



Кафедра ОПХВ імені
професора Ф.Ю. Ялпачика

ХОЛОДИЛЬНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи
з дисципліни „Холодильне устаткування“
для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Мелітополь, 2018

Холодильне технологічне обладнання для заморожування харчових продуктів. Методичні вказівки для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2018 – 20 с.

Розробники: к.т.н., доцент Стручаєв М.І.
д.т.н., професор Ялпачик В.Ф.
к.т.н., ст. викладач Тарасенко В.Г.

Рецензент: д.т.н., професор кафедри МЕЗ А.А.Волошина

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри ОПХВ імені професора Ф.Ю. Ялпачика

«__» «_____» 2018 р., протокол № __.

Розглянуто та рекомендовано до друку методичною Радою факультету інженерії та комп'ютерних технологій

«__» «_____» 2018 р., протокол № __.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Тема: Холодильне технологічне обладнання для заморожування харчових продуктів

Мета роботи: вивчення роботи обладнання для контактного заморожування харчових продуктів; вивчення роботи обладнання для безконтактного заморожування харчових продуктів;

Час виконання роботи: 2 год.

1 Порядок виконання роботи

1. Вивчити призначення процесу заморожування;
2. Вивчити класифікацію обладнання для заморожування харчових продуктів;
3. Вивчити обладнання для контактного і безконтактного заморожування харчових продуктів.

2 Завдання для самостійної роботи

У процесі підготовки до заняття студент в обов'язковому порядку повинен виконати наступні завдання:

- а) вивчити конспект лекцій;
- б. опрацювати рекомендовану літературу.

3. Загальні відомості

Заморожування - це зниження температури продукту нижче його криоскопічної температури. Для кожного продукту температура заморожування та характер процесу заморожування специфічні, тому продукт вважається замороженим, якщо температура в глибині продукту досягла -8°C .

На сучасному рівні заморожування є основним засобом консервування харчових продуктів, що швидко псуються. Харчові продукти заморожуються з метою підготовки їх до тривалого зберігання. Заморожування здійснюється у повітрі та рідких середовищах. Під час заморожування харчових продуктів значна частини вологи, яка міститься у продукті, перетворюється у лід. При цьому знижуються органолептичні показники продукту, але при правильній організації процесу заморожування, зниження якості продукту може бути зведено до мінімуму.

Обладнання, призначене для заморожування харчових продуктів, виконують у вигляді камер та морозильних апаратів.

На харчових переробних підприємствах, як правило, в камерах заморожують м'ясо, яке розташовують на підвісних коліях. У якості

охладжуючого середовища використовують повітря, яке охолоджують за допомогою парокомпресійних та повітряних холодильних машин. Холодильне обладнання камер заморожування складається з камерних охолоджуючих пристроїв: батарей та повітроохолоджувачів. У залежності від організації руху повітря камери заморожування виконують з примусовим та природним рухом повітря. Камери з примусовим рухом повітря обладнують повітроохолоджувачами, а інколи й батареями в сукупності з різними системами повітророзподілу, а камери з природним рухом повітря – пристінними, стелевими або міжрядними радіаційними батареями.

У залежності від організації технологічного процесу камери заморожування можуть бути камерами одно- та двофазного заморожування. У камерах однофазного заморожування заморожують теплі (парні) напівтуші м'яса, а двофазного - напівтуші попередньо охолодженого м'яса. При однаковому конструктивному рішенні камер одно- та двофазного заморожування м'яса в камерах однофазного заморожування слід передбачати більшу площу поверхні охолоджуючих приладів.

Холодильні апарати застосовують для заморожування різноманітних харчових продуктів рослинного та тваринного походження невеликої товщини, вони дають змогу швидко здійснювати холодильну обробку безперервно в автоматичному режимі, з мінімальними втратами маси продуктів.

Застосовують апарати різноманітних типів, які відрізняються способом відведення теплоти від продукту, середовищем, що сприймає цю теплоту, типом пристрою для транспортування продуктів у процесі обробки.

Холодильне технологічне обладнання для контактного заморожування харчових продуктів

Повітряні морозильні апарати на сьогодні являються найбільш поширеними. Заморожування продуктів у повітрі дозволяє зберегти їх високі смакові та поживні властивості, а також гарний товарний вигляд.

