

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПП: «Монтаж і

обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4MX -55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

MX 55. 015. 000. ДП

НОСЕНКО ДАНІЕЛЯ

м. Одеса - 2023 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55.015.000. ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка компресорного цеху портового холодильника для зберігання
цитрусових ємністю 630 т., м. Миколаїв.

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на _____ сторінках та графічного матеріалу на _____ аркушах.

Дипломник _____ (Носенко Даніель)

Керівник проекту _____ (Скрипник О.М.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Голова циклової комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “_____” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ (Селіванов А.П.)

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

Прізвище, ім'я та по батькові: Носенко Даніель
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: Розробка компресорного цеху портового холодильника для зберігання цитрусових ємністю 630 т., м. Миколаїв.

Стверджена наказом по коледжу від « 21 » 03 2023 р. № 57-А2-ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 33 °С
відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Технологічна частина

- 2.1 Характеристика швидкокопсуваних продуктів
- 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

3. Розрахунково- конструкторська частина

- 3.1 Розрахункові дані
- 3.2 Розрахунок будівельних площ
- 3.3 Вимоги до планування холодильника
- 3.4 Планування холодильника.
- 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень
- 3.6 Тепловий розрахунок
- 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки
- 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок
- 3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора
- 3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер
- 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування
- 3.14 Розрахунок та відбір градирні

4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

Аркуш 1 План та перетин будівлі холодильника, або (Технічне креслення обладнання)

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	22 ÷ 23.05.2023
2 Технологічна частина	24 ÷ 25.05.2023
3 Розрахунково-конструкторська частина	26 ÷ 05.06.2023
4 Організаційна частина	06.06.2023
5 Аркуш 1,2	07 ÷ 09.06.2023
6 Економічна частина	10 ÷ 12.06.2023
7 Аркуш 3	13.06.2023
8 Охорона праці	14.06.2023
Попередній захист	15.06.2023
Захист дипломного проекту	22 ÷ 30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії
спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2022

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Скрипник О.М.)

[illegible]

Перв. примен.	З М І С Т										Стор.
	Вступ										
Справ. №	1. Загальна частина										
	1. 1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання.....										
	1.2 Вихідні дані.....										
	1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.....										
	2. Технологічна частина										
	2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.....										
	2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання.....										
	3. Розрахунково-конструкторська частина										
	3.1 Розрахункові дані.....										
	3.2 Розрахунок будівельних площ.....										
	3.3 Вимоги до планування холодильника.....										
	3.4 Планування холодильника.....										
	3.5 Розрахунок ізоляції огорожень.....										
	3.6 Тепловий розрахунок.....										
	3.7 Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання.....										
Подп. и дата						MX 55.015.000 ДП ПЗ					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Розробка компресорного цеху портового холодильника для зберігання цитрусових ємністю 630 т., м. Миколаїв.	Лит.	Лист	Листов		
	Разраб.		Носенко Д								
	Пров.		Скрипник								
	Н.контр.		Волянська								
	Утв.						ВСП «ОТФК ОНТУ»				

ГОСТ 2.104-68 Форма 2
Копировал
Формат А4

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної

установки.....

3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів

вузлових точок

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора.....

3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора.....

3.12 Тепловий розрахунок на вибір випарювачів.....

3.13 Розрахунок та обладнання камер.....

3.14 Розрахунок та допоміжного обладнання.....

3.15 Розрахунок і підбір градирні.....

4 Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатації, ремонту та холодильного обладнання.....

4.2 Автоматизація холодильної установки.....

5. Економічна частина.....

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....

7. Перелік використаних джерел.....

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

В С Т У П

Фрукти, овочі, цитрусові - важливіші джерела поживних речовин і вітамінів без яких нормальна життєдіяльність організму людина практична неможлива. Створення запасів плодоовочевої продукції у свіжому і переробленому вигляді важлива задача кожної держави.

Розгляд інформації про багатовіковий досвід зберігання плодоовочевої продукції в природних умовах, а також виконані дослідження в цій галузі, підтверджує можливість зберігання плодів, овочів, цитрусових і в домашніх умовах, але цілорічне забезпечення потреб населення, надійне продовження строків зберігання можливо тільки при зниженні температури до 0 °С.

Щорічно зростає будівництво холодильників в усіх країнах, що експортують фрукти. В споживчих регіонах фрукти зберігаються до роздрібного розпродажу в спеціалізованих або загальних холодильниках розподільчого типу. На холодильники, що розташовані в регіонах споживання, фрукти, овочі, цитрусові надходять в росортованому, добре упакованому і охолодженому стані. Тому головною функцією цих холодильників є зберігання і відвантаження. Питомий місткістний показник системи зберігання, що свідчить про частку загальної місткості холодильників, яка припадає на одного мешканця країни, повинен знаходитися на рівні не нижче 118 - 125 кг на одну людину. Мінімальна місткість окремих холодильників загальної структури знаходиться в межах 1000 тон. Холодильники місткістю приблизно 500 тон можуть не підключатися до загальної енергосистеми, а забезпечуватися нетрадиційними та екологічно безпечними джерелами енергії (сонячна, біоенергетика, вторинні енергоресурси. Актуальним є повернення до використання масивних будівельно-ізоляційних конструкцій замість сендвіч-панелей. Треба передбачати перехід до безпечних холодильних агентів достатньо високої видатності, або використання холодильних агентів природного походження, наприклад аміаку. Задачу тривалого зберігання, товарної обробки, створення умов для цілорічного виробництва харчової продукції допомагають вирішити спеціалізовані портові холодильники для цитрусових.

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

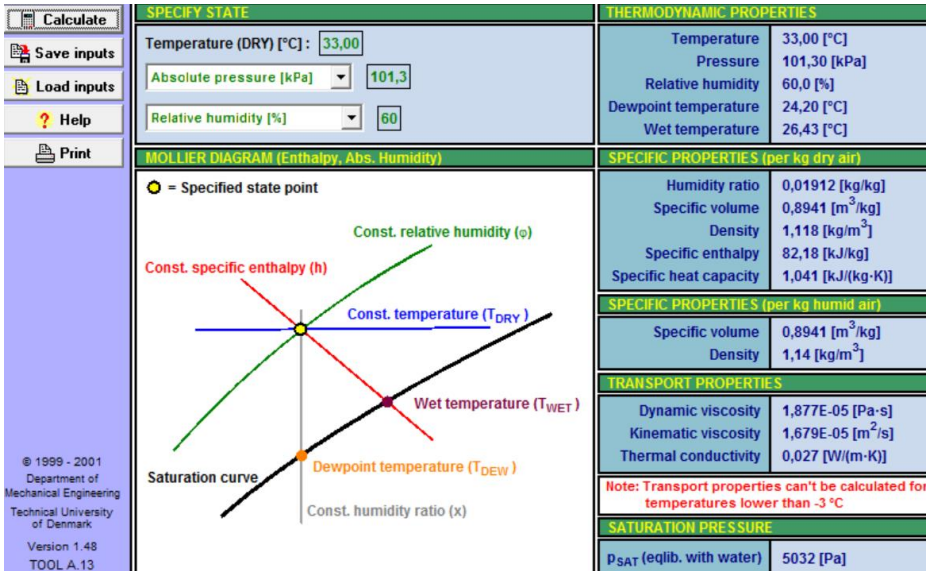
МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.2 Вихідні дані

Місце передбачаємого будівництва	місто Миколаїв
Місткість камер зберігання	630 тон
Середньорічна температура	+9,6 °C
Розрахункова літня температура	+33 °C
Розрахункова зимня температура	-19 °C
Температура за зволоженим термометром	+26,43 °C
Відносна літня вологість повітря	60%
Географічна широта	46,5



Мал. 3.1

Подп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Проектом передбачена розробка компресорного цеху портового холодильника для зберігання цитрусових ємністю 630 т., м. Миколаїв. Портовий холодильник, який проектується - це довговічна промислова споруда, яка призначається для охолодження і зберігання цитрусових в умовах штучного охолодження та високої відносної вологості повітря.

Охолоджувальний склад складається з камер зберігання з температурою повітря $0 \div +2^{\circ}\text{C}$ і відотною вологістю 90-95%.

У камерах зберігання встановлюються аміачні повітроохолоджувачі. У камерні прилади охолодження аміак подається за допомогою насосів.

Доставка й відправка рослинної продукції споживачам здійснюється автомобільним транспортом, для чого призначається автомобільна платформа. Для переміщення вантажів існує вантажний коридор шириною 6 метрів. Планування холодильника забезпечує механізацію вантажно-розвантажувальних робіт.

Будівля холодильника виконана по каркасній схемі з стандартних залізобетонних конструкцій. Теплоізоляція виконується з плит пінопласту полістирольного ПСБ-С стандартної товщиною, кратною 25 мм. Сітка колон 6 * 12 метрів.

Підсобні приміщення : машинне відділення, електрощитові, службові приміщення прибудовані до південної сторони холодильника.

Машинне відділення аміачної холодильної установки відноситься до категорії Б по вибухо - пожежобезпеці й до класу В-1б вибухобезпечних приміщень, тому електрообладнання, пускова апаратура, засоби автоматики виготовлені в закритому виконанні.

На холодильнику передбачено зворотне водопостачання, основним елементом якого являється вентиляторна градирня, з якої охолоджена вода поступає в кожухотрубні конденсатори й на охолоджувальні сорочки компресорів.

Для підтримування заданого температурного режиму зберігання призначається аміачна холодильна установка одноступеневого стиснення з безпосереднім охолодженням. Холодильна установка розраховується на режим роботи при максимальних зовнішніх і внутрішніх теплоприпливах.

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Охолоджувальний склад складається з камер зберігання з температурою повітря $0 \div +2^{\circ}\text{C}$ і відотною вологістю 90-95%.

У камерах зберігання встановлюються аміачні повітроохолоджувачі. У камерні прилади охолодження аміак подається за допомогою насосів.

Доставка й відправка рослинної продукції споживачам здійснюється автомобільним транспортом, для чого призначається автомобільна платформа. Для переміщення вантажів існує вантажний коридор шириною 6 метрів. Планування холодильника забезпечує механізацію вантажно-розвантажувальних робіт.

Будівля холодильника виконана по каркасній схемі з стандартних залізобетонних конструкцій. Теплоізоляція виконується з плит пінопласту полістирольного ПСБ-С стандартної товщиною, кратною 25 мм. Сітка колон $6 * 12$ метрів.

Підсобні приміщення : машинне відділення, електрощитові, службові приміщення прибудовані до південної сторони холодильника.

Машинне відділення аміачної холодительної установки відноситься до категорії Б по вибухо - пожежобезпеці й до класу В-1б вибухобезпечних приміщень, тому електрообладнання, пускова апаратура, засоби автоматики виготовлені в закритому виконанні.

На холодильнику передбачено зворотне водопостачання, основним елементом якого являється вентиляторна градирня, з якої охолоджена вода поступає в кожухотрубні конденсатори й на охолоджувальні сорочки компресорів.

У даному проекті застосовані найбільш прогресивні технології зберігання овочів і фруктів, сучасні будівельні конструкції, використані останні досягнення в галузі холодильного машинобудування.

На холодильниках для цитрусових ємністю більше 500 тон приймається централізоване холодопостачання з розміщенням у єдиному машинному відділенні компресорів, підключених на одну температуру кипіння. Основні недоліки централізованого холодопостачання - складний та тривалий монтаж холодительної установки , наявність великої кількості розподільних пристроїв, розгалуженої мережі трубопроводів, затворної арматури.

