

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра холодильних установок і кондиціювання повітря



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему: Дослідження та розробка системи холодопостачання
для зберігання плодів у регульованому газовому середовищі місткістю 600 т.
для забезпечення потреб переселенців у м. Одеса

Здобувача Тацюк О.І.

2 курсу ХМ-161М групи

Керівники д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

к.т.н., доц. Яковлева О.Ю.

Консультанти: к.т.н, доц. Жихарєва Н.В.

д.е.н, проф. Басюркіна Н.Й.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 01.12.2023 р. протокол № 6

Завідувач кафедри ХУКП Михайло ХМЕЛЬНЮК

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра	Холодильних установок і кондиціонування повітря
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

«31» серпня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тацюк Олександр Ігорович

1. Тема роботи Дослідження та розробка системи холодопостачання для зберігання плодів у регульованому газовому середовищі місткістю 600 т. для забезпечення потреб переселенців у м. Одеса

Затверджена наказом ОНТУ від 31.10.2022 р. наказ № 784-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 30.11.2023 р.

3. Вихідні дані роботи

Будівля холодильника виконується одноповерховою та розташована у м. Одеса. Зберігання плодів в камерах здійснюється при температурі від 0°C до + 4°C, а також відносної вологості повітря 90-95%; місткість 600 т.

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Реферат, Вступ, Розділ 1. Взаємодія попиту та пропозиції. 2. Об'ємно- планувальні рішення. 3. Взаємодія попиту в регульованому газовому середовищі (РГС).

4. Розрахунок і підбір огорожуючих і ізоляційних конструкцій фруктосховища.

5. Вибір холодильного агента. 6. Тепловий розрахунок холодильної установки.

7. Гідрофторолефіни. 8. Розрахунок повітряохолоджувача. 9. Схемне рішення.

10. Охорона праці. 11. Економічна частина. Висновки. Список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Презентація в PowerPoint

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічна частина	д.е.н, проф. Басюркіна Н.Й.	13.11.2023	17.11.2023
Охорона праці	к.т.н, доц. Жихарєва Н.В.	06.11.2023	10.11.2023

7. Дата видачі завдання 31.08.2023 р.

Керівники Хмельнюк М.Г.

Яковлева О.Ю.

Завдання прийняв до виконання Тацюк О.І.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат	25.11-30.11.2023	виконано
2	Вступ	02.09-10.09.2023	виконано
3	Взаємодія попиту та пропозиції	04.09-20.09.2023	виконано
4	Об'ємно-планувальні рішення	05.10-15.10.2023	виконано
5	Взаємодія попиту в РГС	16.10-20.10.2023	виконано
6	Розрахунок і підбір огорожуючих і ізоляційних конструкцій фруктосховища	21.10-30.10.2023	виконано
7	Вибір холодильного агента	21.10-30.10.2023	виконано
8	Тепловий розрахунок холодильної установки	21.10-30.10.2023	виконано
9	Гідрофторолефіни	21.10-30.10.2023	виконано
10	Розрахунок повітряохолоджувача	01.11-04.11.2023	виконано
11	Схемне рішення	18.11-22.11.2023	виконано
12	Охорона праці	13.11-17.11.2023	виконано
13	Економічна частина	20.11-24.11.2023	виконано
14	Висновки	25.11-27.11.2023	виконано
15	Список літератури	27.11-28.11.2023	виконано

Здобувач-дипломник Тацюк О.І.

Керівники роботи Хмельнюк М.Г.

Яковлева О.Ю.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Тацюк Олександр Ігорович

3MICT

	Стр.
Реферат	5
Вступ	6
1. Взаємодія попиту та пропозиції	8
1.1 Процеси, що відбуваються в плодах і овочах при зберіганні	9
1.2 Фізичні процеси	9
1.3 Нормативно-технічна документація	11
1.4 Оптимальний режим зберігання плодоовочевої продукції	12
2 Об'ємно-планувальні рішення	16
3 Взаємодія попиту в регульованому газовому середовищі (РГС)	19
4 Розрахунок і підбір огорожувачів і ізоляційних конструкцій фруктосховища	33
4.1 Теплопритоки через огорожувальні конструкції	33
4.2 Теплопритоки від вантажів при їх холодильній обробці	36
4.3 Теплопритоки при вентиляції приміщень	37
4.4 Експлуатаційні теплопритоки	37
4.5 Розрахунок теплопритоків від дихання плодів і овочів	39
4.6 Визначення навантаження на прилади охолодження і компресора	40
5 Вибір холодильного агента	42
6 Тепловий розрахунок холодильної установки	48
7 Гідрофторолефіни	54
8 Розрахунок повітряохолоджувача	85
9 Схемне рішення	93
10 Охорона праці	94
11 Економічна частина	114
11.1 Організаційно-економічне обґрунтування проекту	114
11.2 Розрахунок показників економічної ефективності проекту	116
11.2.1 Розрахунок капітальних вкладень	116
11.2.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	118
11.2.3 Розрахунок річного економічного ефекту	121
11.2.4 Визначення терміну окупності капітальних вкладень	121
Висновки	123
Список літератури	124

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження та розробка системи холодопостачання для зберігання плодів у регульованому газовому середовищі місткістю 600 т. для забезпечення потреб переселенців у м. Одеса	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.	Тацюк О.І.							4	125
Перевір.	Яковлева О.Ю.					ОНТУ гр. ХМ-161М			
Реценз.									
Н. Контр.	Хмельнюк М.Г.								
Затверд.									

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з: 125 сторінок тексту, 32 рисунків, 23 таблиця, 13 посилань на літературні джерела.

В кваліфікаційній роботі вирішено задачу дослідження та розробки системи холодопостачання для зберігання плодів у регульованому газовому середовищі, яка забезпечує скорочення енерговитрат на 10 – 20 % за рахунок використання високоефективних екологічно безпечних робочих тіл. Виявлено та реалізовано енергопотенціал установки шляхом впровадження вищеописаних удосконалень та в підсумку енерго та ресурсозбереженням. Запропоновано замінити холодоагент R507, на екологічно безпечний такий як: R513, що в свою чергу знизить згубний вплив на оточуюче середовище в виді парникового ефекту більше ніж в 6 разів. Використання R513, як робочого тіла в холодильній установці призводить до підвищення холодильного коефіцієнта машини в порівнянні з системою, яка працює на R507 в середньому на 20 %. Розроблено схемотехнічне рішення холодильної установки для фруктосховища з пластинчатими конденсаторами, що повністю задовольняє технічному завданню та знижує температуру конденсації в середньому на 5 градусів.

Ключові слова: РГС – Фруктосховище – Холодильний агент – GWP

ABSTRACT

The qualification work consists of: 125 pages of text, 32 figures, 23 tables, 13 references to literary sources.

In the qualification work, the problem of research and development of a cold supply system for storing fruits in a regulated gas environment, which provides a reduction in energy consumption by 10-20% due to the use of highly efficient environmentally safe working bodies, is solved. The energy potential of the installation was identified and implemented through the implementation of the above-described improvements and, as a result, energy and resource savings. It is proposed to replace the refrigerant R507 with an environmentally safe one such as: R513, which in turn will reduce the harmful impact on the environment in the form of a greenhouse effect by more than 6 times. The use of R513 as a working fluid in a refrigeration unit leads to an increase in the machine's cooling coefficient compared to a system that runs on R507 by an average of 20%. A circuit-technical solution of a refrigerating unit for fruit storage with plate capacitors was developed, which fully satisfies the technical task and reduces the condensation temperature by an average of 5 degrees.

Keywords: RGE – Fruit storage – Refrigerant – GWP.

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Вступ

В даний час в Україні інтенсивно формується і розвивається ринкова модель виробництва, доставки і реалізації продовольчих товарів. У ній виділяються організації-виробники сільськогосподарської продукції, сировини (фермерські господарства, ранжирування, об'єднання сільгоспвиробників, які використовують штучний холод для короткочасного зберігання зібраного врожаю, охолодження молока і т.д.), організації-заготівельники, забезпечені спеціальним охолоджуючим і ізотермічним транспортом, підприємства переробники сільськогосподарської сировини (молокозаводи, сирзаводи, м'ясокомбінати, фабрики морозива, консервні комбінати, пивзаводи, винзаводи і так далі. Використовують х олод в технологічних і виробничих процесах, а також при зберіганні готової продукції, великооптові, середньооптові, дрібнооптові фірми, забезпечені охолоджуваними складськими приміщеннями та спецтранспортом, а також магазини роздрібної торгівлі та організації громадського харчування, які використовують у своїй діяльності охолоджувані вітрини і шафи. Умова збереження якості сільськогосподарської продукції, незалежно від довжини шляху виробник-споживач, безперервність обробки холодом, тобто холодильного ланцюга. Але необхідно не тільки постійно охолоджувати продукти при їх просуванні від виробника до споживача, а й забезпечити сталість необхідних для кожного виду вантажу показників температури і вологості навколишнього середовища. Інакше можливо подмороживание вантажу (особливо небезпечно для овочів і фруктів), псування продуктів, втрата маси і товарного вигляду. які використовують в своїй діяльності охолоджувані вітрини і шафи. Умова збереження якості сільськогосподарської продукції, незалежно від довжини шляху виробник-споживач, безперервність обробки холодом, тобто холодильного ланцюга. Але необхідно не тільки постійно охолоджувати продукти при їх просуванні від виробника до споживача, а й забезпечити сталість необхідних для кожного виду вантажу показників температури і вологості навколишнього середовища. Інакше можливо подмороживание вантажу (особливо небезпечно для овочів і

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

фруктів), псування продуктів, втрата маси і товарного вигляду. які використовують в своїй діяльності охолоджувати вітрини і шафи. Умова збереження якості сільськогосподарської продукції, незалежно від довжини шляху виробник-споживач, безперервність обробки холодом, тобто холодильного ланцюга. Але необхідно не тільки постійно охолоджувати продукти при їх просуванні від виробника до споживача, а й забезпечити сталість необхідних для кожного виду вантажу показників температури і вологості навколишнього середовища. Інакше можливо подмораживание вантажу (особливо небезпечно для овочів і фруктів), псування продуктів, втрата маси і товарного вигляду. Але необхідно не тільки постійно охолоджувати продукти при їх просуванні від виробника до споживача, а й забезпечити сталість необхідних для кожного виду вантажу показників температури і вологості навколишнього середовища. Інакше можливо подмораживание вантажу (особливо небезпечно для овочів і фруктів), псування продуктів, втрата маси і товарного вигляду. Але необхідно не тільки постійно охолоджувати продукти при їх просуванні від виробника до споживача, а й забезпечити сталість необхідних для кожного виду вантажу показників температури і вологості навколишнього середовища. Інакше можливо подмораживание вантажу (особливо небезпечно для овочів і фруктів), псування продуктів, втрата маси і товарного вигляду.

В даний час, в залежності від обсягів виробництва підприємства-переробника, наявності холодильного обладнання, транспортного парку, місце розташування і географії поставок використовуються різні схеми - від однорівневої "виробник-роздріб" в трирівневої "виробник - великий оптовик - середній або дрібний оптовик - роздріб" . Відповідно і потреба в охолоджуваних холодильних ємкостях у організацій посередників буде різною.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

1. Взаємодія попиту та пропозиції

Серед харчових продуктів свіжі плоди і овочі як об'єкти зберігання займають особливе місце. Це пояснюється перш за все тим, що вони є живими організмами, в яких відбуваються складні процеси життєдіяльності, не припиняються на всіх етапах їх зберігання - в дорозі, сховищах, домашніх умовах. Існують деякі загальні закономірності, що визначають взаємозв'язок зберігання свіжих плодів і овочів з умовами навколишнього середовища. Це стосується фізичних змін, що відбуваються при зберіганні плодів та овочів, змін їх споживчих властивостей при транспортуванні і зберіганні, фізіологічних біохімічних процесів, найважливішим з яких є дихання. Розумне регулювання зазначених процесів з метою зниження втрат і збереження якості плодів і овочів до їх вживання лежить в основі практичних способів і режимів зберігання цих продуктів.

Для плодів, ягід і овочів охолодження і зберігання в охолодженому стані - найнадійніший і поширений спосіб консервування, в основі якого лежить використання холодильного обладнання для овочесховищ і обладнання для РГС з метою підтримки оптимальних значень температури, відносної вологості повітря і повітрообміну. Режим зберігання продукції в фруктосховища і овочесховищах встановлюють на основі вивчення її властивостей, тривалості зберігання, виду упаковки та інших особливостей. Устаткування для РГС, в якості додаткового методу консервування, дозволяє істотно продовжити термін зберігання при збереженні якості продукції.

Ефективність зберігання фруктів та овочів багато в чому залежить від рівня застосовуваних технологій і технічних засобів. Найбільш ефективна технологія зберігання овочів і фруктів в газовому середовищі (регульованою атмосфері), коли плоди містяться в герметичних камерах, в яких за допомогою спеціального обладнання підтримуються підібрані для кожного виду умови зберігання. За допомогою спеціального обладнання для створення регульованого газового середовища (РГС) в них підтримуються підібрані для кожного виду умови зберігання. В овочесховищах з РГС завдяки

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

використовуваному устаткуванню відбувається регулювання температури повітря, відносної вологості і складу атмосфери (вміст кисню, вуглекислого газу, етилену), що розширює можливість управління багатьма процесами метаболізму плодів і підтримує їх високу стійкість до всіх захворювань.

Після збору врожаю фрукти і овочі продовжують жити. Вони дихають і перетворюють кисень в вуглекислий газ. Зменшення кисню в атмосфері зберігання обмежує дихання плодів і в результаті уповільнює їх старіння. Рівні вуглекислого газу повинні суворо контролюватися! Суть технології зберігання фруктів та овочів із застосуванням РГС полягає в тому, що продукцію зберігають в герметичних холодильних камерах фруктосховищ і овочесховищ при пониженому вмісті кисню ($0,4 \div 2,5\%$) і підвищеному вуглекислого газу ($1,0 \div 3,5\%$). Для оптимального зберігання плодів необхідно:

- створення і підтримання необхідного температурно-вологісного режиму;
- створення і підтримання оптимальної концентрації кисню;
- створення і підтримання оптимальної концентрації вуглекислого газу.

1.1 Процеси, що відбуваються в плодах і овочах при зберіганні

Під час зберігання в плодах і овочах відбуваються різні фізичні та фізіолого-біохімічні процеси, які істотно впливають на їх якість і безпеку. Ці процеси протікають в тісному взаємозв'язку і залежать від природних властивостей плодів і овочів, наявності пошкоджень, зрілості, якості товарної обробки, режиму зберігання та інших факторів. Значною мірою процеси зберігання є продовженням процесів, що відбуваються в плодах і овочах при їх зростанні. Але є і принципова відмінність між ними: під час росту разом з розпадом органічних речовин в плодах і овочах здійснюється синтез цих речовин, а в об'єктах, що зберігаються відбувається головним чином їх розпад і витрата з виділенням енергії, необхідної для життєдіяльності клітин.

1.2 Фізичні процеси

Основними фізичними процесами, що відбуваються в плодах і овочах при

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

зберіганні - є випаровування вологи, виділення тепла, зміна температури. Фізичний процес випаровування води залежить від ступеня гідрофільності колоїдів, анатомічної будови і стану покривних тканин (товщина і щільність шкірки, наявність воскового нальоту), характеру і ступеня пошкодження, вологості навколишнього атмосфери, швидкості руху повітря, температури зберігання, ступеня зрілості, упаковки, термінів і способів зберігання плодів і овочів, і інших чинників, в тому числі від інтенсивності аеробного дихання, в процесі якого також утворюється вода.

Виділення вологи плодами і овочами різний в різні періоди зберігання; на початку зберігання зазвичай спостерігається активний випаровування води (період післязбиральної дозрівання), в середній період воно знижується, а в кінці зберігання знову підвищується внаслідок наближення нового вегетаційного періоду. Перезрівання плодів супроводжується посиленою вологовіддачею, оскільки в міру старіння колоїдів знижується їх гідрофільність. Як знижена вологість, так і підвищена температура повітря підсилюють випаровування води. Однак в більшості випадків на практиці спостерігається в'янення плодів і овочів, особливо при низькій вологості повітря, посиленої вентиляції і т.д.

Тривале зберігання більшості плодів і овочів при низьких температурах (близьких до 0°C) знижує інтенсивність процесів внутрішньоклітинного метаболізму, уповільнює процеси дозрівання і перезрівання, знижує витрату запасних речовин на дихання, а також діяльність мікроорганізмів. Але зниження температури не може бути довільним, оскільки при певних низьких температурах свіжі плоди і овочі замерзають і можуть загинути. Рівень температури зберігання повинен знаходитися десь близько до кордону замерзання тканин плодів і овочів.

Температура замерзання багатьох плодів і овочів в основному корелюється з вмістом в них сухих речовин і знаходиться в межах від мінус 1 до мінус $2,5^{\circ}\text{C}$. Так, середня температура замерзання картоплі $-1,2^{\circ}\text{C}$, капусти білокачанної $-1,6^{\circ}\text{C}$, моркви і буряка $-1,6^{\circ}\text{C}$, цибулі-ріпи $-1,78^{\circ}\text{C}$, яблук -2°C , винограду

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

- 3,8 °, вишні - 3,5 ° С і т.д.

Процес замерзання плодів і овочів, розміщених в середу з мінусовою температурою (нижче 0 ° С), має деякі загальні тенденції. Спочатку температура в плодах і овочах падає нижче точки замерзання, але протягом деякого часу кристали льоду ще не утворюються. Відбувається так зване переохолодження тканин. Вода клітинного розчину при цьому замерзає. При переході води в лід виділяється прихована теплота, і температура тканин відразу підвищується, досягаючи певної вищої окупляри (зазвичай до - 0,7° - 1,8 ° С), на якій тримається деякий час, а потім починає знову знижуватися. Цю високу температуру, до якої піднімається температура переохолодження, називають температурою замерзання.

Цілком очевидно, що при зберіганні свіжих плодів і овочів не можна допускати їх замерзання, яке призводить до руйнування структури тканин продуктів і, як наслідок, обмежень їх використання.

1.3 Нормативно-технічна документація

Все ііспользуемие холодильні камери повинні відповідати стандарту, який встановлює загальні положення та порядок атестації холодильних камер, в тому числі з регульованим газовим середовищем, що застосовуються для тривалого зберігання фруктів та овочів (далі камери). ГОСТ 28558-90 - Атестація холодильних камер для зберігання фруктів та овочів.

Атестацію камер проводять на додаток до робіт по перевірці їх готовності до сезону зберігання, виконуваних для визначення відповідності технічного і санітарного стану камер вимогам нормативно-технічної, проектної, експлуатаційної документації та стандартів зберігання.

У складі холодильників для фруктів і овочів з РГС передбачається станція газових середовищ (СГС). Будівля станції повинно задовольняти вимогам глав СНіП «Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування »; «Протипожежні вимоги. Основні положення проектування »; «Санітарні норми проектування», а також вимогам «Правил безпеки в газовому

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		11

господарстві».

1.4 Оптимальний режим зберігання плодоовочевої продукції

Під режимом зберігання слід розуміти сукупність умов, які необхідно дотримуватися, щоб в достатній мірі уповільнити біохімічні процеси в плодах і овочах, максимально зберегти якість і знизити втрати і перешкодити ураженні їх мікробіологічними та фізіологічними захворюваннями. Умови, при яких в кращому стані зберігається якість плодів і овочів, а процеси, що відбуваються в них, здійснюються нормально, називають оптимальними. Для кожного виду і навіть окремого сорту плодів і овочів існують оптимальні умови зберігання. Режим зберігання включає такі найважливіші чинники: температуру, вологість повітря, повітрообмін, склад газового середовища і світло. Температура для зберігання більшості плодів і овочів повинна бути на рівні близько 0 ° С. При низькій температурі енергія дихання плодів і овочів помітно знижується, а, отже, знижується витрата органічних речовин і зменшуються втрати вологи; крім того, при 0 ° С значно слабшає діяльність мікроорганізмів. Але це не означає, що можна створювати довільно низьку температуру; рівень температури зберігання зазвичай знаходиться десь близько до кордону, але вище температури замерзання тканин. Однак такі плоди, як лимони, мандарини, банани, ананаси, картопля, зберігають при температурі, значно вище, ніж точка замерзання банани - при температурі від 12 до 16 ° С, а температура замерзання їх тканин у - 2 ° С.

Вологість повітря істотно впливає на збереження плодів і овочів. Оскільки плоди і овочі містять багато води, то краще було б зберігати їх при вологості повітря, близькій 100%. Однак дуже висока вологість повітря сприятлива для розвитку мікроорганізмів, і тому плоди і овочі доводиться зберігати при відносній вологості повітря в межах від 70 до 95%. Тільки овочеву зелень, має нетривалі терміни зберігання, вдається зберігати при вологості 97 - 100% (шляхом безперервного обприскування її водою). Випаровування навіть невеликої кількості води, приблизно 6-8%, викликає їх в'янення. Тому

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		12

оптимальна вологість повітря повинна бути досить високою (85-95%). Однак деякі овочі (цибуля, часник) зберігають при зниженій вологості повітря (70-80%).

Джерелом вологи в сховищах служать самі плоди і овочі, виділяють вологу в атмосферу в результаті випаровування і аеробного дихання, а також повітря, що надходить ззовні, і деякі штучні джерела (бочки з водою, мокрий брезент, сніг, внесений в сховище). Обмін повітря означає його вентиляцію і циркуляцію. Вентиляція - це надходження повітря в сховище ззовні; циркуляція - рух повітря всередині сховища навколо плодів і овочів (тобто внутрішній обмін). Вентиляція необхідна для створення певної температури, вологості і газового складу повітря в сховище.

При зберіганні плодів і овочів в складах може накопичуватися зайве тепло і зайва волога. Джерелами тепла і вологи крім дихання і випаровування також ґрунт у деяких складах і тепло, що виділяється при конденсації вологи в результаті зіткнення теплого повітря з холодною дахом. Розрізняють вентиляцію природну і примусову, або механічну, до якої відносять також активну вентиляцію.

Природна вентиляція діє за законом теплової конвекції. Повітря, що знаходиться в масі картоплі, овочів і плодів, нагріваючись внаслідок тепловиділення при диханні, розширюється, робиться легше і разом з парами води рухається вгору і видаляється через витяжні труби або шахти, а холодне повітря, як більш щільний і важкий, проникає в сховище через припливні труби, двері, люки, вікна і канали. Швидкість руху повітря, а, отже, і ефективність вентиляції тим більше, чим вище різниця температур повітря, що видаляється і поступає і більше відстань по висоті між витяжних труб або шахти і припливним отвором.

Примусова вентиляція, здійснювана за допомогою вентиляторів, в тому числі через масу продукції за методом активного вентилявання, дозволяє регулювати температуру і вологість повітря в великих сховищах гнучко при великій висоті завантаження і ефективніше з урахуванням виду продукції,

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

зберігається. При цьому ємність сховищ використовується економічніше, зменшуються втрати, подовжуються терміни зберігання овочів і плодів.

Активна вентиляція, по суті, означає посилене рівномірне періодичне провітрювання (продування) маси картоплі і овочів знизу-вгору повітрям з певними температурою, вологістю і швидкістю. При цьому зовнішнє повітря можна подавати безпосередньо в масу продукції, мінаючи повітря сховища, або з підмішуванням їх в помірно-холодну погоду (часткова рециркуляція) при дуже низькій температурі зовнішнього повітря вентиляцію можна проводити тільки по повітрю сховища (повна рециркуляція) або частковим підмішуванням зовнішнього повітря, щоб була необхідна температура суміші. Може бути також використаний спеціальний обігрів повітря до оптимальної температури і вологості або штучне охолодження і подача по воздуховодам кондиціонованого повітря.

Крім температури, вологості та повітрообміну важливим фактором режиму зберігання плодів і овочів є склад газового середовища навколишнього повітря, а точніше, вміст у ньому вуглекислого газу, кисню та азоту. Світло також діє на інтенсивність ферментативних процесів. На світлі посилюється, наприклад, проростання картоплі. Крім того, світло сприяє позеленіння бульб і збільшення вмісту в них соланіну. Тому плоди і овочі, як правило, зберігають в темряві.

Таблиця 1. Умови сучасного зберігання плодоовочевої продукції

Найменування продукту	Умови зберігання продукції		
	Температура зберігання, °С	Відносна вологість, %	Допустимий термін зберігання
Абрикос, слива	0 ... + 0,5	90	1 міс.
апельсини	+2	85-90	2-4 міс.
апельсини жовті	+ 3-4	85-90	до 5 міс.
апельсини недостиглі	+ 5-6	85-90	до 5 міс.

кавун	+ 2-4	80-85	3 міс.
Банан, ананас (зрілий)	+ 8-11	85-95	1 тижднів.
Виноград	0 ... + 1	85-90	1-6 міс.
Вишня Черешня	-1-0	90	10 дн.
гриби солоні	0 ... + 5	75	
груші	-1 ... + 4	85-95	1-6 міс.
диня	0 ... + 2	90	3 міс.
капуста	0 ... -1	90-95	7-8 міс.
Капуста квашена	0 ... -2	90-95	
Картопля	+ 2-4	90-95	6-9 міс.
Коренеплоди	0 ... -1	90-95	6-8 міс.
лимон	+ 2-3	85-90	4-6 міс.
Цибулю і часник	-1 ... -3	75-80	6-8 міс.
Мандарин, апельсин	+ 1-2	85-90	2-5 міс.
Огірки, помідори солоні	-1 ... + 1	90-95	
томати	0	90-95	4 міс.
гарбуз	+ 1-15	70-75	4 міс.
яблука зимові	-1-0	90-95	3-9 міс.
Яблука літні / осінні	0 ... -0,5	90-95	1,5-3 міс.

2 Об'ємно-планувальні рішення

Спорудження холодильника виконується одноповерхової. Це обумовлено тим, що будівельні конструкції одноповерхового холодильника легше і, відповідно, дешевше. З цієї ж причини одноповерховий холодильник може бути побудований в кілька разів швидше багатопверховий. Одноповерхові холодильники мають більш просту будівельну конструкцію при багатопверхові, так як каркас будівлі несе навантаження тільки від даху, охолоджуючих приладів, вітру, снігу. До того ж при будівництві одноповерхового холодильника існують невеликі умови для міцності ґрунту. Також холодильники, виконані одноповерховими, мають переваги, пов'язані зі зручністю механізації навантажувальних робіт, такі як:

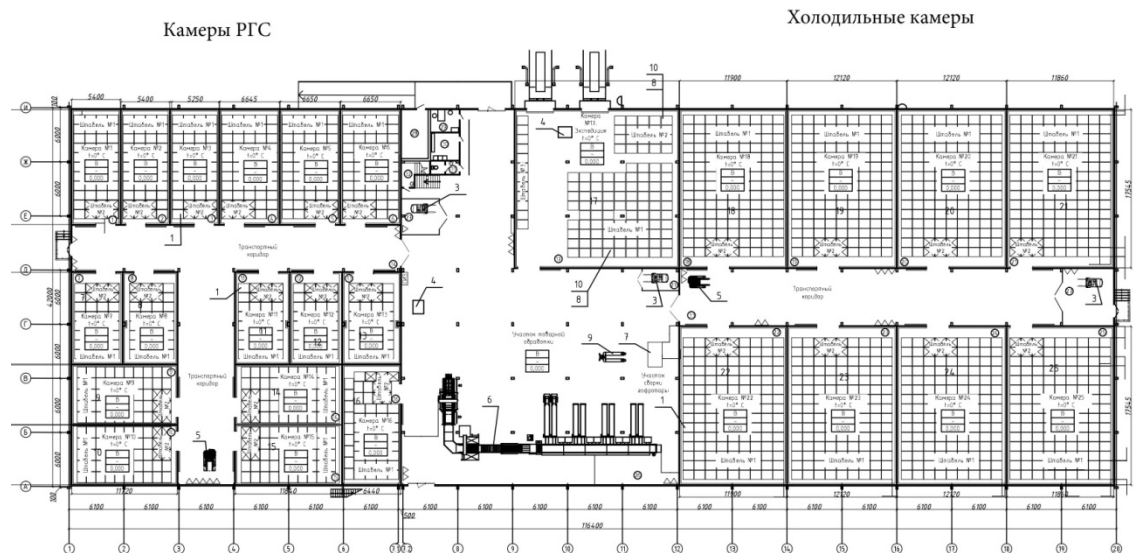
- Шляхи внутрішніх перевезень продуктів - тільки по горизонталі. Це дозволяє повністю механізувати вантажно-розвантажувальні і транспортні роботи всередині холодильника;
- Великі довжини вантажних платформ дозволяють прискорити зовнішні вантажні роботи;
- Можливість будівництва великих камер, вільних від колон. Це дозволяє полегшити і прискорити вантажні роботи всередині камер;
- Менші експлуатаційні витрати.

При проектуванні і будівництві камер зберігання в овоче- та фруктосховищ з РГС необхідно враховувати наступні фактори: коректний підбір холодильного обладнання та обладнання для підтримки в камерах РГС; зберігання плодів в камерах здійснюється при температурі від 0⁰С до + 4⁰С, а також відносної вологості повітря 90-95%; герметичність камер повинні забезпечувати найбільшу газонепроникність, що досягається установкою високотехнологічних «сендвіч-панелей», газонепроникними холодильними дверима і спеціальними матеріалами для герметизації.

