



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F25D 13/06 (2022.05); Y02P 60/85 (2022.05); A23L 3/36 (2022.05); A23L 3/32 (2022.05); A23L 3/375 (2022.05); F25D 17/02 (2022.05); C09K 5/10 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2021139522, 29.12.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.12.2021Дата регистрации:
01.08.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2021

(45) Опубликовано: 01.08.2022 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

119270, Москва, а/я 3, ООО "Симонов и партнеры"

(72) Автор(ы):

Кудряков Игорь Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Новые пищевые технологии" (RU)

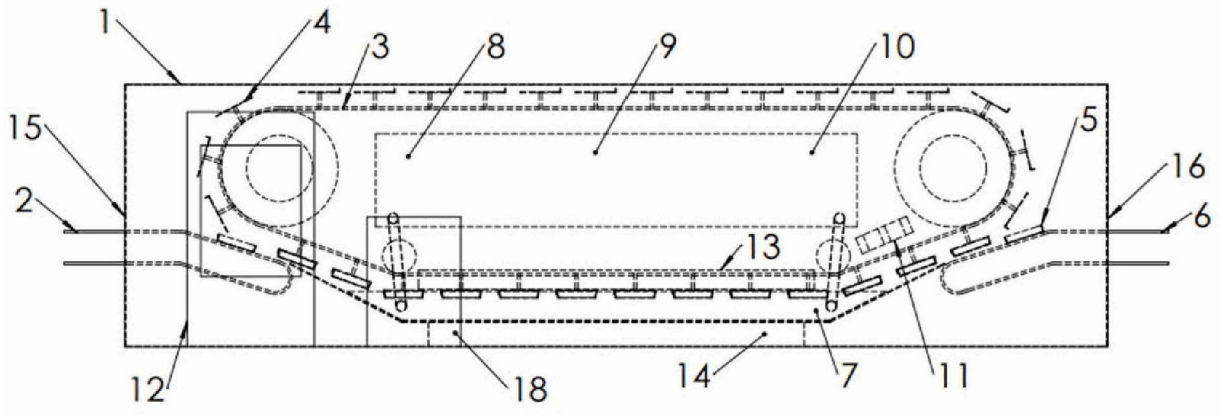
(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2270407 C2, 20.02.2006. RU 2623242 C1, 23.06.2017. RU 2472080 C2, 10.01.2013. RU 2236654 C2, 20.09.2004. RU 2525925 C2, 20.08.2014. JP 2007267688 A, 18.10.2007. EA 9630 B1, 28.02.2008. JP H07155154 A, 20.06.1995.

(54) Туннельное устройство для замораживания водосодержащих продуктов питания

(57) Реферат:

Предлагаемая группа изобретений предназначена для организации непрерывного технологического процесса замораживания продуктов питания с использованием скороморозильного оборудования туннельного типа. Устройство содержит теплоизолированную камеру, цепное транспортирующее устройство, снабженное прижимными кронштейнами, подводящую и отводящую транспортировочные ленты, контейнеры, ванну для жидкого хладагента - этанола, охлаждающую систему, фильтрационную и насосную установки, блок вентиляторов, блок управления и контроля и парные модули с матрицами электродов, снабженные генератором электрического поля. Ванна может быть выполнена одноканальной или многоканальной. Блок управления и контроля управляет включением потенциалов электродов до момента завершения фазового перехода вода-лед. Устройство обеспечивает

быстрое охлаждение продукта питания до температуры от -15°C до -20°C и одновременное создание вокруг замораживаемого продукта неоднородного переменного электрического поля со статичными градиентами напряженности. Переменное электрическое поле создается за счет наличия парных модулей с верхними и нижними матрицами электродов, на которые подается высоковольтный потенциал переменного тока или которые заземлены соответственно. Технический результат: обеспечение предотвращения образования кристаллов льда, непрерывного поточного замораживания продуктов питания, быстрого и эффективного теплоотвода от продукта питания, длительного сохранения органолептических свойств и физико-химических характеристик продукта, сокращения времени заморозки продуктов питания по сравнению с другими методами заморозки. 2 н. и 24 з.п. ф-лы, 3 табл., 13 ил.



Фиг. 2

RU 2777110 C1

RU 2777110 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F25D 13/06 (2006.01)
A23L 3/36 (2006.01)
A23L 3/32 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F25D 13/06 (2022.05); Y02P 60/85 (2022.05); A23L 3/36 (2022.05); A23L 3/32 (2022.05); A23L 3/375 (2022.05); F25D 17/02 (2022.05); C09K 5/10 (2022.05)

(21)(22) Application: **2021139522, 29.12.2021**(24) Effective date for property rights:
29.12.2021Registration date:
01.08.2022

Priority:

(22) Date of filing: **29.12.2021**(45) Date of publication: **01.08.2022** Bull. № 22

Mail address:

119270, Moskva, a/ya 3, OOO "Simonov i partnery"

(72) Inventor(s):

Kudryakov Igor Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"Novye pishchevye tekhnologii" (RU)**(54) **TUNNEL DEVICE FOR FREEZING WATER-CONTAINING FOODSTUFFS**

(57) Abstract:

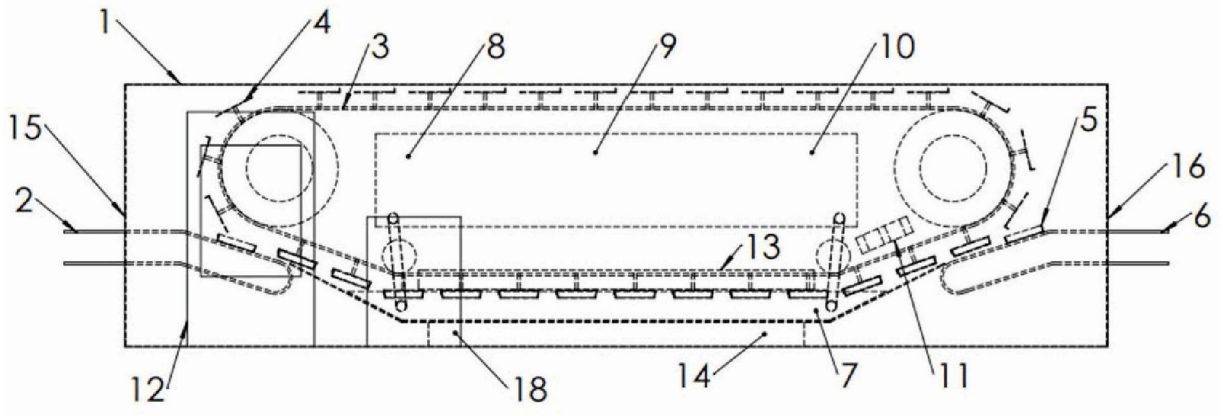
FIELD: food products freezing.

SUBSTANCE: proposed group of inventions is intended for organizing a continuous technological process of freezing food products using tunnel-type quick-freezing equipment. The device contains a thermally insulated chamber, a chain conveying device equipped with clamping brackets, inlet and outlet conveyor belts, containers, a bath for liquid refrigerant - ethanol, a cooling system, a filtration and pumping unit, a fan unit, a control and monitoring unit and paired modules with electrode matrices, equipped with an electric field generator. The bath can be made single-channel or multi-channel. The control and monitoring unit controls the switching on of the potentials of the electrodes until the completion of the water-ice phase transition. The device provides rapid cooling of the food

product to a temperature of -15°C to -20°C and the simultaneous creation of an inhomogeneous alternating electric field around the frozen product with static strength gradients. An alternating electric field is created due to the presence of paired modules with upper and lower matrices of electrodes, which are supplied with a high-voltage alternating current potential or which are grounded, respectively.