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

На даному холодильнику впроваджене розсільне охолодження для камер зберігання та технологічних потреб. Застосування повітроохолоджувачів дозволяє зменшити різницю температур повітря в камері зберігання і кипіння холодильного агенту на 5 °С, що призведе до економії енергії на 15%. Система подачі холодоносія – насосна.

Холодильним агентом вибраний аміак. Це зумовлено кращими його термодинамічними властивостями. Використовуючи аміак, застосовують сталеві безшовні сурми, що значно дешевше труб з кольорових металів (при використанні хладонів). Аміак добре розчинюється у воді, у присутності вологи пошкоджує кольорові метали. Аміак доступний та дешевий агент. Його недоліком залишається негативний вплив на організм людини. Тому при обслуговуванні холодильної машини треба дотримуватися правил безпеки. Застосовуючи аміак, мі, тим самим, зменшуємо розміри компресорів у порівнянні з фреоновими, так як він має більшу об'ємну холодопродуктивність.

Теплоізоляційним матеріалом вибраний пінополістирол ПСБ-С, що має низку переваг порівняно з іншими відповідними матеріалами: вологостійкість, вогнестійкість, не гниє, не знищується бактеріями та шкідниками, відносно дешевий. Пінополістирол має дуже низький коефіцієнт теплопровідності ($\lambda = 0,05 \text{ Вт/(м*К)}$) та не сприяє корозії металів.

Повторне використання централізованої зворотної води забезпечує питому вагу в загальних витратах. Високоефективною буде вентиляторна градирня. Енергопостачання централізоване.

Економічні розрахунки підтверджують, що проект портового холодильника для зберігання цитрусових плодів, ємністю 630 тон, у місті Миколаїв, можна вважати економічно вигідним, доцільним, та обґрунтованим оскільки показники економічної ефективності є дуже привабливими.

Вкладення коштів на придбання такого високоефективного обладнання з технічного і економічного боку, дає змогу зменшити цехову собівартість, тому що обладнання було підібрано з невеликим електроспоживанням. Отже проект будівництва цього холодильника є привабливим на інвестиційному ринку проектів.

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів

Портовий холодильник призначається для зберігання субтропічних: лимонів, апельсинів, грейпфрутів, мандаринів та інших.

Цитрусові - це продукти харчування рослинного походження. До їх складу входять азотні речовини, вуглеводи, органічні кислоти, глюкозиди, фенольні сполучення, ефірні мастила, віск, жир, жиророзчинні пігменти, алкалоїди, вітаміни, мінеральні речовини.

Для тривалого зберігання придатні високоякісні овочі, здорові, чисті, без механічних пошкоджень. Кінцева якість овочевої продукції залежить від їх товарної обробки, колібровки, сортування, упаковки, а також від правильної загрузки камер зберігання.

Основна особливість плодів – висока кількість води у їх складі, до 80-90%. Кількість сухих речовин досягає 10-20%, менша частина це нерозчинні, а більша – розчинні в клітковому соку. Вуглеводи, обумовлюють калорійність, яка в середньому складає 25-40 калорій у 100 грамах. Вміст клітковини (целюлози) 0,2: 2,8%, але її значно більше у шкурці. Вміст гуміцелюлози від 0,2 до 3,5%. Кількість пектинових речовин в овочах складає десяту частку процента.

Таблиця 2.1-

Характеристика	Одиниця виміру	Цитрусові	
Кількість теплоти, що виділяється за годину при температурі 0 °С	Вт/т	апельсини	11
		лимоні	9
Кількість теплоти, що виділяється за годину при температурі 20 °С	Вт/т	апельсини	69
		лимоні	58
Теплоємність	Дж/(кгК)	апельсини	3,81
		лимоні	3,73
Температура замерзання	°С	апельсини	-2,38
		лимоні	-2,07
Кількість сухих речовин	%	апельсини	13,77

Поп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Поп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

		лимони	15,08
Втрата вологи за період зберігання	кг/т		52
Середній еквівалентний діаметр об'єкта зберігання	м		0,06
Теплопровідність	Вт/(мК)		0,51
Температуропровідність $a \cdot 10^8$	м ² /с		13,38
Температура зберігання	°С	апельсини жовті	3-4
		апельсини оранжеві	1-2
		лимони світло-жовті	4-5
		лимони жовті	2-3
Відносна вологість повітря	%		90
Термін зберігання	місяців	апельсині	4-6
		лимони	2-6

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

Розрахункові температурні параметри та значення вологості повітря в приміщеннях, що охолоджуються вибираємо в залежності від призначення, виду продуктів, технологічних особливостей зберігання та обробки.

На холодильниках для цитрусових підтримується температура близька до нульової, та вище температури замерзання сировини.

Температура початку замерзання цитрусових $-1,5 \div -4$ °С, а температура зберігання коливається від $-0,5$ °С до 8 °С.

Зелені плоди зберігаються при $5 \div 8$ °С, а спілі при $-0,5 \div 3$ °С

Відхилення температурного режиму на 1 °С підвищує активність дихання в $1,1 \div 1,4$ рази.

Не менш важливим фактором успішного зберігання цитрусових є воложистий режим в камері: зниження відносної вологості приводе до росту усихання, у той же час надмірне підвищення відносної вологості призведе к збільшенню утрати рослинної сировини від загнивання і враження мікроорганізмами.

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Приймаємо, що плоди поступають до камер зберігання при температурі 20 °С , зберігаються при температурі + 2 °С і відносній вологості повітря 85-90%.

При температурі 3 ÷ 4 °С , $\phi = 95\%$ і поганій циркуляції повітря різко підвищується ріст плісняви, але відносна вологість повітря нижче 85% недопустима.

Охолоджувальна система повинна забезпечувати підтримування оптимальної температури і вологості повітря при зберіганні овочів з відхиленням температури не більше чим на 0,5 °С і відносної вологості повітря на 2-4% і можливість регулювання в значних межах.

Термін зберігання плодів на холодильнику при дотримуванні необхідних умов - до 6 місяців.

Инов. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата						Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ		Лист

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Холодильник планується розташувати в південній кліматичній зоні,

Ємкість камер зберігання - 630 тон з їх:

зберігання апельсинів - 25%

зберігання лимонів - 25%

зберігання мандаринів - 25%

зберігання грейпфрути - 25%

$$B_{1,2,3,4} = \frac{630 \cdot 25}{100} = 157,25 \text{ тони} \quad (3.1)$$

3.2 Розрахунок будівельних площин

Будівельну площу камери зберігання для вантажів укладених у штабелі визначаємо за формулою:

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{\text{вн}} \cdot \beta}; \quad (3.2)$$

де E - місткість камери зберігання, тон;
 q_v - норма завантаження на 1 м^2 вантажного об'єму камери, т/м^3 ;
 $h_{\text{вн}}$ - вантажна висота штабелю, м;
 β - коефіцієнт використання будівельної площі камери, що враховує площу камери зайняту колонами, приладами охолодження, проходами.

Кількість будівельних прямокутників визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F_{\sigma}}{f}; \quad (3.3)$$

де f - будівельна площа одного прямокутника, що визначається вибраною сіткою колон, м^2 .

Дійсна місткість камер зберігання :

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

$$E_{\partial} = E \frac{n_{\partial}}{n}; \quad (3.4)$$

де n_{∂} - дійсна кількість будівельних прямокутників.

Загальна площа камер зберігання

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.5)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.3 * F_{к.хр} \quad (3.6)$$

Потрібна площа охолоджувального складу

$$F_{охл} = F_{к.хр} + F_{всп} \quad (3.7)$$

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.2 * F_{охл} \quad (3.8)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = 0.1 * F_{охл} \quad (3.9)$$

Всі розрахунки зводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Найменування камери	Е т	q _v т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	n _д q	Ед т
Апельсини	157,5	0,32	5	0,75	131,25	72	1,82	2	172,8
Лимони	157,5	0,32	5	0,75	131,25	72	1,82	2	172,8
Мандарини	157,5	0,32	5	0,75	131,25	72	1,82	2	172,8
Грейпфрути	157,5	0,32	5	0,75	131,25	72	1,82	2	172,8
Всього кам.зберіг..	630				525,00	72	7,29	8	691,2
Допоміжні приміщ.					157,50	72	2,19	2	
Охолодж.склад					682,50	72	9,48	8	
Службові приміщ.					102,38	72	1,42	1,5	
Машинне відділен.					102,38	72	1,42	1,5	

Підп. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

3.3 Вимоги до планування холодильника

Планування відповідає прийнятій схемі технологічного процесу, тобто забезпечує точне й послідовне виконання всіх технологічних операцій. Бажаний напрямок рухові вантажу в одну сторону без зустрічних і пересічних потоків. Двері камер виходять у коридор.

Планування сприяє зменшенню першопочаткових витрат на будівництво холодильника. Це достається широким застосуванням типових будівельних матеріалів, скороченням площі, якої займають допоміжні приміщення. Однак не можна забувати про зручності обслуговування.

Планування забезпечує дешеву та зручну експлуатацію холодильника. Насамперед правильно вибрані розміри холодильника, які забезпечують волю й широту маневру вантажно-розвантажувальних робіт. Ширину автомобільної платформи приймаємо 6 м. Для зменшення теплоприпливів у камері їх групуємо в блоки з приблизно однаково температурним режимом.

Планування відповідає прийнятій системі охолодження. Це особливо важливо враховувати при плануванні одноповерхових холодильників, так як це завжди вдається забезпечити злив холодильного агента з приладів охолодження. При складанні планування передбачую місця для монтажу обладнання, камерних розподільних колекторів і т.д.

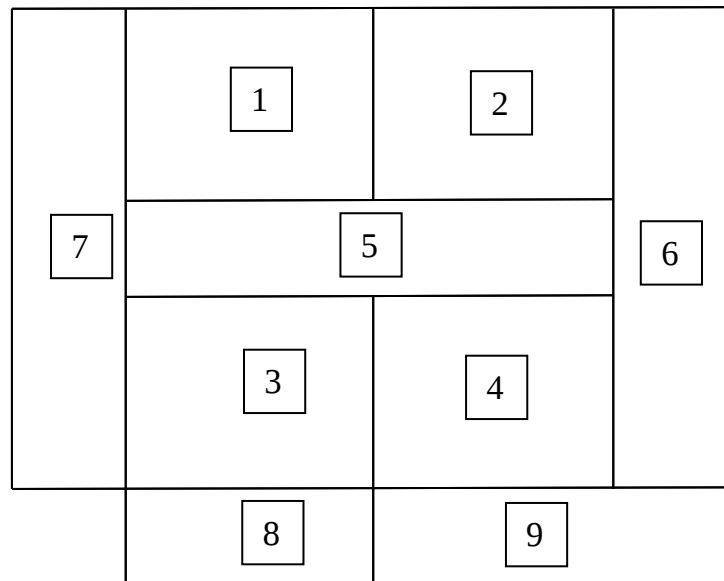
Планування забезпечує можливість розширення холодильника. Для цього залишаємо вільною одну із стін.

Планування відповідає вимогам правил охорони праці, техніки безпеки й пожежної безпеки.

При плануванні холодильника звертаю увагу, на запобігання від набухання ґрунту, який знаходиться під їм, що залежав від температури повітря в камері, характеру ґрунту й рівня ґрунтових вод.

