

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Валентин ПЕТРЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Холодильні техніка та технології

на тему: «Проект холодильного складу місткістю 5500 тон у місті Київ»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи: ХМ-4-8ск

Хамаза Михайло Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Бойко Володимир Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

проф. Петренко Валентин Петрович

“05 ” квітня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Хамаза Михайло Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи : «Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у місті Київ»

керівник роботи доцент Бойко Володимир Олександрович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” 04 2024 року №256-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 07.06.2024р.

3. Вихідні дані до роботи: місто Київ, Температура Середньорічна – 7,2 °С Літня–

32 °С Зимова –(-21) °С, Відносна вологість Літня– 52 % Зимова– 82 %

Холодоагент: R 507

Тип продукту: Заморозка(м'ясо, риба, масло, універсальні камери та камери фасування), Охолодження(молоко, овочі, універсальні камери та камери фасування).

Ізоляційний матеріал: ПСБ-С, перліт, керамзит, пінобетон

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1). Технолог. схема оброблення продукції. _____

2). Розрахунок холодильної частини проекту _____

3). Техніко економічні показники _____

4). Охорона праці _____

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника _____

2. Схема холодильної установки _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 05.04.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	05.04-21.04.	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	21.04-15.05	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	15.05-22.05	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	22.05-31.05	виконано
5	Здача готової роботи	05.06.2024р.	виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____

Михайло ХАМАЗА _____
(прізвище та ініціали)

Володимир БОЙКО

Анотація

Проекту на тему "Холодильний склад місткістю 5500 тон продукції"

Ця дипломна робота присвячена комплексному дослідженню проектування та експлуатації холодильного складу місткістю 5500 тон продукції. У роботі детально розглянуто всі етапи створення ефективної та надійної системи зберігання продуктів, що забезпечує їхню якість та безпеку протягом тривалого часу.

Основні розділи роботи включають:

1. Планування холодильника
2. Визначення основних будівельних матеріалів та конструкцій
3. Розрахунок ізоляції
4. Розрахунок теплоприпливів
5. Розрахунок необхідної потужності компресорного обладнання
6. Визначення параметрів компресорів для забезпечення необхідної холодопродуктивності.
7. Перевірочний розрахунок конденсатора та розрахунок вентиляції
8. Розробка параметрів випарників
9. Визначення оптимальних параметрів трубопровідної системи.
10. Підбір допоміжного обладнання
11. Економічна частина: Аналіз економічної доцільності проекту та оцінка витрат.

Ця робота надає комплексний підхід до проектування та експлуатації холодильного складу, забезпечуючи детальний аналіз кожного аспекту, необхідного для ефективного зберігання продукції. Висновки та рекомендації можуть бути корисними для інженерів та проектувальників у галузі холодильних систем.

Ключові слова

Холодильний склад, проектування, ізоляція, теплоприпливи, холодопродуктивність, компресори, конденсатори, випарники, економічний аналіз, холодильне обладнання, зберігання продукції, енергоефективність, планування, трубопроводи, будівельні конструкції.

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>	Хамза М.О				<i>Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ</i>	<i>Літер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>	Бойко В.О.					у	4	100
<i>Н. Контр.</i>					ХМ-4-8ск			
<i>Затверд.</i>	Петренко В.П.							

Abstract

Project on the topic "Refrigerated Warehouse with a Capacity of 5500 Tons of Products"

This thesis is dedicated to a comprehensive study of the design and operation of a refrigerated warehouse with a capacity of 5500 tons of products. The work thoroughly examines all stages of creating an efficient and reliable storage system that ensures the quality and safety of products over an extended period.

The main sections of the work include:

1. Planning of the refrigerator
2. Determination of the main construction materials and structures
3. Calculation of insulation
4. Calculation of heat gains
5. Calculation of the required capacity of compressor equipment
6. Determination of compressor parameters to ensure the necessary refrigeration capacity
7. Verification calculation of the condenser and calculation of ventilation
8. Development of evaporator parameters
9. Determination of optimal pipeline system parameters
10. Selection of auxiliary equipment
11. Economic part: Analysis of the economic feasibility of the project and cost estimation

This work provides a comprehensive approach to the design and operation of a refrigerated warehouse, offering a detailed analysis of each aspect necessary for efficient product storage. The conclusions and recommendations may be useful for engineers and designers in the field of refrigeration systems.

Keywords

Refrigerated warehouse, design, insulation, heat gains, refrigeration capacity, compressors, condensers, evaporators, economic analysis, refrigeration equipment, product storage, energy efficiency, planning, pipelines, construction structures.

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>		Хамаза М.О			<i>Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ</i>	<i>Літер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		Бойко В.О.				y	5	100
<i>Н. Контр.</i>						ХМ-4-8СК		
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

Зміст

Вступ.....	7
1. Вихідні дані для розрахунку.....	8
2. Планування холодильника.....	9
2.1. Розрахунок місткості камер.....	12
2.2. Створення плану холодильника.....	14
3. Опис будівельних конструкцій.....	15
4. Розрахунок товщини ізоляції.....	17
4.1. Розрахунок ізоляцій для середньотемпературних камер.....	18
4.2. Розрахунок ізоляцій для низькотемпературних камер.....	23
4.3. Вибір ізоляції.....	28
5. Розрахунок теплоприпливів через огороження.....	35
5.1. Теплоприпливи від вантажу і тари.....	48
5.2. Теплоприпливи при вентиляції.....	56
5.3. Експлуатаційні теплоприпливи.....	58
5.4. Теплоприпливи від фруктів та овочів при «Диханні».....	62
5.5. Зведена таблиця теплоприпливів.....	63
6. Визначення потрібної холодопродуктивності компресору.....	64
7. Вибір робочого режиму холодильної установки.....	68
7.1. Вибір робочого режиму холодильної установки для СТЦ.....	70
7.2. Вибір робочого режиму холодильної установки для НТЦ.....	71
8. Розрахунок компресорів	72
9. Перевірочний розрахунок конденсатору та розрахунок вентиляції.....	74
10. Розрахунок випарників.....	76
11. Розрахунок трубопроводу.....	78
12. Підбір допоміжного обладнання.....	80
13. Економічна частина.....	84
13.1. Економічна частина для СТЦ.....	85
13.2. Економічна частина для НТЦ.....	85
14. Охорона праці.....	87
15. Опис роботи схеми.....	96
16. Додаток.....	98
17. Перелік використаної літератури.....	100

00.БКР.142.008.824 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
Разраб		Хамаза М.О		
Керівник		Бойко В.О.		
Н. Контр.				
Затверд.		Петренко В.П.		
Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ				
		Літер	Лист	Листів
		у	6	100
ХМ-4-8ск				

Вступ

Проект холодильного складу місткістю 5500 тон у м. Київ

Актуальність теми

Харчова промисловість займає провідне місце в економіці багатьох країн, забезпечуючи населення продуктами першої необхідності. В умовах глобалізації ринків та зростання вимог споживачів до якості продуктів питания зберігання харчових товарів стає все більш актуальним. Одним з ключових аспектів ефективного функціонування харчового ринку є організація належного зберігання продукції, що дозволяє зберегти її свіжість та безпеку протягом тривалого часу. Важливу роль у цьому процесі відіграють холодильні склади, які забезпечують оптимальні умови для зберігання широкого спектру харчових продуктів.

Розробка проекту холодильного складу місткістю 5500 тон продукції є актуальною задачею, яка відповідає сучасним вимогам до логістики та зберігання харчових товарів. Такий склад забезпечить належні умови для зберігання продуктів різних категорій, що сприятиме збереженню їх якості та безпеки. Ці об'єкти відіграють ключову роль у забезпеченні оптимальних умов збереження продукції на тривалий період, що є надзвичайно важливим для підприємств харчової промисловості, логістичних компаній та роздрібних мереж.

Мета та завдання дослідження

Метою даного проекту є дослідження принципів функціонування холодильних складів, аналіз технологій, що використовуються в цій галузі, а також розробка рекомендацій. У процесі роботи будуть розглянуті основні аспекти проектування та експлуатації холодильних складів.

Холодильні склади представляють собою складні інженерні споруди, що вимагають ретельного проектування та дотримання багатьох технологічних умов для підтримання оптимальних температурних режимів. Вони забезпечують не тільки зберігання, а й можливість обробки та підготовки продуктів до подальшого транспортування та реалізації.

Дослідження даної теми є актуальним, оскільки зростаюча потреба в якісних продуктах харчування потребує вдосконалення існуючих методів зберігання та впровадження новітніх технологічних рішень.

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				у	7	100
Н. Контр.					ХМ-4-8ск			
Затверд.		Петренко В.П.						

1. Вихідні данні для розрахунку

Параметри зовнішнього повітря приймаємо за даними: [ст.8. 1.]

Місто – Київ

Географічна широта – 52

Температура, °С

Середньорічна – 7,2 °С

Літня – 32 °С

Зимова – (-21) °С

Відносна вологість, %

Літня – 52 %

Зимова – 82 %

Холодильний склад повинний вміщувати – 5500 т. продукту

Допускається об'єднання продуктів в одній камері при схожості умов зберігання[ст.5. 1П.]:

- м'ясо та риба;
- овочі, фрукти та напої;
- напої та кондитерські вироби;
- гастрономія та молочні продукти;
- молочні продукти та кондитерські вироби.

Параметри повітря в приміщеннях які не охолоджуються та температур ґрунту під підлогою камер прийняти: [ст.9. 1П.]

Приміщення :

Манинне відділення – 24°С

Тамбур – 12°С

Службове приміщення – 22°С

Температура ґрунту – 14°С

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>		Хамаза М.О			<i>Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ</i>	<i>Літер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		Бойко В.О.				y	8	100
<i>Н. Контр.</i>						ХМ-4-8ск		
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

2. Планування Холодильника

Данні для розрахунку площ камер приймаємо за таблицею [7.5. 3К.]

- Висота приміщення одноповерхового холодильника (від чистої підлоги до низу нусущих конструкцій) – (3,5-5)м.
- Грузова висота $h_{гр}$, м. – (2,5-3,5)м.
- Відношення площі допоміжних приміщень до площі камер зберігання $F_{доп.} / F_{кам. зберіг.} - (0.4 - 0.3)$

1) Згідно таблиці 7.4 холодильник повинен влючати в себе 4-7 камер зюерігання заморожених продуктів(75%), 2-3 універсальні камери (25%), та 1-2 морозильних камер добового виробництва (0,6%) від загальної ємності всього холодильника.

2) Розмір сітки приймаємо 6x24 м

3) Приймаємо, що в холодильному складі повинен бути коридор

Визначаємо необхідну площу камер зберігання ох. продуктів та зам. продуктів:

Будівну площу камер $F_{кам. зберіг}$ (m^2) в камерах без підвісів, знаходять по формулі (1.1):

$$F_{кам. зберіг} = \frac{V_k}{q_v h_{гр} \beta} \quad (2.1)$$

Де, V_k – вмісткість камер зберігання, охолодження, універсальних камер

q_v – норма навантаження на $1 m^3$

Величина норми завантаження залення від способу розміщення продукції під час термічної обробки : на піввісних шляхах, в стієчних піддонах, на стелажах.

Значення норми завантаження залежно від способу розміщення продукції див Табл

$h_{гр}$ – грузова висота штабеля, м

β – коефіцієнт використання будівної площі камери. Приймаємо за [7.5. 3К.]

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				у	9	100
Н. Контр.						ХМ-4-8ск		
Затверд.		Петренко В.П.						

Будівну площу камер $F_{\text{кам. зберіг}} (\text{м}^2)$ в камерах без підвісів, знаходять по формулі (2.2):

$$F_{\text{кам.мор.}} = \frac{M_{\text{т}}}{q_f \cdot 24} \quad (2.2)$$

$M_{\text{т}}$ - добова продуктивність камер ох., або заморожування т/добу.

q_f – норма навантаження на 1 м^2

Таблиця.

Спосіб розміщення продукту	Норма навантаження, т/м ²
Підвісні шляхи	0,15...0,20
Стічний піддон (1-2 яруси)	0,30...0,60
Стелаж	0,30

Визначаємо необхідну площу основних камер зберігання морожених продуктів згідно (табл. 7.4) згідно формулі 2.1

$$F_{\text{кам. зберіг}} = \frac{0,75 \cdot 5500}{0,35 \cdot 3 \cdot 0,8} = 2678 \text{ м}^2$$

При цьому кількість будівельних прямокутників визначаємо по формулі:

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f}, \text{ шт} \quad (2.3)$$

Де f – площа одного прямокутника, м² (за прийнятою сіткою колон)

$$n = \frac{2678}{144} = 18,6$$

Визначаємо необхідну площу універсальних камер зберігання продуктів згідно (табл. 7.4) згідно формулі 2.2

$$F_{\text{кам. універс}} = \frac{0,25 \cdot 5500}{0,35 \cdot 3 \cdot 0,8} = 982 \text{ м}^2$$

Визначаємо необхідну площу морозильних камер зберігання продуктів згідно (табл. 7.4) згідно формулі

$$F_{\text{кам. мор}} = \frac{0,006 \cdot 5500 \cdot 24}{0,15 \cdot 24} = 220 \text{ м}^2$$

Розраховуємо загальну площадь зберігання камер.

$$F_{\text{кам. зберіг}} = 2678 + 982 = 3660 \text{ м}^2$$

Знаходимо площу допоміжних приміщень.

$$F_{\text{доп}} = 0,35 \cdot F_{\text{кам зб}} = 0,35 \cdot 2678 = 973 \text{ м}^2$$

Необхідна площа охолоджуемого складу знаходиться за формулою:

$$F_{\text{ох}} = F_{\text{кам зб}} + F_{\text{мор}} + F_{\text{доп}}, (2.4)$$

Знаходимо необхідну площу охолодж. складу за формулою 2.4 :

$$F_{\text{ох}} = 2678 + 220 + 973 = 3871 \text{ м}^2$$

Розраховуємо необхідну площу машинного відділення:

$$F_{\text{маш в}} = 0,1 \cdot F_{\text{ох}} = 0,1 \cdot 3871 = 387 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу службових приміщень:

$$F_{\text{сл пр}} = 0,3 \cdot F_{\text{ох}} = 0,3 \cdot 3871 = 1161 \text{ м}^2$$

2.1 Розрахунок місткості камер, кг:

Емність камери визначається за формулою: [ст.9. ІП.]

$$E = S \cdot q_F, \text{ кг (2.5)}$$

де E – місткість камер, кг

S – площа камери, м²

q_F – норма навантаження, кг/ м²

Для визначення місткості камер користуватися нормами навантаження 1 м²:

Норми навантаження (кг) на 1 м², [ст.8. ІП.]

Продукти:

М'ясо та м'ясні напівфабрикати – 150 кг

Рибні напівфабрикати – 300 кг

Молочна продукція – 300 кг

Гастрономія – 150 кг

Овочеві, фрукти – 100 кг

Кондитерські вироби – 150 кг

Напої – 250 кг

Заморожені продукти – 250 кг

Відходи – (-) кг

Для універсальних камер - 250 кг

					00.БКР.142.008.824 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		12

При визначення місткості камер до розрахунку слід приймати не нормативну, а дійсну (ту, що прийнята при плануванні) площу камер, [ст.8. 1П.]

