
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 621. 56/59

И.А. Кагановский

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

СКОРОМОРОЗИЛЬНЫЕ ГИДРОФЛЮИДИЗАЦИОННЫЕ АППАРАТЫ

Разработаны конструкции скороморозильных гидрофлюидизационных аппаратов. Разъяснена сущность эффекта гидрофлюидизации. В результате экспериментов установлено многократное увеличение скорости замораживания по сравнению с воздушным способом. Приведены варианты схем аппаратов. В качестве хладоносителей предлагаются биоразлагающиеся растворы. Аппараты могут применяться в стационарных условиях и на судах.

Ключевые слова: замораживание, гидрофлюидизация, циркуляционная система, морозильная ванна, хладоносители, конвейеры, скорость замораживания, преимущества.

I.A. Kaganovskij

FAST-FREEZING HYDRO FLUIDISING APPARATUS

Designs of freezers with a hydro fluidising apparatus. Explained is the essence of the effect of hydro fluidization. The results of the experiments set multiple increases in freezing rates as compared with the air ways. Variants include devices circuits. The refrigerants are available in biodegradable fluids. The devices can be used in stationary conditions and on ships.

Key words: freezing, hydro fluidization, circulation system, freezing bath, coolants, belts, freezing speed advantages.

По рекомендации Европейского союза INCO–COPERNICUS (журнал «Холодильная техника». 2003. № 1. С. 22–25), в статье К. и А. Фикиных «Быстрое замораживание пищевых продуктов посредством гидрофлюидизации и перекачиваемых ледяных суспензий» приведены преимущества этого метода и принципиальная схема гидрофлюидизационной системы замораживания. Сущность предлагаемого метода состоит в использовании циркуляционной системы, перекачивающей жидкий хладоноситель, омывающий замораживаемый продукт быстродвижущимися струями, препятствующими образованию промежуточного слоя на его поверхности, при этом коэффициент теплоотдачи по сравнению с охлаждением воздухом увеличивается в десятки раз.

Описанная в статье схема не может быть применена в представленном виде, так как имеет ряд недостатков. Основные из них: невозможность замораживания продуктов большого размера, загрязнение хладоносителя обломками продукта при перемещении его сетчатым шнеком, большая площадь контакта хладоносителя с атмосферой, приводящая к обводнению его конденсатом. Проведённые на экспериментальной установке исследования показали, что применение этого метода повышает скорость замораживания, сохраняя при этом качество продукта за счёт короткого криоскопического периода.

В экспериментах в качестве хладоносителя использовался хладон R114b с температурой минус 30–35 °С. Объектами заморозки были рыбы разных размеров. Время замораживания

кеты массой 3,3 кг длиной 700 мм с шириной спинки 60 мм от температуры 15 °С до минус 18 °С составило 40 мин, в то время как при воздушном замораживании оно занимает от 180 и более, криоскопический период понижения температуры от 0 до минус 5 °С составил 5 мин, скорость замораживания – 4,47 см/ч.

Замораживание краснопёрки, камбалы, корюшки показали аналогичные результаты. В настоящее время нами разработано несколько схем гидрофлюидизационных морозильных аппаратов, в том числе непрерывного действия.

На рис. 1 представлен морозильный аппарат прерывистого действия, циркуляционная система которого включает морозильную ванну с двойным дном 1, имеющем отверстия на верхнем дне, создающие восходящие струи хладоносителя (далее струйный аппарат), на одном из бортов ванны выполнен сливной карман 2, верхняя кромка перегородки которого задаёт уровень хладоносителя. Сливной карман соединён с циркуляционным насосом 3, прокачивающим хладоноситель через холодильную машину 4 в полость двойного дна. Внутри морозильной ванны погружается решётчатая корзина 5, заполненная замораживаемым продуктом. Отогнутые края каркаса корзины опираются на края ванны, выступая за её габариты. Сверху ванна накрывается крышкой 6, служащей для ограничения контакта хладоносителя с атмосферой.