EFFECT: ensuring the prevention of the formation of ice crystals, continuous in-line freezing of food, fast and efficient heat removal from the food, long-term preservation of the organoleptic properties and physico-chemical characteristics of the product, reducing the time of freezing food compared to other freezing methods.

26 cl, 3 tbl, 13 dwg



Фиг. 2

RU 2777110 C1

RU 2777110 C1

Предлагаемая группа изобретений относится к скороморозильному оборудованию для замораживания продуктов питания и предназначена для организации непрерывного технологического процесса замораживания продуктов питания без кристаллизации воды в замораживаемых продуктах при фазовом переходе вода - лед.

5 УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

На протяжении многих десятилетий усилия по оптимизации процессов замораживания объектов органического и неорганического происхождения были направлены на уменьшение размеров кристаллов льда за счет повышения эффективности удаления тепла. В последние годы проводилось множество исследований, в которых авторы
10 пытаются воспользоваться воздействием магнитных и электрических полей на свойства воды для улучшения процессов замораживания продуктов питания, кубиков льда, кормовых средств, живых клеток (например, крови, тканей животных и органов), растений, а также химических и фармацевтических продуктов.

К настоящему времени разработано большое количество методов заморозки
15 продуктов. Все эти методы направлены на решение задач снижения энергопотерь при заморозке, а также уменьшения размеров кристаллов льда. Способы решения этих задач можно классифицировать на способы ускорения теплоотвода от продукта в устройствах и способы воздействия на несвязанную воду в продуктах с целью замедлить или предотвратить образование кристаллов льда. Ускорение теплоотвода решается
20 либо совершенствованием воздушного обдува продукта, либо применением жидкого хладагента от воды до жидкого азота.

Так, известен воздушный туннельный скороморозильный аппарат (RU 2278336 C2, опубликован 20.06.2006), который обеспечивает рациональное распределение воздуха для создания симметричных условий замораживания, сокращения продолжительности
25 процесса замораживания, уменьшения капитальных затрат, а также сохранение качества пищевых продуктов. Аппарат содержит теплоизолированную камеру с транспортирующим органом для замораживания продуктов и воздухораспределительное устройство, выполненное в виде двух воздухопроводов коробчатой формы, смонтированных параллельно по обе стороны транспортирующего органа и сужающихся в направлении
30 продукта, соединенных между собой П-образным коллектором, подключенным к магистральному трубопроводу. Каждый воздухопровод имеет размещенный продольно в его объеме стержень с шарнирно закрепленными поперечными пластинами изогнутой формы для прохождения охлажденного воздуха из турборефрижераторного агрегата. За счет минимального расстояния между потолком камеры и верхней ветвью
35 транспортирующего органа, составляющего от 100 до 110 мм, а также за счет поперечного обдува холодным воздухом продукта на транспортирующем органе длительность процесса замораживания снижается на 30-35%.

Также известен (RU 2623242 C1, опубликован 23.06.2017) туннельный морозильный аппарат, который может быть использован в медицине и фармакологии, в
40 агропромышленном комплексе, в пищевой и мясомолочной промышленности для быстрого замораживания широкого ассортимента различных продуктов путем принудительной циркуляции охлажденного воздуха. Охладители воздуха в морозильной камере установлены сверху и снизу металлической перфорированной ленты конвейера, несущей подлежащий охлаждению продукт. Электроконвективное устройство аппарата
45 в виде подключенной к источнику напряжения электрогазодинамической системы содержит расположенные параллельно друг другу два электродных блока, один из которых размещен в зоне морозильной камеры под верхним охладителем, а другой - в зоне морозильной камеры под нижним охладителем. Каждый из блоков состоит из

электродов проволочного типа: генерирующего и заземленного. В варианном исполнении блока генерирующий электрод может быть снабжен ЭГД элементами игольчатой формы. При подаче высокого напряжения на электроды блока возникает коронный разряд и, как следствие, электрический ветер, формирующий условия вынужденной электроконвекции. Зоны размещения электродных блоков соединяются байпасом, имеющим на входе и выходе встроенные электродные блоки, интенсифицирующие конвекцию. Регулирование влажности воздуха и инееобразования обеспечивается размещенным между верхним охладителем и зоной выходного канала байпаса электродным блоком с ЭГД элементами проволочного типа, подключаемым к источнику напряжения через делитель напряжения. В результате повышается экономическая и технологическая эффективность аппарата за счет снижения энергопотребления, сокращения продолжительности процесса замораживания, снижения усушки продукта, обеспечения его электроантисептирования.

Недостатками известных устройств является низкая скорость заморозки за счет невысокой теплопроводности воздуха. По этой же причине кристаллы льда успевают вырасти до размеров, разрушающих стенки клеточной структуры продуктов, что приводит к ухудшению вкуса и товарного вида размороженных продуктов. В прототипе не обеспечивается бактерицидная обработка продуктов.

Еще одним аналогом предлагаемого решения является изобретение по патенту RU 2472080 C2 (опубликован 10.01.2013), в котором раскрыты способ и устройство производства замороженных продуктов. Устройство для производства замороженных продуктов согласно изобретению содержит установленные в морозильной камере морозильную ванну, в которой находится замораживающий агент для погружения в него замораживаемых продуктов, агрегаты для обдува продуктов, замороженных в морозильной ванне, газом с температурой 0°C или ниже с целью удаления замораживающего агента, оставшегося на продуктах, и устройство для переноса продуктов, подлежащих заморозке, в морозильной камере таким образом, что продукты, подлежащие заморозке, погружаются в замораживающий агент, находящийся в морозильной ванне, после чего поднимаются и выводятся из морозильной ванны, а замораживающий агент, оставшийся на продуктах, удаляется с помощью агрегатов для обдува газом. Способ производства замороженных продуктов посредством их замораживания в морозильной камере согласно изобретению включает: операцию мокрого замораживания путем погружения продуктов, подлежащих заморозке, в замораживающий агент (спиртовой раствор), находящийся в морозильной ванне, установленной в морозильной камере для обеспечения замораживания продуктов, операцию подъема продуктов, подлежащих заморозке, с выведением их из морозильной ванны. Заморозка в спиртовом растворе предложена также в патенте CN 112210350 A (опубликован 12.01.2021). Способ производства замороженных продуктов, согласно изобретению, может осуществляться при установке вокруг морозильной ванны разбрызгивающих средств для орошения продуктов, подлежащих заморозке, замораживающим агентом. При этом при выполнении операции мокрого замораживания в замораживающий агент, находящийся в морозильной ванне, погружают только части указанных продуктов, а посредством разбрызгивающих средств орошают те части указанных продуктов, которые не были погружены в замораживающий агент. Аналогичное решение предложено в патентном документе JP 2003322452 (опубликован 14.11.2003).

В качестве недостатков известных аналогов можно указать то, что, прежде всего, они не являются туннельными устройствами и, следовательно, не могут быть

использованы для заморозки потока продуктов (например, на конвейере). Кроме того, они не позволяют равномерно и полностью заморозить продукт и требуют дополнительного обдува холодным газом, что повышает сложность устройства и его цену. Неравномерная заморозка влечет за собой растрескивание и деформацию продукта. Также, из описания аналогов неясно, как разделяются пары хладагента и воздуха для предотвращения его потерь на испарение.

