

Лекція 8

ХОЛОДИЛЬНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ. ЕКСПЛУАТАЦІЯ УСТАНОВОК ОХОЛОДЖУВАННЯ ПОВІТРЯ І ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.

Вступ

1. Класифікація обладнання, призначене для заморожування харчових продуктів.
2. Холодильне технологічне обладнання для контактного заморожування харчових продуктів.
3. Візкові апарати.
4. Імерсійні апарати.
5. Холодильне технологічне обладнання для безконтактного заморожування харчових продуктів.
6. Горизонтально-плиткові апарати
7. Експлуатація установок охолодження повітря і холодильного обладнання.
8. Несправності холодильних установок і їхнє усунення.
9. Техніка безпеки при обслуговуванні холодильних установок.

Література

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. Чумак И.Г. Холодильные установки / И.Г. Чумак, В.П. Чепурненко. – М.: Агропромиздат, 1991.-495 с.10
4. Арустамов Э.А. Оборудование предприятий торговли, М., 2000.
5. Оборудование торгового предприятия. Под ред. Парфентьева, М. 2000.
6. Улейский Н.Т., Улейская Р.И. Холодильное оборудование. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2000.
7. Голянд М.М. Холодильное технологическое оборудование / М.М. Голянд, Б.Н. Малеванный. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 336 с.
8. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів: Навч. посіб. / М.М. Масліков – К.: НУХТ, 2007. – 335 с.
9. 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.

Вступ

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 в повітрі та рідких середовищах. Під час заморожування харчових продуктів значна частини вологи, яка міститься в продукті, перетворюється в лід. При цьому знижуються органолептичні показники продукту, але при правильній організації процесу заморожування, зниження якості продукту може бути зведено до мінімуму.

1.Класифікація обладнання, призначене для заморожування харчових продуктів

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. В якості охолоджуючого середовища використовують повітря, яке охолоджують за допомогою парокомпресійних та повітряних холодильних машин. Холодильне обладнання камер заморожування складається з камерних охолоджуючих пристроїв: батарей та повітроохолоджувачів. В 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.

В залежності від організації технологічного процесу камери заморожування можуть бути камерами одно- та двофазного заморожування. В 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.

2.Холодильне технологічне обладнання для контактного

заморожування харчових продуктів.

Повітряні морозильні апарати на сьогодні являються найбільш поширеними. Заморожування продуктів в 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. В вантажному відсіку застосовують тунельну систему розподілу повітря. В вантажному відсіку знаходиться продукт, що заморожується, який пересувається різноманітними транспортними засобами, в відсіках повітроохолоджувачів розташовують секції, які призначені для охолодження повітря, системи подачі повітря (вентиляторна установка) та піддон для збору талої води, який обігрівається.

Вид системи транспортування залежить передусім від цільового призначення апарата (асортимент харчових продуктів, які заморожуються) та його продуктивності. Використовуються візки (етажерки), конвеєри 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.

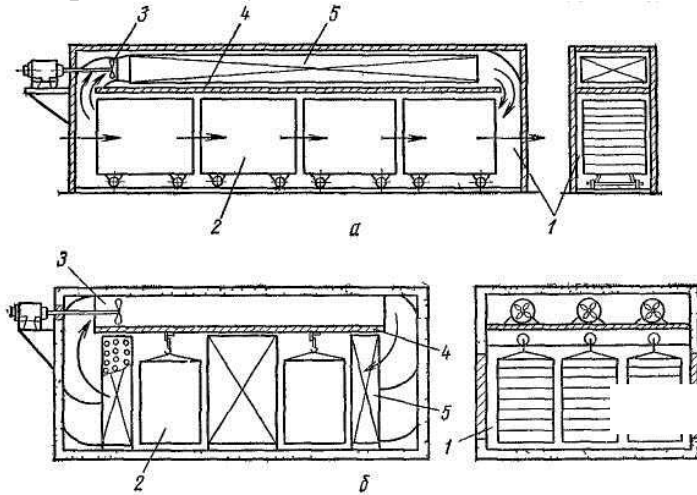
Система подачі повітря включає вентилятори (осьові, відцентрові) та розподільники повітря (канали, відбивачі). Будова системи залежить від аеродинамічного опору руху повітря та взаємного розташування повітроохолоджувача й продукту. Повітря може циркулювати як уздовж, так і поперек об'єму, який займає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

3.Візкові апарати.