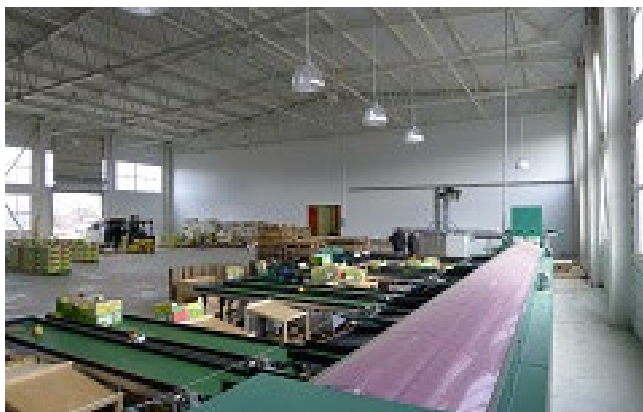
Фрукто-овочесховища призначаються для тривалого зберігання плодоовочевих продуктів, які зберігають в спеціалізованих ящиках піддонах і спеціальних ящиках.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Місткість спеціалізованих холодильників для фруктів визначають також з розрахунку 0,35т продукції на 1м³ вантажного обсягу; при цьому камери попереднього охолодження враховують, як камери схову. Звичайні холодильники для фруктів проектують місткістю 500, 1000, 2000, 3000, 5000 і 10 000 т, а холодильники з регульованим газовим середовищем (РГС) - місткістю 500 і 1000т.



Однак і в звичайних холодильниках місткість 2000т і більш для зберігання фруктів в РСГ відводять 20-30% місткості. У охолоджуваному контурі холодильника розміщують холодильні камери зберігання та вантажні коридори. Сітку колон приймають рівною 6х12 або 6х18м, висоту камер - 6м (до низу балки). Ширину вантажних коридорів приймають не більше 6м, а їх висоти не менше 3м. Рекомендована висота складування 5,5м. Залежно від виду вступників продуктів існують різні способи їх розміщення: в штабелях; на полицях стелажів; на гаках кареток підвісних шляхів; на спеціальних стельових гаках. Для руху вантажних візків і підйомно-транспортних засобів при зберіганні продуктів партіями між штабелями залишають проїзди шириною 1,2 м. Число таких проїздів визначається шириною приміщення. У фруктосховищ передбачають цех товарної обробки площею 20-30% площі камер, де виробляють сортування, калібрування і упаковку.



Приміщення цеху повідомляється як з вантажними коридорами, так і з критою платформою. Висоту цеху приймають не менше 3,6 м, а його ширину 12м.

Вантажі доставляють на авторефрижераторах або авто. У цьому випадку або передбачають автомобільну платформу, або встановлюють підлогу на рівні землі, щоб машини могли в'їхати всередину холодильника.

У блоці підсобних приміщень, прилаштовується до охолоджуваного складу, розміщують машинне відділення, електрощитів і станцію газових середовищ, в якій встановлюють обладнання для створення газового середовища необхідного складу.

3 Взаємодія попиту в регульованому газовому середовищі (РГС)

Основною формою взаємодії плодів і овочів з навколишнім середовищем є процес дихання. Під час зберігання виділяється теплота дихання. Однак в повітря виділяється не все тепло, так як частина його використовується клітиною для обмінних реакцій і на процес випаровування, частина запасається у вигляді хімічно зв'язаної енергії. Біологічна роль дихання полягає в тому, щоб забезпечувати живі тканини плодів і овочів енергією, необхідною для їх життєдіяльності.

Поряд з випаровуванням вологи процес дихання неминуче супроводжується зменшенням маси плодів і овочів. Тому такі втрати називаються природними. Їх можна знизити шляхом регулювання інтенсивності дихання і випаровування вологи, що має важливе практичне значення. Зберігання в звичайних умовах передбачає звичайну повітряне середовище з нормальним вмістом в атмосфері кисню (21%), вуглекислого та інших газів. Зберіганням в регульованому газовому середовищі вважають зберігання плодів в середовищі з певною концентрацією CO₂ і кисню при певній температурі. При цьому той чи інший газовий режим підбирається таким чином, щоб зберегти нормальний дихальний газообмін, а також правильне співвідношення між температурою і станом плодів. Плоди, поміщені в замкнуту середу, завдяки природному дихальному обміну змінюють парціальний тиск CO₂ і кисню в навколишній атмосфері. У міру зберігання плодів кількість кисню в атмосфері знижується і, відповідно, знижується його парціальний тиск. У зв'язку з цим дихання плодів сповільнюється. Концентрація CO₂ при цьому зростає. Але занадто низький вміст у навколишньому середовищі кисню і високий вміст CO₂ (понад 10%) може викликати фізіологічні розлади.

У регульованому газовому середовищі в порівнянні зі зберіганням у звичайному повітряному середовищі краще зберігається якість плодів, довше зберігається зелене забарвлення, сповільнюються гідролітичні процеси розпаду протопектину (плоди довше залишаються твердими). CO₂ і кисень впливають також на біосинтез етилену в плодах і його біологічну дію на

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		19

процеси дозрівання. Для освіти етилену і активного його впливу на процеси дозрівання необхідно високий вміст кисню в навколишньому середовищі (тобто достатня парціальний тиск кисню). При низькому парціальному тиску кисню плоди не дозрівають навіть у присутності етилену, тому для нормального дозрівання плодів (томатів, бананів і т.д.) повинен бути вільний доступ повітря.

Існує кілька способів зберігання плодів у регульованому газовому середовищі:

- У холодильних камерах з РГС.
- У полімерних плівках.
- У поліетиленових контейнерах з дифузійними вставками.

1. Регулювання складу газового середовища в холодильних камерах може здійснюватися за допомогою скрубєрів - спеціальних очищувачів, що поглинають надлишок CO₂. У скрубєрі повітря з камери може циркулювати по замкнутому колу, знижуючи вміст CO₂, наприклад, до 3-5%. Вуглекислий газ, поглинений скрубєром, замінюється майже таким же об'ємом повітря, і завдяки цьому концентрація кисню в камері досягає необхідного рівня.

Інший спосіб регулювання газового середовища в камерах полягає у використанні газообмінника-дифузора, що встановлюється поруч з камерою з РГС в суміжному приміщенні. Основною частиною дифузора-газообмінника є силіконово-каучукові плівки, що володіють селективною здатністю до окремих газів, тобто більшою проникністю для CO₂ і меншою для кисню та азоту. Силіконово-каучукові плівки утворюють паралельно розташовані канали, через які циркулює повітря з камер за допомогою вбудованих в повітроводи вентиляторів. Через силіконово-каучукові плівки завдяки дифузії відбувається висновок в атмосферу надлишку CO₂, етилену і шкідливих пахучих речовин. З атмосфери, в свою чергу, в камеру надходить невелика кількість кисню (повітря). В результаті різної проникності окремих газів через силіконово-каучукові плівки в герметичній камері створюється певна концентрація CO₂, кисню та азоту. Для швидкого створення потрібного газового режиму в камеру іноді відразу вводять велику кількість азоту, і тоді концентрація кисню в

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		20

атмосфері камери швидко знижується до потрібного рівня. Взаємодія попиту в камерах з РГС здійснюється при температурі 0 ... + 4°C і відносній вологості повітря 90-95%. Вміст CO₂ і кисню в атмосфері камери перевіряється і регулюється газоаналізаторами, які керують автоматично роботою скрубєрів або дифузорів. Після досягнення необхідної концентрації CO₂ камери переводяться на заданий газовий режим шляхом включення установки (скрубєрів або дифузорів), при цьому Для швидкого створення потрібного газового режиму в камеру іноді відразу вводять велику кількість азоту, і тоді концентрація кисню в атмосфері камери швидко знижується до потрібного рівня. Взаємодія попиту в камерах з РГС здійснюється при температурі 0 ... + 4°C і відносній вологості повітря 90-95%. Вміст CO₂ і кисню в атмосфері камери перевіряється і регулюється газоаналізаторами, які керують автоматично роботою скрубєрів або дифузорів. Після досягнення необхідної концентрації CO₂ камери переводяться на заданий газовий режим шляхом включення установки (скрубєрів або дифузорів), при цьому Для швидкого створення потрібного газового режиму в камеру іноді відразу вводять велику кількість азоту, і тоді концентрація кисню в атмосфері камери швидко знижується до потрібного рівня. Взаємодія попиту в камерах з РГС здійснюється при температурі 0 ... + 4°C і відносній вологості повітря 90-95%. Вміст CO₂ і кисню в атмосфері камери перевіряється і регулюється газоаналізаторами, які керують автоматично роботою скрубєрів або дифузорів. Після досягнення необхідної концентрації CO₂ камери переводяться на заданий газовий режим шляхом включення установки (скрубєрів або дифузорів), при цьому + 4°C і відносній вологості повітря 90-95%. Вміст CO₂ і кисню в атмосфері камери перевіряється і регулюється газоаналізаторами, які керують автоматично роботою скрубєрів або дифузорів. Після досягнення необхідної концентрації CO₂ камери переводяться на заданий газовий режим шляхом включення установки (скрубєрів або дифузорів), при цьому + 4°C і відносній вологості повітря 90-95%. Вміст CO₂ і кисню в атмосфері камери перевіряється і регулюється газоаналізаторами, які керують автоматично

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		21

роботою скрубєрів або дифузєрів. Пїсля досягнення необхідної концентрації CO₂ камери переводяться на заданий газовий режим шляхом включення установки (скрубєрів або дифузєрів), при цьому надлишок CO₂ видається, а вміст кисню продовжують знижувати до необхідного рівня. Необхідна газова суміш CO₂ і кисню в камері встановлюється через 3-4 тижні після закриття камери. Содержання вуглекислого газу в регульованому середовищі в більшості випадків підтримують 5% і вище, кисню - 10-13%. Мінімальний вміст кисню в штучно створюваної газовому середовищі має бути не нижче 2%, а максимальна кількість CO₂ - не вище 10%.

2. Найпростішим різновидом газового зберігання плодів є використання синтетичних полімерних плівок (поліетилену та ін.), Селективно проникних для газів. В пакетах з поліетилену, в які поміщають плоди, природним шляхом створюється певна газове середовище, збільшується концентрація CO₂ і знижується вміст кисню завдяки диханню самих плодів. Через плівку відбувається дифузія газів: CO₂ дифундує в навколишнє середовище зі швидкістю, величина якої визначається різницею між концентраціями CO₂ всередині і зовні плівкової упаковки, а також газопроницаемостью плівки і

Тривалість холодильного зберігання різних плодів в залежності від газового складу середовища



величиною площі поверхні упаковки. Дифузія кисню всередину пакета зростає в міру споживання його плодами в процесі дихання. Зазвичай проникність плівок для CO₂ в 2-5 разів вище, ніж для кисню. Завдяки цьому для CO₂ раніше досягається рівноважна концентрація, ніж для кисню. Ступінь випаровування вологи можна регулювати перфорацією плівки, причому кількість і розміри осередків (отворів в плівці) обумовлюються видом плодів і овочів і умовами зберігання в роздрібній торгівлі.

3. Існує кілька способів зберігання плодів і овочів в плівках:

- в ящиках або контейнерах з поліетиленовими вкладишами;
- в ящиках з плодами, загорненими в плівку;
- в штабелях, укритих зверху плівкою;
- в поліетиленових контейнерах (великих мішках) з дифузійними вставками.

Ящики і контейнери попередньо вистилають поліетиленовими вкладишами (мішками) за формою тари. Контейнери з поліетилену товщиною 150-180 мкм і ємністю від 0,3 до 1 тонни плодів являють собою великі мішки, в одній зі стінок яких вставлена силіконова (дифузійна) плівка заданого розміру. Силіконова плівка пропускає CO₂ в 5-6 разів швидше, ніж кисень, завдяки чому в контейнерах виникає бажаний газовий режим. Досліди показують, що яблука в таких контейнерах зберігаються на 5-6 тижнів довше, ніж при звичайному зберіганні в холодильниках.

Недоліком цього способу є утворення конденсату на внутрішній поверхні плівки, якщо не до кінця видалити теплоту дихання. Тому дуже важливо плоди перед завантаженням у контейнери охолоджувати і строго регулювати температуру зберігання, не допускаючи різких перепадів температури всередині і в навколишній атмосфері. Перевірка камери на герметичність. Для перевірки герметичності існує простий спосіб. Після того як камера (герметично) закрита, в ній створюється тиск +/- 15 мм, через годину контролюється (за допомогою мікроманометра). Якщо тиск в камері знизився менше ніж наполовину початкового, то камера придатна для

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		23

зберігання по системі ULO. Щоб цю процедуру контролю щосезону проводити, зручно в кожній камері мати свій мікроманометр. При природному зниженні O₂ за рахунок дихання плодів в камері, які поглинають приблизно 1% O₂ в день, буде потрібно приблизно 20 днів, щоб досягти необхідної концентрації. Цей період буде коштувати плодам великої кількості енергії і фортеці. Тому доцільніше застосовувати прискорене зниження концентрації кисню за допомогою азоту. Зазвичай достатньо довести концентрацію O₂ до 5%, плоди на цій стадії настільки активні, що протягом кількох днів досягається необхідна ULO-концентрація. Для збільшення терміну служби азоту доцільно поєднати різні камери спеціальною системою клапанів (працюють вручну) і ПВХ-трубопроводів, яка дозволяє розподіляти азот з одного джерела. Можлива також і (дорога) автоматична дозація азоту за допомогою автоматичної газоаналітичної системи (агаси). В цьому випадку система працює за допомогою магнітних клапанів. Приміщення для генератора повинно бути добре вентиляованим і не вологим. Потужність генератора підбирається, виходячи з потреби клієнта. В середньому при підборі апаратури виходимо з того, що необхідний ULO-режим досягається через 5 днів після закладання плодів в камери.

4. Оптимальна концентрація CO₂ в камері.

Вуглекислий газ (CO₂) проводиться плодами самостійно і за своєю природою є газом, який гальмує процес дихання. В принципі, чим вище CO₂, тим краще. Однак якщо помістити фрукти в герметично закриті приміщення, то присутній кисень (+/- 21%) повністю перейде на вуглекислий газ, і цукор в плодах почне перетворюватися в алкоголь. При зберіганні плодів по системі ULO максимально допустимі значення CO₂ для окремих сортів визначаються щорічно і варіюються від 0,5 до 4%. Для очищення атмосфери в камері від



вуглекислого газу застосовується вуглекислотний адсорбер, що працює на подрібненому активованому вугіллі.

устаткування РГС

Азотний генератор PSA.

Азотний генератор PSA виробляє чистий азот з повітря навколишнього середовища.

Зокрема, він може бути використаний для видалення або витіснення кисню з камери

азотний генератор PSA генератор

складається з двох баків з високоякісним CMS (вуглецевий молекулярний розсіувач). Молекулярне сито може адсорбувати молекули кисню певний час. Після насичення одного бака відбувається автоматичне перемикання на другий бак за допомогою змінного клапана. У наповненому баку відбувається процес регенерації для наступного циклу за рахунок скидання тиску в бак через випускні адсорбуючі молекули кисню. Цей простий принцип значно збільшує надійність і тривалість терміну служби обладнання. Азотний генератор PSA простий і надійний в експлуатації. Створює надлишковий тиск в холодильній камері (виділяє непотрібні гази в атмосферу) Низьке споживання енергії, більш продуктивне використання активованого вуглецю. Велика ступінь чистоти. Вкрай просте управління. Мобільне використання. всі азотні генератори PSA оснащені двома фільтрами з автоматичним викидом повітря з компресора. Це допоможе уникнути потрапляння масла, рідини або непотрібних газів в CMS.

CO2 адсорбер

Адсорбуюче пристрій вуглекислого газу газопромивача видаляє з холодильних камер вуглекислий газ, а також частина газу етилену. Газопромивачі містять активоване вугілля, дозволяє адсорбувати (зв'язати) молекули вуглекислого газу. Вуглекислий газ видаляється з холодильної камери шляхом транспортування повітря з холодильної камери через



активоване вугілля і потім назад в камеру. В доповнення до панелі управління, на якій програмуються операції всіх холодильних камер, адсорбуюче пристрій оснащений газопроміваючими легкими. Ця запатентована система УНК гарантує забезпечення ультранизького вмісту кисню в холодильній камері, а на практиці фактично перешкоджає будь-якому проникненню кисню в холодильну камеру. Вентилятор низького тиску обмежує до мінімуму споживання енергії, що є важливою перевагою, оскільки газопромиватель працює більшу частину доби. Адсорбує пристрій проста і надійна технологія на довгі роки. Підтримує мінімальний вміст кисню в камері (ідеально для УНК режимів). Низький рівень споживання енергії, мінімальна потреба в сервісному обслуговуванні. Ефективне використання активованого вугілля, суворе подвійне EBRO значення даних на дисплеї адсорбуючого пристрої і в камерах

Конвертор

Газ етилен виділяється продуктами і стимулює дозрівання. Контроль за вмістом етилену дає можливість зберігати продукти тривалий період часу. Для видалення газу етилену з холодильної камери використовується конвертор, конвертер етилену. Етилен конвертор складається з двох колон, кожна з яких оснащена Теплонакопичувачі, каталізатором, елементами нагріву і одним вентилятором. У кожній колоні повітря з холодильної камери прямує вгору і змінно нагрівається. Згодом повітря проходить через каталізатор, де частки етилену розпадаються. Потім потік повітря проходить через другий каталізатор, в якому залишився етилен остаточно розпадається і повітря знову охолоджується. Захист в холодильних камерах. В ході періоду зберігання передбачається, що на холодильну камеру виявляється якийсь вплив, яке впливає, наприклад, на температуру і тиск. На якісь режими має прямий вплив атмосферні зміни і Ваша холодильна камера



повинна бути адекватно захищена від них. Для оптимального захисту Besseling пропонує широкий вибір перевіреного обладнання по контролю і захисту. Буфер-легке (дыхальний мішок). Через охолодження і підігріву обсяг повітря в камері постійно змінюється. Для нейтралізації цих змін використовується буфер-легке. Надмірна повітря потрапляє в нього і при необхідності повертається назад завдяки зниженню тиску. Згідно запобігання проникненню в камеру небажаного і збагаченого киснем свіжого повітря. Для оптимального захисту Besseling пропонує широкий вибір перевіреного обладнання по контролю і захисту. Буфер-легке (дыхальний мішок). Через охолодження і підігріву обсяг повітря в камері постійно змінюється. Для нейтралізації цих змін використовується буфер-легке. Надмірна повітря потрапляє в нього і при необхідності повертається назад завдяки зниженню тиску. Згідно запобігання проникненню в камеру небажаного і збагаченого киснем свіжого повітря. Для оптимального захисту Besseling пропонує широкий вибір перевіреного обладнання по контролю і захисту. Буфер-легке (дыхальний мішок). Через охолодження і підігріву обсяг повітря в камері постійно змінюється. Для нейтралізації цих змін використовується буфер-легке. Надмірна повітря потрапляє в нього і при необхідності повертається назад завдяки зниженню тиску. Згідно запобігання проникненню в камеру небажаного і збагаченого киснем свіжого повітря.

Захист від високої / низького тиску

Перепади тиску впливають на закриту КА / УНК камеру. Без захисту стелю і стіни можуть зламатися або тріснути. Наші клапани високого / низького тиску є ідеальним рішенням. Завдяки вентиляції повітря під час зберігання і охолодження продуктів в камері схову зберігається низький процентний вміст вуглекислого газу (CO₂). Крім того, в камеру подається в заданих параметрах кисень. Мікро-вимірювач тиску використовується для контролю за високим і низьким тиском в холодильних камерах.



Клапан ручний аналізу може бути використаний для взяття проб газу в холодильній камері

Станція Контролю Атмосфери

Besseling створив власну систему газоаналіза, що дозволяє Вашої холодильній камері працювати повністю автоматично. Ви можете задати потрібні параметри, а система буде автоматично вимірювати, регулювати і підтримувати обрану Вами атмосферу. Система включає в себе функцію контролю і, якщо потрібно, проведення регулювання параметрів:

- O₂ (кисень)
- N₂ (азот)
- CO₂ (вуглекислий газ)
- C₂H₄ (етилен)
- T (температура)
- RV (відносна вологість)

Система є унікальною, оскільки кожен параметр в холодильній камері контролюється. Для холодильних клапанів, процесу розморожування і вентиляторів важлива можливість програмування бажаних параметрів. Завдяки концепції СКА Ви можете контролювати всю холодильну систему зсередини. Всі дані вимірювань можуть бути відображені графічно і роздруковані. Це дає можливість збирати статистичні дані і проводити порівняльний аналіз. Вимірювальні прилади Besseling поставляє дуже надійний портативний або стаціонарний аналізатор кисню і вуглекислого газу для щоденної перевірки кількості їх змісту та відповідного оповіщення оператора.

Портативні:

- O₂ аналізатор: електрохімічний сенсор
- O₂ аналізатор: цирконієвий сенсор
- O₂ і CO₂ аналізатор: електрохімічний сенсор / подвійне інфрачервоне випромінювання

- O₂ і CO₂ аналізатор: цирконієвий сенсор / подвійне інфрачервоне випромінювання

Стационарний:

- O₂ аналізатор: цирконієвий сенсор
- O₂ і CO₂ аналізатор: цирконієвий сенсор / подвійне інфрачервоне випромінювання

Для точності роботи сенсорів потрібно їх регулярна перевірка і калібрування.

Основні типи регульованої атмосфери в камерах зберігання

- Традиційна регульована атмосфера (Traditional Controlled Atmosphere) - вміст кисню 3-4%, вуглекислого газу 3-5%.
- З низьким вмістом кисню LO (Low Oxygen) - 2-2,5% O₂ і 1-3% CO₂.
- З ультранизьким вмістом кисню ULO (Ultra Low Oxygen). одержання кисню в камері менше 1-1,5%, вміст CO₂ 0-2%.

Технології створення газового середовища і зберігання плодів у регульованому атмосфері

RCA (Rapid Controlled Atmosphere) - технологія швидкого зниження концентрації кисню.

ILOS (Initial Low Oxygen Stress) - швидкісне зниження рівня кисню в камері за короткий проміжок часу.

LECA (Low Ethylene Controlled Atmosphere) - технологія зниження рівня етилену в камері.

CO₂ shock treatment - технологія шоквої обробки вуглекислим газом, з підвищеним (до 30%) вмістом CO₂

DCA (Dynamic controlled atmosphere) - підтримання режиму зберігання в залежності від фізіологічного стану плодів

Традиційна (нормальна) регульована атмосфера (Traditional Controlled Atmosphere)

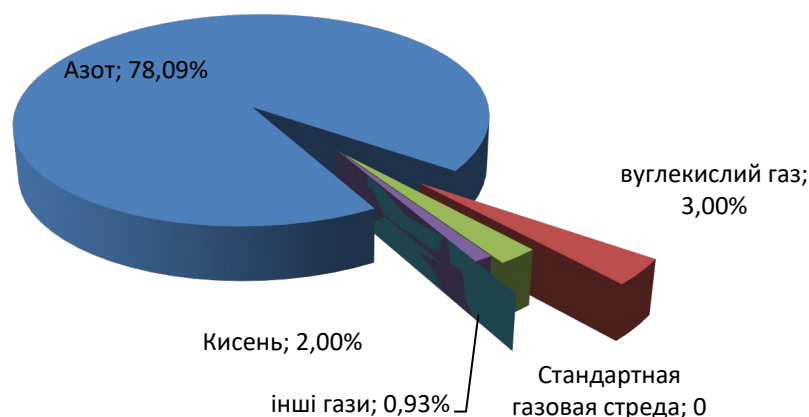
В цьому випадку груші замной сортів можуть успішно зберігатися до 9 місяців.

Камери повинні бути завантажені протягом 7-10 днів, і необхідна концентрація (близько 3% CO₂ і 2-3% O₂) повинна бути досягнута протягом 2-3 тижнів.

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		29

Рекомендована температура зберігання коливається в межах від -1 до 3°C.

Традиційне газове середовище



Технологія зберігання з ультранизьким вмістом кисню ULO (Ultra Low Oxygen)

Вміст кисню в цьому випадку знаходиться в межах від 0,5 до 1,5%, вуглекислого газу менше 1-2% (іноді вище). Це значення залежить від сорту, району вирощування, ступеня зрілості і інших чинників.

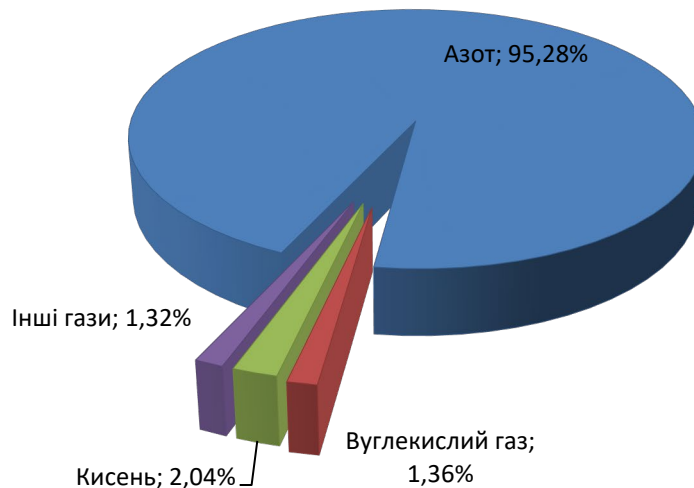
Камери повинні завантажуватися продукцією якомога швидше. При цьому реалізуються технології швидкого зменшення концентрації кисню RCA (Rapid Controlled Atmosphere) і надшвидкого зниження рівня кисню ILOS (Initial Low Oxygen Stress).

Досить чутливі груші сорту Пальміра, наприклад, можуть зберігатися до 70 днів, зберігаючи хорошу якість.

Для створення регульованої атмосфери в камерах використовуються генератор азоту, адсорбер CO₂.

Вбудована система газового аналізу дозволяє в автоматичному режимі керувати роботою обладнання і здійснювати побудову графіків режимів у камерах. При наявності модемного зв'язку можливе дистанційне керування роботою обладнання.

С ультранизким содержанием кислорода



Технологія зниження рівня етилену LECA (Low Ethylene Controlled Atmosphere)

Забезпечує захист від передчасного дозрівання фруктів і овочів (банани, цитрусові) і паталогофізіологічного впливу етилену (груші, овочі і т.д.). Зниження рівня етилену досягається за допомогою каталітичних конвертерів і адсорберів етилену.

У ряді випадків може застосовуватися в комбінації з технологією зберігання в регульованому атмосфері.

Динамічна регульована атмосфера DCA (Dynamic controlled atmosphere)

Динамічна атмосфера - це наступний суттєвий крок у вдосконаленні технології зберігання в ULO. Ця технологія забезпечує:

природну (не хімічним) захист плодів від засмаги;

максимальне збереження твердості, соковитості та інших показників якості плодів при тривалому зберіганні.

Суть технології полягає в тому, що, за допомогою спеціальних датчиків на основі методу флуоресценції постійно вимірюється фізіологічний стан плодів і, на основі цієї інформації, забезпечується підтримання в камері мінімально допустимої концентрації кисню, зазвичай 0,4 - 0,6%.

Ця запатентована технологія інтенсивно впроваджується в передових країнах (приріст більше 40% в рік).

Для її реалізації на кожному камері встановлюються спеціальні вимірювальні пристрої (IRIS), які через інтерфейсний блок з'єднуються з комп'ютером, на якому встановлена спеціальна програма.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

4 Розрахунок і підбір огорожувачих і ізоляційних конструкцій фруктосховища

Визначення теплопритоків від різних джерел тепла в охолоджувані приміщення (для кожного окремо) виконується з метою підбору типів і розмірів приладів, охолоджуючих і холодильних установок. При визначенні розрахункових теплових навантажень виходять з передумови збіги максимальних теплопритоків. Для підтримки заданого температурного режиму в камері необхідно, щоб всі теплопритоки, що надходять в охолоджуване приміщення, відводилися камерним обладнанням (повітроохолоджувачі, згідно із завданням на проектування).

Загальний теплоприток в камеру визначають як суму теплопритоків через огорожувальні конструкції приміщення, викликаних наявністю різниці температур зовні і всередині охолоджуваного приміщення, а також теплопритоків в результаті дії сонячної радіації через покриття і зовнішні стіни (Q_1 , Вт); теплопритоки від вантажів і тари при холодильній обробці (Q_2 , Вт); теплопритоків від зовнішнього повітря при вентиляції приміщень Q_3 , Вт); експлуатаційних теплопритоків, які виникають внаслідок освітлення камер, перебування в них людей, роботи електродвигунів і відкривання дверей (Q_4 , Вт); теплопритоків від продуктів рослинного походження, що виникають в результаті їх "дихання" (Q_5 , Вт).

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad 4.1.$$

4.1 Теплопритоки через огорожувальні конструкції

Теплопритоки через огорожувальні конструкції визначаються по формулі

$$Q_1 = Q_{1t} + Q_{1c}, \quad 4.2.$$

де Q_{1t} , Q_{1c} - теплопритоки в охолоджуване приміщення, що виникають відповідно в результаті різниці температур по обидва боки огорожі і в результаті дії сонячної радіації, Вт.

Теплопритоки, що виникають під впливом різниці температур, визначаються за формулою Q_{1t}

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

$$Q_{1T} = k_d \cdot F \cdot (T_{вн} - t_k) \cdot 10^{-3},$$

4.3.