Повітря – природне і досить інертне середовище. Його можна використовувати для холодильної обробки будь-яких продуктів у широкому інтервалі значень температур, швидкості руху та типу. Ці позитивні якості повітря зумовлюють універсальність його застосування і простоту конструкції повітряних морозильних апаратів. Недоліками повітря є низька здатність до акумулювання теплоти та схильність до поглинання вологи.

Повітряні морозильні апарати складаються з вантажного відсіку

та відсіку повітроохолоджувачів. У вантажному відсіку застосовують тунельну систему розподілу повітря. У вантажному відсіку знаходиться продукт, що заморожується, який пересувається різноманітними транспортними засобами, у відсіках повітроохолоджувачів розташовують секції, які призначені для охолодження повітря, системи подачі повітря (вентиляторна установка) та піддон для збору талої води, який обігривається.

Вид системи транспортування залежить передусім від цільового призначення апарата (асортимент харчових продуктів, які заморожуються) та його продуктивності. Використовуються візки (етажерки), конвесери безперервної або періодичної дії, потік повітря (флюїдизаційний шар) або комбінації цих засобів транспортування.

Секції повітроохолоджувачів виконують з гладких або ребристо-трубних елементів зі змінним кроком оребрення, який зменшується по ходу руху повітря. Це пов'язано з тим, що волога, яка виділяється з продукту під час холодильної обробки, осаджується у вигляді інею на поверхні повітроохолоджувача, причому він випадає нерівномірно, передусім на перших по ходу руху рядах труб, що зменшує площу живого перерізу повітроохолоджувачів. Змінний крок оребрення має забезпечити збереження номінальної площі живого перерізу повітроохолоджувачів по довжині.

Система подачі повітря включає вентилятори (осьові, відцентрові) та розподільники повітря (канали, відбивачі). Будова системи залежить від аеродинамічного опору руху повітря та взаємного розташування повітроохолоджувача й продукту. Повітря може циркулювати як уздовж, так і поперек об'єму, який займає продукт і система транспортування. Довжина циркуляційного контуру має бути якомога меншою для мінімалізації аеродинамічного опору та змінювання швидкості руху і температури повітря. Чим менші ці зміни, тим більш рівномірно здійснюється холодильна обробка продукту і тим менше його втрати на випаровування вологи, тому що здатність повітря поглинати вологу збільшується з підвищенням його температури.

Візкові апарати

Візкові апарати бувають з подовжнім або з поперечним рухом повітря, а також з ручним і механізованим переміщенням візки або етажерок. Крім того, вони можуть бути періодичної і безперервної дії. В апаратах періодичної дії візка з продуктом завантажуються і вивантажуються періодично, а в апаратах безперервної дії – безперервно.

Схема пристрою *апарата з подовжнім рухом повітря* показана на рис.1, а. У вантажному відсіку знаходяться візки, на полицях яких розміщені

продукти, які піддаються заморожуванню. Направлений рух повітря в апараті створюється хибною стелею, яка є одночасно і піддоном повітроохолоджувача.

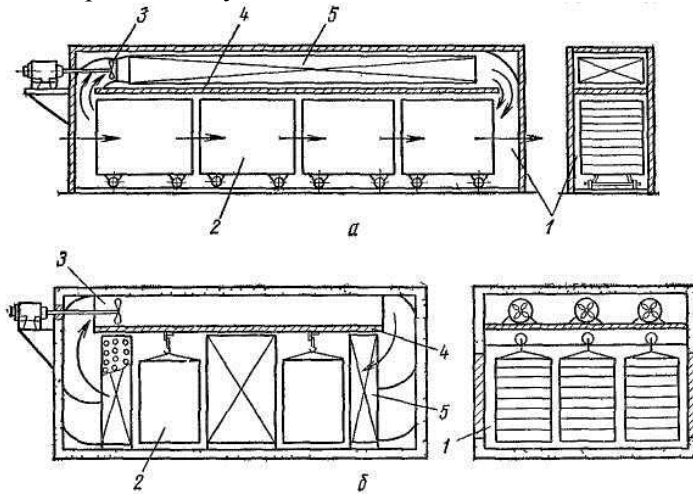


Рис. 1. Схема пристрою візкового морозильного апарата

а – з подовжнім рухом повітря; б – з поперечним рухом повітря 1 - вантажний відсік, 2 - етажерки або візки, 3- вентилятор, 4 – хибна стеля; 5 - повітроохолоджувач.

