

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і

обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4МХ -55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

МХ 55. 008. 000. ДП

ЕПУРА МАКСИМА
ОЛЕКСІЙОВИЧА

м. Одеса - 2023 р

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА МХ 55.008.000. ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів
з м'яса птиці ємністю 300 т., м. Ладижин

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

Дипломник _____ (Елур М.О.)

Керівник проекту _____ (Рекеда Ю.Д.)

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: Епур Максим Олексійович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів з м'яса птиці ємністю 300 т., м. Ладижин
Стверджена наказом по коледжу від «21» 03 2023 р. № 57-А2-ОД
Вихідні дані для проекту: температура літня 30 °С
відносна вологість повітря літня 70 %
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 швидкокопсувних 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 _____ (Рекеда Ю.Д.)

З М І С Т

Стор.

ВСТУП

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.
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки.
- 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

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 обладнання.

3.14 Розрахунок та вибір градирні.

3.15 Розрахунок діаметру патрубків

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту, експлуатації та монтажу холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.2 Розрахунок капітальних вкладень

5.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

5.5 Розрахунок економічної ефективності проекту

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Вступ

Використання штучного холоду – важлива умова зберігання якості і зниження витрат харчових продуктів при їх заготівлі, транспортуванні, зберіганні, переробці та реалізації. Основні ланки цього ланцюга повинні бути повністю забезпечені холодом як в кількісному, так і в якісному відношенні.

Завданнями холодильного підприємства є термічна обробка і зберігання великих мас швидкопсувних продуктів, організація безперервного холодильного ланцюга і виробництво продукції з використанням штучного холоду, створення спеціального технологічного режиму на всіх стадіях її промислової переробки, систематичне підвищення ефективності виробництва шляхом найбільш повного використання виробничих ресурсів робочого часу.

Ємність внутрішнього ринку холодильних складів далека від насичення, тому що запити клієнтів часто є унікальними, що обумовлює необхідність проектування «під замовника», але при цьому лише деякі великі компанії мають можливість побудувати холодильні склади для власних потреб у зв'язку з високою вартістю таких робіт. Біля однієї третини (29,4%) споживачів потребують холодильних складах вже через 1-2 роки, що свідчить про значний потенціал ринку.

Джерелами створення мікроклімату в холодильних складах є холодильні (морозильні) агрегати на основі компресорів, від потужності яких залежить температурний діапазон обладнання.

Як відзначають експерти ринку, в продажах нового холодильного обладнання основну частку становить обладнання з речовинами HCFC (більше 90% продажів), частка продажів нового обладнання з аміаком оцінюється лише в 5-7%, зростає кількість холодильного обладнання з CO₂.

Основними споживачами промислового холодильного устаткування є мережеві супермаркети, харчові комбінати, пивзаводи і великі сховища. У той

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

же час, за оцінками фахівців, у країнах Заходу основна частка поставок холодильного обладнання у вартісному вираженні припадає на масштабні проекти в хімічній, гірничодобувній, нафтопереробній галузях.

Холодильні установки для камер зберігання напівфабрикатів з м'яса призначаються для рівномірного забезпечення населення продуктами харчування, попит на які постійно зростає.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані:

Місто	Географічна широта, град.	Розрахункова температура, °С			Відносна вологість, %	
		середньо річна	літня	зимова	літня	зимова
Ладижин	49	6,7	30	- 21	70	86

1.2. Техніко-економічне обґрунтування

Темою дипломного проекту передбачена розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів з м'яса птиці ємністю 300 тон, м. Ладижин.

Холодильні камери призначені для збереження мороженого м'яса, м'ясних напівфабрикатів та м'ясних консервів. Для зберігання якості й харчової цінності продукти необхідно зберігати при низьких температурах. Для цих цілей й проектується холодильник.

Будівля холодильника складається з головного корпусу, що включає охолоджуючий склад з тепло ізольованими зовнішніми огороженнями, блок службових приміщень, машинне відділення, примикає до одної з торцевих стін, транспортну автоплатформу, адміністративно-побутовий корпус.

Холодильні камери ємністю до 1000 тон проектують одноповерховими. При умовній місткості від 250 до 500 тон висота приміщень холодильника 4,8 м., вантажна висота від 3,0 до 4,0 метрів.

Будівля холодильника виконана по каркасній схемі зі стандартних залізобетонних конструкцій. Теплоізоляція виконується з плит пінопласту полістирольного ПСБ-С стандартної товщиною, кратною 25 мм.

Сітка колон 6 * 12 метрів.

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

					MX 55. 008. 007 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Доставка й відправка продукції споживачам здійснюється автомобільним транспортом, для чого призначається автомобільна платформа шириною 7,5 метрів.

Для переміщення вантажів існує вантажний коридор шириною 6 метрів. Планування холодильника забезпечує механізацію вантажно-розвантажувальних робіт.

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

На даному холодильнику впроваджене безпосереднє охолодження для камер зберігання та технологічних потреб. Безпосереднє кипіння дозволяє зменшити різницю температур повітря в камері зберігання і кипіння холодильного агенту на 5 °С, що призведе до економії енергії на 15%.

Система подачі холодильного агенту – змішана. На режим кипіння -10 °С – безнасосна, на режим кипіння -30 °С – насосно- циркуляційна.

Така система забезпечує заповнення камерних приборів охолодження, а відділювач рідини практично виключає попадання рідкого холодильного агента в компресор. Обладнання системи циркуляції холодильного агенту розміщено в машинному відділенні.

Холодильним агентом вибраний аміак. Це зумовлено кращими його термодинамічними властивостями. Використовуючи аміак, застосовують сталеві безшовні труби, що значно дешевше труб з кольорових металів (при використанні хладонів). Аміак добре розщеплюється 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 , ми, тим самим , зменшуємо розміри компресорів у

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

MX 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

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 ($\lambda=0,05$ Вт/(м*К)) та не сприяє корозії металів.

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів

Холодильні камери призначені для зберігання м'яса, м'ясопродуктів, субпродуктів, консервів, та напівфабрикатів з м'яса птиці.

М'ясо. Після забою тварини в наслідок протікання процесів, обумовлених розщепленням речовин, що входять до складу м'язової тканини визволяється енергія. Ця енергія виділяється у вигляді теплоти, що, призведе, до підвищення температури м'язової тканини. Підвищення температури м'яса сприяє зменшенню строків його дозрівання, однак при високій температурі на вологій поверхні м'яса створюються умови, благоприємні для розвитку мікроорганізмів. У наслідок своєї життєдіяльності мікроорганізми виробляють ферменти. Під дією цих ферментів і ферментів самого м'яса виникає розпад білків, вуглеводів і жирів м'яса і накопичуються продукти розпаду: аміак, сірководень, аміни, діоксид вуглеводу, жирні кислоти та інші. З метою зниження активності мікроорганізмів, швидкості реакцій розпаду м'язової тканини під дією ферментів, збільшення строків зберігання м'яса тварини з цеху забою і розділу одразу направляють на холодильну обробку. Найбільш ефективне гальмування небажаних процесів у м'ясі досягається при швидкому охолодженні.

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

На строк дозрівання м'яса вирішуючий вплив оказує температурний режим.

Приблизні строки повного дозрівання м'яса приведені нижче.

Таблиця 2.1

температура	°С	1-2	10-15	18-20	40
строк дозрівання	діб	10 - 14	4 - 5	2,5 - 3	2

При температурі, близької до 0⁰С, залякання тушок птиці настає через 2-4 годин після забою.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

Процес охолодження м'яса є завершеним, коли температура в товщині тушки складає від 0 до 4⁰С, а заморожування -8⁰С.

Підмороженим називається м'ясо, яке має після холодильної обробки температура -2⁰С. Підмороження м'яса збільшує строки зберігання до 20 діб.

Рекомендують і параметри повітря і допустимі строки зберігання замороженого м'яса:

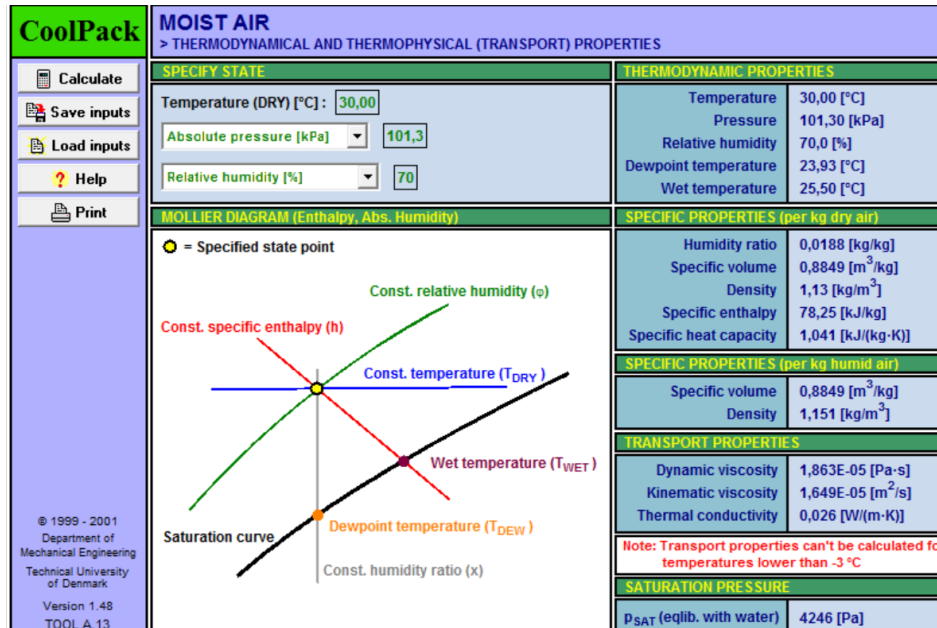
птиця $t = -18^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 85-90\%$, 10 місяців не упаковані, 12 місяців упаковані в плівку

Для даного холодильника приймаємо, що морожені грузи поступають з температурою -8⁰С і зберігаються при температурі -20⁰С; охолоджені продукти поступають з температурою 12⁰С і зберігаються при температурі 0⁰С;

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані



Мал. 3.1

Розраховуючи теплоріпиви крізь перегородку, що відділяє камеру від неохолоджуємих приміщень, приймаємо :

Розрахункову різницю температур, у розмірі 70% від повного перепаду температур , якщо приміщення сполучається з зовнішнім повітрям (коридори, тамбури) ,

У розмірі 60% від повного перепаду температур , якщо приміщення не має прямого сполучення з зовнішнім повітрям (експедиції, приміщення товарної обробки продуктів тощо.)