де k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, визначається при розрахунку товщини ізоляційного шару, Вт / (м²·К),

F - розрахункова площа поверхні огороження, м²,

$t_{нар}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря, °С,

t_k - розрахункова температура повітря всередині охолоджуваного приміщення, °С.

Теплопритоки через зовнішні стіни і покриття враховуємо повністю при розрахунку теплових навантажень на компресори та теплообмінне обладнання холодильних камер.

Теплопритоки через підлогу, розташований на ґрунті і не має обігрівальних пристроїв визначається підсумовуванням тепловтрат через умовні зони шириною 2 м (рисунок 2.2) за формулою

$$Q_{1T} = \sum k_{усл} \cdot F \cdot (t_n - t_v) \cdot m \cdot 10^{-3},$$

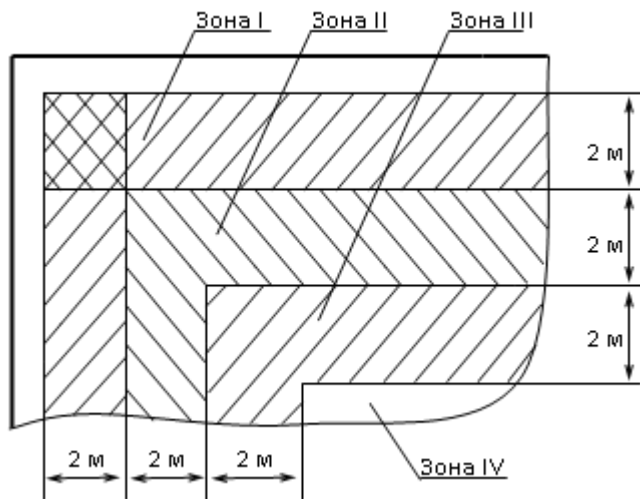
4.4.

де $k_{усл}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони статі, Вт / (м²·К) [для підлоги без теплоізоляції для зон I, II, III відповідно дорівнює 0,47; 0,23; 0,12, а решті зони статі (зона IV) $k_{усл} = 0,07$ Вт / (м²·К)];

F - площа відповідної зони статі, м²; площа ділянки підлоги розміром 2×2, що примикає до кута зовнішніх стін враховують двічі;

m - коефіцієнт, що характеризує відносне зростання термічного опору статі при наявності ізоляції, для неізольованою статі $m = 1$.

t_k - розрахункова температура повітря всередині охолоджуваного приміщення, °С.



Малюнок 2.2 Розбивка підлоги на умовні зони

Теплопритоки через підв враховуємо повністю при розрахунку теплових навантажень на компресори та теплообмінне обладнання холодильних камер.

Теплопритоки від дії сонячної радіації визначаємо за рівнянням

$$Q_{1c} = k_d \cdot F \cdot \Delta t_c \cdot 10^{-3}, \quad 4.5.$$

де k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт / (м²·К),

F - площа поверхні огороження, осяює сонцем, м²,

Δt_c - надлишкова різниця температур, яка характеризує сонячної радіації в літній час, °С.

Теплопритоки від дії сонячної радіації враховуємо повністю при розрахунку теплових навантажень на компресори та теплообмінне обладнання холодильних камер.

$$Q_{1T} = \sum k_{усл} \cdot F \cdot (t_n - t_v) \cdot 10^{-3} \quad 4.6.$$

де $k_{усл}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони статі, Вт / (м² · К)

(Для підлоги без теплоізоляції для I, II, III зон $k_{усл}$ дорівнює відповідно 0,47; 0,23; 0,12 Вт / (м² · К)

F - площа відповідної зони статі, м²

Теплоприток від сонячної радіації

покриття:

$$Q_{1c} = (16 + 4) \cdot 0,47 + 12 \cdot 0,23 \cdot (32 - 0) \cdot 10^{-3} = 0,097 \text{ кВт}$$

Розрахунок теплопритоків через огорожі в камеру №1

Камера 1	F (м2)	Δt	Δt_c	Q1
покрівля	70,4	32	26,64	118,890
З	43	32	-	433,537
Ю	43	16	-	313,471
Зп	70,4	32	11,24783	460,303
Нд	70,4	0	-	32,07
Підлога	70,4	32	-	681
ΣQ_T	-	-	-	2003,043

Загальний теплоприток в камеру через огорожувальні конструкції становить:

$$Q = k \cdot F \cdot (\Delta t + \Delta t_c) \cdot 10^{-3}, \quad 4.7.$$

$$\Sigma Q_1 = 3,63 \text{ кВт}$$

4.2 Теплопритоки від вантажів при їх холодильній обробці

Теплопритоки від тари при холодильній обробці визначаємо за формулою

$$Q_{2T} = G_{п.з.} \cdot (T_1 - t_2) \cdot 10^{-3} / (24 \cdot 3600), \quad 4.8.$$

де $G_{п.з.}$ - добове надходження продуктів в камеру, приймаємо 20% місткості камери, т;

c - питома теплоємність продукту, кДж / (кг·К);

h_1 - ентальпія вантажу (кДж / кг), що приходить на холодильну обробку, при початковій температурі

h_2 - ентальпія вантажу (кДж / кг), при середній по його обсягу кінцевій температурі t_2

t_1 - температура вантажу в холодильній обробки, °С;

t_2 - температура вантажу після холодильної обробки, °С;

Добове надходження продуктів в камеру:

$$G_{п.з.} = 93 \cdot 0,2 = 18,6 \text{ тонни}$$

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Теплопритоки від тари при холодильній обробці:

$$Q_{2т} = 18,6 \cdot 2,5 \cdot (4-0) \cdot 10^{-3} / (24 \cdot 3600) = 2,153 \text{ Вт}$$

Теплопритоки від продуктів при холодильній обробці:

$$Q_{2п} = G_{п} \cdot (h_1 - h_2) \cdot 10^{-3} / (24 \cdot 3600), \quad 4.9.$$

$$Q_{2п} = 23,8 \cdot (305,5 - 272) \cdot 10^{-3} / (24 \cdot 3600) = 6,51, \text{ кВт}$$

Загальний теплоприток в камеру від вантажу:

$$Q_2 = Q_{2п} + Q_{2т} = 2,153 + 6,51 = 8,667 \text{ Вт}$$

4.3 Теплопритоки при вентиляції приміщень

Теплопритоки при вентиляції приміщень відсутні.

4.4 Експлуатаційні теплопритоки

Експлуатаційні теплопритоки Q_4 визначаємо, як суму окремих складових

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad 4.10.$$

де q_1 - теплопритоки від освітлення, Вт;

q_2 - теплопритоки від перебування людей, Вт;

q_3 - теплопритоки від працюючих електродвигунів, Вт;

q_4 - теплопритоки через відчинені двері, Вт.

Теплопритоки від освітлення

$$q_1 = A \cdot F_{\text{буд}} \cdot 10^3 \quad 4.11.$$

де A - питомий теплопритоки від освітлення, Вт / м²;

$F_{\text{буд}}$ - будівельна площа охолоджуваного приміщення, м².

Теплопритоки від людей, які працюють в камері

$$q_2 = 350 \cdot n \cdot 10^{-3} \quad 4.12.$$

де 350 - тепловиділення однієї людини при середній інтенсивності роботи, Вт;

n - число людей, що працюють в приміщенні, приймаємо $n = 2$.

Теплопритоки від вентиляторів повітроохолоджувачів (при розташуванні

електродвигунів всередині охолоджуваного приміщення). Передбачається, що тривалість роботи повітроохолоджувачів протягом доби становить 22 години. У кожній камері схову груш встановлено по 1 Повітроохолоджувачі.

$$q_3 = N_{\text{дв}} \cdot \tau_{\text{дв}} / 24 \quad 4.13.$$

$$q_{31} = N_{\text{пг}} \cdot \tau_{\text{пг}} / 24 \quad 4.14.$$

де $N_{\text{дв}}$ - потужність електродвигунів, кВт;

$\tau_{\text{дв}}$ - тривалість роботи двигунів.

$N_{\text{пг}}$ - потужність електронавантажувача, кВт;

$\tau_{\text{пг}}$ - тривалість роботи електронавантажувача.

Теплопритоки при відкритті дверей

$$q_4 = K \cdot F_{\text{стр}} \cdot 10^{-3} \quad 4.15.$$

де K - питомі теплопритоки через відчинені двері, Вт / м².

$$q_1 = 2,3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 0,23 \text{ кВт},$$

$$q_2 = 0 \text{ кВт},$$

$$q_3 = 1,5 \cdot 22/24 = 1,37 \text{ кВт},$$

$$q_{31} = 8 \cdot 3/24 = 1 \text{ кВт},$$

$$q_4 = 5 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 0,5 \text{ кВт},$$

$$Q_4 = 0,23 + 1,37 + 1 + 0,5 = 3,1 \text{ кВт}$$

При розрахунку навантаження на устаткування холодильної камери враховуємо всю величину експлуатаційних теплопритоків, а при розрахунку на компресор враховуємо 75% від отриманої суми.

Результати розрахунків теплопритоків на холодильне обладнання дані в зведеній таблиці

4.5 Розрахунок теплопритоків від дихання плодів і овочів

Теплопритоки від дихання плодів і овочів визначають з урахуванням того, що в камеру завантажують плоди або овочі, потребують охолодження до температури зберігання:

$$Q_5 = q_5^I \cdot G_n + q_5^{II} \cdot (G - G_n) \quad 4.16.$$

де G_n - максимальне надходження плодів і овочів в камеру, т;

q_5^I і q_5^{II} - питомі тепловиділення плодів і овочів при температурі їх надходження і зберігання, Вт / т;

Кількість виділеної теплоти від температури має експонентний характер:

$$q_t = q_0 e^{bt} \quad 4.17.$$

де b - температурний коефіцієнт, $^{\circ}C^{-1}$

Теплопритоки від дихання ранніх сортів груш

$$q_5^I = 9,5 \cdot e^{0,1675 \cdot 7} = 30,57 \text{ Вт / т}$$

$$q_5^{II} = 9,5 \cdot e^{0,1675 \cdot 0} = 9,5 \text{ Вт / т}$$

$$Q_5 = 30,57 \cdot 18,6 + 9,5 \cdot (93 - 18,6) = 1275 \text{ Вт}$$

Теплопритоки від дихання пізніх сортів груш

$$q_5^I = 15,7 \cdot e^{0,05975 \cdot 7} = 23,81 \text{ Вт / т}$$

$$q_5^{II} = 15,7 \cdot e^{0,0597 \cdot 0} = 15,7 \text{ Вт / т}$$

$$Q_5 = 23,81 \cdot 18,6 + 15,7 \cdot (93 - 18,6) = 1611,026 \text{ Вт}$$

Теплопритоки камер №2-17 зведені в таб.2.2

табл.4.5 -Теплопритоки камер №2-17

№кам.	Q1, кВт	Q2, кВт		Q4, кВт				Q5, кВт	ΣQ, кВт
		Q2т	Q2п	q1	q2	q3	q4		
2	2	2,75	9,22	0,23	0	2,37	0,5	2	19,18
3	2	2,76	9,22	0,23	0	2,37	0,5	2	19,18
4	2,47	2,8	9,22	0,23	0	2,37	0,5	2,09	19,7
5	2,56	2,8	9,22	0,23	0	2,37	0,5	2,09	19,8

6	3,1	2,8	2,22	0,23	0	2,37	0,5	2,09	20,3
7	2,33	1,62	9,22	0,184	0	2,37	0,5	1,2	17,35
8	1,95	1,6	9,22	0,184	0	2,37	0,5	1,2	16,97
9	3,1	2,64	9,22	0,21	0	2,37	0,5	1,97	19,09
10	4,3	2,64	9,22	0,22	0	2,37	0,5	1,98	21,2
11	1,95	1,6	9,22	0,18	0	2,37	0,5	1,2	16,97
12	1,5	1,62	9,22	0,18	0	2,37	0,5	1,2	16,5
13	1,95	1,62	9,22	0,184	0	2,37	0,5	1,2	16,97
14	2,5	2,64	9,22	0,21	0	2,37	0,5	1,97	19,4
15	3,25	2,64	9,22	0,21	0	2,37	0,5	1,97	20,8
16	2,36	2,78	9,22	0,24	0	2,37	0,5	2,08	19,6
17	27,98	18,75	9,22	0,31	0,7	2,37	3,7	2,8	47,16

При розрахунку навантаження на устаткування холодильної камери враховуємо всю величину експлуатаційних теплопритоків, а при розрахунку на компресор враховуємо 75% від отриманої суми і максимальний обсяг добового надходження продукту в холодильник в розмірі 200 тонн.

Максимальне теплове навантаження холодильника становить $\Sigma Q = 235,9$ кВт
Результати розрахунків теплопритоків на холодильне обладнання дані в зведеній таблиці 4.6

4.6 Визначення навантаження на прилади охолодження і компресора

Навантаження на теплообмінне обладнання визначається підсумовуванням всіх теплопритоків в дану камеру (див. Таблицю 4.6).

Навантаження на компресора складається з усіх видів теплопритоків, однак, в ряді випадків їх можна враховувати в повному обсязі, а частково, в залежності від призначення охолоджуваного приміщення. Навантаження на компресори від експлуатаційних теплопритоків враховують в розмірі 75% від максимальних значень. Розрахункову холодопроизводительность для підбору компресорів визначають з урахуванням коефіцієнта робочого часу $b = 0,9$ і

коефіцієнта, що враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки (при безпосередньому охолодженні і даній температурі кипіння холодоагенту $k = 1,05$)

$$Q = \Sigma Q \cdot k / b$$

Табл. 4.6

№ камери	Температура повітря в приміщенні, °З	Час роботи споживачів, годину	Потреба в холоді, кВт
1	0	22	24,5
2	0	22	22,2
3	0	22	22,2
4	0	22	22,8
5	0	22	22,8
6	0	22	23,5
7	0	22	18,4
8	0	22	19,7
9	0	22	22,15
10	0	22	24,6
11	0	22	19,7
12	0	22	19,1
13	0	22	19,7
14	0	22	22,5
15	0	22	24,1
16	0	22	22,7
17	0	22	54,7

5 Вибір холодильного агента

Один з основних питань, що виникають при створенні холодильних машин (далі - ХМ), - вибір холодильних агентів, які сприяли б надійної та економічної роботи машини в заданому температурному діапазоні.

Робочі речовини, призначені для ХМ, повинні відповідати таким основним вимогам:

- володіти хімічною стабільністю і інертністю до основних конструкційних матеріалів і мастил;
- мати допустимі значення робочих тисків, різниці і відносини тисків нагнітання і всмоктування;
- не чинити негативних впливів на навколишнє середовище і людину;
- бути негорючими і вибухобезпечними;
- мати високу ступінь термодинамічної досконалості, велику об'ємну холодопродуктивність;
- володіти сприятливим поєднанням теплофізичних властивостей, що впливають на масу і габарити теплообмінної апаратури;
- випускатися промисловістю і мати відносно низьку вартість.

Домінування екологічних критеріїв на ринку холодоагентів

Сьогодні вже стало очевидним, що термодинамічні властивості холодильних агентів відходять на другий план. За останні 25 років екологічні норми для холодоагентів посилювалися кілька разів. На ринку холодоагентів відбився спочатку Монреальський протокол, потім Кіотський. Причому, важко передбачити, за яким екологічному критерію холодоагенти будуть обмежені в майбутньому. Розглянемо докладніше, які ж законодавчі критерії впливають сьогодні на ринок холодоагентів і холодильної техніки в цілому.

Монреальський і Кіотський протокол

Проблема руйнування озонового шару Землі носить глобальний характер. З метою її вирішення був прийнятий Монреальський протокол, який регламентує виробництво та використання озоноруйнівних речовин у всьому світі. Даний документ був підписаний за сприяння UNEP (United Nations

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Environment Program - Програма ООН з навколишнього середовища) в Монреалі з 16 вересня 1987. З тих пір протокол піддавався багаторазового перегляду: в 1990 (Лондон), 1991 (Найробі), 1992 (Копенгаген), 1993 (Бангкок), 1995 (Відень), 1997 (Монреаль) і 1999 (Пекін) і т.д ..

Минулі роки підтвердили доцільність ратифікації протоколу. У роботі відзначається, що вже зараз спостерігається припинення росту в атмосфері концентрації основних озоноруйнуючих холодоагентів, але разом з тим відбувається зростання концентрації перехідних HCFC-холодагентів. На думку фахівців, максимальна концентрація хлору в атмосфері буде спостерігатися на початку нинішнього століття, і озоновий шар атмосфери Землі не буде остаточно відновлений аж до 3050 ... 3070 років. Однак з Кіотським протоколом виникли деякі складності. Другий період його дії розпочнеться 1 січня 2013 року. Головна проблема, яка встала на шляху реалізації Кіотського протоколу полягає в тому, що ратифікувати цей документ відмовилися такі країни, як Китай, США, Індія і Бразилія. Тобто вони залишили за собою право контролювати обсяги викидів парникових газів на власній території. А адже промисловість цих країн в сукупності формує чи не більше половини викидів CO₂, що генеруються в усьому світі. Україна на другий період дії Кіотського протоколу (2013-2020) заявила, що за нею необхідно зберегти квоти на викидання на рівні першого періоду (тобто на рівні 1990 року), хоча за станом на 2012 рік Україна має надлишок викидів CO₂ приблизно на 2,3 млрд. тонн. Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених оптимальному вибору робочих тел для холодильного обладнання та на численність запропонованих на ринку холодоагентів, можна стверджувати, що в цілому програми з переведення холодильного обладнання на екологічно безпечні робочі тіла в повній мірі не досягли поставленої мети. Під гаслом боротьби за екологічну безпеку реалізуються досить спірні проекти, основною метою яких є конкурентна боротьба за ринки збуту холодильного обладнання або реалізація протекціоністської політики тих чи інших фірм.

Азіатсько-Тихоокеанське партнерство

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Програма під назвою Азіатсько-Тихоокеанське партнерство, розроблена і підписана шістьма країнами, включаючи США, Австралію, Китай, Індію, Японію і Південну Корею не виступає альтернативою Кіотським протоколом, однак може стати більш ефективною в сфері скорочення викидів парникових газів.

Партнерство було створено влітку 2005 року. Головною його метою є впровадження програми так званого «чистого розвитку», яка полягає в розробці та використанні нових технологій, що дозволяють скоротити викиди в атмосферу парникових газів, а також партнерство займається питаннями зміни клімату.

Серед країн-учасників Азіатсько-Тихоокеанського партнерства частина країн підписали Кіотський протокол - це Японія, на яку поширюються зобов'язання зі скорочення викидів парникових газів, Китай і Південна Корея (на них зобов'язання не поширюються). США і Австралія не підписали Кіотський протокол.

Однак на ці шість країн припадає більше половини світового населення і більше половини обсягів світової економіки. Азіатсько-Тихоокеанське партнерство, зокрема займається розробкою стратегії скорочення шкідливих викидів енергетичних підприємств, підприємств з виробництва цементу, гірничодобувної промисловості і т.д.

Як правило, в ХМ застосовують робочі речовини, що задовольняють лише найбільш важливим вимогам. Крім перерахованих, важливою вимогою, яка пред'являється до холодильних агентам, є безпека експлуатації холодильного обладнання. У холодильних камерах певну небезпеку становлять витік холодоагенту і їх шкідливий вплив на людей і зберігаються в них продукти.

Кожне робоче речовина може забезпечити ефективну роботу ХМ в досить вузькому діапазоні температур. А оскільки робота холодильних машин на підприємствах торгівлі здійснюється досить в широкому діапазоні температур кипіння холодоагентів (від -5 до -40 ° C), то для кожної з цих

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		44

температур існує найбільш підходящий холодильний агент, при використанні якого техніко-економічні показники роботи холодильної установки оптимальні .

Розрізняють природні і штучні холодильні агенти. До природних холодоагентів відносяться: аміак (R717), повітря (R729), вода (R718), вуглекислота (R744) і ін., До штучних - хладони (суміші різних фреонів).

Фреони - вуглеводні (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 і C_4H_{10}), в яких водень повністю або частково замінений фтором і хлором (в окремих випадках бромом).

За термодинамічних властивостях найкращим природним холодильним агентом вважається аміак. Тому в даний час на великих холодильних установках з помірно низькими температурами ($-15 \dots -25^\circ \text{C}$) найбільш поширений аміак. У малих і середніх холодильних машинах і установках використовують хладон-12 і хладон-22. Обмежене застосування знаходять такі холодоагенти, як хладон-13, хладон-500, хладон-502.

	R32	R410A	R22
Категория	ГФУ	ГФУ	ГХФУ
Формула	CH_2F_2	$\text{CH}_2\text{F}_2 / \text{CHF}_2\text{CF}_3$	CHClF_2
Состав (% по массе)	–	R32/R125 (50/50)	–
Температура кипения ($^\circ\text{C}$)	-51,7	-51,5	-40,8
ОРП	0	0	0,055
ПГП	675	2100	1810
Масло	Синтетическое	Синтетическое	Минеральное

Неазеотропних суміші широко застосовуються в герметичних компресорах, їх використання дозволяє підвищити надійність роботи холодильного агрегату і знизити енергоспоживання. Прикладом неазеотропних суміші може служити суміш холодоагентів R502 і R113 в співвідношенні відповідно 85 і 15%.

Особливістю хладонов є їх мала токсичність, негорючість, вибухобезпечність, досить висока термостійкість і хімічна нейтральність. Однак слід пам'ятати, що в присутності відкритого полум'я хладони розкладаються з утворенням отруйних речовин. Тому курити і користуватися відкритим полум'ям в холодильних камерах категорично забороняється. Слід також мати на увазі, що в системах з герметичними компресорами при згорянні електродвигуна

можуть утворюватися токсичні речовини, тому розгерметизацію такої системи треба проводити з певними заходами.

Озонабезпечні холодоагенти. Захист навколишнього середовища від шкідливого впливу різних машин і обладнання, в тому числі і від роботи холодильного обладнання, є досить актуальною проблемою для всього людства. Продукція, що в будь-якій країні домашні холодильники неминуче колись виходять з ладу і це веде до їх розгерметизації і попаданню холодоагенту в навколишнє середовище. Як було встановлено вченими, хладони, потрапляючи в навколишнє повітря, вступають в хімічну реакцію з озоновим шаром атмосфери і викликають його руйнування. Це може викликати в людей і всього живого на планеті найсерйознішими наслідками. Тому в 1987 р в Монреалі представниками багатьох країн були прийняті заходи по обмеженню виробництва речовин, що руйнують озоновий шар. Озоноруйнуючих здатність хладонів визначається наявністю атомів хлору в молекулі і оцінюється потенціалом руйнування озону ODP (Ozon Depletion Potential) і потенціалом "парникового ефекту" GWP (Global Warming Potential) щодо CO₂. У своїх дослідженнях американські вчені показали механізм руйнування озонового шару. Так як холодоагенти значно важчий за повітря, то, здавалося б, вони не повинні потрапляти в стратосферу. Однак хладон, потрапляючи в атмосферу, взаємодіє з вологою і піддається впливу іскрових розрядів (блискавок). Це призводить до гідролізу і піролізу хладону з відщепленням атомів хлору. Атом хлору активно включається в процес руйнування озону. Одна молекула хлору здатна зруйнувати до ста тисяч молекул озону. GWP (Global Warming Potential) щодо CO₂. У своїх дослідженнях американські вчені показали механізм руйнування озонового шару. Так як холодоагенти значно важчий за повітря, то, здавалося б, вони не повинні потрапляти в стратосферу. Однак хладон, потрапляючи в атмосферу, взаємодіє з вологою і піддається впливу іскрових розрядів (блискавок). Це призводить до гідролізу і піролізу хладону з відщепленням атомів хлору. Атом хлору активно включається в процес руйнування озону. Одна молекула хлору

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		46

здатна зруйнувати до ста тисяч молекул озону. GWP (Global Warming Potential) щодо CO₂. У своїх дослідженнях американські вчені показали механізм руйнування озонового шару. Так як холодоагенти значно важчий за повітря, то, здавалося б, вони не повинні потрапляти в стратосферу. Однак хладон, потрапляючи в атмосферу, взаємодіє з вологою і піддається впливу іскрових розрядів (блискавок). Це призводить до гідролізу і піролізу хладону з відщепленням атомів хлору. Атом хлору активно включається в процес руйнування озону. Одна молекула хлору здатна зруйнувати до ста тисяч молекул озону. взаємодіє з вологою і піддається впливу іскрових розрядів (блискавок). Це призводить до гідролізу і піролізу хладону з відщепленням атомів хлору. Атом хлору активно включається в процес руйнування озону. Одна молекула хлору здатна зруйнувати до ста тисяч молекул озону. взаємодіє з вологою і піддається впливу іскрових розрядів (блискавок). Це призводить до гідролізу і піролізу хладону з відщепленням атомів хлору. Атом хлору активно включається в процес руйнування озону. Одна молекула хлору здатна зруйнувати до ста тисяч молекул озону.

За ступенем озоноруйнівної активності холодоагенти ділять на дві групи:

- холодоагенти з високою озоноруйнівною активністю ($ODP > 1,0$);
- холодоагенти з низькою озоноруйнівною активністю ($ODP < 0,1$).

До першої групи належать хладони R11, R12, R13, R113, R114, R115, R500, R501 і ін. Молекулярна формула кожного з хладонів не містить атомів водню (за винятком азеотропних сумішей), тому їх гідроліз і високотемпературний піроліз протікають з утворенням вільних атомів хлору.

До другої групи належать менш озонобезпечні хладони R21, R22, R23, R30, R40, R123, R124, R140a, R160 і ін. Молекули кожного з названих хладонів містять атом водню і тому при гідролізі і піролізі молекул хладонів в першу чергу утворюється соляна кислота HCl, і в рідкісних випадках при певних умовах може виділитися кілька молекул вільного хлору. Цим і пояснюється їхня низька Озонобезпечні.

Хладони, що не містять атомів хлору, є повністю озонобезпечними. До них

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		47

відносяться R116, R125, R143, R113a, R152a, R290, R600 і ін.

В Україні до 2020 року всі холодильне обладнання повинно працювати на озонобезпечних хладагах. З цією метою мають бути розроблені нові холодильні машини, налагоджена нова технологія випуску як самих хладагів, так і холодильних масел, адсорбентів, нових матеріалів, приладів автоматики та контролю.

6 Тепловий розрахунок холодильної установки

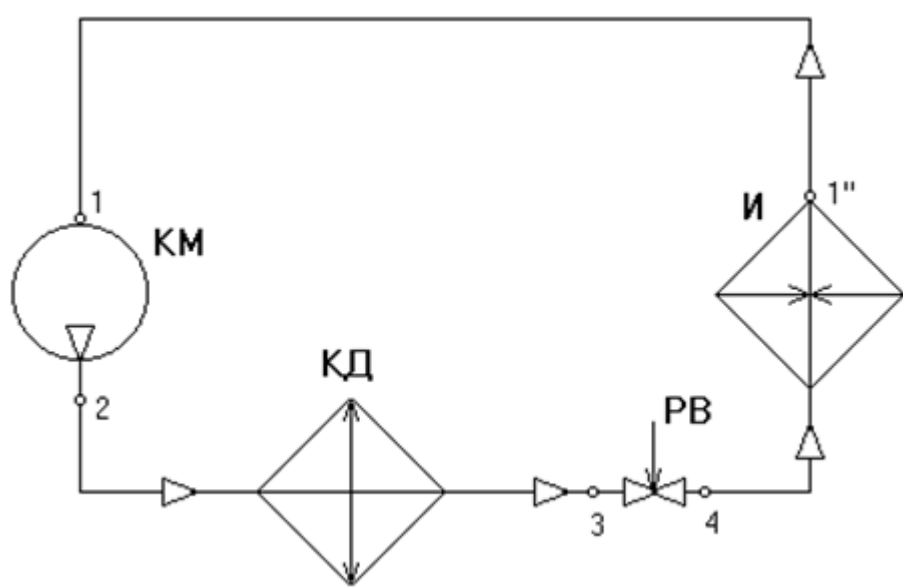
Початкові дані:

Охолодження системи: $Q_0 = 450$ кВт;

Холодильний агент: R 507.

Завданням теплового розрахунку є:

- визначення об'ємної продуктивності компресора;
- підбір компресора; визначення споживаної потужності компресора;
- визначення теплового навантаження на компресор.



Мал. 2.4.1 - Схема одноступінчастої холодильної установки

Підбираємо розрахункові параметри роботи холодильної установки.

Температура повітря в камері: $t_{\text{кам}} = + 0^{\circ} \text{C}$;

Температура зовнішнього повітря: $t_{\text{зов}} = + 32^{\circ} \text{C}$

Температура кипіння холодоагенту: $t_0 = t_{\text{кам}} - 7 = - 7^{\circ} \text{C}$;

Температура конденсації: $t_k = t_{\text{зов}} + 12 = 32 + 12 = 44^{\circ} \text{C}$

За допомогою діаграми Lg P - h знаходимо параметри холодоагенту в вузлових точках процесу. Отримані дані записуємо в таблицю 2.4

Табл 6.1 - Параметри вузлових точок процесу

	1 "	1	2	3 '	3	4
t, °C	-7	8	44	44	34	-7
P, бар	5	5	22	22	22	5
h, кДж / кг	360	370	402	260	245	245
v, м3 / кг	-	0,043	-	-	-	-

Визначаємо основні параметри теоретичного циклу і необхідну об'ємна продуктивність компресора.