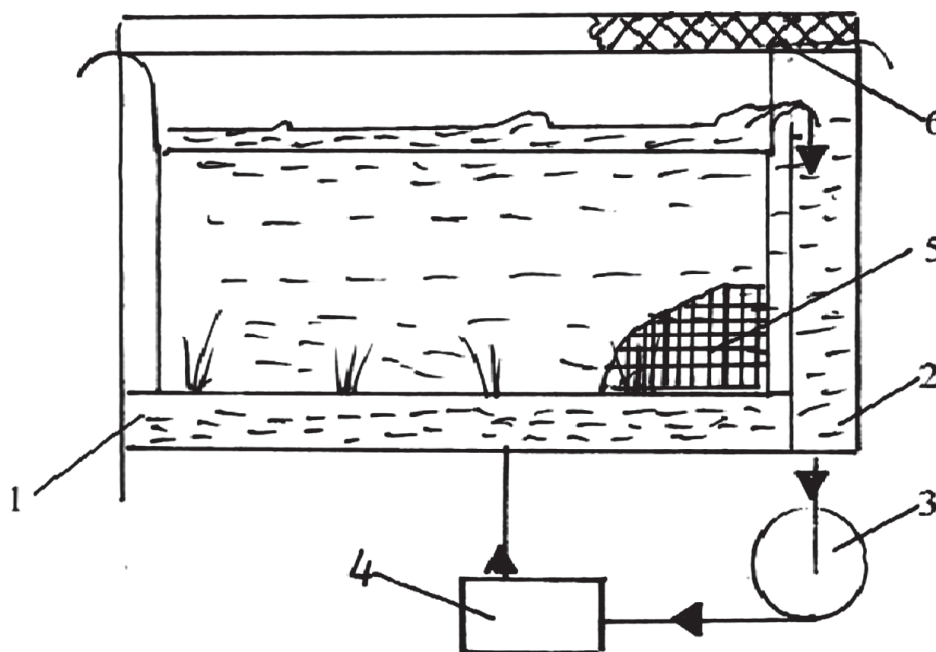


Рис. 1. Морозильный аппарат прерывистого действия
Fig. 1. Freezing apparatus for intermittent use

На рис. 2 показан морозильный комплекс, использующий этот аппарат. В данном случае он предназначен для заморозки рыбы и включает морозильный аппарат 1, сортировочный стол 2, вакуум-упаковочный аппарат 3, загрузочно-разгрузочный стол с корзинами 4 и электротельфер 5. Работает комплекс следующим образом. На сортировочном столе рыба закладывается в пакеты и передаётся в вакуум-упаковочный аппарат, затем укладывается в корзину, которую за отогнутые края каркаса электротельфером погружают в ванну и накрывают крышкой 6. В процессе охлаждения рыба находится во взвешенном состоянии за счёт разности её плотности с хладоносителем и воздействия восходящих струй. При достижении за-

данной температуры действия производят в обратном порядке, и корзина перемещается на место разгрузки. За время замораживания одной корзины другая загружается. Для замораживания 5 т в сутки при цикле замораживания 1 ч загрузка корзины должна составлять 210 кг. В этом случае в 1 мин в корзину должны загрузить 3,5 кг. С этой работой смогут справиться 2–3 человека.

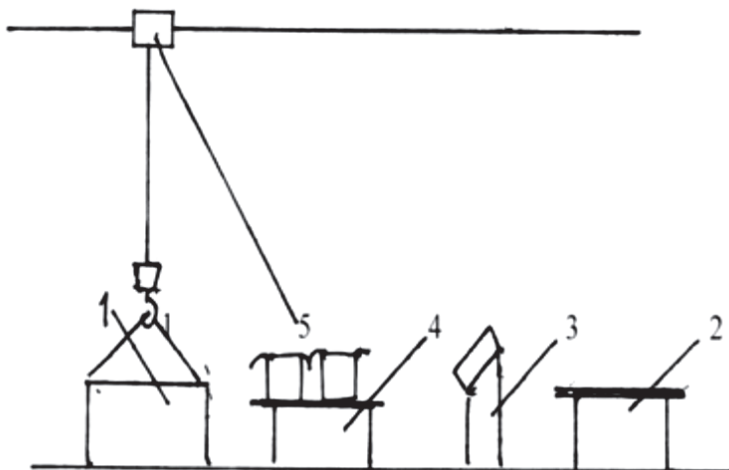


Рис. 2. Морозильный комплекс для штучных продуктов
Fig. 2. Freezer complex for piece products