Продукт: Молочна продукція (кам.№1)

$$E(\text{мол}) = 720 \cdot 0,35 = 252 \text{ кг} = 252\text{т}$$

Продукт: Заморожене м'ясо (кам.№2)

$$E(\text{зам. м'ясо}) = 720 \cdot 250 = 180\,000 \text{ кг} = 252\text{т}$$

Продукт: Заморожена риба (кам.№3)

$$E(\text{зам. риба}) = 720 \cdot 250 = 180\,000 \text{ кг} = 252\text{т}$$

Продукт: Овочі (кам.№4)

$$E(\text{овочі}) = 576 \cdot 100 = 57\,600 \text{ кг} = 201,6\text{т}$$

Продукт: Універсальна заморозка (кам.№5)

$$E(\text{зам.}) = 576 \cdot 250 = 69\,000 \text{ кг} = 69\text{т}$$

Продукт: Універсальна (кам.№6)

$$E(\text{універсальна}) = 576 \cdot 250 = 69\,000 \text{ кг} = 69\text{т}$$

Продукт: Заморозка масло (кам.№7)

$$E(\text{зам. масло}) = 216 \cdot 250 = 54\,000 \text{ кг} = 75,6\text{т}$$

Продукт: Допоміжна камера фасування (кам.№8)

$$E(\text{фасув.}) = 288 \cdot 250 = 72\,000 \text{ кг} = 100,8\text{т}$$

Продукт: Допоміжна камера фасування (кам.№9)

$$E(\text{фасув.}) = 288 \cdot 250 = 72\,000 \text{ кг} = 100,8\text{т}$$

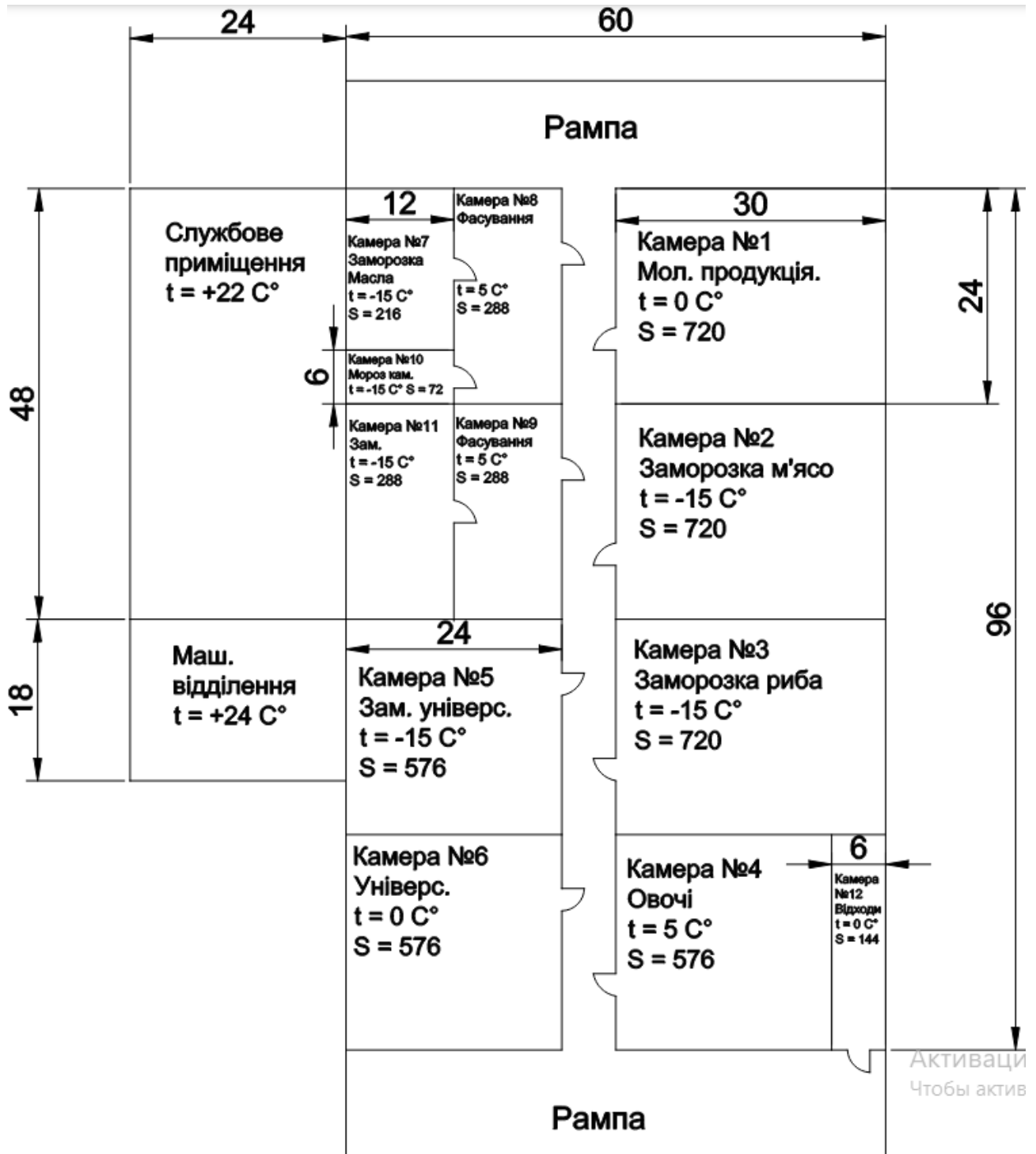
Продукт: Заморозка фасув. (кам.№10)

$$E(\text{зам. ф.}) = 72 \cdot 250 = 18\,000 \text{ кг} = 25,2\text{т}$$

Продукт: Заморозка (кам.№11)

$$E(\text{зам.}) = 288 \cdot 250 = 72\,000 \text{ кг} = 100,8\text{т}$$

2.2 Створення плану холодильного складу



Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

14

3. Опис будівельних конструкцій

Основна відмінність холодильників від інших промислових будівель полягає в необхідності постійно підтримувати низьку температуру повітря при високій відносній вологості. Тому призначення холодильників визначає вибір матеріалів для будівельних конструкцій, які повинні бути міцними, стійкими до навантажень, довговічними, вогнестійкими, легкими, економічними та повинні сприяти тривалому підтриманню необхідного температурно-вологісного режиму в охолоджуваних приміщеннях. Для одноповерхових холодильників підприємств торгівлі та громадського харчування огорожувальну та несучу конструкцію будівлі в основному виконують з цегли або сандвіч-панелей. В даному випадку стіни холодильника самонесучі. Огородження виконані з цегли опираються на стрічковий фундамент, кий розташовується безперервно під всім периметром стін. Огородження з сандвіч панелей монтуються на суцільні плитні фундаменти невеликої товщини. Зовнішні та внутрішні стіни виконують з червоної повнотілої цегли марки не нижче М-100. Товщина цегляної кладки зовнішніх стін складає півтори цеглини (380 мм), внутрішньої – одна цеглина (250 мм). Теплоізоляційних та пароізоляційний шари виконуються з внутрішньої сторони огорожень камери. В якості теплоізоляції частіше всього використовується ПСБ-С, мінеральна вата. В якості пароізоляції – гідрозол, бітум. Шари теплової ізоляції та пароізоляції повинні бути суцільними, без температурних містків. Перегородки між камерами виконують з пінобетону. Вони легкі, економічні і виконують функцію як огорожувальної конструкції так і теплоізоляції. Перегородки виконують в один чи два шари з блоків стандартної товщини. Поле стіни всередині камер облицьовують керамічною плиткою. Таке рішення дозволяє підтримувати стан приміщення в чистоті, відповідно до санітарних вимог.

Підлога холодильника складається з основи та покриття (чистої підлоги). До складу основи входять: декілька шарів бетонної підготовки, пароізоляція,

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>		Хамаза М.О			<i>Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ</i>	<i>Літер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		Бойко В.О.				у	15	100
<i>Н. Контр.</i>						ХМ-4-8ск		
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

теплоізоляція. В якості теплоізоляції частіше всього використовують керамзитовий ґравій. Підлога повинна мати необхідну міцність, жорсткість, повинна бути безпечною для людей, безшумна, гігієнічна. В якості чистої підлоги охолоджуваних приміщень холодильника застосовують бетонні плити. Така підлога в найбільшій ступені задовольняє вище переліченим вимогам.

Холодильники підприємств торгівлі та громадського харчування виконуються з покриттями без горища, котрі повинні бути міцними, довговічними, економічними, водонепроникними та атмосферостійкими. Невеликі холодильники виконують з односкатною покрівлею, нахил 2-3%. В якості покрівельних матеріалів використовують гідроізол, склоруберойд або руберойд. Нахил виконується за рахунок використання комбінованої ізоляції – теплоізоляційної плити невеликої товщини та засипної ізоляції. При будівництві холодильника з сандвіч-панелей використовують панелі стандартної товщини та розмірів.

Теплоізоляційний шар може бути виконаний з пінополістиролу (ПСБ-С), пінополіуретану (ППУ), IPN. Конструкція сандвіч-панелей забезпечує мінімальне проникнення вологи і не потребує додаткового шару пароізоляції. Внутрішні та зовнішні стіни і перегородки виконуються з сандвічпанелей різної товщини. Для виконання покриття холодильника використовують спеціальні покрівельні панелі. В проекті вказують лише ті конструкції, що прийняті для холодильника. Висоту камер слід приймати від 2,4 до 3,5 м. Конструкції ізольованих огорожень показані на додатку Б.

Щодо ізоляції, внутрішні стіни та перегородки вкриваються шарами теплоізоляційних та пароізоляційних матеріалів, таких як пінополістирол або мінеральна вата. Це допомагає підтримувати необхідний температурно-вологісний режим у внутрішніх приміщеннях. Підлога холодильника має спеціальне покриття, що забезпечує безпечність, міцність та гігієнічність. Вона може складатися з бетонних плит з ізоляційними шарами.

Такі конструкції забезпечують необхідний рівень ізоляції та міцності, щоб зберігати продукти на потрібній температурі та вологості.

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

4. Розрахунок товщини теплоізоляції будівельних конструкцій

Вибір ізоляції є одним з важливих етапів будування холодильника.

Товщина теплоізоляції визначається за формулою, [ст 11. 1П.]:

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \left[\frac{1}{k_0} - \left(\frac{1}{\alpha_{зов}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right], \text{ м} \quad (4.1)$$

де k_0 – потрібний або нормативний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

$\alpha_{зов}, \alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої та внутрішньої поверхні стіни відповідно, Вт/(м²·К);

$\delta_{із}, \delta_{1,2\dots n}$ – товщина ізоляційного та будівельного шару відповідно, м;

$\lambda_{із}, \lambda_{1,2\dots n}$ – коефіцієнт теплопровідності ізоляційного та будівельного шару відповідно, Вт/(м·К).

Після зміни розрахункового значення товщини теплоізоляції необхідно перерахувати дійсний коефіцієнт теплопередачі, [2 ст 13]:

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{зов}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{із}^d}{\lambda_{із}}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad (4.2)$$

де k_0 – дійсний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

$\delta_{із}^d$ – прийнята товщина ізоляційного та будівельного шару відповідно, м.

Стандарти товщини теплоізоляції [ст 13]:

- для пінопластів ПСБ-С, ППУ-3С та IPN: 25, 40, 50, 80, 100, 150, 200 мм;
- для мінеральної вати: 50, 80, 100, 150, 200 мм;
- для газобетону: 200, 220, 240, 260 ... 400 мм.

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				y	17	100
Н. Контр.						ХМ-4-8ск		
Затверд.		Петренко В.П.						

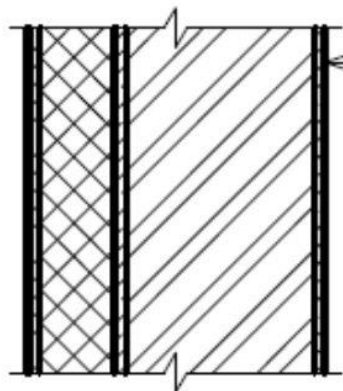
4.1 Розрахунок для середньотемпературних камер

Для зовнішньої стіни

Температура в камері 0°C.

Прийнята теплоізоляція: ПСБ-С, $\lambda_{із} = 0,028$ Вт/(м²·К).

Конструкція стіни та товщини шарів (δ_i):



Штукатурка цементна	0,020
Кладка цегляна	0,380
Штукатурка цементна	0,020
Пароізоляція	0,004
Теплоізоляція	$\delta = ?$
Штукатурка цементна	0,020
Плитка керамічна	0,005

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- штукатурка $\lambda_1 = 0,88$ Вт/(м·К);
- кладка цегляна $\lambda_2 = 0,82$ Вт/(м·К);
- пароізоляція $\lambda_3 = 0,3$ Вт/(м·К);
- плитка керамічна $\lambda_4 = 0,8$ Вт/(м·К).
- теплоізоляція $\lambda = 0,028$ Вт/(м·К).

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,375$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9$ Вт/(м²·К).

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,028 \left[\frac{1}{0,375} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,05 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} + \frac{0,05}{0,028}} = 0,40 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю

товщиною 50 мм.

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

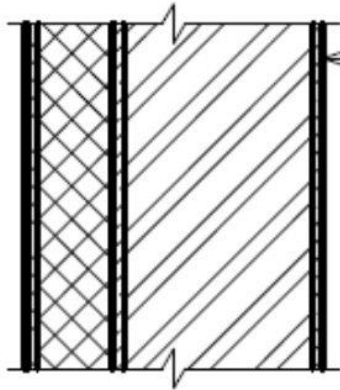
18

Для внутрішньої стіни

Температура в камері 0°C.

Прийнята теплоізоляція: ПСБ-С, $\lambda_{із} = 0,028$ Вт/(м·К).

Конструкція стіни та товщини шарів (δ_i):



Штукатурка цементна	0,020
Кладка цегляна	0,380
Штукатурка цементна	0,020
Пароізоляція	0,004
Теплоізоляція	$\delta = ?$
Штукатурка цементна	0,020
Плитка керамічна	0,005

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- штукатурка $\lambda_1 = 0,88$ Вт/(м·К);
- кладка цегляна $\lambda_2 = 0,82$ Вт/(м·К);
- пароізоляція $\lambda_3 = 0,3$ Вт/(м·К);
- плитка керамічна $\lambda_4 = 0,8$ Вт/(м·К).
- теплоізоляція $\lambda = 0,028$ Вт/(м·К).

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,384$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9$ Вт/(м²·К).

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,028 \left[\frac{1}{0,384} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,05 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} + \frac{0,053}{0,028}} = 0,26 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю

товщиною 50 мм.

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

19

Для покрівлі

Температура в камері 0°C.

Прийнята теплоізоляція: Перліт, $\lambda_{із} = 0,23$ Вт/(м·К).

Конструкція покрівлі та товщини шарів (δ_i):



Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- Килим рулонний покрівельний $\lambda_1 = 0,3$ Вт/(м·К);
- Стяжка бетонна $\lambda_2 = 1,4$ Вт/(м·К);
- Ізоляція засипна $\lambda_3 = 0,23$ Вт/(м·К);
- Ізоляційна плита $\lambda_4 = 0,047$ Вт/(м·К);
- Плита залізобетонна $\lambda_5 = 1,5$ Вт/(м·К);

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,346$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9$ Вт/(м²·К).

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,23 \left[\frac{1}{0,346} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,12}{0,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,050}{0,047} + \frac{0,220}{1,5} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,25 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,12}{0,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,050}{0,047} + \frac{0,220}{1,5} + \frac{1}{9} + \frac{0,25}{0,23}} = 0,34 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

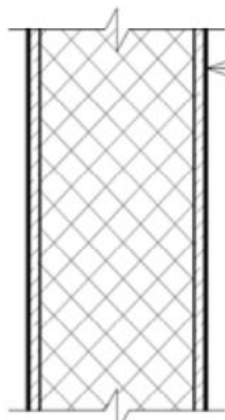
За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю товщиною 250 мм.

Перегородка між камерна

Температура в камері 0°C.