В патентных документах JP 2003161558 (опубликован 06.06.2003), RU 2720377 C2 (опубликован 29.04.2020) описаны устройства и способы, в которых на молекулы воды в продукте воздействуют различными электромагнитными или акустическими полями, при этом целью воздействия является вибрация молекул воды, препятствующая образованию крупных кристаллов льда (JP 2003161558 - процесс заморозки происходит под действием ультразвука, RU 2720377 C2 - продукт подвергается воздействию СВЧ поля при охлаждении воздухом). В результате два вышеупомянутых эффекта делают возможным пройти диапазон температур 0°C (-20°C , в котором кристаллы свободной воды растут во время замораживания, в очень короткий промежуток времени. При этом образуются мелкие кристаллы льда.

В качестве наиболее близкого аналога может быть выбран патентный документ RU 2270407 C2 (опубликован 20.02.2006), который раскрывает способ быстрого замораживания и установку быстрого замораживания (варианты). В известном решении предлагается способ быстрого охлаждения. Предусматривает понижение температуры воздуха вокруг объекта замораживания до $-30\dots-100^{\circ}\text{C}$ и приложение к нему однонаправленного магнитного поля. На объект воздействуют потоком воздуха, имеющим скорость $1\dots5$ м/с. На этот поток воздуха накладывают звуковую волну слышимого частотного диапазона. Возможно приложение электрического поля к объекту замораживания. Установка содержит морозильник, способный понизить температуру до $-30\dots-100^{\circ}\text{C}$, генератор пульсирующего магнитного поля, вентилятор для циркуляции холодного воздуха в морозильнике, генератор звуковой волны. Для прикладывания электрического поля интенсивностью $100\dots1000$ кВ/м к центральной части морозильника установка содержит генератор электрического поля. Генератор пульсирующего магнитного поля включает постоянные магниты для прикладывания статического магнитного поля к центральной части морозильника с интенсивностью заданного опорного уровня и электромагнитные катушки для приложения пульсирующего магнитного поля, которое пульсирует в пределах предварительно заданного диапазона относительно статического магнитного поля в центральной части морозильника.

Вышеописанные известные решения уменьшают размеры кристаллов льда в поликристаллической структуре замороженной воды, но не предотвращают их возникновение в процессе замораживания, а также срастание и дальнейший их рост за счет молекул связанной воды в процессе хранения. Процессы неизбежного срастания первичных кристаллов и их дальнейшего роста (за счет дегидратации прилегающих к кристаллам тканей замороженного объекта) приводят к полному или частичному механическому разрушению клеточных и межклеточных структур и, следовательно, к неизбежному ухудшению качества потребляемого продукта. Это замечание относится ко всем существующим на данный момент методам заморозки.

Таким образом, проведенный анализ уровня техники показал, что существует необходимость создания устройства, которое устранило бы все приведенные недостатки известных решений.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Техническим результатом, на достижение которого направлено предлагаемая группа изобретений, является:

- обеспечение предотвращения образования кристаллов льда при замораживании продуктов питания,
- 5 - обеспечение непрерывного поточного замораживания продуктов питания,
- обеспечение быстрого и эффективного теплоотвода от продукта питания,
- обеспечение длительного сохранения органолептических свойств и физико-химических характеристик продукта питания,
- 10 - обеспечение сокращения времени заморозки продуктов питания по сравнению с другими методами заморозки.

Технические результаты достигаются тем, что в качестве первого варианта технического решения разработано устройство замораживания водосодержащих продуктов питания, которое представляет собой скороморозильное оборудование туннельного типа и содержит теплоизолированную камеру, цепное транспортирующее 15 устройство, снабженное прижимными кронштейнами, подводящую и отводящую транспортировочные ленты, контейнеры, ванну для жидкого хладагента, охлаждающую систему, фильтрационную и насосную установки, блок вентиляторов, блок управления и контроля и парные модули с матрицами электродов, снабженные генератором электрического поля, при этом ванна для жидкого хладагента выполнена 20 одноканальной, с возможностью быстрого охлаждения продукта питания в канале до достижения им температуры хранения, заданной в диапазоне от -15°C до -20°C , а парные модули с матрицами электродов содержат матрицы электродов верхние, сгруппированные в верхние электродные пластины, на которые подается высоковольтный потенциал переменного тока от генератора электрического поля, и 25 матрицы электродов нижние, сгруппированные в нижние электродные пластины, которые заземлены, верхние электродные пластины смонтированы над горизонтом движения контейнеров, нижние электродные пластины смонтированы непосредственно на дне канала ванны для жидкого хладагента, при этом парные модули матриц электродов обеспечивают одновременно с началом быстрого охлаждения продукта 30 питания создание вокруг замораживаемого продукта питания неоднородного переменного электрического поля со статичными градиентами напряженности, а блок управления и контроля управляет включением потенциалов электродов на матрицах электродов, осуществляемым до момента завершения фазового перехода вода-лед.

Матрицы электродов могут быть плоскостными или объемными. Электроды матриц 35 электродов могут быть точечными или линейными. Шаг электродов в матрицах электродов составляет не менее 5 мм, а расстояние между матрицами электродов от 20 до 500 мм.

Напряжение на электродах матриц электродов от 3 до 70 кВт, а частота переменного поля от 1 кГц до 20 кГц.

40 Момент завершения фазового перехода вода-лед определяется по снижению электропроводности продукта питания более, чем в 5 раз.

Циклическая частота перемещения областей статичного градиента напряженности неоднородного переменного электрического поля составляет от 5 до 150 Гц. Каждая смена направления перемещения статичных градиентов напряженности неоднородного 45 переменного электрического поля сопровождается инверсией областей статичных градиентов неоднородного переменного электрического поля на 180 градусов.

Контейнеры являются сменными и выполнены с широкими бортиками для прижимания их к бортам ванны для жидкого хладагента посредством прижимных

кронштейнов цепного транспортирующего устройства. Контейнеры могут иметь перфорированное дно.

5 Температура жидкого хладагента в ванне поддерживается в диапазоне от -40°C до -45°C . Толщина слоя хладагента, в который погружается контейнер, составляет от 3 до 10 см.

В качестве жидкого хладагента выступает этанол.

Время замораживания продукта питания в канале ванны для жидкого хладагента составляет от 3 до 15 минут.

10 Технические результаты также достигаются тем, что в качестве второго варианта технического решения разработано устройство замораживания водосодержащих продуктов питания, которое представляет собой скороморозильное оборудование туннельного типа и содержит теплоизолированную камеру, цепное транспортирующее устройство, снабженное прижимными кронштейнами, подводящую и отводящую

15 транспортировочные ленты, контейнеры, ванну для жидкого хладагента, охлаждающую систему, фильтрационную и насосную установки, блок вентиляторов, блок управления и контроля и парные модули с матрицами электродов, снабженные генератором электрического поля, при этом ванна для жидкого хладагента выполнена

20 многоканальной, с возможностью быстрого охлаждения продукта питания до достижения им температуры хранения, заданной в диапазоне от -15°C до -20°C , а цепное транспортирующее устройство выполнено с возможностью обеспечения синхронного движения контейнеров по всем каналам многоканальной ванны для жидкого хладагента, а парные модули с матрицами электродов содержат матрицы электродов верхние, сгруппированные в верхние электродные пластины, на которые подается

25 высоковольтный потенциал переменного тока от генератора электрического поля, и матрицы электродов нижние, сгруппированные в нижние электродные пластины, которые заземлены, верхние электродные пластины смонтированы над горизонтом движения контейнеров, нижние электродные пластины смонтированы непосредственно на дне каждого канала ванны для жидкого хладагента, при этом парные модули матриц электродов обеспечивают одновременное с началом быстрого охлаждения продукта

30 питания создание вокруг замораживаемого продукта питания неоднородного переменного электрического поля со статичными градиентами напряженности, а блоки управления и контроля управляют включением потенциалов на матрицах электродов, осуществляемым до момента завершения фазового перехода вода-лед.