Пристрій апарата з поперечним рухом повітря показаний на рис. 1,б. Апарат складається з одного або декількох вантажних відсіків, у яких знаходяться підвісні етажерки (або візки) з продуктами. Повітря, що подається вентиляторами, рухається у напрямку, перпендикулярному подовжній осі тунелю. У таких апаратах секції повітроохолоджувача утворюють вантажні відсіки.

У візкових апаратах швидкість руху повітря рівна 8–10 м/с. При однаковій швидкості руху повітря в апаратах з подовжнім рухом повітря воно нагріватиметься більше, ніж в апаратах з поперечним рухом. При великій довжині вантажного відсіку і малій кількості повітря, що підводиться, нагрів його у вантажному відсіку може збільшуватися до 6–8° С, що викликає нерівномірність заморожування продуктів у апараті.

В апаратах контактного заморожування харчових продуктів (контактні апарати) відбувається безпосереднє інтенсивне відведення тепла від заморожуваного продукту до середовища, яке відводить тепло (рідкий азот і повітря, кріогенні рідини, вуглекислота, фреон-12, що пройшов спеціальне хімічне очищення, а також холодоносії – водний

розчин хлористого натрію). При безпосередньому контакті харчового продукту з середовищем, що відводить тепло, воно повинне не викликати небажаного погіршення якості замороженого продукту.

Порівняльні показники дають підставу вважати, що вартість заморожування харчових продуктів у контактних апаратах з кріогенною рідиною вище, ніж у повітряних і плиткових морозильних апаратах.

Залежно від виду середовища, яке відводить тепло, яке застосовують для холодильної обробки харчових продуктів, апарати контактного заморожування бувають кріогенні, вуглекислотні, фреонові, а також апарати для заморожування продуктів холодоносіями. У кріогенних апаратах у якості середовища, яке відводить тепло, звичайно застосовують рідкий азот, а іноді і рідке повітря. При заморожуванні в цих апаратах продукт занурюється у рідкий азот або зрошується ним. По цій ознаці кріогенні апарати можна класифікувати на імерсійні апарати (занурення продуктів у ванну з рідким азотом), а також на апарати з розпиленням рідкого агенту у вантажному відсіку.

Імерсійні апарати

Ці апарати складаються з ізольованої ванни, в якій знаходиться рідкий азот, і конвеєра для переміщення заморожуваного продукту в апараті.

Переваги імерсійних апаратів – висока інтенсивність заморожування, компактність і простота будови.

При зануренні теплового продукту у ванну з рідким азотом у ньому внаслідок високої швидкості заморожування і великої нерівномірності температур за об'ємом виникають значні внутрішні напруги, які порушують структуру продукту, викликаючи його розтріскування і розшарування. У таких апаратах питома витрата рідкого азоту досягає 2 кг і більш на 1 кг заморожуваного продукту. Зростання питомої витрати азоту призводить до збільшення вартості заморожування продукту. У цих апаратах важко регулювати температуру заморожуваного продукту, який звичайно має неоднакові геометричні розміри і форму.

Апарат для заморожування розфасованих харчових продуктів із зануренням їх у ванну з рідким азотом (рис. 2) складається з вантажного конвеєра, ванни з рідким азотом, витяжних трубопроводів, завантажувального і розвантажувального столів, ізольованого контуру, виконаного з неіржавіючої сталі і матеріалу теплоізоляції.

