszanin czynników zamrażających, nie będących azeotropowymi, konieczne jest aby uzupełniająca mieszanina czynnika zamrażającego miała większe stężenie bardziej lotnego składnika niż pierwotny ciekły czynnik zamrażający. Zgodnie ze sposobem według wynalazku powierzchnię graniczną tworzy się następująco: gaz nie ulegający kondensacji – 100% pary czynnika zamrażającego utrzymuje się na poziomie znajdującym się poniżej poziomu wszystkich dróg prowadzących do zewnętrznej atmosfery, która ma połączenie dla pary ze strefą odprowadzania ciepła. W strefie odprowadzania ciepła powierzchnię graniczną utrzymuje się na poziomie usytuowanym powyżej poziomu, przy którym następuje bezpośrednio zetknięcie produktu z ciekłym czynnikiem zamrażającym. Poziom drogi do atmosfery zewnętrznej jest najwyższym poziomem, do którego musi dostać się para czynnika zamrażającego, dla przejścia ze strefy odprowadzania ciepła do atmosfery zewnętrznej. Najczęściej drogę do zewnętrznej atmosfery stanowi zewnętrzny otwór w naczyniu.

Gaz nie ulegający kondensacji, stosowany według wynalazku, jest gazem nie dającym się skroplić w warunkach panujących przy powierzchni skraplacza pary. Gaz ten powinien mieć gęstość nie większą niż połowę gęstości pary czynnika zamrażającego w tej samej temperaturze. Podczas normalnej pracy gaz taki stanowi powietrze o wymaganej gęstości. Warstwa gazu w powierzchni granicznej, którą stanowi nie ulegający kondensacji gaz – 100% par czynnika zamrażającego, jest warstwą, zawierającą każdą ilość gazu nie ulegającego kondensacji, którą można wykryć przyrządem do analizy przewodnictwa cieplnego. Gdy sondę tego przyrządu przesuwamy się powoli w dół naczynia do odprowadzania ciepła, powierzchnią graniczną jest najwyższy poziom, w którym znajduje się 100% pary czynnika zamrażającego. Podobnie gdy sondę tego przyrządu przesuwamy się do góry od dna naczynia, powierzchnią graniczną jest najniższy poziom, w którym wykrywa się obecność gazu nie ulegającego kondensacji.

W warunkach przestojowych, a więc po wytworzeniu równowagi bez wprowadzania przedmiotów, powietrze, stanowiące gaz nie ulegający kondensacji, nad powierzchnią graniczną zawiera parę czynnika zamrażającego, którego gradient stężenia maleje od 100% przy powierzchni granicznej do zera na poziomie otworów wyjściowych. Gradient ten jest spowodowany dyfuzją cząsteczkową cięższej pary czynnika zamrażającego, unoszącej się od powierzchni granicznej do góry, do lżejszego powietrza i cyrkulacją powietrza nad powierzchnią graniczną, wywołaną konwekcją cieplną. W warunkach roboczych dalszą turbulencję w obszarze powierzchni granicznej, a zwłaszcza w powietrzu nad powierzchnią graniczną, powoduje dodatkowe mieszanie pary czynnika

zamrażającego z powietrzem nad powierzchnią graniczną. Na skutek tego dodatkowo zwiększa się ilość pary czynnika zamrażającego w tym powietrzu.

Zazwyczaj poziom powierzchni granicznej powietrza – 100% pary czynnika zamrażającego nie jest jednakowy w całym naczyniu. Na przykład poziom powierzchni granicznej w obszarze skraplacza pary będzie dążył do obniżenia się w stosunku do poziomu na zewnątrz tego obszaru. Podobnie, gdy naczynie jest podzielone na strefy, tak jak to ma miejsce wówczas gdy są przejścia wlotowe i wylotowe, również poziom powierzchni granicznej w strefie odprowadzania ciepła będzie dążył do obniżenia się poniżej poziomu powierzchni granicznej w strefach wejściowej i wyjściowej. Te różnice poziomów wynikają z różnic temperatury i oporności przepływu w różnych strefach.

Temperatura na każdym poziomie naczynia nie musi być jednakowa we wszystkich strefach. Ponieważ skraplacz pary jest umieszczony w strefie odprowadzania ciepła, temperatura w tej strefie dąży do pewnego obniżenia w stosunku do temperatury w strefach wejściowej i wyjściowej. Wielkość tej różnicy temperatury jest uzależniona od stopnia izolacji między tymi strefami, a więc od tego, czy istnieją przejścia wlotowe i wylotowe. Temperatura w strefie wejściowej dodatkowo zwiększa się wskutek cieplejszych przedmiotów wprowadzanych do tej strefy.

Wskutek wpływu temperatury na gęstość gazów, cieplejsze gazy w strefach wejściowej i wyjściowej będą zasadniczo mieć mniejszą gęstość niż gazy w strefie odprowadzania ciepła. Przykładowo gęstość gazu w zakresie temperatury $10-20^{\circ}\text{C}$ wynosi tylko 80% gęstości tych samych gazów w temperaturze -43°C , która jest typową dla skraplacza pary. Ponieważ gazy w strefie przejmowania ciepła mają większą gęstość, a również większą wysokość ciśnienia statycznego niż gazy o mniejszej gęstości w strefach wejściowej i wyjściowej, poziom powierzchni granicznej w strefie odprowadzania ciepła dąży do tego, aby być niższym niż w strefach cieplejszych.

Opór dla przepływu pary, powstający na powierzchniach wymiany ciepła skraplacza pary, również wpływa na poziom powierzchni granicznej w strefie przejmowania ciepła, a w celu pokonania tego oporu poziom powierzchni granicznej na zewnątrz skraplacza pary dąży do wzniesienia się nad poziom powierzchni granicznej wewnątrz tego obszaru skraplacza pary.

Poziom powierzchni granicznej: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego powinien być utrzymywany poniżej poziomu wszystkich dróg do zewnętrznej atmosfery, które mają swobodne połączenia dla pary ze strefą odprowadzania ciepła. Utrzymanie powierzchni granicznej poniżej tego poziomu zapobiega upływowi dużych ilości pary czynnika zamrażającego do atmosfery, jak to miałyby miejsce w przypadku, gdyby powierzchnia graniczna znajdowała się na poziomie drogi do zewnętrznej atmosfery lub powyżej tego poziomu. Ponieważ poziom powierzchni granicznej jest niekoniecznie ten sam w całym naczyniu odprowadzającym ciepło, poziom powierzchni granicznej przyjęty dla porównania z poziomem każdej z dróg do zewnętrznej atmosfery byłby poziomem powierzchni granicznej przyległym do tej drogi.

Jednocześnie poziom powierzchni granicznej: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego w strefie odprowadzania ciepła powinno utrzymywać się powyżej poziomu, w którym następuje bezpośrednie zetknięcie z ciekłym czynnikiem zamrażającym. Gdyby powierzchnia graniczna była utrzymywana poniżej poziomu bezpośredniego zetknięcia, para czynnika zamrażającego wywiązujące się podczas

odprowadzania ciepła wywoływałyby turbulencję powietrza ponad powierzchnią graniczną i mieszałyby się z powietrzem. Utrzymywanie powierzchni granicznej powyżej poziomu odprowadzania ciepła usuwa tę przyczynę mieszania pary czynnika zamrażającego z powietrzem.

Odległość powierzchni granicznej od poziomu bezpośredniego zetknięcia jest stosunkowo bez znaczenia, wystarczy, aby wywiązujące się pary czynnika zamrażającego nie zakłóciły powierzchni granicznej. Z drugiej strony zbyt duża odległość między powierzchnią graniczną a poziomem bezpośredniego zetknięcia nie daje korzystnych wyników, zwiększając jedynie koszt procesu wskutek zwiększenia objętości pary czynnika zamrażającego wewnątrz naczynia i wpływając na zwiększenie długości przenośników wejściowego i odprowadzającego.

Poziom powierzchni granicznej utrzymuje się za pomocą skraplacza par w strefie odprowadzania ciepła, pracującego w temperaturze niższej od normalnej temperatury wrzenia ciekłego czynnika zamrażającego. Korzystnie jest umieścić skraplacz w przestrzeni pary strefy odprowadzania ciepła, jakkolwiek nie jest to konieczne. W celu utrzymywania powierzchni granicznej poniżej poziomu wszystkich otworów, które mają swobodne połączenie dla pary ze strefą odprowadzania ciepła, najkorzystniejsze jest usytuowanie wierzchołka skraplacza poniżej poziomu tych otworów. Jakkolwiek możliwe jest dla pewnych wydajności skraplania umieszczenie wierzchołka skraplacza poniżej poziomu, w którym następuje bezpośrednie zetknięcie produktów z ciekłym czynnikiem zamrażającym, bez spowodowania spadku powierzchni granicznej poniżej poziomu bezpośredniego zetknięcia, korzystniej jest gdy dół skraplacza par znajduje się powyżej poziomu, w którym następuje bezpośrednie zetknięcie się przedmiotów z ciekłym czynnikiem zamrażającym.

Optymalne ukształtowanie skraplacza par jest zależne od zmian w obciążeniu zasilania. W warunkach ustalonego obciążenia, to jest w warunkach, które nie wywołują opadania lub wznoszenia powierzchni granicznej, najbardziej korzystnym ukształtowaniem jest skraplacz o cienkich ściankach, który umożliwia zmniejszenie obszaru powierzchni granicznej, zmniejszając tym samym dyfuzję. W nieustalonych warunkach obciążenia, to znaczy w warunkach, które powodują wznoszenie i opadanie powierzchni granicznej, najbardziej korzystny jest skraplacz możliwie krótki w płaszczyźnie pionowej oraz tak długi i szeroki w płaszczyźnie poziomej, na ile jest to praktycznie dopuszczalne. Układ ten zmniejsza odległość pionową, w zakresie której wznosi się i opada powierzchnia graniczna podczas pracy układu. Zmniejszenie tej odległości pionowej powoduje zmniejszenie prędkości z jaką powierzchnia graniczna przemieszcza się, reagując na zmiany warunków pracy układu, dając w wyniku zmniejszenie stopnia mieszania ponad powierzchnią graniczną. Ukształtowanie skraplacza pary jest więc zazwyczaj pośrednie między względami obciążenia ustalonego i obciążenia nieustalonego. Skraplacz pary może być jednostką pojedynczą o odpowiedniej wielkości lub może stanowić połączenie dwu lub więcej jednostek. Podczas działania otwartego układu odprowadzania ciepła według wynalazku, straty pary czynnika zamrażającego można zmniejszyć przez utrzymywanie objętości powietrza, możliwie jak najbardziej statycznego, nad powierzchnią graniczną: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego.