Розрахункову температуру води для охолодження конденсатора , при зворотному водопостачанні приймається на 3-4 °С вище температури за зволуженим термометром, яка визначається за i-d діаграмою для вологого повітря для міста Ладжижина.

При місткості 300 тон камери зберігання морожених вантажів складають 2/3 з них.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

$$E_{хр.мор.зр} = 200 \text{ тон}$$

$$E_{мясо.охол.} = 50 \text{ тон}$$

$$E_{м.конс.} = 50 \text{ тон}$$

3.2 Розрахунок будівельних площин

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

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{вн} \cdot \beta}; \quad (3.1)$$

де E – місткість камери зберігання, тон;

q_v - норма завантаження на 1 м^2 вантажного об'єму камери, тон/ м^3 ;

$h_{вн}$ - 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:

$$n = \frac{F_{\sigma}}{f}; \quad (3.2)$$

де f – будівельна площа одного прямокутника,

що визначається вибраною сіткою колон, м^2 .

Дійсна місткість камер зберігання :

$$E_{\sigma} = E \frac{n_{\sigma}}{n}; \quad (3.3)$$

де n_{σ} - дійсна кількість будівельних прямокутників.

Загальна площа камер зберігання

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.4)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Планування забезпечує дешеву та зручну експлуатацію холодильника. Насамперед правильно вибрані розміри холодильника, які забезпечують свободу і широту маневру вантажно-розвантажувальних робіт. Ширину автомобільної платформи приймаємо 6.0 м.

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

Планування забезпечує можливість розширення холодильника. Для цього вільною залишаю східну і північну стіни.

Планування відповідає прийнятій схемі охолодження.

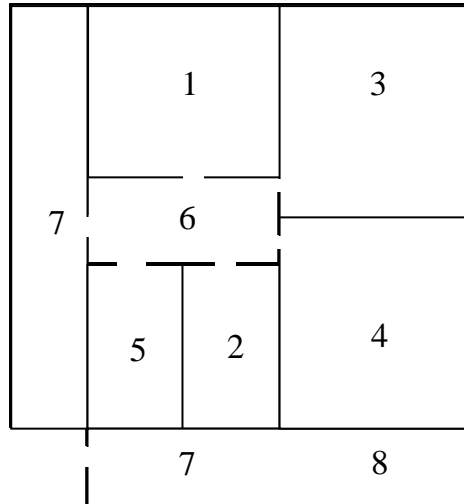
При плануванні холодильника звертаю увагу, на запобігання від набухання ґрунту, який знаходиться під ним, що залежав від температури повітря у камері, характеру ґрунту і рівня ґрунтових вод.

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

3.4 Планування холодильника



Мал. 3.2

- 1- камера зберігання м'яса охолодженого
- 2- камера зберігання консервів з м'яса птиці
- 3,4 - камери зберігання морожених напівфабрикатів з м'яса птиці
- 5- експедиція
- 6- коридор
- 7 - автомобільна платформа
- 8 - службові приміщення
- 9 - машинне відділення

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження розраховується за формулою :

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{k_o} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} \right) \right]; \quad (3.9)$$

де λ_i, λ_i - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного і будівельних матеріалів, що входять до складу конструкції огороження, Вт/(м²К);

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

k_0 - 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);

$\alpha_в$ - 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 :

$$k_0 = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_{із}^{\partial}}{\lambda_{із}}}; \quad (3.10)$$

де $\delta_{із}^{\partial}$ – прийнята товщина ізоляційного шару, м.

У табл. 3.2 наведені рекомендовані конструкції огорожень

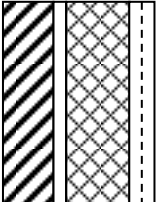
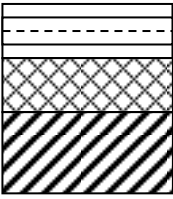
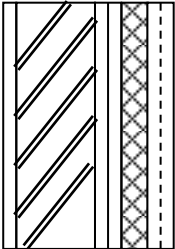
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 3.2 Прийняті конструкції огорожень

Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару δ_i , м	Коеф. теплопровідності λ_i , Вт/(мК)	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
<p>Зовнішня стінова панель</p> 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С			
	3. Пароізоляція - 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці	потреб. визнач. 0,004	0,05 0,30	— 0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,140	1,86	0,073
				$\Sigma=0,108$
<p>Покриття охолоджувальних приміщень</p> 	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. Плітна теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач. 0,035	0,05	—
	5. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	0,017
				$\Sigma=0,079$
<p>Внутрішня стіна між камерами зберігання і машинним відділенням</p> 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С			
	3. Пароізоляція - 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці	потреб. визнач. 0,004	0,05 0,30	— 0,013
	4. Штукатурка цементно-піщана	0,020	0,93	0,022
	5. Кладка цегляна на цементному розчині	0,380	0,82	0,469
	6. Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,022
				$\Sigma=0,077$

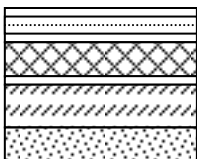
Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Продовження табл. 3.2- Прийняті конструкції огорожень

Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару δ_i , м	Коеф. теплопровідності λ_i , Вт/(мК)	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
<p>Підлога охолоджувальних приміщень</p> 	1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,040	1,86	0,027
	2. Армобетонна стяжка	0,080	1,86	0,043
	3. Пароізоляція (один шар пергаміну)	0,001	0,15	не врах
	4. Плитна теплоізоляція (ПСБ-С)	потріб. визнач.	0,05	потрібно визнач.
	5. Цементно-пісчаний розчин	0,025	0,98	0,026
	6. Пісок	1,35	0,58	2,338
	7. Бетонна підготовка з електро нагрівачами			
<p>Внутрішня стінова панель</p> 	1. Панель з керамзито –бетону ($\rho=1100\text{кг/м}^3$)	0,240	0,47	0,51
	2. Пароізоляція – 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	3. Плітна теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	4. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,020	0,98	0,020
<p>Перегородка</p>	7. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	8. Теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	9. Пароізоляція - 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	10. Зовнішній шар з важкого бетону	0,080	1,86	0,043
				$\Sigma=0,077$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Усі розрахунки теплоізоляційного шару огорожень зводимо до табл.3.3

Таблиця 3.3- Розрахунки ізоляційного шару огорожень

Огородження	λ	t_v	a_n	a_v	R_n	R_v	R	$\delta_{из}^{TP}$	$\delta_{дст}^{TP}$	$K_{тр}$	$K_{дст}$
	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.хр	0,05	-20	23	8	0,043	0,125	0,546	0,182	0,2	0,23	0,21
Зовн.ст.кам.хр	0,05	0	23	9	0,043	0,111	0,108	0,112	0,125	0,4	0,36
Вн.ст. с кор.	0,05	-20	8	8	0,125	0,125	0,543	0,139	0,15	0,28	0,26
Вн.ст. с кор.	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,543	0,069	0,075	0,465	0,44
Вн.ст. с м/від	0,05	-20	8	8	0,125	0,125	0,546	0,139	0,125	0,28	0,30
Перегородка	0,05	20/-20	8	8	0,125	0,125	0,077	0,070	0,075	0,58	0,55
Перегородка	0,05	0/-20	9	8	0,111	0,125	0,077	0,154	0,175	0,295	0,26
Покриття	0,05	-20	23	7	0,043	0,143	0,079	0,214	0,225	0,22	0,21
Підлога	0,05	-20		7		0,143	2,43	0,109	0,125	0,21	0,20

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДІ ПЗ

Лист

3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприпливи крізь огороження

Теплоприпливи крізь огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_g); \quad (3.11)$$

де k_o^{∂} - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження Вт/м²К

F – площа поверхні огороження, м²

t_n – температура з зовнішньої сторони огороження, °С

t_g – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Розраховуючи теплоприпливи крізь перегородку, що відділяє камеру від приміщень, що не охолоджуються приймаємо:

Розрахункову різницю температур, у розмірі 70% від повного перепаду температур, якщо приміщення сполучається з зовнішнім повітрям (коридори, тамбури).

У розмірі 60% від повного перепаду температур, якщо приміщення не має прямого сполучення з зовнішнім повітрям (експедиції, приміщення товарної обробки продуктів тощо.)