Прийнята теплоізоляція: Пінобетон, $\lambda_{із} = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Конструкція перегородки та товщини шарів (δ_i):



Плитка керамічна	0,005
Штукатурка цементна	0,020
Пінобетон	$\delta = ?$
Штукатурка цементна	0,020
Плитка керамічна	0,005

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- Плитка керамічна $\lambda_1 = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Штукатурка $\lambda_2 = 0,88 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Пінобетон $\lambda_3 = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Штукатурка $\lambda_4 = 0,88 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Плитка керамічна $\lambda_5 = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,15 \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,005 \cdot 2}{0,8} + \frac{0,020 \cdot 2}{0,88} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,22 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,005 \cdot 2}{0,8} + \frac{0,020 \cdot 2}{0,88} + \frac{1}{9} + \frac{0,22}{0,15}} = 0,60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю товщиною 220 мм.

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

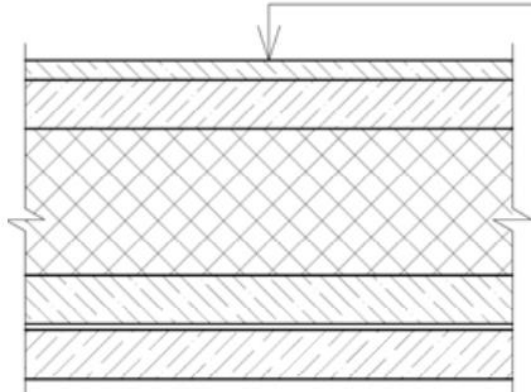
21

Підлога

Температура в камері 0°C.

Прийнята теплоізоляція: Керамзит(гравій), $\lambda_{із} = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Конструкція підлоги та товщини шарів (δ_i):



Чиста підлога	0,040
Підготовка бетонна	0,100
Теплоізоляція, керамзитовий гравій $\delta = ?$	
Підготовка бетонна	0,100
Гідроізоляція	0,012
Підготовка бетонна, по ущільненому ґрунту	0,100

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- Чиста підлога $\lambda_1 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Підготовка бетону $\lambda_2 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Теплоізоляція, Керамзит(гравій) $\lambda_3 = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Підготовка бетону $\lambda_4 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Гідроізоляція, Рубероїд $\lambda_5 = 0,16 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Підготовка бетону по ущільненому ґрунту $\lambda_6 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,365 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,2 \left[\frac{1}{0,365} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,45 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} + \frac{0,45}{0,2}} = 0,36 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю товщиною 450 мм.

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

22

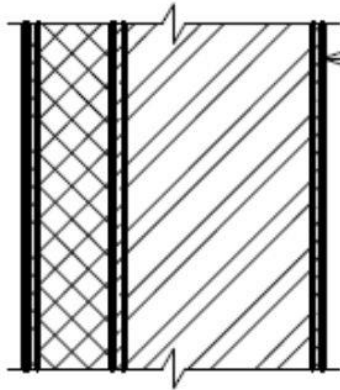
4.2 Розрахунок для низькотемпературних камер(заморозка)

Для зовнішньої стіни

Температура в камері -15°C.

Прийнята теплоізоляція: ПСБ-С, $\lambda_{із} = 0,028$ Вт/(м²·К).

Конструкція стіни та товщини шарів (δ_i):



Штукатурка цементна	0,020
Кладка цегляна	0,380
Штукатурка цементна	0,020
Пароізоляція	0,004
Теплоізоляція	$\delta = ?$
Штукатурка цементна	0,020
Плитка керамічна	0,005

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- штукатурка $\lambda_1 = 0,88$ Вт/(м·К);
- кладка цегляна $\lambda_2 = 0,82$ Вт/(м·К);
- пароізоляція $\lambda_3 = 0,3$ Вт/(м·К);
- плитка керамічна $\lambda_4 = 0,8$ Вт/(м·К).
- теплоізоляція $\lambda = 0,028$ Вт/(м·К).

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,28$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9$ Вт/(м²·К).

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,028 \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,08 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} + \frac{0,08}{0,028}} = 0,28 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю псб-с,

товщиною 80 мм.

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

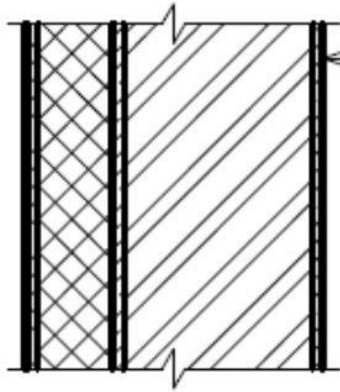
23

Для внутрішньої стіни

Температура в камері -15°C.

Прийнята теплоізоляція: ПСБ-С, $\lambda_{із} = 0,028$ Вт/(м·К).

Конструкція стіни та товщини шарів (δ_i):



Штукатурка цементна	0,020
Кладка цегляна	0,380
Штукатурка цементна	0,020
Пароізоляція	0,004
Теплоізоляція	$\delta = ?$
Штукатурка цементна	0,020
Плитка керамічна	0,005

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- штукатурка $\lambda_1 = 0,88$ Вт/(м·К);
- кладка цегляна $\lambda_2 = 0,82$ Вт/(м·К);
- пароізоляція $\lambda_3 = 0,3$ Вт/(м·К);
- плитка керамічна $\lambda_4 = 0,8$ Вт/(м·К).
- теплоізоляція $\lambda = 0,028$ Вт/(м·К).

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,305$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3$ Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9$ Вт/(м²·К).

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,028 \left[\frac{1}{0,305} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,07 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,020 \cdot 3}{0,88} + \frac{0,380}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{1}{9} + \frac{0,07}{0,028}} = 0,31 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю

товщиною 70 мм.

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

24

Для покрівлі

Температура в камері -15°C .

Прийнята теплоізоляція: Перліт, $\lambda_{із} = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Конструкція покрівлі та товщини шарів (δ_i):



Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- Килим рулонний покрівельний $\lambda_1 = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Стяжка бетонна $\lambda_2 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Ізоляція засипна $\lambda_3 = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Ізоляційна плита $\lambda_4 = 0,047 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Плита залізобетонна $\lambda_5 = 1,5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,23 \left[\frac{1}{0,27} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,12}{0,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,050}{0,047} + \frac{0,220}{1,5} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,43 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,12}{0,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,050}{0,047} + \frac{0,220}{1,5} + \frac{1}{9} + \frac{0,43}{0,23}} = 0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

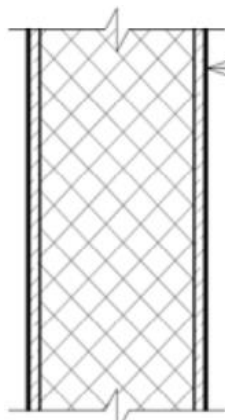
За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю товщиною 450 мм

Перегородка між камерна

Температура в камері -15°C.

Прийнята теплоізоляція: Пінобетон, $\lambda_{із} = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Конструкція перегородки та товщини шарів (δ_i):



Плитка керамічна	0,005
Штукатурка цементна	0,020
Пінобетон	$\delta = ?$
Штукатурка цементна	0,020
Плитка керамічна	0,005

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- Плитка керамічна $\lambda_1 = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Штукатурка $\lambda_2 = 0,88 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Пінобетон $\lambda_3 = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Штукатурка $\lambda_4 = 0,88 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Плитка керамічна $\lambda_5 = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,15 \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,005 \cdot 2}{0,8} + \frac{0,020 \cdot 2}{0,88} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,5 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,005 \cdot 2}{0,8} + \frac{0,020 \cdot 2}{0,88} + \frac{1}{9} + \frac{0,5}{0,15}} = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю товщиною 500 мм

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

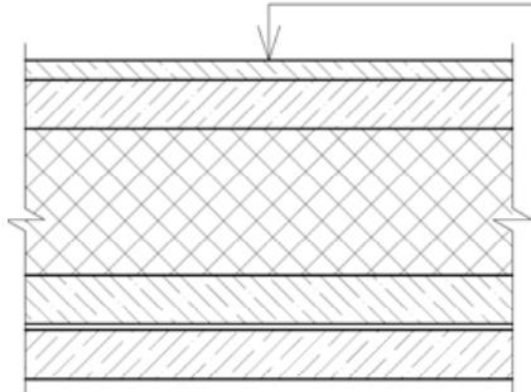
26

Підлога

Температура в камері -15°C.

Прийнята теплоізоляція: Керамзит(гравій), $\lambda_{із} = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Конструкція підлоги та товщини шарів (δ_i):



Чиста підлога	0,040
Підготовка бетонна	0,100
Теплоізоляція, керамзитовий гравій $\delta = ?$	
Підготовка бетонна	0,100
Гідроізоляція	0,012
Підготовка бетонна, по ущільненому ґрунту	0,100

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

- Чиста підлога $\lambda_1 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Підготовка бетону $\lambda_2 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Теплоізоляція, Керамзит(гравій) $\lambda_3 = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Підготовка бетону $\lambda_4 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Гідроізоляція, Рубероїд $\lambda_5 = 0,16 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- Підготовка бетону по ущільненому ґрунту $\lambda_6 = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

Нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_0 = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони стіни $\alpha_{зов} = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони стіни $\alpha_{вн} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Визначаємо товщину теплоізоляції $\delta_{із}$:

$$\delta_{із} = 0,2 \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,7 \text{ м}$$

Тоді, дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_d :

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} + \frac{0,7}{0,2}} = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

За стандартами товщини теплоізоляції, я приймаю товщиною 700 мм.

4.3 Вибір теплоізоляції:

Для ізоляції стін, я вибираю «ПСБ-С», оскільки:

Ізоляція ПСБ-С (пінополістирол самозагасаючий) є одним з найкращих матеріалів для використання в холодильному обладнанні завдяки ряду вагомих переваг. Ось детальний огляд причин, чому ПСБ-С є оптимальним вибором для ізоляції холодильного обладнання:

1. Високі теплоізоляційні властивості

ПСБ-С має низьку теплопровідність, що забезпечує ефективну теплоізоляцію. Це дозволяє зберігати стабільну низьку температуру всередині холодильного обладнання, знижуючи витрати на енергію для охолодження.

2. Вогнестійкість

Самозагасаючий полістирол має здатність до самозагасання, що підвищує рівень пожежної безпеки. Це важливо для забезпечення безпеки експлуатації холодильних систем, особливо в комерційних і промислових умовах.

3. Вологостійкість

ПСБ-С не вбирає вологу, що запобігає утворенню конденсату і знижує ризик розвитку грибків і плісняви. Це забезпечує довговічність і гігієнічність ізоляційного матеріалу.

4. Механічна міцність і стабільність

Пінополістирол має високу міцність на стиск і стабільність форми, що дозволяє використовувати його в конструкціях, що піддаються механічним навантаженням. Це важливо для підтримки цілісності ізоляції в умовах експлуатації холодильного обладнання.

5. Довговічність

Пінополістирол є стійким до біологічних і хімічних впливів, що забезпечує тривалий термін служби ізоляційного шару без втрати його властивостей. Це знижує частоту заміни і витрати на обслуговування.

6. Екологічна безпека

ПСБ-С є екологічно безпечним матеріалом, який не виділяє шкідливих речовин в процесі експлуатації. Він також підлягає переробці

7. Економічна вигода

Пінополістирол є економічно вигідним матеріалом завдяки його низькій вартості і високій ефективності. Використання ПСБ-С дозволяє знизити загальні витрати на ізоляцію холодильного обладнання при збереженні високих теплоізоляційних властивостей.

8. Стійкість до температурних коливань

ПСБ-С зберігає свої ізоляційні властивості в широкому діапазоні температур, що робить його ідеальним для використання в холодильному обладнанні, де можливі різкі температурні зміни.

Висновок

Ізоляція ПСБ-С (пінополістирол самозагасаючий) є найкращим вибором для холодильного обладнання завдяки своїм високим теплоізоляційним властивостям, вогнестійкості, вологостійкості, механічній міцності, легкості монтажу, довговічності, екологічній безпеці та економічній вигоді. Ці характеристики забезпечують ефективну і надійну роботу холодильних систем, знижуючи витрати на енергію і обслуговування та підвищуючи рівень безпеки і екологічності.

Для ізоляції покрівлі, я вибираю «Перліт», оскільки:

Ізоляція з використанням перліту має низку переваг, які роблять її оптимальним вибором для криш холодильних складів. Ось основні причини, чому перліт є найкращим матеріалом для цього застосування:

1. Відмінні теплоізоляційні властивості

Перліт має низьку теплопровідність, що дозволяє ефективно ізолювати холодні приміщення від зовнішнього тепла. Це сприяє підтриманню стабільної низької температури всередині холодильного складу і знижує енергоспоживання, необхідне для охолодження.

2. Низька вага

Перліт є надзвичайно легким матеріалом, що знижує навантаження на конструкцію криші. Це дозволяє зменшити витрати на будівництво та забезпечити більшу гнучкість у проектуванні та монтажі ізоляції.

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		29

3. Негорючість

Перліт є негорючим матеріалом, що забезпечує високий рівень пожежної безпеки. Це важливо для холодильних складів, де безпека зберігання продуктів та обладнання є критично важливою.

4. Вологостійкість

Перліт не вбирає вологу, що запобігає утворенню конденсату та пов'язаних з ним проблем, таких як корозія металевих конструкцій чи розвиток плісняви та грибків. Це забезпечує тривалий термін служби ізоляції та покрівлі.

5. Хімічна інертність

Перліт є хімічно інертним матеріалом, що робить його стійким до впливу агресивних середовищ. Це важливо для умов експлуатації холодильних складів, де можуть використовуватись різні хімічні речовини для очищення чи обробки.

6. Екологічна безпека

Перліт є природним матеріалом, який не містить токсичних компонентів та не виділяє шкідливих речовин у процесі експлуатації. Це робить його безпечним для здоров'я працівників та навколишнього середовища.

7. Довговічність

Перліт є стійким до впливу ультрафіолетового випромінювання та екстремальних температур, що забезпечує його тривалий термін служби без погіршення ізоляційних властивостей.

8. Легкість монтажу

Перлітова ізоляція легко монтується та обробляється, що скорочує час будівництва та знижує витрати на робочу силу. Легкість матеріалу також спрощує його транспортування та укладання на місці.

9. Стійкість до механічних пошкоджень

Перлітова ізоляція має високу міцність на стиск та стійкість до механічних пошкоджень. Це важливо для покрівель холодильних складів, які можуть піддаватися навантаженням від вітру, снігу чи обслуговування.

Висновок

Ізоляція з використанням перліту забезпечує комплекс переваг, які роблять її

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	Лист
						30
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ідеальною для криш холодильних складів. Відмінні теплоізоляційні властивості, низька вага, негорючість, вологостійкість, хімічна інертність, екологічна безпека, довговічність, легкість монтажу та стійкість до механічних пошкоджень забезпечують ефективну, надійну та довговічну ізоляцію. Це робить перліт оптимальним вибором для забезпечення високої енергоефективності та безпеки холодильних складів, що прагнуть зберегти якість збережених продуктів та мінімізувати експлуатаційні витрати.

Для ізоляції міжкамерних перегородок, я вибираю «пінобетон», оскільки: Ізоляція з використанням пінобетону має низку переваг, які роблять її оптимальним вибором для міжкамерних перегородок холодильних складів. Ось основні причини, чому пінобетон є найкращим матеріалом для цього застосування:

1. Високі теплоізоляційні властивості

Пінобетон має низьку теплопровідність, що забезпечує ефективну ізоляцію між різними камерами холодильного складу. Це допомагає підтримувати необхідну температуру в кожній камері, запобігаючи втратам холоду і знижуючи енергоспоживання.

2. Міцність і довговічність

Пінобетон володіє високою міцністю, що робить його стійким до механічних пошкоджень і деформацій. Це забезпечує довговічність перегородок, що є важливим для тривалої експлуатації холодильного складу.