Візкові апарати бувають з подовжнім або з поперечним рухом повітря, а також з ручним і механізованим переміщенням візків 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 *апарату 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.



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

Рис. 1. Схема пристрою візкового морозильного апарату

Пристрій апарату з поперечним рухом повітря показаний на рис. 1, *б*. Апарат складається з одного або декількох вантажних відсіків, в яких знаходяться підвісні етажерки (або візки) з продуктами. Повітря, що подається, вентиляторами, рухається в напрямку, перпендикулярному подовжній осі тунелю. В 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 в 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 холодоносій – 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 в контактних апаратах з криогенною рідиною вище, ніж в повітряних і плиткових морозильних апаратах.

Залежно від виду середовища, яке відводить тепло, яке застосовують для холодильної обробки харчових продуктів, апарати контактного заморожування бувають криогенні, вуглекислотні, фреонові, а також апарати для заморожування продуктів холодоносіями.

В криогенних апаратах в якості середовища, яке відводить тепло, звичайно застосовують рідкий азот, а іноді і рідке повітря. При заморожуванні в цих апаратах продукт занурюється в рідкий азот або зрошується ним. По цій ознаці криогенні апарати можна класифікувати на імерсійні апарати (занурення продуктів у ванну з рідким азотом), а також на апарати з розпиленням рідкого агента у вантажному відсіку.

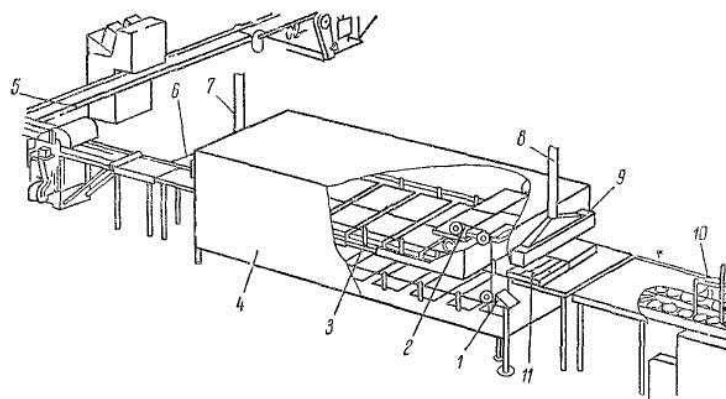
4.Імерсійні апарати

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 в ньому унаслідок високої швидкості заморожування і великої нерівномірності температур за об'ємом виникають значні внутрішні напруги, які порушують структуру продукту, викликаючи його розтріскування і розшарування. В таких апаратах питома витрата рідкого азоту досягає 2 кг і більш на 1 кг замороженого продукту. Зростання питомої витрати азоту призводить до збільшення вартості заморожування продукту. В 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.



1 – пульт керування; 2 – вантажний конвеєр; 3 – ванна з рідким азотом; 4 – ізольований контур; 5 – лінія упаковки заморожених продуктів, 6 –

розвантажувальний стіл; 7, 8 – витяжні трубопроводи, 9 – приймальний колектор; 10 – фасувальний автомат, 11 – завантажувальний стіл.

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

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 упаковки.

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 упаковки замороженого продукту апарату 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 апарату.

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

10. 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 в блоках: м'яса, субпродуктів, промислової риби, рибного філе та фаршу, творогу 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.