Jednym ze sposobów wprowadzania przedmiotów jest wprowadzenie ich przez otwór wejściowy, który ma swobodne połączenie pary ze strefą odprowadzania ciepła. Po wprowadzeniu przedmioty zamrażane przeprowadza się z dołu od

otworu wejściowego przez powierzchnię graniczną do strefy odprowadzania ciepła. Swobodne połączenie między atmosferą zewnętrzną i strefą odprowadzania ciepła jest istotne, gdyż umożliwia zastąpienie parą czynnika zamrażającego, powietrza otaczającego przedmioty podczas przechodzenia przedmiotów przez powierzchnię graniczną bez zakłócania powierzchni granicznej lub bez wprowadzania powietrza poniżej powierzchni granicznej. Podczas wprowadzania przedmiotów przez otwór wejściowy uzyskuje się zmniejszenie do minimum turbulencji, w ten sposób, że przedmioty przepuszczają się powoli z otworu wejściowego do powierzchni granicznej. Odpowiednie szybkości będą zmieniać się zależnie od rozmiarów i kształtu wprowadzanych przedmiotów. W korzystnym przypadku, przedmioty przemieszczają się od otworu wejściowego do powierzchni granicznej z prędkością, nie przewyższającą 30,48 m/min., najkorzystniej z prędkością mniejszą niż 15,24 m/min. Korzystnie jest, gdy nie powstaje wskutek tego ruch obrotowy, powodujący turbulencję.

Korzystne jest przeprowadzenie przedmiotów z otworu wejściowego przez przejście wlotowe do powierzchni granicznej. Celem przejścia wlotowego jest ograniczenie w pewnym stopniu otwartego obszaru strefy wejściowej, co zmniejsza prądy konwekcyjne i objętość powietrza, wciągane z otworu wejściowego w warunkach nieustalonego obciążenia. Przejście to również wpływa na zmniejszenie oddziaływania prądów powietrznych otoczenia. Natomiast przejście to nie ogranicza swobodnego połączenia pary między strefą odprowadzania ciepła i otworem wejściowym.

Do transportu przedmiotów z otworu wejściowego do strefy odprowadzania ciepła stosuje się przenośniki taśmowe, takie jak z siatki drucianej lub z innych perforowanych taśm oraz z taśm nieprzepuszczalnych, przenośniki ślimakowe, przenośniki potrzaskalne i podobne. Przenośniki powinny być tak dobrane, aby ograniczyć do minimum turbulencję powietrza nad powierzchnią graniczną: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego i umożliwić swobodne połączenie między atmosferą zewnętrzną i strefą odprowadzania ciepła. Produkty ciekłe można wprowadzać przez otwór wejściowy na przykład za pomocą przepuszczania w dół rynny lub kanału, skąd ściekają do kąpieli z cieczy zamrażającej. Ciecz po zamrożeniu można już traktować jako ciało stałe. Ciecze, które raczej chłodzi się niż zamraża, najłatwiej poddaje się przetwarzaniu po umieszczeniu w szczelnym pojemniku.

Innym sposobem wprowadzania przedmiotów do strefy odprowadzania ciepła, nadającym się dla cieczy i produktów półpłynnych, jest wpompowanie ich poniżej powierzchni granicznej przez rurę, która nie jest otwarta do atmosfery. Przy wprowadzaniu produktów tym sposobem jest konieczne by rura była napełniona ciągłym strumieniem produktu, dzięki czemu nie wprowadza się wcale powietrza lub nieskraplającego się gazu poniżej powierzchni granicznej. Wprowadzenie powietrza poniżej powierzchni granicznej spowodowałoby mieszanie powietrza i pary czynnika zamrażającego. Dla większości produktów można zastosować dowolną znaną pompę, stosowaną w przetwórstwie produktów spożywczych, a dla produktów półpłynnych, takich jak ciasto cukiernicze można zastosować wytłaczarkę.

Po przejściu przedmiotów przez strefę odprowadzania ciepła, usuwa się je z naczynia, przepuszczając je do góry przez powierzchnię graniczną i na zewnątrz naczynia przez otwór wyjściowy, który ma połączenie dla swobodnego przepływu pary do strefy odprowadzania ciepła. Podczas usuwania przedmiotów z naczynia turbulencja zmniejszona jest do minimum wskutek powolnego przemieszczania ich do góry

z powierzchni granicznej do otworu wyjściowego. Najkorzystniejsze jest przemieszczanie przedmiotów do góry z tą samą prędkością właściwą dla ich przemieszczania z otworu wejściowego do powierzchni granicznej. Przenośniki do odprowadzania przedmiotów z naczyń mogą być dowolnymi nadającymi się do tego celu przenośnikami.

Straty pary czynnika zamrażającego do atmosfery można również obniżyć przez zwiększenie odległości między powierzchnią graniczną i otworami zewnętrznymi, co umożliwia zwiększenie drogi dla par czynnika zamrażającego, uchodzących wskutek dyfuzji. Stopień zwiększenia tego wymiaru pionowego jest uzależniony od względów ekonomicznych.

Ponieważ ilość pary czynnika zamrażającego, przemieszczająca się od powierzchni granicznej do powietrza nad powierzchnią graniczną jest funkcją wielkości pola przekroju powierzchni granicznej, straty pary czynnika zamrażającego będą redukowane przez zmniejszanie pola przekroju poziomego przestrzeni parowej wewnątrz naczyń. Można tego dokonać wypełnieniem lub innym rodzajem zamknięcia wszystkich niepotrzebnych przestrzeni pary, przez które przechodzi powierzchnia graniczna. Ponieważ jest konieczne, aby skraplacz pary pokrywał stosunkowo duże pole poziome wewnątrz strefy odprowadzania ciepła, minimalne pole poziomego przekroju przestrzeni pary w strefie odprowadzania ciepła zwykle określane jest powierzchnią zajmowaną przez skraplacz.

Straty pary czynnika zamrażającego można również zmniejszyć za pomocą stabilizacji poziomu powierzchni granicznej: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego. Gdy ta powierzchnia graniczna ciągle wznosi się i opada, zwiększa się mieszanie powietrza i pary czynnika zamrażającego. Także przy podnoszeniu się powierzchni granicznej, powietrze które może zawierać stosunkowo duże ilości pary czynnika zamrażającego wypychane jest na zewnątrz naczyń przez zewnętrzne otwory. Poziom powierzchni granicznej można ustabilizować przez dostarczenie produktów do naczyń ze stałą prędkością.

Straty pary czynnika zamrażającego można również zmniejszyć przez ograniczenie wpływu prądów powietrza otaczającego, na powietrze znajdujące się nad powierzchnią graniczną w naczyń. Ograniczenia tego można dokonać przez zaopatrzenie naczyń odprowadzającego ciepło w górną pokrywę, zawierającą minimalne pole przekroju zewnętrznych otworów, koniecznych dla właściwego działania urządzenia. W warunkach ustalonego obciążenia im mniejsze jest pole przekroju zewnętrznego otworu, tym mniejsze są straty spowodowane dyfuzją przez otwór. Z drugiej strony, przy pracy w warunkach nieustalonego obciążenia, korzystnym jest, by pole przekroju otworu było dostatecznie duże, aby powietrze atmosferyczne, przechodzące w dół przez otwór przy opadaniu powierzchni granicznej, nie dostawało się z prędkością, która w znacznym stopniu spowodowałaby turbulencję powietrza na powierzchnię graniczną.

W celu uzyskania otwartego naczyń zamrażającego, które umożliwi wyrównanie ciśnienia w warunkach nieustalonego obciążenia, przy równoczesnym zapobieganiu turbulencji, wywołanej konwekcją cieplną oraz powietrznych prądów otoczenia, najkorzystniej jest, aby nad strefą odprowadzania ciepła znajdowała się strefa nieruchoma, zawierająca nieruchomą masę powietrza, które przemieszcza się tylko pod działaniem pionowego ruchu powierzchni granicznej, a nad którą znajduje się droga do otaczającej atmosfery zewnętrznej, taka jak zewnętrzny otwór, mający połączenie dla swobodnej wymiany pary ze strefą odprowadzania ciepła przez tę nieruchomą strefę. Wewnątrz tej nieruchomej strefy

nie ma ruchu powietrza wskutek konwekcji cieplnej lub prądów powietrza otaczającego i występuje w niej tylko ruch powietrza w kierunku pionowym oraz w zasadzie w wyniku reakcji na wznoszenie się i opadanie powierzchni granicznej. Przy dostatecznej objętości strefy nieruchomej, uzyskuje się w efekcie niewrażliwość urządzenia na zasadnicze zmiany prędkości wprowadzania przedmiotów bez wyraźnego wzrostu strat pary czynnika zamrażającego. Ogromna strefa nieruchoma stanowi zbiornik powietrza, w którego dolnych obszarach powietrze wznosi się i opada razem z powierzchnią graniczną, lecz nie może przedostać się przez otwór zewnętrzny. Wskutek niewystępowania mieszania w strefie nieruchomej, powietrze w górnym obszarze strefy, które wydostanie się przez otwór na zewnątrz nad strefą, gdy powierzchnia graniczna wznosi się, zawiera stosunkowo małe stężenie pary czynnika zamrażającego.

Dla zwiększenia tego efektu stabilizacyjnego, najkorzystniej jest, aby nieruchoma masa powietrza w nieruchomej strefie miała objętość co najmniej połowy objętości przestrzeni w strefie odprowadzania ciepła między najniższym poziomem powierzchni granicznej podczas pracy przy nieobecności przedmiotów zamrażanych w strefie odprowadzania ciepła a najwyższym poziomem powierzchni granicznej, podczas pracy z maksymalną znamionową ilością przedmiotów przemieszczanych przez strefę odprowadzania ciepła. Najkorzystniej jest, gdy nieruchoma masa powietrza ma objętość co najmniej równą objętości przestrzeni pary w strefie odprowadzania ciepła pomiędzy tymi dwoma poziomami. Gdy masa nieruchomego powietrza ma tę wartość, wynika z tego dodatkowa korzyść. Objętość tego powietrza jest dostatecznie duża, tak że gdy poziom powierzchni granicznej opada z najwyższego do najniższego poziomu, powietrze z atmosfery zewnętrznej, które dostanie się do strefy nieruchomej nie może osiągnąć powierzchni wymiany ciepła skraplacza pary. Nawet więc przy występowaniu wilgoci w atmosferze wewnętrznej unika się nadmiernego osadzania się szronu na skraplaczu. Wielkość obszaru otworu nad strefą nieruchomą nie jest istotna. Otwór ten wykonany jest w dostatecznej wielkości, aby nie wystąpiły na nim zbyt znaczne różnice ciśnienia. Takie różnice ciśnienia mogłyby spowodować, że zewnętrzne powietrze przechodziłoby przez otwór z dużą prędkością, wywołując tym samym turbulencję. Najkorzystniej powierzchnia otworu nad strefą nieruchomą powinna wynosić około 1/100 pola poziomego przekroju powierzchni pary w strefie nieruchomej.