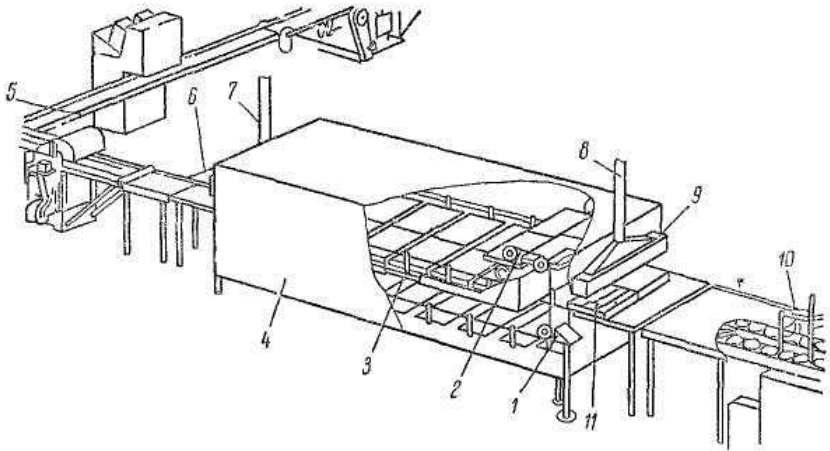


Рис. 2. Імерсійний апарат для заморожування розфасованих харчових продуктів.

1 – пульт керування; 2 – вантажний конвеєр; 3 – ванна з рідким азотом; 4 – ізольований контур; 5 – лінія упакування заморожених продуктів, 6 – розвантажувальний стіл; 7, 8 – витяжні трубопроводи, 9 – приймальний колектор; 10 – фасувальний автомат, 11 – завантажувальний стіл.

Продукт після фасувального автомата надходить на завантажувальний стіл, який передає його на вантажний конвеєр. Знаходячись на вантажному конвеєрі, продукт занурюється у ванну з рідким азотом і швидко заморожується. Потім продукт з вантажного конвеєра передається на розвантажувальний стіл, а з нього на лінію упакування.

Газоподібний азот, що утворився при кипінні рідини у ванні, з вантажного відсіку апарату видаляється за допомогою витяжних трубопроводів. Рівень рідкого азоту у ванні автоматично підтримується регулятором. У ванну азот надходить з бака з рідким азотом. Апарат компактний, інтенсивний, малоенергоємний. Процеси розфасовки, заморожування і упакування замороженого продукту апарата автоматизовані і механізовані.

Недоліки апарата – значна витрата азоту, розтріскування і деформація продукту, підвищені теплопритоки у вантажний відсік через вікно завантаження продукту в апарат і вивантаження замороженого продукту з апарата.

Технічна характеристика

Продуктивність, кг/год	100
Ємність, кг	6-10
Температура, °C	
середовища, яке відводить тепло	-196
замороженого продукту	-20
Тривалість заморожування, хв	4-10
Габаритні розміри, мм	
довжина	5400
ширина	1800
висота	2300
Маса, кг	1300

Холодильне технологічне обладнання для безконтактного заморожування харчових продуктів

Апарати безконтактного заморожування призначені для заморожування блочних та дрібноштучних продуктів, як упакованих в тару, так й не упакованих.

Такі апарати компактні, інтенсивні та мають більш гарні в порівнянні з повітряними морозильними апаратами порівняльні показники.

До апаратів з безконтактним заморожуванням відносять плиткові морозильні апарати та апарати для заморожування упакованих продуктів рідкими холодоносіями.

Плиткові морозильні апарати призначені для заморожування різноманітних харчових продуктів у блоках: м'яса, субпродуктів, промислової риби, рибного філе та фаршу, сиру в блоках та брикетах дрібної розфасовки, овочевих та фруктових пюре.

Продукти, які заморожені в плиткових морозильних апаратах, мають правильну форму та легко упаковуються. При транспортуванні та подальшому зберіганні таких продуктів ефективно використовується вантажна місткість транспортних засобів та камер зберігання стаціонарних холодильників.

У плиткових морозильних апаратах упакований або не упакований продукт заморожується, знаходячись у контакті з рухомими морозильними плитами або з барабанами, які обертаються.

Морозильні плити переміщуються гідравлічним або електричним приводом, а також енергією рідини, щільно (під тиском 10...100 кПа) притискаються до продукту, що забезпечує формовку та підпресовку продукту, його гарний тепловий контакт з площею поверхні морозильних плит. Плити та барабани апарата охолоджуються киплячим холодильним агентом (випарна система) або холодоносієм, який

охолоджують у випарнику. У випарну систему плиткового морозильного апарата холодильний агент може подаватися під різницею тисків конденсації та кипіння або циркуляційними насосами.