В плиткових морозильних апаратах упакований або не упакований продукт заморожується, знаходячись в 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 холодинним агентом (випарна система) або холодоносієм, який охолоджує в випарнику. У випарну систему плиткового морозильного апарату холодинний агент може подаватися під різницею тисків конденсації та кипіння або циркуляційними насосами.

Апарати можуть обслуговуватися індивідуальними або центральними холодинними установками. Відсутність проміжного повітряного середовища в плиткових морозильних апаратах дозволяє зменшити перепад температур та інтенсифікувати теплообмін між продуктом, що охолоджується, та холодинним агентом (холодоносієм), а також відмовитись від громіздких та металоємних повітроохолоджувачів та енергоємних вентиляторів. Тому плиткові морозильні апарати інтенсивні, компактні та економічні. В 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.

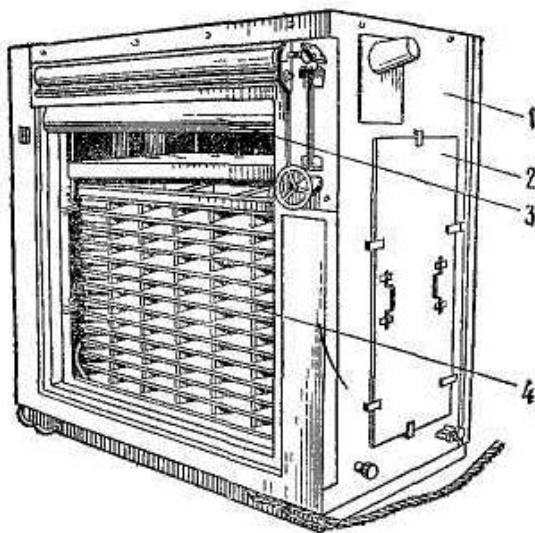
В залежності від розташування морозильних плит та їхньої конструкції апарати бувають горизонтально-плиткові (апарати з горизонтальним розташуванням плит), вертикально-плиткові (апарати з вертикальним розташуванням плит), роторні (апарати з радіальним розташуванням плит), а також апарат барабанного типу.

7.Горизонтально-плиткові апарати

Горизонтально-плиткові апарати застосовують для заморожування філе. В таких апаратах продукт, що знаходиться між плитами, заморожується в 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. В деяких апаратах гідравлічний привод (гідравлічні циліндри) розміщують збоку (поряд з морозильними плитами), що дозволяє виконувати апарат компактним. Тиск підпресування на продукт підтримується постійним за допомогою спеціального клапана, який автоматично перепускає масло з гідравлічних циліндрів в 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 ізолюваного 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.



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

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

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 колектора апарату холодильний агент прямує з ресивера циркуляційним насосом.

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

Ізолюваний контур закритий двошаровою шторою, один край якої жорстко прикріплений до апарату, 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, °С	–40
Кінцева температура в центрі блоку, °С	–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 віддаляється повітря.

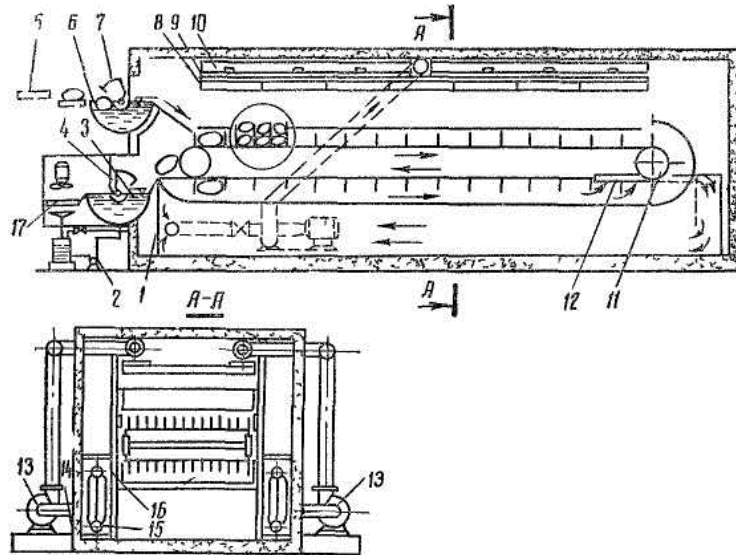
Апарати безконтактного заморожування бувають для заморожування упакованих продуктів в рідкому холодоносії; продуктів на сталевій стрічці, зрошуваних рідким холодоносієм; продуктів в металевих формах, занурюваних в рідкий холодоносіє.