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^{\partial} \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.12)$$

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

Теплоприпливи через підлогу розраховуємо за формулою

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_g) \quad (3.13)$$

де k_o^{∂} - дійсний коефіцієнт теплопередачі конструкції підлоги, Вт/м²К

F – площа поверхні підлоги, м²

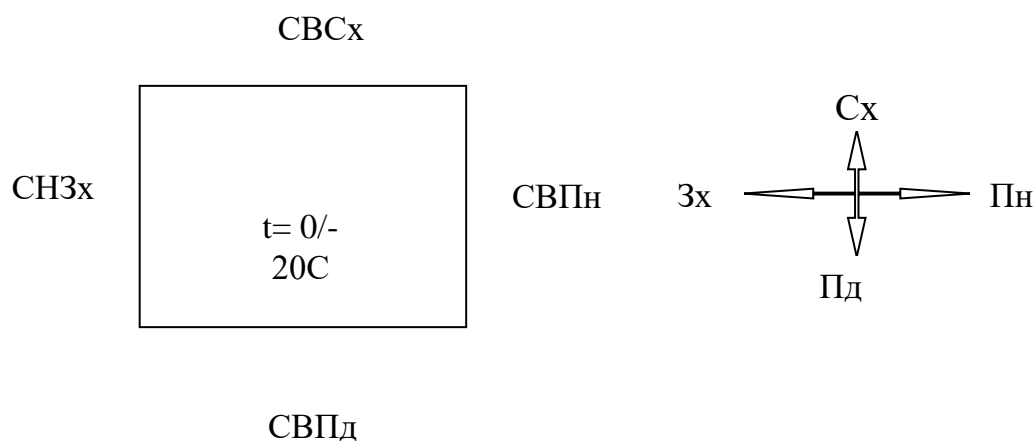
t_n – температура поверхні пристрою для обігріву ґрунту, $t_n = 1$ °С

t_g – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

Усі розрахунки зводимо до відповідних таблиць



Таблиця 3.4- Розрахунок теплоприпливів до універсальної камери № 1 охолоджені м'ясопродуктів

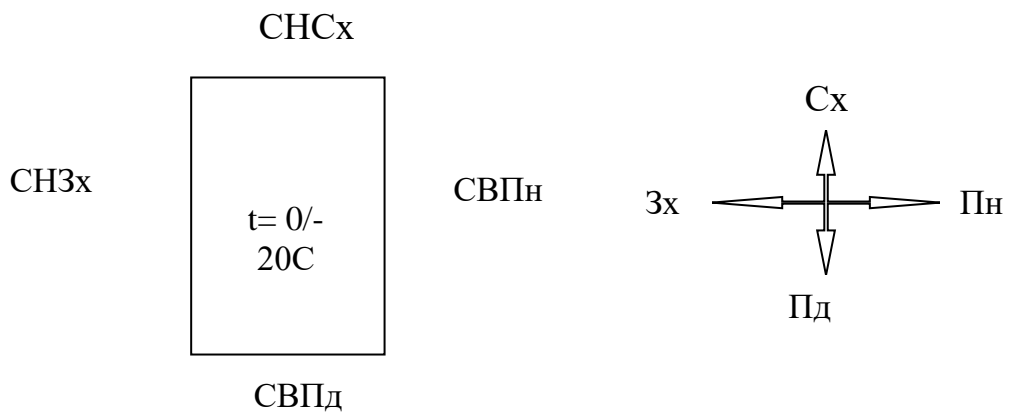
Огородження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ	С	кВТ	кВТ
СВПн	0,31	72	30	0	30	0,67	0	0	0,67
	0,21	72	30	-20	50	0,76	0	0	0,76
СВСх	0,26	72	-20	0	-20	-0,37	0	0	-0,37
	0,55	72	-20	-20	0	0,00	0	0	0,00
СВПд	0,44	72		0	21	0,67	0	0	0,67
	0,26	72		-20	35	0,66	0	0	0,66
СЗЗх	0,36	72	30	0	30	0,78	0	0	0,78
	0,21	72	30	-20	50	0,76	0	0	0,76
покриття	0,2	144	30	0	30	0,86	14,9	0,42912	1,29
	0,2	144	30	-20	50	1,44	14,9	0,42912	1,87
підлога	0,2	144	1	0	1	0,03	0	0	0,03
	0,2	144	1	-20	21	0,60	0	0	0,60
						при tk=0			3,06
						при tk=-20			4,64

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист



Таблиця 3.5- Розрахунок теплоприпливів до універсальної камери № 2 зберігання консервів з м'яса птиці

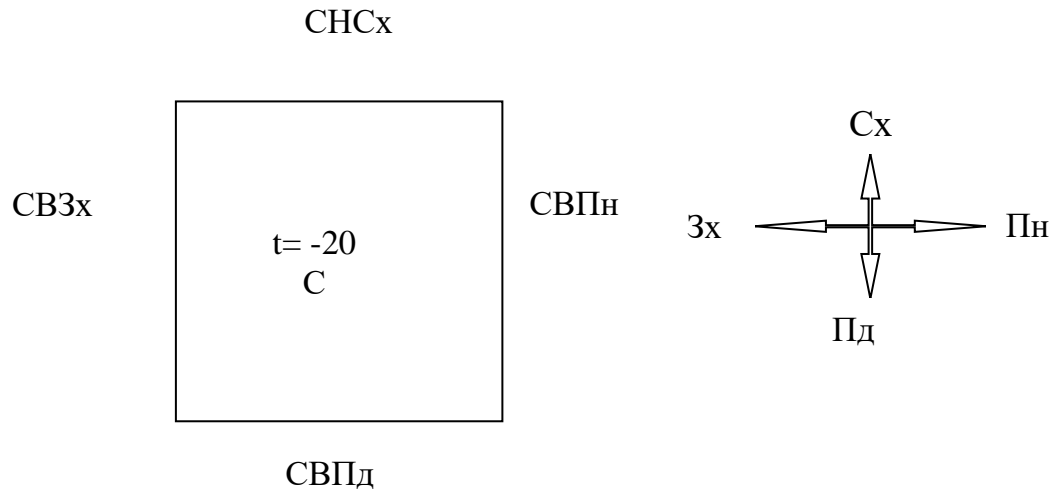
Огородження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВт	С	кВт	кВт
СВПн	0,44	36		0	21	0,33	0	0	0,33
	0,26	36		-20	35	0,33	0	0	0,33
СВСх	0,26	36	-20	0	-20	-0,19	0	0	0,00
	0,55	36	-20	-20	0	0,00	0	0	0,00
СВПд	0,44	36		0	18	0,29	0	0	0,29
	0,26	36		-20	30	0,28	0	0	0,28
СЗЗх	0,36	36	30	0	30	0,39	0	0	0,39
	0,21	36	30	-20	50	0,38	0	0	0,38
покриття	0,2	72	30	0	30	0,43	14,9	0,21	0,65
	0,2	72	30	-20	50	0,72	14,9	0,21	0,93
підлога	0,2	72	1	0	1	0,01	0	0	0,01
	0,2	72	1	-20	21	0,30	0	0	0,30
						при tk=0			1,67
						при tk=-20			2,22

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист



Таблиця 3.6- Розрахунок теплоприпливів до камери № 3 зберігання заморожених напівфабрикатів з м'яса птиці

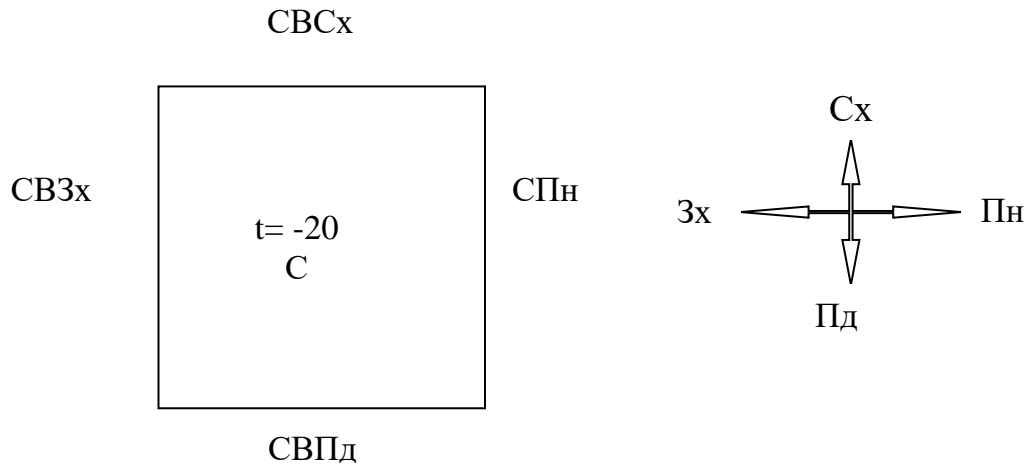
Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СЗПн	0,21	72	30	-20	50	0,76	0	0	0,76
СЗСх	0,21	90	30	-20	50	0,95	0	0	0,95
СВПд	0,55	72	-20	-20	0	0,00		0	0,00
СВЗх	0,26	72	0	-20	20	0,37			0,37
СВЗх	0,26	18		-20	35	0,16	0	0	0,16
покриття	0,2	180	30	-20	50	1,80	14,9	0,54	2,34
підлога	0,2	180	1	-20	21	0,76			0,76
									5,33

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист



Таблиця 3.7- Розрахунок теплоприпливів до універсальної камери № 4 зберігання заморожених напівфабрикатів з м'яса птиці