Питома масова холодопродуктивність:

$$q_0 = h''1 - h_4 = 360 - 245 = 115 \text{ кДж / кг} \quad 6.1$$

Питома робота стиснення в компресорі:

$$l_{\text{км}} = h_2 - h_1 = 402 - 360 = 42 \text{ кДж / кг} \quad 6.2$$

Питома теплове навантаження на конденсатор:

$$q_k = h_2 - h'_3 = 402 - 260 = 142 \text{ кДж / кг} \quad 6.3$$

Необхідна холодопродуктивність компресора:

$$Q_{o.n} = K \cdot \Sigma Q_{0 \text{ км}} / b, \text{ кВт} \quad 6.4$$

де:

K - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки. При безпосередньому охолодженні K = 1,05 для температури кипіння холодоагенту t₀ = -10 °C;

b - коефіцієнт робочого часу компресора. Приймаємо, що компресор працює 22 години на добу, тоді:

$$b = 22/24 = 0,92$$

$$Q_{o.n} = 1,05 \cdot 450 / 0,92 = 522 \text{ кВт}$$

Необхідний масова витрата хладагента:

$$M_n = Q_{o.n} / q_0 = 522/115 = 4,5 \text{ кг} \quad 6.5$$

Необхідна теоретична об'ємна продуктивність компресора:

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		49

$$V_T = M_H \cdot v_1 / \lambda, \text{ м}^3 \quad 6.6$$

де: коефіцієнт подачі компресора.

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_{др} \cdot \lambda_{щ} \cdot \lambda_w \quad 6.7$$

де: λ_c - об'ємний коефіцієнт, що відображає вплив мертвого простору;

$\lambda_{др}$ - коефіцієнт дроселювання; $\lambda_{др} = 0,98$;

$\lambda_{пл}$ - коефіцієнт щільності; $\lambda_{пл} = 0,99$;

$\lambda_{др}$ - коефіцієнт підігріву, усчітывающий об'ємні втрати.

$\lambda_{пл}$ --относительная величина мертвого простору. Прийнятий $z = 0,03$;

$\frac{P_k}{P_o}$ - відношення тисків конденсації і кипіння;

m - показник розширення політропи «залишкового газу» з мертвого пространства, який дорівнює для фреону $m = 1$.

$$\lambda_c = 1 - 0,03 [() - 1] = 0,898 \quad 6.8$$

де: θ - повний перегрів на всмоктуванні.

$$\theta = t_1 - t_{11} = 8 - (-7) = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 1,12;$$

$$\beta = 0,5.$$

$$T_0 = 273 + t_0 = 273 - 7 = 266 \text{ K}$$

$$T_k = 273 + t_k = 273 + 44 = 317 \text{ K}$$

$$\lambda_w = (266 + 15) / (1,12 \cdot 317 + 0,5 \cdot 15) = 0,78$$

$$\lambda = 0,898 \cdot 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,78 = 0,68$$

Визначаємо необхідну об'ємну продуктивність компресора

$$V_T = 4,5 \cdot 0,043 / 0,68 = 0,28$$

Теоретична потужність компресора:

$$N_a = M_H \cdot l_{км}, \text{ кВт} \quad 6.9$$

$$N_a = 4,5 \cdot 42 = 189 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad 6.10$$

де: η_i - індикаторний ККД компресора:

$$\eta_i = \lambda_w + b \cdot t_0 \quad 6.11$$

де: $b_0 = 0,001$ - для фреонових машин.

$$\eta_i = 0,78 + 0,001 \cdot (-7) = 0,77$$

Визначаємо індекаторную потужність компресора:

$$N_i = 189 / 0,77 = 245 \text{ кВт}$$

Потужність тертя компресора:

$$N_T = V_T \cdot p_T, \text{ кВт} \quad 6.12$$

де: p_T - так зване «середню тиск», який дорівнює

для фреонів $p_T = 50 \text{ кПа}$.

$$N_T = 0,28 \cdot 50 = 14 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність (потужність на валу компресора):

$$N_e = N_i + N_T, \text{ кВт} \quad 6.13$$

$$N_e = 245 + 14 = 259 \text{ кВт}$$

Електрична потужність компресора:

$$N_{\text{ел. дв}} = N_e / \eta_{\text{ел. дв}}, \text{ кВт} \quad 6.14$$

де: $\eta_{\text{ел. дв}}$ - ККД електродвигуна, який підбирається по каталогу електродвигателів в залежності від його типу і потужності N_e

$$N_{\text{ел. дв}} = 259 / 0,8 = 324 \text{ кВт}$$

Теоретичний холодильний коефіцієнт:

$$\epsilon_T = q_0 / l_{\text{км}}, \quad 6.15$$

$$\epsilon_T = 115 / 42 = 2,7$$

Холодильний коефіцієнт відповідного циклу Карно:

$$\epsilon_K = T_0 / (T_k - T_0) \quad 6.16$$

$$\epsilon_K = 266 / (317 - 266) = 5,21$$

Теоретична ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_T = \epsilon_T / \epsilon_K \quad 6.17$$

$$\eta_T = 2,7 / 5,21 = 0,67$$

Дійсний холодильний коефіцієнт:

$$\epsilon_D = Q_{0.н} / N_e \quad 6.18$$

$$\epsilon_D = 522 / 324 = 1,6$$

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Дійсна ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{Т.Д} = \epsilon_{Д} / \epsilon_{К} \quad 6.19$$

$$\eta_{Т.Д} = 1,6 / 5,21 = 0,3$$

Теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{кд} = Q_{км} + N_i, \text{ кВт} \quad 6.20$$

$$Q_{кд} = 522 + 245 = 767 \text{ кВт}$$

Результати розрахунку вносимо в таблицю 2.4.2.

Таблиця 2.4.2 - Результати розрахунку

$Q_{о.н.},$ кВт	$V_T,$ м ³ / с	λ	$N_e,$ кВт	$N_{ел.дв.},$ кВт	$Q_k,$ кВт	ϵ_T	ϵ_D	ϵ_K	$\eta_{Т.Д}$
275,2	0,151	0,68	109,95	137,4	377,7	3,48	2,5	5,21	0,48

Підбираємо по каталогах багатокомпресорні агрегат на базі чотирьох восьмициліндрових напівгерметичних поршневих компресорів Bitzer 8FE-70Y-40P загальної холодопродуктивністю 522 кВт.

Проблема підвищення якості промислової продукції є головною метою виробників усього світу. Необхідність створення продукції, що відповідає вимогам ринку і найповніше задовольняє потреби покупців, стала головною причиною пошуку нових шляхів технічного вдосконалення конструкції виробу.

Для визначення конкурентоспроможності продукції на окремих стадіях життєвого циклу товару використовують різні методики оцінки якості продукції, але вони носять загальний характер. Крім того, найбільш поширені методи є суб'єктивними. В основі методів оцінки якості продукції лежить вибір номенклатури показників якості, що характеризують споживчі властивості конкретного товару. Тому число наукових проблем, які підлягають розгляду в даній області, велике, так як специфічні особливості різних видів, типів і типорозмірів виробів не завжди дозволяють використовувати вже відомі методики. На думку автора, використання ресурсів інфографічного моделювання дозволяє більш якісно і всебічно проводити дослідження

багатовимірних і складних явищ, вимагають вибудовування адекватного управління для досягнення високої ефективності впровадження інновації. Є досвід моделювання в сфері економіки, менеджменту, будівництва, автоматизації, але недостатньо повно впроваджені технології інфографічного моделювання в області вирішення технічних завдань. В рамках даної статті розглянуті можливості інтегрування методології інфографічного аналізу, при виборі альтернатив забороненим холодинним агентам. Відомо, що на підставі Монреальського протоколу 1987 р с метою запобігання руйнування озонового шару Землі, і боротьби з парниковим ефектом в атмосфері, викликаного також і викидами хладагентів в навколишнє середовище, були визнані озоноруйнівними наступні речовини (холодоагенти): R11, R12, R113, R114, R115 і інші, що містять атоми хлору (CFC- і HCFC- холодоагенти). Одним із заборонених виробів відноситься і широко застосовувався протягом багатьох років холодоагент R 22. Виробництво хладагентів CFC в розвинених країнах вже припинено, а Китай пообіцяв припинити випуск R12 з 2010 року. Фреон R22 ще дозволено, відповідно до 2030 р і 2040 року в розвинених і країнах, що розвиваються. У багатьох країнах Європи (Швеція, Німеччина, Італія та ін.) Положення національного законодавства є ще більш жорсткими. У цих країнах використання HCFC в новому холодинному обладнанні заборонено вже з 2002 р Хоча R22, і дозволений до 2030 і навіть 2040 р є ймовірність, що ці рамки, швидше за все, зрушений вперед. Покоління нових холодоагентів - суміші R449A, R448A, R513A, R450A, R404A, R407C, R410A, R507, не руйнують озоновий шар Землі. Виробництво хладагентів CFC в розвинених країнах вже припинено, а Китай пообіцяв припинити випуск R12 з 2010 року. Фреон R22 ще дозволено, відповідно до 2030 р і 2040 року в розвинених і країнах, що розвиваються. У багатьох країнах Європи (Швеція, Німеччина, Італія та ін.) Положення національного законодавства є ще більш жорсткими. У цих країнах використання HCFC в новому холодинному обладнанні заборонено вже з 2002 р Хоча R22, і дозволений до 2030 і навіть 2040 р є ймовірність, що ці рамки,

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		53

швидше за все, зрушений вперед. Покоління нових холодоагентів - суміші R449A, R448A, R513A, R450A, R404A, R407C, R410A, R507, не руйнують озоновий шар Землі. Виробництво хладагентів CFC в розвинених країнах вже припинено, а Китай пообіцяв припинити випуск R12 з 2010 року. Фреон R22 ще дозволено, відповідно до 2030 р і 2040 року в розвинених і країнах, що розвиваються. У багатьох країнах Європи (Швеція, Німеччина, Італія та ін.) Положення національного законодавства є ще більш жорсткими. У цих країнах використання HCFC в новому холодильному обладнанні заборонено вже з 2002 р Хоча R22, і дозволений до 2030 і навіть 2040 р є ймовірність, що ці рамки, швидше за все, зрушений вперед. Покоління нових холодоагентів - суміші R449A, R448A, R513A, R450A, R404A, R407C, R410A, R507, не руйнують озоновий шар Землі. У багатьох країнах Європи (Швеція, Німеччина, Італія та ін.) Положення національного законодавства є ще більш жорсткими. У цих країнах використання HCFC в новому холодильному обладнанні заборонено вже з 2002 р Хоча R22, і дозволений до 2030 і навіть 2040 р є ймовірність, що ці рамки, швидше за все, зрушений вперед. Покоління нових холодоагентів - суміші R449A, R448A, R513A, R450A, R404A, R407C, R410A, R507, не руйнують озоновий шар Землі. У багатьох країнах Європи (Швеція, Німеччина, Італія та ін.) Положення національного законодавства є ще більш жорсткими. У цих країнах використання HCFC в новому холодильному обладнанні заборонено вже з 2002 р Хоча R22, і дозволений до 2030 і навіть 2040 р є ймовірність, що ці рамки, швидше за все, зрушений вперед. Покоління нових холодоагентів - суміші R449A, R448A, R513A, R450A, R404A, R407C, R410A, R507, не руйнують озоновий шар Землі.

7 Гідрофторолефіни

Гідрофторолефіни (ГФО) і гідрохлорфторолефіни (ГХФО) вважаються окремим, відмінним від традиційних ДФУ і ГХФУ класом хладагентів. Відмінність полягає в тому, що традиційні фреони представляють собою фторвмісні насичені аліфатичні вуглеводні (алкани), в той час як ГФО і ГХФО - ациклічні ненасичені вуглеводні (алкени або олефіни).

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		54

ГФО і ГХФО мають нульовий озоноруйнуючий потенціал і відносно низький потенціал глобального потепління. Ці речовини і суміші розроблені і синтезовані спільно компаніями Du Pont і Honeywell (США) для застосування в якості озонобезпечних і не завдають шкоди клімату Землі пропеллентів, холодоагентів, піноутворювача і технологічних засобів очищення, знежирення і промивання (розчинників).

Все це призвело до того, що в даний час в холодильній техніці використовується понад десятка різних холодоагентів, що позиціонуються на ринку, як альтернативні озонобезпечних, але при цьому мають неідентичні показники. Таким чином, актуальною проблемою є визначення оптимального аналога забороненого холодоагенту для ефективної роботи холодильного агрегату. Вивчення інфографічного композиційного моделювання дозволяє вирішити проблему вибору необхідного холодоагенту з усього поля критеріїв оцінки, згідно з найбільш вагомим чинникам і графічно обґрунтувати результат дослідження.

Перелічимо основні критерії порівняльного аналізу хладагентів:

- 1) значення питомої холодопродуктивності;
- 2) значення питомої теоретичної споживаної потужності;
- 3) екологічні властивості холодоагенту;
- 4) ремонтпридатність;
- 5) вартість холодоагенту.

Екологічні властивості холодоагенту - це властивості, що характеризують холодоагент з точки зору безпеки для навколишнього середовища. До них відносяться: потенціал глобального потепління (ПГП або GWP) і потенціал руйнування озону (ODP). Ремонтпридатність - це можливість відновлення працездатного стану шляхом технічного обслуговування і ремонту. Холодоагент R22 є однокомпонентним, в результаті чого існує можливість дозаправки холодильного контуру, при частковій витокі даного холодоагенту з системи, без попереднього вакуумування.

холодоагент R407C- трьох компонентний холодоагент, що складається з: R32 (23%), R125 (25%) і R134a (52%). При частковій виток такого холодоагенту, під час дозаправки необхідно провести повне вакуумирование холодильного контуру, тому що складові частини холодоагенту R407C будуть випаровуватися не рівномірно, і в результаті дозаправки їх процентне співвідношення в системі зміниться.

фреон R449A є заміною для R404A і R507A; це суміш R32 (24,3%), R125 (24,7%), R1234yf (25,3%) і R134a (25,7%) з ПГП 1397. Це негорючий і нетоксичний холодоагент класу безпеки A1.

R448A є негорючим, нетоксичним фреоном компанії Honeywell, який здатний замінити R404A, реалізується під торговою назвою Solstice N40. Він складається з тих же самих компонентів, що і в R449A DuPont з додаванням невеликої кількості R1234ze (E). Його склад: R32 (26%), R125 (26%), R1234yf (20%), R134a (21%) і 1234ze (E) (7%). ПГП складає близько одна тисяча двісті сімдесят три.

R450A компанії Honeywell (N13) і R513A DuPont (XP10) представляють собою заміну для R134a.

R513A - це бінарна суміш R134A (44%) і R1234yf (56%). Він має ПГП близько 630 і клас безпеки A1.

Суміш 42% R134a і 58% HFO1234ze (E) - R450A є негорючим, має нульовий ПВІ (потенціал озонного виснаження) і ПГП близько 601.

холодильний агент	GWP	можлива заміна
R1234ef	1	R134a
R450A	601	R134a
R513A	631	R134a
R449A	тисячу триста дев'яносто сім	R22, R507, R404a
R448A	1273	R410A, R404A
R507A	3900	R404a, R502

Особливості гідрофторолефінов (ГФО)

- Виключно низький ПГП (GWP)
- альтернатива ДФУ
- великий температурний глайд в сумішах з ДФУ
- при руйнуванні в атмосфері ГФО виробляє в 4-5 разів більше тріфторуксусної кислоти, ніж, наприклад, R134a
- обмежені потенційні області применеия через руйнування подвійного зв'язку
- відносяться до класу A2L (нетоксичні, слабогорючі), але вимагають запобіжних заходів, тому що в разі пожежі створюють токсичні HF і фторфосгени (COF₂)
- ціна у багато разів вище, ніж використовувані нині ДФУ.

Слід зазначити, що ууказані чотири замінника є негорючими, і, таким чином, класифікуються в групі безпеки A1. Тому при перекладі системи на один з цих холодоагентів не потрібно проводити будь-яку оцінку ступеня ризику, згідно з директивою АТЕХ (пожежо-вибухонебезпечність). У системах з одним з цих нових холодоагентів BITZER компресори повинні бути заправлені поліефірними маслами (POE). Рекомендується після 6 місяців роботи взяти пробу POE масла для тестування на кислотність.

Загальні рекомендації для R448A і R449A

При використанні R448A і R449A в існуючих системах, слід брати до уваги температурний глайд від 5 до 6 К. В першу чергу це впливає на продуктивність випарника і конденсатора (через різницю температур). У результатах розрахунків за програмою показується масова витрата хладагента. Для обох хладагентів він набагато нижче, ніж для R404A і R507A. Таким чином, при проведенні ретрофіта можливо буде потрібно відрегулювати розширювальний клапан.

Через відмінності кривої тиску / температури нових холодоагентів в порівнянні з R404A і R507A, по крайній мере, настройки перегріву повинні

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		57

бути змінені. Це повинно бути зроблено після консультацій з виробником нових холодоагентів, так як їх технічні специфікації поки не доступні в повній мірі.

Загалом, більш висока температура нагнітання в порівнянні з R404A і R507A повинна бути прийнята до уваги. У низькотемпературному застосуванні може знадобитися допоміжний вентилятор на компресор. Крім того, слід враховувати, що трохи відрізняються межі області допустимого застосування R448A / R449A.

Загальні рекомендації для R450A і R513A

R513A - азеотроп, R450A - зеотропних, але з дуже низьким температурним Глайдом 0.4 К. Це означає, що обидва сумішевих холодоагенту можна розглядати на практиці як R134a.

Температура нагнітання нових заміщають хладагентів приблизно на 6 - 7 К нижче, ніж у R143a. У R450A і R513A ті ж самі межі області допустимого застосування, що і у R134a.



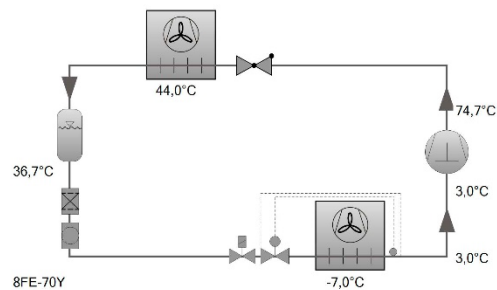
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры**Исходные данные**

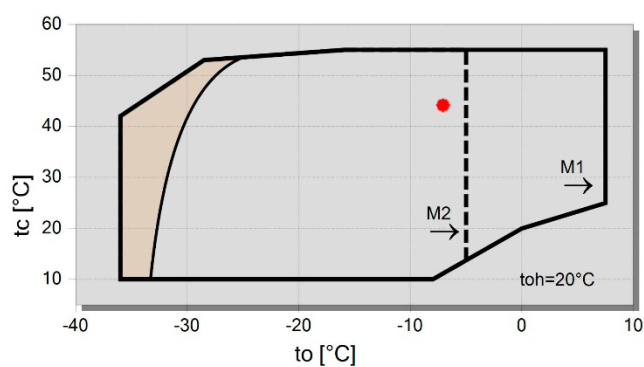
Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R404A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

**Результат****Компрессор 8FE-70Y-40P**

Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	126,9 kW
Холодопроизвод-сть*	123,0 kW
Произв-сть испарителя	126,9 kW
Потребл. мощность	54,7 kW
Ток (400V)	102,1 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	181,6 kW
СОР/КПД	2,32
СОР/КПД *	2,25
Массов. расход	3915 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	74,7 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь

*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

Границы применения 100%**Условные обозначения**

дополнительное охлаждение или max. toh < 0°C

M1: Мотор 1

M2: Мотор 2

A

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

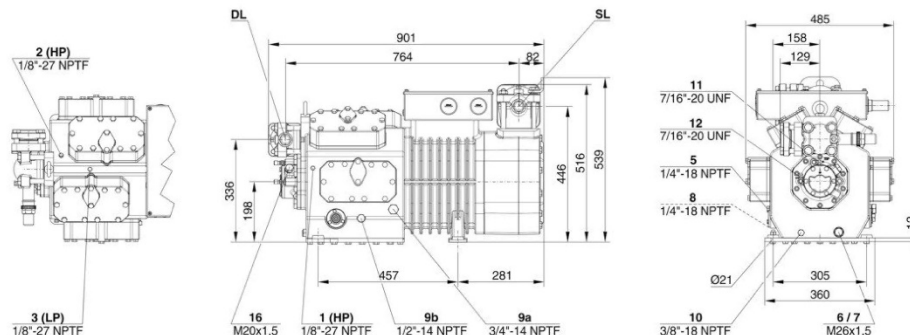
Арк.

59



Технические данные: 8FE-70Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	221 m³/h
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	266,7 m³/h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	8 x 82 mm x 60 mm
Вес	374 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 28 bar
Присоединение линии всасывания	76 mm - 3 1/8"
Присоединение линии нагнетания	54 mm - 2 1/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)

Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	139.0 A
Соотношение обмоток	60/40
Пусковой ток (ротор заблокирован)	401.0 A D / 590.0 A DD
Макс. энергопотребление	78,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2
Класс защиты	IP54 (Standard)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	5,0 dm³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Регулирование производительности	100-75-50% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-50% (Option)
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII (Option)

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (+5°C/50°C) @50Гц	87,5 dB(A) @ 50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	89,0 dB(A) @ 50Hz
Уровень звукового давления @1м (+5°C/50°C) @50Гц	79,5 dB(A) @ 50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц	81,0 dB(A) @ 50Hz



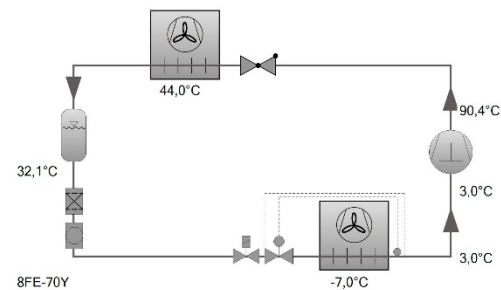
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры**Исходные данные**

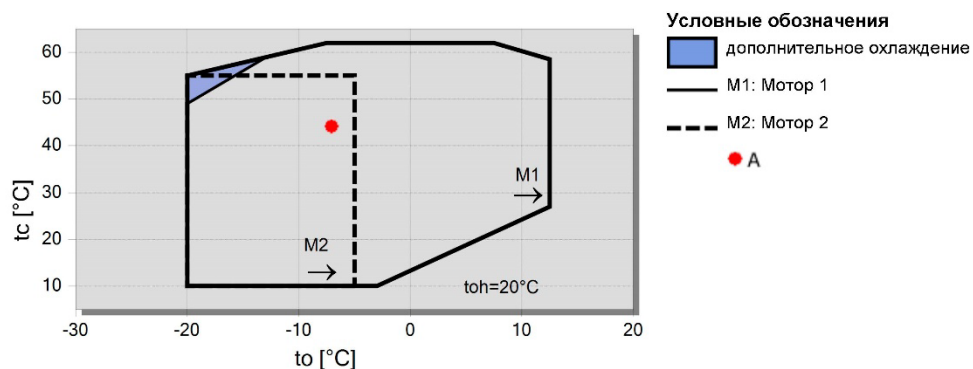
Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R407C
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

**Результат****Компрессор 8FE-70Y-40P**

Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	118,8 kW
Холодопроизвод-сть*	114,9 kW
Произв-сть испарителя	118,8 kW
Потребл. мощность	46,1 kW
Ток (400V)	90,1 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	164,9 kW
COP/КПД	2,58
COP/КПД *	2,50
Массов. расход	2566 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	90,4 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь

*по стандарту EN12900(темп. всасываемых паров 20 C, переохлаждение жидкости 0 K) - Внимание: относится к значению "точки росы"

Границы применения 100%

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

61



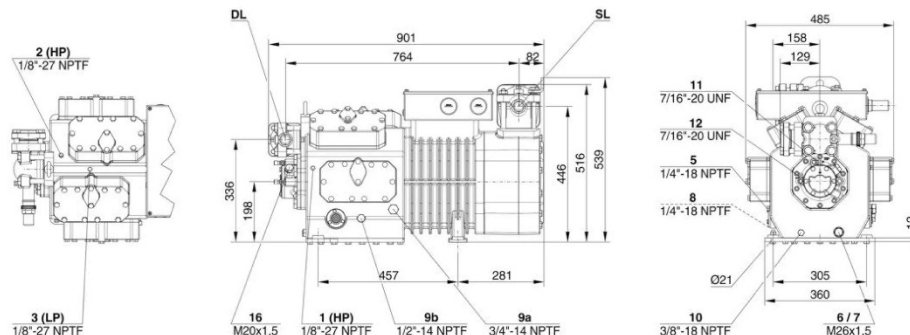
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

2 / 4

Технические данные: 8FE-70Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	221 m³/h
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	266,7 m³/h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	8 x 82 mm x 60 mm
Вес	374 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 28 bar
Присоединение линии всасывания	76 mm - 3 1/8"
Присоединение линии нагнетания	54 mm - 2 1/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)

Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	139.0 A
Соотношение обмоток	60/40
Пусковой ток (ротор заблокирован)	401.0 A D / 590.0 A DD
Max. энергопотребление	78,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2
Класс защиты	IP54 (Standard)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	5,0 dm³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Регулирование производительности	100-75-50% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-50% (Option)
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII (Option)

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (+5°C/50°C) @50Гц	87,5 dB(A) @ 50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	89,0 dB(A) @ 50Hz
Уровень звукового давления @1м (+5°C/50°C) @50Гц	79,5 dB(A) @ 50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц	81,0 dB(A) @ 50Hz

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

KPM.XУКП.1.784-03.2.3

Арк.

62



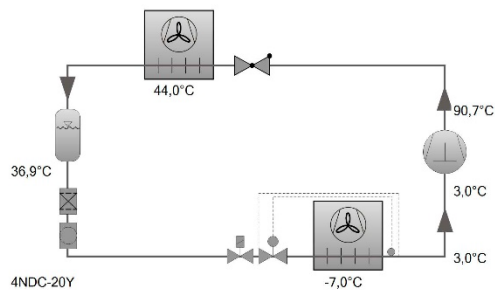
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры**Исходные данные**

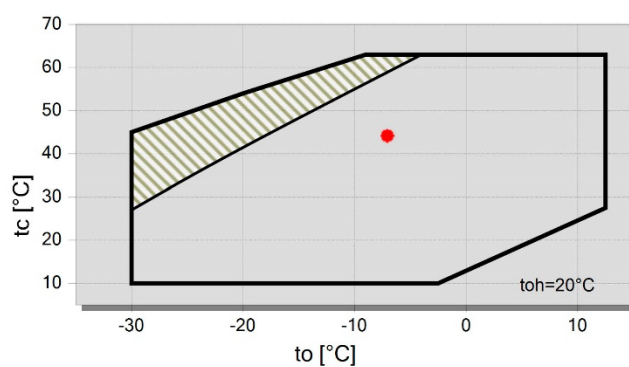
Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R410A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

**Результат****Компрессор 4NDC-20Y-40P**

Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	39,4 kW
Холодопроизвод-сть*	36,7 kW
Произв-сть испарителя	39,4 kW
Потребл. мощность	14,08 kW
Ток (400V)	23,9 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	53,5 kW
СОР/КПД	2,80
СОР/КПД *	2,61
Массов. расход	841 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	90,7 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь

*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

Границы применения**Условные обозначения**

перегрев всас. паров ≤20K

A

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

63



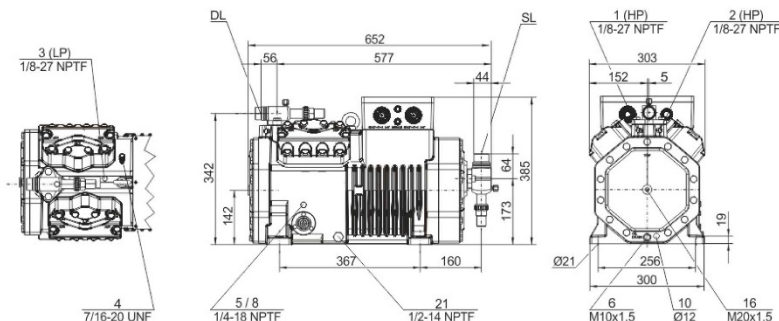
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

2 / 4

Технические данные: 4NDC-20Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	46,9 m3/h
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	56,6 m3/h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 70 mm x 35 mm
Вес	153 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	25 / 42 bar
Присоединение линии всасывания	35 mm - 1 3/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R410A	BSE55 (Standard)

Параметры мотора

Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	37.0 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	97.0 A Y / 158.0 A YY
Мак. энергопотребление	23,2 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B1
Класс защиты	IP65
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,60 dm ³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Стартовая разгрузка	Option
Дополнительный вентилятор	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	0..140 W PTC (Option)
Контроль уровня масла	OLC-K1 (Option)

Измерения шумовых параметров

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

KPM.XYKP.1.784-03.2.3

Арк.