Апарати можуть обслуговуватися індивідуальними або центральними холодильними установками. Відсутність проміжного повітряного середовища в плиткових морозильних апаратах дозволяє зменшити перепад температур та інтенсифікувати теплообмін між продуктом, що охолоджується, та холодильним агентом (холодоносієм), а також відмовитись від громіздких та металоємних повітроохолоджувачів та енергоємних вентиляторів. Тому плиткові морозильні апарати інтенсивні, компактні та економічні. У порівнянні з повітряними морозильними апаратами знімання замороженого продукту з 1 м² площі полу, яку займають плиткові морозильні апарати, приблизно в 1,5 - 2 рази більше, а енерговитрати та маса цих апаратів на 30...40% менша.

У залежності від розташування морозильних плит та їхньої конструкції апарати бувають горизонтально-плиткові (апарати з горизонтальним розташуванням плит), вертикально-плиткові (апарати з вертикальним розташуванням плит), роторні (апарати з радіальним розташуванням плит), а також апарати барабанного типу.

Горизонтально-плиткові апарати застосовують для заморожування філе. У таких апаратах продукт, що знаходиться між плитами, заморожується у листах. Більшість горизонтально-плиткових морозильних апаратів – пристрої періодичної дії з ручним і механізованим завантаженням і вивантаженням продукту. Деякі апарати виконуються з періодичним переміщенням блок-форм з продуктом по морозильних плитах. Горизонтально-плиткові морозильні апарати випускаються з числом плит від 6 до 21 шт.

Горизонтально-плиткові морозильні апарати складаються з ізолюваного контуру (шафи) з дверцями, рами (каркаса), морозильних плит, гідравлічного або механічного приводу, призначеного для переміщення морозильних плит. Привод може розміщуватися у верхній або в нижній частині апарату. У деяких апаратах гідравлічний привод (гідравлічні циліндри) розміщують збоку (поряд з морозильними плитами), що дозволяє виконувати апарат компактным. Тиск підпресування на продукт підтримується постійним за допомогою спеціального клапана, який автоматично перепускає масло з гідравлічних циліндрів у місткість. Такий клапан не допускає збільшення тиску на продукт при зростанні його об'єму в процесі заморожування.

Горизонтально-плитковий апарат з ручним завантаженням і вивантаженням продукту (рис. 3) складається з ізольованого контуру, морозильних плит, знімних щитів, двошарової штори, гідравлічних циліндрів, призначених для переміщення морозильних плит, і вертикальних колекторів, які потрібні для подачі рідкого холодильного агента в плити і відведення парорідинної суміші з них.

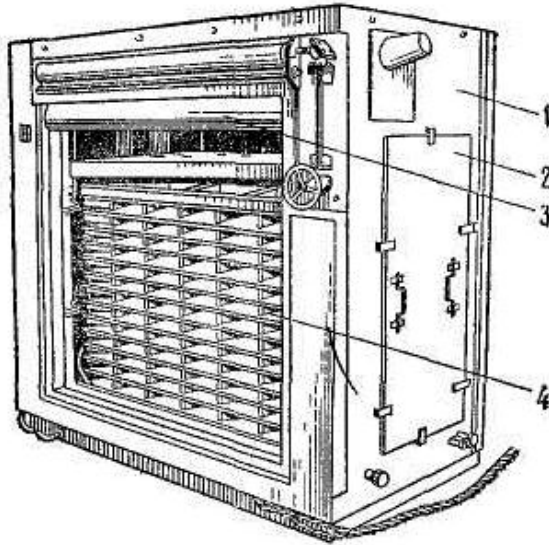


Рис. 3. Горизонтально-плитковий апарат з ручним завантаженням і вивантаженням продукту.

1 – ізольований контур; 2 – знімні щити; 3 – двошарова штора; 4 – морозильна плита.