3. Вогнестійкість

Пінобетон є негорючим матеріалом, що забезпечує високу пожежну безпеку. Це критично важливо для холодильних складів, де зберігається велика кількість продуктів, які можуть бути чутливими до температури.

4. Звукоізоляційні властивості

Пінобетон має відмінні звукоізоляційні властивості, що допомагає зменшити рівень шуму між різними камерами. Це сприяє створенню комфортних умов праці та знижує шумове забруднення в приміщенні.

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		31

5. Вологостійкість

Пінобетон стійкий до вологи, що запобігає утворенню конденсату та пов'язаних з ним проблем, таких як корозія металевих елементів чи розвиток плісняви та грибків. Це забезпечує тривалий термін служби перегородок.

6. Легкість матеріалу

Пінобетон є відносно легким матеріалом, що спрощує його транспортування та монтаж. Легкість матеріалу знижує навантаження на конструкцію холодильного складу, що може бути важливим фактором при проектуванні.

7. Екологічна безпека

Пінобетон виготовляється з природних матеріалів і не містить токсичних речовин. Це робить його екологічно безпечним для здоров'я працівників та навколишнього середовища.

8. Простота монтажу

Пінобетон легко обробляється та монтується, що скорочує час та витрати на будівництво. Він може бути швидко встановлений між камерами, забезпечуючи надійну ізоляцію.

9. Економічна вигода

Виготовлення та монтаж пінобетонних перегородок є економічно вигідним завдяки низькій вартості матеріалу та простоті його обробки. Це знижує загальні витрати на будівництво холодильного складу.

10. Стійкість до хімічних речовин

Пінобетон має високу стійкість до хімічних речовин, що можуть використовуватися для очищення чи випадково потрапити на матеріал. Це забезпечує тривалий термін служби перегородок без втрати їх властивостей.

Висновок

Ізоляція з використанням пінобетону забезпечує комплекс переваг, які роблять її ідеальною для міжкамерних перегородок холодильних складів. Високі теплоізоляційні властивості, міцність і довговічність, вогнестійкість, звукоізоляційні властивості, вологостійкість, легкість матеріалу, екологічна безпека, простота монтажу, економічна вигода та стійкість до хімічних речовин

роблять пінобетон оптимальним вибором для забезпечення ефективної, надійної та довговічної ізоляції між камерами холодильних складів. Це сприяє збереженню якості продукції, зниженню експлуатаційних витрат та підвищенню загальної ефективності роботи складу.

Для ізоляції підлоги, я вибираю «керамзит», оскільки:

Ізоляція з використанням керамзиту має низку переваг, які роблять його оптимальним вибором для підлоги холодильних складів. Ось основні причини, чому керамзит є найкращим матеріалом для цього застосування:

1. Відмінні теплоізоляційні властивості

Керамзит має низьку теплопровідність, що забезпечує ефективну ізоляцію підлоги холодильної камери від ґрунту. Це допомагає підтримувати стабільну низьку температуру всередині складу, зменшуючи енергоспоживання для охолодження.

2. Висока міцність і довговічність

Керамзит є дуже міцним матеріалом, який витримує великі навантаження. Це важливо для підлоги холодильних складів, де часто пересуваються важкі вантажі та техніка.

3. Стійкість до вологи і хімічних речовин

Керамзит не вбирає вологу і стійкий до впливу хімічних речовин, що можуть потрапляти на підлогу холодильного складу. Це запобігає утворенню конденсату та корозії, зберігаючи підлогу в хорошому стані протягом тривалого часу.

4. Негорючість

Керамзит є негорючим матеріалом, що забезпечує високу пожежну безпеку. Це важливо для зберігання продуктів, які можуть бути чутливими до температури та вогню.

5. Екологічна безпека

Керамзит виготовляється з природних матеріалів, таких як глина, і не містить шкідливих речовин. Це робить його безпечним для здоров'я працівників та навколишнього середовища.

6. Легкість матеріалу

Керамзит є легким матеріалом, що полегшує його транспортування та монтаж. Це знижує витрати на будівництво та встановлення ізоляції підлоги.

7. Висока пористість

Завдяки своїй пористій структурі, керамзит забезпечує додаткову теплоізоляцію та вентиляцію підлоги, запобігаючи утворенню вологи та розвитку грибків і плісняви.

8. Економічна вигода

Керамзит є відносно недорогим матеріалом, що знижує загальні витрати на ізоляцію підлоги. Його тривалий термін служби та відсутність необхідності в частих ремонтах роблять його економічно вигідним вибором.

9. Стійкість до морозу

Керамзит добре переносить низькі температури і цикли заморожування-відтавання, що робить його ідеальним для умов експлуатації в холодильних складах.

10. Простота монтажу

Керамзит легко укладається на підлогу, не вимагаючи спеціальних інструментів чи навичок. Це скорочує час і витрати на встановлення ізоляційного шару.

Висновок

Ізоляція з використанням керамзиту забезпечує комплекс переваг, які роблять його ідеальним матеріалом для підлоги холодильних складів. Відмінні теплоізоляційні властивості, висока міцність і довговічність, стійкість до вологи та хімічних речовин, негорючість, екологічна безпека, легкість матеріалу, висока пористість, економічна вигода, стійкість до морозу та простота монтажу роблять керамзит оптимальним вибором для забезпечення ефективною, надійною та довговічною ізоляції підлоги холодильних складів. Це сприяє збереженню якості продукції, зниженню експлуатаційних витрат та підвищенню загальної ефективності роботи складу.

5 Розрахунок теплоприпливів через огородження

Теплопритоки через стіни, перегородки, перекриття або покриття (Вт) розраховується по формулі:

$$Q_1 = k_d \cdot S(t_{\text{зовн}} - t_{\text{вн}}), \text{ Вт (5.1)}$$

де, k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, Вт/(м²К)

S - площа поверхності огородження, м²

$t_{\text{зовн}}$ – температура ззовні, °С

$t_{\text{вн}}$ – температура внутрішня, °С

Середньорічну температуру ґрунту приймаємо : 14 °С

Теплопритоки від сонячної радіації Q_{1c} Вт, визначають по формулі:

$$Q_{1c} = k_d \cdot S \cdot \Delta t, \text{ Вт (5.2)}$$

де, k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, Вт/(м²К)

S - площа поверхності огородження, м²

Δt – надлишкова різниця температур, характеруюча дію сонячної радіації в літній період

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огородження»]

Огородження	k_d Вт/(м ² К)	$S_{ог}$ м ²	$t_{\text{зовн}}$ °С	$t_{\text{вн}}$ °С	Δt °С	Q_{1c} Вт	Q_1 Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №1							
Стіна зовнішня північна	0,4	90	32	0	-	-	1152
Перегородка південна	0,28	90	-15	0	-	-	25,2
Стіна внутрішня західна	0,26	72	12	0	-	-	224,64
Стіна зовнішня східна	0,4	72	32	0	-	-	921,6
Покрівля	0,34	720	32	0	14,9	-	3647,52
Підлога	0,36	720	14	0	-	-	834,6
Всього по камері №1							6 805,56

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				у	35	100
Н. Контр.					ХМ-4-8ск			
Затверд.		Петренко В.П.						

Приклад розрахунку площі огороження

$$S_{ог.м^2} = h \cdot l = \dots м^2 (5.3)$$

h – висота стіни (3 м)

l – довжина стіни (...)

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{стіна зовнішня північна}) = 0,4 \cdot 90(32-0) = 1152 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,28 \cdot 90 = 25,2 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,26 \cdot 72(12-0) = 224,64 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна зовнішня східна}) = 0,4 \cdot 72(32-0) = 921,6 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Підлога}) = 834,6 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 3647,52 \text{ Вт}$$

Якщо підлога не має підігріву, то теплоприток Q_1 , можна визначити по формулі:

$$Q_1 = k_d \cdot S(t_{зовн} - t_{вн})m, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) (5.4)$$

де, k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження (підлога), Вт/(м²К)

S - площа поверхності огороження, м²

$t_{зовн}$ – температура ззовні, °С

m - коефіцієнт, враховуючий відносне зростання термічного опору підлоги при наявності ізоляції.

Коефіцієнт m , характеруючий відносне зростання термічного опору підлоги при наявності ізоляції:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25\left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}\right)} (5.5)$$

$\delta_{1,2,\dots,n}$ – товщина окремих шарів підлоги, м

$\lambda_{1,2,\dots,n}$ – коефіцієнт теплопровідності ізоляційного та будівельного шару відповідно, Вт/(м·К).

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25\left(\frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{0,45}{0,2}\right)} = 0,23$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,36 \cdot 720(14 - 0)0,23 = 834,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

36

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1c(\text{покрівля})} = 0,34 \cdot 720 \cdot 14,9 = 3647,52 \text{ Вт}$$

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огородження»]

Огородження	$k_d \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$S_{ог} \text{ м}^2$	$t_{зовн} \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{вн} \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{1c} \text{ Вт}$	$Q_1 \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №2							
Перегородка північна	0,28	90	0	-15	-	-	25,2
Стіна зовнішня східна	0,4	72	32	-15	-	-	489,6
Стіна внутрішня західна	0,26	72	12	-15	-	-	18,72
Перегородка південна	0,28	90	-15	-15	-	-	25,2
Покрівля	0,27	720	32	-15	14,9		2 896,56
Підлога	0,25	720	14	-15	-	-	32,4
Всього по камері №2							3 487,68

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{Перегородка північна}) = 0,28 \cdot 90 = 25,2 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна зовнішня східна}) = 0,4 \cdot 72(32-15) = 489,6 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,26 \cdot 72 = 18,72 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,28 \cdot 90 = 25,2 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 2 896,56 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{підлога}) = 453,6 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right]} = 0,18$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 720 \cdot 0,18 = 32,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплоприпливів від сонячної радіації

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 0,27 \cdot 720 \cdot 14,9 = 2 896,56 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

37

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огороження»]

Огородження	$k_d \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$S_{ог} \text{ м}^2$	$t_{зовн} \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{вн} \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{1с} \text{ Вт}$	$Q_1 \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №3							
Перегородка північна	0,28	90	-15	-15	-	-	25,2
Стіна зовнішня східна	0,4	72	32	-15	-	-	489,6
Стіна внутрішня західна	0,26	72	12	-15	-	-	18,72
Перегородка південна	0,28	90	5	-15	-	-	25,2
Покрівля	0,27	720	32	-15	14,9		2 896,56
Підлога	0,25	720	14	-15	-	-	32,4
Всього по камері №3							3 487,68

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{Перегородка північна}) = 0,28 \cdot 90 = 25,2 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна зовнішня східна}) = 0,4 \cdot 72(32-15) = 489,6 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,26 \cdot 72 = 18,72 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,28 \cdot 90 = 25,2 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 2 896,56 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{підлога}) = 453,6 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right]} = 0,18$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 720 \cdot 0,18 = 32,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплоприпливів від сонячної радіації

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 0,27 \cdot 720 \cdot 14,9 = 2 896,56 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огороження»]

Огороження	$k_d \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$S_{ог} \text{ м}^2$	$t_{зовн} \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{вн} \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{1c} \text{ Вт}$	$Q_1 \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №4							
Перегородка північна	0,28	72	-15	5	-	-	20,16
Стіна зовнішня південна	0,4	72	32	5	-	-	777,6
Стіна внутрішня західна	0,26	72	12	5	-	-	131,04
Стіна зовнішня східна	0,26	72	0	5	-	-	18,72
Покрівля	0,34	576	32	5	14,9		2 859,26
Підлога	0,36	576	14	5	-	-	429,23
Всього по камері №4							4 236,01

Розрахунок теплопритоків

$$\begin{aligned}
 Q_1(\text{Перегородка північна}) &= 0,28 \cdot 72 = 20,16 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Стіна зовнішня південна}) &= 0,4 \cdot 72 (32-5) = 777,6 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) &= 0,26 \cdot 72(12-5) = 131,04 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Стіна зовнішня східна}) &= 0,26 \cdot 72 = 18,72 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Підлога}) &= 667,69 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Покрівля}) &= 2 859,26 \text{ Вт}
 \end{aligned}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{0,45}{0,2} \right)} = 0,23$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,36 \cdot 576 (14 - 5) 0,23 = 429,23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1c}(\text{покрівля}) = 0,34 \cdot 576 \cdot 14,9 = 2 859,26 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

39

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огороження»]

Огородження	$k_d \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$S_{ог} \text{ м}^2$	$t_{зovн} \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{вн} \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{1с} \text{ Вт}$	$Q_1 \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №5							
Перегородка північна	0,28	72	-15	-15	-	-	20,16
Стіна внутрішня східна	0,26	72	12	-15	-	-	28,8
Стіна внутрішня західна	0,26	72	24	-15	-	-	191,88
Перегородка південна	0,28	72	0	-15	-	-	25,2
Покрівля	0,27	576	32	-15	14,9		2 317,24
Підлога	0,25	576	14	-15	-	-	25,92
Всього по камері №5							2 609,2

Розрахунок теплопритоків

$$\begin{aligned}
 Q_1(\text{Перегородка північна}) &= 0,28 \cdot 72 = 20,16 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Стіна внутрішня східна}) &= 0,4 \cdot 72 = 28,8 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) &= 0,26 \cdot 72(24-15) = 191,88 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Перегородка південна}) &= 0,28 \cdot 90 = 25,2 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{Покрівля}) &= 2 317,24 \text{ Вт} \\
 Q_1(\text{підлога}) &= 25,92 \text{ Вт}
 \end{aligned}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right]} = 0,18$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 576 \cdot 0,18 = 25,92 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплоприпливів від сонячної радіації

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 0,27 \cdot 576 \cdot 14,9 = 2 317,24 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огороження»]

Огородження	$k_d \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$S_{ог} \text{ м}^2$	$t_{зовн} \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{вн} \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{1с} \text{ Вт}$	$Q_1 \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №6							
Перегородка північна	0,28	72	-15	0	-	-	20,16
Стіна зовнішня південна	0,4	72	32	0	-	-	921,6
Стіна внутрішня західна	0,26	72	32	0	-	-	599,04
Стіна зовнішня східна	0,26	72	12	0	-	-	224,64
Покрівля	0,34	576	32	0	14,9		2 859,26
Підлога	0,36	576	14	0	-	-	667,69
Всього по камері №6							5 292,39

Розрахунок теплопритоків

$$Q_{1(\text{Перегородка північна})} = 0,28 \cdot 72 = 20,16 \text{ Вт}$$

$$Q_{1(\text{Стіна зовнішня південна})} = 0,4 \cdot 72 (32-0) = 921,6 \text{ Вт}$$

$$Q_{1(\text{Стіна внутрішня західна})} = 0,26 \cdot 72(32-0) = 599,04 \text{ Вт}$$

$$Q_{1(\text{Стіна зовнішня східна})} = 0,26 \cdot 72(12-0) = 224,64 \text{ Вт}$$

$$Q_{1(\text{Підлога})} = 2859,26 \text{ Вт}$$

$$Q_{1(\text{Покрівля})} = 429,23 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{0,45}{0,2} \right)} = 0,23$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,36 \cdot 576 (14 - 0) 0,23 = 667,69 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1с(\text{покрівля})} = 0,34 \cdot 576 \cdot 14,9 = 2 859,26 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

41

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огороження»]

Огородження	k_d Вт/(м ² К)	$S_{ог}$ м ²	$t_{зовн}$ °С	$t_{вн}$ °С	Δt °С	$Q_{1с}$ Вт	Q_1 Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №7							
Зовнішня стіна північна	0,28	36	32	-15	-	-	171,36
Перегородка східна	0,28	54	0	-15	-	-	15,12
Стіна внутрішня західна	0,26	54	22	-15	-	-	98,28
Перегородка південна	0,28	63	-15	-15	-	-	17,64
Покрівля	0,27	216	32	-15	14,9	-	868,96
Підлога	0,25	216	14	-15	-	-	9,72
Всього по камері №7							1 181,08