64



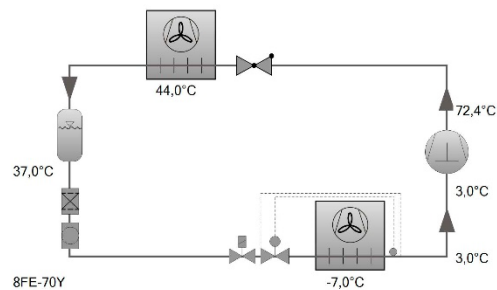
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры**Исходные данные**

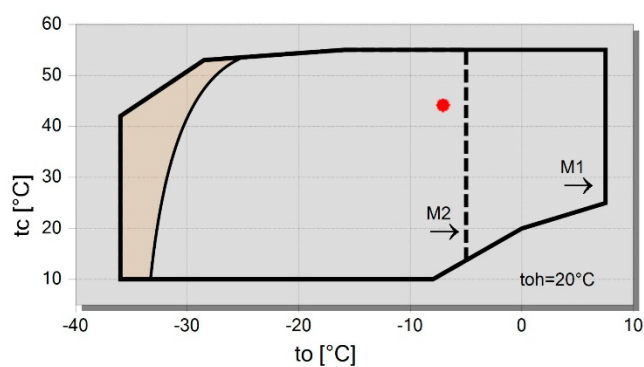
Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R507A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

**Результат****Компрессор 8FE-70Y-40P**

Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	130,0 kW
Холодопроизвод-сть*	126,0 kW
Произв-сть испарителя	130,0 kW
Потребл. мощность	54,7 kW
Ток (400V)	102,1 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	184,7 kW
COP/КПД	2,38
COP/КПД *	2,30
Массов. расход	4164 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	72,4 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь

*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

Границы применения 100%**Условные обозначения**

дополнительное охлаждение или max. toh < 0°C

M1: Мотор 1

M2: Мотор 2

A

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

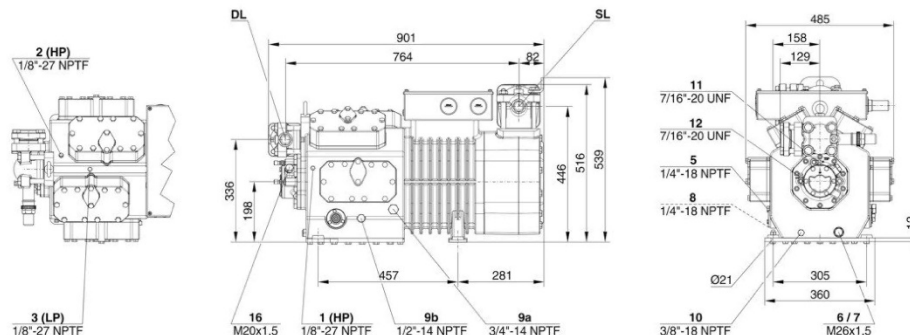
65

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата



Технические данные: 8FE-70Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	221 m³/h
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	266,7 m³/h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	8 x 82 mm x 60 mm
Вес	374 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 28 bar
Присоединение линии всасывания	76 mm - 3 1/8"
Присоединение линии нагнетания	54 mm - 2 1/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)

Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	139.0 A
Соотношение обмоток	60/40
Пусковой ток (ротор заблокирован)	401.0 A D / 590.0 A DD
Max. энергопотребление	78,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2
Класс защиты	IP54 (Standard)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	5,0 dm³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Регулирование производительности	100-75-50% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-50% (Option)
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII (Option)

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (+5°C/50°C) @50Гц	87,5 dB(A) @ 50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	89,0 dB(A) @ 50Hz
Уровень звукового давления @1м (+5°C/50°C) @50Гц	79,5 dB(A) @ 50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц	81,0 dB(A) @ 50Hz



BITZER Software v6.7.0 rev1921

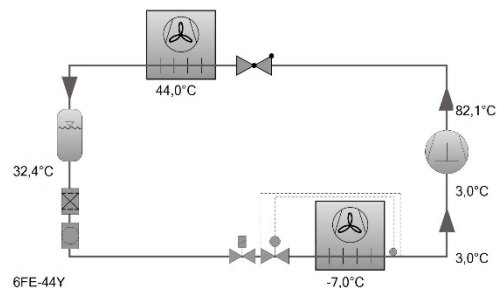
07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры

Исходные данные

Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R448A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

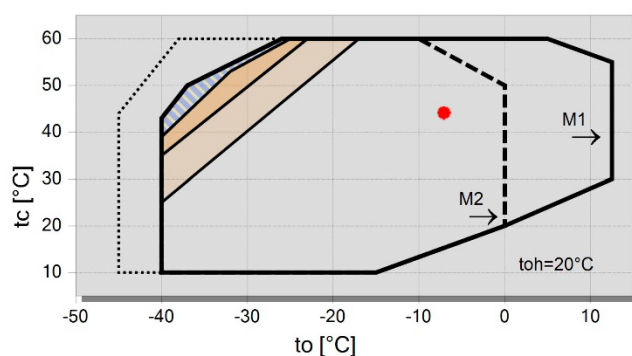


Результат

Компрессор	6FE-44Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	92,0 kW
Холодопроизвод-сть*	88,7 kW
Произв-сть испарителя	92,0 kW
Потребл. мощность	32,7 kW
Ток (400V)	58,7 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	124,8 kW
СОР/КПД	2,81
СОР/КПД *	2,71
Массов. расход	2094 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	82,1 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь
*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохладение жидкости 0 K)

Границы применения 100%



Условные обозначения

- дополнительное охлаждение или max. toh <0°C
- дополнительное охлаждение или перегрев всас. паров ≤20K
- дополнительное охлаждение & перегрев всас. паров ≤20K
- Выберите режим работы «RI (IQ MODULE)»
- M2: Мотор 2
- M1: Мотор 1
- A

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

67



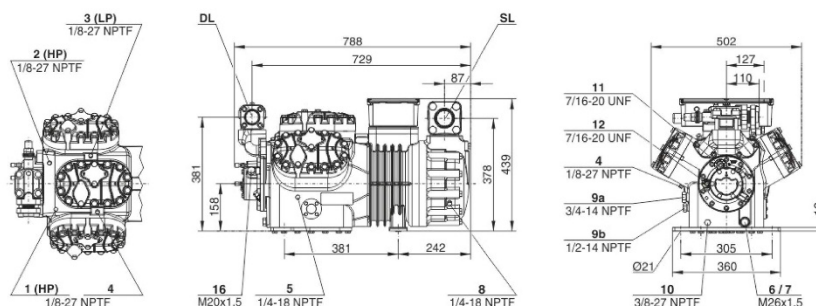
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

2 / 4

Технические данные: 6FE-44Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	151,6 м³/ч
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	183,0 м³/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	6 x 82 mm x 55 mm
Вес	239 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания	42 mm - 1 5/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	83.2 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	219.0 A Y / 362.0 A YY
Max. энергопотребление	46,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	4,75 dm³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Стартовая разгрузка	Option
Регулирование производительности	100-66-33% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Option
CIS система	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	82,8 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-35°C/40°C) @50Гц	90,5 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц	74,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-35°C/40°C) @50Гц	82,5 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц R134a	80,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц R134a	72,8 dB(A) @50Hz

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

KPM.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

68



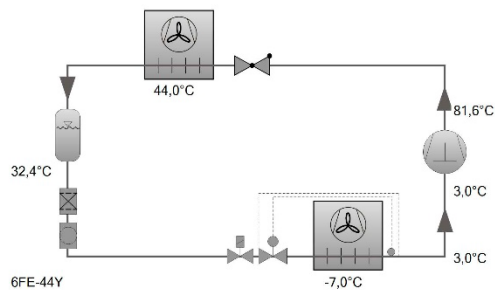
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры**Исходные данные**

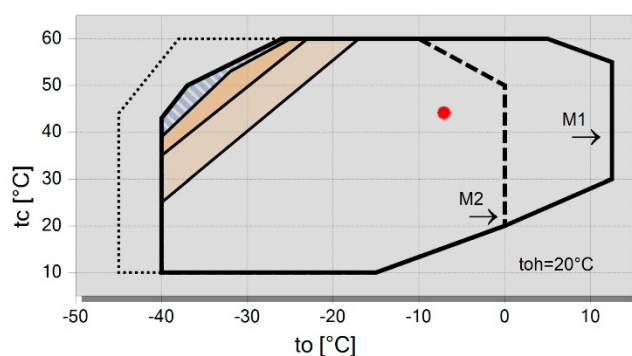
Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R449A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

**Результат**

Компрессор	6FE-44Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	91,4 kW
Холодопроизвод-сть*	88,2 kW
Произв-сть испарителя	91,4 kW
Потребл. мощность	32,7 kW
Ток (400V)	58,7 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	124,2 kW
СОР/КПД	2,79
СОР/КПД *	2,69
Массов. расход	2123 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	81,6 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь

*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

Границы применения 100%**Условные обозначения**

- дополнительное охлаждение или max. toh <0°C
- дополнительное охлаждение или перегрев всас. паров ≤20K
- дополнительное охлаждение & перегрев всас. паров ≤20K
- Выберите режим работы «RI (IQ MODULE)»
- M2: Мотор 2
- M1: Мотор 1
- A

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

69



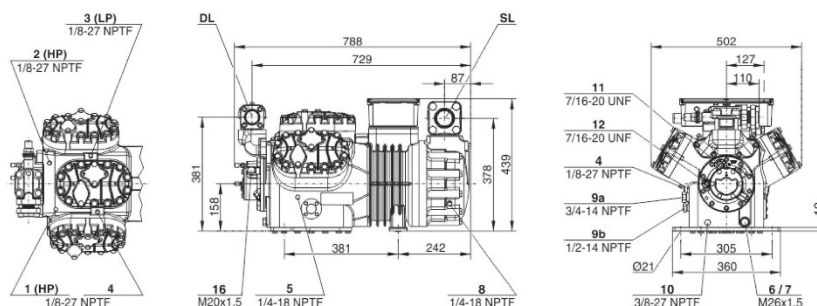
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

2 / 4

Технические данные: 6FE-44Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	151,6 м³/ч
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	183,0 м³/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	6 x 82 mm x 55 mm
Вес	239 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания	42 mm - 1 5/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	83.2 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	219.0 A Y / 362.0 A YY
Max. энергопотребление	46,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	4,75 dm³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Стартовая разгрузка	Option
Регулирование производительности	100-66-33% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Option
CIS система	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	82,8 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-35°C/40°C) @50Гц	90,5 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц	74,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-35°C/40°C) @50Гц	82,5 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц R134a	80,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц R134a	72,8 dB(A) @50Hz

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

KPM.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

70



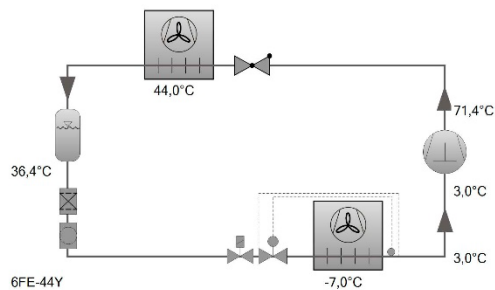
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры**Исходные данные**

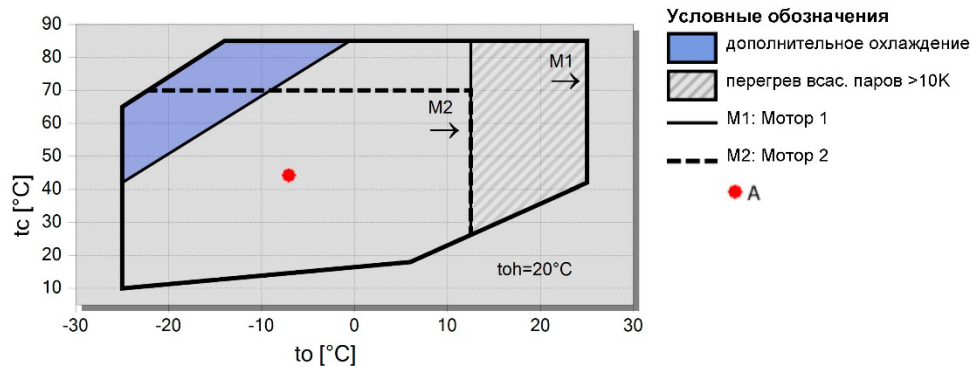
Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R450A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

**Результат**

Компрессор	6FE-44Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	49,5 kW
Холодопроизвод-сть*	47,6 kW
Произв-сть испарителя	49,5 kW
Потребл. мощность	17,71 kW
Ток (400V)	39,4 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	67,2 kW
СОР/КПД	2,79
СОР/КПД *	2,69
Массов. расход	1252 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	71,4 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь

*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

Границы применения 100%**Условные обозначения**

- дополнительное охлаждение
- перегрев всас. паров >10K
- M1: Мотор 1
- M2: Мотор 2
- A

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

71



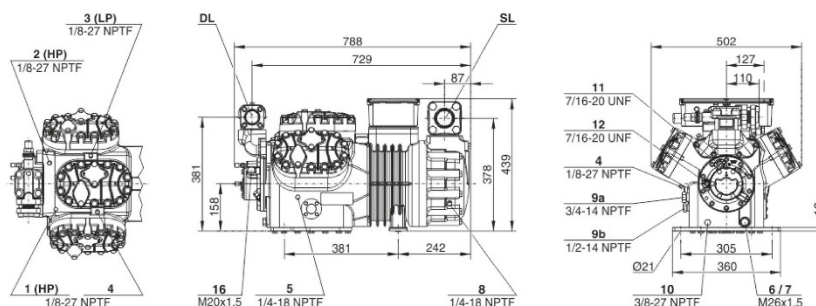
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

2 / 4

Технические данные: 6FE-44Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	151,6 м³/ч
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	183,0 м³/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	6 x 82 mm x 55 mm
Вес	239 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания	42 mm - 1 5/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	83.2 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	219.0 A Y / 362.0 A YY
Max. энергопотребление	46,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	4,75 dm³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Стартовая разгрузка	Option
Регулирование производительности	100-66-33% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Option
CIS система	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	82,8 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-35°C/40°C) @50Гц	90,5 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц	74,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-35°C/40°C) @50Гц	82,5 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц R134a	80,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц R134a	72,8 dB(A) @50Hz

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

KPM.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

72



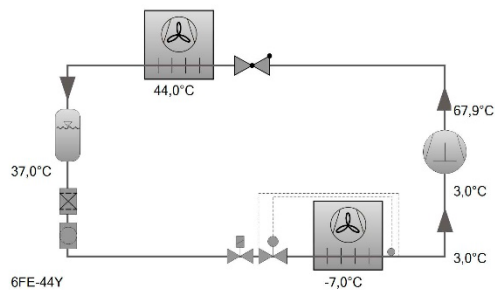
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

1 / 4

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры**Исходные данные**

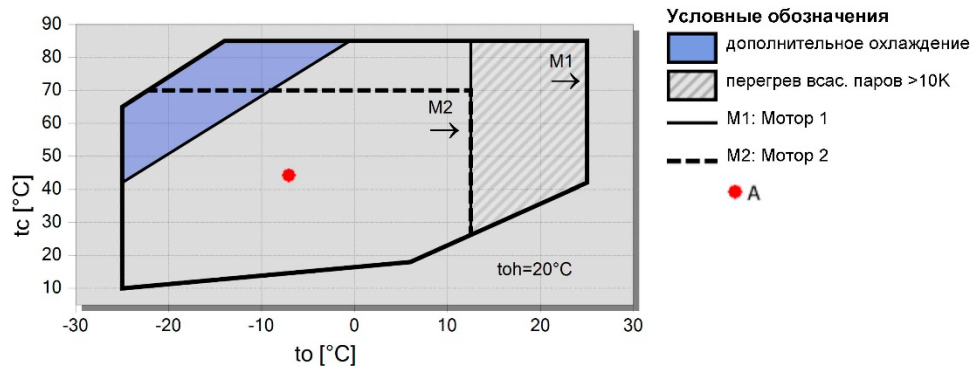
Холодопроизвод-сть	250 kW
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R513A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-7,00 °C
Тконденсации SCT	44,0 °C
Переохл-е (после конденсатора)	7,00 K
Перегрев всасыв. паров	10,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%

**Результат**

Компрессор	6FE-44Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	59,6 kW
Холодопроизвод-сть*	57,2 kW
Произв-сть испарителя	59,6 kW
Потребл. мощность	21,2 kW
Ток (400V)	43,5 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	80,8 kW
СОР/КПД	2,82
СОР/КПД *	2,71
Массов. расход	1611 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	67,9 °C

Наибольший одиночный компрессор - требуется тандем-компрессор или многокомпрессорная централь

*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

Границы применения 100%**Условные обозначения**

- дополнительное охлаждение
- перегрев всас. паров >10K
- M1: Мотор 1
- M2: Мотор 2
- A

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

73



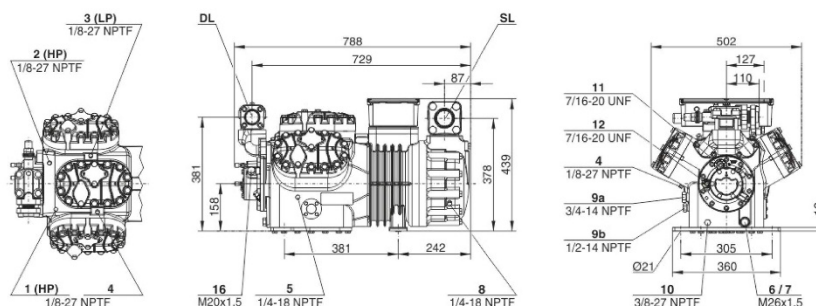
BITZER Software v6.7.0 rev1921

07.03.2018 / Неуточненные данные

2 / 4

Технические данные: 6FE-44Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	151,6 м³/ч
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	183,0 м³/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	6 x 82 mm x 55 mm
Вес	239 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания	42 mm - 1 5/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V -50Hz
Максимальный рабочий ток	83.2 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	219.0 A Y / 362.0 A YY
Max. энергопотребление	46,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	4,75 dm³

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Стартовая разгрузка	Option
Регулирование производительности	100-66-33% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Option
SIC система	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	82,8 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-35°C/40°C) @50Гц	90,5 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц	74,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-35°C/40°C) @50Гц	82,5 dB(A) @50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц R134a	80,8 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц R134a	72,8 dB(A) @50Hz

Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

KPM.ХУКП.1.784-03.2.3

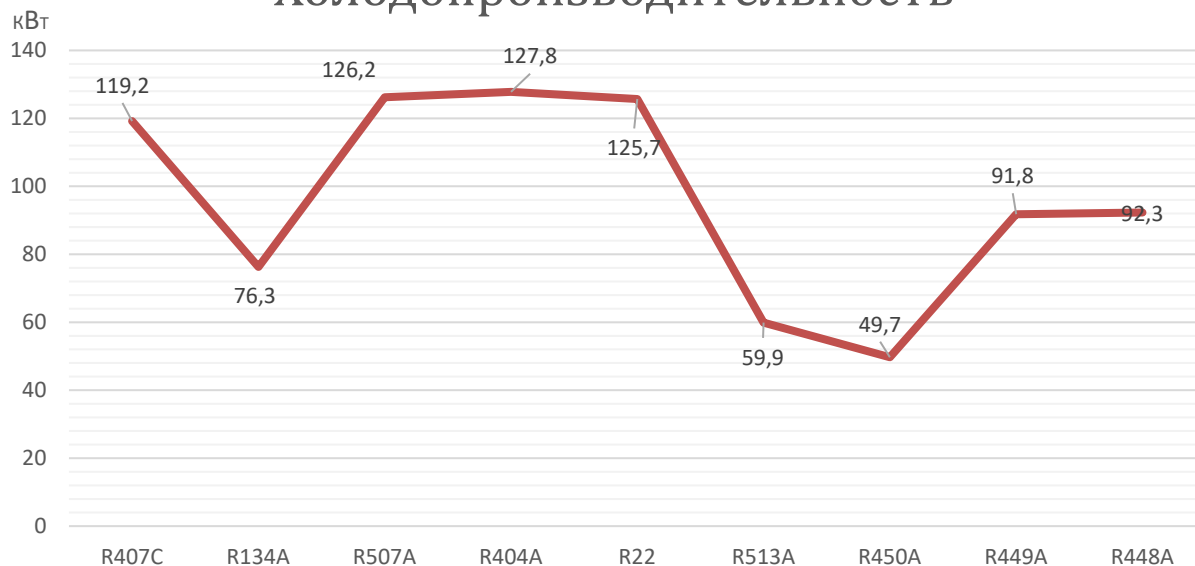
Арк.

74

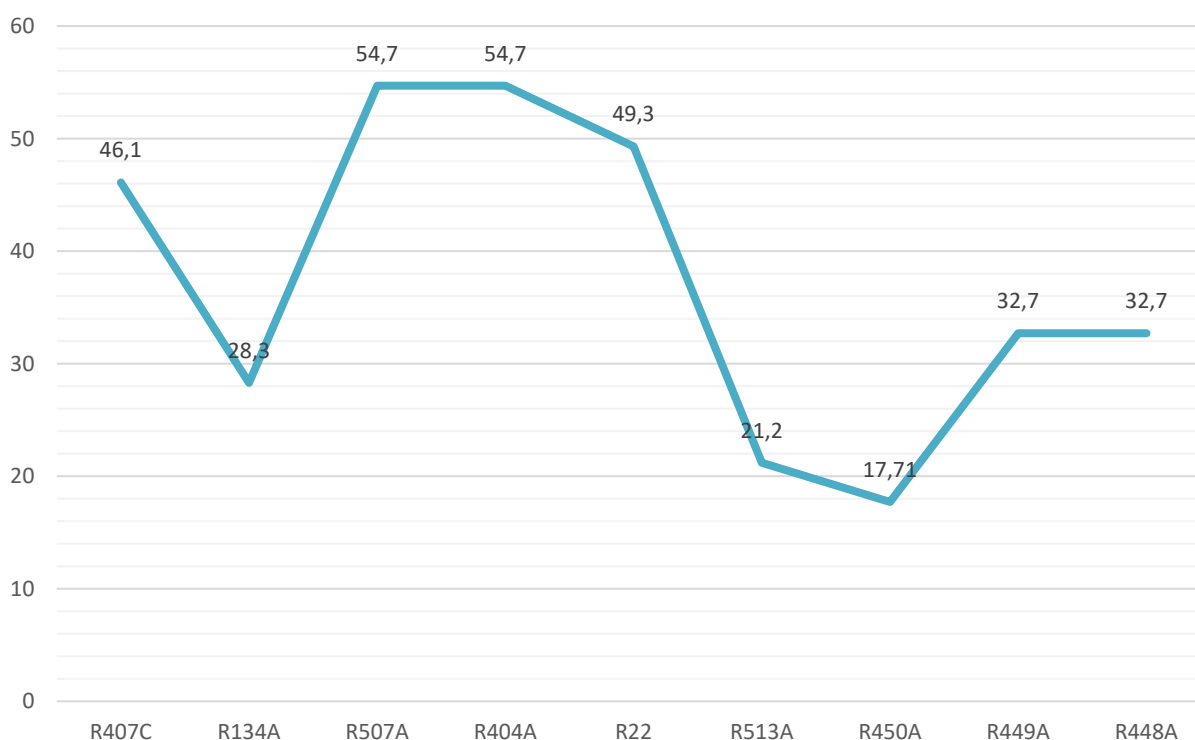
Порівняльні характеристики КМ на змінних агентах

Хол. агент	Хол. виробляє, кВт	Потребл. Потужність, кВт	Споживана потужність за 1 кВт холоду, кВт	Масова витрата, кг / год	COP
R407C	119.2	46.1	0.386	2547	2,59
R134A	76.3	28.3	0,370	1 806	2,7
R404A	126.2	54.7	0,433	4164	2,31
R507A	127.8	54.7	0,428	3881	2,34
R22	125.7	49.3	0,392	2732	2,55
R513A	59.9	21.2	0,353	2598	2,83
R450A	49.7	17.71	0,356	1241	2,8
R449A	91.8	32.7	0,356	2106	2,8
R448A	92.3	32.7	0,354	2077	2,82

Холодопроизводительность



Потребление мощности КМ

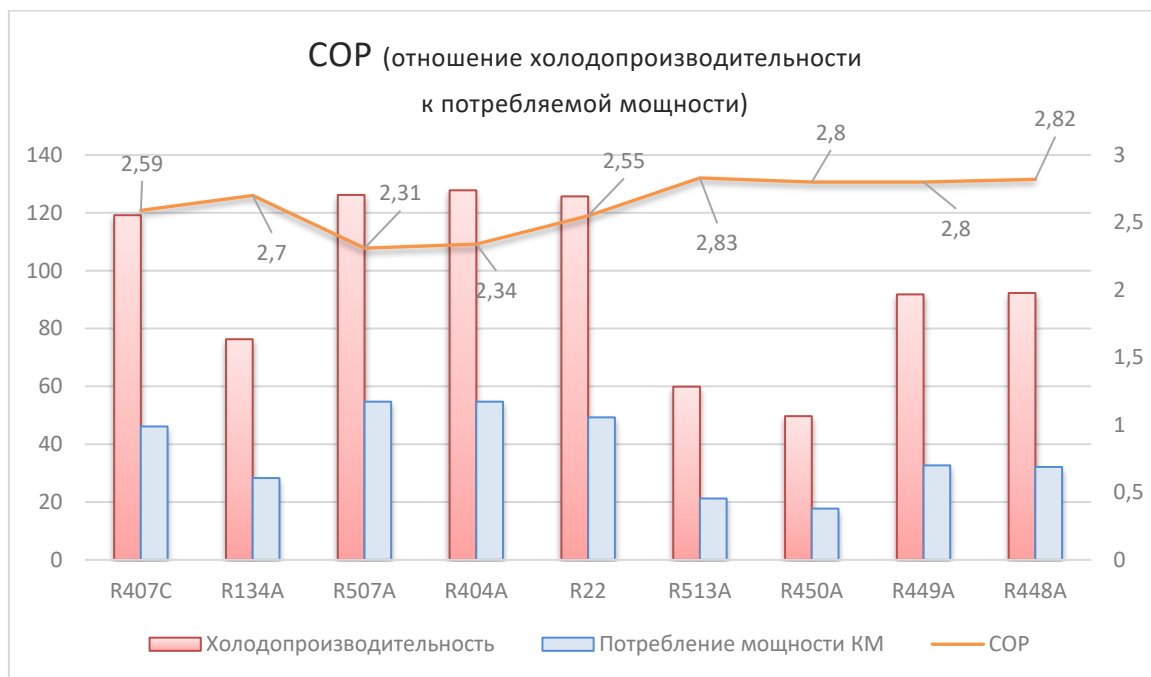


Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

76



Аналіз ефективності КМ на змінах холодильних агентах

холодильный агент	Холодо продуктивність, кВт	Споживана потужність, кВт	Потужність на 1 кВт холоду, кВт	Масова витрата, кг / год	COP
R134a	20.5	6.5	0,317	491	2.98
R404A	20.6	7.99	0,387	636	2.58
R407C	22.3	8.03	0,360	482	2.79
R410A	23.7	8.52	0,359	507	2.79
R448A	21.2	7.93	0,374	483	2.67
R449A	21.1	7.93	0,375	489	2.66
R450A	20.4	7.12	0,349	517	2.87
R513A	21.4	7.28	0,340	579	2.94

Данні компресори на ГФО мають менше питомої холодопродуктивності але показники COP вказують на те, що робота компресора на ГФО краща ніж на ГФУ.

Повітроохолоджувачі

Повітроохолоджувачі призначені для охолодження повітря в холодильних камерах, картоплесховищах, овочесховищах, камерах сушки, камерах шокової заморозки, холодних цехах. Можуть бути як безпосереднього випаровування для роботи з компресорними агрегатами, так і гліколева, для проміжного холодоносія і для роботи з охолоджувачем-чиллером.

Охолоджувачі для овочів і фруктів

Для камер зберігання овочів або фруктів вкрай важливим є підтримання необхідної вологості, низька швидкість висушування продукції, що зберігається. Точний підбір використовуваних повітроохолоджувачів, іноді із застосуванням додаткових зволожувачів може забезпечити необхідні умови, однак багато виробників проектують і пропонують спеціально сконструйований устаткування для досягнення найкращих результатів. Повітроохолоджувачі для камер зберігання плодоовочевої продукції характеризуються великим розміром теплообмінного блоку, зменшеними швидкостями повітря, що нагнітається вентиляторами обдуву. У деяких випадках, наприклад, в обладнанні компанії Heltman, застосовуються усмоктувальні вентилятори, щоб забезпечити рівномірний розподіл повітря в охолоджуваному обсязі.



Картоплексховище з воздухоохладителями Helptan

Одним з можливих рішень може бути використання повітряних рукавів і текстильних повітроводів. Дані заходи дозволяють зменшити до мінімуму різницю температур повітря на вході і виході повітроохолоджувача, щоб зменшити швидкість висушування повітря, а отже і продукції, що зберігається. Компанія Guentner може комплектувати своє обладнання для найкращого результату попередньо налаштованими розширювальними вентилями. Зменшити різницю температур можливо, іноді, за допомогою використання повітроохолоджувачів з проміжним холодоносітлем - гліколем, який охолоджується за допомогою чилера.

У камерах зберігання овочів і фруктів слід передбачати вентиляцію для видалення їх продуктів дихання. Останнім часом для охолодження овочевої продукції, яка закладається на тривалий зберігання, використовуються комплексні змішувальні установки, що забезпечують як підмішування зовнішнього повітря до рециркуляційного, так і його охолодження. У разі низьких температур зовнішнього повітря він може використовуватися для природного охолодження продукції, що зберігається.



Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата

КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3

Арк.