На рис. 3 показана схема морозильного аппарата непрерывного действия с люлочным конвейером.

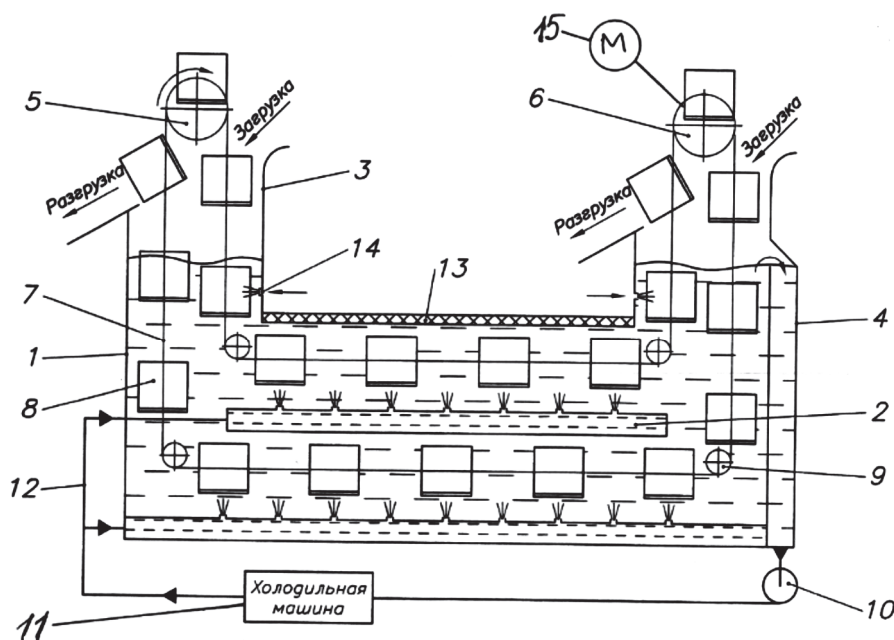


Рис. 3. Морозильный аппарат непрерывного действия с люлочным конвейером
Fig. 3. Freezer apparatus with a continuous conveyor of cradles

Аппарат состоит из морозильной ванны 1 с двойным дном с отверстиями, расположенными поперёк длины, являющимся струйным аппаратом. В центральной, по высоте, части ванны расположен второй струйный аппарат 2, имеющий вид плоского ящика с отверстиями на верхней стороне. На торцах морозильной ванны имеются горловины 3, а к одному из бортов примыкает сливной карман 4. Над верхним срезом горловин возвышаются приводная и натяжная звёздочки 5 и 6 люлечного конвейера. Параллельные цепи конвейера 7 соединены перемычками, на которые подвешены корзины 8 для замораживаемых продуктов. Внутри морозильной ванны располагаются направляющие и поддерживающие цепи-ролики 9. Сливной карман соединён с циркуляционным насосом 10, перекачивающим хладоноситель через холодильную машину 11, соединяющуюся со струйными аппаратами напорными трубопроводами 12. На горловинах над герметичной крышкой 13 установлены два малых дополнительных струйных аппарата 14. Приводные звёздочки соединены с приводом 15.