Попл. и дата						
Инов. № дубл.						
Взам. инов. №						
Попл. и дата						
Инов. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

3.4 Планування холодильника



Мал. 3.1

- 1 - камера зберігання лимонів
- 2 - камера зберігання апельсинів
- 3 - камера зберігання мандаринів
- 4 - камера зберігання грейпфрутів
- 5 - коридор
- 6 - цех товарної обробки цитрусових
- 7 - автомобільна платформа
- 8 - службові приміщення
- 9 - машинне відділення

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного кулі огороження розраховується за формулою :

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{k_o} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right]; \quad (3.10)$$

де λ_{iz}, λ_i коефіцієнти теплопровідності ізоляційного й будівельних матеріалів, що входять до складу конструкції огороження, Вт/(м²К);

k_o - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, що приймається в залежності від характеру огороження та температур по обидва боки від нього, Вт/(м²К);

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішнього, чи більш теплого боку огороження, Вт/(м²К);

α_6 - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішнього, або більш холодного боку огороження, Вт/(м²К);

δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі огороження знаходять за формулою :

$$k_o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}}; \quad (3.11)$$

де δ_{iz}^d - прийнята товщина ізоляційного кулі , м.

У табл. 3.2 наведені конструкції огорожень холодильника, що проектується й основні величини характеризуючи прийняті ізоляційні матеріали.

Инов. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инов. № дубл. Подп. и дата						Лист
Изм. Лист № докум. Подп. Дата						Лист
MX 55. 015. 007 ДП ПЗ						

Таблиця 3.2- Прийняті конструкції огорожень

Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару (δ , м)	Коеф. теплопровідності λ_i , Вт/(м*К)	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
Зовнішня стінова панель	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	?	0,05	—
	3. Пароізоляція -і 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,140	1,86	0,073 $\Sigma = 0,108$
Покриття охолоджувальних приміщень	1. 5 шарів гідроізолу на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,040
	2. Стяжка з бетону по метал. сітці	0,040	1,82	0,022
	3. Пароізоляція (шар пергаменту)	0,001	0,15	Не врах.
	4. Теплоізоляція ПСБ-С	?	0,05	—
	5. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	0,017 $\Sigma = 0,079$
Внутрішня стіна між камерами зберігання й машинним відділенням	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	?	0,05	—
	3. Пароізоляція 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	3. Штукатурка цементно-піщана	0,020	0,93	0,022
	4. Кладка цегляна на цементному розчині	0,380	0,82	0,469
	5. Штукатурка склад-ім розчином	0,020	0,93	0,022 $\Sigma = 0,077$

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Продовження табл. 3.2

Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару (δ , м)	Коеф. теплопровідності λ_i , Вт/(м*К)	Тепловий опір R_i м²К/Вт
Підлога охолоджувальних приміщень	1.Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,050	1,86	0,027
	2.Армобетонна стяжка	0,080	2,04	0,05
	3.Керамзитобетонна стяжка	0.001	0,15	не врах
	4.Засипний теплоізоляційний матеріал(керамзитовий гравій)	потреб. визнач.	0,13	-
	5.Пісок	0,400	0,5	0,8
	6.Бетонна підготовка М100	0,100	2,04	не врах
	7.Ґрунт основи	-	—	— $\Sigma = 0,877$
Перегородка	6. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	7. Теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	8. Пароізоляція -і 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	9. Зовнішній куля з важкого бетону	0,080	1,86	0,043 $\Sigma = ,077$

Усі розрахунки теплоізоляційного кулі огорожень зводимо до табл.3.3.

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

Таблиця 3.3- Розрахунки ізоляційного кулі огорожень

огороження	λ	t в	a н	a в	R н	R в	ΣR	$\delta_{из}^{тр}$	$\delta_{дст}^{тр}$	K тр	K дст
	Вт/мК	С	Вт/м ² К	Вт/м ² К	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м	м	Вт/м ² К	Вт/м ² К
Зовн.ст.кам.зб	0,05	0	23	9	0,043	0,111	0,108	0,154	0,175	0,3	0,27
Зовн.ст.кам.зб	0,05	2	23	9	0,043	0,111	0,108	0,141	0,15	0,325	0,31
Вн.ст. з кор.	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,543	0,069	0,075	0,465	0,44
Вн.ст. з кор.	0,05	2	8	9	0,125	0,111	0,546	0,062	0,075	0,493	0,44
Вн.ст. з м/в	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,546	0,068	0,075	0,465	0,44
Перегородка	0,05	0/0	9	9	0,111	0,111	0,077	0,071	0,075	0,58	0,56

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприпливи крізь огороження

Теплоприпливи крізь огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_v); \quad (3.12)$$

де k_o^{∂} - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження Вт/м²ДО

F – площа поверхні огороження, м²

t_n – температура з зовнішньої сторони огороження, °С

t_v – температура повітря в середині охолоджуваного приміщення, °С

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^{\partial} \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.13)$$

де Δt_c – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації під година літнього періоду (°С)

Якщо підлога розташована на ґрунті, не має обігрівальних пристроїв, тепло приплив через неї визначають підсумовуванням через умовні зони шириною 2 м за формулою:

$$Q_{1T} = \Sigma k_{\text{усл}} F * (t_n - t_v) m * 10^{-3}, \text{кВт}$$

до $k_{\text{усл}}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони підлоги, Вт/м² К

1 зона – 0,47 Вт/м² К

2 зона – 0,23 Вт/м² К

3 зона – 0,12 Вт/м² К

4 зона – 0,07 Вт/м² К

F - площа відповідної зони підлоги, м²

Усі розрахунки зводимо до відповідних таблиць

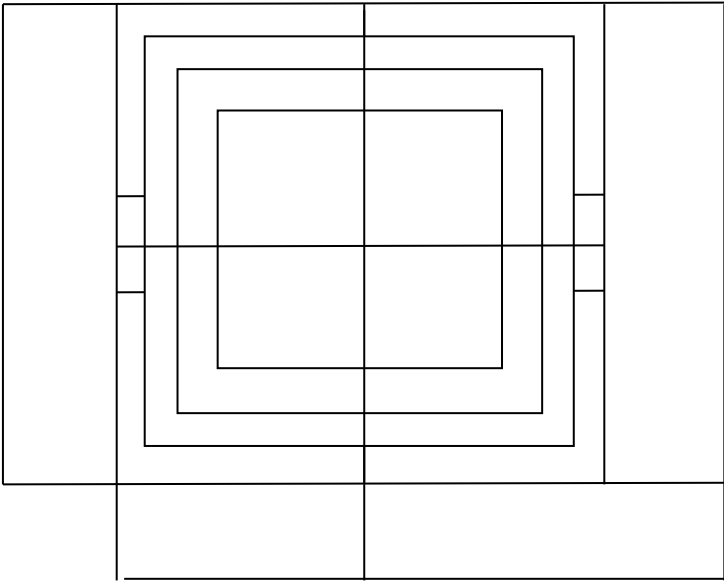
Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Розбивка підлоги по зонах



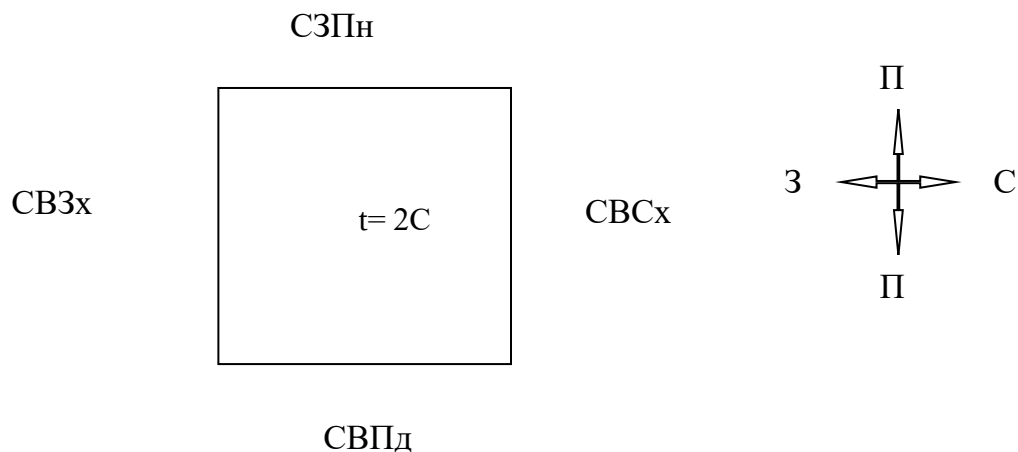
Малюнок 3.2.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист



Таблиця 3.4 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №1

Зберігання лимонів

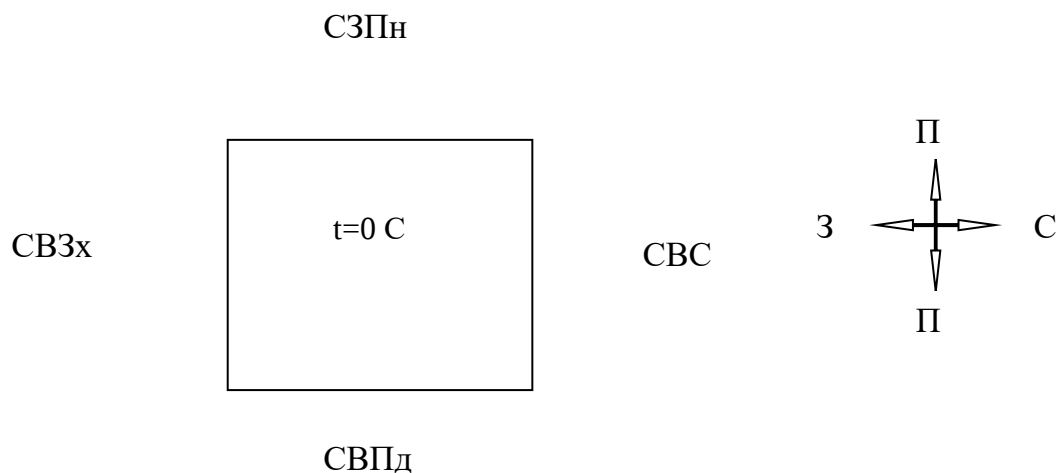
Огороження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВТ	t _c С	Q 1с кВТ	Q 1 кВТ
СЗП	0,31	86,4	33	2	31	0,830	0	0	0,83
СВС	0,56	86,4	0	2	-2	-0,097	0	0	0,00
СВП	0,44	86,4		2	21,7	0,825		0	0,82
СЗЗ	0,31	86,4	33	2	31	0,830	0	0	0,83
покриття	0,27	144	33	2	31	1,205	14,9	0,58	1,78
підлога	K _{усл}								1,14
									5,41

Таблиця 3.5

Розрахунок теплоприпливів через підлогу

зона	K _{усл}	F _{зони}	t н	t в	θ	Q _{пола}
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ
1 Зона	0,47	48	33	2	31	0,70
2 Зона	0,23	36	33	2	31	0,26
3 Зона	0,12	28	33	2	31	0,10
4 Зона	0,07	36	33	2	31	0,08
						1,14