Konstrukcja strefy nieruchomej powinna umożliwić likwidację konwekcji cieplnej i prądów powietrza otaczającego w strefie nieruchomej oraz przemieszczanie się masy powietrza w wyniku reakcji na pionowy ruch powierzchni granicznej. Te elementy unieruchamiające masę powietrza powinny mieć swobodne połączenie między strefą przejmowania ciepła i atmosferą zewnętrzną. Elementy takie zawierają odpowiednie przegrody luźno spakowanego materiału, takiego jak włókna szklane lub konstrukcji o kształcie komorowym. Korzystnie jest, aby elementy unieruchamiające powietrze ograniczały ogólny kierunek przepływu w strefie nieruchomej do kierunku pionowego, bez powodowania zasadniczej zmiany prędkości lub kierunku, gdy powietrze porusza się przez strefę nieruchomą, ponieważ zmiany te dążą do wywołania turbulencji. Stosownie do tego, odpowiednim elementem unieruchamiającym jest stojąca pionowo konstrukcja o kształcie komórek, która jest układem szeregu przylegających równoległych rur o stosunkowo małej średnicy, stojących w kierunku pionowym. Ogólnie objętość strefy nieruchomej jest określona objętością, wewnątrz której

znajdują się elementy unieruchamiające.

Ponieważ poziom powierzchni granicznej w strefach wejściowej i wyjściowej dąży do tego, aby znajdować się wyżej niż poziom powierzchni granicznej w strefie odprowadzania ciepła straty pary czynnika zamrażającego można dodatkowo zmniejszyć przez podwyższenie poziomu dróg wejściowych i wyjściowych, tak, aby były co najmniej na takiej wysokości, jak poziom drogi do atmosfery zewnętrznej nad strefą nieruchomą. Korzystne więc jest, by poziom drogi do atmosfery zewnętrznej nad strefą nieruchomą nie znajdował się powyżej poziomu najniższej innej drogi do atmosfery zewnętrznej, która ma swobodne połączenie dla pary ze strefą odprowadzania ciepła. Najkorzystniej jest, by poziom dróg wejściowej i wyjściowej był tak podwyższony, aby odległość od poziomu drogi do zewnętrznej atmosfery nad strefą nieruchomą, do powierzchni granicznej w strefie odprowadzania ciepła, była mniejsza niż odległości od poziomu najniższej drogi do atmosfery zewnętrznej, która znajduje się w swobodnym połączeniu pary ze strefą odprowadzania ciepła, do powierzchni granicznej w strefie zawierającej tę najniższą inną drogę.

W praktyce urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku zawiera naczynie z pojedynczym otworem. Ten pojedynczy otwór może być na przykład uzyskany przez brak górnej pokrywy na naczyniu lub przez zastosowanie górnej pokrywy z pojedynczym otworem zewnętrznym. Pojedynczy otwór może stanowić otwór wejściowy, gdy przedmioty są wprowadzane przez rurę do strefy odprowadzania ciepła lub otwór, przez który zamrażane przedmioty są zarówno wprowadzane jak i usuwane.

Przy zamrażaniu żywności w zakrytym naczyniu, korzystnie stosuje się co najmniej dwa zewnętrzne otwory – jeden do wprowadzania produktów spożywczych, a drugi do ich usuwania. Ponieważ produkty spożywcze zwykle zawierają wilgoć, nie jest pożądane wprowadzanie i usuwanie produktów przez ten sam otwór. W przeciwnym razie wprowadzona para wodna, otaczająca produkty, dąży do skraplania się na mrożonkach usuwanych z naczynia. Daje to w wyniku tworzenie się warstwy szronu na mrożonkach, co jest niepożądane.

Gdy naczynie odprowadzające ciepło zawiera strefę nieruchomą, korzystnie jest, gdy ma ono co najmniej dwa otwory zewnętrzne. W praktyce niekorzystne jest umieszczenie otworu nad strefą nieruchomą do wprowadzania lub usuwania zamrażanych produktów, wskutek kolizji z elementami unieruchamiającymi. Korzystne jest umieszczenie nie więcej niż trzech otworów zewnętrznych, gdyż dodatkowe otwory wpłynęłyby na wzrost strat czynnika zamrażającego do atmosfery zewnętrznej.

Według wynalazku zamrażane przedmioty można wprowadzać w zetknięcie z ciekłym czynnikiem zamrażającym w różny sposób, na przykład za pomocą zanurzania do kąpieli ciekłego czynnika zamrażającego, przez natryskiwanie ciekłym czynnikiem zamrażającym itp. Odprowadzanie ciepła uzyskuje się albo za pomocą ciągłego stykania się przedmiotów z ciekłym czynnikiem zamrażającym tak długo, dopóki nie wymieni się wymaganej ilości ciepła, lub za pomocą zamrażania, w którym zamrażany przedmiot podlega najpierw zetknięciu z ciekłym czynnikiem zamrażającym, dopóki tylko część wymaganej ilości ciepła zostanie odprowadzona, umożliwiając tym samym, by skorupa z lodu spłynęła na zimno i aby odpuścić wewnętrzne naprężenia przed ponownym zetknięciem z ciekłym czynnikiem zamrażającym.

Do przemieszczania produktów przez strefę przejmowania ciepła można zastosować mechaniczne urządzenie

ślimakowe, urządzenie z perforowaną taśmą itp. Przy pierwszym zetknięciu stałego produktu z ciekłym czynnikiem zamrażającym, które ma miejsce na przenośniku taśmowym, przenośnik powinien mieć jak najmniejszą powierzchnię zetknięcia z produktem spożywczym, aby ograniczyć do minimum przylepianie się produktu do przenośnika. Do tego celu nadają się przenośniki z siatki drucianej, stykające się punktowo z produktem spożywczym, albo też przenośniki z siatki drucianej, mające nie przylepiającą się powłokę z polichlorofluoroetylenem.

Zaletą wynalazku jest to, że straty czynnika zamrażającego zwykle nie przekraczają 2,25 kg czynnika zamrażającego na 45 kg produktu, który przejdzie przez układ, a w korzystnych warunkach straty czynnika zamrażającego nie przekraczają 0,9 kg na 45 kg produktu.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala więc na dokonywanie silnego zamrażania przedmiotów, zwłaszcza produktów żywnościowych w otwartych naczyniach, połączonych z atmosferą, w urządzeniu o bardzo prostej konstrukcji, bez stosowania śluz dla pary i bez stosowania ciśnienia, wyższego od ciśnienia atmosferycznego, przy zaledwie minimalnych stratach czynnika zamrażającego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie naczynie do odprowadzania ciepła w rzucie pionowym, fig. 2 – schematycznie korzystny przykład wykonania naczynia do odprowadzania ciepła w rzucie pionowym, fig. 3 – przekrój przez naczynie wzdłuż linii 3-3 z fig. 2, fig. 4 – schemat układu przyrządu do analizy przewodnictwa cieplnego, fig. 5 – wykres gradientu stężenia typowego czynnika zamrażającego, a fig. 6 – schematycznie naczynie do odprowadzania ciepła w wykonaniu szczególnie korzystnym dla produktów spożywczych pochodzenia morskiego.

Jak przedstawiono na fig. 1, urządzenie do zamrażania żywności stanowi wydłużony zbiornik do odprowadzania ciepła lub zamrażające naczynie 1, które ma izolowane ściany. Ponieważ naczynie 1 nie może mieć pokrywy, otwartą część górną stanowi jeden duży otwór zewnętrzny, który służy zarówno jako otwór wlotowy i jako otwór wyjściowy. Zamrażane przedmioty 2, na przykład cząstki produktu żywnościowego wprowadza się do naczynia 1 przez otwór 3 i za pomocą doprowadzającego przenośnika 4 są transportowane z wejściowego obszaru przez powierzchnię graniczną 5: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego do strefy odprowadzania ciepła lub strefy zamrażania 6. Przenośnik wprowadzający ukształtowany jest z siatki drucianej i ma listewki 7 o odpowiedniej wysokości i odstępach, zależnie od rodzaju wprowadzanego produktu spożywczego.

Cząstki produktu żywnościowego opadają swobodnie do masy ciekłego zamrażającego czynnika 8, znajdującej się w szybko zamrażającej misie 9. Cząstki produktu żywnościowego swobodnie spadając z przenośnika 4 umiejscawiają się poniżej powierzchni ciekłego czynnika zamrażającego. W wyniku tego szybko tworzy się zamrożona skorupa lub powłoka na cząstkach produktu. Następnie cząstki wznoszą się i pływają po powierzchni ciekłego czynnika zamrażającego, który ma większą gęstość niż gęstość cząstek żywności. Gwałtowne wrznięcie czynnika zamrażającego, parującego wskutek odprowadzania ciepła, powoduje rozdzielanie cząstek, pogrążających się w ciecz zamrażającą, gdyż w przeciwnym przypadku mogłyby razem zamarznąć. Gdy raz powstanie zamrożona skorupa na powierzchni cząstek produktu, nie mają one już skłonności do wzajemnego łączenia się. Szybkie tworzenie zamrożonej skorupy gwarantuje również to, że cząstki produktu żywnościowego nie tracą

swych naturalnych zawartości ciekłych i przypraw. Głębokość cieczy w misie 9 musi być na tyle wystarczająca, aby swobodnie spadające z przenośnika cząstki produktu nie dotknęły dna misy. Ciekły czynnik zamrażający dostarcza się do misy 9 za pomocą regulowanej obiegowej pompy 10. Przepływ, ustalony przy powierzchni czynnika zamrażającego w misie, dokonywany jest za pomocą przegrody 11, tym samym zapewniając szybki ruch cząstek produktu od obszaru swobodnego spadku w kierunku przelewu 12, bez zboczenia w żadnym innym kierunku. Przez odpowiedni dobór długości okresu czasu przebywania produktu w misie można osiągnąć wymagany stopień zamrożenia. Strumień cieczy zamrażającej porywa z misy 9 cząstki produktu żywnościowego na wyjściowy przenośnik 13, który również wykonany jest z siatki drucianej. Przenośnik 13 jest szerszy oraz ma wyższe listwy 14 niż doprowadzający przenośnik 4, lecz poza tym nie różnią się one między sobą. Ponieważ zamrożoną żywność można teraz układać warstwami bez obawy wzajemnego zlepiania się, wyjściowy przenośnik 13 porusza się wolniej niż doprowadzający przenośnik 4. Przy przenoszeniu zamrożonego produktu do góry przez powierzchnię graniczną 5, która stanowi powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego, w kierunku wylotu tego otworu 15, ciężka para czynnika zamrażającego zawarta w szczelinach między cząstkami produktu zostaje zastąpiona powietrzem. Para ta opada w dół w stronę strefy zamrażania. Ciekły czynnik zamrażający odprowadzony z przenośnika wyjściowego zbiera się w osadniku 16.