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.

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 апарату. Після того, як тушки птаха потрапляють в ліву частину завантажувального затвора, спрацьовує виштовхувач, який занурює тушки в холодоносії, а потім подає їх в порожню кліть транспортерної стрічки, що займає вихідну позицію для завантаження. Кліть утворена спеціальними перегородками, які переміщують тушки.



1 – охолоджуюча ванна; 2 – насос для підтримки рівня в завантажувальному гідравлічному затворі; 3 – розвантажувальний гідравлічний затвор, 4 – виштовхувач, 5 – транспортер для подачі гушок птаха до завантажувального гідравлічного затвора, 6 – завантажувальний гідравлічний затвор, 7 – виштовхувач, 8 – перфорований піддон, 9 – фільтри, 10 – розподільчий 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.

Рис. 4. Апарат для заморожування упакованих продуктів в рідкому холодоносії

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 в розвантажувальний гідравлічний затвор, з якого їх видаляє виштовхувач.

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

За допомогою двох циркуляційних насосів холодоносій засмоктується з випарників і поступає в розподільні колектори, а потім в перфоровані зрошувальні піддони. Холодоносій, стікаючи тонкими струменями на тушки птаха, прямує в охолоджуючу ванну і через водозливні отвори знов потрапляє 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 апарату 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 в холодоносій – незначні. Конденсація пари, що знаходиться в 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 апарату. Втрати холодоносія в апараті мінімальні, оскільки холодоносій, що здувається з тушок, повертається у випарники.

Унаслідок 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 апарату. Технічна характеристика апарату для заморожування упакованих продуктів в рідкому холодоносії приведена нижче.

Технічна характеристика		
Продуктивність, кг/год		1000
Ємність, кг		700
Температура, °С		
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

Експлуатація установок охолодження повітря і холодильного обладнання.

Холодильник являє собою установку, що складається з холодильного агрегату й однієї чи декількох камер для збереження продуктів. Він має компресор, що приводиться в дію електродвигуном через клиноремінну передачу, конденсатор, ресивер, фільтр-осушувач, реле високого тиску, терморегулювальний вентиль, один чи кілька випарників (у залежності від кількості камер) і чи пресостат термостат для автоматичного включення і відключення холодильного агрегату. Конденсатор проохолоджується вентилятором, установленим на валу електродвигуна компресора.

Для холодильників застосовуються холодильні агрегати типу LG-60 холодопродуктивністю 0,56 квт з електродвигуном потужністю 0,8 квт і типу LF-90 холодопродуктивністю 0,75 квт з електродвигуном потужністю 1,2 квт.

Температура в камерах для збереження м'яса підтримується від 1 до 3 °С, для збереження риби — від —1 до —3 °С, для збереження напоїв — від 6 до 10 °С і для інших продуктів — від 2 до 6 °С.

Агрегати холодильників розміщені в кухні, роздавальній і під вагоном. Водоохолоджувачами обладнаються майже всі пасажирські вагони. Вітчизняні вагони з індивідуальною системою електропостачання обладнані охолоджувачами питної води типів ОВК-50М, ВОК-4/50 і ОВК-ПОМ, ВОК-4/110 відповідно на номінальну напругу 50 і АЛЕ В постійного струму. На вагонах з централізованим електропостачанням установлені водоохолоджувачі типів ОВК-380М и ВОК-4/380. Холодопродуктивність таких установок 0,25 квт. На вагонах будівлі ГДР установлені водоохолоджувачі типу ТВК-Ю з холодопродуктивністю установки 0,22 квт, а на вагонах будівлі ПНР — водоохолоджувачі типу САФ-2у з холодопродуктивністю 0,41 квт.