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	



Таблиця 3.6- Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №2

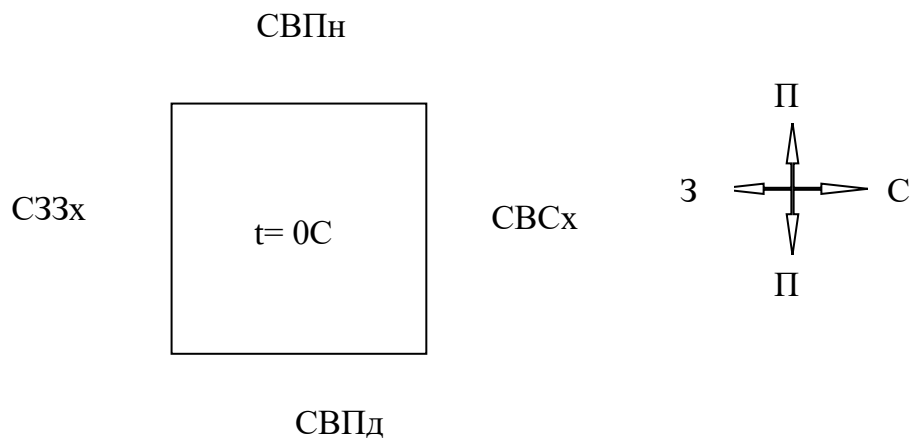
Огороження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ	С	кВТ	кВТ
СЗПн	0,27	86,4	33	0	33	0,770	0	0	0,77
СВСх	0,44	86,4		0	19,8	0,753	0	0	0,75
СВПд	0,44	86,4		0	23,1	0,878		0	0,88
СВЗх	0,56	86,4	2	0	2	0,097	0	0	0,10
покриття	0,27	144	33	0	33	1,283	14,9	0,58	1,86
підлога	K _{усл}								1,21
									5,57

Таблиця 3.7

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл}	F _{зони}	t н	t в	θ	Q _{пола}
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ
1 Зона	0,47	48	33	0	33	0,74
2 Зона	0,23	36	33	0	33	0,27
3 Зона	0,12	28	33	0	33	0,11
4 Зона	0,07	36	33	0	33	0,08
						1,21

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	



Таблиця 3.8- Розрахунок теплоприпливів крізь огороження
до камери №3

Зберігання мандаринів

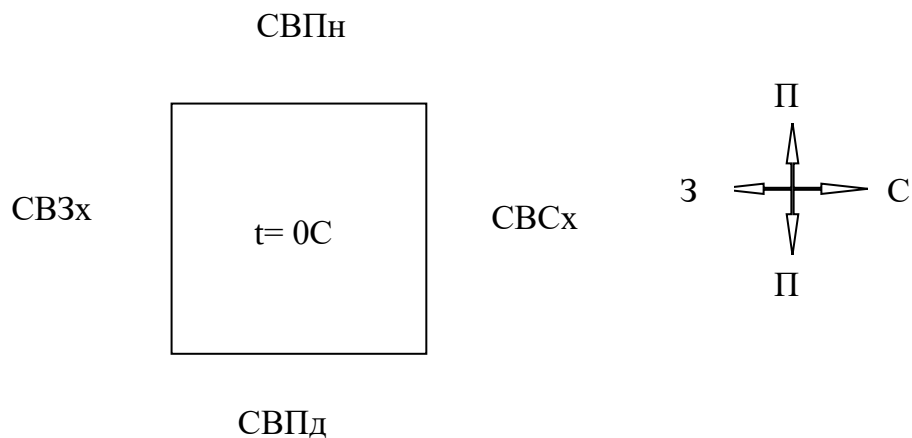
Огороження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ	С	кВТ	кВТ
СВПн	0,44	86,4		0	23,1	0,878	0	0	0,88
СВСх	0,56	86,4	0	0	0	0,000	0	0	0,00
СВПд	0,44	86,4		0	19,8	0,753		0	0,75
СЗЗх	0,27	86,4	33	0	33	0,770	0	0	0,77
покриття	0,27	144	33	0	33	1,283	14,9	0,58	1,86
підлога	K _{усл}								0,00
									4,26

Таблиця 3.9

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл}	F _{зони}	t н	t в	θ	Q _{пола}
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ
1 Зона	0,47	48	33	0	33	0,74
2 Зона	0,23	36	33	0	33	0,27
3 Зона	0,12	28	33	0	33	0,11
4 Зона	0,07	36	33	0	33	0,08
						1,21

Підп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Підп. и дата
Инв. № подл.



Таблиця 3.10- Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №4

Огороження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ	С	кВТ	кВТ
СВПн	0,44	86,4		0	23,1	0,878	0	0	0,88
СВСх	0,44	86,4	0	0	19,8	0,753	0	0	0,75
СВПд	0,44	86,4		0	19,8	0,753		0	0,75
СВЗх	0,56	86,4	0	0	0	0,000	0	0	0,00
покриття	0,27	144	33	0	33	1,283	14,9	0,58	1,86
підлога	K _{усл}								1,21
									5,46

Таблиця 3.11

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл}	F _{зони}	t н	t в	θ	Q _{пола}
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ
1 Зона	0,47	48	33	0	33	0,74
2 Зона	0,23	36	33	0	33	0,27
3 Зона	0,12	28	33	0	33	0,11
4 Зона	0,07	36	33	0	33	0,08
						1,21

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці знаходимо за формулою

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2тар}; \quad (3.14)$$

де Q_{2np} - теплоприпливи від термічної обробки продуктів, (кВт)

$Q_{2тар}$ - теплоприпливи від термічної обробки тари, (кВт)

Теплоприпливи від термічної обробки продуктів знаходимо за формулою

$$Q_{2np} = M_{np} (h_1 - h_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.15)$$

де M_{np} - добове нахождення продукту в камеру (т/доб)

$(h_1 - h_2)$ – різниця питомих ентальпій відповідно початковій та кінцевій температури (кДж/кг);

τ - термін холодильної обробки продукту (г);
дорівнює 24 години.

Теплоприпливи від тари знаходимо за формулою

$$Q_{тар} = M_{тар} \cdot C_m \cdot (t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.16)$$

де $M_{тар}$ – добове нахождення тари (т/доб)

C_m - питома теплоємність тари, (кДж/кг*К);

t_1, t_2 – початкова та кінцева температура тари, (°C).

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.12

Таблиця 3.12- Розрахунок теплоприпливів до камер від термообробки продуктів

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t1 C	t2 C	разн t C	i1 кДж/кг	i2 кДж/кг	разн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*К	Q2т кВт	Q2 кВт
Камера 1	172,8	17,3	20	2	18,0	347,0	274,0	73,0	14,6	1,7	0,5	0,2	14,8
Камера 2	172,8	17,3	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	15,0	1,7	0,5	0,2	15,2
Камера 3	172,8	17,3	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	15,0	1,7	0,5	0,2	15,2
Камера 4	172,8	17,3	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	15,0	1,7	0,5	0,2	15,2

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

						Лист
					MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Теплоприпливи при вентиляції приміщення

Теплоприпливи від зовнішнього повітря Q_3 (у кВт) розраховуємо по формулі :

$$Q_3 = M_{вз} * (i_n - i_e) \quad (3.17)$$

де $M_{вз}$ - масова витрата вентиляційного повітря, кг/з
 i_n , i_e - питомі ентальпії зовнішнього повітря й повітря камери зберігання, кДж/кг

Масову витрату вентиляційного повітря $M_{вз}$ (у кг/с) розраховуємо по формулі:

$$M_{вз} = \frac{V_k \alpha \rho_e}{24 * 3600} , \quad (3.18)$$

де $V_{до}$ - об'єм приміщення, що вентилується, м³
 α - кратність повітрообміну
 ρ_v - щільність повітря при температурі і відносній вологості повітря в камері, кг/м

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.13.

Таблиця 3.13-

№ камери	V м	i кДж/кг	i кДж/кг	t С	p кг/м	a	φ %	$M_{вз}$ кг/с	Q_3 кВт
1	1036	82,18	10	2	1,29	3	90	0,046	3,35
2,3,4	1036	82,18	6,9	0	1,29	3	80	0,046	3,49

Експлуатаційні теплоприпливи

Експлуатаційні теплоприпливи знаходимо за формулою :

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_4; \quad (3.19)$$

Теплоприпливи від освітлення

$$q_1 = A F \cdot 10^{-3} ; \quad (3.20)$$

де : A – кількість тепла, виділеного освітленням за одиницю години на 1м² площі підлоги (Вт/м²);
 F - площа підлоги камери, (м²).

Теплоприпливи від перебування людей у камері

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$q_2 = 0,35 \cdot n ; \quad (3.21)$$

де 0,35 – тепло відділення однієї людини при важкій фізичній праці, (кВт);

n - і кількість людей працюючих водночас приміщенні.

Теплоприпливи від відчинення дверей:

$$q_4 = BF \cdot 10^{-3} ; \quad (3.22)$$

де B – питомий приплив тепла від відчинення дверей, (Вт/м²);

F - площа камери , м² .

Усі розрахунки експлуатаційних теплоприпливів зводимо до таблиці 3.14

Таблиця 3.14 - Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів до камер холодильника

№ камери	F м ²	A Вт/м	n чел.	Nэ кВт	коэф	K Вт/м	q 1 кВт	q 2 кВт	q 3 кВт	q 4 кВт	Q 4 кВт
Кам. 1,2,3,4	144	2,3	2	3	0,35	15	0,33	0,7	3	2,16	6,19

Теплоприпливи від овочів при диханні

Теплоприпливи Q_5 (кВт) знаходимо за формулою:

$$Q_5 = B_k (0.1q_n + 0.9q_{xp}) \cdot 10^{-3} \quad (3.23)$$

B_k - місткість камери, т

q_n - q_{xp} - тепловиділення овочів при температурах знаходження й зберігання , Вт/т

Таблиця 3.15

№ камери	B тон	t ₁ С	t ₂ С	q Вт/т	q Вт/т	Q ₅ кВт
камера 1	172,8	20	2	58	9,5	2,48
камера 2	172,8	20	0	69	11	2,90
камера 3	172,8	20	0	67	10	2,71
камера 4	172,8	20	0	65	10	2,68

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

Камерні прибори охолодження відповідно за своїм призначенням знімають 100% теплового навантаження від усіх видів теплоприпливів.

При визначенні навантаження на компресор деякі теплоприпливи розраховуються не повністю, а частково в залежності від технологічного призначення холодильника.