Pary czynnika zamrażającego, wywiązane w zamrażającej misie 9 lub w innym miejscu, ulegają skropleniu za pomocą skraplacza 17 par, wykonanego w postaci wiązki równoległych cienkich rur. Skraplacz jest parownikiem konwencjonalnego układu chłodzącego, stosującego jako czynnik chłodniczy amoniak lub fluorowęglowodory. Wytwarza on na swej powierzchni temperaturę odpowiednią do skraplania pary czynnika zamrażającego. W odpowiednim skraplaczu par można także zastosować czynniki odprowadzające ciepło za pomocą przewodzenia, takie jak solanka, w warunkach poniżej temperatury wrzenia czynnika zamrażającego.

Również można zastosować stały dwutlenek węgla w bezpośrednim zetknięciu z parami czynnika zamrażającego lub oddzielony od pary za pomocą ścian przewodzących ciepło.

Czynnik zamrażający w postaci ciekłej, skroplony za pomocą skraplacza 17 par spływa do szybko zamrażającej misy 9 i/lub płynie do osadnika 16. Gdy zależnie od prędkości doprowadzania produktu zmienia się prędkość powstawania pary czynnika zamrażającego, poziom powierzchni granicznej 5 podnosi się i opada. Podczas pracy urządzenia przy oznaczonej jako maksimum ilości produktu, którą przepuszcza się przez naczynie, powierzchnia graniczna sięga do 2/3 wysokości skraplacza, jak to przedstawiono za pomocą poziomu 18. Część skraplacza ponad poziomem 18 przewidziana jest jako rezerwa powierzchni skraplającej na wypadek gwałtownych uderzeń, zakłóceń i niewłaściwego rozprowadzania pary. W warunkach przestojowych, podczas których przez naczynie nie przepuszcza się produktu, powierzchnia graniczna znajduje się tuż powyżej spodu skraplacza, jak to przedstawiono za pomocą poziomu 19.

Przy rozpoczynaniu procesu zamrażania, powietrze jest wypychane ze strefy zamrażania przez parę czynnika zamrażającego, doprowadzanej z jakiegokolwiek konwencjonalnego źródła, takiego jak zbiornik magazynujący dużych rozmiarów lub butla 20 do gazów, zanim skraplacz 17 par zostanie ochłodzony do temperatury roboczej. Dzięki temu wil-

gotne powietrze usuwane jest z obszaru skraplacza bez tworzenia szronu na powierzchniach wymiany ciepła. Gdy poziom pary czynnika zamrażającego osiągnie szczytową część skraplacza 17 par, temperatura skraplacza obniży się poniżej temperatury wrzenia cieczy zamrażającej. Wówczas czynnik zamrażający można doprowadzić do naczynia w postaci ciekłej lub pod postacią pary, najkorzystniej jako ciecz. Zamrażanie produktu można rozpocząć wtedy, gdy powierzchnia graniczna: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego osiągnie poziom 19 i ciekły czynnik zamrażający znajduje się w dostatecznej ilości do wytworzenia przepływu cieczy przez pompę 10 i misę 9. Ewentualny nadmiar wody lub innej cieczy, wprowadzonej z zamrażanymi przedmiotami 3 do wejściowego obszaru przechodzi przez doprowadzający przenośnik 4 do obszaru 21 i jest usuwany przez zawór 22.

Przy przeglądzie konserwacyjnym lub pod koniec procesu zamrażania, czynnik zamrażający usuwa się z naczynia za pomocą odprowadzającej pompy 23. Czynnik zamrażający jest przepompowywany do magazynującego zbiornika 24, który ma takie wymiary, aby pomieścić całą ilość cieczy, znajdującej się zwykle w naczyniu i który jest odporny na ciśnienie, panujące wewnątrz gdy zawartość osiągnie temperaturę otoczenia. Magazynujący zbiornik 24 można umieścić poniżej lub powyżej naczynia.

Gdy wznowia się proces zamrażania po dłuższym przestoju, powietrze usuwa się ze strefy zamrażania za pomocą pary czynnika zamrażającego, odprowadzanej z magazynującego zbiornika 24 przez zawór 25, dopóki skraplacz 17 nie ochłodzi się do temperatury roboczej. Gdy poziom pary czynnika zamrażającego osiągnie szczytową część skraplacza 17, temperatura skraplacza jest obniżona poniżej temperatury wrzenia ciekłego czynnika zamrażającego. Wówczas można doprowadzić do naczynia ciekły czynnik zamrażający z magazynującego zbiornika 20. Po rozpoczęciu zamrażania, można dostarczyć uzupełniający czynnik zamrażający w postaci pary ze zbiornika 24 do momentu opróżniania. Gdy cała ilość ciekłego czynnika zamrażającego w zbiorniku 24 ulegnie odparowaniu, resztki pozostałe w zbiorniku można usunąć za pomocą osuszającego zaworu 26. W razie potrzeby uzupełniający czynnik zamrażający można dostarczać w postaci cieczy ze zbiornika 20.

Jak przedstawiono na fig. 2 i 3, korzystna postać urządzenia do zamrażania zawiera izolowane zamrażające naczynie 30, które składa się z wlotowego otworu 31, strefy ciepła 32 i wyjściowego obszaru 33. Zamrażane przedmioty 34, takie jak cząstki produktu żywnościowego wprowadza się przez otwór wejściowy 35 i przenosi się do wlotowego przejścia 36 za pomocą doprowadzającego przenośnika 37, zaopatrzonego w listewki 38.

Można ewentualnie zaopatrzyć przenośnik doprowadzający w osłonę 39, którą stanowi giętka, plastikowa lub inny odpowiedni materiał, naciągnięty w dolnej części, która obejmuje z góry listewki, zapobiegając w ten sposób staczaniu się cząsteczek produktu w dół przenośnika. We wlotowym przejściu 36 znajduje się wolna przestrzeń nad osłoną przenośnika, dla umożliwienia podnoszenia się powłoki nad nieforemnymi cząstkami produktu lub skupionymi ze sobą cząstkami. Dla niektórych produktów, na przykład takich jak plasterkowane brzoskwinie, nie stosuje się listewek, gdyż sama osłona przenośnika zapobiega staczaniu się zamrożonych produktów.

Cząstki produktu przechodzą w dół przez powierzchnię graniczną 40: powietrze – 100% pary czynnika zamrażającego i spadają swobodnie do masy 41 ciekłego czynnika zamrażającego w szybko zamrażającej misie 42. Para czyn-

nika zamrażającego, uwolniona z zamrażającej misy 42 lub w innym miejscu jest skraplana za pomocą wstępnego skraplacza 43, wykonanego z równoległych, cienkich rur, tworzących wiązkę. Przegroda 44 o kształcie sklepienia gromadzi skropliny ze skraplacza i rozprowadza je do obu stron naczynia, tak że skropliny nie spływają na produkt znajdujący się na roboczym przenośniku.

Zamrażanie produktów żywnościowych o dużej zawartości wilgoci, zwłaszcza wówczas, gdy są pokrojone lub plasterkowane, lub też bezzwłoczne zamrażanie takich produktów, które zostały poddane blanszowaniu lub innej obróbce w roztworach wodnych, może dać w wyniku wprowadzenia do naczynia duże ilości wilgoci. Para wybranego czynnika zamrażającego dwuchlorodwufluorometanu, w obecności pary wodnej w temperaturze 0–7°C, tworzy kryształy lub półciekłe wodziany. Jeśli podczas procesu zamrażania na powierzchni produktu spożywczego tworzy się wodzian, to podczas rozmrażania produkty mogą mieć niekorzystny pienisty wygląd na skutek rozkładu wodzianu na dwuchlorodwufluorometan w postaci pary i wody. Celowe jest więc ograniczenie do minimum tworzenia się wodzianu.

Zamieszanie pary czynnika zamrażającego i pary wodnej, przenoszonej z produktami żywnościowymi następuje przy przegrodzie działowej 45 par, która w otoczeniu doprowadzającego przenośnika utrzymuje względnie statyczną atmosferę powietrza, pary wodnej i pary czynnika zamrażającego. Przegroda ta jest usytuowana możliwie najbliżej powierzchni ciekłego czynnika 41 zamrażającego, bez większego ograniczenia przepływu pary między obszarem swobodnego spadku produktów i pozostałą częścią strefy zamrażania. Działowa przegroda 45 dostatecznie izoluje obszar 31 wejściowy od chłodzącego wpływu skraplacza 43, tak że produkt dopoty nie osiąga krytycznej temperatury 7°C lub niższej optymalnej dla tworzenia się wodzianu, dopóki nie spadnie swobodnie do zamrażającej misy 42. Zasadniczo tworzenie się wodzianu ustaje wówczas, gdy utworzy się na produkcie skorupa z lodu, gdyż powierzchniowa temperatura znajduje się poniżej 0°C. Stosownie do tego, produkt żywnościowy znajduje się w zakresie tworzenia wodzianu w przeciągu tak krótkiego czasu, że wytwarza się bardzo mała ilość wodzianu. W przypadku stosowania czynnika zamrażającego innego niż dwuchlorodwufluorometan, odległość swobodnego spadku, miejsce ustawienia działowej przegrody 45 można dostosować do tego, aby szybko przemieścić produkty przez zakres temperatury tworzenia się wodzianu.