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{Зовнішня стіна північна}) = 0,28 \cdot 36(32-15) = 171,36 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка східна}) = 0,28 \cdot 54 = 15,12 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,26 \cdot 54(22-15) = 98,28 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,28 \cdot 63 = 17,64 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 9,72 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{підлога}) = 868,96 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right]} = 0,18$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 216 \cdot 0,18 = 9,72 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1с}(\text{покрівля}) = 0,27 \cdot 216 \cdot 14,9 = 868,96 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

42

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огородження»]

Огородження	k_d Вт/(м ² К)	$S_{ог}$ м ²	$t_{зовн}$ °С	$t_{вн}$ °С	Δt °С	$Q_{1с}$ Вт	Q_1 Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №8							
Зовнішня стіна північна	0,4	48	32	0	-	-	614,4
Перегородка південна	0,6	48	0	0	-	-	28,8
Стіна внутрішня західна	0,28	72	-15	0	-	-	20,16
Стіна внутрішня східна	0,26	72	12	0	-	-	224,64
Покрівля	0,34	288	32	0	14,9		333,84
Підлога	0,36	288	14	0	-	-	1 459,00
Всього по камері №8							2 680,84

Розрахунок теплопритоків

$$Q_{1\text{Зовнішня стіна північна}} = 0,4 \cdot 48 (32-0) = 614,4 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,6 \cdot 48 = 28,8 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,28 \cdot 72 = 20,16 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня східна}) = 0,26 \cdot 72(12-0) = 224,64 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Підлога}) = 333,84 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 1 459,00 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{0,45}{0,2} \right)} = 0,23$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,36 \cdot 288 (14 - 0) 0,23 = 333,84 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1с}(\text{покрівля}) = 0,34 \cdot 288 \cdot 14,9 = 1 459,00 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

43

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огородження»]

Огородження	k_d Вт/(м ² К)	$S_{ог}$ м ²	$t_{зовн}$ °С	$t_{вн}$ °С	Δt °С	$Q_{1с}$ Вт	Q_1 Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №9							
Перегородка північна	0,6	48	0	0	-	-	28,8
Перегородка південна	0,28	48	-15	0	-	-	13,44
Стіна внутрішня західна	0,28	72	-15	0	-	-	20,16
Стіна внутрішня східна	0,26	72	12	0	-	-	224,64
Покрівля	0,34	288	32	0	14,9		333,84
Підлога	0,36	288	14	0	-	-	1 459,00
Всього по камері №9							2 079,88

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{Перегородка північна}) = 0,6 \cdot 48 = 28,8 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,28 \cdot 48 = 13,44 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,28 \cdot 72 = 20,16 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня східна}) = 0,26 \cdot 72(12-0) = 224,64 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Підлога}) = 333,84 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 1 459,00 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{0,45}{0,2} \right)} = 0,23$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,36 \cdot 288(14 - 0)0,23 = 333,84 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1с}(\text{покрівля}) = 0,34 \cdot 288 \cdot 14,9 = 1 459,00 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

44

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огороження»]

Огородження	k_d Вт/(м ² К)	$S_{ог}$ м ²	$t_{зовн}$ °С	$t_{вн}$ °С	Δt °С	$Q_{1с}$ Вт	Q_1 Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №10							
Перегородка північна	0,28	48	-15	-15	-	-	13,44
Перегородка східна	0,28	18	0	-15	-	-	5,04
Стіна внутрішня західна	0,26	18	22	-15	-	-	98,28
Перегородка південна	0,28	48	-15	-15	-	-	13,44
Покрівля	0,27	72	32	-15	14,9	-	3,24
Підлога	0,25	72	14	-15	-	-	289,65
Всього по камері №10							423,09

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{Перегородка північна}) = 0,28 \cdot 48 = 13,44 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка східна}) = 0,28 \cdot 18 = 5,04 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,26 \cdot 54(22-15) = 98,28 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,28 \cdot 48 = 13,44 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 3,24 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{підлога}) = 289,65 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right]} = 0,18$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 72 \cdot 0,18 = 3,24 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1с}(\text{покрівля}) = 0,27 \cdot 72 \cdot 14,9 = 289,65 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

45

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огородження»]

Огородження	k_d Вт/(м ² К)	$S_{ог}$ м ²	$t_{зовн}$ °С	$t_{вн}$ °С	Δt °С	$Q_{1с}$ Вт	Q_1 Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №11							
Перегородка північна	0,28	48	-15	-15	-	-	13,44
Перегородка східна	0,28	72	0	-15	-	-	20,16
Стіна внутрішня західна	0,26	72	22	-15	-	-	131,04
Перегородка південна	0,28	48	-15	-15	-	-	13,44
Покрівля	0,27	288	32	-15	14,9	-	1 158,62
Підлога	0,25	288	14	-15	-	-	12,96
Всього по камері №11							1 349,66

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{Перегородка північна}) = 0,28 \cdot 48 = 13,44 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка східна}) = 0,28 \cdot 72 = 20,16 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Стіна внутрішня західна}) = 0,26 \cdot 72(22-15) = 131,04 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка південна}) = 0,28 \cdot 48 = 13,44 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 1 158,62 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{підлога}) = 12,96 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{9} \right) \right]} = 0,18$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 288 \cdot 0,18 = 12,96 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1с}(\text{покрівля}) = 0,27 \cdot 288 \cdot 14,9 = 1 158,62 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

46

[Таблиця «розрахунків теплоприпливів через огороження»]

Огороження	k_d Вт/(м ² К)	$S_{ог}$ м ²	$t_{зовн}$ °С	$t_{вн}$ °С	Δt °С	$Q_{1с}$ Вт	Q_1 Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №12							
Перегородка північна	0,28	18	-15	0	-	-	5,04
Зовнішня стіна південна	0,26	18	32	0	-	-	149,76
Перегородка західна	0,6	72	5	0	-	-	93,6
Зовнішня стіна східна	0,26	72	32	0	-	-	599,04
Покрівля	0,34	144	32	0	14,9		166,92
Підлога	0,36	144	14	0	-	-	729,50
Всього по камері №12							1 743,86

Розрахунок теплопритоків

$$Q_1(\text{Перегородка північна}) = 0,28 \cdot 18 = 5,04 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Зовнішня стіна південна}) = 0,26 \cdot 18(32-0) = 149,76 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Перегородка західна}) = 0,26 \cdot 72(5-0) = 93,6 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Зовнішня стіна східна}) = 0,26 \cdot 72(32-0) = 599,04 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Підлога}) = 166,92 \text{ Вт}$$

$$Q_1(\text{Покрівля}) = 729,50 \text{ Вт}$$

Підставляємо значення у формулу:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{0,040}{1,4} + \frac{0,1 \cdot 2}{1,4} + \frac{0,012}{0,16} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{0,45}{0,2} \right)} = 0,23$$

Підставляємо значення у формулу:

$$Q_1 = 0,36 \cdot 144(14 - 0)0,23 = 166,92 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок теплопритоків від сонячної радіації

$$Q_{1с}(\text{покрівля}) = 0,34 \cdot 144 \cdot 14,9 = 729,50 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

47

5.1 Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари

Кількість тепла, що відводиться від продукту за одиницю часу, Q_2 , Вт, визначається за формулою:

$$Q_{2\text{пр}} = \frac{M_{\text{к}} \cdot \Delta i \cdot 1000}{\tau \cdot 3600} \text{ Вт (5.6)}$$

де $M_{\text{к}}$ - добове надходження продукту до камери, т/добу;

Δi - різниця ентальпій, що відповідають початковій та кінцевій температурі продукту, Дж/кг;

τ - тривалість холодильної обробки продукту, годин;

1000 - коефіцієнт для переведення тон в кілограми;

3600 - коефіцієнт для переведення годин в секунди.

Теплоприплив від тари $Q_{2\text{т}}$, Вт можна визначити за формулою:

$$Q_{2\text{т}} = M_{\text{т}} \cdot c_{\text{т}}(t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ Вт (5.7)}$$

де $M_{\text{т}}$ - добове надходження тари, т/добу

t_1, t_2 - початкова і кінцева температура продукту, °С

τ - тривалість холодильної обробки продукту, годин;

1000 - коефіцієнт для переведення тон в кілограми;

3600 - коефіцієнт для переведення годин в секунди

$c_{\text{т}}$ - теплоємність тари Дж/(кг·К)

$M_{\text{к}} = 8\%$ (від маси всього продукту)

$M_{\text{т}} = 20\%$ (від маси всього продукту)

$Q_2 = Q_{2\text{т}} + Q_{2\text{пр}}$, Вт

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

48

Теплоємність тари приймають по матеріалу із якого вона

виготовлена Дж/(кг, К):

-Дерев'яна 2500

-Пластмаса 1170

-Металева 460

-Картонна 1460

-Стеглянна 835

Добове надходження тари в розрахунках приймають, в відсотках від маси надходження продуктів

- сталевій 20 %

- дерев'яної 20 %

- картонної 10 %

- пластмасової 10 %

- скляної 100%

Тарою для зберігання продуктів я вибираю «пластик», оскільки:

Пластикові ящики є найкращою тарою для зберігання продуктів на холодильних і морозильних складах з ряду вагомих причин:

1. Висока міцність і довговічність

Пластикові ящики виготовлені з міцних полімерних матеріалів, які можуть витримувати значні навантаження та механічні впливи. Це забезпечує тривалий термін служби та знижує витрати на заміну тари.

2. Стійкість до вологи і корозії

Пластик не вбирає вологу, не піддається корозії і не гниє, що робить його ідеальним матеріалом для зберігання продуктів у вологих умовах холодильних і морозильних складів. Це забезпечує довговічність і гігієнічність тари.

3. Гігієнічність і легкість у догляді

Пластикові ящики легко мити та дезінфікувати, що важливо для дотримання санітарних норм. Вони не вбирають запахи і не сприяють розмноженню бактерій, що дозволяє підтримувати високий рівень гігієни.

4. Термічна стійкість

Пластикові ящики можуть витримувати екстремально низькі температури без втрати своїх властивостей, що робить їх ідеальними для використання в умовах морозильних складів.

					00.БКР.142.008.824 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		49

5. Легкість і зручність транспортування

Пластикові ящики легкі за вагою, що знижує загальну масу вантажу та полегшує транспортування. Вони також часто мають ергономічний дизайн, що забезпечує зручність при перенесенні і укладанні.

6. Економічна вигода

Пластикові ящики є економічно вигідними завдяки їх довговічності та низьким витратам на обслуговування. Це дозволяє знизити загальні витрати на тару в довгостроковій перспективі.

7. Універсальність і модульність

Пластикові ящики доступні в різних розмірах і формах, що дозволяє вибрати оптимальний варіант для зберігання різних видів продуктів. Вони також можуть бути легко укладені один на одного, що забезпечує ефективне використання простору на складі.

8. Безпека продуктів

Пластикові ящики забезпечують захист продуктів від механічних пошкоджень, забруднень і впливу зовнішнього середовища. Це допомагає зберегти якість і свіжість продуктів протягом тривалого часу.

9. Екологічна безпека

Багато видів пластикових ящиків виготовляються з матеріалів, які піддаються переробці, що сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Використання перероблених матеріалів також може сприяти зниженню виробничих витрат.

10. Маркування і простежуваність

Пластикові ящики можуть бути легко марковані за допомогою етикеток або штрих-кодів, що полегшує ідентифікацію та відстеження продукції на складі. Це важливо для організації ефективної системи управління запасами.

Висновок

Пластикові ящики пропонують комплекс переваг, які роблять їх оптимальним вибором для зберігання продуктів на холодильних і морозильних складах. Висока міцність, стійкість до вологи і корозії, гігієнічність, термічна стійкість, легкість і зручність транспортування, економічна вигода, універсальність, безпека продуктів, екологічна безпека та можливість маркування роблять пластикові ящики незамінними у зберіганні харчових продуктів у холодних умовах. Це забезпечує ефективне управління запасами, збереження якості продукції та зниження експлуатаційних витрат.

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	Лист
Змін	Лист	№ докum	Підпис	Дата		50

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №1

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , °C	t ₂ , °C	Q _{2т} , Вт	
№1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Молочна продукція	252	24	20,1 6	350, 7	317, 8	7676	50,4	1170	8	0	5460	13 136

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{20,16 \cdot 32900 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 7\,676 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 50,4 \cdot 1170 \cdot 8 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 5460 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №2

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , °C	t ₂ , °C	Q _{2т} , Вт	
№2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заморожене м'ясо	252	24	20,1 6	22,2	13,0	2146	50,4	1170	-12	-15	2047	4193

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{20,16 \cdot 9200 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 2146 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 50,4 \cdot 1170 \cdot 3 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 2047 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

51

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №3

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заморожене риба	252	24	20,1 6	22,2	13,0	2146	50,4	1170	-12	-15	2047	4193

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{20,16 \cdot 9200 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 2146 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 50,4 \cdot 1170 \cdot 3 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 2047 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №4

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Овочі	201, 6	24	16,2 12	346, 5	290, 52	1049 6	40,3 2	1170	20	5	8190	18 686

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{16,2 \cdot 55980 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 10\,496 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 40,32 \cdot 1170 \cdot 15 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 8190 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №5

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ун. Заморозка	69	24	5,52	22,2	13,0	578	13,8	1170	-12	-15	561	1 139

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{5,52 \cdot 9200 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 578 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 13,8 \cdot 1170 \cdot 3 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 561 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №6

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ун. Кам	69	24	5,52	350, 7	317, 8	2 10 2	13,8	1170	8	0	1495	3597

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{5,52 \cdot 32900 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 2102 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 13,8 \cdot 1170 \cdot 8 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 1495 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №7

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Зам. масло	75,6	24	6	22,2	13,0	639	15,1 2	1170	-12	-15	613	1 252

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{6 \cdot 9200 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 639 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 15,1 \cdot 1170 \cdot 3 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 613 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №8

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Фасування	100, 8	24	8	350, 7	317, 8	304	20,1 6	1170	8	0	2184	2 488

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{8 \cdot 32900 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 304 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 20,16 \cdot 1170 \cdot 8 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 2184 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №9

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№9	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Фасування	100, 8	24	8	350, 7	317, 8	304	20,1 6	1170	8	0	2184	2 488

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{8 \cdot 32900 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 304 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 20,16 \cdot 1170 \cdot 8 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 2184 \text{ Вт}$$

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №10

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Зам.	25,2	24	2	22,2	13,0	217	5	1170	-12	-15	203	420

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{2 \cdot 9200 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 217 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 5 \cdot 1170 \cdot 3 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 203 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

55

Розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари камери №11

[Таблиця, «розрахунок теплоприпливів від вантажу і тари»]

№ камери, вид продукту, матеріал	Е,т	τ, год	Обробка продуктів				Обробка тари					Q ₂ , Вт
			Мк, т/ добу	i1, Дж/ кг	i2, Дж/ кг	Q _{2пр} , Вт	Мт, т/до бу	c _т , Дж/(кг·К)	t ₁ , ° С	t ₂ , °С	Q _{2т} , Вт	
№11	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Зам.	100, 8	24	8	22,2	13,0	852	20,1 6	1170	-12	-15	819	1161

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту Q_{2пр}, Вт

$$Q_{2пр} = \frac{8 \cdot 9200 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 852 \text{ Вт}$$

Визначаємо теплоприплив від тари Q_{2т}, Вт

$$Q_{2т} = 20,16 \cdot 1170 \cdot 3 \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 819 \text{ Вт}$$

5.2 Теплоприпливи при вентиляції камер

На підприємствах вентилюються лише камери зберігання фруктів і овочів та камери відходів. Теплоприплив, Q₃ Вт, визначаємо за формулою :

$$Q_3 = M_B(h_{зОВ} - h_k), \text{Вт} \quad (5.8)$$

де M_B - витрата повітря, що вентилює приміщення, кг/с;

*h*_{зОВ} - початкова ентальпія зовнішнього повітря, Дж/кг;

*h*_k - ентальпія повітря в камері, Дж/кг.