Для даного холодильника:

$$Q_{1\text{км}} = 0,9Q_{1\text{про}}; \quad (3.24)$$

$$Q_{2\text{км}} = 0,5Q_{2\text{про}}; \quad (3.25)$$

$$Q_{3\text{км}} = Q_{3\text{про}}; \quad (3.26)$$

$$Q_{4\text{км}} = 0,75Q_{4\text{про}}; \quad (3.27)$$

$$Q_{5\text{км}} = Q_{5\text{про}}. \quad (3.28)$$

Таблиця 3.16 Розрахунок теплового навантаження на компресор та обладнання камер

Теплове навантаження від теплоприпливів до камер

№ камери	Q 1		Q 2		Q 3		Q 4		Q 5		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
Кам. 1	5,41	4,87	14,8	7,4	3,35	3,35	6,19	4,643	2,48	2,48	32,23	22,74
Кам.2	5,57	5,01	15,2	7,6	3,49	3,49	6,19	4,643	2,9	2,9	33,35	23,65
Кам.3	4,26	3,83	15,2	7,6	3,49	3,49	6,19	4,643	2,71	2,71	31,85	22,28
Кам.4	5,46	4,91	15,2	7,6	3,49	3,49	6,19	4,643	2,68	2,68	33,02	23,32
											91,99	

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\sum Q_{\text{км}} * k}{b}, \text{кВт} \quad (3.29)$$

де k - коефіцієнт, враховує втрати в трубопроводах та апаратах на тепловіддачу;

$Q_{\text{км}}$ - сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, кВт;

Підп. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. ив. №	
Підп. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

b - Коефіцієнт робочого години;

$$Q_o = \frac{91.99 \cdot 1.12}{0.9} = 114.48 \text{ кВт}$$

t = - 12°C

k	Q _{кв}	b	Q
1,12	91,99	0,9	114,48

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння:

$$t_o = t_{s \text{ cp}} - (4 \div 6)^\circ\text{C} \quad (3.30)$$

$$t_o = - 7 - 5 = -12^\circ\text{C}$$

Температура розсолу на вході у випарник

$$t_{s1} = t_s + 1,5^\circ\text{C} = - 7 + 1,5 = - 5,5^\circ\text{C}$$

Температура розсолу на виході з випарника

$$t_{s2} = t_s - 1,5^\circ\text{C} = - 7 - 1,5 = - 8,5^\circ\text{C}$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$t_{вд1} = t_{мт} + (3 \div 4)^\circ\text{C} ; \quad (3.31)$$

$$t_{вд1} = 26,43 + 2,57 = 29^\circ\text{C} ;$$

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{вд2} = t_{вд1} + (3 \div 5) = 29 + 3 = 32^\circ\text{C}; \quad (3.32)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{вд2} + (2 \div 4) = 32 + 3 = 35^\circ\text{C}; \quad (3.33)$$

Температура переохолодження холодильного агента у конденсаторі:

$$t_{по} = t_{вд1} + (3 \div 5)^\circ\text{C}; \quad (3.34)$$

$$t_{по} = 29 + 3 = 32^\circ\text{C};$$

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{вс} = t_o + (5 \div 15)^\circ\text{C} ; \quad (3.35)$$

$$t_{вс} = -12 + 12 = 0^\circ\text{C}$$

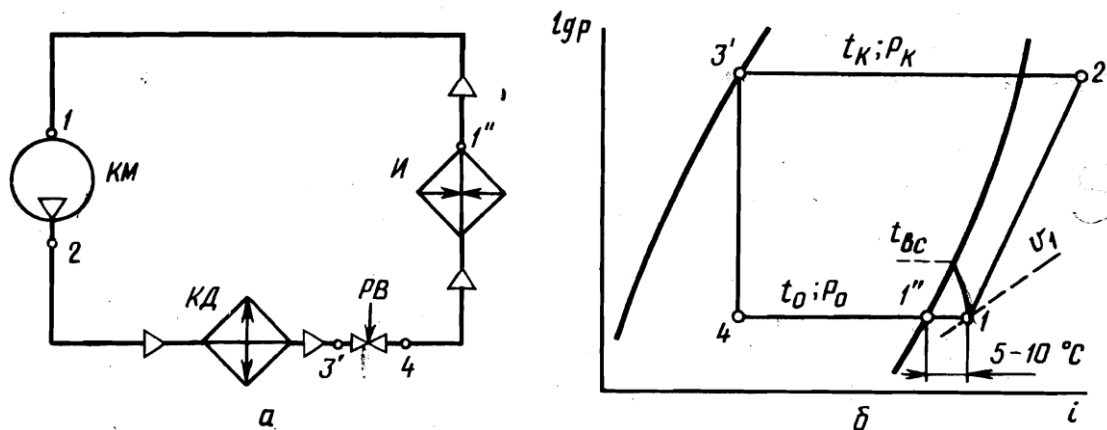
Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок



Мал. 3.3

Таблиця 3.17

Режим $t_0 = -12$ $^{\circ}\text{C}$	Одиниці виміру	1 ¹	1	2	3 ¹	3	4
P	МПа	0,2679	0,2679	1,3504	1,3504	1,3504	0,2679
t	$^{\circ}\text{C}$	-12	0	120,836	35	33	-12
i	кДж/кг	1444	1476	1726	367	334	334
v	м ³ /кг	--	0,4768	--	--	--	--

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресорів

Розрахунок одноступінчатого компресора $t_0 = -12$ $^{\circ}\text{C}$

Питома масова холодопродуктивність, кДж/кг;

$$q_o = h_{1'} - h_4 \quad (3.36)$$

Масова витрата холодоагенту, кг/с :

$$M = \frac{Q_o}{q_o} \quad (3.37)$$

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Об'ємна витрата холодоагенту

$$V_o = M \cdot v_l \quad (3.38)$$

Теоретична, об'ємна подача компресора, м³/с

$$V_h = \frac{V_o}{\lambda} \quad (3.39)$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega}$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} - c * \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} \right) \quad (3.40)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.41)$$

Теоретична потужність компресора:

$$N_m = M(i_l - i_2) \quad (3.42)$$

Дійсна потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i} \text{ кВт}; \quad (3.43)$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (3.44)$$

де η_m – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Тепловий потік у конденсатор :

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (3.45)$$

По $V_T = 0,068 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо 2 відкритих поршневих компресора марки W6GA з $\Sigma V_T = 0,03522 * 2 = 0,07044 \text{ м}^3/\text{с}$.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 3.18

режим	q ₀	Q ₀	M _T	V _D	V _T	λ	Марка	кол	ΣV_{KM}	ΣM_{KM}	ΣQ_{KM}	N T	N i	N e	N эл	Q қд
t =	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с			кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-12	1142	114,48	0,100	0,048	0,063	0,76	W6GA	2	0,070	0,112	128,2	28,07	37,43	44,0	50,6	165,6

Таблиця 3.19- Технічна характеристика компресорів W6GA

Показники	
Холодопродуктивність, кВт при to=-15°C і tk=30°C	62,0
Витрачена потужність, кВт при to=-15°C и tk=30°C	18,47
Теоретична об'ємна продуктивність КМ , м³/с	0,03522
Кількість циліндрів	6
Потужність ел. двигуна, кВт	22,16
Кількість масла Clavus-G68 ,кг	5
Частота обертання , с ⁻¹	24
Габаритні розміри, мм	
Довжина	640
Ширина	455
Висота	492
Маса, кг	153
Умовний діаметр трубопроводів, мм	
На вході холодоагенту	50
На виході холодоагенту	40
На вході і виході охолоджувальної води	24
COP	3,36
Регулювання холодопродуктивності	від 100 до 33%



Мал. 3.4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Площа тепло передавальної поверхні конденсатора (м²) знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_m}; \quad (3.46)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт
 k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м²К;
 приймаємо $k=700 \div 800$ Вт/м²К — для горизонтальних кожухотрубних конденсаторів

Θ_m – середня логарифмічна різниця температур, між холодильним агентом, що конденсується та охолоджуючим середовищем, °С

Середню логарифмічну різницю температур (°С) знаходимо за формулою:

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31 \lg \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (3.47)$$

$$\Theta_m = \frac{32 - 29}{2,31 \lg \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33^\circ\text{C};$$

$Q_{\text{КД}}$	k	Θ	F
165,6	0,75	4,33	50,99

Витрата охолоджуючої води, яка надходить на конденсатор (м³/с), знаходимо за формулою :

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (3.48)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт
 c - питома теплоємність води, $c = 4,19$ кДж/кгК;
 ρ_w - густина води, 1000 кг/м³;
 Δt - підігрів води у КД, 4°C .

$Q_{\text{КД}}$	c_w	ρ_w	Δt	$V_{\text{вд}}$
165,6	4,19	1000	3	0,0132

м³/с, = 13,2 л/с

За розрахованою площиною тепло передаючої поверхні підбираємо один конденсатора КТГ-50 ;

За витратою охолоджуючий води підбираємо центробіжний насос К45/30 (1 працюючих та 1 резервний) з подачею 15 л/с.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 3.20-

Технічні характеристики конденсатора

Показник	
Площа внутрішньої тепло передаючої поверхні, м ²	53
Габаритні розміри , мм	
Діаметр кожуху	600
Довжина	4520
Ширина	910
Висота	1000
Кількість труб	216
Довжина труб, мм	4000
Діаметр умовного проходу приєднувальних патрубків , мм	
вода (вхід і вихід)	80
Холодоагенту : вхід	65
Вихід	25
Об'єм міжтрубного простору, м ³	0,89
Об'єм трубного простору, м ³	0,40
Маса, кг	2023

Таблиця 3.21-

Технічні характеристики насосів

Марка	Подача, л/с	Повний напір, м	ККД	Потужність ел. дв., кВт	Част. обер.хв ⁻¹
K45/30	15	27,0	70	7,5	2900

3.12 Тепловий розрахунок та вибір випарювачів

Площа теплообмінної поверхні випарювачів (м²), знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_o}{k \cdot \Theta_m}; \quad (3.49)$$

де Q_o – теплове навантаження на випарювач, кВт

$$Q_o = 115,83 \text{ кВт}$$

k – коефіцієнт теплопередачі випарювача, Вт/м²К;

Θ_m – середньоарифметичний температурний напір, °С

Підп. и дата	
Инт. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инт. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

Середньоарифметичний температурний напір, (°C) знаходимо за формулою :

$$\Theta_m = \frac{t_{s1} + t_{s2}}{2} - t_o; \quad (3.50)$$

де t_{s1}, t_{s2} - температури розсолу на вході та на виході з випарювача, °C;
 t_o - температура кипіння холодоагенту, °C.

t_{s1}	t_{s2}	t_o	Θ_m
-5,5	-8,5	-12	5

Приймаємо у якості холодоносія водний розчин хлористого кальцію (CaCl₂)

Знаходимо температуру замерзання розсолу

$$t_3 = t_o - 5 \text{ °C} \quad (3.51)$$

Таблиця 3.22- Теплофізичні характеристики водного розчину CaCl₂

$t_o, \text{°C}$	$t_3, \text{°C}$	$c_p, \text{кДж/кг К}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t_{s1}, \text{°C}$	$t_{s2}, \text{°C}$	$t_s, \text{°C}$
-12	-17	3,38	1166	-5,5	-8,5	-7

Площа теплообмінної поверхні для випарювача

Q_0	k	θ	F
114,48	0,72	5	31,80

За визначеною площиною теплообмінної поверхні підбираємо один випарювача ІТГ-40

Таблиця 3.23- Технічні характеристики ІТГ-40

Показники	ІТГ-40
Площа внутрішньої теплообмінної поверхні, м ²	42,7
Габаритні розміри , мм	
Діаметр кожуха(внутрішній)	500*8
Довжина	4510
Ширина	820
Висота	1286
Кількість труб	144

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Кількість проходів	8
Діаметр умовного проходу приєднувальних патрубків, мм	
розсіл (вхід і вихід)	80
Холодоагенту : вхід	25
вихід	80
Об'єм міжтрубного простору, м ³	0,50
Об'єм трубного простору, м ³	0,22
Маса, кг	1557

Об'ємну витрату розсолу (м³/с), знаходимо за формулою :

$$V_p = \frac{Q_o}{c_p \cdot \rho_p \cdot \Delta t_p}; \quad (3.52)$$

де Q_o - тепловий потік до випарювача, кВт
 c_p – питома теплоємність розсолу кДж/кгК;
 ρ_p - густина розсіла, кг/м³;
 Δt_p - різниця температур, між вхідним та вихідним потоком розсолу, °С.

Q_o	c	ρ_p	Δt	V
115,83	3,38	1166	3	0,0098

9,8 л/с

За визначеною об'ємною витратою розсолу підбираємо розсільні насоси:
 К45/30а (1 працюючий та 1 резервний) з подачею 10 л/с.