Температура охолодженої води повинна бути 15 ± 3 °С.

Повітроохолоджувачі і холодильники розміщені в службовому купі вагона.

1. Експлуатація установок охолодження повітря . і холодильного устаткування

Технічне обслуговування установок охолодження повітря, холодильників і водоохолодження виробляється відповідно до інструкцій ЦВ МШС і заводів-виготовлювачів.

При технічному обслуговуванні ТЕ-1 установок охолодження повітря перед відправленням у рейс ретельно оглядають компресорний і конденсаторний агрегати, перевіряють справність підвіски агрегатів і огорожень, рівень олії в картері компресора, що повинний бути не нижче контрольної риси на оглядовому склі. Достатня кількість хладона в системі визначають - по оглядових стеклах на ресивері — кулька в нижньому оглядовому склі повинний плавати — чи по тиску його пар у конденсаторі.

При температурі зовнішнього чи повітря приміщення, у якому знаходиться конденсатор, по шкалах манометра високого тиску визначають необхідний тиск пар хладона. Наприклад, при температурі зовнішнього повітря 20 °С нормальний тиск хладона повинен бути 0,48 МПа. Якщо воно по манометрі нижче, те хладона в системі недостатньо. Додають хладон тільки через технологічні фільтри-осушувачі.

У випадку виявлення ознак витоку хладона (утворення жирних плям, що не просихають, у місцях сполучення деталей, періодично виникаюча необхідність додавання хладона) герметичність системи перевіряють галоїдною чи лампою обмилюванням.

При витоку хладона синювато-прозоре полум'я спиртового пальника офарблюється в зелено-синій колір. При обмилювання в місцях витоку виявляються пухирці піни.

Перевіряють стан клинових ременів і при необхідності регулюють їхній натяг. Стріла прогину не повинна перевищувати 30 мм під зусиллям 29,4 Н, прикладеним до середини ремня.

Для зменшення віднесення олії з картера компресора до пуску установки охолодження повітря особливо після тривалої її бездіяльності попередньо на 1—5 ч включають картерний електропідігрівач. При підігріві олії легковипаровуючий хладон як би википає з олії і піни при пуску не утворюється. Тому частина олії у виді тумана і дрібних крапель не захоплюється парами хладона, що нагнітаються, у систему.

При ТЕ-1 у шляху проходження оглядають: холодильне устаткування і його огороження; перевіряють рівень олії в компресорі і наявність хладона-12 у холодильній установці; режими роботи установки охолодження повітря по манометрах і термометрам, а холодильників і водоохолоджувачів — по температурі, створюваної в охолоджуваному середовищі, що повинна підтримуватися відповідно до технічної документації.

При нормальній роботі компресора повинний бути ритмічний звук працюючих клапанів. Температура картера вище 60—70 °С не допускається.

При осінньому огляді установки охолодження повітря водоохолоджувачі і деякі холодильні агрегати вагонів-ресторанів на зимовий період піддають консервації (особливо ретельно оглядають вузли, розташовані під вагоном). Обмивають вузли Т водою, підігрітої до температури 50—65 °С, при тиску не більш 0,2 МПа з наступним обдуванням стисненим повітрям. Потім перевіряють герметичність установки і конденсують хладон-12. Для перекачування хладона в ресивер закривають вентиль на виході з ресивера і включають холодильну установку. Відтяг холодоагенту роблять до 0,02—0,03 Мпа в кілька прийомів, поки в системі не буде стабільного тиску. Відтяг хладона із системи доводити до вакууму не рекомендується, тому що в систему може потрапити повітря.