79

Камера зберігання з воздухоохладителями Guentner

Спеціальні повітроохолоджувачі розробляються для камер дозаривання і зберігання в умовах регульованого газового середовища. Голландська компанія Helpman, що входить до складу Alfa Laval, розробляє спеціальні моделі повітроохолоджувачів, оптимізовані для кожної фази процесу дозрівання бананів. Компанією була розроблена технологія дозаривання TARP з ущільнювальними повітряними мішками та спеціальне обладнання для її реалізації.

Підприємство "Рефкул Інжиніринг" використовує для камер зберігання овочів і фрукт повітроохолоджувачі виробництва компаній Guentner, Helpman, GEA Kueba, GEA Goedhart. Для кожної холодильної камери найбільш оптимальним за забезпечуваністю характеристикам і вартості можуть надаватися різні моделі різних названих виробників. Крім того, для деяких моделей можуть бути передбачені унікальні в своєму класі додаткові можливості і опції.

Повітроохолоджувачі фірми ECO (Італія)- одна з найвідоміших і поширених марок Європи. До їх достоїнств відносяться - широкий діапазон продуктивності і різноманітний модельний ряд: кубічні повітроохолоджувачі комерційної серії сте і промислової серії ICE; плоскі стельові повітроохолоджувачі серії MIC, STE, EVS, LFE і стельові двопоточні повітроохолоджувачі IDE промислової серії. Кожен тип розроблений для певних умов охолодження в приміщеннях різного об'єму. Конструкції повітроохолоджувачів прості, зручні для монтажу і експлуатації. Корпуси повітроохолоджувачів виконані з алюмінієвого сплаву з додаванням магнію, що надає високу механічну міцність і корозійну стійкість. Відтавання повітроохолоджувачів відбувається за допомогою ТЕНів, виконаних з титану і високоякісної сталі. Швидкість потоку повітря регулюється від 0,5 до 2,5 м / с. Спеціальний профіль ребер, щільно напресованих на труби, покращує теплообмін і підвищує ефективність теплообмінників. Випарники повітроохолоджувачів випробувані при тиску 30 бар.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Випарники Alfa Laval

Шведська компанія Alfa Laval випускає великий асортимент обладнання в галузі промислового та комерційного холоду. В каталог виробника входять повітроохолоджувачі різних типів і серій, які відрізняються високою енергоефективністю і продуктивністю.

Короткий огляд повітроохолоджувачів Alfa Laval

Модельний ряд повітроохолоджувачів Alfa Laval складається з безлічі серій, які призначені розробки холодильних і морозильних систем різного масштабу. Вони можуть використовуватися на харчових підприємствах, де дуже важливо дотримання підвищених вимог до гігієни. Виділимо деякі моделі і серії виробника, що користуються найвищою популярністю:

- Моделі «BLE», «GLE» і «RLE». Комерційні повітроохолоджувачі для камер об'ємом до 400 м³. Можуть застосовуватися на виробництвах, де необхідно дотримуватися суворих гігієнічних вимог. Теплообмінник виконаний з мідних магістралей діаметром 12 мм з алюмінієвими ребрами. Використовуються вентилятори діаметром від 250 до 500 мм.
- Моделі «GL», «RL» і «BL». Серія Cubic для малогабаритних холодильних камер об'ємом до 20 м³. Включають апарати безпосереднього кипіння, аміачні і ропні повітроохолоджувачі. Застосована мідна трубка діаметром 12 або 16 мм з алюмінієвими ребрами.
- Моделі «SBL» і «SGL». Плоскі підстельові агрегати для малогабаритних холодильних камер об'ємом до 70 м³. Мідні магістралі теплообмінника з діаметром 10 мм, виконані з алюмінієвими ребрами. Крок ребер: 3 мм.
- Моделі «CS», «CD» і «CC». Серія «Optigo» для малих та середньорозмірних холодильних камер. Відмітна особливість - унікальна конструкція теплообмінника, що дозволяє досягати найвищої експлуатаційної ефективності. У серію входять апарати потужністю від 0,6 до 52 кВт.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		81

- Серія DX. Область застосування - зберігання свіжих і заморожених продуктів в промислових і торгових холодильниках об'ємом від 200 до 5000 м3. Представлені випарниками безпосереднього кипіння і розсолів воздухоохладителями. Можливість застосування комбінацій з теплообмінників з різними параметрами обумовлює широкий спектр застосування і можливих рішень.
- Моделі «CGL». Компактні випарники для холодильних камер і шаф, обсяг яких не перевищує 20 м3. Теплообмінний апарат виготовлений з мідної труби діаметром 10 мм з гофрованим ребрами з алюмінію. Застосовуються вентилятори з однофазним електромотором і захистом IP44.
- Моделі «AB». Тунельні випарники AlfaBlastc горизонтальним розподілом повітряного потоку. Охолодження до 117 кВт. Призначені для оперативної заморозки м'ясних, овочевих і фруктових продуктів.

Для всіх серій повітроохолоджувачів Alfa Laval, в якості додаткової опції, можлива установка системи відтавання за методом електричного нагрівання. Деякі конструкції можуть оснащуватися системою відтавання за допомогою впливу гарячим газом.

Повітроохолоджувачі Lu ve

Виготовляє італійська компанія lu ve Contardo Spa Компанія виробляє повітроохолоджувачі для холодильних камер і систем кондиціонування. Вся продукція сертифікована. Застосовуються тільки високоякісні компоненти. Призначення - від самих маленьких барів до кімнат, цехів і холодильних відсіків обсягом 5000 метрів. к. Заводська гарантія 2 роки. Продуктивність - від 30 Вт до 400 кВт Хладагент - фреон-гліколь. Є комерційна та промислова серія. Електродвигуни різних потужностей, з автономною системою мастила і теплової захистом. Вентилятори з електронної регулюванням рівня оборотів. Забезпечуються регулюючої електронікою по продуктивності охолодження. Заощадження теплообмінних елементів від механічних пошкоджень і всього теплообмінника від корозії. Всі варіанти установки. Переваги - високо ефективний теплообмін, низький рівень шуму, електронне регулювання по

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		82

продуктивності, економічне споживання електроенергії, захист від механічних пошкоджень і тепла, великий діапазон за потужністю. У загальному продукція дуже висококласна і lu ve користуються попитом на ринку. При чому ціна повітроохолоджувачів lu ve дуже приваблива при такій якості, трохи нижче проведемо порівняльний аналіз.

Повітроохолоджувачі Eсо

Виробник - італійська компанія.

Призначення - холодильні вітрини, охолоджувачі рідини, системи кондиціонування, підлогові, настінні, стельові повітроохолоджувачі для холодильних камер.

Повітроохолоджувачі есо виготовляються промислової і комерційної серії, холодильного і морозильного обладнання.

Теплообмінні труби мідні - профільовані, внутрішньо ребра, міддю і алюмінієвими пластинами. За рахунок профілювання створюється турбулєзація потоку, що спричинює збільшення темпу обміну і не дає утворюватися нальоту на внутрішній поверхні. Детальніше можна подивитися тут ...

Холодоагент - фреон-гліколь.

Короб - сплав алюмінію і магнію. Висока прочоасть і низька корозія.

Електродвигуни - одна фаза, 230В, 50-60 Гц, армована скловолокном поліамідна захисна решітка, ступінь IP42, клас ізоляції В, вбудоване реле теплового захисту, робоча температура: -35 ° С .. + 40 ° С. Вентилятори і електродвигуни - ступінь IP 54, від - 40 до + 40, одне і трьох фазна мережу.

Переваги - профільована труба теплообмінна, висока якість, довговічність, зручний монтаж воздухоохладителя, ефективне відтавання завдяки тому, що використовуються тєни для повітроохолоджувачів з титану і нержавіючої сталі. Головні переваги теплообмінників есо це великий модельний ряд, використання профілювання поверхні, якість і ціна на продукцію есо досить приваблива.

Güntner

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Підвищення радіусу дії завдяки стримеру Güntner

- Зміна радіального напрямку обертання на осьовий без втрат тиску
- Збільшення обсягу спрямованого потоку повітря

Економічне охолодження приміщень

- Високопродуктивний теплообмінник: високе теплопоглинання на малій поверхні, низькі витрати на електроенергію
- Вентилятор: великий об'єм повітря, висока продуктивність
- Стример Güntner: використання повітряного потоку для підвищення радіусу дії без додаткової витрати енергії
- Холодильна камера: ефективний розподіл повітря у всій холодильній камері, запобігання теплових «коротких замикань» і освіти найбільш нагрітих точок

Знижені витрати часу на очищення

- Піддон з ухилом для зливу
- Запобігання накопичення бруду в кутах
- Великий слив талої води завдяки нахилу 45 ° починаючи з розміру 040.2 ...
- Відкидний Термоізований піддон від типорозміру 040.2 ...
- Термоізований піддон запобігає утворенню конденсату на зовнішній панелі.

8 Розрахунок повітряохолоджувача

Тепловий розрахунок воздухоохладителя.

Для проектованої камери охолодження груш приймаємо такі вихідні дані:

Теплове навантаження на повітроохолоджувач $Q_0 = 20000$ Вт;

Різниця між температурами повітря в камері і холодоагентом приймаємо рівною $\Delta t_a = 7^\circ\text{C}$;

Температура в камері охолодження груш $t_{\text{кам}} = + 0^\circ\text{C}$;

Відносна вологість повітря в камері $\phi_{\text{кам}} = 90\%$;

Глибина охолодження повітря в апараті $\Delta t_v = t_{vх} - t_{vнх} = 4^\circ\text{C}$;

Швидкість повітря в «живому перетині» апарату $\omega = 4$ м / с;

Геометричні розміри і тип ребристої поверхні повітроохолоджувача:

труба:

Зовнішній діаметр: $d_n = 10$ мм;

Внутрішній діаметр: $d_{вн} = 8$ мм;

Товщина стінки $\delta_{тр} = 1$ мм;

Матеріал - мідь $\lambda_{тр} = 380$ Вт / м · К.

ребро:

Тип - ребро пластинчатое

Висота $h = 8$ мм;

Товщина $\delta = 0,4$ мм;

Крок $u = 7$ мм;

Матеріал - алюміній $\lambda_p = 160$ Вт / м · К.

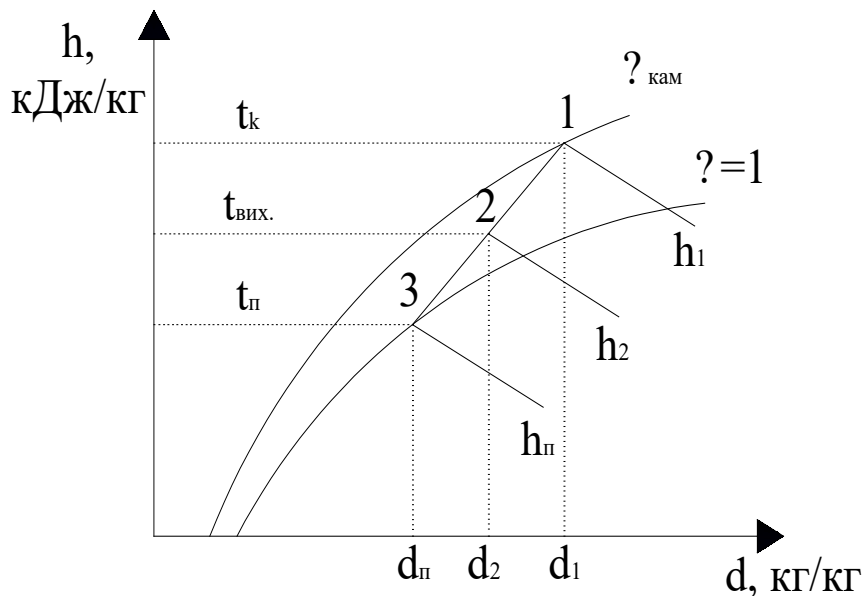
Компонування пучка труб - шахова

Крок труб:

Поперечний $S_1 = 33$ мм;

Поздовжній $S_2 = 33$ мм;

$$\text{Діагональний мм;} S'_2 = \left[S_2^2 + \left(\frac{S_1}{2} \right)^2 \right]^{0,5} = \left[33^2 + \left(\frac{33}{2} \right)^2 \right]^{0,5} = 37$$



Мал. 7.1 - Процес змінення стану повітря в воздухоохл.

Середня температура зовнішній поверхні (інею) воздухоохладителя:

$$t_{\text{ин}} = t_{\text{ср.в.}} - (0,1 \dots 0,9) \cdot \Delta t_a \text{ } ^\circ\text{C} \quad 7.1.$$

$$t_{\text{ср.в.}} = 0,5 \cdot (t_2 + t_{\text{кам}}) = 0,5 \cdot (-2 + 0) = -1^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{ин}} = -1 - (0,33) \cdot 7 = -3,31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура повітря на вході в повітроохолоджувач:

$$t_1 = t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}$$

Температура повітря на виході з повітроохолоджувача:

$$t_2 = t_{\text{кам}} - 0,5 \cdot \Delta t_b, ^\circ\text{C} \quad 7.2.$$

$$t_2 = 0 - 0,5 \cdot 4 = -2^\circ\text{C}$$

Вологовміст повітря в вузлових точках процесу:

$$d_1 = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг / кг с.в.}$$

$$d_2 = d_1 - \left[\frac{(t_1 - t_2) \cdot (d_1 - d_{\text{ин}})}{(t_1 - t_{\text{ин}})} \right], \text{ кг / кг с.в.} \quad 7.3.$$

$$d_2 = 3,4 \cdot 10^{-3} - \left[\frac{(0 - (-1,5)) \cdot (3,4 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-3})}{(0 - (-3,31))} \right] = 3,014 \cdot 10^{-3} \text{ кг / кг с.в.}$$

Відносна вологість повітря на виході з апарату:

$$\varphi_2 = \frac{d_2}{d_2''} \varphi_2 = \frac{3,014 \cdot 10^{-3}}{3,213 \cdot 10^{-3}} = 93,8 \% \quad 7.4.$$

Ентальпія повітря в точках процесу:

$$h = 1,006 \cdot t + (2501 + 2,09 \cdot t) \cdot d, \text{ КДж / кг} \quad 7.5.$$

$$h_1 = 1,006 \cdot 0 + (2501 + 2,09 \cdot 0) \cdot 3,4 \cdot 10^{-3} = 8,5, \text{ КДж / кг}$$

$$h_2 = 1,006 \cdot (-2) + (2501 + 2,09 \cdot (-2)) \cdot 3,014 \cdot 10^{-3} = 5,54, \text{ КДж / кг}$$

$$h_3 = 1,006 \cdot (-3,31) + (2501 + 2,09 \cdot (-3,31)) \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} = 4,47, \text{ КДж / кг}$$

Геометричні характеристики поверхні ребристого елемента вільного від інею:
зовнішня поверхня ребра:

$$f_p = 2 \cdot (S_1 \cdot S_2) - 0,785 \cdot d_H^2, \text{ м}^2 \quad 7.6.$$

$$f_p = 2 \cdot (0,033 \cdot 0,033 - 0,785 \cdot 0,01^2) = 2,1 \cdot 10^{-3}, \text{ м}^2$$

зовнішня поверхня між двома суміжними ребрами:

$$f_{\text{тр}} = \pi \cdot d_H \cdot (u - \delta_p), \text{ м}^2 \quad 7.7.$$

$$f_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot (0,007 - 0,0004) = 0,21 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

внутрішня поверхня труби ребристого елемента:

$$f_{\text{вн}} = \pi \cdot d_{\text{вн}} \cdot u, \text{ м}^2 \quad 7.8.$$

$$f_{\text{вн}} = 3,14 \cdot 0,008 \cdot 0,007 = 0,176 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

повна зовнішня поверхня ребристого елемента:

$$f_H = f_p + f_{\text{тр}}, \text{ м}^2 \quad 7.9.$$

$$f_H = 2,1 \cdot 10^{-3} + 0,21 \cdot 10^{-3} = 2,310 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

коефіцієнт β і ступінь φ оребрення теплообмінної поверхні:

$$\beta = \frac{f_H}{f_{\text{вн}}} \quad 7.10.$$

$$\beta = \frac{2,31 \cdot 10^{-3}}{0,176 \cdot 10^{-3}} = 13,12$$

$$\varphi = \frac{f_H}{(\pi \cdot d_H \cdot u)} \quad 7.11.$$

$$\varphi = \frac{2,310 \cdot 10^{-3}}{(3,14 \cdot 0,01 \cdot 0,007)} = 10,49$$

умовний коефіцієнт оребрення теплообмінної поверхні:

$$\beta_H = \frac{f_H}{f_{\text{тр}}} \quad 7.12.$$

$$\beta_{\text{н}} = \frac{2,31 \cdot 10^{-3}}{0,21 \cdot 10^{-3}} = 11,13$$

Геометричні характеристики інею осіла на ребристому елементі:

зовнішня поверхня інею на ребрі:

$$f_{p \text{ ин}} = 2 \cdot (S_1 \cdot S_2 - 0,785 \cdot (d_{\text{н}} + 2 \cdot \delta_{\text{ин}})^2), \text{ м}^2 \quad 7.13.$$

$$f_{p \text{ ин}} = 2 \cdot (0,033 \cdot 0,033 - 0,785 \cdot (0,01 + 2 \cdot 0,002)^2) = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

зовнішня поверхня інею на трубі між двома суміжними ребрами:

$$f_{\text{тр ин}} = \pi \cdot (d_{\text{н}} + 2 \cdot \delta_{\text{ин}}) \cdot [u - (\delta_p + 2 \cdot \delta_{\text{ин}})], \text{ м}^2 \quad 7.14.$$

$$f_{\text{тр ин}} = 3,14 \cdot (0,01 + 2 \cdot 0,002) \cdot [0,007 - (0,0004 + 2 \cdot 0,002)] = 0,11 \cdot 10^{-3}, \text{ м}^2$$

повна зовнішня поверхня інею на ребристому елементі:

$$f_{\text{ин}} = f_{p \text{ ин}} + f_{\text{тр ин}}, \text{ м}^2 \quad 7.15.$$

$$f_{\text{ин}} = 1,9 \cdot 10^{-3} + 0,11 \cdot 10^{-3} = 2,01 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

коефіцієнт оребрення поверхні покритої інеєм:

$$\beta^{\text{и}} = \frac{f_{\text{ин}}}{f_{\text{вн}}} \quad 7.16.$$

$$\beta^{\text{и}} = \frac{2,01 \cdot 10^{-3}}{0,176 \cdot 10^{-3}} = 11,29$$

мінімальне «живе» перетин одного ребристого елемента покритого шаром інею заданої товщини:

$$f_{\text{ж}} = (S_1 - d_{\text{н}} - 2 \cdot \delta_{\text{ин}}) \cdot (u - \delta_p + 2 \cdot \delta_{\text{ин}}), \text{ м}^2 \quad 7.17.$$

$$f_{\text{ж}} = (0,033 - 0,01 - 2 \cdot 0,002) \cdot (0,007 - 0,0004 + 2 \cdot 0,002) = 0,2 \cdot 10^{-3}, \text{ м}^2$$

Коефіцієнт теплопередачі:

віднесений до зовнішньої поверхні інею:

$$k_{\text{нар ин}} = \left(\frac{1}{\alpha_{\text{пр.ин}}} + \varphi \cdot \frac{\delta_{\text{тр}}}{\lambda_{\text{тр}}} + \beta^{\text{и}} \cdot \frac{1}{\alpha_0} \right)^{-1}, \text{ Вт / (м}^2 \text{ К)} \quad 7.18.$$

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

$$k_{\text{нар}}^{\text{ин}} = \left(\frac{1}{38,98} + 10,49 \cdot \frac{0,001}{160} + 11,29 \cdot \frac{1}{5423} \right)^{-1} = 36 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

віднесений до зовнішньої «сухий» поверхні ребренної труби без інею:

$$k_{\text{н}} = \frac{k_{\text{нар}}^{\text{ин}} \cdot \beta}{\beta_{\text{и}}}, \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad 7.19.$$

$$k_{\text{н}} = \frac{36 \cdot 11,12}{11,29} = 41,9 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\alpha_{\text{пр.ин}}$ - Умовний коефіцієнт тепловіддачі, віднесений до зовнішньої поверхні ребристого елемента:

$$\alpha_{\text{пр.ин}} = \frac{\alpha_{\text{пр}} \cdot (f_p \cdot E \cdot \Psi \cdot c_k + f_{\text{тр}})}{f_{\text{н}}}, \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad 7.20.$$

$$\alpha_{\text{пр.ин}} = 49,8 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,76 \cdot 0,99 \cdot 1 + 0,21 \cdot 10^{-3}}{2,31 \cdot 10^{-3}} = 38,9 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$c_k = 1.$$

$\alpha_{\text{пр}}$ - наведені коефіцієнт тепловіддачі від повітря до зовнішньої поверхні елемента з урахуванням термічного опору шару інею:

$$\alpha_{\text{пр}} = \left[\frac{1}{\alpha_k \cdot \xi} + \frac{\delta_{\text{и}}}{\lambda_{\text{и}}} \right]^{-1}, \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad 7.21.$$

$$\alpha_{\text{пр}} = \left[\frac{1}{68,46 \cdot 1,45} + \frac{0,002}{0,2} \right]^{-1} = 49,8 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

коефіцієнт ефективності ребра:

$$E = \frac{th(mh')}{mh'} \quad 7.22.$$

$$E = \frac{th(0,0034)}{0,0034} = 0,76$$

де: mh' - безрозмірний комплекс:

$$m = h' \cdot \left[\frac{2 \cdot \alpha_{\text{пр}}}{\delta_p \cdot \lambda_p} \right]^{0,5} \quad 7.23.$$

$$m = 0,0093 \cdot \left[\frac{2 \cdot 49,8}{0,0004 \cdot 160} \right]^{0,5} = 0,367$$

h' - умовна висота ребра:

$$h' = h \cdot \left[1 + 0,805 \cdot \log \left(\frac{2 \cdot h}{d_{\text{н}}} \right) \right], \text{ м} \quad 7.24.$$

$$h' = 0,008 \cdot \left[1 + 0,805 \cdot \log \left(\frac{2 \cdot 0,008}{0,01} \right) \right] = 0,0093 \text{ м}$$

Коефіцієнт, що враховує нерівномірність тепловіддачі по висоті ребра:

$$\Psi = 1 - 0,058 \cdot mh' \quad 7.25.$$

$$\Psi = 1 - 0,058 \cdot 0,0034 = 0,99$$

Конвективний коефіцієнт тепловіддачі від повітря до поверхні інею:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_H}, \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)} \quad 7.26.$$

$$\alpha_k = \frac{28,29 \cdot 0,0242}{0,01} = 68,46 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$$

де: λ - коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі камери;

Nu - число Нусельта:

$$Nu = (1 - n) \cdot c_s^m \cdot c_z \cdot \varphi^{-0,5} \cdot Re^n \quad 7.27.$$

$$Nu = (1 - 0,736) \cdot 1^{0,357} \cdot 0,95 \cdot 10,49^{-0,5} \cdot 3030^{0,736} = 28,29$$

де: Re - число Рейнольдса:

$$Re = \frac{w \cdot d_H}{\nu} \quad 7.28.$$

ν - кінематична в'язкість повітря при температурі камери t кам;

$$\nu = 13,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$$

$$Re = \frac{4 \cdot 0,01}{13,2 \cdot 10^{-6}} = 3030$$

c_s - коефіцієнт форми пучка:

$$c_s = \frac{(S_1 - d_3)}{(S_2 - d_3)} = \frac{(0,033 - 0,01)}{(0,033 - 0,01)} = 1$$

$c_z = 0,95$ - Коефіцієнт, що враховує кількість рядів труб в пучку уздовж потоку повітря;

$$m = S_1 + \varphi^{-0,48} = 0,033 + 10,49^{-0,48} = 0,357$$

$$n = 0,61 \cdot \varphi^{0,08} = 0,61 \cdot 10,49^{0,08} = 0,736$$

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

коефіцієнт вологи випадення:

$$\xi = 1 + \frac{(d''_{\text{кам}} \cdot \varphi_{\text{кам}} - d''_{\text{ин}}) \cdot (r - h_{\text{ин}})}{[c'_{\text{р.п}}(t_{\text{кам}} - t_{\text{ин}})]} \quad 7.29.$$

$$\xi = 1 + \frac{(3,785 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 - 2,758 \cdot 10^{-3}) \cdot (2835 - 3,5)}{[1,01(0 - (-4,05))]} = 1,45$$

коефіцієнт тепловіддачі в трубах апарату:

$$\alpha_0 = 32 \cdot q_{\text{вн}}^{0,25} \cdot (700)^{0,47}, \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)} \quad 7.30.$$

$$\alpha_0 = 32 \cdot 3694^{0,25} \cdot (700)^{0,47} = 5423 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$$

де: - щільність теплового потоку, яку віднесено до внутрішньої поверхні труби: $q_{\text{вн}}$

$$q_{\text{вн}} = \alpha_{\text{к}} \cdot \xi \cdot (t_{\text{ср.в}} - t_{\text{ин}}) \cdot \beta^{\text{н}}, \text{ Вт / м}^2 \quad 7.31.$$

$$q_{\text{вн}} = 68,5 \cdot 1,45 \cdot (-0,75 - 4,05) \cdot 11,29 = 3694 \text{ Вт / м}^2$$

щільність теплового потоку, віднесена до зовнішньої поверхні інею:

$$q_{\text{н}} = k_{\text{нар}}^{\text{ин}} \cdot (t_{\text{ср.в}} - t_0), \text{ Вт / м}^2 \quad 7.32.$$

$$q_{\text{н}} = 36 \cdot (-0,75 - (-10)) = 333 \text{ Вт / м}^2$$

розрахункова різниця температур повітря і інею:

$$\Delta t_{\text{р}} = \frac{q_{\text{н}}}{\alpha_{\text{к}} \cdot \xi}, ^\circ\text{C} \quad 7.33.$$

$$\Delta t_{\text{р}} = \frac{333}{68,5 \cdot 1,45} = 3,36^\circ\text{C}$$

відносна похибка прийнятої і розрахункової різниці температур:

$$\delta = \left| \frac{(\Delta t_{\text{р}} - \Delta t)}{\Delta t_{\text{р}}} \right| \cdot 100, \% \quad 7.34.$$

$$\delta = \left| \frac{(3,36 - 3,3)}{3,36} \right| \cdot 100 = 1,8 \%$$

Похибка $\delta < 7\%$, тому визначаємо площа (сухий) зовнішньої поверхні повітроохолоджувача:

$$F_3 = \frac{Q_0}{[k_{\text{н}} \cdot (t_{\text{ср.в}} - t_0)]}, \text{ м}^2 \quad 7.35.$$

$$F_3 = \frac{20000}{[41,9 \cdot (-1 - (-7))]} = 80 \text{ м}^2$$

За допомогою програмного забезпечення Alfa Laval підбираємо

1) 1 підвісний воздухоохладитель THOR-B 138-7 RHH1 / 5 400 в камеру з РГС,

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		91

2) 3 підвісних воздухоохладителя ССЕН404BD 400VCRPCE в експедиційну камеру.

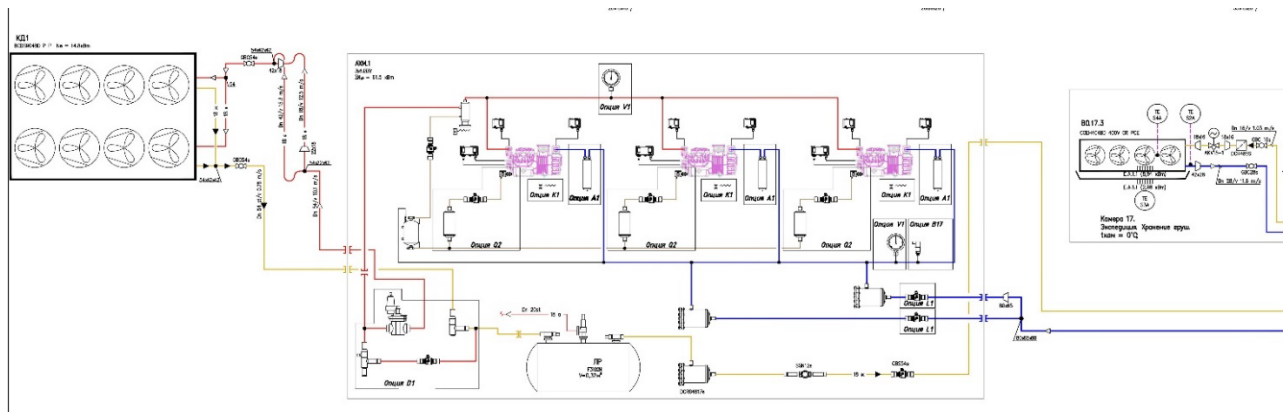
Табл. 7.1 Порівняльні характеристики повітряохолоджувачів різних виробників

Виробники	Lu-Ve		Thermofin		Guntner		Eco	Alfa Laval
Холодагент	<i>R507</i>	<i>R513</i>	<i>R507</i>	<i>R513</i>	<i>R507</i>	<i>R513</i>	<i>R507</i>	<i>R507</i>
Вартість, т.євро			3,796	3,451	3,195	3,195		6,117
Енергоспоживання, кВт	1,29	1,29	1,8	1,97	1,02	1,02	0,925	1,24
Довжина струменя, м	38	36	37	37	22	22	22	32
Кількість вент., шт	3	3	1	1	2	2	5	2
Площа поверхні, м ²	64	85,4	91,1	90,1	80,6	80,6	79	97
Витрата повітря, м ³ /ч	17,7	16,6	14,78	14,68	13,36	13,36	11,59	17,85

Згідно аналізу таблиці, зроблено підсумки:

не залежно від холодильного агенту такі показники як: вартість, енергоспоживання, довжина струменя, витрата повітря особливо не відрізняються, а різняться в залежності від виробників.