Таблиця 3.24 Технічні характеристики насосів

Марка	Подача, л/с	Повний напір, м	ККД	Потужність ел. дв., кВт	Част. оберт. хв. ⁻¹
К45/30а	10	22	70	5,5	2900

3.13 Розрахунок та вибір обладнання камер

Розрахунок та підбір повітроохолоджувачі

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (3.53)$$

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

де $Q_{об}$ – сумарне навантаження на камерне обладнання, розрахована тепловим розрахунком, кВт
 k – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, Вт/м²К
 Δt – різниця температур між х/а який кипить та повітрям у камері

Кількість повітроохолоджувачів

$$n = \frac{F}{F_o} \quad (3.54)$$

де $F_{п/о}$ – площа поверхні повітроохолоджувачів, м²

Таблиця 3.25

№ камери	Q об Вт	t p С	θ С	k Вт/м²К	F _{тр} м²	Марка	n p шт	n d шт	F в/о м²	Σ Fв/о м²	V _{в/о} м³	Σ V _{в/о} м³
1	32228	-7	9	35	102,31	INGW402X45	1,35	2	75,6	151,2	0,016	0,032
2	33352	-7	7	35	136,13	INGW403K6	1,82	2	74,9	149,8	0,021	0,042
3	33065	-7	7	35	134,96	INGW403K6	1,80	2	74,9	149,8	0,021	0,042
4	33018	-7	7	35	134,77	INGW403K6	1,80	2	74,9	149,8	0,021	0,042
												0,158

Таблиця 3.26- Технічна характеристика повітроохолоджувачів

Марка повітроохолоджувача	Площа тепло передаючої поверхні, м²	Холодопродуктивність, кВт	Габаритні Розміри, мм				Потужність електронагрівачів, кВт	Місткість по розсолу, дм³	Маса, кг
			довжина	ширина	висота	Об'ємна витрата повітря, м³/с			
INGW40 2X45--T	75,6	18	1170	630	670	2,73	0,52	16	99
INGW40 3K6--T	74,9	18,2	2310	630	670	2,85	0,78	21	116

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ				Лист

3.14 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер

Об'єм лінійного ресивера , знаходимо за формулою

$$V_{\text{лр}} = 0,6V_{\text{в.с.}} \cdot 1,2 / 0,5 = 1,44 \cdot V_{\text{в.с.}}; \quad (3.55)$$

де $V_{\text{в.с.}}$ – місткість випарювальної системи по аміаку, м³;

$$V_{\text{в.с.}} = 0,5 \cdot 2 = 1,0 \text{ м}^3$$

Місткість випарювальної системи складається з місткості по аміаку випарювачів

$$V_{\text{в.с.}} = V_{\text{и}}; \quad (3.56)$$

ΣV	$V_{\text{лр}}$
0,5	0,72

Приймаємо лінійний ресивер марки 0,75 РД

Захисний ресивер

Об'єм захисного ресивера обираємо так,

$$V_{\text{зах}} = \frac{V_{\text{вип}}}{0,8} \cdot 1,2 \quad (3.57)$$

$\Sigma V_{\text{вип}}$	$V_{\text{зах}}$
0,5	0,75

Приймаємо два захисних ресивера марки 0,75РД

Таблиця 3.27- Технічні характеристики горизонтальних ресиверів

арка	Розміри, мм		Ду патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса, кг
	DxS	H	d1	d2	Dy		
0,75РД	60*8	3020	32	25	труб 1/2"	0,77	340

Підп. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ		Лист

Оливозбирачі

Мастилозбирачі встановлюються для перепуску в них масла з апаратів та подальшого виділення його з системи при низькому тиску.

На температуру кипіння $t_0 = -12^\circ\text{C}$ підбираємо маслозбирач 60МЗС

Таблиця 3.28- Технічна характеристика мастилозбирача

Марка	D	S	B	H	h	h	h	d	d	d	Міст- кість , м^3	Маса , кг
60 МЗС	325	9	650	1280	890	205	925	260	310	18	60	85

Відділювач рідини

Для захисту компресорів від виникнення гідравлічного удару в схему включається відділювач рідини, він підбирається за діаметром всмоктуючого патрубку на кожну всмоктуючу магістраль.

Таблиця 3.29- Технічна характеристики відділювачів рідини

Марка	Розміри, мм			Ду патрубків, мм			місткість , м^3	Маса, кг
	DxS	B	H	d	d ₁	d ₂		
70 ОЖ	462*10	850	1730	65	20	40	0,18	201

3.15 Розрахунок та підбір градирні

Градирню обираємо за площиною поперечного перетину, котру знаходимо за формулою:

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; \text{м}^2; \quad (3.58)$$

де Q_k – теплове навантаження на градирню, кВт;

q_f - питоме теплове навантаження на 1 м^2 поперечного перетину насадки у градирні, кВт/м^2 ;

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

q_F	$Q_{гр}$	$F_{пс}$
45	165,6	3,68

За площиною поперечного перетину підбираємо одну градирню
ГПВ-160

Таблиця 3.30- Технічні характеристики градирні

Показники	
Теплова продуктивність при $t_{н.м.} = \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\Delta t\omega = \text{ }^{\circ}\text{C}$, кВт	186
Площа поперечного перетину, м^2	3,92
Об'ємна витрата циркулюючої води, л/с	8,9
Параметри осьового вентилятора: діаметр крильчатки, мм частота обертання, 1/с споживаєма потужність, кВт	1250 12,0 8,5
Параметри форсунки водорозподільника: діаметр отвору, мм кількість, шт.	8 9
Місткість резервуару, м^3	1,1
Витрата свіжої води, л/с	0,089
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{с}$	10,20
Габаритні розміри, мм:	
Основа	2210x2250
Висота	2520
Маса, кг	1170

Ив. № подл.	Подп. и дата	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Ив. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту і монтажу устаткування

У процесі експлуатації холодильної установки відбувається знос усіх її елементів, що призводить до зниження її продуктивності. При значному зносі вузлів і деталей з'являється небезпека аварії. Щоб уникнути цього необхідно своєчасне проведення профілактичних оглядів і ремонтів. Розрізняють механічний, хімічний і тепловий знос. У процесі експлуатації холодильного устаткування виникають раптові і поступові відмови устаткування. Раптові відмови пов'язані з наявністю прихованих дефектів деталей і помилками допущеними при монтажі. Вони виражаються в поломці деталей і вузлів, партертя, тріщин і розривів, такі відмови не піддаються прогнозуванню.

Поступові відмови відбуваються в результаті природного зносу тертьових частин, корозії, засмічення теплообмінної поверхні апаратів. При цьому відбуваються зменшення продуктивності, збільшення витрати електроенергії, води й масла. Прогнозування поступових відмов відбувається виходячи з досвіду експлуатації однотипного устаткування, на підставі даних лабораторних досліджень. Для того щоб холодильне устаткування знаходилося в справному стані, повинне провадитися комплексне виконання робіт із його ремонту й обслуговування.

Профілактичні огляди і ремонти здійснюються з метою попередження відмов унаслідок поломки деталей, що швидко зношуються, самовідгвинчуючих різьбових з'єднань, передчасного зносу базових деталей абразивними частинками, раптовою поломкою деталей.

Технічне обслуговування передбачає роботи протягом кожної зміни. Для планування оглядів і ремонтів складають графік ППР. Його упорядкування варто робити з обліком завантаженості підприємства і потреби в холодильній потужності в різноманітний час року.

Попл. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Попл. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Монтаж холодильного устаткування - це комплекс робіт із його настанови, наладці і пуску в експлуатацію. Розрізняють три основних засоби ведення монтажних робіт. Господарчий, підрядний, і змішаний. Фундаменти машин і апаратів не повинні бути пов'язані з фундаментами стін і колон будинку машинного відділення. При монтажі компресорів найкращим є таке їхнє розміщення, коли вони встановлені в один або два ряди, а передня частина компресорів виходить у бік центрального проходу, що має мінімальну ширину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинний бути не менше 1,0 м. Після застигання бетону фундаменту під компресор, подальша послідовність робіт повинна бути такою: видаляють шаблон, очищають поверхню фундаменту від забруднень, на поверхні роблять насічку для руйнації цементної плівки, що забезпечує гарне схоплення з подальшою бетонною підливою; у безпосередній близькості від фундаментних болтів укладаються пакети підкладок, що мають ухил 1:10 або 1:20, різьбу фундаментних болтів очищають і змащують; нижню частину компресора промивають і очищають від бруду, встановлюють на пакети підкладок виставляють компресор у двох взаємно перпендикулярних площинах за рівнем, що розміщують у вертикальних компресорів на верхній поверхні блока циліндрів. Припустима негоризонтальність компресора уздовж осі колінчатого вала $0,1 \div 0,2$ мм, поперек - $0,2 \div 0,3$ мм на 1 м погонної довжини.

Ревізія компресора. Розрізняють повну і неповну ревізію компресора. Неповна ревізія компресора здійснюється при дотриманні правил транспортування і збереження устаткування не більш ніж 6 місяців. Вона містить у собі перевірку якості зборки, стан шатунно-поршневої групи, системи мастила, КВП і автоматики, розміри мертвого простору і висоти підйому пластин усмоктувальних клапанів, легкості обертання колінчатого вала. Повна ревізія відбувається при роботі компресора більш 6 місяців, або наявності в нього ушкоджень. У цьому випадку компресор розбирають на

Поп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Поп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

вузли і деталі для проведення перевірки їхньої справності, чистоти поверхні і відсутності корозії.

Монтаж апаратів. З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки рекомендується конденсатори, лінійні ресивери й мастиловідокремлювачі /апарати високого тиску/ із великою кількістю холодильного агента, розміщати зовні машинного відділення. Це устаткування, як і ресивери для збереження запасу холодоагенту, повинно бути огорожено металевим бар'єром із входом, що замикається. Ресивери повинні бути захищені від сонячних променів і осадків. Апарати і судини встановлені в помешканні, можуть розміщатися в компресорному цеху або спеціальному помешканні апаратної, якщо воно має окремий вихід назовні. Прохід між гладкою стіною й апаратом повинний бути не менше 0,8 м, але припускається установка апаратів у стін без проходів. Відстань між виступаючими частинами апаратів повинна бути не менше 1,0 м., а якщо цей прохід є основним - 1,5 м. При монтажі посудин і апаратів на кронштейнах або консольних балках останні повинні бути забиті в капітальну стіну на глибину не менше 250 мм. Припускається установка апаратів на колонах за допомогою хомутів. Забороняється пробивати отвори в колонах для кріплення устаткування.

Для монтажу і подальшого обслуговування конденсаторів і ресиверів улаштовуються металеві площадки з огороженням і сходами. При довжині площадки більш 6 метрів сходів повинно бути дві. Площадки і сходів повинні мати поруччя. Висота поручнів 1 м. Відстань між стійками поручнів не більш 2 м.

Іспити апаратів, посудин і систем трубопроводів на тривалість і щільність провадиться по закінченні монтажних робіт і в термін передбачений "Правилами устрою і безпечної експлуатації холодильних установок".

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

Експлуатація холодильної установки містить у собі такі операції: пуск у роботу і вимикання, регулювання режиму роботи, технічне обслуговування і ремонт. У ході експлуатації необхідний аналіз роботи установки з метою своєчасного визначення й усунення неполадок.

Насоси холодної води і холодоносія запускають із закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності байпаса останній відкритий, всмоктуючий і нагнітаючий вентиля закриті. Пуск компресора проводиться у напіваавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері. Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмоктують холодильний агент із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160°C. Це роблять із метою зниження рівня холодильного агента у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний вентиль компресора.

Відсмоктують пар із картера компресора до тиску 0,1 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль. Після цього зупиняють насоси води і холодоносія. Оптимальним є режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, забезпечена довговічність машин і апаратів і безпека роботи всієї холодильної установки.