Витрату повітря, що вентилює камеру, визначають із необхідності забезпечення кратності циркуляції повітря в камері за добу: 4-х кратної для фруктів та овочів та 10-ти кратної для камер відходів.

$$M_B = \frac{\rho \cdot a \cdot V}{24 \cdot 3600}, \text{кг/с} \quad (5.9)$$

де V- об'єм камери, що вентилується, м³;

a - кратність повітрообміну

ρ - густина повітря при температурі і відносній вологості повітря в камері, кг/м³

Густина повітря при відносній вологості 85% дорівнює, [ст.17 1П.]:

- при температурі повітря 4 °С 1,27кг/м³

- при температурі повітря 0 °С 1,29 кг/м³

[Таблиця «Розрахунок теплоприпливів при вентиляції»]

Камера	ρ, кг/м ³	V, м ³	a	M _в , кг/с	h _{зов} , Дж/кг	h _к , Дж/кг	Q _з , Вт
№12	1,29	792	10	0,118	51,5	7	5,26
№5	1,275	3160	4	0,186	50	16	6,34

$$M_{в(камера \text{ №}12)} = \frac{1,29 \cdot 10 \cdot 792}{24 \cdot 3600} = 0,11825 \text{ кг/с}$$

$$M_{в(камера \text{ №}5)} = \frac{1,275 \cdot 4 \cdot 3160}{24 \cdot 3600} = 0,1865 \text{ кг/с}$$

$$Q_{з(камера \text{ №}12)} = 0,11825(51,5 - 7) = 5,26 \text{ Вт}$$

$$Q_{з(камера \text{ №}5)} = 0,1865(50 - 16) = 6,34 \text{ Вт}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

57

5.3 Експлуатаційні теплоприпливи

Теплоприпливи від освітлення

Розрахунок теплоприплива q_1 , (Вт) ведеться по формулі:

$$q_1 = A \cdot S, \text{ Вт (5.10)}$$

де, A – кількість тепла, віделене освітленням в одиницю часу на 1 м^2 площі підлоги, Вт/м²

S – площа камери, м²

Кількість тепла виділеного на 1 м^2 площі підлоги, з урахуванням коефіцієнта одночасного включення, можна приймати для складських приміщень (1,2) Вт/м², а для виробництв (4,5) Вт/м²:

$$q_{1(\text{кам}\text{№}1)} = 1,2 \cdot 720 = 864, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}2)} = 1,2 \cdot 720 = 864, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}3)} = 1,2 \cdot 720 = 864, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}4)} = 1,2 \cdot 576 = 691,2, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}5)} = 1,2 \cdot 576 = 691,2, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}6)} = 1,2 \cdot 576 = 691,2, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}7)} = 1,2 \cdot 216 = 259,2, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}8)} = 1,2 \cdot 288 = 345,6, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}9)} = 1,2 \cdot 288 = 345,6, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}10)} = 1,2 \cdot 72 = 86,4, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}11)} = 1,2 \cdot 288 = 345,6, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}12)} = 1,2 \cdot 144 = 172,8, \text{ Вт}$$

Теплоприплив від людей

Розрахунок теплоприплива q_2 , (Вт) ведеться по формулі:

$$q_2 = 350 \cdot n, \text{ Вт (5.11)}$$

де, 350 – тепловиділення одної людини при тяжкій фізичній праці, Вт;

n – кількість людей працюючих в одному приміщенні.

Кількість людей працюючих в приміщенні, приймають в залежності від площі камер: при площі камер до 200 м² - 2 – 3 людини, при площі камери більше 200 м² - 3 – 4 людини:

$$q_2 = 350 \cdot 4 = 1400, \text{ Вт}$$

Теплоприплив від працюючих двигунів

При розташуванні електродвигунів в охолоджуваному приміщенні теплоприплив q_3 , (Вт) визначається по формулі:

$$q_3 = 1000 \cdot N_{\text{ел}}, \text{ Вт (5.12)}$$

де, $N_{\text{ел}}$ – потужність електродвигуна, кВт

В попередніх розрахунках потужності вмонтованих електродвигунів (кВт), можна орієнтовно приймати:

Камери:

- зберігання охолоджуючих грузів 1-4
- охолодження 3 - 8
- заморожування 8 – 16

Теплоприпливи від електродвигунів, що працюють, необхідно враховувати лише для камер, оснащених повітроохолоджувачами, тобто - для камер овочів і фруктів та камери відходів:

$$q_{3(\text{кам}\text{№}1)} = 1000 \cdot 4 = 4000, \text{ Вт або 4 кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}2)} = 1000 \cdot 10 = 10000, \text{ Вт або } 10 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}3)} = 1000 \cdot 10 = 10000, \text{ Вт або } 10 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}4)} = 1000 \cdot 4 = 4000, \text{ Вт або } 4 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}5)} = 1000 \cdot 10 = 10000, \text{ Вт або } 10 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}6)} = 1000 \cdot 6 = 6000, \text{ Вт або } 6 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}7)} = 1000 \cdot 8 = 8000, \text{ Вт або } 8 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}8)} = 1000 \cdot 5 = 5000, \text{ Вт або } 5 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}9)} = 1000 \cdot 5 = 5000, \text{ Вт або } 5 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}10)} = 1000 \cdot 8 = 8000, \text{ Вт або } 8 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}11)} = 1000 \cdot 10 = 10000, \text{ Вт або } 10 \text{ кВт}$$

$$q_{3(\text{кам}\text{№}12)} = 1000 \cdot 4 = 4000, \text{ Вт або } 4 \text{ кВт}$$

Теплоприплив при відкриванні дверей

Для розрахунку теплопритока q_4 , (Вт) використовують формулу:

$$q_4 = B \cdot S \text{ Вт (5.13)}$$

де, B – питомий приток тепла при відкриванні дверей, Вт/м²

S – площа камери, м²

Питомий приток тепла при відкриванні дверей приймаємо по [табл. 3.3 ст 66.]

$$q_{4(\text{кам}\text{№}1)} = 12 \cdot 720 = 8640, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}2)} = 8 \cdot 720 = 5760, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}3)} = 8 \cdot 720 = 5760, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}4)} = 12 \cdot 576 = 6912, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}5)} = 8 \cdot 576 = 4608, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}6)} = 12 \cdot 576 = 6912, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}7)} = 12 \cdot 216 = 2592, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}8)} = 20 \cdot 288 = 5760, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}9)} = 20 \cdot 288 = 5760, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}10)} = 12 \cdot 72 = 864, \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}11)} = 8 \cdot 288 = 2304, \text{ Вт а}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}12)} = 12 \cdot 144 = 1728, \text{ Вт}$$

Експлуатаційні теплопритоки визначаються, як сума теплопритоків, (Вт) окремих видів:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ Вт (5.14)}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}1)} = 864 + 1400 + 4000 + 8640 = 14904 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}2)} = 864 + 1400 + 10000 + 5760 = 18024 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}3)} = 864 + 1400 + 10000 + 5760 = 18024 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}4)} = 691,2 + 1400 + 4000 + 6912 = 13003,2 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}5)} = 691,2 + 1400 + 10000 + 4608 = 16699,2 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}6)} = 691,2 + 1400 + 6000 + 6912 = 15003,2 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}7)} = 259,2 + 1400 + 8000 + 2592 = 12251,2 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}8)} = 345,6 + 1400 + 5000 + 5760 = 12505,6 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}9)} = 345,6 + 1400 + 5000 + 5760 = 12505,6 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}10)} = 86,4 + 1400 + 8000 + 864 = 10350,4 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}11)} = 345,6 + 1400 + 10000 + 2304 = 14049,6 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}12)} = 172,8 + 1400 + 12000 + 1728 = 15300,8 \text{ Вт}$$

Зводимо всі експлуатаційні теплоприпливи до «Таблиці»

[Таблиця «Розрахунок експлуатаційних теплоприпливів»]

Камера №	S, м ²	A, Вт/м ²	q ₁ , Вт	n	q ₂ , Вт	N _{ел} , кВт	q ₃ , Вт	B, Вт/м ²	q ₄ , Вт	Q ₄ , Вт
1	720	1,2	864	2	1400	4	4000	12	8640	14904
2	720		864			10	10000	8	5760	18024
3	720		864			10	10000	8	5760	18024
4	576		691,2			4	4000	12	6912	13003,2
5	576		691,2			10	10000	8	4608	16699,2
6	576		691,2			6	6000	12	6912	15003,2
7	216		259,2			8	8000	12	2592	12251,2
8	288		345,6			5	5000	20	5760	12505,6
9	288		345,6			5	5000	20	5760	12505,6
10	72		86,4			8	8000	12	864	10350,4
11	288		345,6			10	10000	8	2304	14049,6
12	144		172,8			4	4000	12	1728	15300,8

5.4 Теплоприпливи від фруктів та овочів при «Диханні»

Ці теплоприпливи розраховують лише для камер зберігання фруктів та овочів, [ст.67. 2.К].

Теплоприплив Q₅, Вт можна визначити по формулі:

$$Q_5 = E_k(0,1 \cdot q_{\text{п}} + 0,9 \cdot q_{\text{зб}}), \text{Вт} \quad (5.15)$$

де, E_к- ємність камери, т;

q_п і q_{зб} – теплові виділення плодів при температурах поступлення в камеру, визначають по [таблиці 3.4], Вт/т

$$q_{\text{п}} = 121 \text{ Вт/т}$$

$$q_{\text{зб}} = 31 \text{ Вт/т}$$

$$Q_5 = 201,6(0,1 \cdot 121 + 0,9 \cdot 31) = 8064 \text{ Вт}$$

5.5 Зведена таблиця теплоприпливів

Результат теплового розрахунку зводять до таблиці. [Ст 68-72. 2К.]

[«Зведена таблиця теплоприпливів»]

Камера №1	Q1		Q2		Q3	Q4		Q5	ΣQ	
	Камерне обладнання	Компресор	Камерне обладнання	Компресор		Камерне обладнання	Компресор		Камерне обладнання	Компресор
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	100%	-	-
1	6805,56	6805,56	13136	13136	-	14904	11178	-	34 845,56	31 119,56
2	3487,68	3487,68	4193	4193	-	18024	13518	-	25 704,68	21 198,68
3	3487,68	3487,68	4193	4193	-	18024	13518	-	25 704,68	21 198,68
4	4236,01	4236,01	18686	18686	-	13003,2	9752,4	-	35 925,21	32 674,41
5	2609,2	2609,2	1139	1139	6,34	16699,2	12524,4	8064	28 517,74	16 272,6
6	5292,39	5292,39	3597	3597	-	15003,2	11252,4	-	23 892,59	20 141,79
7	1181,08	1181,08	1252	1252	-	12251,6	9188,7	-	14 684,68	11 621,78
8	2680,84	2680,84	2488	2488	-	12505,6	9379,2	-	17 674,44	14 548,04
9	2079,88	2079,88	2488	2488	-	12505,6	9379,2	-	17 073,48	13 947,08
10	423,09	423,09	420	420	-	10350,4	7762,8	-	11 193,49	8 605,89
11	1349,66	1349,66	1161	1161	-	14049,6	10536,75	-	16 560,26	13 047,41
12	1743,86	1743,86	-	-	5,26	15300,8	11475,6	-	17 049,92	13 219,46
всього									268 826,73	217 595,38

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

63

6 Визначення потрібної холодопродуктивності компресора

Холодопродуктивність компресорів, Q_0 , Вт, визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{\sum Q \cdot k}{b}, \text{ Вт (6.1)}$$

де k - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки; для малих холодильних установок k :

$t_0, ^\circ\text{C}$	-40	-30	-10
k	1,1	1,07	1,05

$\sum Q$ - сумарне навантаження на компресори за зведеною таблицею;

b - коефіцієнт робочого часу; для великих холодильних установок $b=0,9$

$$t_0 = t_{\text{кам}} - 10 ^\circ\text{C}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}1)} = \frac{31119,56 \cdot 1,05}{0,9} = 36\,306,15 \text{ Вт}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}2)} = \frac{21198,68 \cdot 1,07}{0,9} = 25\,202,87 \text{ Вт}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}3)} = \frac{21198,68 \cdot 1,07}{0,9} = 25\,202,87 \text{ Вт}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}4)} = \frac{32674,41 \cdot 1,05}{0,9} = 38\,120,14 \text{ Вт}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}5)} = \frac{16272,78 \cdot 1,07}{0,9} = 19\,346,52 \text{ Вт}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}6)} = \frac{20141,79 \cdot 1,05}{0,9} = 23\,498,75 \text{ Вт}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}7)} = \frac{11621,78 \cdot 1,07}{0,9} = 13\,817 \text{ Вт}$$

$$Q_{0(\text{кам } \text{№}8)} = \frac{14548,04 \cdot 1,05}{0,9} = 16\,972,71 \text{ Вт}$$

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				у	64	100
Н. Контр.						ХМ-4-8СК		
Затверд.		Петренко В.П.						

2. Гнучкість і адаптивність

Система з трьома компресорами дозволяє легко адаптуватися до змінних навантажень. Компресори можуть вмикатися та вимикатися відповідно до потреби в охолодженні, що забезпечує оптимальне використання енергії та знижує експлуатаційні витрати.

3. Енергоефективність

Розподіл навантаження між кількома компресорами дозволяє працювати кожному компресору в оптимальному режимі, що підвищує загальну енергоефективність системи. Коли потреба в охолодженні невелика, можна використовувати лише один або два компресори, що знижує споживання енергії.

4. Зниження зносу обладнання

Кілька компресорів дозволяють рівномірно розподіляти робоче навантаження, що зменшує знос кожного окремого компресора. Це подовжує термін служби обладнання і знижує витрати на ремонт і технічне обслуговування.

5. Забезпечення резерву

Три компресори забезпечують можливість резервування. Якщо один з компресорів вийде з ладу або потребує технічного обслуговування, інші два можуть продовжувати роботу, забезпечуючи надійність системи.

6. Оптимізація робочих циклів

Можливість включення і вимкнення окремих компресорів дозволяє оптимізувати робочі цикли і уникнути роботи компресорів в неефективних режимах. Це сприяє зниженню енергоспоживання і покращенню загальної ефективності системи.

7. Зниження пікових навантажень

Завдяки можливості розподілу навантаження між кількома компресорами, система може ефективніше справлятися з піковими навантаженнями. Це дозволяє уникнути перевантажень і забезпечити стабільну роботу системи навіть в умовах високих вимог до охолодження.

8. Підвищення продуктивності

Три компресори можуть забезпечити вищу загальну продуктивність системи порівняно з одним або двома компресорами. Це дозволяє більш ефективно задовольняти потреби в охолодженні в великих холодильних складах.

9. Зменшення шумового навантаження

Розподіл навантаження між кількома компресорами може зменшити шумове навантаження, оскільки кожен компресор працює в більш оптимальному режимі,

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		66

що може бути важливим фактором для робочого середовища.

Висновок

Встановлення щонайменше трьох компресорів на централізованих системах охолодження забезпечує високу надійність, гнучкість, енергоефективність і зниження зносу обладнання. Це

дозволяє ефективно адаптуватися до змінних навантажень, забезпечувати резервування і оптимізувати робочі цикли. Така конфігурація сприяє зниженню витрат на енергію та технічне обслуговування, забезпечуючи стабільну і ефективну роботу системи в умовах високих вимог до охолодження.