В апараті розміщено 14 морозильних плит (розміром 1715×875 мм), відстань між якими може мінятися від 60 до 100 мм. У внутрішніх каналах морозильних плит циркулює холодильний агент, який підводиться до плит і відводиться від вертикальних колекторів за допомогою сильфонних металорукавів. До подаючого вертикального колектору апарата холодильний агент прямує з ресивера циркуляційним насосом.

Знімні щити призначені для огляду і ремонту окремих вузлів апарата (сильфонних металорукавів, обмежувальних болтів, що фіксують відстань між морозильними плитами тощо.).

Ізольований контур закритий двошаровою шторою, один край якої жорстко прикріплений до апарата, а інший – сполучений з барабаном ручного приводу підйому штори. Між шарами штори вільно

укладений натяжний порожнистий вал, що забезпечує рівномірне натягнення штори і постійний повітряний зазор між її шарами.

Поршні гідравлічних циліндрів, пов'язані з траверсою, передають зусилля морозильним плитам через завантажувальну раму з сферичним шарніром.

Продукт, що підлягає заморожуванню, укладається на листи, які вручну встановлюють на морозильні плити апарату. Після заморожування продукту листи вручну витягуються з апарату, щоб видалити заморожені блоки.

Перевагами апарату є його компактність, інтенсивність процесу заморожування, рівномірне підпресування блоків з продуктом, а недоліком – необхідність застосування ручної праці при завантаженні апарату і вивантаженні листів з продуктом.

Технічна характеристика

Продуктивність, т/добу	6
Ємність, кг	780
Температура кипіння холодоагенту, °C	-40
Кінцева температура в центрі блоку, °C	-23
Тривалість заморожування, хв	150
Габаритні розміри, мм	
довжина	1390
ширина	2545
висота	2204
Маса, кг	4673

В апаратах для заморожування продуктів рідкими холодоносіями тепло від заморожуваного продукту до рідкого холодоносія передається або через металеву стрічку конвеєра, що рухається, або через герметичну вологонепроникну упаковку, щільно облягаючу (без повітряних прошарків) продукт. Щоб упаковка щільно прилягала до продукту, з неї видаляється повітря.

Апарати безконтактного заморожування бувають для заморожування упакованих продуктів у рідкому холодоносії; продуктів на сталевій стрічці, зрошуваній рідким холодоносієм; продуктів у металевих формах, занурюваних у рідкий холодоносіє.

Апарат для заморожування упакованих продуктів в рідкому холодоносії

Апарат для заморожування упакованих продуктів рідким холодоносієм, що використовується для холодильної обробки тушок птаха (рис. 4), складається із завантажувального і розвантажувального

гідравлічних затворів, виштовхувачів, транспортерної стрічки з клітьми, охолоджуючої ванни, розвантажувального транспортера з вентиляторами, циркуляційних насосів, випарників, розподільних колекторів, перфорованих піддонів, ізолюваного контуру.