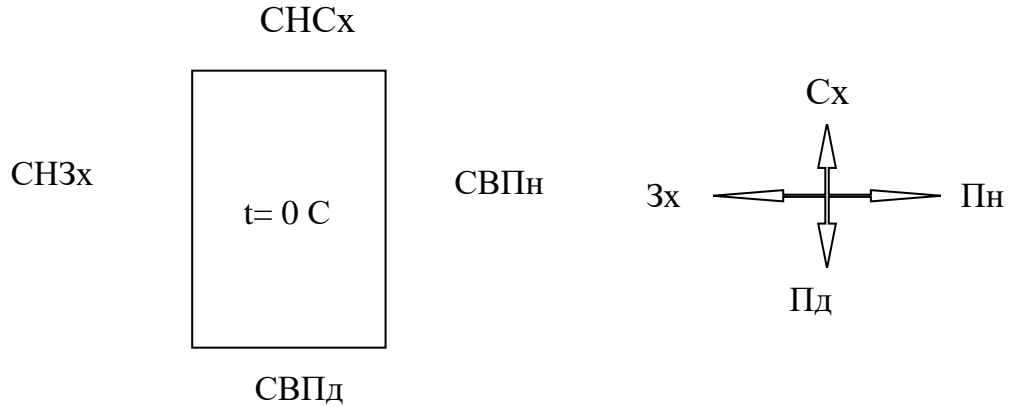
Ограждения	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	0,55	72	-20	-20	0	0,00	0	0	0,00
СВСх	0,26	90		-20	30	0,70	0	0	0,70
СВПд	0,26	72		-20	30	0,56	0	0	0,56
СВЗх	0,26	72	0	-20	20	0,37	0	0	0,37
СВЗх	0,26	18		-20	35	0,16	0	0	0,16
покриття	0,2	180	30	-20	50	1,80	14,9	0,54	2,34
підлога	0,2	180	1	-20	21	0,76	0,000	0,000	0,76
									4,89

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист



Таблиця 3.8- Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до експедиції

Огородження	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	36		0	18	0,29	0	0	0,29
СВСх	0,26	36	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВПд	0,26	36		0	18	0,17	0	0	0,17
СЗЗх	0,36	36	30	0	30	0,39	0	0	0,39
покриття	0,2	72	30	0	30	0,43	14,9	0,21	0,65
підлога	0,2	72	1	0	1	0,01	0	0	0,01
									1,50

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці знаходимо за формулою:

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

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

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

Теплоприпливи від термічної обробки продуктів знаходимо за формулою

$$Q_{2np} = M_{np} (i_1 - i_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.15)$$

де M_{np} – добове нахождення продукту у камеру (т/добу)

$(i_1 - i_2)$ – різниця питомих ентальпій відповідно початковій та кінцевій температури (кДж/кг);

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

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

Теплоприпливи від тари знаходимо за формулою

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

де $M_{\text{тар}}$ - добове нахождення тари (т/доб)

c_m - питома теплоємність тари, (кДж/кгК);

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

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.9

Таблиця 3.9- Розрахунок теплоприпливів до камер від термообробки продуктів

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t 1 С	t 2 С	різн t С	i 1 кДж/кг	i 2 кДж/кг	різн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*т	Q2т кВт	Q2 кВт
Кам №3 мор.гр	110,3	8,8	-8	-20	12,0	39,4	0,0	39,4	4,02	0,9	2,3	0,28	4,30
Кам №4 мор.гр	110,3	8,8	-8	-20	12,0	39,4	0,0	39,4	4,02	0,9	2,3	0,28	4,30

Кам №1 мор.гр	110,3	8,8	-8	-20	12,0	39,4	0,0	39,4	4,0	0,9	0,5	0,1	4,1
Кам №2 мор.гр	55,2	4,4	-8	-20	12,0	39,4	0,0	39,4	2,0	0,4	0,5	0,0	2,0
Кам №2 мясо ох	50,4	5,4	12	0	12,0	271,0	232,0	39,0	2,4	0,5	0,5	0,0	2,5
Експедиція													

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t 1 С	t 2 С	разн t С	Теплоємність продуктів с, кДж/кгК	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*т	Q2т кВт	Q2 кВт
Кам №1 охл.гр	75,6	6,0	20	12	8,0	2,5100	1,41	0,6	2,3	0,13	1,53

Експлуатаційні теплоприпливи

Експлуатаційні теплоприпливи знаходимо за формулою :

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_4; \quad (3.17)$$

Теплоприпливи від освітлення

$$q_1 = A F \cdot 10^{-3}; \quad (3.18)$$

де : A – кількість тепла, виділеного освітленням за одиницю часу на 1м^2 площі підлоги ($\text{Вт}\cdot\text{м}^2$);

F - площа підлоги камери, (м^2).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

Теплоприпливи від перебування людей у камері

$$q_2 = 0,35 \cdot n ; \quad (3.19)$$

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

n - кількість людей працюючих водному приміщені.

Теплоприпливи від відчиняння дверей:

$$q_4 = VF \cdot 10^{-3} ; \quad (3.20)$$

де V – питомий приплив тепла від відчиняння дверей, (Вт/м²);

F - площа камери , м² .

Усі розрахунки експлуатаційних теплоприпливів зводимо до таблиці 3.10

Таблиця 3.10- Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів до камер
холодильника

№ камеры	F м ²	A Вт/м	n чел.	N э кВт	коэф	K Вт/м	q 1 кВт	q 2 кВт	q 3 кВт	q 4 кВт	Q 4 кВт
Кам.1	144	2,3	2	1,5	0,35	15	0,33	0,7	1,5	2,16	4,69
Кам.2	72	2,3	2	1,5	0,35	15	0,17	0,7	1,5	1,08	3,45
Кам.3	180	2,3	3	0	0,35	8	0,41	1,05	0	1,44	2,90
Кам.4	180	2,3	3	0	0,35	8	0,41	1,05	0	1,44	2,90
Експедиція	72	4,7	2	0	0,35	38	0,34	0,7	0	2,74	3,77

Кам.1	144	2,3	2	0	0,35	12	0,33	0,7	0	1,73	2,76
Кам.2	72	2,3	2	0	0,35	12	0,17	0,7	0	0,86	1,73

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 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 тепло припливи розраховуються не повністю, а частково в залежності від технологічного призначення холодильника.

Для даного холодильника:

$$Q_{1\text{км}}=0,9Q_{1\text{об}}; \quad (3.21)$$

$$Q_{2\text{км}}=0,5Q_{2\text{об}}; \quad (3.22)$$

$$Q_{4\text{км}}=0,75Q_{4\text{об}}; \quad (3.23)$$

Таблиця 3.11- Розрахунок теплового навантаження на компресор та обладнання камер

№ камери	Q 1		Q 2		Q 4		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
	100%	100%	100%	60%	100%	75%		
t=-10 С								
Кам. 1	3,06	3,06	1,53	0,918	4,69	3,518	9,28	7,50
Кам. 2	1,67	1,67	2,5	1,5	3,45	2,588	7,62	5,76
Експед	1,5	1,5			3,77	2,828	5,27	4,33
								11,82
t=-30 С								
Кам.3	5,33	5,33	4,3	2,58	2,9	2,175	9,63	10,085
Кам.4	4,89	4,890	4,3	2,58	2,9	2,175	9,19	9,645
Кам.1	4,64	4,640	4,10	2,46	2,76	2,070	8,74	9,170
Кам.2	2,22	2,220	2,00	1,2	2,76	2,070	4,22	5,490
								34,39

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\Sigma Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (3.24)$$

де k – коефіцієнт, враховує втрати у трубопроводах та апаратах на тепловіддачу ;

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

b - коефіцієнт робочого часу;

$$Q_o = \frac{11.82 * 1,05}{0,80} = 15.5 кВт$$

$$Q_o = \frac{34.39 * 1,07}{0,80} = 46.0 кВт$$

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$t_o = t_0 - (5 \div 10)^\circ C \quad (3.25)$$

$$t_{o1} = 0 - 10 = -10 \text{ }^\circ C$$

$$t_{o2} = -20 - 10 = -30 \text{ }^\circ C$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$t_{в1} = t_{м.т.} + (2 - 4)^\circ C \quad (3.26)$$

$$t_{в1} = 26,43 + 2,57 = 29 \text{ }^\circ C$$

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{вд2} = t_{вд1} + (3 \div 5) = 29 + 3 = 32^\circ C; \quad (3.27)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{вд2} + (2 \div 4) = 32 + 3 = 35 \text{ }^\circ C; \quad (3.28)$$

Температура переохолодження холодильного агента у конденсаторі:

$$t_{по} = t_{вд1} + (3 \div 5)^\circ C; \quad (3.29)$$

$$t_{по} = 29 + 3 = 32^\circ C;$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{вс} = t_o + (5 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C} ; \quad (3.30)$$

$$t_{вс1} = -10 + 10 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

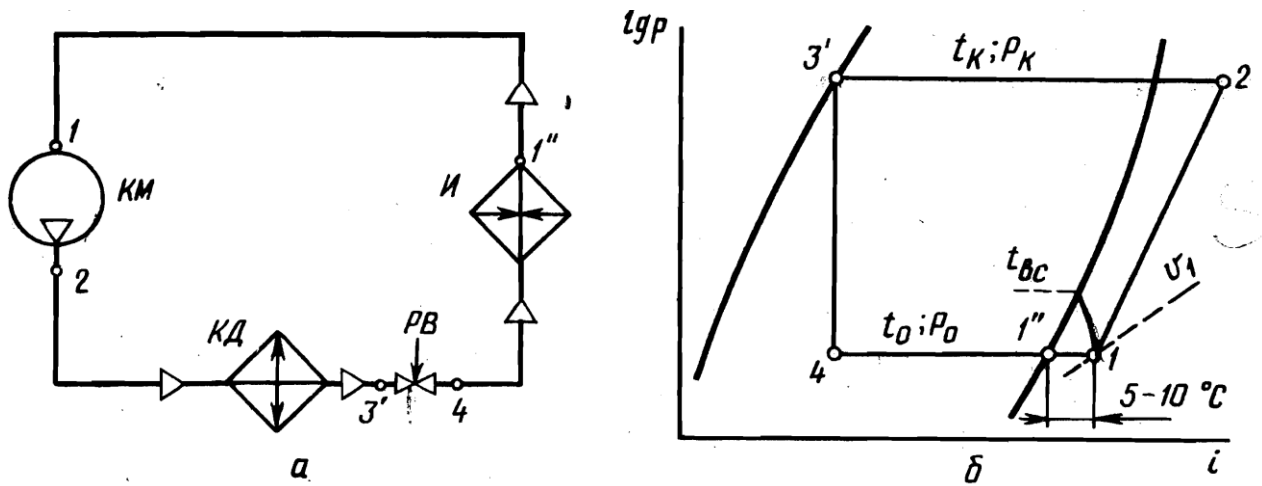
$$t_{вс2} = -30 + 10 = -20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок

Таблиця 3.12 -

Режим	P_0 МПа	P_k МПа	P_k / P_0	Вибір схеми	$P_{пр} = \sqrt{P_k P_0}$ МПа
$t_0 = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$	0,29	1,351	4,66	одноступеневе стиснення	
$t_0 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$	0,12	1,351	11,26	двоступеневе стиснення	0,397 $t_{пр} = -2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Зображення циклу одноступеневого стиснення в діаграмі $i - t_q p$



Мал. 3.3

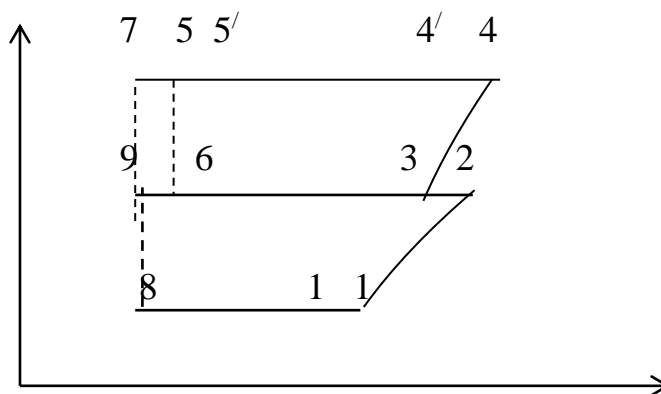
Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Зображення циклу двоступеневого стиснення в діаграмі $i - \ell q p$



Мал. 3.4

Таблиця 3.13- Параметри вузлових точок

Режим $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$	одиниці виміру	0	1'	2	3 ¹	3	4
P	МПа	0,29	0,29	1,35	1,35	1,35	0,29
t	$^{\circ}\text{C}$	-10	0	107	35	32	-10
i	кДж/кг	1670	1695	1915	579	565	565
v	м ³ /кг	--	0,44	--	--	--	--

Таблиця 3.14- Параметри вузлових точок

-30	Ед. вим.	1 ¹	1	2	3	4	4 ¹	5 ¹	5	6	7	8	9
P	МПа	0,12	0,12	0,396	0,396	1,35	1,35	1,35	1,35	0,397	1,31	0,12	0,397
t	$^{\circ}\text{C}$	-30	-20	55	-2	82	35	35	32	-2	1	-30	-2
i	кДж/ кг	1642	660	1820	1680	1855	1708	579	565	565	423	423	409
v	м ³ / кг	---	0,98	---	0,32	---	--	--	--	--	--	--	--

$x_6 = 0,123$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресорів

Розрахунок одноступінчатого компресора $t_0 = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$

Питома масова холодопродуктивність q_0 , кДж/кг;

$$q_0 = i_0 - i_4 \quad (3.31)$$

$$q_0 = 1670 - 565 = 1105, \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата холодоагенту M , кг/с :

$$M = \frac{Q_0}{q_0} \quad (3.32)$$

$$M = \frac{15.5}{1105} = 0,014 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Об'ємна витрата холодоагенту V_0 , м³/с

$$V_0 = M \cdot v_1 \quad (3.33)$$

$$V_0 = 0,014 \cdot 0,44 = 0,062 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Теоретична, об'ємна подача компресора V_h , м³/с

$$V_h = \frac{V_0}{\lambda} \quad (3.34)$$

$$V_h = \frac{0,062}{0,71} = 0,0869 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega} \quad (3.35)$$

$$\lambda_i = 0,84 * 0,86 = 0,72$$

$$\lambda_i = \frac{p_0 - \Delta p_{\text{вс}}}{p_0} - c * \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_0} - \frac{p_0 - \Delta p_{\text{вс}}}{p_0} \right) \quad (3.36)$$

$$\lambda_i = \frac{290 - 5}{290} - 0,05 * \left(\frac{1311 + 10}{290} - \frac{290 - 5}{290} \right) = 0,84$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_0}{T_k} \quad (3.37)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{263}{307} = 0,86$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Теоретична потужність компресора N_m , кВт

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (3.38)$$

$$N_m = 0,018 * (1915 - 1695) = 3,96 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність компресора N_i , кВт

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i} \text{ кВт}; \quad (3.39)$$

$$N_i = \frac{3,96}{0,71} = 5,58 \text{ кВт};$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора N_e , кВт

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (3.40)$$

$$N_e = \frac{5,58}{0,85} = 6,56 \text{ кВт};$$

де η_m – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна $N_{ел}$, кВт

$$N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (3.41)$$

$$N_{ел} = \frac{6,56}{0,87} = 7,54 \text{ кВт};$$

Тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (3.42)$$

$$Q_k = 15,5 + 5,26 = 20,76 \text{ кВт}$$

По $V_T = 0,009 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо один одноступінчастий компресор марки W4TA-K фірми Bitzer з $\Sigma V_T = 0,011 \text{ м}^3/\text{с}$.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 3.15-

режим	q_0	Q_0	M_T	V_d	V_T	λ	Марка	кол	$\Sigma V_{км}$	$\Sigma M_{км}$	$\Sigma Q_{км}$	N_T	N_i	N_e	$N_{эл}$	$Q_{кд}$
$t =$	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с			кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-10	1109	15,51	0,014	0,006	0,009	0,71	W4TA-K	1	0,011	0,018	19,5	3,87	5,16	6,07	6,98	24,7

Технические данные W4TA-K

Технические параметры	
Объемная произв-сть (1450 об./мин 50Гц)	39,36 м ³ /h
Объемная произв-сть (1750 об./мин 60Гц)	47,5 м ³ /h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 60 мм x 40 мм
Допустимый диапазон скоростей	750 .. 1750 1/min
Вес	77 кг
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 25 bar
Присоединение линии всасывания	NW 32
Присоединение линии нагнетания	NW 25
Тип масла для NH3	Reniso KC68 (Standard)
Комплект поставки	
Заправка масла	4,0 dm ³
Защитная заправка	Standard
Запорный вентиль на всасывании	Standard

Мал. 3.5

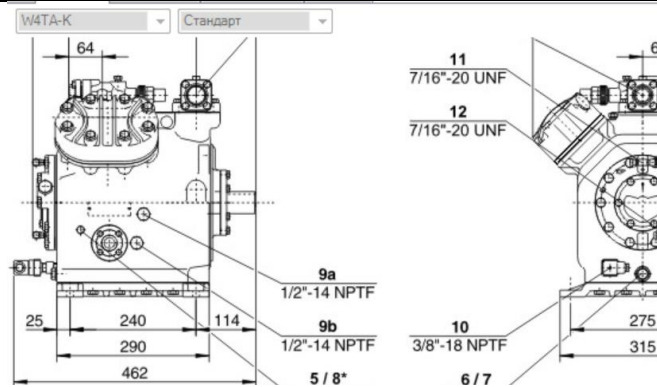
Таблиця 3.16- Технічна характеристика компресорів

Показники	W4TA-K
Холодопродуктивність, кВт	15.5
Витрачена потужність, кВт	6.1
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м ³ /г	0,0131
Кількість цилиндрів	4
Потужність ел. двигуна, кВт	7.2
Діаметр цилиндра на хід поршня, мм	60 x 40
Частота обертання, м ⁻¹	1450
Марка масла	Все 55 option
Заправка масла, дм. куб.	4,0
COP	3,63
Габаритні розміри, мм	
Довжина	462

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист
------	------	----------	-------	------	-----------------------	------

Показники	W4TA-K
Ширина	419
Висота	421



Мал. 3.6

Розрахунок холодильної машини двоступеневого стиснення,

$$t_0 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо питому холодопродуктивність q_0 , кДж/кг 1 кг холодоагенту

$$q_0 = i_1 - i_8 \quad (3.43)$$

Масова витрата пару в с.н.т. M_1 , кг/с

$$M_1 = \frac{Q_0}{q_0} \quad (3.44)$$

Масова витрата пару в с.в.т. M_2 , кг/с

$$M_2 = \frac{i_2 - i_7}{(i_3 - i_9) * (1 - x_6)} * M_1 \quad (3.45)$$

Визначаємо дійсну об'ємну витрату хладагенту V_d , м³/с

$$\text{в с.н.т.} \quad V_q = M_1 * v_1 \quad (3.46)$$

$$\text{в с.в.т.} \quad V_q = M_2 * v_3 \quad (3.47)$$

де v_1 , v_3 - питомий об'єм пару, всмоктуємого

с.н.т. i с.в.т., м³/кг

Теоретична об'ємна подача компресора V_T , м³/с

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

$$\text{с.н.т} \quad V_T = \frac{V_q}{\lambda_1} \quad (3.48)$$

$$\text{с.в.т} \quad V_T = \frac{V_q}{\lambda_2} \quad (3.49)$$

де λ_1, λ_2 - коефіцієнти подачі компресора с.н.т. и с.в.т.