					00.БКР.142.008.824 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		67

7. Вибір робочого режиму холодильної установки

Температура конденсації залежить від температури повітря або води, що охолоджує конденсатор. При повітряному охолодженні конденсатора оптимальна температура конденсації вище температури повітря, що виходить після конденсатора, на 8...10 °С. Температура повітря, що надходить на конденсатор, дорівнює розрахунковій температурі зовнішнього повітря. Після проходження через конденсатор вона підвищується на 5...6 °С. [ст.19 1П.]

$$t_k = t_{\text{зовн}} + 5 \text{ } ^\circ\text{C} = 32 + 5 = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{всм}} = t_0 + (5 \dots 15) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пер}} = t_k - (2 \dots 3) \text{ } ^\circ\text{C}$$

Я вибираю холодильний агент : R507

Вибір холодильного агента R507 для централізованих холодильних систем є оптимальним з кількох важливих причин. R507 (також відомий як R-507A) є азеотропною сумішшю двох гідрофторвуглеводнів (HFC): R125 і R143a. Детальний огляд переваг використання R507 у таких системах:

1. Ефективність охолодження

R507 має високу енергоефективність, що дозволяє ефективно підтримувати низькі температури в холодильних системах. Це важливо для зниження витрат на електроенергію і забезпечення стабільної роботи системи.

2. Термодинамічні властивості

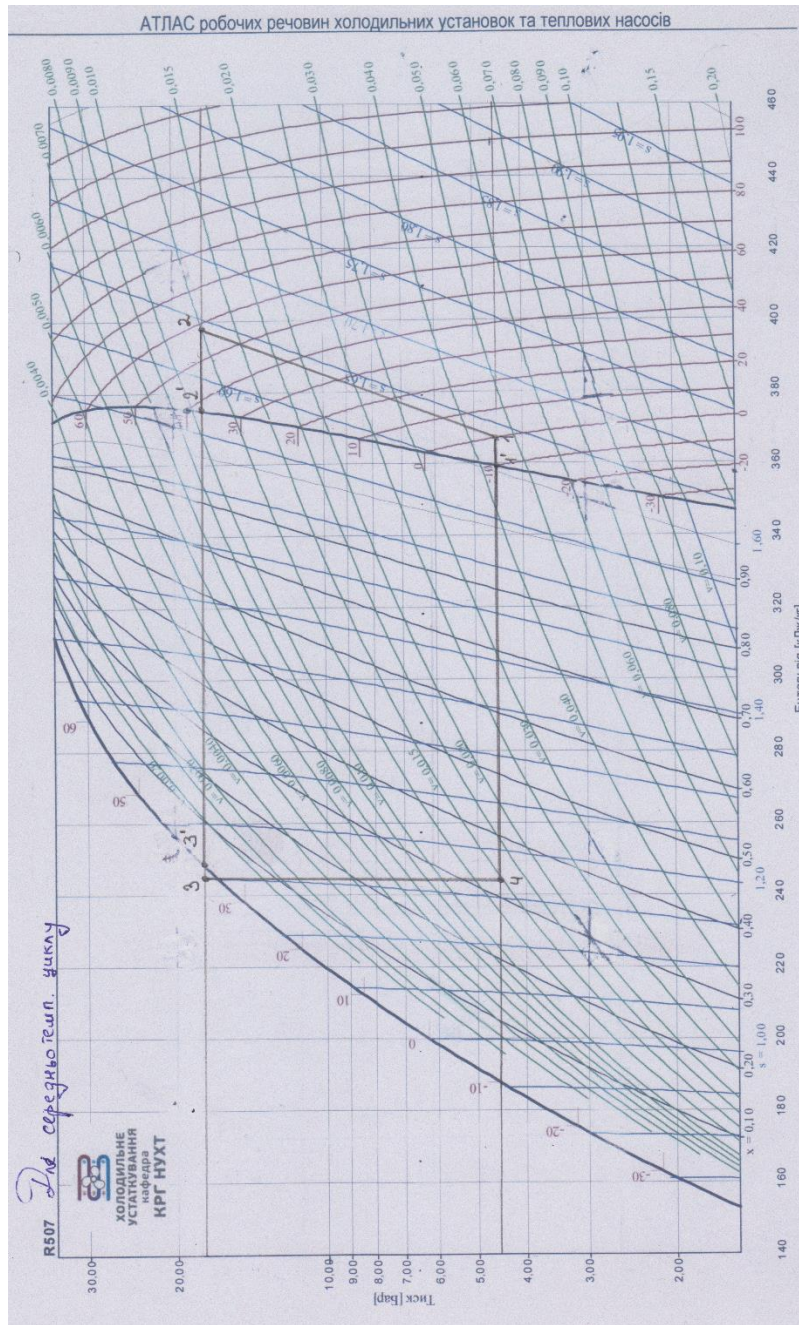
R507 має дуже подібні термодинамічні властивості до R22, що спрощує процес переходу з R22 на R507 без значних модифікацій обладнання. Це дозволяє використовувати існуючі системи з мінімальними змінами.

3. Стабільність і безпека

Будучи азеотропною сумішшю, R507 не розділяється на окремі компоненти під час випаровування або конденсації. Це забезпечує стабільність його властивостей і надійну роботу системи. Крім того, R507 є негорючим і нетоксичним, що підвищує рівень безпеки при його використанні.

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				у	68	100
Н. Контр.						ХМ-4-8ск		
Затверд.		Петренко В.П.						

7.1 Для середньотемпературного циклу



[Таблиця «Параметри вузлових точок циклу для середньотемпературних камер»]

Номер точки	t, °C	P, бар	h, кДж/кг	S, кДж/кгК	V, м ³ /кг	x
1'	-10	4,55	359	1,608	0,044	-
1	0	4,55	367	1,64	0,046	-
2	57	17,5	398	1,64	0,013	-
2'	37	17,5	376	1,57	0,011	-
3'	37	17,5	247	-	-	-
3	34	17,5	245	-	-	-
4	-10	4,55	245	1,16	0,015	0,33

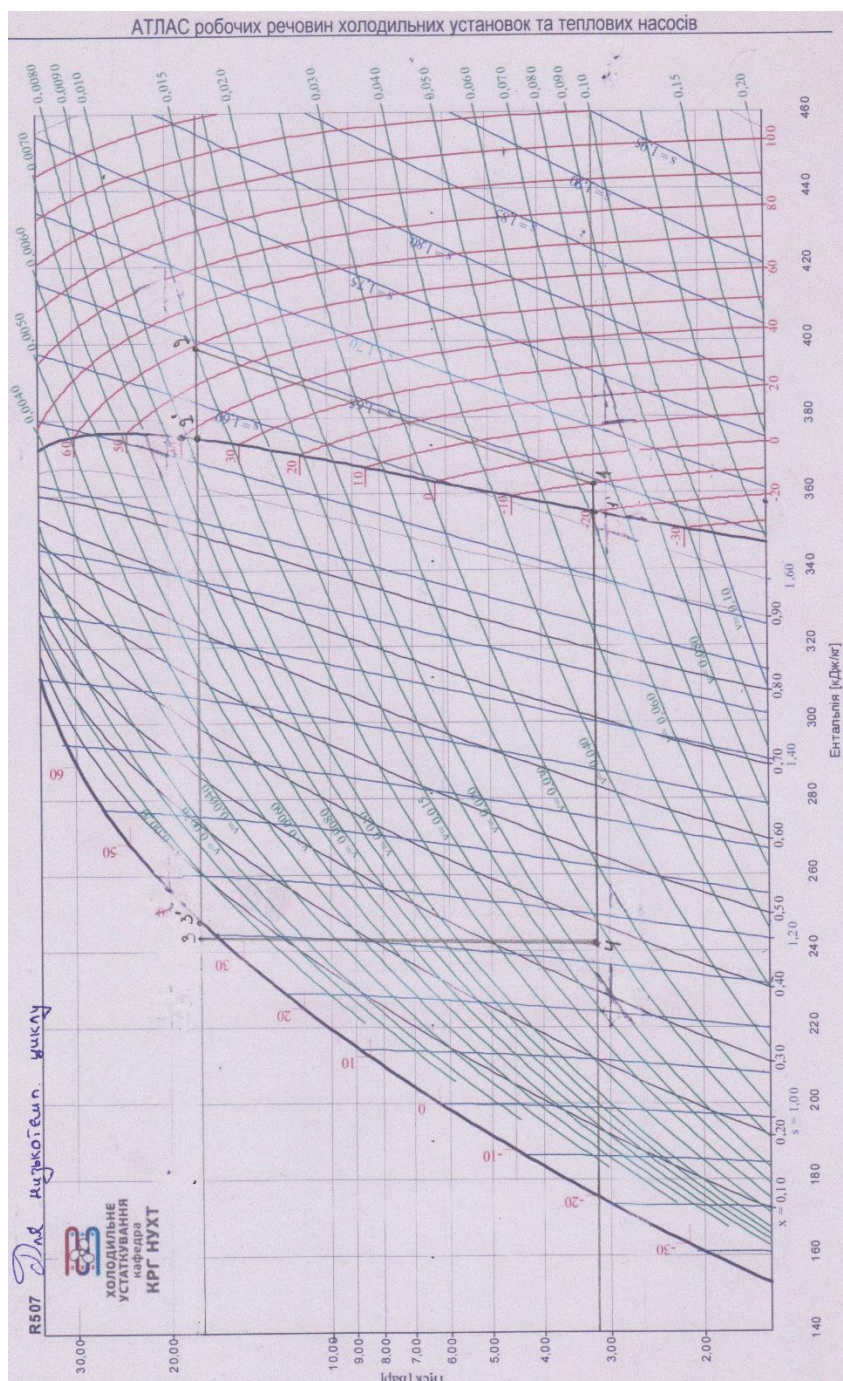
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

70

7.2 Для низькотемпературного циклу



[Таблиця «Параметри вузлових точок циклу для низькотемпературних камер»]

Номер точки	t, °C	P, бар	h, кДж/кг	S, кДж/кгК	V, м ³ /кг	x
1'	-20	3,15	347	1,62	0,061	-
1	-10	3,15	362	1,645	0,064	-
2	59	17,5	398	1,645	0,013	-
2'	37	17,5	373	1,57	0,011	-
3'	37	17,5	247	-	-	-
3	34	17,5	245	-	-	-
4	-20	3,15	245	1,17	0,023	0,37

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

71

8. Розрахунок компресорів

[Продовження таблиці «Тепловий розрахунок компресорів»]

Величина, що визначається, розмірність; розрахункова формула;	Кам. №1 +	Кам. №2 -	Кам. №3 -	Кам. №4 +	Кам. №5 -	Кам. №6 +	Кам. №7 -	Кам. №8 +	Кам. №9 +	Кам. №10 -	Кам. №11 -	Кам. №12 +
Потрібна холодопродуктивність компресора $Q_{опот}$, кВт; $Q_{опот}=k \cdot \Sigma Q/b$	54,4	37,8	37,8	57,1	28,9	35,2	20,7	25,5	24,3	15,3	23,2	23,1
Холодопродуктивність 1кг агенту q_0 , кДж/кг; $q_0=h_1-h_4$	122	117	117	122	117	122	117	122	122	117	117	122
Масова витрата пари M , кг/с; $M = Q_{опот}/q_0$	0,45	0,32	0,32	0,47	0,25	0,29	0,17	0,21	0,2	0,13	0,19	0,19
Об'ємна витрата пари V_d , м ³ /кг; $V_d=M \cdot V_1$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Степінь стискування P_k/P_0 , коефіцієнт подачі λ визначається за графіком (1 с 97 рис.5.5)	3,84	5,55	5,55	3,84	5,55	3,84	5,55	3,84	3,84	5,55	5,55	3,84
Теоретичний об'єм, що описують поршні компресора; V_T , м ³ /с; $V_T=V_d/\lambda$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Вибираємо компресор(и)	-											

					00.БКР.142.008.824 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ						Літер	Лист	Листів
Разраб	Хамаза М.О										у	72	100
Керівник	Бойко В.О.										ХМ-4-8ск		
Н. Контр.	Петренко В.П.												
Затверд.	Петренко В.П.												

[Продовження таблиці «Тепловий розрахунок компресорів»]

Величина, що визначається, розмірність; розрахункова формула;	Кам. №1 +	Кам. №2 -	Кам. №3 -	Кам. №4 +	Кам. №5 -	Кам. №6 +	Кам. №7 -	Кам. №8 +	Кам. №9 +	Кам. №10 -	Кам. №11 -	Кам. №12 +
Дійсна масова витрата холодоагенту в компресорі; Мкм, кг/с, $M_{км} = \lambda \cdot V_{км} / V_1$	0,06 9	0,04 2	0,04 2	0,06 9	0,04 2	0,06 9	0,04 2	0,06 9	0,06 9	0,04 2	0,04 2	0,06 9
Дійсна холодопродуктивність компресорів; Q0, кВт; $Q_0 = M_{км} \cdot q_0$	8,41	4,91	4,91	8,41	4,91	8,41	4,91	8,41	8,41	4,91	4,91	8,41
Теоретична (адиабатна) потужність стискування Nт, кВт; $N_t = M_{км}(h_2 - h_1)$	2,13	1,51	1,51	2,13	1,51	2,13	1,51	2,13	2,13	1,51	1,51	2,13
Дійсна (індикаторна) потужність Ni, кВт; $N_i = N_t / \eta_i$ ($\eta_i(65ст.)$)	2,66	1,88	1,88	2,66	1,88	2,66	1,88	2,66	2,66	1,88	1,88	2,66
Ефективна потужність на валу компресора Ne, кВт; $N_e = N_i / \eta_m$ ($\eta_m(65ст.)$)	3,12	2,21	2,21	3,12	2,21	3,12	2,21	3,12	3,12	2,21	2,21	3,12
Теплове навантаження на конденсатор Qк, кВт; $Q_k = Q_0 + N_i$	11,0 7	6,79	6,79	11,0 7	6,79	11,0 7	6,79	11,0 7	11,0 7	6,79	6,79	11,0 7

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

73

9. Перевірочний розрахунок конденсаторів та розрахунок вентиляторів вентиляції

Площа теплопередаючої поверхні конденсатора S м², визначають по формулі:

$$S = \frac{Q_k \cdot 1000}{k \cdot \Delta t_{\text{ср}}}, \text{ м}^2 \quad (9.1)$$

де, Q_k - сумарний тепловий потік в конденсаторі, кВт

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/(м²К)

$\Delta t_{\text{ср}}$ – середня різниця між температурою х/а та навколишнього середовища

Для середньотемпературних камер

$$S = \frac{11,07 \cdot 1000}{30 \cdot 5} = 73,8 \text{ м}^2$$

Для низькотемпературних камер

$$S = \frac{6,79 \cdot 1000}{30 \cdot 15} = 45,2 \text{ м}^2$$

Витрату повітря, що необхідна для охолодження конденсатора V_k , м³/с, знаходимо за формулою:

$$V_k = \frac{Q_k}{c \cdot \rho \cdot \Delta t_{\text{пов}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (9.2)$$

де Q_k – сумарний тепловий потік в конденсаторі, кВт;

c – питома теплоємність повітря, кДж/кг;

ρ – густина повітря, кг/м³ ;

$\Delta t_{\text{пов}}$ – підігрів повітря в конденсаторі, К.

$$V_k = \frac{11,07}{1 \cdot 1,5 \cdot 37} = 1,99 \text{ м}^3/\text{с}$$

Витрату повітря, що необхідна для охолодження конденсатора низькотемпературних камер V_k , м³/с, знаходимо за формулою:

					00.БКР.142.008.824 ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ			Літер	Лист	Листів
Разраб		Хамаза М.О						у	74	100
Керівник		Бойко В.О.						ХМ-4-8ск		
Н. Контр.										
Затверд.		Петренко В.П.								

$$V_k = \frac{6,79}{1 \cdot 1,5 \cdot 37} = 1,22 \text{ м}^3/\text{с}$$

Для середньотемпературної централі я вибираю конденсатор:

- ECO KCE 64A2, [ст 110. 2К.] (ктр-85)

Для низькотемпературної централі я вибираю конденсатор:

- ECO KCE 64A2, [ст 110. 2К.] (ктр-85)

Розрахунок та вибір вентиляторів для камер зберігання фруктів, овочів та харчових відходів проводять по об'ємній продуктивності, м³/год:

$$V = \frac{V \cdot a}{24}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (9.3)$$

де, V – об'єм камери м³

a – кратність повітрообміну

$$V_{\text{кам}N^{\circ}12} = \frac{432 \cdot 6}{24} = 108 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{\text{кам}N^{\circ}4} = \frac{1728 \cdot 10}{24} = 720 \text{ м}^3/\text{год}$$

10. Розрахунок випарників

Камери зберігання продуктів підприємств торгівлі і громадського харчування оснащуються пристінними батареями (випарниками). Виняток складають камери зберігання овочів та фруктів і камери для відходів, де встановлюють повітроохолоджувачі, [ст. 22 ІП.].