Клинові ремені привода вентиляторів конденсатора і компресорів знімають і придатні кладуть на збереження в сухе місце чи цеху комори.

При весняному огляді роблять розконсервацію установок охолодження повітря і холодильних агрегатів. При цьому оглядають

холодильне устаткування; обмивають підвагонне холодильне устаткування; установлюють клинові ремені; перевіряють рівень олії в компресорі і хладона в установці і при необхідності додають, щільність фланцевих і нарізних сполучень у хладонових трубопроводів, що регулюють і контрольних приладів, режими роботи холодильної установки.

При настроюванні приладів автоматики варто уникати тривалої роботи компресора при тиску усмоктування нижче атмосферного, тому що можна порушити герметичність сальника колінчатого вала і внаслідок цього може відбутися витік олії з картера.

При єдиній технічній ревізії, крім робіт, передбачених ТЕ-1: промивають і продувають від пилу повітроохолоджувач (якщо це дозволяє конструкція), конденсатор, піддон вологовідділювача, спускную трубу; промивають хладоновий усмоктувальний фільтр; замінюють фільтри-осушувачі; перевіряють роботу і стан манометрів; роблять ревізію байпасної заслінки системи вентиляції (вагон типу «Мікст»), при цьому перевіряють рівень олії в редукторі і змазують пальці привода заслінки; промивають водяну систему охолоджувача питний води з продувкою її повітрям тиском 0,05—0,07 Мпа.

У випадку порушення герметичності системи холодильної машини зарядка хладоном виробляється тільки після вакуумування її вакуум-насосом протягом 6 ч. Ступінь сушки системи повинна складати не вище —30 °С крапки роси вихідного повітря (газу).

Додавати спирт у холодильну машину забороняється.

Автоматичне регулювання холодопродуктивності виробляється за рахунок зміни частоти обертання електродвигуна компресора в співвідношенні 100 : 75 ; 50 % від номінальної і додатково за рахунок застосування дросельно-регулюючого пристрою (ДРУ). Кількість хладона, що проходить через постійний перетин сопла дросельно-регулюючого пристрою 8, знаходиться в залежності від температури і тиску конденсації. При підвищенні температури зовнішнього повітря і, отже, температури і тиску конденсації в повітроохолоджувач надходить велика кількість рідкого хладона.

При роботі компресора на високій і середній частоті обертання, коли обоє соленоїдних вентиля відкриті, рідкий хладон надходить у повітроохолоджувач через терморегулювальний вентиль 9 і через сопло ДРУ 5. При цьому працюють обидва вентилятори конденсатора. При низькій частоті обертання соленоїдний вентиль перед ТРВ закривається і хладон у повітроохолоджувач надходить тільки через вентиль і сопло ДРУ; одночасно зупиняється один з вентиляторів конденсатора. При відключенні установки обоє соленоїдних вентиля закриваються.

Автоматична робота установки кондиціонування повітря здійснюється за допомогою термостатів із РКТ, встановлених у нагнітальному каналі воздухотягу і між IV і V купе.

Для завдання визначеного режиму роботи установки передбачений сезонний перемикач У1 (мал. 118) на три положення Зима — 0 — Літо.

Забезпечення оптимального перепаду температури повітря усередині і зовні вагона, а також включення ручного режиму керування виробляються перемикачем У2 на три положення Холодніше — Нормально — Тепліше.