9 Схемне рішення



Розглянемо принципову схему фреонової холодильної установки. Варто відзначити, що в даному проекті застосовані повітроохолоджувачі виробництва Alfa Laval спеціальної серії THOR-B, призначеної для використання в камерах зберігання плодоовочевої продукції. Особливістю даного типу повітроохолоджувачів є розташування вентиляторів, які встановлені на вході повітря в теплообмінний блок.

Дана конструктивна особливість дозволяє забезпечити більш високу вологість повітря на виході з теплообмінного блоку, що вельми важливо для зберігання плодоовочевої продукції (для яблук, наприклад, нормативною документацією встановлені вимоги до підтримання відносної вологості повітря в камері схову в межах 90..95%). Також підбираємо по каталогам багатокомпресорні агрегат на базі трьох шести циліндрових напівгерметичних поршєвих компресорів Bitzer 4FE-44Y-40P загальної холодопродуктивністю 268 кВт.

В даному проекті використовується багатокомпресорні агрегат на базі трьох шести циліндрових напівгерметичних поршєвих компресорів Bitzer 4FE-44Y-40P. Кожен компресор оснащений реле тиску, манометром, фільтр-осушувачем і масловідділювачем.

10 Охорона праці

Токсичність використовуваних речовин.

На підприємстві планується використання в якості холодоагенту фреону R507.

Суміш: пентафторетану і 1,1,1-трифторетана (R125 - CHF₂-CF₃, R143 - CH₃-CF₃), безбарвний газ азеотропная суміш групи ГФУ (50% R125 + 50% R143).

Хімічна назва: Пентафторетан / трифторетан. Торгова назва: Хладон R-507. фреон R-507.

Фреон 507 володіє азеотропними властивостями, тобто може використовуватися як однокомпонентний холодоагент. Застосовується як альтернатива дифторхлорметан (R22)

Даний холодильний агент являє собою негорючий газ. При контакті з полум'ям або гарячими поверхнями розкладається з виникненням високотоксичних продуктів, за ступенем впливу на організм відноситься до речовин 4-го класу небезпеки.

Таблиця 3.1 - Характеристики холодоагенту.

показник	значення
Молекулярна маса, г / моль	98,86
Температура пари при тиску 0,1013 МПа, ° С	-47,1
Тиск парів при 25 ° С, МПа	1,29
Щільність насиченою рідини при 25 ° С, кг / м ³	1 040
Критична температура, ° С	71
Критичний тиск, МПа	3,72
Питома теплота пароутворення при тиску 0,1013 МПа, кДж / кг	196
Потенціал руйнування озонового шару ODP	0
Потенціал глобального потепління GWP	1
Гранично допустима концентрація парів при вдиханні	1000

(ГДК), млн -1	
Група безпеки за класифікацією ASHRAE	A1

Класифікація підприємства за ступенем вибухопожежної небезпеки.

Дане підприємство за ступенем вибухопожежобезпеки відноситься до категорії Д. До цієї категорії відносяться приміщення компресорних відділень де в якості холодоагенту використовується фреон.

Об'ємно-планувальні рішення по розміщенню холодильної установки.

Проекти холодильних установок розробляються з урахуванням забезпечення оптимальних технічних рішень, умов для безпечної експлуатації холодильного обладнання та задовольняють положенням чинної нормативної документації.

Холодильне обладнання та трубопроводи розташовані в такому машинному відділенні, в якому можна провести їх монтаж із забезпеченням висоти для проходу 2,2 м - від відмітки підлоги до виступаючих частин обладнання (Трубопроводів, арматури та ін.). Забороняється розташовувати в одному приміщенні з холодильною установкою пристроєм з відкритим полум'ям або з температурою поверхні більше 300 ° С, а також вибухонебезпечне обладнання. Забороняється розташовувати холодильні установки на сходових майданчиках, під сходами, в коридорах. Двері машинних відділень, а також охолоджуваних приміщень (холодильних камер) відкриваються в сторону виходу ширина проходів в машинному відділенні:

- Головний прохід і прохід від електрощита до виступаючих частин машини (в тому числі в огорож і фундаменту колон) - становить 1,5 м;
- між виступаючими частинами машин - 1 м;
- між гладкою стіною і машиною - 0,8.

Допускається встановлювати холодильне обладнання стороною, не вимагає обслуговування, в стінах без наявності проходів.

Розміщення холодильного обладнання забезпечує зручність і безпеку обслуговування. Одиначна, рідко використовувана арматура, розташована на

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		95

висоті не більше 3 м, обслуговується з переносних драбин. Майданчики, переходи і сходи, вбудовані в машинному відділенні, захищені поручнями висотою 1 м, забезпеченими знизу суцільним металевим лагодженням висотою 15 см.

Рівні і майданчики сходів виготовлені з рифленої листової або круглої сталі. Ширина сходів 60 см, відстань між рівнями по висоті - 20 см, ширина рівнів - 12см. Всі рухомі частини машин, а також машини, апарати і трубопроводи в місцях, де вони можуть піддаватися ударам, захищені.

Фундаменти під компресори (агрегати) відокремлені від фундаментів стін або колон будівлі машинного відділення. При установці агрегатів на перекриттях передбачені заходи, що знижують можливість передачі вібрації на будівельні конструкції відповідно до нормативних документів, що діють.

У схемі трубопроводів передбачена можливість відсмоктування холодоагенту з будь-яких апаратів, посудин, повітроохолоджувачів і батарей. Щоб уникнути пошкодження вантажами або підйомно-транспортними засобами труб з агентом, їх прокладка в холодильних камерах зроблена уздовж стін, перегородок і проходів без перетину вантажного обсягу камер. Технологічні трубопроводи, що проходять через приміщення машинного відділення і не пов'язані з роботою холодильної установки, не мають в межах цього приміщення роз'ємних з'єднань (фланців, запірної арматури і т.д.). Трубопроводи неагрегованих установок мають таке пізнавальне забарвлення;

- Усмоктувальні - синю;
- Нагнітальні - червону;
- Рідинні - сріблясту;
- Водяні - зелену.

Напрямок руху холодоагенту вказується стрілками, нанесеними чорною фарбою. При постійному обслуговуванні холодильної установки персоналом наявність природного освітлення в машинному відділенні обов'язкове.

Забезпечення вибухо-пожаробезопасной експлуатації обладнання.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		96

Технічний огляд апаратів (судин) холодильних установок, що підлягають дії "Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском", але не реєструються в органах Держнаглядохоронпраці, повинен проводитися підприємством - власником судин до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і достроково. Випробування апаратів (судин) тиском може бути або гідравлічним або пневматичним на такий самий пробний тиск сухим інертним газом (азотом або вуглекислотою) або сухим повітрям з точкою роси не більше -40 ° С.

П р и м і т а н і е. Допускається випробування на міцність проводити холодоагентом в апаратах, де неможливе створення необхідного тиску агента шляхом наприклад, прокачування підігрітої води або іншого теплоносія через випробовуваний апарат.

Під час технічного огляду до пуску в роботу випробування знову встановленого апарату (посудини) дозволяється не проводити, якщо з моменту проведення такого випробування на заводі - виробнику пройшло менше 12 міс, посудина не отримала пошкоджень при транспортуванні до місця установки і монтаж його виконувався без застосування зварювання або пайки елементів, що працюють під тиском.

Якщо термін консервації, встановлений заводом-виготовлювачем, більше 12 міс, то в холодильних агрегатах, що поставляються заповненими маслом і газом-консервантом і зберегли надлишковий тиск до пуску в роботу, при технічному огляді (в межах терміну складської консервації до трьох років) вирішується випробування на міцність апаратів не проводити. Їх слід піддати зовнішньому і в доступних місцях внутрішньому огляду з подальшим випробуванням на щільність разом з системою змонтованих трубопроводів.

Апарати (судини) піддаються дострокове технічному огляду:

- Після реконструкції та ремонту із застосуванням зварювання і пайки частин, що працюють під тиском;
- Після бездіяльності в не законсервованому стані більше одного року;

- Якщо такий огляд необхідний на розсуд особи, яка здійснює нагляд або відповідального за їх справний стан і безпечну дію.

Результати технічного огляду апарату (посудини), дозвіл на пуск в роботу із зазначенням терміну наступного технічного огляду записуються в книгу обліку та огляду посудин, а також в паспорт посудини особою, яка проводила даний технічний огляд.

Тиск при випробуванні слід піднімати поступово з оглядом апаратів (судин) досягнувши 0,3 і 0,6 пробного тиску з припиненням підйому тиску на час огляду. Після цього тиск піднімається до пробного і під цим тиском апарат (посудина) повинна перебувати протягом 5 хв, після чого тиск поступово знижується до розрахункового, при якому оглядається апарат (судини) з контролем щільності його швів і рознімних з'єднань.

Апарат (посудина) визнається таким, що витримав випробування, якщо:

- в ньому НЕ виявиться ознак розриву;
- Чи не будуть відзначені текти і потіння в зварних швах, а при пневматичному випробуванні - пропуск газу;
- Чи не будуть відзначені видимі залишкові деформації після випробувань.

Система трубопроводів після монтажу повинна бути ретельно продути і випробувана на міцність і щільність пробним тиском сухого повітря або інертного газу з точкою роси не більше мінус 40 ° С окремо по сторонам високого і низького тиску. Випробування проводяться при відключених компресорах, приладах контролю і автоматики, а також апаратах, якщо випробування апаратів на міцність не входить в обсяг технічного огляду, до пуску в роботу. Під пробним тиском система трубопроводів (або окремі її ділянки) повинна знаходитися не менше 5 хвилин.

Після випробувань на міцність система трубопроводів і апаратів (судин) випробовується на щільність (герметичність) тиском сухого повітря або інертного газу окремо по сторонам високого і низького тиску і витримкою під тиском протягом 18 год. Із записом тиску через кожну годину. Протягом перших 6 годин. тиск може змінюватися внаслідок вирівнювання температур

внутрішнього і навколишнього середовища. Протягом наступних 12 годин. тиск не повинен змінюватися при сталості температури навколишнього повітря, інакше повинен бути вироблений перерахунок. Випробування на щільність повинно проводитися до ізоляції трубопроводів і апаратів.

Пневматичне випробування апаратів (судин) і системи трубопроводів пробним тиском проводиться з дотриманням таких заходів безпеки:

- Вентиль на наповнювальному трубопроводі від джерела тиску і манометри повинні бути виведені за межі охоронної зони. Перебувати кому-небудь в цій зоні в період нагнітання повітря або інертного газу і при витримці пробного тиску забороняється;
- На випробувальному апараті (посудині) або системі трубопроводів становить не менше одного запобіжного клапана, відрегульованого на відкриття при тиску, що перевищує відповідний пробний тиск не більше, ніж на 0,1 МПа (1 кгс / см²).

При проведенні випробувань системи трубопроводів і апаратів (судин) на щільність з визначенням падіння тиску на час випробування охоронну зону не встановлюють. Після закінчення пневматичного випробування проводиться вакуумирование системи трубопроводів і апаратів (судин) з метою їх осушення при температурі навколишнього повітря не менше 15 ° С. Після досягнення надлишкового тиску від 0,6 до 1,0 кПа (від 5 до 8 мм рт. Ст.) Рекомендується продовжити вакуумирование протягом 18 год., Після чого випробувати систему на вакуум. При випробуванні система повинна залишатися під вакуумом протягом 18 год. Із записом тиску через кожну годину. Протягом перших 6 годин. допускається підвищення тиску не більш, ніж на 0,5 кПа (4 мм рт. ст.). Останнім часом тиск може змінюватися тільки на величину, відповідну зміни температури навколишнього повітря.

Після заповнення установки холодильним агентом проводиться додаткова перевірка щільності всіх з'єднань системи за допомогою течеуловителя.

На кожному апараті (посудині) є завдано фарбою на видному місці або на

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

спеціальній табличці:

- реєстраційний номер;
- дозволений тиск;
- Дата (місяць і рік) проведеного і наступного технічного випробування.

Запобіжний клапан компресора запобігає підвищенню різниці тисків нагнітання і всмоктування більш встановлене значення і захищає механізм руху від перевантаження, перепускаючи пару з порожнини нагнітання в порожнину всмоктування. Запобіжний клапан апарату запобігає підвищенню тиску понад допустимого значення і захищає апарат і трубопроводи, автоматично знімаючи пару холодоагенту безпосередньо в атмосферу або через проміжний трубопровід в посудину з більш низьким тиском. Справність запобіжних клапанів апаратів перевіряють не рідше одного разу на 6 місяців. Після перевірки і регулювання клапани пломбують зі складанням акту. Мінімальна площа перерізу запобіжного клапана визначається за формулою:

$$F = G_a / (\mu \cdot V \cdot (2 \cdot \rho_s \cdot (P_1 - P_2))^{1/2}), \text{ м}^2$$

де G_a - масова витрата холодоагенту, кг / с; $G_a = 5,76$ кг / с;

$\mu = 0,75$ - коефіцієнт витрати пари для даної конструкції клапана (певний виготовленням клапана експериментально і записаний в паспорт клапана)

ρ_s - щільність середовища при тиску P_1 ; $\rho_s = 91$ кг / м³;

P_1 і P_2 - відповідно максимальний абсолютний тиск перед клапаном і за клапаном, $m_1 = 2,1$ МПа; $m_2 = 1,6$ МПа;

V - коефіцієнт, що враховує фізико-хімічні властивості речовини при робочих параметрах:

$$V = 1,59 \cdot (k / (k + 1) \cdot (2 / (k + 2))^{1 / (k + 1)})^{1/2}$$

де k - показник адіабати, $k = 1,2$;

$$V = 1,59 \cdot (1,2 / (1,2 + 1) \cdot (2 / (1,2 + 2))^{1 / (1,2 + 1)})^{1/2} = 0,85$$

$$F = 2,39 / (0,75 \cdot 0,85 \cdot (2 \cdot 91 \cdot (2,1 - 1,6))^{1/2}) = 0,39 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Мінімальний діаметр прохідного перетину сідла клапана визначається за формулою:

$$d_{\text{кл}} = (4 \cdot F / \pi)^{1/2}, \text{ м} \quad (3.3)$$

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		100

$$d_{\text{кл}} = (4 \cdot 0,95 \cdot 10^{-3} / 3,14)^{1/2} = 0,035 \text{ м}$$

Приймаємо запобіжний клапан з діаметром прохідного перерізу 40 мм.

Судини, ресивери повинні мати справні візуальні показники рівня рідини, в яких повинно застосовуватися плоске (рефлекторне) скло. Показники рівня повинні бути обладнані запірними пристосуваннями для їх відключення в разі поломки скла.

Манометри (мановакуумметри) комплектуються заводським постачанням є встановлені на кожному компресорі для спостереження за робочим тиском всмоктування, нагнітання, в системі змащення і в картері. Манометри (мановакуумметри) встановлені на апаратах, посудинах, технологічному обладнанні з безпосереднім охолодженням, насосах, а також на розподільчих пристроях (рідинних, всмоктувальних, відтавання), з'єднаних трубопроводами з обладнанням холодильних камер, і на загальних всмоктувальних і нагнітальних трубопроводах, в яких паралельно приєднані кілька компресорів. Манометр вибирається з такою шкалою, щоб межа вимірювання робочого тиску знаходилась у другій третині шкали. Між манометром і апаратом (посудиною) встановлено трьохходове кран або штуцер з замковим органом для приєднання другого манометра.

Манометри мають клас нижче 2,5 (ГОСТ 8625-77) і встановлюються так, щоб їх показання були чітко видні. Циферблат розташований у вертикальній площині або з нахилом вперед до 30 градусів. Манометр має червону риску з розподілу, відповідному дозволеному робочому тиску в посудині.

Всі встановлені манометри опломбовані або мають клеймо перевірки. Перевірка манометрів проводиться щорічно, а також кожного разу після проведеного ремонту манометра. Не рідше одного разу на 6 міс. підприємством виконується додаткова перевірка робочих манометрів контрольним манометром із занесенням результатів в журнал контрольних перевірок. При відсутності контрольного манометра допускається проводити додаткову перевірку перевіреним робочим манометром. Манометр не

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

дозволяється застосовувати у випадках, коли відсутня пломба або клеймо, прострочений термін перевірки, стрілка манометра при його відключенні не повертається на нульову позначку шкали, розбите скло або є інші пошкодження, які можуть відбитися на правильності його показань. Судини містять рідкий холодоагент,

До обслуговування холодильних систем допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і мають документ про закінчення спеціального навчального закладу або курсов. К самостійного обслуговування холодильних систем допущені працівники тільки після проходження під керівництвом досвідченого наставника стажування протягом одного місяця і відповідної перевірки знань.

Виконання робіт в машинних і апаратних відділеннях, а також в холодильних камерах та інших приміщеннях, де є холодильне обладнання, працівниками, не пов'язаними з обслуговуванням холодильної системи і експлуатацією холодильних камер (ремонт, теплоізоляція, фарбування, обладнання та труб і ін.) Проводиться після відповідного інструктажу і під наглядом працівника, відповідального за експлуатацію холодильної системи. Особи, допущені до технічного обслуговування конкретної системи, крім загальнотеоретичних знань і вимог Правил безпечної експлуатації холодильної установки, повинні знати:

- Пристрій, правила обслуговування і принцип роботи холодильної системи, включаючи систему трубопроводів;
- Порядок виконання робіт з пуску, зупинці холодильної системи і її елементів, регулювання режиму їх роботи (відповідно до інструкцій організації виробника по обслуговуванню встановленого обладнання);
- нормальний режим роботи холодильної системи;
- правила заповнення холодильним агентом і маслом;
- Порядок ведення експлуатаційного журналу холодильної системи;
- правила користування засобами індивідуального захисту;

- Правила охорони праці та надання першої невідкладної допомоги, в тому числі при ураженні електрострумом.

Періодична перевірка знань обслуговуючого персоналу правил, нормативних документів з технічного обслуговування холодильної системи і охорони праці, а також практичних дій проводиться не рідше 1 разу на рік комісією, що складається з фахівців по холодильній техніці і охорони праці. Склад комісії затверджується роботодавцем.

У входах в охолоджувані приміщення (коридор, естакада) вивішені інструкції з охорони праці при проведенні робіт в цих приміщеннях і захисту охолоджувальних пристроїв, і трубопроводів від пошкоджень. Проходи поблизу холодильного обладнання завжди вільні, а підлоги проходів - в справному стані. Первинну заправку або дозаправку холодильної системи холодоагентом в умовах експлуатації рекомендується виконувати по рідкій фазі холодоагенту, якщо інше не передбачено організацією-виробником. При дозаправці використовують капілярну трубку або інший пристрій, що забезпечує дроселювання рідини, для запобігання можливості попадання рідкого холодоагенту у всмоктувальну порожнину компресора. Перед заповненням холодильної системи агентом слід упевнитися в тому, що в балоні міститься відповідний холодоагент. Перевірка проводиться за величиною тиску пари холодоагенту при температурі балона, що дорівнює температурі навколишнього повітря. Перед перевіркою балон повинен перебувати в даному приміщенні не менше 6:00. Залежність тиску холодоагенту від температури навколишнього повітря перевіряється по таблиці насиченої пари.

Електробезпека обладнання.

Компресорні і апаратні відділення фреонових холодильних установок за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою.

Струмопровідні частини пускорегулювальних і захисних апаратів є захищені від випадкових дотиків. У спеціальних приміщеннях (електромашинних, щитових, станцій керування і т. Д.) Допускається відкрите (без захисних

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		103

кожухів) установка апаратів.

У чергового персоналу або особи, відповідальної за електрогосподарство, наявний запас плавких комбінованих вставок. Використання некаліброваних плавких вставок забороняється. Плавкі вставки повинні строго відповідати даним типові запобіжників.

На зовнішніх дверях РП вказуються їх найменування. Всі дроти, шини, кабелі, контрольні затискачі і запобіжники маркуються за єдиною системою (ізольованими бирками, написом або гравіюванням на корпусі або на щитку над або під зажимами і запобіжниками). На запобіжниках і запобіжних витках, крім того, вказується номінальний струм плавкої вставки. Панелі РП фарбуються в світлі тони, на них виконуються чіткі написи, вказують призначення окремих ланцюгів, приводів. На дверях РП вивішуються попереджувальні плакати згідно з вимогами правил техніки безпеки. Такі написи є на лицьовій і зворотній сторонах панелей. На всіх ключах, кнопках і рукоятках управління є написи, що вказують операцію, для якої вони призначені ("Увімкнути", "Відключити", "Зменшити", "Додати" і ін.). На сигнальних лампах і інших сигнальних апаратах присутні написи, що вказують характер сигналу ("Вкл.", "Вимкнути.", "Перегрів" і ін.). Огляд та очищення розподільних пристроїв, щитів, збірок, щитків від пилу і забруднення проводиться 1 раз в 3 міс. Заземлювальні пристрої електроустановок споживачів відповідають вимогам діючих. Заземлювальні пристрої забезпечують безпеку людей і захист електроустановок, а також експлуатаційні режими роботи. Для тієї частини електрообладнання, яка може виявитися під напругою внаслідок порушення ізоляції, є забезпечений надійний контакт із заземлювальним пристроєм, або із заземленими конструкціями, на яких воно встановлено. Приєднання заземлюючих провідників до заземлення, заземлюючого контуру і до конструкцій, заземляються, виконане зварюванням, а до корпусів апаратів, машин і опор повітряних ліній електропередачі - зварюванням або надійним болтовим з'єднанням і задовольняти вимогам ГОСТ 10434-82 *. Відкрито прокладені заземлювальні провідники повинні

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		104

помітно забарвлення відповідно до вимог ГОСТ. Використання землі як фазний або нульовий провід в електроустановках напругою до 1000 В забороняється. Тимчасові переносні заземлення, що застосовуються для заземлення струмоведучих частин ремонтується частини електроустановки, що складаються з провідників для закорочен фаз і провідників для приєднання до заземлювального пристрою, виконане з неізолюваних гнучких мідних багатожильних проводів, що мають перетин, відповідний вимогам термічної стійкості при коротких замиканнях. Для визначення технічного стану заземлювального пристрою періодично проводяться: машин і опор повітряних ліній електропередачі - зварюванням або надійним болтовим з'єднанням і задовольняти вимогам ГОСТ 10434-82 *. Відкрито прокладені заземлювальні провідники повинні помітно забарвлення відповідно до вимог ГОСТ. Використання землі як фазний або нульовий провід в електроустановках напругою до 1000 В забороняється. Тимчасові переносні заземлення, що застосовуються для заземлення струмоведучих частин ремонтується частини електроустановки, що складаються з провідників для закорочен фаз і провідників для приєднання до заземлювального пристрою, виконане з неізолюваних гнучких мідних багатожильних проводів, що мають перетин, відповідний вимогам термічної стійкості при коротких замиканнях. Для визначення технічного стану заземлювального пристрою періодично проводяться: машин і опор повітряних ліній електропередачі - зварюванням або надійним болтовим з'єднанням і задовольняти вимогам ГОСТ 10434-82 *. Відкрито прокладені заземлювальні провідники повинні помітно забарвлення відповідно до вимог ГОСТ. Використання землі як фазний або нульовий провід в електроустановках напругою до 1000 В забороняється. Тимчасові переносні заземлення, що застосовуються для заземлення струмоведучих частин ремонтується частини електроустановки, що складаються з провідників для закорочен фаз і провідників для приєднання до заземлювального пристрою, виконане з неізолюваних гнучких мідних багатожильних проводів, що мають перетин, відповідний вимогам термічної стійкості при коротких замиканнях.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		105

Для визначення технічного стану заземлювального пристрою періодично проводяться:

- зовнішній огляд видимої частини заземлювального пристрою;
- Огляд з перевіркою ланцюга між заземленням і елементами (відсутність обривів і незадовільних контактів у проводці, яка з'єднує апарат із заземлювальним пристроєм), що заземлюються, а також перевірка пробивних запобіжників трансформаторів;
- вимір опору заземлюючого пристрою;
- перевірка ланцюга фаза-нуль;
- перевірка надійності з'єднань природних заземлювачів;
- Вибірковий розкриття ґрунту для огляду елементів заземлювального пристрою, знаходяться в землі;
- Вимірювання питомого опору ґрунту для опор ліній електропередачі напругою вище 1000В.

На кожен заземлювальний пристрій, що знаходиться в експлуатації, є паспорт, який містить схему заземлення, основні технічні дані, дані про результати перевірки стану заземлюючого пристрою, про характер ремонтів і зміни, внесені до цього пристрою. Захисне заземлення - навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою.

Розрахункове значення питомого опору ґрунту визначається за формулою:

$$\rho_{\text{грунта}} = \rho_{\text{р}} \cdot \psi, \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

де $\rho_{\text{р}}$ - питомий опір Ом / м; $\rho_{\text{р}} = 30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ - для чорнозему;

ψ - кліматичний коефіцієнт, $\psi = 1,5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

$$\rho_{\text{грунта}} = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

Приймаємо електроди сталеві вертикальні трубні: діаметр стрижня $d = 0,04 \text{ м}$, довжина стрижня $l = 3 \text{ м}$, відстань між стрижнями $l' = 6 \text{ м}$.

Відстань від середини стрижня до рівня землі:

$$t = \frac{l}{2} + t_3, \text{ м}$$

де t_3 - відстань від вершини стрижня до рівня землі, м.

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		106

Приймаємо $t_3 = 0,5$ м.

$$t = 3/2 + 0,5 = 2 \text{ м}$$

Мінімальна кількість заземлювачів:

$$n = R_0 / R_n$$

де R_n - необхідний опір, Ом; $R_n = 4$ Ом;

$$n = 12,27 / 4 = 3,07$$

Приймаємо $n = 4$ шт.

Відношення відстані між стрижнями до довжини стержня:

$$l' / l = 6/3 = 2$$

Опір системи вертикальних систем заземлення:

$$R_{сз} = R_0 / (n \cdot \eta_v),$$

де $\eta_v = 0,85$ - коефіцієнт використання вертикальних систем заземлення;

$$R_{сз} = 12,27 / (4 \cdot 0,85) = 3,6$$

Загальна довжина сполучної смуги (контурне заземлення):

$$L_n = l' \cdot (n-1) = 6 \cdot (4-1) = 18 \text{ м}$$

$\eta_g = 0,94$ - коефіцієнт використання горизонтальних систем заземлення

Загальний опір системи заземлення:

$$R_{\text{ом}} \leq 4 \text{ Ом}$$

$R_z \leq 4$ Ом, що говорить про правильність розрахунку заземлення.

Пожежна профілактика.

Пожежі на холодильних підприємствах представляють велику небезпеку для працюючих і можуть заподіяти величезний матеріальний збиток. Питання забезпечення пожежної безпеки виробничих будівель і споруд мають велике значення і регламентуються спеціальними державними постановами і рішеннями. Пожежна безпека забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Поняття пожежної профілактики включає комплекс заходів, необхідних для запобігання пожежі або зменшення його наслідків. Під активним пожежним захистом розуміються заходи, щоб забезпечити успішну боротьбу з виникаючими пожежами або вибухонебезпечною ситуацією. Як вже було сказано вище, дане виробництво з

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		107

вибухопожежної та пожежної безпеки відноситься до категорії Д.

Для захисту будівель і споруд від розповсюдження пожежі на весь об'єкт (при його виникненні) передбачають протипожежні перешкоди. До таких перешкод відносяться протипожежні стіни, перегородки, перекриття, зони, тамбури шлюзи і ін. Всі конструкції виконуються з негорючих матеріалів (гіпсові або гіпсоволокнисті плити при утриманні органічної маси 8% (по масі)).

Використання автоматичних засобів виявлення пожеж є одним з основних умов забезпечення пожежної безпеки на даному підприємстві, оскільки дозволяє оповістити черговий персонал про пожежу і місце його виникнення.

У компресорному цеху присутні сповіщувачі пожежі ручного дії, призначені для видачі дискретного сигналу при натисканні відповідної пускової кнопки, і автоматичного дії для видачі дискретного сигналу при досягненні заданого значення фізичного параметра (температури, спектру світлового випромінювання, диму та ін.).

Для гасіння пожежі, в основному застосовують вогнегасники. При гасінні пожеж піною широко застосовують генератори високократної піни ГВП та хімічні вогнегасники ВХП-10. Генератори ГВС мають кілька розмірів: ГВП-200, ГВП-600, ГВС-2000. Відрізняються вони один від одного геометричних розмірів і продуктивністю (від 200 до 2000 л / с).

Вогнегасник ВХП-10 хімічний, пінний (модель 10). Забороняється застосовувати цей тип вогнегасників при гасінні електроустановок, горять, оскільки піна, що утворюється електропровідний.

Вуглекислотні вогнегасники застосовують при гасінні пожеж: в електроустановках, що знаходяться під напругою до 1000 В.

Порошкові вогнегасники застосовують при гасінні пожеж на легкових і вантажних машинах.