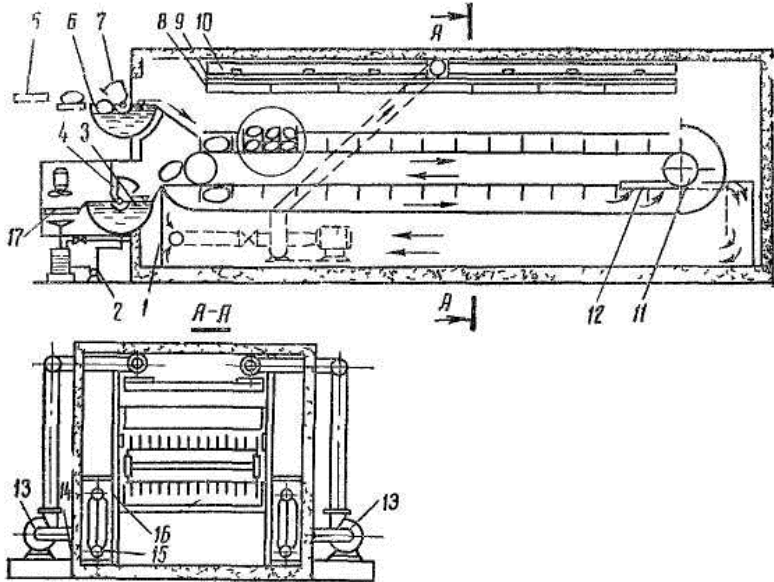


Рис. 4. Апарат для заморожування упакованих продуктів у рідкому холодоносії: 1 – охолоджуюча ванна; 2 – насос для підтримки рівня у завантажувальному гідравлічному затворі; 3 – розвантажувальний гідравлічний затвор, 4 – виштовхувач, 5 – транспортер для подачі тушок птаха до завантажувального гідравлічного затвора, 6 – завантажувальний гідравлічний затвор, 7 – виштовхувач, 8 – перфорований піддон, 9 – фільтри, 10 – розподільний колектор 11 – транспортерна стрічка з клітьми, 12 – водозливний отвір, 13 – циркуляційні насоси, 14 – ізолюваний контур, 15 – випарник, 16 – бак випарника, 17 – розвантажувальний транспортер з вентиляторами.

Тушки птаха, що підлягають заморожуванню, прямують до завантажувального гідравлічного затвора, де за допомогою насоса постійно підтримується рівень холодоносія з тим, щоб повітря не могло проникнути всередину апарата. Після того, як тушки птаха потрапляють в ліву частину завантажувального затвора, спрацьовує виштовхувач, який занурює тушки в холодоносій, а потім подає їх у

порожню кліть транспортерної стрічки, що займає вихідну позицію для завантаження. Кліть утворена спеціальними перегородками, які переміщують тушки.

Проходячи по верхній ділянці транспортерної стрічки, тушки птаха рясно зрошуються холодоносієм, а потім поступають в охолоджуючу ванну з холодоносієм. Коли тушки досягнуть кінця охолоджуючої ванни, вони прямують у розвантажувальний гідравлічний затвор, з якого їх видаляє виштовхувач.

Після виходу замороженого продукту з апарата він потрапляє на розвантажувальний транспортер, що обдувається вентилятором. Краплі холодоносія, що залишилися на площі поверхні заморожених тушок, здуваються повітряним струменем і збираються у спеціальний піддон. З піддону холодоносії прямують у завантажувальний затвор. Заморожені тушки потрапляють під водяний душ, підсушуються другим вентилятором.

За допомогою двох циркуляційних насосів холодоносії засмоктується з випарників і поступає у розподільні колектори, а потім у перфоровані зрошувальні піддони. Холодоносії, стікаючи тонкими струменями на тушки птаха, прямують в охолоджуючу ванну і через водозливні отвори знов потрапляють у випарник. В апараті здійснюється протитечієвий рух холодоносія по відношенню до руху тушок птаха, що покращує теплообмін при заморожуванні.

Безперечною перевагою апарату є використання нижньої гілки транспортерної стрічки, у зв'язку з чим його продуктивність збільшується. Конструкція апарата дозволяє уникнути деконцентрації холодоносія. Апарат надійно захищений від проникнення вологого повітря. Контакт з повітрям мають тільки виштовхувачі і ліві сторони гідравлічних затворів. Температура холодоносія завантажувального гідравлічного затвора – позитивна, оскільки через нього проходять в апарат тушки птахи, температура яких 4–6° С. Отже, конденсація вологи і її надходження у холодоносії – незначні. Конденсація пари, що знаходиться у повітрі, можлива тільки в тій частині гідравлічного затвора, яка стикається із зовнішнім повітрям. Площа поверхні контакту холодоносія не перевищує 0,5 м², а разом з поверхнею виштовхувача і поверхнею крапель холодоносія вона складає не більше 1,5 м², що практично не впливає на деконцентрацію основної маси холодоносія, який циркулює в апараті. Тому відсутня необхідність встановлювати реконцентратор холодоносія, що значно здешевлює експлуатацію апарата. Втрати холодоносія в апараті мінімальні, оскільки холодоносії, що здувається з тушок, повертається у випарники.

Внаслідок того, що охолоджуючі секції випарників розташовані безпосередньо в апараті, відсутні додаткові циркуляційні насоси. Проте застосування як середовища, яке відводить тепло, рідкого холодоносія викликає корозію елементів апарата. Технічна характеристика апарата для заморожування упакованих продуктів у рідкому холодоносії приведена нижче.