визначаю в залежності від відношення

тисків $P_{пр} / P_0$ і $P_K / P_{пр}$

Визначаю теоретичну адіабатну потужність компресора N_m , кВт

$$\text{с.н.т} \quad N_T = M_1 * (i_2 - i_1) \quad (3.50)$$

$$\text{с.в.т} \quad N_T = M_2 * (i_4 - i_3) \quad (3.51)$$

Дісна индикаторна потужність компресора N_i , кВт

$$\text{с.н.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (3.52)$$

$$\text{с.в.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (3.53)$$

де η_i - индикаторний ККД, для малих и середніх компресорів $\eta = 0,7 - 0,8$

Визначаємо потужність на валу компресора

$$\text{с.н.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_m} \quad (3.54)$$

$$\text{с.в.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_m} \quad (3.55)$$

де $\eta_{мех}$ - механічний ККД компресора, визначення якого

залежить від відношення тиску при $P_K/P_0 = 5-7$ $\eta = 0,9$

при $P_K/P_0 = 11 - 13$ $\eta = 0,8$

Визначаємо електричну потужність, тобто, потужність, спожиту

електродвигуном з мережі N_e , кВт

$$\text{с.н.т} \quad N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_{эл}} \quad (3.56)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

$$\text{с.в.т} \quad N_{el} = \frac{N_e}{\eta_{эл}} \quad (3.57)$$

де $\eta_{эл}$ - ККД електродвигуна малих компресорів $\eta = 0,85-0,9$;
для крупних $\eta = 0,9 - 0,95$

Визначаємо дійсний тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_{kd} = Q_0 + (N_{снд} + N_{свд}) \quad (3.58)$$

на с.н.т По $V_T = 0,045 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо один гвинтовий компресор марки **OSNA 7451 - К**, на с.в.т. по $V_T = 0,018 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо один поршневий компресор марки **W4HA** фірми **Bitzer**

Таблиця 3.17-

t	Q ₀	q ₀	M1	M2	V _g V _g	V _T V _T	λ 1 λ 2	Марка	Кол	V V	N _T N _T	N _i N _i	N _e N _e	N _{эл} N _{эл}	Q
	кВт	кДж	кг/с	кг/с	м ³ /с	м ³ /с				м/с	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-30	46,00	1237	0,037	0,047	0,036	0,045	0,82	OSNA7451	1	0,053	6,619	9,456	10,507	11,060	65,9
					0,015	0,018	0,83	W4HA	1	0,020	8,156	10,456	11,618	13,669	

Таблиця 3.18- Характеристики компресорів

Показник	W4HA	OSNA-7451-K
Холодопродуктивність, кВт при $t_0 = -15^\circ\text{C}$, $t_k = 30^\circ$	62,4	49,0
Потужність, кВт при $t_0 = -15^\circ\text{C}$, $t_k = 30^\circ\text{C}$	12,18	27
Кількість зарядженого мастила ХА – 30 або ХА – 23, кг	4,7	50
Теоретична об'ємна продуктивність компресора $V_{км}$, м ³ /с	0,0204	0,053
Потужність електродвигуна, кВт	15,0	31
Габаритні розміри, мм Довжина	561	540

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

Ширина	417	569
Висота	460	470
Маса, кг	129	176
Умовний діаметр трубопроводів, мм		
на вході ХА	40	76
на виході ХА	25	54
на вході та виході охолоджуючої води	3/4 ^{//}	-

3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Площа теплообмінної поверхні конденсатора F , м² знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_m}; \quad (3.59)$$

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 та охолоджуючим середовищем, °С

Середню логарифмічну різницю температур θ_m , °С знаходимо за формулою:

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31 \lg \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (3.60)$$

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

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Подп. и дата
Инд. № инв.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

$$F = \frac{90.6}{0,75 \cdot 4,33} = 26.15 \text{ м}^2$$

Приймаю один конденсатор КТГ-25 з площею внутрішньої теплообмінної поверхні $F_{\text{вн}} = 26,5 \text{ м}^2$

Витрата охолоджуючої води, яка надходить на конденсатор $V, \text{ м}^3/\text{с}$, знаходимо за формулою :

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (3.61)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

c - питома теплоємність води, $c = 4,19 \text{ кДж/кгК}$;

ρ_w - густина води, 1000 кг/м^3 ;

Δt - підігрів води у КД, 4°C .

$$V_w = \frac{90.6}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,0072 \text{ м}^3/\text{с} = 7,2 \text{ л/с}$$

За витратою охолоджуючої води підбираємо центробіжний насос К20/30 з подачею $8,0 \text{ л/с}$, плюс один резервний

Таблиця 3.19- Технічні характеристики конденсатора

Показник		
Площа внутрішньої теплообмінної поверхні, м^2		26,5
Габаритні розміри, мм		
Діаметр кожуху		500
Довжина		2910
Ширина		810
Висота		910
Кількість труб		144
Довжина труб, мм		2490
Діаметр умовного проходу приєднувальних патрубків, мм		
вода (вхід і вихід)		70
Холодоагенту : вхід		50
вихід		25

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Об'єм між трубного простору, м ³	0,32
Об'єм трубного простору, м ³	0,15
Маса, кг	986

Таблиця 3.20 Технічні характеристики насосів

Марка	Подача, л/с	Повний напір, м	ККД	Потужність ел. дв., кВт	Част. обер.хв ⁻¹
K20/30	8,0	26	63	4,0	2900

3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер

Площа теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів F , м²

знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (3.62)$$

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 ,

$$n = \frac{F}{F_6} \quad (3.63)$$

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

Таблиця 3.21

№ камеры	Q об Вт	t _o С	θ С	k Вт/м ² К	F _{тр} м ²	Марка	п р шт	п д шт	F в/о м ²	Σ Fв/о м ²	V _{в/о} м ³	Σ V _{в/о} м ³
1	9280	-10	10	22	42,18	TGL36	0,88	1	47,8	47,8	0,0118	0,0118
2	7620	-10	10	19	40,11	TBL68	0,78	1	51,6	51,6	0,0172	0,0172
експед	5270	-10	10	19	27,74	TBL68	0,54	1	51,6	51,6	0,0172	0,0172
												0,0462

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взаим. ив. №	Подп. и дата
Ив. № дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 3.22-

Розрахунок батарей

№ камери	Qоб кВт	t С	K Вт/м ² К	С	Fтр м	СК м ²	СС м ²	F м ²	l b м	Кол труб	n тр шт	n д шт	Vб м	Vб м
Кам.1	8,74	-20	4,8	10	182,08	17,5	27	62	9,75	6	2,94	3	0,05	0,15
Кам.2	4,22	-20	4,8	10	87,92	17,5	27	62	9,75	6	1,42	2	0,05	0,10
Кам.3	9,63	-20	4,8	10	200,63	17,5	27	62	9,75	6	3,24	4	0,05	0,20
Кам.4	9,19	-20	4,8	10	191,46	17,5	27	62	9,75	6	3,09	4	0,05	0,20
														0,65

Таблиця 3.23-

Технічна характеристика батарей

Стандартні батареї і секції	Умовні позначення	довжина мм.	висота мм	шаг труб мм.	число труб	Площа поверхні, м ²	Вага при кроці ребер 30 мм
одноколекторні	СК	2750	960	160	6	17,5	110,6
середні	СС	4250	960	160	6	27	162,0

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер

Об'єм лінійного ресивера $V_{лр}$, м³ знаходимо за формулою

$$V_{лр} = 0,6V_{в.с.} \cdot 1,2 / 0,5 = 1,44 \cdot V_{в.с.}; \quad (3.64)$$

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

Місткість випарувальної системи складається з місткості по аміаку випарювачів

$$V_{в.с.} = V_u; \quad (3.65)$$

$$V_{в.с.} = 1,44 \cdot 0,65 = 0,94 \text{ м}^3$$

Приймаємо лінійний ресивер марки 1,5 РД

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Дренажний ресивер

Об'єм дренажного ресивера V_{op} м³ обираємо так,

$$V_{op} = \frac{V_{в.с}}{0,8} \cdot 1,2 \quad (3.66)$$

де $V_{в.с}$ - місткість випарювальної системи по аміаку
самої великої камери, м³;

$$V_{op} = \frac{0,2}{0,8} \cdot 1,2 = 0,3 \text{ м}^3$$

Приймаємо дренажного ресивер марки 0,75 РД

Таблиця 3.24- Технічні характеристики горизонтальних ресиверів

Марка	Розміри, мм		Ду патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса, кг
	DxS	H	d1	d2	Dy		
0,75 РД	600x6	3020	32	25	труб 1/2"	0,77	340
1,5РД	800x8	3610	50	25	Труб 1/2"	1,65	670

Циркуляційний ресивер

Об'єм циркуляційного ресивера $V_{ц.р.}$ м³, знаходимо за формулою

$$V_{ц.р.} = V_{бат.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.67)$$

де K_1 - коефіцієнт , враховуючий заповнення труб батареї

$$K = 0,7$$

K_2 - коефіцієнт , враховуючий кількість аміаку, що викидається з
приладів охолодження, $K = 0,3$

K_3 - коефіцієнт , враховуючий місткість колекторів і
трубопроводів , $K = 1,2$

K_4 - коефіцієнт , враховуючий робоче заповнення ресиверів для
забезпечення стійкої роботи насосів, $K = 1,55$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