Аппарат работает следующим образом. Корзины, находящиеся над горловиной, заполняются продуктом, включается привод и корзина опускается в горловину, заполненную хладоносителем, при дальнейшем перемещении, благодаря направляющим роликам корзины перемещаются горизонтально в морозильной ванне. На этом этапе корзины останавливаются над отверстиями струйных аппаратов. Затем попадают в другую горловину. Подъём продолжается до тех пор, пока корзины с замороженным продуктом не окажутся над горловиной. В этом положении производится их разгрузка. Привод конвейера включается периодически на время, необходимое для перемещения на один шаг корзин. Время замораживания определяется режимом работы привода. При замораживании продуктов, требующих малого времени, конвейер может работать непрерывно. Загрузка и разгрузка корзин предлагаемого аппарата может быть механизирована.

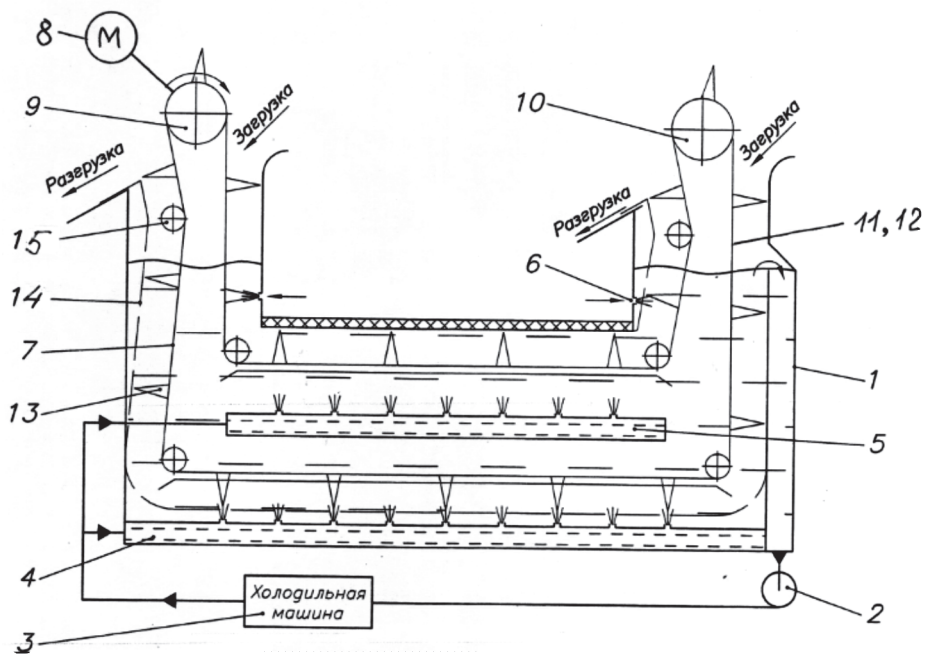


Рис. 4. Морозильный аппарат непрерывного действия с сетчатым конвейером
 Fig. 4. Freezer apparatus with continuous a mesh belt

Аппарат, представленный на рис. 4, имеет морозильную ванну 1 аналогично предыдущему аппарату, циркуляционный насос 2, холодильную машину 3, нижний 4 и верхний 5 струйные аппараты, вспомогательные морозильные аппараты 6. От предыдущего он отличается ти-

пом конвейера. В этом аппарате используется сетчатый конвейер 7, он состоит из привода 8, приводного 9 и натяжного 10 барабанов, двух параллельных стандартных тяговых пластинчатых цепей 11, соединённых перемычками, к которым крепится сетчатое полотно 12 и поперечные полки 13, цепи движутся по направляющим. Эквидистантно направляющим установлена ограничительная решётка 14 со стержнями, расположенными вдоль направления перемещения конвейера. Данная решётка установлена таким образом, чтобы между вершинами полок и решёткой сохранялся гарантированный зазор. Перед выходом из горловины установлены отклоняющие ролики 15. Полки представляют собой пластины, согнутые под острым углом, прикрепленные к пластинам цепи. Длина полок, их высота и ширина зависят от замораживаемого продукта. При движении конвейера ролики цепи катятся по направляющим.