35 Матрицы электродов могут быть плоскостными или объемными. Электроды матриц электродов могут быть точечными или линейными. Шаг электродов в матрицах электродов составляет не менее 5 мм, а расстояние между матрицами электродов от 20 до 500 мм.

Напряжение на электродах матриц электродов от 3 до 70 кВт, а частота переменного поля от 1 кГц до 20 кГц.

40 Момент завершения фазового перехода вода-лед определяется по снижению электропроводности продукта питания.

Циклическая частота перемещения областей статичного градиента напряженности неоднородного переменного электрического поля составляет от 5 до 150 Гц. Каждая смена направления перемещения статичных градиентов напряженности неоднородного

45 переменного электрического поля сопровождается инверсией областей статичных градиентов неоднородного переменного электрического поля на 180 градусов.

Контейнеры являются сменными и выполнены с широкими бортиками для прижимания их к бортам ванны для жидкого хладагента посредством прижимных

кронштейнов цепного транспортирующего устройства. Контейнеры могут иметь перфорированное дно.

Температура жидкого хладагента в ванне поддерживается в диапазоне от -40°C до -45°C . Толщина слоя хладагента, в который погружается контейнер, составляет от 3 до 10 см.

В качестве жидкого хладагента выступает этанол.

Время замораживания продукта питания в каналах ванны для жидкого хладагента составляет от 3 до 15 минут.

Помимо вышеуказанных технических результатов второй вариант технического решения позволяет повысить производительность оборудования, снизить стоимость оборудования и затраты на его эксплуатацию (за счет уменьшения удельной потребности в хладагенте и затрат на его охлаждение).

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На Фиг. 1 схематически представлен общий вид спереди туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания.

На Фиг. 2 показан в разрезе общий вид спереди туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания.

На Фиг. 3 схематически представлен вид сверху туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания.

На Фиг. 4 показан вид сверху туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания с одноканальной ванной.

На Фиг. 5 показан в разрезе вид сверху туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания с многоканальной ванной (в частности, с трехканальной ванной).

На Фиг. 6А и 6Б показан вид сбоку туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания с одноканальной ванной со стороны окна подачи, фиг. 6А - общий вид, фиг. 6Б - вид в разрезе.

На Фиг. 7А и 7Б показан вид сбоку туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания с многоканальной ванной (в частности, с трехканальной ванной) со стороны окна подачи, фиг. 7А - общий вид, фиг. 7Б - вид в разрезе.

На Фиг. 8А и 8Б показан вид сбоку туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания с одноканальной ванной со стороны окна выдачи, фиг. 8А - общий вид, фиг. 8Б - вид в разрезе.

На Фиг. 9А и 9Б показан вид сбоку туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания с многоканальной ванной (в частности, с трехканальной ванной) со стороны окна подачи, фиг. 9А - общий вид, фиг. 9Б - вид в разрезе.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Предложены два варианта туннельного устройства для замораживания водосодержащих продуктов питания, представляющего собой скороморозильное оборудование туннельного типа.

Элементы предлагаемых вариантов устройств обозначены на всех чертежах (Фиг. 1 - Фиг. 9Б) следующими позициями:

- теплоизолированная камера (1),
- лента транспортировочная подающая (2),
- цепное транспортирующее устройство (3),
- прижимной кронштейн (4),

- контейнер (5),
- лента транспортировочная отводящая (6),
- ванна для жидкого хладагента (7),
- фильтрационная установка (8),
- 5 - насосная установка (9),
- охлаждающая система (10),
- блок вентиляторов (11),
- блок управления и контроля (12),
- матрицы электродов верхние (13),
- 10 - матрицы электродов нижние (14),
- окно подачи (15),
- окно выдачи (16),
- канал (17),
- генератор электрического поля (18).

15 В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений теплоизолированная камера (1) представляет собой туннельную камеру и снабжена окном подачи (15) и окном выдачи (16) контейнеров (5), выполненную с возможностью обеспечения герметичности устройства (Фиг. 1-2). Герметичность туннельной камеры предохраняет от выхода паров хладагента вовне и позволяет существенно снизить потери жидкого хладагента

20 на испарение. Кроме того, герметичность позволяет избежать распространения запаха.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений лента транспортировочная подающая (2), предназначена для подачи контейнеров (5) к цепному транспортирующему устройству (3) и сопряжена с окном подачи (15) без нарушения герметичности теплоизолированной камеры (1). Лента транспортировочная отводящая

25 (6) предназначена для выдачи контейнеров (5) с цепного транспортирующего устройства (3) и сопряжена с окном выдачи (16) без нарушения герметичности теплоизолированной камеры (1) (Фиг. 2).

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений контейнеры (5) представляют собой лотки для перемещения водосодержащих продуктов питания и выполнены с

30 широкими бортиками для прижимания их к бортам ванны (7) для жидкого хладагента. Контейнеры (5) являются сменными. Контейнеры (5) могут иметь сплошное дно или перфорированное дно.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений цепное транспортирующее устройство (3) снабжено прижимными кронштейнами (4), прижимающими контейнеры

35 (5) к бортам ванны (7) для жидкого хладагента во время движения.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений ванна (7) предназначена для циркуляции потоков жидкого хладагента.

Согласно первому варианту предлагаемой группы изобретений, ванна (7) содержит один канал (17) для жидкого хладагента, т.е. ванна (7) является одноканальной (Фиг. 4, 6А-6Б, 8А-8Б).

40

Согласно второму варианту предлагаемой группы изобретений, ванна (7) содержит несколько каналов (17) для жидкого хладагента, т.е. ванна (7) является многоканальной (Фиг. 5, 7А-7Б, 9А-9Б). Цепное транспортирующее устройство (3) выполнено с

45

возможностью обеспечения синхронного движения контейнеров (5) по всем каналам (17) многоканальной ванны (7) для жидкого хладагента. Цепное транспортирующее устройство (3) содержит параллельные звенья по числу каналов (17) многоканальной ванны (7) для жидкого хладагента.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений на входе контейнера (5) в

ванну (7) температура замораживаемых продуктов составляет от +1°C до +5°C, на выходе контейнера (5) из ванны (7) температура замораживаемых продуктов составляет -20°C.

5 В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений жидкий хладагент непрерывно циркулирует через охлаждающую систему (10) для поддержания заданной температуры. Температура жидкого хладагента поддерживается в диапазоне от -40°C до -45°C. Толщина слоя хладагента, в который погружается контейнер (5), составляет от 3 до 10 см.

10 В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений в качестве жидкого хладагента с высокой теплопроводностью и температурой замерзания значительно ниже температуры замерзания продукта автор настоящего изобретения предлагает использовать этанол. Этанол совершенно безвреден для человеческого организма. Кроме того, этанол обладает дезинфицирующими и стерилизующими характеристиками и очищает продукт (например, ягоды) или упаковку.

15 Также, автором настоящего изобретения было учтено, что этанол значительно лучше отводит тепло по сравнению с воздушным потоком и, кроме того, он недорог и безопасен по сравнению с жидким азотом. В то же время, небольшая разница температур между температурой продукта и температурой этанола (в отличие от жидкого азота) не дает продукту растрескаться. Кроме того, при размораживании, продукт,
20 замороженный в туннельной камере на основе этанола, лучше проходит стадию размораживания, сохраняя оригинальную свежесть.