Pokrycie skraplacza 43 szronem lub wodzianem zmniejsza wydajność skraplacza i może ograniczyć długość pracy, powodując konieczność okresowego przerywania procesu w celu konserwacji urządzenia. Skraplacz może być podzielony na sekcje, z których można ogrzewać niektóre wewnętrzne strumieniem gorącego gazu w celu usunięcia lodu podczas gdy inne sekcje normalnie pracują. Niektóre sekcje można również wyłączyć z ruchu podczas okresu przestoju. Ustalony przepływ powierzchniowy cieczy zamrażającej w misie 42, zasilany regulowaną obiegową pompą 46, zapewnia szybkie przemieszczanie produktu od obszaru swobodnego spadku do miejsca przelewu. Powierzchniowa prędkość wzdłuż misy umożliwia korzystnie zgarnięcie produktu spożywczego z misy w ciągu 2–10 sekund. Misę 42 można regulować za pomocą mechanizmu nie przedstawionego na rysunku, tak że niezależnie można zmieniać przy przelewie prędkość powierzchniową i głębokość cieczy. W czasie przebywania produktów w misie, powierzchnia produktu żywnościowego jest zamrażana aż do utworzenia lodowej skorupy w dostatecznej twardości, co umożliwiła sterowanie produktami na przenośniku 47 na grubość kilku warstw.

Przepływ cieczy zamrażającej w misie 42 porywa produkty spożywcze na pochylnię 48, która jest połączona z roboczym przenośnikiem 47. Przenośnik 47 wykonany jest również z siatki drucianej, lub ma inną konstrukcję i zawiera otwory lecz nie posiada listewki. Pochylnia 48, która zawiera małe otwory dla umożliwienia przepływu czynnika zamrażającego, rozprowadza produkty z misy 42 bardziej jednolodnie na roboczym przenośniku. Czynniki zamrażający w stanie ciekłym, który ścieka przez pochylnię 48 i roboczy przenośnik 47 zbiera się w magazynowym zbiorniku 49. Po przerwaniu zetknięcie cieczy zamrażającej z produktem na przenośniku 47, na okres czasu wystarczający dla umożliwienia cząstkom produktu żywnościowego osiągnięcia częściowego stanu równowagi, lecz dostatecznie krótki, aby nie spowodować powierzchniowego stopienia i przywarcia do siebie sąsiednich cząstek, ciecz ta ulega zetknięciu z płynącym z góry strumieniem cieczy zamrażającej. Ciekły czynnik zamrażający z magazynującego zbiornika 49 dostarczany jest obiegową pompą 46 do rozdzielacza 50, które są przemieszczalne za pomocą mechanizmu, nie przedstawionego na rysunku, i które polewają w wybranych miejscach cząstki produktu znajdujące się na roboczym przenośniku, strumieniem cieczy zamrażającej.

Rozdzielacze 50 (fig. 3) ciekłego czynnika zamrażającego stanowią rury, umieszczone prostopadle do kierunku przepływu przenośnika, które zaopatrzone są w duże otwory, ustawione w szerokich odstępach. Rozdzielacze 50 polewają produkty spożywcze wzdłuż linii prostopadłej do kierunku przemieszczania żywności. W korzystnym rozwiązaniu polewanie odbywa się za pomocą ciekłego strumienia cieczy. Strumień cieczy można wytworzyć dowolnie, na przykład za pomocą pochylonej karbowanej płyty 51, przymocowanej do każdego rozdzielacza 50, która sprawia, że ciekły czynnik zamrażający, zanim zetknie się z cząstkami produktu rozpływa się w stosunkowo jednorodną strugę. Po odprowadzeniu wymaganej ilości ciepła ciekły czynnik zamrażający nie styka się już z produktem:—

Na roboczym przenośniku 47 przemieszczane są cząstki produktu do wyładunkowego przenośnika 52, który jest szerszy i ma wyższe listewki niż odprowadzający przenośnik 37. Podczas zsypywania produktów z jednego przenośnika na drugi, cząstki produktu obracają się, a tym samym wylewają się resztki cieczy zamrażającej, które mogą tkwić w zagłębieniach powierzchniowych produktu. Przy przenoszeniu mrożonek do góry za pomocą przenośnika 52 poza graniczną powierzchnię 40, ciężkie pary czynnika zamrażającego wydobywają się ze szczelin między cząstkami i są zastępowane powietrzem. Pary czynnika zamrażającego ewentualnie można zastąpić suchym, filtrowanym powietrzem, wprowadzanym do przejścia wylotowego 53 przez otwór 54 przelotowy. To suche powietrze również zmniejsza gromadzenie wilgoci atmosferycznej w postaci lodu na przenośniku i na produkcie spożywczym. Produkt ten, w zasadzie wolny od czynnika zamrażającego, wprowadzany jest z naczynia przez otwór wylotowy 55. Stężenie czynnika zamrażającego na mrożonkach dodatkowo można zmniejszyć przez oczyszczenie powierzchni zamrażanego produktu za pomocą ogrzanej pary czynnika zamrażającego, tym samym odparowując resztki cieczy zamrażającej, przywierające do produktu. Parę czynnika zamrażającego można ewentualnie usunąć ze strefy odprowadzania ciepła przez otwór 56 za pomocą dmuchawy 57, ogrzewanej grzejnikiem 58 i przez przepuszczenie przez produkty spożywcze na przenośniku. Komorę oczyszczającą można umieścić w miejscu 59 w pobliżu dolnego końca wyładunkowego przenośnika 52 lub też w pobliżu końca wyładunkowego roboczego przenośnika 47, co oznaczono

cyfrą 60, lub też można ją umieścić w obu tych miejscach. Ogrzana para czynnika zamrażającego powinna mieć temperaturę poniżej 0°C, lecz co najmniej około 5°C ponad normalną temperaturę wrzenia czynnika zamrażającego. Ciekłe czynniki zamrażające, mające normalną temperaturę wrzenia w zakresie -10° -50°C są najkorzystniejsze przy stosowaniu oczyszczania. Wtórne lub odpędowe skraplacze 61, 62 i 63, pracujące zasadniczo w niższej temperaturze niż podstawowy skraplacz 43, można ewentualnie umieścić nad podstawowym skraplaczem i w pobliżu górnej części przejścia wylotowego 53 w celu dodatkowego skraplania pary czynnika zamrażającego. Najkorzystniejsze są wtórne skraplacze z żebrowanych rur.

Przestrzenie między przeciwprowodowymi zgarniakami przenośników ewentualnie mogą być wypełnione sekcjami izolującego spienionego tworzywa o zamkniętych komórkach lub innymi nieprzepuszczalnymi przegrodami 64, 65, i 66, przeznaczonymi do zmniejszenia mieszania powietrza i pary czynnika zamrażającego w przejściu wlotowym i wylotowym. Przestrzeń nad tymi przejściami oraz w pobliżu zasadniczego skraplacza 43, skraplaczy wtórnych 61, jak również elementy wytłumiające strefy nieruchomej 69 wypełnione są sekcjami z izolującego materiału o zamkniętych komórkach lub innymi nieprzepuszczalnymi przegrodami 67 i 68.

Straty par czynnika zamrażającego z przestrzeni par nad zasadniczym skraplaczem zmniejsza się przez ograniczenie konwekcji ciepła i prądów powietrza, otaczających ten obszar. Ponad właściwym obszarem skraplającym umieszcza się w strefie 69 elementy wytłumiające z papieru, impregnowanego żywicą fenolową, dla wytworzenia strefy nieruchomej. Pokrywa 70 przeciwpływowa umieszczona nad wierzchołkiem strefy 69 jest zastosowana dla zmniejszenia przedostawania się zanieczyszczeń pochodzących z powietrza, lecz nie ogranicza ona przewietrzania przelotów komórek.

Dla konserwacji urządzenia, podczas zakończenia lub pod koniec procesu zamrażania, w przypadku gdy urządzenie zawiera wypompowujący skraplacz, może on być umieszczony w pobliżu dna naczynia dla zagwarantowania maksymalnego odzysku czynnika zamrażającego, który można dołączyć do układu chłodniczego zarówno zasadniczego skraplacza 43 lub wtórnego skraplacza 61. Ciecz zamrażająca, zebrana na dnie zamrażającego naczynia, przechodzi do magazynującego zbiornika 49, który może zawierać skraplacz par lub może być odporny na ciśnienie, wynikające z osiągnięcia temperatury pokojowej przez czynnik zamrażający.

Przy wznowianiu pracy para czynnika zamrażającego wyprowadza przez zawór 72 i zasadniczy skraplacz 43 jest ochładzany do temperatury roboczej. Zamrażanie żywności można wznowić wówczas, gdy zostanie zebrana dostateczna ilość czynnika zamrażającego dla przepływu cieczy przez zamrażającą misę 42 i rozdzielacze 50 czynnika zamrażającego. Uzupełniający czynnik zamrażający w postaci cieczy lub pary w miarę potrzeby jest dostarczany z magazynującego zbiornika 73.

W celu umożliwienia dodatkowego łatwego przystosowania się przy rozpoczęciu nowej serii do zamrażania na odmiennym rodzaju produktu spożywczego z uprzedniej serii, zbiornik oczyszczający, nie przedstawiony na rysunku, można dołączyć do magazynującego zbiornika 49 i do dolnej części zamrażającego naczynia 70. W tym przypadku czynnik zamrażający z uprzedniego cyklu produkcyjnego jest zbierany w zbiorniku oczyszczającym, po czym resztki ścieków lub pozostałości, zostające w magazynującym zbiorniku 42, są usuwane przez ściekowy zawór 74. Przy zamkniętym zaworze 72 świeży czynnik zamrażający jest dostarczany z ma-

gazynującego zbiornika 73. Przy zamkniętym ściekowym zaworze 74, skroplony czynnik zamrażający z naczynia 30 jest przepuszczany do czystego magazynującego zbiornika 49 i pracuje pompa 46. Uzupełniającą parę czynnika zamrażającego dostarcza się do zamrażającego naczynia z oczyszczającego zbiornika dotąd, dopóki nie wyczerpie się ciecz zamrażająca w tym zbiorniku. Oczyszczający zbiornik jest wtedy gotowy do oczyszczania, a uzupełniający czynnik zamrażający jest znów dostarczany z magazynującego zbiornika 73. Odpowiedni przelew syfonowy można również włączyć do układu oczyszczania w celu usuwania z cieczy zamrażającej pływających zanieczyszczeń. Wszystkie elementy urządzenia zamrażającego, które wchodzą w kontakt z produktem spożywczym, powinny być wykonane z materiałów, dających się czyścić znanymi sposobami, stosowanymi dla urządzeń przetwórstwa produktów spożywczych. Doprowadzający przenośnik 37 można czyścić podczas pracy, o ile zanieczyszczenia produktów nagromadzą się na taśmie przenośnika. Odpowiedni roztwór detergentu rozpyla się na powrotnych zgarniaczach przenośnika za pomocą natryskowej rozgałęzionej rury 75, usuwając w ten sposób zanieczyszczenia. Roztwór ten ścieka z obudowy przez zawór 76. Rozgałęzioną rurą 77 powietrzna może być zastosowana do wdmuchiwania powietrza przez taśmę przenośnika. W ten sposób usuwa się wodę z taśmy, zanim przenośnik zostanie załadowany świeżym produktem spożywczym. Urządzenie do zamrażania przetworów rybnych z fig. 6 jest podobne do urządzenia z fig. 2 z tym, że różni się od niego pewnymi elementami. Przenośniki 37, 47 i 52 z fig. 2 stanowią jeden przenośnik 37 (fig. 6). Urządzenie z fig. 6 ponadto nie ma misy 42 i kąpieli 41 cieczy. Cała czynność zamrażania dokonywana tu jest rozdzielaczami 50. Produkty spożywcze łąduje się w sposób przedstawiony poprzednio, po czym przechodzą one w dół przemieszczanego w kierunku dolnym przenośnika. W poziomym przesuwie przenośnika przechodzą pod rozdzielaczami 50, gdzie ulegają zamrożeniu. Następnie przemieszczane są one do góry za pomocą przenośnika przesuwającego się w górę.