Пожежна водойма, призначене для запасу води, розраховується по

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

формулою:

$$V = (g \cdot k \cdot \tau \cdot n / 1000) \cdot 12960, \text{ м}^3$$

де k - коефіцієнт запасу, приймається $k = 1,1 \dots 1,2$;

n - кількість пожеж, шт;

g - витрата води на 1 м² приміщення, $g = 10 \text{ л / с}$;

τ - час пожежогасіння, $\tau = 2 \text{ ч}$.

$$V = (10 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 1/1000) \cdot 12960 = 311,04 \text{ м}^3$$

Виробнича санітарія.

Машинні відділення фреонових холодильних установок обладнують примусовою припливної та витяжної вентиляцією кратністю повітрообміну не менше 3 для припливної та не менше 4 для витяжної. Витяжна вентиляція одночасно є аварійним. Усмоктувальні отвори повітропроводів витяжної вентиляції розташовують у нижній зоні приміщення.

Розрахуємо повітрообмін в приміщенні за годину:

$$L = k \cdot V, \text{ м}^3 / \text{год},$$

де k - кратність вентиляції або повітрообміну:

Приплив $k_{\text{прит}} = 3$;

Витяг $k_{\text{віт}} = 4$;

V - об'єм приміщення, м³

$$V = A \cdot B \cdot H = 15 \cdot 6 \cdot 4 = 360 \text{ м}^3$$

Продуктивність, калорифери

$$L = 3 \cdot 360 = 1080 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Продуктивність витяжної вентиляції:

$$L = 4 \cdot 360 = 1440 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Розрахунок потужності електродвигуна системи вентиляції:

$$N = \frac{k \cdot L \cdot \Delta H \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_{\text{век}} \cdot \eta_{\text{пер}}}, \text{ кВт}$$

Приймаємо відцентрові вентилятори для припливної вентиляції - вентилятор В-Ц14-46-2В, потужність електродвигуна Нел.дв. = 0,3 кВт ($n = 1\,330 \text{ об / хв.}$);
для витяжної вентиляції - По-Ц14-46-2В, потужність електродвигуна Нел.дв. =

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		109

0,3 кВт ($n = 1\ 330$ об / хв.).

При висвітленні виробничих приміщень використовують природне освітлення, що створюється світлом неба (прямим і відбитим), штучне, здійснюване електричними лампами, і поєднане, при якому в світлий час доби недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Проведемо розрахунок освітлення машинного відділення методом світлового потоку. При цьому вибираємо: джерело світла - лампи люмінесцентні;

систему освітлення - загальне освітлення; тип світильника - ПВЛ;

розміри приміщення: довжина $A = 15$ м, ширина $B = 6$ м, висота $H = 4$ м.

Приймаємо:

$$L / H_p = 1,5$$

де L - відстань між центрами світильників, м;

H_p - висота світильників над робочою поверхнею, м.

Визначимо висоту світильників над робочою поверхнею:

$$H_p = H - (H_1 + H_2), \text{ м,}$$

де H_1 висота робочої поверхні, м; $H_1 = 0,8$ м;

H_2 - відстань від світильника до стелі м; $H_2 = 0,2$ м;

$$H_p = 4 - (0,8 + 0,2) = 3 \text{ м}$$

Визначимо відстань між центрами світильників. з рівняння

$$L / H_p = 1,5, \text{ знаходимо, що:}$$

$$L = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ м.}$$

Кількість світильників:

$$n = A * B / L^2 = 15 * 6 / 4,5^2 = 4,4$$

Приймаємо $n = 6$ шт.

Нормована мінімальна освітленість $E = 200$ лм.

Коефіцієнт запасу $K = 1,3$

показник приміщення

$$i = \frac{A * B}{H_p * (A + B)}$$

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		110

Приймаємо відбивну властивість стелі і стін δ стелі = 50%, δ стін = 30% „, в цих умовах для світильників ВЗГ коефіцієнт використання світлового потоку

$$\eta = 0,62.$$

Необхідний світловий потік лампи

$$\Phi_{\text{л}} = E_{\text{н}} \cdot S \cdot Z \cdot K / (n \cdot \eta), \text{ лм}$$

де Z - коефіцієнт мінімальної освітленості. Для ламп розжарювання

$$Z = 1,15.$$

$$\Phi_{\text{л}} = 200 \cdot 90 \cdot 1,15 \cdot 1,3 / (8 \cdot 0,62) = 5425 \text{ лм}$$

Вибираємо три лампи розжарювання типу Г215-225-150 із загальним світловим потоком 6270 лм.

Визначаємо потужність освітлювальної системи:

$$P = N \times n \times P_{\text{л}} [\text{Вт}],$$

де N - кількість світильників;

n - кількість ламп в світильнику;

$P_{\text{л}}$ - потужність даної лампи.

$$P = 3 \times 1 \times 150 = 450 \text{ Вт}$$

У практиці допускаються відхилення світлового потоку від -10% до + 20%.

Перша медична допомога.

Вдихання парів холодоагенту R507 в великих концентраціях може викликати тимчасове притуплення діяльності центральної нервової системи, що супроводжується сонливістю, летаргією і слабкістю. До інших можливих ефектів можна віднести запаморочення, приємне відчуття сп'яніння, а також втрату координації рухів. Тривале вдихання парів холодоагенту може викликати порушення серцебиття, втрату свідомості, а вдихання дуже великих доз може навіть привести до смертельного результату.

Людини що відчула будь-який з первинних симптомів, необхідно швидко вивести на свіже повітря і забезпечити йому спокій і нерухомість. При зупинці дихання необхідно зробити штучне дихання. Якщо дихання

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		111

утруднене, дати кисень і викликати лікаря. Такі симптоми можуть проявлятися при впливі різних концентрацій, а тому при появі будь-якого з цих симптомів потрібно якомога швидше покинути виробниче приміщення, навіть якщо в інших працівників, які перебувають поруч, ці симптоми не проявляються.

При великому викиді холодоагенту пари можуть сконцентруватися в поверхні підлоги або на низько ділянках і витіснити кисень, там, що викликає асфіксію. У разі, якщо виллється велика кількість рідкого холодоагенту або станеться значний витік, необхідно одягати засоби індивідуального захисту. При роботі в закритих приміщеннях, наприклад, в підвалах, де могли зібратися пари холодоагенту, слід користуватися автономними дихальними апаратами або респіраторами з зовнішньої подачею повітря. Перед входом необхідно перевірити всі виробничі приміщення на наявність кисню за допомогою відповідного контрольного устаткування. Коли перший працівник входить у приміщення, другий повинен залишатися зовні, і між ними має бути протягнутий рятувальний леєр.

Для забезпечення циркуляції повітря на рівні підлоги і в будь-яких підвальних і розташованих низько приміщеннях можна скористатися воздуходувками або вентиляцією. Не слід розраховувати на них для оцінки безпеки виробничих приміщень, призначених для персоналу. Єдино надійними способами служать регулярні перевірки на витік і моніторинг якості повітря. Попадання агента на шкіру і в очі. При кімнатній температурі пари фреону R507 не надають серйозного впливу на уражені ділянки. Якщо існує небезпека потрапляння рідких холодоагентів на шкіру, потрібно обов'язково носити захисний одяг, в тому числі з довгими рукавами, і перчатки. Середі засобів індивідуального захисту персоналу повинні бути захисні окуляри і лицьової щиток для захисту очей.

У разі потрапляння в очі рідкого холодоагенту їх слід рясно промити водою, а потім звернутися за медичною допомогою. Попадання на шкіру або в очі рідкого холодоагенту призводить до їх різкого охолодження, викликаючи обмороження. Якщо на працівника виплеснувся рідкий агент, необхідно

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		112

відразу зняти весь одяг, на який потрапив холодоагент, щоб уникнути великого обмороження. Промити уражену ділянку теплою водою (не холодною і не гарячою). Не слід накладати пов'язки або використовувати мазі. Необхідно якомога швидше звернутися за медичною допомогою.

Перша медична допомога у випадках ураження електричним струмом полягає у виконанні наступних дій:

- Звільнити потерпілого від дії струму;
- Надати потерпілому першу медичну допомогу (спокій, свіже повітря, при необхідності зробити штучне дихання, зовнішній масаж серця).

Для захисту людей від ураження електричним струмом застосовують заземлення - стік струму в землю через провідник, що знаходиться в безпосередньому контакті з землею.

ВИСНОВОК

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімальної ймовірності ураження або захворювання, працює з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Використання запропонованих заходів дозволить уникнути нещасних випадків при обслуговуванні холодильних установок і сприятиме збереженню здоров'я обслуговуючого персоналу.

11 Економічна частина

11.1 Організаційно-економічне обґрунтування проекту

Замовником проекту будівництва холодильника для зберігання плодоовочевої продукції виступає компанія, що займається вирощуванням та реалізацією плодоовочевої сировини.

Організація, яка потребує охолоджуваних ємкостей для зберігання продовольчих вантажів, може або орендувати існуючі холодильні камери, наприклад на хладокомбінаті, або побудувати власний охолоджуваний склад. У кожних конкретних умовах ухвалені рішення повинні обґрунтовуватися техніко-економічними розрахунками.

Проте, окрім прямих економічних чинників, при ухваленні рішення повинні враховуватися все зростаючі вимоги до збереження якості продукту. Збереження смакових і живильних властивостей овочів забезпечується дотриманням і постійною підтримкою необхідних температурно-вологісних характеристик повітря при зберіганні вантажів, а також встановленими термінами і умовами зберігання. Так при зберіганні плодоовочевої продукції особливо небезпечним є підморожування, псування, усихання вантажу. Деякі продукти не можна зберігати в одному приміщенні із-за можливості придбання стороннього запаху.

Для забезпечення необхідних температурно-вологісних режимів зберігання плодоовочевих вантажів необхідно, щоб в холодильній камері було встановлено теплообмінне устаткування відповідно до дійсного теплового навантаження, теплоприпливи в приміщення не повинні бути більше розрахункових (визначається якістю теплоізоляції і гідроізоляції), повинно бути забезпечене відведення теплоти дихання овочів і фруктів, повинна бути передбачена система вентиляції камер (необов'язково при зберіганні молочних продуктів). З урахуванням того, що існуючі холодильні ємності в своїй абсолютній більшості побудовані до 1991 р. і, зазвичай, експлуатуються без необхідних реконструкцій, забезпечити вказані температурно-вологісні умови

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

в охолоджуваних приміщеннях практично нереально. Крім того, вартість оренди охолоджуваних приміщень дуже висока, особливо у великих населених пунктах і їх промислових зонах. Це пояснюється традиційним для хладокомбінатів України великим терміном служби холодильного устаткування, його зносом, значним рівнем ручної праці в процесі отримання штучного холоду, зростанням вимог до забезпечення безпеки експлуатації холодильних установок.

У такій ситуації будівництво власного охолоджуваного складу може бути єдине правильним рішенням. Воно забезпечить прогнозований рівень матеріальних витрат на зберігання і холодильну обробку продовольчих вантажів, «незалежність» від постачальників холоду.

Технічне рішення по устаткуванню холодильника відповідає сучасному рівню розвитку технології і холодильного устаткування в Україні. Об'ємно-планувальне вирішення охолоджуваного складу, вибране в проекті відповідає вимогам Технічного завдання (у дипломному проекті – Завданню на проектування) і забезпечує:

- зручність проведення транспортних робіт по переміщенню вантажів під час надходження, зберігання і відправки з холодильника;
- об'єднання продовольчих вантажів по товарних групах і за температурно-вологісними параметрами повітря в приміщеннях;
- можливість здачі охолоджуваних приміщень в оренду іншим організаціям (підприємцям).

Приведені техніко-економічні розрахунки (розділ 6.2) підтвердили економічну обґрунтованість будівництва власного холодильника для торгово-закупівельного підприємства.

Величина економічного ефекту від експлуатації холодильника, визначена виходячи з сезонної різниці цін на продукцію складає 9 057 131,54 грн., ефективність капітальних вкладень – 0,17, термін окупності 5,85 року.

Таким чином, проєктований об'єкт – охолоджуваний склад умовною ємкістю 2500 тонн – відповідає сучасним вимогам до окупності об'єктів

інвестування і може бути рекомендований до будівництва.

11.2 Розрахунок показників економічної ефективності проекту

11.2.1 Розрахунок капітальних вкладень

При будівництві об'єкту капітальні вкладення на його створення складаються з вартості будівельних робіт K_c , вартості устаткування, монтажних, транспортних і інших видів робіт $K_{об}$

$$K = K_c + K_{об}. \quad 10.1$$

Вважаємо, що будівництво холодильника проводитиметься на вільній від споруд земельній ділянці, яка є власністю Замовника проекту будівництва. Припускаємо, що виробничі комунікації підведені до ділянки будівництва. Орієнтовна вартість підготовки території для будівництва визначається станом земельної ділянки, товщиною шару цінного ґрунту, місцем розташування ділянки і ін.

Приймаємо вартість підготовки 0,01 га земельної ділянки – 4500 грн. Для розміщення проектного холодильника мінімальна земельна ділянка відповідно до вимог до генпланів промислових підприємств складає 0,35 га. Таким чином, вартість підготовки земельної ділянки складає

$$Сп.з.у. = 35 \cdot 4500 = 157\,500 \text{ грн}$$

Вартість будівництва будівель холодильника без урахування холодильного устаткування (K_c') визначається залежно від об'єму виробничих площ і при проектуванні будівельній висоті холодильника складає 6000 грн за 1 м³ (Цм). Будівельний об'єм холодильника V з урахуванням площі компресорного цеху складає 13 104 м³. Таким чином

$$K_c' = V \cdot Ц_m, \quad 10.2$$

$$K_c' = 22\,512 \cdot 6000,00 = 135\,072\,000 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати на інженерні мережі і допоміжні споруди приймаємо у розмірі 15% від суми будівельних робіт. Тоді

$$K_c = 1,15 \cdot K_c', \quad 10.3$$

$$K_c = 1,15 \cdot 135\,072\,000,0 = 155\,332\,000 \text{ грн.}$$

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		116

Вартість холодильного устаткування, що встановлюється на холодильник, визначається по договірних цінах, що діють на момент будівництва. Транспортні витрати приймаються у розмірі 5-10% від вартості устаткування. Вартість монтажу – 10-15% від всієї вартості устаткування, КВПтаА і його монтажу – 3-5%. Вартість спеціальних робіт (споруда фундаментів, антикорозійні роботи, ізоляція, наладка апаратури) – 1% вартостей устаткування.

Вартість окремих видів устаткування і товарних партій, величина транспортних витрат, вартість монтажу, КВПтаА, спеціальних робіт приведена в Таблиці 10.1.

Таким чином, капітальні вкладення на будівництво холодильника складають

$$K = 155\,332\,000 + 8806700 = 164\,138\,700 \text{ грн.}$$

Таблиця 10.1 – Розрахунок кошторисної вартості устаткування

№ п/п	Найменування устаткування	Кіл-ть	Опт ціна, грн.	Загальна ціна, грн
1	4FE-44Y-40P	3 шт.	259 200,00	777600
2	Повітроохолоджувач CCEH404BD 400V CR PCE	3 шт.	76315	228945
3	Повітроохолоджувач THOR-B 138-7 RH H1/5 400	16 шт.	118849	1 901 952,00
4	Повітряний конденсатор BCDS805BD	1 шт.	509422,00	509 442,00
5	Запорно-регулююча арматура	1 КОМПЛ.	126326,00	126 326,00
6	Обладнання РГС	1 КОМПЛ.	3287 988,00	3287988.00
РАЗОМ (без урахування ПДВ)				5832253
РАЗОМ (зокрема ПДВ 20%)				6998703

7	Транспортні витрати, 10%			583225
8	Монтаж, 15%			874838
9	КВПтаА, 5%			291612
10	Спец. роботи, 1%			58322
ВСЬОГО (з урахуванням ПДВ 20%)				8806700

11.2.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати складають 22% від кошторисної вартості устаткування:

$$C = K \cdot 0,22$$

$$C = 8\,806\,700 \cdot 0,22 = 1\,937\,474 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат по статті “допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- 1 холодильний агент;
- 2 змащувальні матеріали;
- 3 обтиральний матеріал.

Вартість холодильного агента розраховується по формулі

$$C_{г.а.} = q_a \cdot S_a, \quad 10.4$$

де q_a – річне споживання холодильного агента, кг;

S_a – вартість одного кг холодильного агента, грн.

$$q_a = q_a' + q_a'', \quad 10.5$$

де q_a' – експлуатаційне річне споживання холодильного агента, т;

q_a'' – річні втрати при ремонті.

$$q_a' = N \cdot G_a \cdot k / 100, \quad 10.6$$

G_a –ємність системи по фреону, $G_a = 1000$ кг;

N – норма річної потреби в холодильному агенті, $N=6$ %;

k – коефіцієнт, що враховує неавтоматизований повітрявіддільник,

$k=1,2$.

$$q_a' = 6 \cdot 1000 \cdot 1,2 / 100 = 72 \text{ кг,}$$

$$q_a'' = 20 \text{ кг,}$$

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		118

$$q_a = 72 + 20 = 92 \text{ кг,}$$

$$C_{г.а.} = 92 \cdot 165 = 15\,180,00 \text{ грн.}$$

Вартість змащувальних матеріалів

$$C_m = q_m \cdot S_m, \quad 10.7$$

де q_m – річне споживання змащувальних матеріалів, т;

S_m – вартість однієї тонни змащувальних матеріалів, грн.

Річне споживання змащувальних матеріалів розраховуємо по нормах залежно від устаткування і його годин роботи. Для компресорів витрата змащувального масла складає 0,06 кг/год. Число роботи кожного компресора – 8030 год/рік. Таким чином:

$$q_m = 3 \cdot 8\,030 \cdot 0,06 = 1\,445,4 \text{ кг/рік,}$$

$$C_m = 1\,445,4 \cdot 30 = 43\,362 \text{ грн.}$$

Приймаємо вартість обтиральних матеріалів $C_{об.} = 2000$ грн.

Таким чином витрати на допоміжні матеріали складуть

$$C_v = C_{г.а.} + C_m + C_{об.} \quad 10.8$$

$$C_v = 15\,180,00 + 43\,362,00 + 2000,00 = 60\,542,00 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат по статті “електроенергія”

Витрати на електроенергію для холодильної установки з електроприводом визначається за формулою :

$$C_e = N_v \cdot \eta_z \cdot \eta_m \cdot \eta_d \cdot h \cdot C_c \quad 10.9$$

де: N_v – встановлена потужність електродвигунів холодильної системи

η_z , η_m , η_d – коефіцієнти завантаження електродвигуна по потужності, врахування втрати електричної енергії в електричних мережах підприємств та витрати енергії на привід допоміжних механізмів холодильної системи; ($\eta_z = 0,85$; $\eta_m = 1,06$; $\eta_d = 1,15$);

h – фонд часу роботи холодильної системи на підприємстві, годин на рік ($h = 2700$);

C_c – вартість електроенергії, що споживається системою, грн/кВт

$$C_e = (31 \cdot 3) \cdot 0,85 \cdot 1,06 \cdot 1,15 \cdot 2700 \cdot 1,8 = 260\,177 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на амортизацію

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Витрати на амортизацію розраховуються, базуючись на вартості обладнання та встановлених норм амортизації за формулою:

$$C_a = N_{об} \cdot K_{об} + N_б \quad 10.10$$

де: $N_{об}$, – норма амортизаційних відрахувань відповідно для обладнання і(приймаємо 15%);

$K_{об}$, $K_б$ вартість відповідного обладнання

$$C_a = 0,15 \cdot 5832253 = 874\,838 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на ремонт

Витрати на поточний ремонт можна визначити окремим розрахунком або прийняти 5% від вартості обладнання:

$$C_p = 0,05 \cdot K_{об} \quad 10.11$$

$$C_p = 0,05 \cdot 5\,832\,253 = 291\,612 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат у фонд заробітної плати

Фонд заробітної плати визначається за формулою:

$$C_{зп} = З_{Посн} + З_{П д} + З_{Потч} \quad 10.12$$

Середня заробітна плата одного робітника береться за середніми показниками й дорівнює 3200 грн/міс. Кількість робочих 2 чоловіка.

$$З_{Посн} = n \cdot 12 \cdot З_{П} = 76\,800 \text{ грн.}$$

$$З_{П д} = 0,1 \cdot З_{Посн} = 7\,680 \text{ грн.}$$

$$З_{Потч} = 0,42 \cdot З_{Посн} = 32\,256 \text{ грн.}$$

$$C_{зп} = 76\,800 + 7\,680 + 32\,256 = 116\,736 \text{ грн.}$$

Інші цехові витрати приймаємо у розмірі 10% від суми експлуатаційних витрат.

Витрати на експлуатацію холодильної системи складають:

$$C = 60\,542,00 + 260\,177 + 874\,838 + 291\,612 + 116\,736 = 1\,603\,905 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості холоду

Собівартість холоду визначається за формулою:

$$C_o = C/Q \quad 10.13$$

де: C – річні експлуатаційні витрати;

h — час роботи компресора;

Q – річна холодопродуктивність холодильної установки, МДж.

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

$$Q = Q_0 \cdot h \cdot 3,6$$

10.14

$$Q = 62,4 \cdot 2700 \cdot 3,6 = 606\,528 \text{ МДж}$$

Собівартість 1000 кДж холоду дорівнює:

$$C_0 = 1\,937\,474 / 606\,528 = 3,19 \text{ грн/МДж}$$

11.2.3 Розрахунок річного економічного ефекту

Величина економічного ефекту від експлуатації холодильника (при закупівлі продукції восени і продажу у весняно-зимовий період):

$$\Pi = \frac{\frac{C_p \cdot V \cdot (1 - \beta)}{K_{ндс}} - (C_z \cdot V \cdot C_n + C_{пр})}{K_{пр}}, \quad 10.15$$

де Π – прибуток, грн;

C_p – ціна реалізації, приймаємо ринкову ціну реалізації яблук (груш) через власну торгову мережу 30,00 грн/кг;

V – об'єм продукції, приймаємо рівним 1 800 000 кг;

β – норма природних втрат продукції;

C_z – закупівельна ціна продукції, приймаємо ціну закупівлі яблук (груш) 10,00 грн/кг;

$C_{пр}$ – виробничі витрати, грн;

C_n – невиробничі витрати, грн, приймаємо 3% від вартості вантажообігу;

$K_{ндс}$ – коефіцієнт, що враховує зменшення прибули залежно від величини податку на додану вартість $K_{ндс}=1,2$;

$K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує зменшення прибутку залежно від величини податку на прибуток, $K_{пр}=1,3$.

$$\Pi = \frac{\frac{30 \cdot 1800000 \cdot (1 - 0,024)}{1,2} - (10,0 \cdot 1800000 \cdot 1,03 + 8806700)}{1,3} = 127486920 \text{ грн}$$

11.2.4 Визначення терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність капітальних вкладень визначається відношенням

					KPM.XYKП.1.784-03.2.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		121

прибутку, отриманого від експлуатації холодильника до величини капітальних вкладень на будівництво

$$E = \frac{\Pi}{K} \quad 10.16$$

$$E=127486920/164138700=0,7$$

Термін окупності капітальних вкладень на будівництво холодильника

$$T = \frac{1}{E} \quad 10.17$$

$$T=1/0,7=1,4.$$

№	Показники	Прогнозуємий варіант	
1	Холодильний агент	R507	R513
2	Річна холодопродуктивність, МДж	606 528	582 228
3	Капітальні вкладення, грн	164 138 700	213 380 310
4	Експлуатаційні витрати, грн/рік	1 937 474	2 518 716
5	Вартість 1000кДж холоду, грн	3,19	5,00
6	Економічна ефективність капітальних вкладень	0,71	0,53
7	Строк окупності	1,4	1,9

У результаті економічних розрахунків ми отримали порівняльну характеристику вартості холодильної установки з використанням різних холодильних агентів. Також оцінили окупність установки та річні технологічні витрати на холодильну установку, зважаючи на те, що ми вибрали основну комплектацію установки та порівняли її з техніко-економічної точки зору, що на даний час є важливо при стані в країні. Це дало змогу оцінити вартість установки та вибрати прийнятну ціну для підприємства.

Висновки

В науково-дослідній роботі вирішено задачу дослідження та розробки системи холодопостачання для зберігання плодів у регульованому газовому середовищі, яка забезпечує скорочення енерговитрат на 10 – 20 % за рахунок використання високоефективних екологічно безпечних робочих тіл. Виявлено та реалізовано енергопотенціал установки шляхом впровадження вищеописаних удосконалень та в підсумку енерго та ресурсозбереженням.

В результаті дослідження, ПКХМ, необхідно зробити ряд висновків:

1. Запропоновано замінити робочу речовину R507, на екологічно безпечне тіло таке як: R513, що в свою чергу знизить згубний вплив на оточуюче середовище в виді парникового ефекту більше ніж в 6 разів.

2. Використання R513, як робочого тіла в холодильній установці призводить до підвищення холодильного коефіцієнта машини в порівнянні з системою, яка працює на R507 в середньому на 20 %.

3. Розроблено схемотехнічне рішення холодильної установки для фруктосховища з пластинчатими конденсаторами, що повністю задовольняє технічному завданню та знижує температуру конденсації в середньому на 5 градусів.

Дана робота була націлена на енерго та ресурсозбереження, оскільки перехід від холодоагенту R507 до екологічно безпечного робочого тіла R513 надає дуже чутливу економію. Також було розглянуто варіант переходу на екологічно безпечні робочі тіла, такі як R448 та R449, що також не знизило ефективність, а знизило згубний вплив на оточуюче середовище, оскільки коефіцієнт озоноруйнування дорівнює нулю, а глобального потепління в 6 рази нижче у даних холодоагентів, ніж у R507.

Список літератури

1. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 164 с. <https://elc.library.onaft.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1904385>
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса ОНТУ, 2022. – 46 с. <https://elc.library.onaft.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1910772>
3. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса ОНТУ, 2022. – 122 с. <https://elc.library.onaft.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1910804>
4. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса ОНТУ, 2022. – 70 с. <https://elc.library.onaft.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1910847>
5. Плодоовочесховища: проектування, оптимізація, розрахунки [Текст] : підручник / М. Г. Хмельнюк, В. П. Кочетов, А. В. Форсюк, Н. В. Жихарева ; під заг. ред. М. Г. Хмельнюка ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Нац. ун-т харч. технологій. — Одеса : Бондаренко М. О., 2018. — 228 с. : табл., рис. — Бібліогр.: с. 222-223. <https://elc.library.onaft.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT-cnv.BibRecord.164513>
6. Методичні вказівки та примірний розрахунок по курсовому та дипломному проектуванню з дисципліни "Холодильні машини і установки спеціального призначення" [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 34 с. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1668930>
7. Кваліфікаційна робота : метод. вказівки до виконання та оформлення роботи для здобувачів СВО "Бакалавр" [Електронний ресурс] : спец. 142

					КРМ.ХУКП.1.784-03.2.3	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

"Енергетичне машинобудування", галузі знань 14 "Електрична інженерія" ден. та заоч. форм навчання /М. Г. Хмельнюк, Л. І. Морозюк, О. Ю. Яковлева та ін.; відп. за вип. М. Г. Хмельнюк; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса: ОНАХТ, 2021. — Електрон. текст. дані: 20 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.1699758>

8. Дослідження підвищення енергоефективності, енергопотенціалу, впливу на навколишнє середовище холодильної установки для судна-газовозу [Текст] / В. О. Бедрісов, М. Г. Хмельнюк, О. Ю. Яковлева // Холодильна техніка та технологія. — О. : ОНАХТ, 2016. — Т. 52, № 6. — С.11-16.
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.52917>
9. Шляхи підвищення енергоефективності холодильної установки підприємства харчової промисловості [Текст] / О. В. Остапенко, О. В. Зімін, І. О. Подмазко, М. Г. Хмельнюк // Холодильна техніка та технологія. — О. : ОНАХТ, 2016. — Т. 52, № 6. — С.4-10.
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.52894>
10. Зниження енергетичних витрат при роботі холодильного обладнання під час зберігання соковитої рослинницької сировини [Текст] / О. М. Томчик, М. Г. Хмельнюк, М. І. Гоголь // Холодил. техніка та технологія. — 2018. — Т. 54, № 5. — С. 23-30 : рис., табл. — Бібліогр.: 10 назв.
11. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Холодильні установки" [Електронний ресурс]: для студентів СВО "Бакалавр" спец. 142 "Енергетичне машинобудування", галузі знань 14 "Електрична інженерія" ден. та заоч. форм навчання / М. Г. Хмельнюк, О. Ю. Яковлева, В. В. Трандафілов; відп. за вип. М. Г. Хмельнюк; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса: ОНАХТ, 2021. — 28 с. — Електрон. текст. дані.
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.1677570>
12. Енергетичний менеджмент, діагностика та аудит [Текст] = Energy management, diagnostics and energy audit : підручник : в 2 т. Part 2 / М. Г. Хмельнюк, О. Ю. Яковлева, О. В. Остапенко, В. А. Бежан; за ред. М. Г. Хмельнюка; Одес. нац. акад. харч. технологій, Приазов. держ. техн. ун-т. — Одеса, 2019. — 292 с. : табл., рис ISBN 617-7613-59-5
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ-cnv.BibRecord.165414>
13. Холодильні установки та сфери їх використання [Текст] : підручник / М. Г. Хмельнюк, О. С. Подмазко, І. О. Подмазко; під заг. ред. М.Г. Хмельнюка; Одеська нац. академія харчових технологій. — Херсон : Грін Д.С., 2014. — 484 с.
<https://elc.library.onaft.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.45253>