В результате, в обоих вариантах устройства, согласно предлагаемому изобретению, продукт питания при использовании в качестве жидкого хладагента этанола, проходит диапазон температур кристаллизации (-1...-5°C) на высокой скорости, что, в
25 совокупности с применением неоднородного переменного электрического поля со статическим градиентом напряженности, обеспечивает предотвращение образования кристаллов льда и отсутствие деградации внутренних клеток продукта.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений перед попаданием в охлаждающую систему хладагент фильтруется в фильтрационной установке (8) для
30 очистки хладагента, т.е. для удаления загрязнений, которые могут быть на продукте питания или его упаковке. В качестве фильтрационной установки (8) может быть использована любая стандартная фильтрационная установка. Насосная установка (9) предназначена для прокачки хладагента через фильтрующую установку и охлаждающую систему (10) (Фиг. 2).

35 В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений парные модули с матрицами электродов снабжены генератором электрического поля (18). Генератор электрического поля (18) подключен к каждой матрице электродов. Парные модули с матрицами электродов содержат матрицы электродов верхние (13), сгруппированные в верхние электродные пластины, на которые подается высоковольтный потенциал переменного
40 тока от генератора электрического поля (18), и матрицы электродов нижние (14), сгруппированные в нижние электродные пластины, которые заземлены.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений парные модули матриц электродов выполнены с возможностью создания одновременно с началом быстрого охлаждения вокруг замораживаемого продукта питания неоднородного переменного
45 электрического поля со статическими градиентами напряженности. Неоднородное переменное электрическое поле характеризуется статическими градиентами напряженности поля в каждой точке поля, управляемое перемещением областей которых организует циркуляцию диполей воды по замкнутым траекториям. Каждая область

статичного градиента напряженности неоднородного переменного электрического поля представляет собой конус, обращенный вершиной к электроду.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений матрицы электродов могут быть плоскостными или объемными. Электроды матриц электродов могут быть точечными или линейными. Указанное относится и к матрицам электродов верхним (13), и к матрицам электродов нижним (14).

Согласно первому варианту предлагаемой группы изобретений верхние электродные пластины матриц электродов верхних (13) смонтированы над горизонтом движения контейнеров (5), нижние электродные пластины матриц электродов нижних (14) смонтированы непосредственно на дне канала (17) ванны (7) для жидкого хладагента.

Согласно второму варианту предлагаемой группы изобретений верхние электродные пластины матриц электродов верхних (13) смонтированы над горизонтом движения контейнеров (5), нижние электродные пластины матриц электродов нижних (14) смонтированы непосредственно на дне каждого канала (17) ванны (7) для жидкого хладагента.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений, когда высоковольтный потенциал переменного тока прикладывается к верхним электродным пластинам, электрическое поле создается в пространствах между каждой верхней электродной пластиной и нижней электродной пластиной, а направление электрического поля периодически с частотой от 5 до 150 Гц меняется на противоположное. Шаг электродов в матрицах составляет не менее 5 мм, а расстояние между матрицами электродов от 20 до 500 мм. Заданные параметры электрического поля - напряжение на электродах матриц от 3 до 70 кВ; а частота переменного поля от 1 кГц до 20 кГц.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений блок управления и контроля (12) управляет включением потенциалов электродов на матрицах электродов, осуществляемого до момента завершения фазового перехода вода-лед.

Блок управления и контроля (12) определяет размер, форму областей статичных градиентов напряженности неоднородного переменного электрического поля, направление, скорость и характер их перемещений относительно продукта питания, которые задаются программным способом (динамическая программа управления потенциалами электродов на матрицах электродов). Также, блок управления и контроля (12) регулирует скорость движения цепного транспортирующего устройства (3) и скорость рециркуляции жидкого хладагента в зависимости от показателей процесса замораживания продуктов питания (температура, степень заморозки и т.д.).

Управление изменениями направления, скорости и характера перемещений статичных градиентов напряженности неоднородного переменного электрического поля относительно продукта питания производится посредством поочередного включения потенциалов электродов на матрицах электродов. Образованное таким образом циклическое движение диполей воды по замкнутым траекториям (вихревое движение групп молекул воды) создает эффект вязкости, что приводит к образованию твердого льда со стеклообразной структурой. Т.е. включение потенциалов электродов на матрицах электродов организует циклическое движение диполей воды по замкнутым траекториям с образованием стеклообразного льда, не содержащего кристаллов. Циклическое движение диполей воды по замкнутым траекториям организуется посредством организации возвратно-поступательных циклов перемещения областей статичного градиента напряженности неоднородного переменного электрического поля вдоль горизонтальной плоскости охлаждаемого объекта.

Таким образом, в обоих вариантах предлагаемой группы изобретений управление

направлениями, скоростью и характером перемещений статичных градиентов напряженности неоднородного переменного электрического поля в каждой точке поля осуществляется посредством организации возвратно-поступательных циклов перемещения областей статичного градиента напряженности неоднородного переменного электрического поля вдоль горизонтальной плоскости охлаждаемого объекта. Циклическая частота перемещения областей статичного градиента напряженности электрического поля составляет от 5 до 150 Гц.

В одном цикле перемещения областей статичного градиента напряженности электрического поля, величина пошагового (один шаг - минимальное расстояние между электродами) равномерного поступательного перемещения равна половине ширины области, величина пошагового возвратного перемещения - половине ширины области за вычетом минимального расстояния между электродами в матрице. За одну секунду смещение точки начала цикла по горизонтали составляет, соответственно, от 5 до 150 расстояний между электродами в матрице. Каждая смена направления перемещения статичных градиентов напряженности электрического поля сопровождается инверсией областей статичных градиентов переменного электрического поля на 180 градусов.

Области статичных градиентов напряженности электрического поля перемещаются относительно объекта замораживания (продукта питания органического или неорганического происхождения) с помощью подачи потенциалов на электроды для создания вихревого группового движения дипольных молекул воды в объеме объекта. В результате, диполь воды под действием статичных градиентов напряженности перемещается по циклической траектории.

Инверсия областей статичного градиента переменного электрического поля внутри возвратно-поступательного цикла при смене направления их перемещения и смещение точки начала цикла в направлении поступательного перемещения после каждого цикла позволяет охватить вихревым движением все диполи воды. Частота цикла и шаг смещения формирует различные режимы вихревого движения и влияют на размеры конвективных ячеек (конвективная ячейка - замкнутая траектория диполя (или группы диполей) воды) и степень интенсивности их энергетического взаимодействия (передача тепла изнутри водного раствора к его поверхности). Чем меньше размер локальных областей поля, то есть чем меньше шаг между электродами, тем больше в жидкой среде объекта замораживания количество конвективных молекулярных ячеек воды. Чем выше скорость перемещения локальных областей статичных градиентных полей относительно объекта, тем меньше размеры этих конвективных ячеек. Размер и количество конвективных ячеек определяется спецификой продукта питания. Чем выше процент содержания воды в продукте, тем ниже скорость перемещения локальных областей и больше размер конвективных ячеек.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений воздействие на продукт питания статичными градиентами напряженности электрического поля, движущимися относительно продукта питания, а также управление направлениями, скоростью и характером их перемещений осуществляется на протяжении всего фазового перехода вода-лед.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений момент окончания воздействия неоднородным переменным электрическим полем на продукт питания определяется моментом завершения фазового перехода вода-лед, который, в свою очередь, определяется по снижению электропроводности продукта питания. Электропроводность замороженного продукта питания снижается в 5 раз и более.

В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений после завершения фазового

перехода вода-лед, т.е. после окончания воздействия неоднородным переменным электрическим полем на продукт питания, быстрое охлаждение продолжают до достижения продуктом питания температуры хранения, заданной в диапазоне от -15°C до -20°C .

5 В обоих вариантах предлагаемой группы изобретений после выхода из ванны (7) для жидкого хладагента контейнеры (5) подвергаются обдуву воздухом посредством блока вентиляторов (11), при этом остатки хладагента в виде капель падают снова в ванну (7) для жидкого хладагента.