Найбільше економічний режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації - низька. Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

4.2 Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи холодильної установка необхідно підтримувати в заданих межах або змінювати значення одного або одночасно декількох параметрів. Фізична величина, значення якої не повинні виходити за визначені межі називається керованим або регульованим розміром.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів частково або цілком виключити участь обслуговуючого персоналу в експлуатації холодильної установки. При частковій автоматизації устрої автоматично управляють деякими операціями і роблять захист від небезпечних режимів роботи. При частковій автоматизації холодильної установки потрібно безупинне спостереження за установкою протягом її роботи, проте при цьому можливо скорочення чисельності обслуговуючого персоналу завдяки зміні трудомісткості обслуговування.

Проектом передбачається часткова автоматизація холодильної установки. Регулювання температури повітря в камерах за допомогою температурного реле ТР-1-02 і працюючого разом із ним терморегулюючим вентилем. Терморегулюючий вентиль є виконавчим механізмом, призначеним припиняти подачу ХА у випадку якщо температура повітря в камері зменшиться нижче необхідну і відчиняти подачу ХА.

При зниженні температури розсолу до заданого значення термореле вимикає компресор, а також закриває СВ подачі води на конденсаторі РД-1 зупинить КМ при аварійному зниженні тиску у випарнику, або підвищенні тиску у КД. При зупинці розсільних насосів зупиняється КМ.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі

холодильника:

$$KB_{хол} = B_{хол} + B_{об} \quad (5.1)$$

Вартість будівлі холодильника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * Ц_{хол} \quad (5.2)$$

де V- об'єм будівлі холодильника, м³;

Ц_{хол} - вартість будівлі холодильника, грн.

$$B_{хол} = 518,4 * 2800 = 1451520 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначаємо по прейскуранту і зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	W6GA	2	200 000	400000
2	Конденсатор	КТГ-50	1	100 000	100000
3	Водяний насос	К 45/30	2	30 000	60000
4	Повітроохолоджувач	INGW 402X45 -Т	2	500 000	1000000
5	Повітроохолоджувач	INGW 403К 6 -Т	6	600 000	3600000
6	Випарювач	ІТГ-40	1	10000	10000
7	Насос розсолу	К45/30а	2	10000	20000
8	Градирня	ГПВ-160	1	49000	49000
9	Відділювач рідини	70 ОЖ	1	22000	22000
10	Мастилозбирач	60 МЗС	1	10000	10000
11	Ресивер	0,75РД	3	10000	30000
Сумарна вартість обладнання		5301000			
Вартість іншого обладнання 10%		530100			
Розрахункова вартість		5831100			

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

обладнання	
Витрати на транспортування 15%	874665
Витрати на монтаж 20%	1166220
Разом вартість обладнання (Воб)	7871985

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{\text{хол}} = 1\,451\,520 + 7\,871\,985 = 9\,323\,505 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{0\text{роб}} = \sum Q_0 \cdot k \cdot t \cdot n; \quad (5.3)$$

де $\sum Q_0$ - холодопродуктивність компресорів в робочих умовах, кВт;

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

t - час роботи компресора за рік, секунд;

n - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0\text{роб}} = 114,48 \cdot 1,1 \cdot 19\,440\,000 \cdot 2 = 4,9 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

Сумарний виробіток холоду за рік:

$$Q_{0\text{ст}} = Q_{0\text{роб}} \cdot k_n; \quad (5.4)$$

де k_n - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$$Q_{0\text{ст}} = 4,9 \cdot 10^9 \cdot 0,85 = 4,2 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

- допоміжні матеріали;
- електроенергію;
- воду;
- заробітну плату виробничих робочих;
- амортизацію холодильного обладнання і будівлі;
- поточний ремонт обладнання і будівлі;
- інші.

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{xa} = G_{xa} * C_{xa} \quad (5.5)$$

де G_{xa} - річне поповнення системи холодоагентом, т;

C_{xa} - ціна холодильного агента за 1т, грн.

Річна потреба холодильного агента при ремонті

$$G_{xa} = (g_{x.a.} * \sum Q_0 * k') / 1000 \quad (5.6)$$

де k' - коефіцієнт, який враховує втрати холодильного агента при ремонтних роботах;

$g_{x.a.}$ - норма витрат холодоагенту, кг/1кВт

$$G_{xa} = (1,6 * 114,4 * 2 * 1,2) / 1000 = 439,6 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 439,6 * 90 = 39564 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_m = G_m * C_m \quad (5.7)$$

де C_m - вартість 1т змащувальних матеріалів, грн./кг

G_m - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_m = g_m * n * R * k' \quad (5.8)$$

де g_m - норма витрат мастила на 1 компресор, кг;

n - кількість компресорів;

R - кількість разів заміни масла на рік;

k' - коефіцієнт, який враховує втрати мастила при ремонтних роботах

$$G_m = 5,0 * 2 * 2 * 1,2 = 24 \text{ кг}$$

$$B_m = 24 * 380 = 9120 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ					Лист

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	39 564
2.	Вартість змащувальних матеріалів	9 120
	Разом	48 684
	Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)	2 434
	Всього	51 119

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою:

$$N_{ел} = N_{ел.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.9)$$

де $N_{ел.дв}$ - номінальна потужність електродвигунів з технічних характеристик, кВт;

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	2	22,16	5400	0,7	167 530
2	Градирня	1	8,5	5400	0,7	32 130
3	Повітро-охолоджувач	2	0,52	3000	0,7	2 184
4	Повітро-охолоджувач	6	0,78	3000	0,7	9 828
5	Насос розсолу	2	5,5	5400	0,7	41 580
6	Насос водяний	2	7,5	5400	0,7	56 700
	Разом					309 952

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

$$B_{ел} = N_{ел} * Ц_{ел} \quad (5.10)$$

Попл. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. ив. №	
Попл. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

$\Pi_{ел}$ - тариф за 1 кВт-годину електроенергії, грн.;

$$B_{ел} = 309952 * 4,3 = 1\,332\,792 \text{ грн.}$$

5.3.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Вартість річного споживання води визначаємо за формулою:

$$B_{в} = G_{в} * \Pi_{в}; \quad (5.11)$$

де $G_{в}$ - річне споживання води, м³;

$\Pi_{в}$ - вартість 1м³ води, грн.;

Річне споживання води:

$$G_{в} = g_{в} * \frac{Q_{ост}}{1000} * 0,15; \quad (5.12)$$

де $g_{в}$ - норма споживання води на 1000 кДж холоду, м³;

0,15 – коефіцієнт, який враховує наявність оборотного водопостачання

$$G_{в} = (0,0048 * 4,2 * 10^9 / 1000) * 0,15 = 2996,4 \text{ м}^3$$

$$B_{в} = 2996,4 * 45 = 134\,838 \text{ грн.}$$

5.3.4 Визначення кількості виробничого персоналу

Для розрахунку кількості робітників треба визначити ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, який визначається з балансу робочого часу одного середньооблікового робітника в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 Розрахунок балансу робочого часу на рік одного середньооблікового робітника

№з/п	Показники	Число днів
1.	Кількість календарних днів на рік	365
2.	Кількість вихідних днів на рік	104
3.	Кількість святкових днів на рік	12
4.	Номінальний фонд робочого часу	249
5.	Тривалість відпустки	24
6.	Невиходи на роботу через хворобу	5
7.	Інші невиходи на роботу з дозволу адміністрації	1
8.	Число днів корисної роботи одного працівника	219
9.	Середня тривалість робочого дня, годин	7,96
10.	Ефективний фонд робочого часу, годин	1743

Коефіцієнт перерахування планової кількості робітників в облікову визначається за формулою:

$$K_{п} = \Phi_{н} / \Phi_{еф} \quad (5.13)$$

Підп. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

де Φ_n - номінальний фонд робочого часу, годин

$\Phi_{\text{эф}}$ - ефективний фонд робочого часу, годин

$$K_p = (249 * 8) / 1743 = 1,14$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_p = \sum N_{\text{ч}} * n * K * K_p \quad (5.14)$$

де $N_{\text{ч}}$ - норматив чисельності на один компресор даної групи, осіб;

n - кількість компресорів одного типу в групі;

K - поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності в залежності від кількості компресорів в групі;

K_p - коефіцієнт перерахування планової чисельності в облікову;

Кількість машиністів холодильної установки:

$$K_m = 1,2 * 2 * 0,8 * 1,14 = 3 \text{ робітника}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_m = 0,24 * 2 * 0,8 * 1,14 = 1 \text{ робітник}$$

5.3.5 Розрахунок витрат на заробітну плату

Загальний фонд оплати праці визначається як сума основної та додаткової заробітної плати.

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$З_{\text{Посн}} = ГТС_i * \Phi_{\text{эф}} * K_p \quad (5.15)$$

де $\Phi_{\text{эф}}$ - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин

K_p - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

$ГТС_i$ - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн.

$$ГТС_i = ГТС_{\text{мін}} * ТК_i \quad (5.16)$$

де $ГТС_{\text{мін}}$ - мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

$ТК_i$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Таблиця 5.5 Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	ГТС, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	3	VI	68,78	1743	359650,62

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

Слюсар-ремонтник	1	VI	68,78	1743	119883,54
Разом	4	-	-	-	479534,16

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

Нарахування на фонд заробітної плати (єдиний соціальний внесок) 22% від загального річного фонду оплати праці.

Таблиця 5.6 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	479534,16
2.	Фонд додаткової заробітної плати	239767,08
3.	Єдиний соціальний внесок	158 246,27
	Всього	877 547,51

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

Витрати на амортизацію розраховують виходячи з вартості обладнання і будівель, з урахуванням встановлених норм амортизації обладнання і будівлі:

$$Ba = Boб * Ha / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.17)$$

$$Ba = 1451520 * 5 / 100 + 7871985 * 20 / 100 = 1646973 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання (приймаються в розмірі 10% від суми витрат на амортизацію обладнання).

$$Bп.р = 1646973 * 0,1 = 164697 \text{ грн.}$$

Інші поточні витрати приймаємо в розмірі 5 % від суми експлуатаційних витрат.

$$Bін = (51\ 119 + 1\ 332\ 792 + 134\ 838 + 877\ 548 + 1\ 646\ 973 + 164\ 697) * 0,05 = 203\ 656 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	51 119
2	Електроенергія	1 332 792

Підп. и дата	
Ив. № дубл.	
Ив. №	
Взам. ив. №	
Підп. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

3	Вода	134 838
4	Зарплата виробничих робочих	877 548
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	1 646 973
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	164 697
7	Інші поточні витрати	203 656
	Всього	4 411 623

5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = Bp * 1000 / Q_{0 \text{ ст}} \quad (5.18)$$

де Bp - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (4\,411\,623 * 1000) / (4,2 * 10^9) = 1,06 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність холодильника	N	т	630
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	114,48
3	Кількість компресорів	n	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	3
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	9 323 505
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	4 411 623
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	1,06

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

У період науково-технічного прогресу проблеми створення безпечних і нешкідливих умов праці набули особливого значення, адже істотно зростає ціна кожного нещасного випадку та аварії.

Тому у даному розділі дипломного проекту приведено аналіз необхідних умов для роботи виробничого персоналу підприємства, і фактори, що діють на нього в процесі роботи, а також рекомендації до усунення або зменшення небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на працівників

При експлуатації холодильних установок основна частина навантаження припадає на нервову систему робітника, при виконанні монтажних та ремонтних робіт збільшується навантаження на м'язову систему.