Работа аппарата начинается с загрузки. С помощью дозатора продукт загружается в бункер, образованный ограничительной решёткой с одной стороны и полотном конвейера – с другой. При включении конвейера продукт погружается в хладоноситель и при движении по горизонтальной части омывается струями. Движение конвейера прекращается при выходе полки из противоположной горловины. В этом положении продукт соскальзывает с полки. Для увеличения угла наклона полки используются отклоняющие ролики. Таким образом, осуществляется автоматическая разгрузка. Уровень хладоносителя в горловине должен быть таким, чтобы к моменту разгрузки следующая полка оставалась в активной зоне воздействия струй дополнительного струйного аппарата. Он задаётся положением окна сливного кармана.

Морозильные аппараты рекомендуется оснащать настроечными морозильными ваннами, подключёнными к их циркуляционной системе, выполненными по схеме, представленной на рис. 1. Такая ванна, содержащая датчики температуры, служит для определения времени замораживания продукта, ожидающего заморозки.

По сравнению с воздушными морозильными аппаратами гидрофлюидизационные отличаются меньшей стоимостью, высокой производительностью и качеством замороженной продукции за счёт высокой скорости замораживания. Аппараты непрерывного действия с одновременным использованием обеих ветвей конвейера имеют в полтора раза меньшие затраты энергии на единицу продукции, а благодаря высокому коэффициенту теплоотдачи – меньшие габариты и материалоемкость. Предлагаемые аппараты могут работать в стационарных условиях, а при соответствующей доработке – и на судах. Возможно также размещение аппаратов в контейнерах.

Основными требованиями к хладоносителям являются нетоксичность, объёмная теплоёмкость, теплопроводность, малая вязкость при рабочей температуре, коррозионная пассивность, экологичность. Эти требования удовлетворяются водными растворами этаноловыми, формиата калия (Е 238), Corn-Glykol (теплоносителя, применяемого в солнечных водонагревателях) и др. Два последних, выбранных нами, наиболее полно соответствуют этим требованиям, так как являются биоразлагающимися.

Изготовление предложенных аппаратов упрощается наличием комплектующих: холодильных машин-чиллеров с циркуляционной системой, насосов переменной производительности марки ОНЦ для перекачки вязких жидкостей, стандартных цепей и сетчатого полотна, элементов конвейеров, запорной арматуры и др.

Список литературы

1. Фикин, К.А. Быстрое замораживание пищевых продуктов посредством гидрофлюидизации и перекачиванием ледяных суспензий / К.А. Фикин, А.Г. Фикин // Холодильная техника. – 2003. – № 1. – С. 22–25.
2. Кагановский, И.А. Применение в холодильной технологии гидрофлюидизационных методов замораживания и термоэлектрических охлаждающих устройств / И.А. Кагановский // Современные тенденции развития перерабатывающих комплексов пищевого оборудования и технологии пищевых производств: материалы науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 125–129.

3. Кагановский, И.А. Схема морозильного аппарата нового поколения / И.А. Кагановский // Современные тенденции развития перерабатывающих комплексов пищевого оборудования и технологии пищевых производств: материалы науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 138–140.

4. Пат. 73458 Российская Федерация, МПК F25B 05/02. Морозильный аппарат / Кагановский И.А.; заявитель и патентообладатель Дальрыбвтуз. – № 2007137409/22; заявл. 09.10.2007; опубл. 20.05.2008. Бюл. № 14.

5. Пат. 113342 Российская Федерация, МПК F25B 5/02. Морозильный аппарат / Кагановский И.А.; заявитель и патентообладатель Дальрыбвтуз. – № 2011124821/06; заявл. 17.06.2011; опубл. 10.02.2012. Бюл. № 4.

6. Колодяжная, В.С. Продовольственная безопасность и холодильная технология / В.С. Колодяжная, Е.И. Кипрушкина // Вестн. МАХ. – 2013. № 1. – С. 24–28.

7. Цветков, О.Б. Лучшая статья выпуска / О.Б. Цветков // Интернет-газета Холодильщик. – 2010. – № 4. – С. 29.

Сведения об авторе: Кагановский Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: 261416@mail.ru.