P r z y k ł a d I. Do zamrożenia 226,7 kg grochu, fasoli, kostek marchwi i truskawek w ciągu godziny zastosowano dwuchlorodwufuorometan jako czynnik zamrażający. Proces przeprowadzono w urządzeniu z fig. 2, przy czym urządzenie to nie zawierało wtórnych skraplaczy 61, 62 i 63, komór oczyszczających 59 i 60, jak też nie wprowadzało się powietrza w miejscu 54. Urządzenie to nie ma przepompowującego skraplacza 71, a otwory wlotowy i wylotowy są tylko nieznacznie wzniesione nad wierzchołek konstrukcji w kształcie komórkowej. Zamrażające naczynie do produktów spożywczych ma około 6,1 m od miejsca doprowadzania produktów do wyjścia mrożonek i w przybliżeniu ma szerokość 0,61 m. Wierzchołek przelotu wejściowego znajduje się w odległości wynoszącej 1,83 m nad dnem oraz poziom dróg do zewnętrznego otoczenia przy otworach wejściowym i wyjściowym znajduje się w wysokości 1,68 m nad dnem. Przenośnik 37 doprowadzający na taśmę z siatki drucianej ma szerokość 28,6 cm, a listewki mają przekrój 1,27 x 25,4 cm i są usytuowane w odstępach 5,1 cm. Przenośnik dostarcza cząstki produktu żywnościowego w dół do powierzchni granicznej: powietrze - 100% pary czynnika zamrażającego przez przejście wlotowe 36, pod kątem 45° na przestrzeni około 129,7 cm z prędkością 152,4 cm na minutę i umożliwia swobodny spadek produktu z wysokości 15,2 cm do płynącego strumienia zamrażającego czynnika 41. Głębokość cieczy zamrażającej w zamrażającym naczyniu 42 wynosi około 6,4 cm. Prędkość powierzchniowa cie-

czy zamrażającej jest równa 12,7 cm na sekundę. Odległość od obszaru swobodnego spadku do przelewu na końcu naczynia 42 wynosi około 38,1 cm. Przelew znajduje się około 10,2 cm nad roboczym przenośnikiem 47. Dno przegrody 45 znajduje się w odległości 2,54 cm nad powierzchnią cieczy zamrażającej w naczyniu 42. Roboczy przenośnik 47 stanowi siatka druciana o szerokości równej 33,7 cm bez listewek, który ciągnie się na długości 193 cm przez strefę zamrażania naczynia. Prędkość roboczego przenośnika wynosi około 40,7 cm na minutę. Produkt spożywczy znajduje się na przenośniku roboczym na wysokości 54,9 cm od dna. Ciecz zamrażająca z rozdzielaczy 50 w wybranych miejscach rozlewana jest po cząstkach produktu zgromadzonych na roboczym przenośniku w wielu warstwach w celu całkowitego zamrożenia bez powodowania pęknięć. Z roboczego przenośnika produkt stacza się wówczas, gdy jest dostarczany do odprowadzającego przenośnika 52, który stanowi druciana siatka o szerokości wynoszącej 38,7 cm z krzyżowymi listewkami o wysokości 2,8 cm i długości 35,6 cm, odległymi od siebie o 7,6 cm. Wyjściowy przenośnik transportuje produkt spożywczy do góry przez parę czynnika zamrażającego do strefy wyjściowej pod kątem 45° na przestrzeni 193,1 cm, z prędkością wynoszącą około 50,8 cm na minutę. Mrożonki spadają z wyładunkowego przenośnika na wyjściowy zspad do przeniesienia do magazynowania. Skraplacz 43 par, mający powierzchnię wymiany ciepła równą 74,4 cm², utworzony jest z 75 poziomych, równoległych z żebrami aluminiowymi, rur ze stali węglowej, wystawionych na działanie pary czynnika zamrażającego na przestrzeni 177,8 cm między warstwami rur. Zewnętrzna średnica rury wynosi 22,2 mm, przy grubości ścianki wynoszącej 2,2 mm, a żebra mają średnicę równą 4,5 cm i ustawione są w wzajemnych odstępach, wynoszących 4,2 mm. Rury są oddalone od siebie pionowo w odstępach wynoszących 8,9 cm w każdym z 15 rzędów i mają odstęp poziomy wynoszący 3,1 cm, z odmiennymi rzędami ustawionymi 4,5 cm wyżej dla nieograniczonego przepływu pary czynnika zamrażającego. Skraplacz podzielony jest na trzy oddzielne sekcje rurowe, usytuowane obok siebie. Temperatura robocza powierzchni skraplacza wynosi około -43°C. Pionowe wymiary konstrukcji komórkowej w strefie 69 wynoszą około 38,1 cm. Sześciokątne przełoty wynoszą 9,5 mm wzdłuż płaskich ścian. Wierchołek przełotów tej konstrukcji znajduje się na wysokości wynoszącej 1,68 m względem dna. Trzy rozdzielacze 50 cieczy zamrażającej są wykonane z rur z nierdzewnej stali o średnicy zewnętrznej wynoszącej 2,54 cm i średnicy wewnętrznej wynoszącej 22,1 mm, zaopatrzonych w karbowane płyty 51, usytuowane pod kątem 50° względem osi pionowej i wysunięte na odległość wynoszącą 10,9 cm. Ciekły czynnik zamrażający, tłoczony pod niskim ciśnieniem przez pięć nawierconych otworów o średnicy 4,6 mm, odległych od siebie 6,4 cm wzdłuż rur, spływa z płyt 51 w jednolitej strudze dla polewania cieczą zamrażającą cząstek produktu żywnościowego na roboczym przenośniku 47. Dolny kraniec płyt znajduje się w odległości 25,4 cm nad roboczym przenośnikiem 47.

Wszystkie mrożonki, otrzymane w tym procesie zamrażania mają korzystny wygląd, wolne są od pęknięć i są gotowe do magazynowania lub pakowania w postaci pojedynczych, swobodnie płynących cząstek. Straty czynnika zamrażającego podczas procesu zamrażania wynoszą średnio około 900 g na 45 kg mrożonki.

Przykład II. Analizę składu pary w gazach, znajdujących się w urządzeniu do zamrażania w przykładzie I, wykonano za pomocą przyrządu do analizy przewodnictwa ciep-

nego, przedstawionego na fig. 4. Pomiar przeprowadzono podczas ciągłego zamrażania 2722 kg zielonego grochu, przy dostarczaniu grochu z prędkością 195 kg na godzinę. Przyrząd do analizy stanowi mostek Wheatston'a, mający wartości oporności oznaczone na rysunku. Czujnik pomiarowy i czujnik odniesienia są częścią mikroczujnika Gow-Mac, mającego, jako elementy odczytujące, termistory o oporności wynoszącej 8000 omów. Czujnik odniesienia zawiera powietrze i jest uszczelniony na obu końcach. Sondę stanowi kawałek rurki miedzianej o wewnętrznej średnicy równej 3,18 mm, która dołączona jest do części pomiarowej mikroczujnika. Mała pompa próżniowa również dołączona jest do pomiarowego czujnika do zasysania pary, z wymaganego punktu pomiarowego w naczyniu zamrażającym, przez czujnik pomiarowy z przepływem 5 cm³ na minutę. Przyrządem rejestrującym jest przyrząd typu Bausch i Lomb o zmiennym zakresie. Kalibrowanie przyrządu rozpoczyna się przez zasysanie przez sondę 100% powietrza. Miernik ustawia się do odczytu 0 mikrowoltów za pomocą ustawienia zerującego potencjometra oporności 500 omów. Następnie sondę zanurza się do atmosfery, którą stanowi 100% para dwuchlorodwufluorometanu i miernik ustawia się na napięcie 100 mikrowoltów, posługując się potencjometrem o zakresie oporności wynoszącym 10000 omów. Skalę miernika odczytuje się w procentach objętościowych pary dwuchlorodwufluorometanu w powietrzu. Następnie sondę wkłada się w kierunku pionowym przez konstrukcję komórkową do strefy nieruchomej zamrażającego naczynia i dokonuje się odczytów w odstępach co 5 cm, dopóki nie osiągnie się poziomu 100% pary czynnika zamrażającego. W podobny sposób przesuwają się sondę przez przejście wlotowe i wylotowe. Uzyskane dane są przedstawione wykreślnie na fig. 5.