При установці перемикача В1 у положення Літо, а перемикача В2 у положення Холодніше — автом. температура повітря усередині вагона буде підтримуватися в межах 20—26 °С. Причому при температурі у вагоні нижче 20 °С включається електрокалорифер потужністю 8 квт, а двигун примусової вентиляції працює із середньою частотою обертання. При підвищенні температури до 22 °С електрокалорифер відключається, а двигун примусової вентиляції переводиться на роботу з високою частотою обертання. При досягненні температури 24 °С автоматично включається установка охолодження повітря на низьку продуктивність. При цьому включається один соленоїдний вентиль, двигун компресора працює з низькою частотою обертання і конденсатор прохолоджується тільки одним вентилятором. Якщо температура продовжує підвищуватися і досягне 25 °С, установка переключається на середню продуктивність. При цьому відкривається другий соленоїдний вентиль, включається двигун другого вентилятора конденсатора і двигун компресора переводиться на роботу із середньою частотою обертання. При підвищенні температури у вагоні до 26 °С двигун компресора переводиться на високу частоту обертання й установка працює з найбільшої холодопродуктивності.

При зниженні температури у вагоні від 26 до 20 °С і нижче порядок роботи установки кондиціонування повітря зворотний.

Робота установки в положення перемикача В2 Нормально—автом. і Тепліше — автом. аналогічна при положенні Холодніше —автом. с тією лише різницею, що температура у вагоні підтримується на більш високому рівні, тобто відповідно 20—27 і 20—28 °С.

При виході з ладу елементів автоматики перемикач У2 встановлюється в положеннях Холодніше-ручне, Нормально — ручне. Тепліше — ручне. При цьому установка охолодження повітря включається відповідно на роботу з низькою, середньою і найбільшою продуктивністю.

При непрацюючому генераторі, а також при роботі генератора від асинхронного двигуна установка автоматично переводиться на роботу з низькою продуктивністю. Якщо перемикач У1 знаходиться в положенні Зима і температура в нагнітальному каналі воздухотягу 18—20 °С, включається двигун примусової вентиляції на низьку частоту обертання, обидві секції електрокалорифера загальною потужністю 12 квт і двигун циркуляційного насоса опалення. При температурі в нагнітальному каналі воздухотягу вище 23 °С відключається секція електрокалорифера потужністю 4 квт, а при температурі 26 °С — обидві секції калорифера і циркуляційний насос опалення; працює тільки двигун примусової вентиляції із середньою частотою обертання.

При зниженні температури в нагнітальному воздухотягу від 26 °С до температури, меншої 18 °С, порядок роботи агрегатів зворотний вищевикладеному.

При непрацюючому генераторі і при температурі в нагнітальному каналі воздухотягу вище 18 °С двигун примусової вентиляції переводиться на роботу з низькою частотою обертання, а I при температурі нижче 18 °С відключаються обидві секції калорифера і двигун вентилятора.

Контроль за роботою установки кондиціонування повітря здійснюється по сигнальних лампах на розподільному щиті, що оповіщає про роботу примусової вентиляції, секцій електрокалорифера, циркуляційного насоса опалення і компресора, 4 по манометрах низького і високого тиску, тиску олії, установлених на щиті в тамбурі котлової сторони вагона.

При нормальній роботі системи охолодження повітря манометр низького тиску повинний показувати 2,36—2,7 кгс/див2 (0,236—1-0,27 МПа) і відповідно температуру випару 2—5°C, манометр високого тиску — 6—12 кгс/див2 (0,6—1,2 МПа) і відповідно температуру конденсації 27—53°C, а манометр тиску : олії — 2,9—4,7 кгс/див2 (0,29—0,47 МПа).

2. Несправності холодильних установок і їхнє усунення

Несправності в холодильній установці можуть виникнути внаслідок неправильного обслуговування, а також зносу її деталей, вузлів і приладів. Несправності розділяють на механічні (частіше в компресорі), по режиму роботи в циркуляційній системі і приладів автоматики.

Характерні несправності холодильних установок (по режиму роботи), причини і способи їхнього усунення наступні.

Надмірно високий тиск нагнітання може бути викликано: недостатнім охолодженням конденсатора внаслідок забруднення його теплопередаючий поверхні; недостатньою подачею вентилятора конденсатора; надлишком холодоагенту в системі; наявністю повітря в системі. При наявності повітря в системі холодоагент проходить через ТРВ із переривчастими свистячими звуками, відбувається сильне тремтіння стрілки манометра високого тиску.