10 Время прохождения контейнера (5) через устройство в обоих вариантах предлагаемой группы изобретений составляет от 3 до 15 минут и зависит от заданной в блоке управления и контроля (12) температуры продуктов на выходе контейнера (5) из ванны (7).

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Предлагаемые варианты устройства могут быть осуществлены следующим образом.

15 Для подтверждения возможности реализации заявленного назначения и достижения заявленных технических результатов были смонтированы два устройства в комплектациях согласно первому и второму вариантам предлагаемой группы изобретений. Первый вариант (TF-1) - одноканальное туннельное устройство, второй вариант (TF-3) - трехканальное туннельное устройство. Приведенные ниже варианты 20 осуществления изобретения являются частными случаями заявленной группы изобретения и не ограничивают объем притязаний.

Все устройства содержали теплоизолированную камеру (1) с окном подачи (15) и окном выдачи (16), цепное транспортирующее устройство (3), снабженное прижимными кронштейнами (4), контейнеры (5), ленты транспортировочные: подводящую и 25 отводящую (2 и 6), ванну (7) для жидкого хладагента с каналом/каналами (17), фильтрационную установку (8), насосную установку (9), охлаждающую систему (10), блок вентиляторов (11), блок управления и контроля (12), парные модули с верхними (13) и нижними (14) матрицами электродов и генератор электрического поля (18).

30 На всех устройствах был проведен ряд экспериментов по замораживанию продуктов питания (земляники и томатов). Для сопоставления результатов аналогичные эксперименты произведены на оборудовании компании XINXUDONG, Shandong, China. Оборудование для сопоставления представляет собой одноканальное и трехканальное устройство, соответственно SD-100 и SD-300.

Конструкционные особенности комплектаций устройств представлены в Таблице 1.

35 Таблица 1

	TF-1	TF-3	SD-100	SD-300
Ванна	Один канал	Три канала	Один канал	Три канала
Лента трансп.конвейерная	одна	одна	одна	одна
40 Контейнеры	Сменные лотки с перфорированным дном			
	Сменные лотки с перфорированным дном	дном	рифлованным дном	дном
Хладагент	Этанол 96%	Этанол 96%	Воздух	Воздух
Матрицы	плоскостные	объемные (два полукольца)	-	-
45 Электроды матриц	точечные	линейные	-	-
Мощность устройства, kW	12	12	15	15
Размеры устройства, м	4*1,4*2,0	4*2,2*2,0	7*1,5*2,1	12*2,3*2,3
Напряжение, В	380	380	380	380
Шаг электродов, мм	5	10	-	-

Расстояние между матрицами электродов, мм	150	500	-	-
---	-----	-----	---	---

Условия и результаты проведения экспериментов для одноканальных устройств представлены в Таблице 2.

5 Таблица 2

Наименование показателя	Томаты		Земляника	
	TF-1	SD-100	TF-1	SD-100
Производительность, кг/час	152	91	128	83
10 Всего переработано сырья в эксперименте, кг	500	1500	500	1500
Температура продукта на входе, °С	20	20	20	20
Температура продукта на выходе, °С	-20	-20	-20	-20
Затрачено времени, всего, час	3,3	5,5	3,9	6,0
Среднее время охлаждения до 0°С, мин	4,2	16	3,0	14
15 Средняя продолжительность цикла охлаждения до -20°С	15	69	12	46

15 Условия и результаты проведения экспериментов для многоканальных устройств представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Томаты		Земляника	
	TF-3	SD-300	TF-3	SD-300
Производительность, кг/час	388	232	326	212
20 Всего переработано сырья в эксперименте, кг	1500	1500	1500	1500
Температура продукта на входе, °С	20	20	20	20
Температура продукта на выходе, °С	-20	-20	-20	-20
Затрачено времени, всего, час	3,4	5,5	4,0	6,0
25 Среднее время охлаждения до 0°С, мин	4,5	19	4,0	16
Средняя продолжительность цикла охлаждения до -20°С	15	76	13	54

Момент окончания воздействия электрическим полем на продукт определялся путем измерения электропроводности. При падении электропроводности до 5 мкСм/см
30 воздействие полем прекращалось (вода полностью перешла в твердую фазу). Измерение электропроводности проводилось кондуктометром компании Valagro.

35 Все образцы, замороженные под воздействием неоднородного переменного электрического поля, хранятся уже на протяжении 36 месяцев, при этом выборочные проверки (путем размораживания единичных образцов), проводимые каждые полгода, показывают, что снижения их потребительских свойств и изменения физико-химических характеристик объектов замораживания не произошло.

40 Результаты испытаний устройств согласно предлагаемой группе изобретений свидетельствуют о значительном росте производительности устройств по сравнению с туннельными скороморозящими устройствами, действующими на традиционных принципах. Об этом свидетельствует рост производительности одноканального и трехканального устройств соответственно на 54-67% в зависимости от вида продукции при идентичных объемах переработки.

45 При использовании обоих вариантов устройств согласно предлагаемой группе изобретений обеспечивается быстрый и эффективный теплоотвод от продукта питания. Об этом говорит значительное (четырёхкратное) сокращение времени охлаждения продукта до 0°С. Также, результаты испытаний устройств согласно предлагаемой группе изобретений показывают, что обеспечивается полное предотвращение образования кристаллов льда при замораживании водосодержащих продуктов питания, а также непрерывное поточное замораживание водосодержащих продуктов питания. Об

этом говорит то, что время необходимое для заморозки до температуры хранения (-20°C) сократилось при поточном производстве в 4 раза по сравнению с традиционным способом. Указанное также свидетельствует о том, что во время замораживания продукции обеспечено предотвращение образования кристаллов льда.

5 Кроме того, результаты испытаний свидетельствуют о том, что согласно второму варианту предлагаемой группы изобретений, увеличивается производительность оборудования, снижается стоимость оборудования и затраты на его эксплуатацию (за счет уменьшения удельной потребности в хладагенте и затрат на его охлаждение). При этом увеличение производительности происходит кратно количеству каналов ванны
10 для жидкого хладагента устройства.

Таким образом, проведенные испытания показали, что предлагаемая группа изобретений обеспечивает достижение всех заявленных технических результатов.

(57) Формула изобретения

15 1. Устройство замораживания водосодержащих продуктов питания, которое представляет собой скороморозильное оборудование туннельного типа и содержит теплоизолированную камеру, цепное транспортирующее устройство, снабженное прижимными кронштейнами, подводящую и отводящую транспортировочные ленты, контейнеры, ванну для жидкого хладагента, охлаждающую систему, фильтрационную
20 и насосную установки, блок вентиляторов, блок управления и контроля и парные модули с матрицами электродов, снабженные генератором электрического поля, при этом ванна для жидкого хладагента выполнена одноканальной, с возможностью быстрого охлаждения продукта питания в канале до достижения им температуры хранения, заданной в диапазоне от -15°C до -20°C, в качестве жидкого хладагента
25 выступает этанол, а парные модули с матрицами электродов содержат матрицы электродов верхние, сгруппированные в верхние электродные пластины, на которые подается высоковольтный потенциал переменного тока от генератора электрического поля, и матрицы электродов нижние, сгруппированные в нижние электродные пластины, которые заземлены, верхние электродные пластины смонтированы над горизонтом
30 движения контейнеров, нижние электродные пластины смонтированы непосредственно на дне канала ванны для жидкого хладагента, при этом парные модули матриц электродов обеспечивают одновременно с началом быстрого охлаждения продукта питания создание вокруг замораживаемого продукта питания неоднородного переменного электрического поля со статичными градиентами напряженности, а блок
35 управления и контроля управляет включением потенциалов электродов на матрицах электродов, осуществляемым до момента завершения фазового перехода вода-лед.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что матрицы электродов могут быть плоскостными или объемными.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что электроды матриц электродов могут
40 быть точечными или линейными.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шаг электродов в матрицах электродов составляет не менее 5 мм, а расстояние между матрицами электродов от 20 до 500 мм.

5. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что напряжение на электродах матриц электродов от 3 до 70 кВт, а частота переменного поля от 1 кГц до 20 кГц.

45 6. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что момент завершения фазового перехода вода-лед определяется по снижению электропроводности продукта питания более чем в 5 раз.

7. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что циклическая частота перемещения

областей статического градиента напряженности неоднородного переменного электрического поля составляет от 5 до 150 Гц.

8. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что каждая смена направления перемещения статических градиентов напряженности неоднородного переменного электрического поля сопровождается инверсией областей статических градиентов неоднородного переменного электрического поля на 180 градусов.

9. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что контейнеры являются сменными и выполнены с широкими бортиками для прижимания их к бортам ванны для жидкого хладагента посредством прижимных кронштейнов цепного транспортирующего устройства.

10. Устройство по п. 9, отличающееся тем, что контейнеры могут иметь перфорированное дно.

11. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что температура жидкого хладагента в ванне поддерживается в диапазоне от -40°C до -45°C .

12. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что толщина слоя хладагента, в который погружается контейнер, составляет от 3 до 10 см.

13. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что время замораживания продукта питания в канале ванны для жидкого хладагента составляет от 3 до 15 минут.

14. Устройство замораживания водосодержащих продуктов питания, которое представляет собой скороморозильное оборудование туннельного типа и содержит теплоизолированную камеру, цепное транспортирующее устройство, снабженное прижимными кронштейнами, подводящую и отводящую транспортировочные ленты, контейнеры, ванну для жидкого хладагента, охлаждающую систему, фильтрационную и насосную установки, блок вентиляторов, блок управления и контроля и парные модули с матрицами электродов, снабженные генератором электрического поля, при этом ванна для жидкого хладагента выполнена многоканальной, с возможностью быстрого охлаждения продукта питания до достижения им температуры хранения, заданной в диапазоне от -15°C до -20°C , в качестве жидкого хладагента выступает этанол, а цепное транспортирующее устройство выполнено с возможностью обеспечения синхронного движения контейнеров по всем каналам многоканальной ванны для жидкого хладагента, а парные модули с матрицами электродов содержат матрицы электродов верхние, сгруппированные в верхние электродные пластины, на которые подается высоковольтный потенциал переменного тока от генератора электрического поля, и матрицы электродов нижние, сгруппированные в нижние электродные пластины, которые заземлены, верхние электродные пластины смонтированы над горизонтом движения контейнеров, нижние электродные пластины смонтированы непосредственно на дне каждого канала ванны для жидкого хладагента, при этом парные модули матриц электродов обеспечивают одновременное с началом быстрого охлаждения продукта питания создание вокруг замораживаемого продукта питания неоднородного переменного электрического поля со статическими градиентами напряженности, а блоки управления и контроля управляют включением потенциалов на матрицах электродов, осуществляемым до момента завершения фазового перехода вода-лед.

15. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что матрицы электродов могут быть плоскостными или объемными.

16. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что электроды матриц электродов могут быть точечными или линейными.

17. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что шаг электродов в матрицах электродов составляет не менее 5 мм, а расстояние между матрицами электродов от 20

до 500 мм.

18. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что напряжение на электродах матриц электродов от 3 до 70 кВт, а частота переменного поля от 1 кГц до 20 кГц.

19. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что момент завершения фазового перехода вода-лед определяется по снижению электропроводности продукта питания более чем в 5 раз.

20. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что циклическая частота перемещения областей статичного градиента напряженности неоднородного переменного электрического поля составляет от 5 до 150 Гц.

21. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что каждая смена направления перемещения статичных градиентов напряженности неоднородного переменного электрического поля сопровождается инверсией областей статичных градиентов неоднородного переменного электрического поля на 180 градусов.

22. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что контейнеры являются сменными и выполнены с широкими бортиками для прижимания их к бортам ванны для жидкого хладагента посредством прижимных кронштейнов цепного транспортирующего устройства.

23. Устройство по п. 22, отличающееся тем, что контейнеры могут иметь перфорированное дно.

24. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что температура жидкого хладагента в ванне поддерживается в диапазоне от -40°C до -45°C .

25. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что толщина слоя хладагента, в который погружается контейнер, составляет от 3 до 10 см.

26. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что время замораживания продукта питания в каналах ванны для жидкого хладагента составляет от 3 до 15 минут.