Фактори виробничого середовища в першу чергу впливають на функціонування органів дихання, слуху, системи кровообігу людини, а також це метеорологічні умови виробничих приміщень, стан повітряного середовища, освітленість робочої зони, шум, вібрація тощо

До небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносять:

- небезпека враження електричним струмом від електрообладнання установки;
- небезпека від руйнування компресора, детандера, трубопроводів та апаратів від перевищення тиску холодильного агента;
- рухомі частини компресора і детандера;
- підвищена температура поверхонь компресора і апаратів; – підвищена загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- пожежо- і вибухонебезпечність холодильного агенту;
- шкідливість холодильного агенту.

Джерела небезпеки:

- частини компресора та детандера, насосу, що обертаються та привід насосу холодильного агенту;

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

- нагрівання поверхонь складальних одиниць та комунікацій компресора;
 - електричний струм напругою 220/380 В, частотою 50 Гц.
 - підвищення тиску стиснуваного робочого тіла у компресора вище допустимого;
 - не герметичність з'єднань;
 - шум і вібрації, що викликаються роботою компресорно-детандерного блоку,
- насосу.

Конструкції компресору, детандера та насосу повинні відповідати вимогам ГОСТ12.2.003-74 «Обладнання промислове».

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

6.2.1 Вимоги до приміщення

Компресорні розташовуються в окремих приміщеннях. Не дозволяється розташування компресорів в приміщеннях, суміжних з вибухонебезпечними і хімічними виробництвами, які викликають корозію обладнання і шкідливо впливають на організм людини. Об'єм виробничого приміщення на кожного робітника повинен бути не менше 15 куб.м, а площа приміщення – 4,5 м.кв. Проходи в компресорні можуть бути вільними та забезпечувати можливість монтажу і обслуговування. Підлога має бути рівною, неслизькою, мастиlostійкою, а вікна і двері відчинятися назовні.

Компресорна обладнується ефективною вентиляцією і достатнім освітленням. Вхід у компресорну стороннім особам заборонено. На входних дверях вивішується табличка «Компресорний цех. Стороннім вхід заборонено. Приміщення В-16». Для виклику машиніста встановлюється дзвінок. Поза приміщення біля входу в компресорний цех на стіні встановлюють кнопки аварійного відключення всього обладнання машинного відділення. Одночасно з зупинкою компресорів, насосів і вентиляторів включається аварійна вентиляція від окремого джерела живлення. В холодильних камерах з температурою нижче 0°C повинна бути організована система світлової і звукової сигналізації «Людина в камері». Вона встановлюється біля дверей камери на висоті не більше 50 см від полу і виводиться в компресорний цех на пульт управління або сигнальний щит.

6.2.2 Освітлення

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Проектом передбачено використання в виробничих приміщеннях холодильників змішаного освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення. Природне освітлення здійснюється через вікна в зовнішніх стінах будинку. Штучне передбачає три типа освітлення: робоче, місцеве (для огляду і ремонту) і аварійне. Освітленість машинних і апаратних відділень повинна відповідати ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». При використанні ламп розжарювання мінімальна освітленість – 75 лк, при використанні люмінесцентних ламп – 150лк. Освітленість приборів при використанні любых ламп повинна становити не менше 300лк. Приміщення машинного і апаратного відділень, підземні прохідні канали і тунелі з ам'ячними трубопроводами і арматурою обладнують, крім робочого, аварійним освітленням від акумуляторних батарейок. Для місцевого освітлення при огляді, чистці або ремонті обладнання (усередині компресора, апарата) повинні використовуватися переносні світильники у вибухобезпечному виконанні напругою не вище 12В, а також електричні кишенькові або акумуляторні ліхтарі.

6.2.3 Шум

Для забезпечення вимог до норми рівня шуму та вібрації проектом передбачено виконання наступних заходів:

- правильна експлуатація обладнання та проведення своєчасних профілактичних ремонтів;

Припустимий рівень шуму – 80 Дцб, рівень вібрації – 92 Гц. Зони, де рівень шуму вищий 80 Дцб позначені знаками небезпеки.

6.2.4 Мікроклімат

Найбільш значним фактором продуктивності й безпеки праці є виробничий мікроклімат, що характеризується температурою й вологістю повітря, швидкістю його руху і повинен відповідати ДСН 3.3.6-042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Мікроклімат виробничих приміщень впливає на тепловий стан організму людини, його теплообмін з навколишнім середовищем.

Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наступні:

температура - 18- 22-24 С;

відносна вологість – 40-60 %;

швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с;

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин.

Параметри повітря в машинному і апаратному відділеннях повинні відповідати СНиП 2.04.05-91 « Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» . Перевірка аварійної вентиляції проводиться кожного дня з відміткою запису в журналі холодильної установки. Використання аварійної вентиляції в якості робочої не допускається. Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати встановлених гранично-допустимих концентрацій Вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

6.2.5 Електробезпека

Машинні і апаратні відділення аміачних холодильних установок по вибухонебезпеці відносяться до категорії Б, клас приміщень В-1б. В таких приміщеннях використовують електродвигуни в захищеному виконанні, а електрообладнання аварійної вентиляції – в вибухозахищеному виконанні. При нормальному режимі роботи безпека в електроустановках забезпечується наступними засобами: використання малих напруг, ізоляції струмоведучих частин, виконанням електричних мереж, ізольованих від землі, недоступності струмоведучих частин. Відповідно до нормативних документів для захисту працюючих від ураження електричним струмом передбачені наступні заходи:

- недоступність струмоведучих частин;
- захисне відключення;
- розділювальний трансформатор, мала напруга, двійна ізоляція;
- вирівнювання потенціалів;
- захисне заземлення (занулення) корпусів електрообладнання;
- передбачені рубильники закритого типу;
- блокіровка, надписи, плакати, засоби індивідуального захисту (калоші і боти діелектричні (ГОСТ 13385-78), рукавиці резинові діелектричні, коврики резинові діелектричні (ГОСТ 4997-75);

6.2.6 Безпека праці .

Подп. и дата Инв. № дубл. Взам. инв. № Подп. и дата Инв. № подл.						Лист
	МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ					

вибухонебезпечність перебування людини декілька хвилин у приміщенні з об'ємною часткою аміаку у повітрі 0,5-1% приведе до смертельного результату або сильного отруєння. Температура samozapalювання аміаку 630°C. При об'ємній частці в повітрі більше 11% і наявність відкритого вогню аміак починає горіти.

Суміш пару аміаку з повітрям при об'ємній частці 15-28% вибухонебезпечна. Аміак починає розкладатися при температурі вище 250°C.

Газоподібний аміак має сильну подразнювальну дію на слизову оболонку очей і верхніх дихальних шляхів, на пітні частки шкіри. Високі концентрації аміаку визивають опіки очей, носової порожнини, горла. При тяжких отруєннях аміаком спостерігається тяжке дихання, сильний кашель, спазми голосової щілини.

Місце витoku аміаку визначають за допомогою фільтрувального паперу, просоченої хімічними індикаторами. Як індикатори використовують 1% розчин фенолфталамену в спирті-ретифікаті. Наявність аміаку в холодильній воді або розсолі визначають за допомогою реактиву Несслера.

До індивідуальних засобів захисту на аміачних холодильних установках відносять фільтруючі протигази типу КД, апарати стисненого повітря типу АСП або ізолюючі протигази типу ІП, газоне- проникливі костюми, гумові рукавиці і чоботи, захисні окуляри.

В компресорному цеху повинна бути аптечка з необхідним набором медикаментів і засоби для надання долікарської допомоги

При монтажі холодильного устаткування і трубопроводів необхідно дотримуватись вимог ГОСТ 12.2.016-81 ССТБ «Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности».

Підприємства, які займаються вирощуванням, транспортуванням або реалізацією овочів та фруктів, повинні бути обладнані овочесховищами. Так називають холодильні та морозильні установки, в яких підтримуються оптимальні температурні та вологісні характеристики. Свіжу плодоовочеву продукцію зберігають в окремих складських приміщеннях, що відповідають санітарно - гігієнічним вимогам. Стіни на складах попередньо білять або фарбують вологостійкою фарбою.

Незалежно від пори року, в сховищах для овочів повинна підтримуватися оптимальна температура і вологість повітря. Щоб збільшити термін зберігання дозрілих плодів, їх розміщують далеко від:

- водопровідних труб;

Попл. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Попл. и дата		Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

- опалювальної системи;
- охолоджувальних пристроїв.

Щоб продовжити термін зберігання та підтримати харчову цінність свіжих плодів, їх потрібно зберігати у темряві. У складах не повинно бути вікон. Штучного освітлення буде достатньо.

Холодильні камери використовують для короткочасного чи тривалого розміщення овочів. Вегетативні та плодові овочі розсипають у ящиках або на полицях, які встановлюють на відстані від 20 см від стін, підлог та іншої тари.

Бажано, щоб на дні ящиків розташовувалися ніжки та отвори для природної циркуляції повітря.



6.3 Пожежна безпека

Під пожежною безпекою розуміють систему державних і суспільних заходів, спрямованих на охорону від вогню людей і матеріальних цінностей.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 015. 007 ДП ПЗ

Лист

На території холодильних виробництв використання відкритого вогню забороняється. Найбільше число пожеж на холодильному виробництві пов'язано з порушенням правил експлуатації електричних установок. В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прилади з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори.

До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани –ПК), вогнегасники, сухий пісок тощо.

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1.35 м від полу. В приміщеннях холодильників водопровід проектується об'єднанням. В охолоджених приміщеннях прокладка водопроводу не допускається.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів – лому, багра, сокири з дерев'яною ручкою, щільного полотна (азбест, войлок), біля щитів – бочки з водою, ящики з піском. Паління на підприємстві допускається тільки в спеціальних місцях, обладнаних надписом – «Місце для паління».

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

Всі працівники, яких приймають на роботу, проходять на підприємстві інструктажі, які за формою та часом проведення бувають вступним, первинним, повторним, позаплановим, цільовим. Їх проводять спеціалісти служби охорони праці, керівники робіт та структурних підрозділів.

Навчання персоналу дозволяє значно зменшити травматизм на роботі, а також дозволяє запобігти виникненню аварійної ситуації на виробництві.

Полп. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. ив. №	
Полп. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О.С. Подмазко, І.О. Подмазко "Холодильні установки та сфери їх використання" підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484с., 2014.
 - 2 Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, "Либідь", 1995.
 3. Холодильні установки. Проектування: Учебный посібник / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
 4. І.Г.Чумак, В.П.Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
 5. Явнелъ Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
 6. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987
 7. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
 8. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение", 1976.
 9. Самойлов А.И., Игнатьев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
 10. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
 11. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
 12. Ж-л "Холодильная техника"
Ж-л "Холод"
Ж-л «Холодильна техніка і технологія»
Ж-л «СОК»
Ж-л «М+Т»
- Інформаційні ресурси

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
					8. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение", 1976.
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	9. Самойлов А.И., Игнатьев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
					10. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	11. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова
					Применение холода в пищевой промышленности, 1979
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	12. Ж-л "Холодильная техника"
					Ж-л "Холод"
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Ж-л «Холодильна техніка і технологія»
					Ж-л «СОК»
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Ж-л « М+Т»
					Інформаційні ресурси
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

https://otfk.od.ua/about_us/energy_public/

<http://www.veza.com.ua>

https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3201

<http://www.wvp.com.ua>

http://www.c-o-k.ru/market_news

<http://www.mir-klimata.com>

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 015. 007 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

[illegible]