Підвищений тиск усмоктування може бути по наступним основних причинах: надмірно відкрита ТРВ чи система переповнена холодоагентом; нещільно прилягають усмоктувальні клапани компресора, поршневі кільця; наявність повітря в системі.

Низький тиск усмоктування може бути викликано сильним забрудненням масляних фільтрів для очищення повітря; недостатньою кількістю холодоагенту в чи системі недостатнім відкриттям ТРВ; замерзанням вологи в ТРВ; засміченням чи осушувачів фільтра ТРВ. При засміченні фільтрів покривається чи інеєм отпотеваєт рідинний трубопровід до місця засмічення.

Знижений тиск олії в системі змазування можливо через недолік олії в картері, засмічення масляних фільтрів, неправильної зборки масляного насоса, значного зносу його деталей, підвищених зазорів у різних підшипниках шатунів. «Вологий» хід компресора характеризується тим, що температура усмоктування (по термометрі) дорівнює температурі кипіння (по манометрі). Робота компресора «вологим» ходом приводить до гідравлічних ударів у циліндрі, що можуть викликати аварію. Основною причиною «вологого» ходу є надмірне відкриття регулюючого вентиля подачі

холодоагенту у випарник.

Для усунення перерахованих вище несправностей необхідно відповідно очистити (промити) конденсатор; злити надлишок хладона із системи; видалити повітря із системи; відрегулювати ТРВ, зменшивши подачу холодоагенту у випарник; замінити пластини всмоктувальних клапанів, поршневі кільця; замінити повітряні масляні фільтри системи вентиляції; додати хладон у систему; відрегулювати ТРВ, збільшивши подачу холодоагенту у випарник; зняти «снігову шубу» ТРВ теплою водою і замінити фільтри-осушувачі; розібрати і промити чи фільтр установити (новий; додати олія в картер компресора; зняти і промити фільтри масляного насоса, перевірити збірку насоса, замінити його зношені деталі; зменшити зазори в різних підшипниках шатунів, відрегулювати ТРВ, зменшать подачу хладона у випарник.

3. Техніка безпеки при обслуговуванні холодильних установок

Усі працівники, зв'язані з чи обслуговуванням ремонтом холодильних установок пасажирських вагонів, повинні бути добре знайомі з пристроєм устаткування, інструкціями з його експлуатації і проходити спеціальне навчання правилам техніки безпеки.

При несправності хладонових установок, незважаючи на відносну нешкідливість хладона, можливе ядуха, якщо зміст пар хладона в повітрі більш 30 %. Небезпека для обслуговуючого персоналу представляє також безпосереднє влучення рідкого холодоагенту на чи шкіру очі; він викликає обморожування шкіри й ушкодження очей. На відкритому полум'ї хладон, розкладаючи при температурах вище 400 °С, утворить отрутні гази, у тому числі і фосген. Тому розкривати хладонових компресори, апаратуру і трубопроводи можна тільки в захисних окулярах і тільки після того, як тиск хладона в них буде знижено до атмосферного; користатися відкритим вогнем і курити забороняється.

Не можна експлуатувати установки охолодження повітря, якщо манометри не мають чи пломб мають пломби з минулим терміном їхньої перевірки, а також якщо вони не мають червоної риси робочого тиску, що допускається гранично. Манометри повинні піддаватися перевірці і пломбуватися не рідше 1 рази в рік, а також після кожного ремонту.

При заповненні системи хладоном нагрівати балон яким-небудь способом забороняється. При цьому не дозволяється підвищувати тиск на нагнітальній стороні більш 0,9 Мпа, а на усмоктувальної — більш 0,4 Мпа. Забороняється залишати балони з хладоном приєднаними до холодильної установки після заповнення чи системи видалення з її хладона. Норма заповнення балона при зливі із системи не повинна перевищувати 1,1 кг/л.