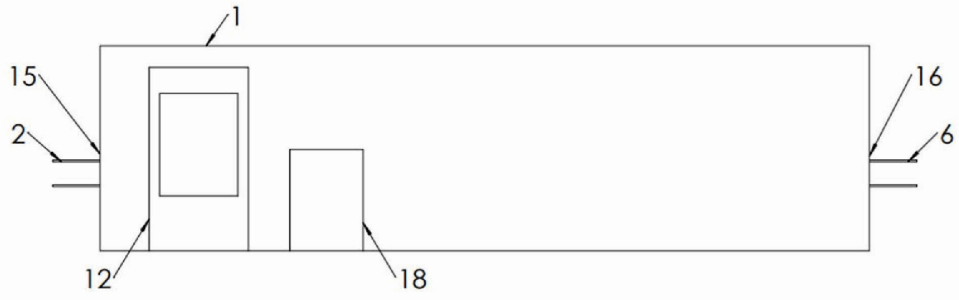
30

35

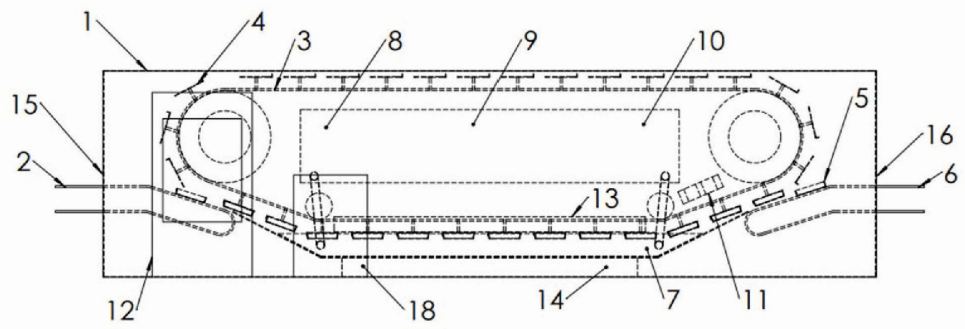
40

45

1

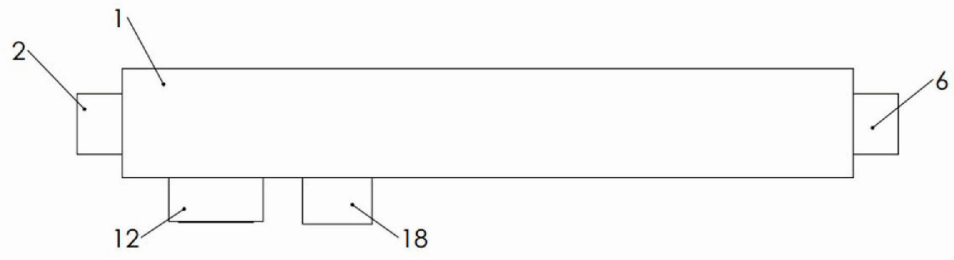


Фиг. 1

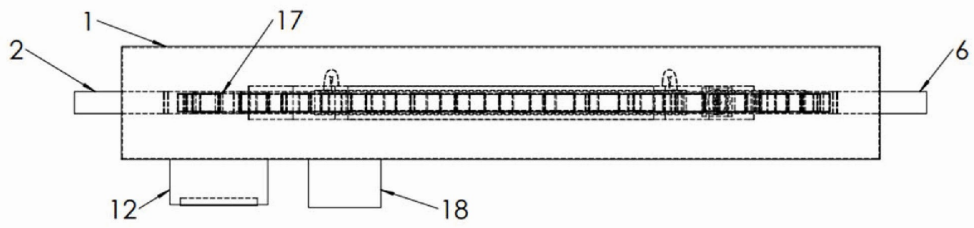


Фиг. 2

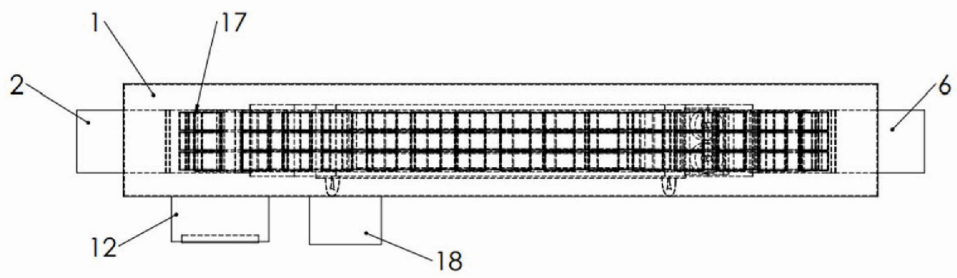
2



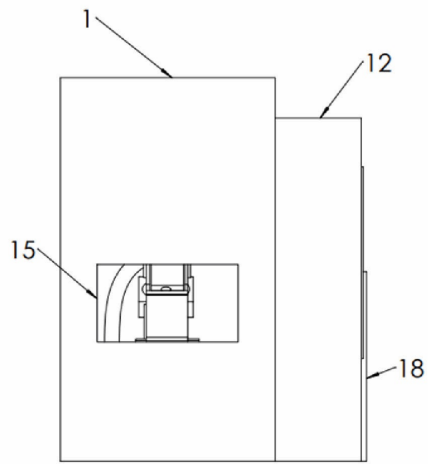
Фиг. 3



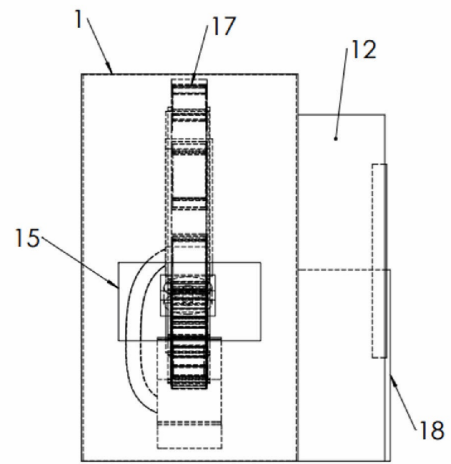
Фиг. 4



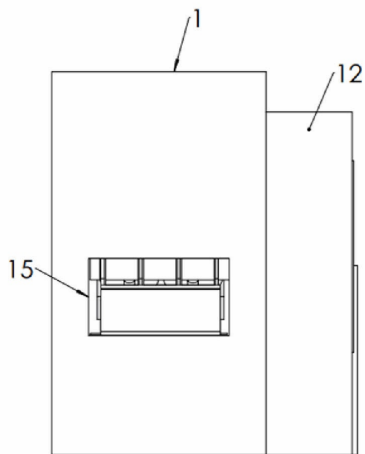
Фиг. 5



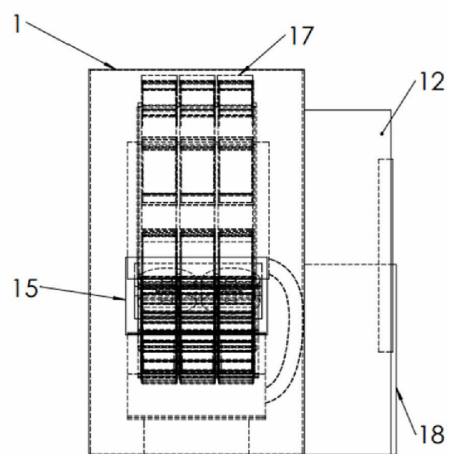
Фиг. 6А



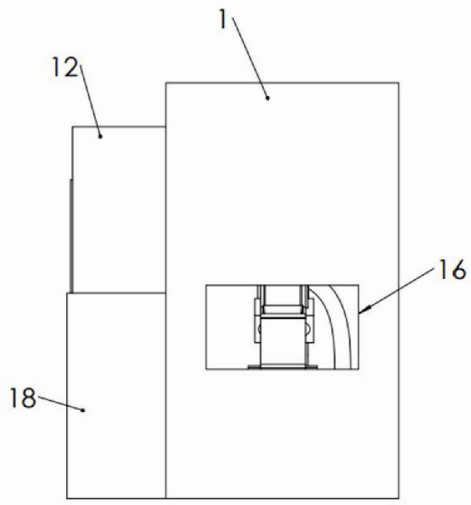
Фиг. 6Б



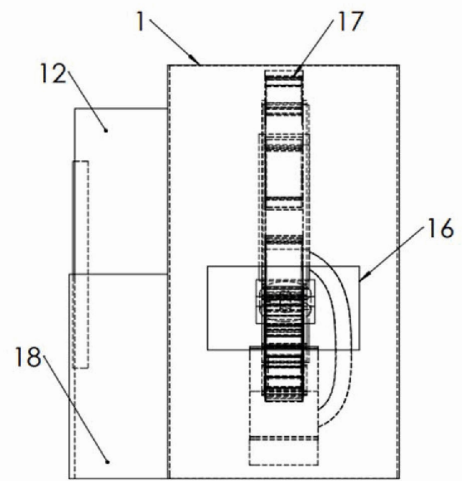
Фиг. 7А



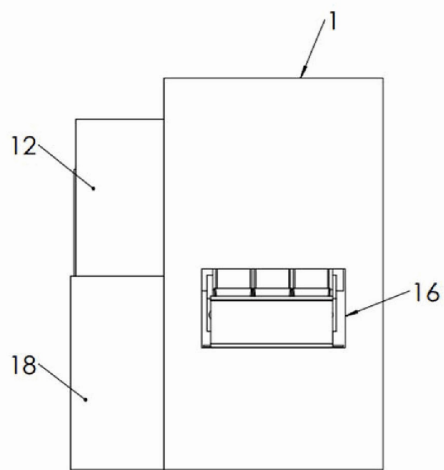
Фиг. 7Б



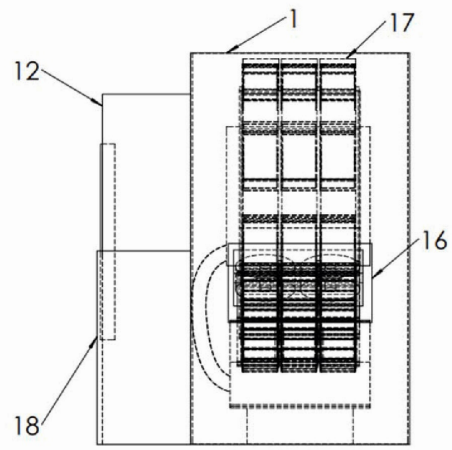
Фиг. 8А



Фиг. 8Б



Фиг. 9А



Фиг. 9Б