Технічна характеристика	
Продуктивність, кг/год	1000
Ємність, кг	700
Температура, °C	
середовища, яке відводить тепло	-30
замороженого продукту	-18
Тривалість заморожування, хв	40-50
Габаритні розміри, мм	
довжина	8500
ширина	3200
висота	2600
Маса, кг	4800

4 Контрольні питання

1. Теплофізична сутність та особливості процесу заморожування харчових продуктів;
2. Вплив швидкості заморожування на кристалізацію вологи у продукті;
3. Сучасні засоби контактного заморожування харчових продуктів;
4. Особливості організації та проведення процесу контактного заморожування харчових продуктів;
5. Холодильне, технологічне обладнання камер заморожування м'яса;
6. Повітряні морозильні апарати;
7. Сучасні засоби безконтактного заморожування харчових продуктів;
8. Особливості організації та проведення процесу безконтактного заморожування харчових продуктів;
9. Апарати безконтактного заморожування.

5 Тестові завдання:

1) Кріоскопічною температурою називають температуру, при якій:

- а) продукт відправляють в торгову мережу або на переробку;
- б) продукт упаковують;
- в) починають виділяться кристали льоду з тканинних соків;
- г) кипить холодильний агент.

2) Дефростація - це процес:

- а) нагрівання продукту;
- б) зволоження продукту;
- в) усихання продукту
- г) розморожування продукту.

3) Яка температура кипіння рідкого азоту?

- а) 0°C;
- б) -273°C;
- в) -196°C;
- г) -18°C.

4) Імерсійні апарати працюють за принципом:

- а) обдування холодним повітрям;
- б) контакту з охолодженою поверхнею;
- в) занурення продуктів у ванну з кріогенною рідиною;
- г) розпилювання холодоносія.

5) До якої температури знижують температуру при заморожуванні?

- а) до температури продукту нижче його кріоскопічної температури, але не менше – 8°C у глибині продукту;
- б) до температури продукту, яка дорівнює його кріоскопічній температурі;
- в) до температури продукту нижче його кріоскопічної температури, але не менше – 40°C у глибині продукту;
- г) до температури продукту нижче 0°C у глибині продукту.

6) У флюїдизаційних морозильних апаратах холодне повітря подається:

- а) зверху на продукт;
- б) знизу через спеціальні ґрати;
- в) уперек руху продукту;
- г) заморожування продукту відбувається за рахунок занурення його в холодоносія.

1. Холодильные машины: Учебник для ВТУЗов/Под общ. ред. И.А. Сакуна.-Л.: Машиностроение, 1985.-510 с.
2. Гиль И.М. Устройство, монтаж и техническое обслуживание холодильных установок / И.М. Гиль. - М.: Пищевая промышленность, 1973.-465 с.
3. Холодильні установки: Підручник / 6-е вид., перероблене і доповнене / І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Лар'яновський та ін.; За ред. І.Г. Чумака. – Одеса: Рефпринтінфо, 2006. – 550 с.
4. Якобсон В.Б. Малые холодильные машины / В.Б. Якобсон. – М.: Пищевая промышленность, 1977.-368 с.
5. Колач С.Т. Холодильное оборудование для предприятий торговли и общественного питания / С.Т. Колач. Уч. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Академия, 2003. – 240 с.
6. Главацкая В.И. Механическое и холодильное оборудование предприятий общественного питания: Учебник для технол. отд-ний техникумов сов. торговли и обществ. питания / В.И. Главацкая, И.Е. Киселева, Т.Н. Родникова. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 1982. – 408 с.
7. Кочетков Н.Д. Холодильная техника / Н.Д. Кочетков.– М.: Машиностроение, 1966. – 408 с.
8. Курылев Е.С. Примеры, расчеты и лабораторные работы по холодильным установкам / Е.С. Курылев, Н.А. Герасимов. – Л.: Машиностроение, 1971.-256 с.
9. Якшаров Б.П. Справочник механика по холодильным установкам / Б.П. Якшаров, И.С. Смирнова. – Л.: Агропромиздат, 1989.-312 с.