Przykład III. Urządzenie do zamrażania z fig. 1, przy zastosowaniu dwuchlorodwufluorometanu jako czynnika zamrażającego, zastosowano do zamrażania 7 kg grochu w ziarnkach fasoli, pokrojonej marchwi i truskawek. Czas zamrażania wynosił 1 godzinę. Równoważne części urządzenia do zamrażania mają te same gabaryty, jak i ich odpowiedniki w urządzeniu do zamrażania z przykładu I, z wyjątkiem tego, że obszary wlotowy i wyjściowy nie są podwyższone, a misa zamrażająca jest znacznie dłuższa. Straty czynnika zamrażającego podczas procesu zamrażania wynoszą średnio około 1,57 kg na 45 kg mrożonek. Urządzenie to zawiera tylko te elementy, które są przedstawione na fig. 1.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób odprowadzania ciepła z przedmiotów stałych lub ciekłych za pomocą bezpośredniego zetknięcia ich z wrzącym, podstawionym wielokrotnie atomami fluoru, nasyconym chlorowcowęglowodorem o 1-4 atomach węgla, którego temperatura wrzenia w warunkach normalnych mieści się w granicach od +5 do -50°C, zaś gęstość pary w temperaturze wrzenia w warunkach normalnych jest co najmniej dwukrotnie większa od gęstości powietrza w tej samej temperaturze, znamienny tym, że powierzchnię graniczną faz między gazem nie ulegającym kondensacji, a 100% parą czynnika zamrażającego utrzymuje się w strefie odprowadzania ciepła przez kondensację par czynnika zamrażającego nad wrzącym czynnikiem zamrażającym, przy czym

poziom tej powierzchni granicznej utrzymuje się poniżej poziomu wszystkich połączeń z atmosferą zewnętrzną, stanowiących wolne połączenia dla pary ze strefą odprowadzania ciepła oraz wyżej poziomu, na którym przedmioty kontaktują się bezpośrednio z ciekłym czynnikiem zamrażającym, natomiast przedmioty wprowadza się ostrożnie do strefy odprowadzania ciepła, tak aby gaz znajdujący się powyżej powierzchni granicznej faz nie ulegał zakłóceniom, a nie podlegające kondensacji gazy nie były porywane do obszaru poniżej powierzchni granicznej, następnie zaś przedmioty wprowadza się przez powierzchnię graniczną faz i wyjmuje się z naczyń w ostrożny sposób przez otwór wylotowy, który łączy się za pośrednictwem pary ze strefą odprowadzania ciepła, nie powodując zakłóceń gazu nie podlegającego kondensacji powyżej powierzchni granicznej.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że jako gaz nie ulegający kondensacji stosuje się powietrze, a poziom granicznej powierzchni utrzymuje się poniżej poziomów wszystkich zewnętrznych otworów, otwartych dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

3. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że wierzchołek skraplacza par umieszcza się w strefie odprowadzania ciepła poniżej poziomu wszystkich dróg prowadzących do atmosfery zewnętrznej, otwartych dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

4. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że wierzchołek skraplacza pary umieszcza się w strefie odprowadzania ciepła poniżej poziomu wszystkich zewnętrznych otworów, otwartych dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

5. Sposób według zastrz. 3, znamienny tym, że powyżej strefy odprowadzania ciepła utrzymuje się strefę nieruchomą zawierającą masę gazu nie ulegającą kondensacji, która porusza się tylko w rezultacie pionowych ruchów powierzchni granicznej, przy czym powyżej tej nieruchomej strefy umieszcza się drogą prowadzącą do atmosfery zewnętrznej, otwartą dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła przez strefę nieruchomą.

6. Sposób według zastrz. 4, znamienny tym, że powyżej strefy odprowadzania ciepła utrzymuje się strefę nieruchomą, zawierającą masę gazu nie ulegającą kondensacji, która porusza się tylko w rezultacie pionowych ruchów powierzchni granicznej, przy czym powyżej tej strefy nieruchomej umieszcza się otwór zewnętrzny, otwarty dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła przez strefę nieruchomą.

7. Sposób według zastrz. 5, znamienny tym, że objętość masy gazu nie ulegającego kondensacji w strefie nieruchomej wynosi przynajmniej połowę objętości przestrzeni pary w strefie odprowadzania ciepła, znajdującej się między najniższym poziomem, jaki zajmuje powierzchnia graniczna w przypadku, gdy nie przeprowadza się przedmiotów oziębianych przez strefę odprowadzania ciepła i najwyższym poziomem powierzchni granicznej, występującym w przypadku pracy przy maksymalnej ilości przedmiotów przeprowadzanych przez strefę odprowadzania ciepła, zaś poziom drogi prowadzącej do atmosfery zewnętrznej powyżej strefy nieruchomej umieszcza się nie wyżej niż poziom innej, niższej drogi, prowadzącej do atmosfery zewnętrznej, otwartej dla przejścia swobodnej pary ze strefy odprowadzania ciepła.

8. Sposób według zastrz. 6, znamienny tym, że objętość masy powietrza w strefie nieruchomej wynosi przynajmniej połowę objętości przestrzeni pary w strefie odprowadzania ciepła, znajdującej się między najniższym poziomem, jaki zajmuje powierzchnia graniczna w przypadku, gdy nie prze-

prowadza się przedmiotów oziębianych przez strefę odprowadzania ciepła a najwyższym poziomem powierzchni granicznej, występującym w przypadku pracy przy maksymalnej ilości przedmiotów przeprowadzanych przez strefę odprowadzania ciepła, zaś poziom otworu, znajdującego się powyżej strefy nieruchomej umieszcza się nie wyżej niż poziom innego, niższego otworu zewnętrznego, otwartego dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła.

9. Sposób według zastrz. 7, znamienny tym, że jako drogę prowadzącą do atmosfery zewnętrznej powyżej strefy nieruchomej stosuje się otwór, przy czym powierzchnia tego zewnętrznego otworu wynosi przynajmniej 1/100 powierzchni poziomego przekroju przestrzeni pary w strefie nieruchomej.

10. Sposób według zastrz. 8, znamienny tym, że powierzchnia otworu leżącego powyżej strefy nieruchomej wynosi przynajmniej 1/100 powierzchni poziomego przekroju przestrzeni pary w strefie nieruchomej.

11. Sposób według zastrz. 9, znamienny tym, że przedmioty oziębiane wprowadza się w strefę odprowadzania ciepła przez wpompowywanie ich poniżej powierzchni granicznej przez rurę, która nie ma ujścia do atmosfery i wyjmuje się je z naczyń po przejściu drogi od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością nie przekraczającą 30,48 m/min.

12. Sposób według zastrz. 10, znamienny tym, że przedmioty oziębiane wprowadza się do strefy odprowadzania ciepła przez wpompowywanie ich poniżej powierzchni granicznej przez rurę, która nie ma ujścia do atmosfery i wyjmuje się je z naczyń po przejściu drogi od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością nie przekraczającą 30,48 m/min.

13. Sposób według zastrz. 9, znamienny tym, że przedmioty oziębiane wprowadza się do strefy odprowadzania ciepła przez wprowadzenie ich do naczyń przez otwór wejściowy, otwarty dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła, a następnie przeprowadza się je drogą prowadzącą od otworu wejściowego w dół przez powierzchnię graniczną w strefie odprowadzania ciepła, przy czym na drodze od otworu wejściowego do powierzchni granicznej przedmioty przemieszcza się z prędkością nie przekraczającą 30,48 m/min i wyjmuje się je z naczyń po przeprowadzeniu ich drogą prowadzącą od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością nie przekraczającą 30,48 m/min.

14. Sposób według zastrz. 10, znamienny tym, że przedmioty wprowadza się w strefę odprowadzania ciepła przez wprowadzenie ich najpierw do naczyń przez otwór wejściowy, otwarty dla swobodnego przejścia pary ze strefy odprowadzania ciepła, a następnie od otworu wejściowego przeprowadza się je w dół drogą prowadzącą przez powierzchnię graniczną do strefy odprowadzania ciepła, przy czym od otworu wejściowego do powierzchni granicznej przedmioty te przemieszcza się z prędkością nie przekraczającą 30,48 m/min i wyjmuje się je z naczyń po przeprowadzeniu ich drogą prowadzącą od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością nie przekraczającą 30,48 m/min.

15. Sposób według zastrz. 13, znamienny tym, że przedmioty wprowadza się w strefę odprowadzania ciepła po przeprowadzeniu ich przez przejście wlotowe od otworu wejściowego do powierzchni granicznej z prędkością mniejszą niż 15,24 m/min. i wyjmuje się je z naczyń po przebyciu przez przejście wylotowe, prowadzące od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością mniejszą niż 15,24 m/min.

16. Sposób według zastrz. 14, znamienny tym, że przedmioty wprowadza się w strefę odprowadzania ciepła po prze-

przewodzeniu ich przez przejście wlotowe, prowadzące od otworu wejściowego do powierzchni granicznej z prędkością mniejszą niż 15,24 m/min. i po przejściu naczynia wyjmuje się je przez przejście wylotowe, prowadzące od powierzchni granicznej do otworu wylotowego z prędkością mniejszą niż 15,24 m/min.

17. Sposób według zastrz. 15, znamienne tym, że produkty spożywcze zamraża się w stanie stałym, przy czym gęstość pary czynnika zamrażającego w normalnym punkcie wrzenia jest przynajmniej trzykrotnie większa niż gęstość powietrza w tej samej temperaturze.

18. Sposób według zastrz. 16, znamienne tym, że zamraża się produkty spożywcze w stanie stałym, zaś gęstość pary czynnika zamrażającego w normalnym punkcie wrzenia jest przynajmniej trzykrotnie większa niż gęstość powietrza w tej samej temperaturze.

19. Sposób według zastrz. 17, znamienne tym, że jako czynnik zamrażający stosuje się dwuchlorodwufuorometan.

20. Sposób według zastrz. 18, znamienne tym, że czynnikiem zamrażającym jest dwuchlorodwufuorometan.

21. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1-20, składające się z otwartego naczynia, strefy odprowadzania ciepła w tym naczyniu, przeznaczonym do przechowywania ciekłego czynnika zamrażającego, skraplacza par, elementów do przenoszenia przedmiotów przez strefę odprowadzania ciepła, miski, znajdującej się w strefie odprowadzania ciepła umożliwiającej bezpośrednie stykanie się przedmiotów z ciekłym czynnikiem zamrażającym oraz elementów do przenoszenia przedmiotów ze strefy odprowadzania ciepła na zewnątrz, poprzez otwór wylotowy, znamienne tym, że skraplacz (17, 43) par umieszczony jest w strefie odprowadzania ciepła (6, 32), przy czym wierzchołek skraplacza (17, 43) znajduje się poniżej wszystkich połączeń z atmosferą zewnętrzną, połączoną swobodnie ze strefą odprowadzania ciepła za pośrednictwem par, zaś otwór wylotowy (15, 55) połączony jest za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła.

22. Urządzenie według zastrz. 21, znamienne tym, że wierzchołek skraplacza (17, 43) par znajduje się poniżej poziomu wszystkich zewnętrznych otworów (3, 15), (31, 55) połączonych swobodnie za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła (6, 32).