K_5 - коефіцієнт , враховуючий припустиме заповнення ресиверів, $K= 1,45$

K_6 - коефіцієнт , враховуючий запас місткості, $K= 1,2$

Для $t_0 = -30 \text{ }^\circ\text{C}$

Таблиця 3.25-

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	$\Sigma V_{\text{бат}}$	$V_{\text{цр}}$
0,7	0,3	1,2	1,55	1,45	1,2	0,65	0,44

$$V_{\text{цр}} = 1,1 \cdot 0,65 \cdot 0,3 \cdot 1,2 \cdot 1,55 \cdot 1,45 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ м}^3$$

Підбираємо циркуляційний ресивер марки 1.5 РДВ

Таблиця 3.26- Технічна характеристика циркуляційного ресивера

Марка ресивера	Габарити, мм		Диаметри умовного проходу патрубків, м				Ємність м^3	Маса, кг
	D x S мм	H мм	d ₁ мм	d ₂ мм	d ₃ мм	d ₄ мм		
1.5 РДВ	800*8	3380	150	80	40	15	1,4	710

Аміачні насоси

Подачу насоса $V_n, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ находимо за формулою:

$$V_n = m \cdot v_{\text{ж}} \cdot a, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (3.68)$$

де m – масова витрата х/а , кг/с

a - кратність циркуляції х/а

$v_{\text{ж}}$ - питомий об'єм рідкого х/а , $\text{м}^3 / \text{кг}$

	a	$U_{\text{ж}}$	m	$V_n, \text{м}^3/\text{с}$	$V_n, \text{м}^3/\text{ч}$
-30	5	0,00148	0,037	0,000274	0,986

$$V_n = 0,00148 \cdot 0,037 \cdot 5 = 0,000273 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0,986 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Підбираємо два аміачних насоса 1,25ХГ-6-2,8 , один з яких резервний.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 3.27- Технічна характеристика аміачного насоса

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напирання рідкого аміаку	Число ступенів	Частота обертання, с ⁻¹	Потужність, кВт
1,25ХГ-6-2,8	5.5- 12	19 – 15	1	49,5	2,8

Оливозбирач

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

На температури кипіння $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$, -30°C підбираємо оливозбирачі 150 СМ

Таблиця 3.28- Технічна характеристика оливозбирача

Марка	D	S	B	H	h	h	h	h	d	d	d	Місткість, м ³	Маса, кг
150 СМ	159	4,5	600	770	665	430	180	465	140	150	18	60	85

Відділювач рідини

Для захисту компресора від гідравлічного удару до схеми на температуру кипіння -10°C включаємо відділювач рідини. Підбираємо відділювач рідини за діаметром всмоктуючого патрубку компресора.

Таблиця 3.29- Технічна характеристика відділювача рідини

Марка відділювача	Розміри, мм			Діаметри умовних патрубків, мм			Ємкість, м ³	Вага, кг
	D x S	ширина	висота	d	d ₁	d ₂		
70 ОЖ	462 x 10	850	1730	65	20	40	0,18	201

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

3.14 Розрахунок та підбір градирні

Градирню обираємо за площиною поперечного перетину $F_{n.c.}, M^2$, котру знаходимо за формулою:

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; M^2; \quad (3.69)$$

де Q_k - теплове навантаження на градирню, кВт;

q_f - питоме теплове навантаження на 1 м² поперечного перетину насадки у градирні, кВт/м²;

q_f	$Q_{гр}$	F_{nc}
40	90,6	2,27

$$F_{n.c.} = \frac{90.6}{40} = 2,27 M^2$$

За площиною поперечного перетину підбираємо 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, м ³ /с	10,20
Габаритні розміри, мм:	
Основа	2210*2250
Висота	2520
Маса, кг	1170

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту, монтажу, експлуатації холодильного 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. Виражаються в поломці деталей і вузлів, пар тертя, 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 відбувають із метою попередження відмов унаслідок поломки деталей, що швидко зношуються, відгвинчуючих різьбових з'єднань, передчасного зносу базових деталей абразивними частинками, раптовою поломкою деталі.

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.

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 убік центрального проходу, що має мінімальну ширину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинний бути не

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

менше 1,0 м. Після застигання бетону фундаменту під компресор подальша послідовність робіт повинна бути такої; видаляють шаблон, очищають поверхню фундаменту від забруднень, на поверхні роблять насічку для руйнації цементної плівки, що забезпечує гарне тужавлення з подальшою бетонною підливою, у безпосередній близькості від фундаментних болтів укладаються пакети підкладок, що мають ухил 1:10 або 1:20, різьбу фундаментах 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 0,1-0,2 мм, поперек -0,2 - 0,3мм на їм погонної довжини.

Монтаж апаратів. З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки рекомендуються: конденсатори, лінійні ресивери й оливо-відділювачі, апарати високого тиску/ із великою кількістю холодильного агента розміщати зовні машинного відділення. Це устаткування, як і ресивери для збереження запасу холодоагенту, повинні бути огорожені 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 повинно 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 сходи повинні мати поруччя. Висота поруч їм. Відстань між стійками поруч не більш 2 м.

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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Перед пуском компресора перевіряють причину його зупинки по змінному часопису, наявність масла в картері не менше 2 - 3 висоти оглядового скла, наявність манометрів, клейма перевірки на них, справності термометрів, наявність пломб на захисних клапанах і вентилях нагнітальної магістралі, опломбованих у відкритому положенні, можливість повороту компресора вручну, надійність кріплення огорожень частин, що рухаються, наявність заземлення. 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 напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмоктують ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160°C. Це роблять із метою зниження рівня ХА 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 називається 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.

У теплообмінних апаратах, що прохолоджуються помешкання для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по довколишньому моновакууметру, установленому на випарнику. Підвищення температури кипіння на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності установки на 4 - 5% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2 - 3,5%. Температура конденсації визначається по температурній шкалі манометра, установленого на конденсаторі. Зниження температури конденсації на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності на 1 - 2% і зменшенню відносної витрати електроенергії

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

на 2 - 3% . Температури усмоктування і нагнітання визначаються по скляних термометрах, установленим на відстані 200 - 300 мм від запірних вентилів компресора.

Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

Визначення відпливів ХА із системи. При негерметичності системи виникає відплив ХА в повітря помешкання компресорного цеху , охолоджуючих камер, а також води і холодоносія. Визначення й усунення відпливів входить в обов'язок чергової зміни.

Ревізія компресора. Розрізняють повну і неповну ревізію компресора. Неповна ревізія компресора робить 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 робить при збереженні компресора більш 6 міс., або наявності в нього ушкоджень. У ЦЬОМУ випадку компресор розбирають на вузли і деталі для проведення перевірки їхньої справності, чистоти поверхні і відсутності корозії.

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».

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. Розрізняють частково і цілком автоматизовані холодильні 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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

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 вентиляем. Терморегулюючий вентиль є виконавчим механізмом, призначеним припиняти подачу ХА у випадку якщо температура повітря в камері зменшиться нижче необхідну і відчиняти подачу ХА . у випарну систему якщо температура в камері підвищується.

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.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 008. 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.

$$B_{хол} = 345,6 * 2800 = 967680 \text{ грн.}$$

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	W4TA – K	1	90 000	90000
2	Компресор	OSNA 7451	1	300 000	300000
3	Компресор	WANA	1	100 000	100000
4	Конденсатор	КТГ- 25	1	46 000	46000
5	Водяний насос	K20/30	2	20 000	40000
6	Повітроохолоджувач	TBL-68	2	30 000	60000
7	Повітроохолоджувач	TGL36	1	40 000	40000
8	Аміачний насос	1,25ХГ-6	2	18000	36000
9	Градирня	ГПВ-160	1	25000	25000
10	Батареї	СК-СС-СК	13	2000	26000
11	Відділювач рідини	70 ОЖ	1	10000	10000
12	Масилозбирач	150СМ	1	10000	10000
13	Дренажний ресивер	0,75РД	1	10000	10000
14	Циркуляційний ресивер	1,5РДВ	1	10000	10000
15	Лінійний ресивер	1,5РД	1	10000	10000
Сумарна вартість обладнання			813000		
Вартість іншого			81300		

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

обладнання 10%	
Розрахункова вартість обладнання	894300
Витрати на транспортування 15%	134145
Витрати на монтаж 20%	178860
Разом вартість обладнання (Воб)	1207305

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{\text{хол}} = 967680 + 1207305 = 2174985 \text{ грн.}$$

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.

$$Q_{0\text{роб}} = 15,5 * 1,1 * 19\,440\,000 * 1 = 0,33 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{0\text{роб}} = 46,0 * 1,15 * 19\,440\,000 * 2 = 2,06 * 10^9 \text{ кДж}$$

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

$$Q_{0\text{ст}} = (0,33 * 10^9 * 0,76) + (2,06 * 10^9 * 1,5) = 3,34 * 10^9 \text{ кДж}$$

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;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

- поточний ремонт обладнання і будівлі;
- інші.