23. Urządzenie według zastrz. 21, znamienne tym, że spód skraplacza (17, 43) par w strefie odprowadzania ciepła (6, 32) znajduje się powyżej poziomu, na którym przedmioty (2, 34) wchodzi w bezpośredni kontakt z ciekłym czynnikiem zamrażającym.

24. Urządzenie według zastrz. 22, znamienne tym, że spód skraplacza (17, 43) par w strefie odprowadzania ciepła (6, 32) znajduje się powyżej poziomu, na którym przedmioty (2, 34) wchodzi w bezpośredni kontakt z ciekłym czynnikiem zamrażającym.

25. Urządzenie według zastrz. 23, znamienne tym, że zawiera również nieruchomą strefę (69) znajdującą się powyżej strefy odprowadzania ciepła (32) zawierającą elementy wytłumiające, pozwalającą na przemieszczanie się par w strefie nieruchomej głównie w kierunku pionowym oraz powyżej strefy nieruchomej, ma połączenie z obszarem znajdującym się na zewnątrz urządzenia, połączone poprzez strefę nieruchomą za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła (32).

26. Urządzenie według zastrz. 24, znamienne tym, że zawiera również strefę nieruchomą (69), znajdującą się powyżej strefy odprowadzania ciepła (32), zawierającą elementy wytłumiające, pozwalającą na przemieszczanie się par

w strefie nieruchomej głównie w kierunku pionowym oraz powyżej strefy nieruchomej, ma otwór zewnętrzny, połączony swobodnie za pośrednictwem par poprzez strefę nieruchomą (69) ze strefą odprowadzania ciepła (32).

27. Urządzenie według zastrz. 25, znamienne tym, że przestrzeń parowa w strefie nieruchomej (69) ma objętość nie mniejszą niż połowa objętości, korzystnie równą lub większą od objętości przestrzeni parowej w strefie odprowadzania ciepła (32) między poziomami wierzchołka i spodu skraplacza (43) par, zaś poziom drogi na zewnątrz urządzenia powyżej strefy nieruchomej (69) znajduje się nie wyżej niż poziom najniższej z innych dróg na zewnątrz urządzenia, połączonych swobodnie za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła (32).

28. Urządzenie według zastrz. 26, znamienne tym, że przestrzeń parowa w strefie nieruchomej (69) ma objętość nie mniejszą niż połowa objętości, a korzystnie równą lub większą od objętości przestrzeni parowej w strefie odprowadzania ciepła (32) między poziomami wierzchołka i spodu skraplacza (43) par, a poziom otworu powyżej strefy nieruchomej (69) znajduje się korzystnie poniżej poziomu najniższej położonego innego otworu zewnętrznego, połączonych swobodnie za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła (32).

29. Urządzenie według zastrz. 27, znamienne tym, że drogę na zewnątrz urządzenia powyżej strefy nieruchomej (69) stanowi otwór zewnętrzny o powierzchni równej co najmniej 1/100 powierzchni poziomego przekroju poprzecznego przestrzeni parowej w strefie nieruchomej (69), a elementy wytłumiające mają konstrukcję komórkową i są usytuowane pionowo.

30. Urządzenie według zastrz. 28, znamienne tym, że powierzchnia otworu powyżej strefy nieruchomej (69) jest równa co najmniej 1/100 powierzchni poziomego przekroju poprzecznego przestrzeni parowej w strefie nieruchomej (69), a elementy wytłumiające mają konstrukcję komórkową i są usytuowane pionowo.

31. Urządzenie według zastrz. 29, znamienne tym, że elementy do wprowadzania oziębianych przedmiotów (34) do strefy odprowadzania ciepła (32) stanowi pompa (10) połączona ze strefą odprowadzania ciepła (32) za pośrednictwem przewodu rurowego.

32. Urządzenie według zastrz. 30, znamienne tym, że elementy do wprowadzania oziębianych przedmiotów do strefy odprowadzania ciepła (32) stanowi pompa (10) połączona ze strefą odprowadzania ciepła (32) za pośrednictwem przewodu rurowego.

33. Urządzenie według zastrz. 29, znamienne tym, że dla wprowadzania przedmiotów do strefy odprowadzania ciepła (32), zawiera otwór wejściowy (35) połączony za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła (32) oraz przenośnik (37) do przenoszenia oziębianych przedmiotów (34) od otworu wejściowego (35) w kierunku ku dołowi, do strefy odprowadzania ciepła (32).

34. Urządzenie według zastrz. 30, znamienne tym, że do wprowadzania oziębianych przedmiotów do strefy odprowadzania ciepła (32) ma otwór wejściowy (35) połączony za pośrednictwem par ze strefą odprowadzania ciepła (32) oraz przenośniki (37) do przenoszenia przedmiotów (34) od otworu wejściowego (35) w kierunku ku dołowi, do strefy odprowadzania ciepła (32).

35. Urządzenie według zastrz. 33, znamienne tym, że zawiera również przejście wlotowe (36) od otworu wejściowego (35) do strefy odprowadzania ciepła (32) oraz przejście wylotowe (53) od strefy odprowadzania ciepła (32) do otwo-

ru wylotowego (55).

36. Urządzenie według zastr. 34, znamienne tym, że zawiera ponadto przejście wlotowe (36) od otworu wejścio-

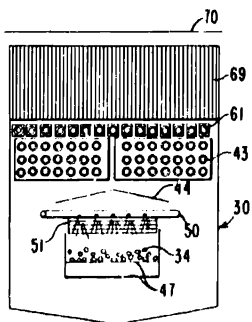
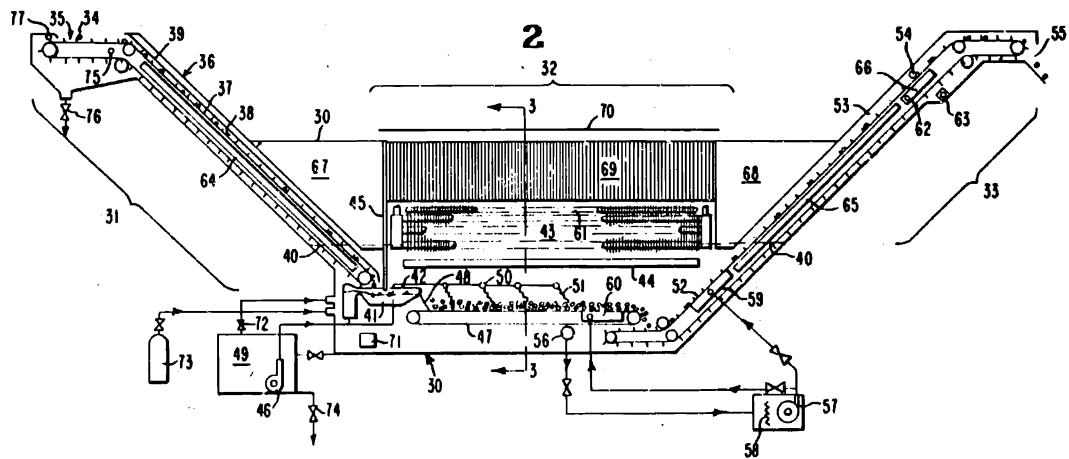
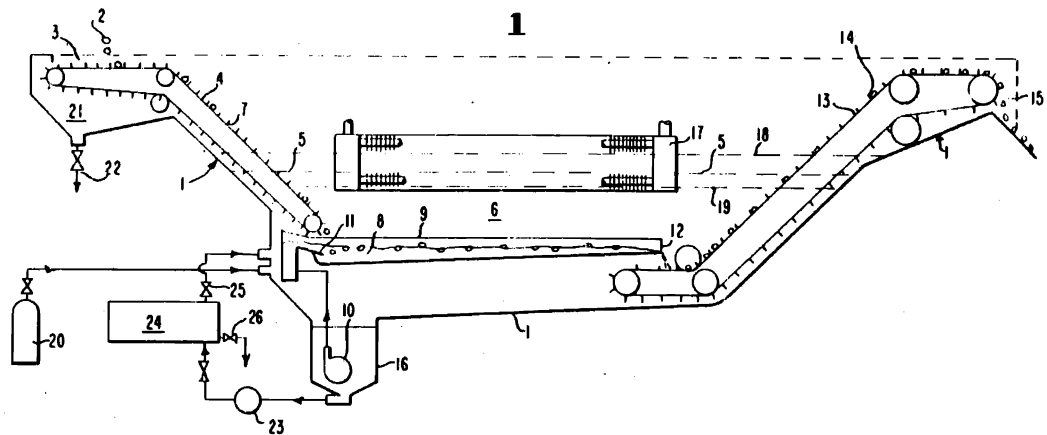
wego (35) do strefy odprowadzania ciepła (32) oraz przejście wylotowe (53) od strefy odprowadzania ciepła (32) do otworu wylotowego (55).

Tabela 1

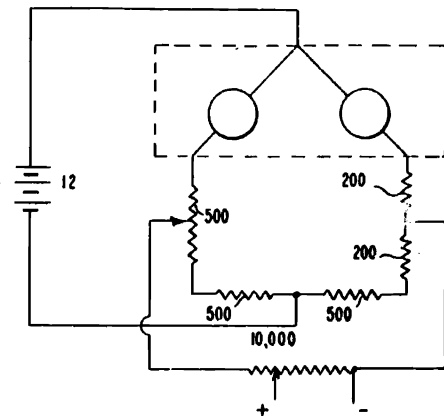
Czynnik zamrażający	Temperatura wrzenia °C	Stosunek gęstości pary w temp. wrzenia do gęstości powietrza w tej temperatur.	Gęstość cieczy w temp. wrzenia g/ml
1,2-dwuchloroczworofluoroetan	+ 3,8	6,14	1,52
Ośmiofluorocyklobutan	- 5,8	7,28	1,61
1,1-dwufluoroetan	-24,7	2,35	1,01
Dwuchlorodwufluorometan	-29,8	4,36	1,49
Pięciofluorochloroetan	-38,7	5,55	1,55
Dwuchlorochlorometan	-40,8	3,10	1,41

Tabela 2

Mieszaniny azeotropowe czynników zamrażających	% wagowych	Temperatura wrzenia °C	Stosunek gęstości pary w temp. wrzenia do gęstości powietrza w tej temp.	Gęstość cieczy w temp. wrzenia g/ml
Składniki				
Dwuchlorodwufluorometan	25	-41	3,28	1,44
Dwufluorochlorometan	75			
Dwufluorochlorometan	49	-46	3,89	1,50
Pięciofluorochloroetan	51			
Dwufluorodwuchlorometan	74	-33	3,59	1,33
1,1-dwufluoroetan	26			



4



5