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

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

$$G_{xa} = (1,2 * 107,5 * 1,2) / 1000 = 154,8 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 154,8 * 90 = 13932 \text{ грн.}$$

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

$$G_m = 4,5 * 3 * 2 * 1,2 = 32,4 \text{ кг}$$

$$B_m = 32,4 * 380 = 12312 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	13 932
2.	Вартість змащувальних матеріалів	12 312
	Разом	26 244
	Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)	1 312
	Всього	27 556

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	1	7,2	5400	0,7	27 216
2	Компресор	1	27	5400	0,7	102 060
3	Компресор	1	12,2	5400	0,7	46 116
4	Градирня	1	8,5	5400	0,7	32 130
5	Повітро-охолоджувач	3	0,48	3000	0,7	3 024
6	Насос аміачний	2	2,8	5400	0,7	21 168
7	Насос водяний	2	4	5400	0,7	30 240
	Разом					261 954

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

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

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

$$B_{ел} = 261954 * 4,3 = 1126402 \text{ грн.}$$

5.3.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Вартість річного споживання води визначаємо за формулою:

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

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

$Ц_{в}$ - 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

$$G_{в} = (0,0048 * 3,34 * 10^9 / 1000) * 0,15 = 2404,8 \text{ м}^3$$

$$B_{в} = 2404,8 * 45 = 108216,0 \text{ грн.}$$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

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:

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

де $\Phi_{\text{н}}$ - номінальний фонд робочого часу, годин

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

$$K_{\text{п}} = (249 * 8) / 1743 = 1,14$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_{\text{р}} = \sum N_{\text{ч}} * \pi * K * K_{\text{п}} \quad (5.14)$$

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

π - кількість компресорів одного типу в групі;

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

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт перерахування планової чисельності в облікову;

Кількість машиністів холодильної установки:

$$K_{\text{м}} = 1,2 * 3 * 0,8 * 1,14 = 4 \text{ робітника}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_{\text{м}} = 0,24 * 3 * 0,8 * 1,14 = 1 \text{ робітник}$$

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:

$$З_{\text{Посн}} = ГТС_i * T_{\text{еф}} * K_{\text{р}} \quad (5.15)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

де Теф - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин
 Кр - 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_{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	4	VI	68,78	1743	479534,16
Слюсар-ремонтник	1	VI	68,78	1743	119883,54
Разом	5	-	-	-	599417,70

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	599417,70
2.	Фонд додаткової заробітної плати	299708,85
3.	Єдиний соціальний внесок	197 807,84
	Всього	1 096 934,39

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

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

$$В_a = В_{об} * Н_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.17)$$

$$В_a = 967680 * 5 / 100 + 1207305 * 20 / 100 = 289845 \text{ грн.}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

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

$$Вп.р = 289845 * 0,1 = 28985 \text{ грн.}$$

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

$$Він = (27\ 556 + 1\ 126\ 402 + 108\ 216 + 1\ 096\ 934 + 289\ 845 + 28\ 985) * 0,05 = 128\ 486 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	27 556
2	Електроенергія	1 126 402
3	Вода	108 216
4	Зарплата виробничих робочих	1 096 934
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	289 845
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	28 985
7	Інші поточні витрати	128 486
	Всього	2 806 424

5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

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

де V_p - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (2806424 * 1000) / (3,34 * 10^9) = 0,84 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність камери зберігання	N	т	300
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	107,5
3	Кількість компресорів	n	шт	3
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	5
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	2174985
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	2 806 424
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	0,84

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

На підприємстві, що проектується, здійснюється суворий контроль за дотриманням режиму праці і відпочинку, раціональної організації робочого місця з врахуванням ергономічних вимог.

6.2 Вимоги до холодильного обладнання

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

Общие

требования безопасности

Холодильні камери для зберігання м'яса використовують для зберігання абсолютно будь-якої продукції. Такі камери являють собою спеціальні склади замороженої продукції. Підприємства, видом діяльності яких є переробка м'яса, мають власні складські приміщення для камер зберігання м'яса і продукції з нього. Такі склади - це ізольовані контури які зменшують передачу тепла. Вони забезпечені необхідним морозильними та промисловими камерами зберігання м'яса, щоб підтримувати стабільну температуру. Холодильні приміщення в основному, нагадують окремі будівлі.

Важливим питанням у виборі холодильної камери для м'яса з циклової завантаженням є обсяг такої камери. Це пов'язано з тим, що тривалість циклу безпосередньо залежить від транспортування продукції. Так як протягом таких циклів холодильні системи або зовсім не працюють, або функціонують з невеликою ефективністю. Це веде до збільшення температури в початковому періоді, через тривалого часу обробки продукції.

Для кращого заощадження в камерах зберігання м'яса дуже важливо, щоб внутрішня температура холодильника була стабільною і постійною. Камери оснащені електронним блоком управління, який підтримує стабільну температуру на одному рівні. Також такі камери для охолодження м'яса оснащені вбудованим замком, який захистить продукти від недозволеного доступу.

Холодильні камери можуть розташовуватися як всередині приміщення і утеплятися зсередини, так і бути окремою спорудою, яке збирається зі спеціальних панелей. Камери для м'яса можуть бути посилені підлогою. Також вони можуть бути обладнані декількома дверними отворами.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист



Правила безпеки аміачних холодильних установок (ПБ 09-592-03) і Правила будови і безпечної експлуатації холодильних систем (ПБ 09- 595-03) встановлюють вимоги безпеки, спрямовані на усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів пов'язаних: з токсичністю і вибухонебезпечність речовин, які застосовуються в як холодильних агентів; з можливістю руйнування елементів холодильних систем працюючих як під надлишковим тиском, так і при низьких температурах.

Відповідність елементів холодильних систем, в частині міцності, герметичності, оснащеності засобами захисту, виготовлення і експлуатація апаратів (судин) холодильних систем, що містять в робочому стані холодильні агенти, повинна здійснюватися відповідно до вимог нормативно-технічної документації до пристрою і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском і вищевказаних Правил.

6.3 Характеристика робочої речовини

Робочою речовиною даної холодильної установки є аміак. Це безбарвний газ, легший за повітря, з різким задушливим запахом. Найнебезпечнішими властивостями аміаку є його токсичність і 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 samozапалювання аміаку 630⁰С. 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 250⁰С.

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

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

Наявність аміаку відчувається за запахом із вмістом його в повітрі 0,35 мг/м³. Гранично допустима концентрація аміаку у повітрі – 20 мг/м³. У зв'язку з токсичністю і вибухонебезпечністю аміаку холодильні установки з цим хладагентом відносять до устаткування підвищеної небезпеки.

Для запобігання аваріям в аміачних і хладонових холодильних установках використовуються арматура, запобіжні клапани, контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматичного захисту

6.4 Вимоги безпеки

У холодильних установках запірні вентиля на трубопроводах і апаратах неагрегатних машин, окрім основних запірних вентилів компресорів, повинні бути запломбовані у відкритому положенні. У місцях, де арматура і трубопроводи можуть бути пошкоджені транспортними засобами або вантажами, встановлюються металеві захисні огорожі. У кожухотрубних апаратах і ресиверах є оглядові віконця для візуального контролю рівня рідини. У холодильних установках для спостереження за робочим тиском нагнітання, всмоктування, в системі мастила і в картері використовуються манометри і мановакууметри.

На нагнітальних магістралях встановлюють зворотні клапани для запобігання зворотному рухові хладагенту в разі зупинки компресорів.

Компресори холодильних установок мають пружинний запобіжний клапан, що сполучає порожнини нагнітання і всмоктування з перевищенням допустимої різниці тиску. Посудини, апарати і технологічне устаткування з безпосереднім охолодженням, що містить рідкий холодильний агент, а також деякі компресори забезпечені пружинними клапанами, що скидають його пару в

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

атмосферу. У аміачних холодильних установках запобіжні клапани повинні бути відрегульовані на початок відкриття: 1,2 МПа – на стороні всмоктування і 1,8 МПа – на стороні нагнітання.

Замість пружинного запобіжного клапана компресор може мати чавунну запобіжну пластинку, що розривається за різниці тиску не більше 1,6 МПа. Випуск пари аміаку в атмосферу через запобіжні клапани повинен проводитися по трубі, що виводиться на 1 м вище «конька» даху найвищої будівлі в радіусі 50 м, але не менше 6 м від рівня території і не менше 3 м від майданчиків обслуговування в радіусі 15 м. Діаметр відповідної труби повинен бути не меншим за діаметр запобіжного клапана.

Запобіжні клапани компресорів перевіряють не рідше одного разу на рік, запобіжні клапани на апаратах (посудинах) – не рідше одного разу на шість місяців. Холодильні установки оснащені приладами автоматичного захисту, що зупиняють компресори у разі небезпечних режимів роботи. Захист від підвищеного тиску нагнітання під час пуску компресора з закритим запірним вентиляем, за неприпустимо високого тиску конденсації забезпечується за допомогою реле високого тиску (РТ).

У аміачних холодильних установках справність захисних реле рівня перевіряється один раз на 10 днів, справність інших приладів захисної автоматики – один раз на місяць. У агрегованих хладонових холодильних установках передбачено тепловий захист обмотки статора електродвигуна, вбудованого в компресор.

За нецілодобового обслуговування автоматизованих аміачних холодильних установок у приміщеннях машинних (апаратних) і конденсаторних відділень обов'язкова установка індикаторів витoku аміаку і сигналізаторів аварійної концентрації його в повітрі. Індикатори дають попереджувальний сигнал в приміщення, в якому постійно чергує персонал, і включають вентиляцію за концентрації аміаку в повітрі понад 500 мг/м³ (0,07 %).

Якщо вміст аміаку в повітрі досягає 1500 мг/м³ (0,21 %) – сигналізатори аварійної концентрації вимикають електроживлення холодильної установки і одночасно включають витяжну й аварійну вентиляцію, світлозвукову сигналізацію і сирену, а також застережне табло над входом в машинне (апаратне) відділення, яке сповіщає про загазованість приміщення.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ	Лист

тканини або повсті,

- ящики з піском,
- бочки з водою,
- пожежні відра,
- багри,
- лопи,
- сокири

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.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 55. 008. 007 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

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. Проективання: Учбовий 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. Явнель 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., Игнатъев 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
https://otfk.od.ua/about_us/energy_public/
<http://www.veza.com.ua>

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

					МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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>

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 55. 008. 007 ДП ПЗ

Лист