Необхідну площу теплопередаючої поверхні випарника S м², визначають по формулі:

$$S = \frac{Q_{\text{обор}}}{k_{\text{н}} \cdot O_{\text{ср}}}, \text{ м}^2 \quad (10.1)$$

де, $Q_{\text{обор}}$ – навантаження на обладнання, дорівнює теплопритоку в дану камеру кВт

k – коефіцієнт теплопередачі камерного обладнання, Вт/(м²К)

$O_{\text{ср}}$ – середня різниця між температурою х/а та навколишнього середовища

$$S_{\text{кам№1}} = \frac{36306}{12 \cdot 42} = 72 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№2}} = \frac{25202}{12 \cdot 52} = 40.38 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№3}} = \frac{25202}{12 \cdot 52} = 40.38 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№4}} = \frac{38120}{12 \cdot 42} = 75.64 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№5}} = \frac{19346}{12 \cdot 52} = 31.00 \text{ м}^2$$

					00.БКР.142.008.824 ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ			Літер	Лист	Листів
Разраб		Хамаза М.О						у	76	100
Керівник		Бойко В.О.						ХМ-4-8ск		
Н. Контр.										
Затверд.		Петренко В.П.								

$$S_{\text{кам№6}} = \frac{23498}{12 \cdot 42} = 46.63 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№7}} = \frac{13817}{12 \cdot 52} = 22.14 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№8}} = \frac{16972}{12 \cdot 42} = 33.67 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам9}} = \frac{16271}{12 \cdot 42} = 32.28 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№10}} = \frac{10231}{12 \cdot 52} = 16.40 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№11}} = \frac{15511}{12 \cdot 52} = 24.85 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{кам№12}} = \frac{15422}{12 \cdot 42} = 30.59 \text{ м}^2$$

[Таблиця «Підбір випарників» [Ст. 128. 3К.]

Камера №	Повітро – охолодник
1	ВОП-75
2	ВОП-50
3	ВОП-75
4	ВОП-100
5	ВОП-50
6	ВОП-50
7	ВОП-50
8	ВОП-50
9	ВОП-50
10	ВОП-50
11	ВОП-50
12	ВОП-50

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

77

11 Розрахунок трубопроводів

Внутрішній діаметр труби $d_{вн}$, м, розраховуємо за формулою

$$d_{вн} = 1,13 \sqrt{\frac{V_{ж}}{\omega_{ж}}}, \text{ м (11.1)}$$

де, $V_{ж}$ - об'єм рідини (або пари), що протікає по трубі, м³/с;

$\omega_{ж}$ - розрахункова швидкість руху рідини, м/с.

Об'єм рідини, що протікає по трубі на різних ділянках системи трубопроводів різна. Вона залежить від стану агенту і тиску на даній ділянці. Його можна визначити за формулою:

$$V_{ж} = M_{км} \cdot V_n \text{ (11.2)}$$

де, $M_{км}$ - кількість агенту, що циркулює по системі (масова витрата агенту, визначена в тепловому розрахунку компресора), кг/с;

V_n - питомий об'єм рідини на даній ділянці, м³/с.

V_n дорівнює :

- для всмоктувального трубопроводу - V_1 ;
- для нагнітального трубопроводу - V_2 ;
- для рідинного перед регулюючим вентилем - V_3 .

Значення $M_{км}$, V_1 , V_2 , V_3 визначені в параметрах циклу і тепловому розрахунку компресора.

Вибираємо діаметр труб по [Таблиці 7.2 ст 170 2К].

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				у	78	100
Н. Контр.						ХМ-4-8ск		
Затверд.		Петренко В.П.						

Для середньотемпературних камер:

$$V_{ж(всм)} = 0,069 \cdot 0,046 = 0,0031 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{ж(нагн)} = 0,069 \cdot 0,013 = 0,0008 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{ж(рід)} = 0,069 \cdot 1 = 0,069 \text{ м}^3/\text{с}$$

Для підйому оливи: у вертикальних ділянках, швидкість потоку пари хладону має бути не менше 8-10 м/с, а на горизонтальних ділянках – не менше 6 м/с, [1 ст.171].

Діаметр трубопроводу:

$$d_{вн(всм)} = 1,13 \sqrt{\frac{0,0031}{10}} = 0,019 \text{ м} = 19 \text{ мм} - \text{я вибираю трубу діаметром 20 мм.}$$

$$d_{вн(нагн)} = 1,13 \sqrt{\frac{0,008}{10}} = 0,010 \text{ м} = 10 \text{ мм} - \text{я вибираю трубу діаметром 10 мм.}$$

$$d_{вн(рід)} = 1,13 \sqrt{\frac{0,069}{10}} = 0,09 \text{ м} = 90 \text{ мм} - \text{я вибираю трубу діаметром 100 мм.}$$

Для низькотемпературних камер:

$$V_{ж(всм)} = 0,042 \cdot 0,064 = 0,0026 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{ж(нагн)} = 0,042 \cdot 0,013 = 0,00054 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{ж(рід)} = 0,042 \cdot 1 = 0,042 \text{ м}^3/\text{с}$$

Діаметр трубопроводу:

$$d_{вн(всм)} = 1,13 \sqrt{\frac{0,0026}{10}} = 0,018 \text{ м} = 18 \text{ мм} - \text{я вибираю трубу діаметром 20 мм.}$$

$$d_{вн(нагн)} = 1,13 \sqrt{\frac{0,00054}{10}} = 0,008 \text{ м} = 8 \text{ мм} - \text{я вибираю трубу діаметром 10 мм.}$$

$$d_{вн(рід)} = 1,13 \sqrt{\frac{0,042}{10}} = 0,07 \text{ м} = 70 \text{ мм} - \text{я вибираю трубу діаметром 70 мм.}$$

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		79

12. Підбір допоміжного обладнання та арматури

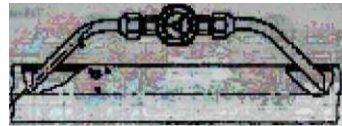
Необхідно провести підбір наступного допоміжного обладнання:

- Запірних вентилів - Фільтрів
- Оглядового скільця
- Електронного регулюючого вентиля

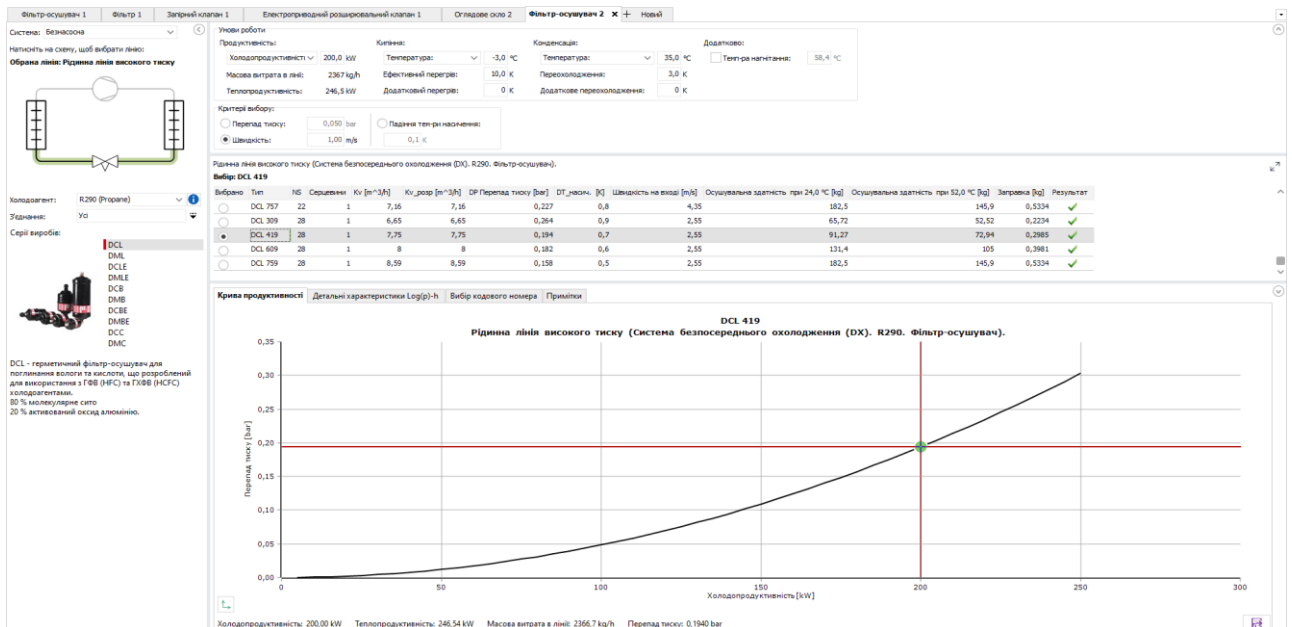


Оглядове скільце зі сталі на рідинну лінію

Підключення буде здійснюватися на рідинну лінію наступним методом:



Результати підбору фільтра DCL 419



00.БКР.142.008.824 ПЗ

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Разраб		Хамаза М.О				у	80	100
Керівник		Бойко В.О.				ХМ-4-8ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

Візуальний вигляд фільтру на рідинну лінію DCL419



Результати підбору фільтру DCR 04821-F



Візуальний вигляд запірної вентилю на лінії нагнітання SVA 50 angle

Система: Безнасосна

Наполюйте на скрію, щоб вибрати ліній:

Обрана лінія: Ліній нагнітання

Холодоагент: R717 (Аммоніак)

Ударики: УО

Серія виробів:

- SVA angle
- SVA straight
- SVA 55 angle
- SVA 55 straight
- SVA-65B angle
- SVA-65B straight
- SVA-65BT angle
- SVA-65BT straight

SVA (кутового виконання) - кутовий запірний клапан для усіх положень холодоагента. Клапан SVA мають прями безпосередні з'єднання.

Умови роботи

Холодопродуктивність: 250,0 kW | Котлина: | Конденсатор: | Додатково: |

Температура: -3,0 °C | Температура: 35,0 °C | Тем-ра нагнітання: 120,2 °C

Масова витрата в ліній: 793,7 kg/h | Ефективний перепад: 10,0 k | Перепад нагнітання: 3,0 k

Теплопродуктивність: 307,6 kW | Додатковий перепад: 0 k | Додаткові переохолодження: 0 k

Критерії вибору:

Перепад тиску: 0,050 bar | Падіння тем-ри нагнітання: 0,1 K

Швидкість: 15,00 м/с

Ліній нагнітання (Система безпосереднього охолодження (DX), R717, Запірний клапан).

Вибір: SVA 50 angle | Вибраний каталожний номер: 14883700

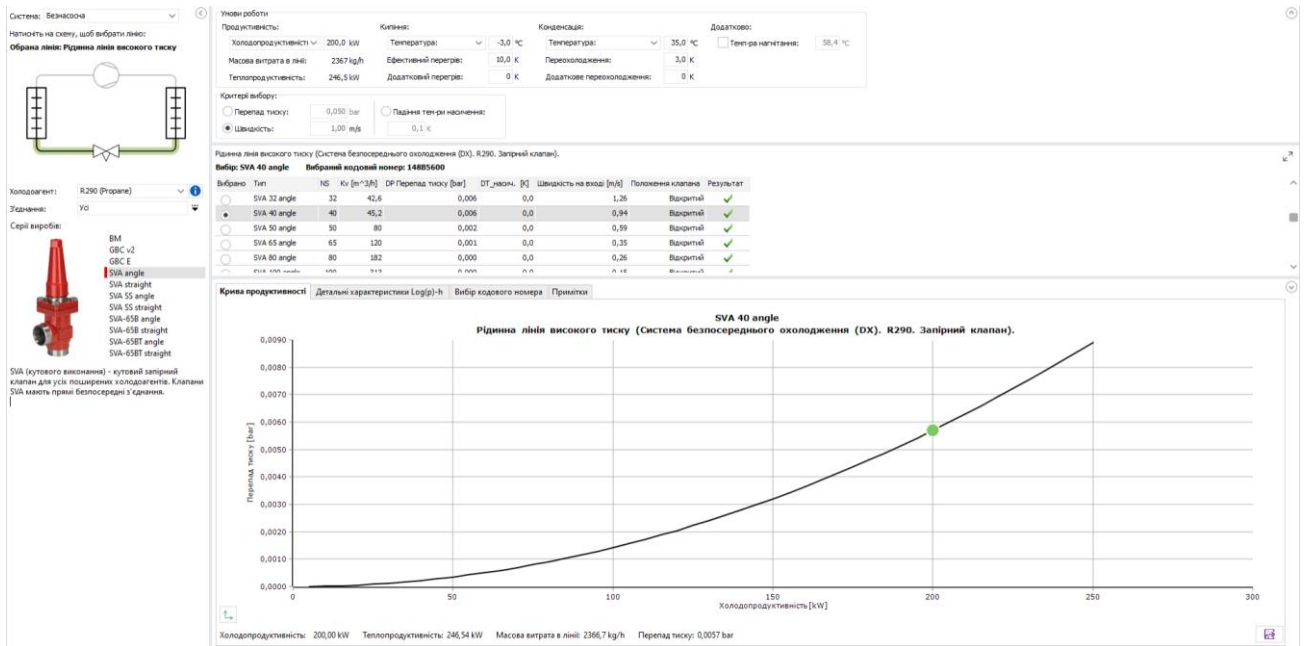
Вибір	Тип	NG	kg	[m ³ /h]	DP Перепад тиску [bar]	DT_мощн. [K]	Швидкість на вхід [m/s]	Положення клапана	Результат
<input type="radio"/>	SVA 32 angle	32	42,6	0,048	0,1	28,14	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA 40 angle	40	45,2	0,043	0,1	20,96	Відкритий	✓	
<input checked="" type="radio"/>	SVA 50 angle	50	80	0,014	0,0	13,11	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA 65 angle	65	120	0,006	0,0	7,88	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA 80 angle	80	182	0,003	0,0	5,72	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA 100 angle	100	313	0,001	0,0	3,40	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA 125 angle	125	514	0,000	0,0	2,25	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA 150 angle	150	785	0,000	0,0	1,54	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA 200 angle	200	1168	0,000	0,0	0,91	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA CH 250 angle	250	1405	0,000	0,0	0,57	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA-CL 250 angle	250	1810	0,000	0,0	0,57	Відкритий	✓	
<input type="radio"/>	SVA-CH 300 angle	300	1870	0,000	0,0	0,41	Відкритий	✓	

Крива продуктивності | Детальні характеристики Log(p)-h | Вибір каталожного номера | Примітки

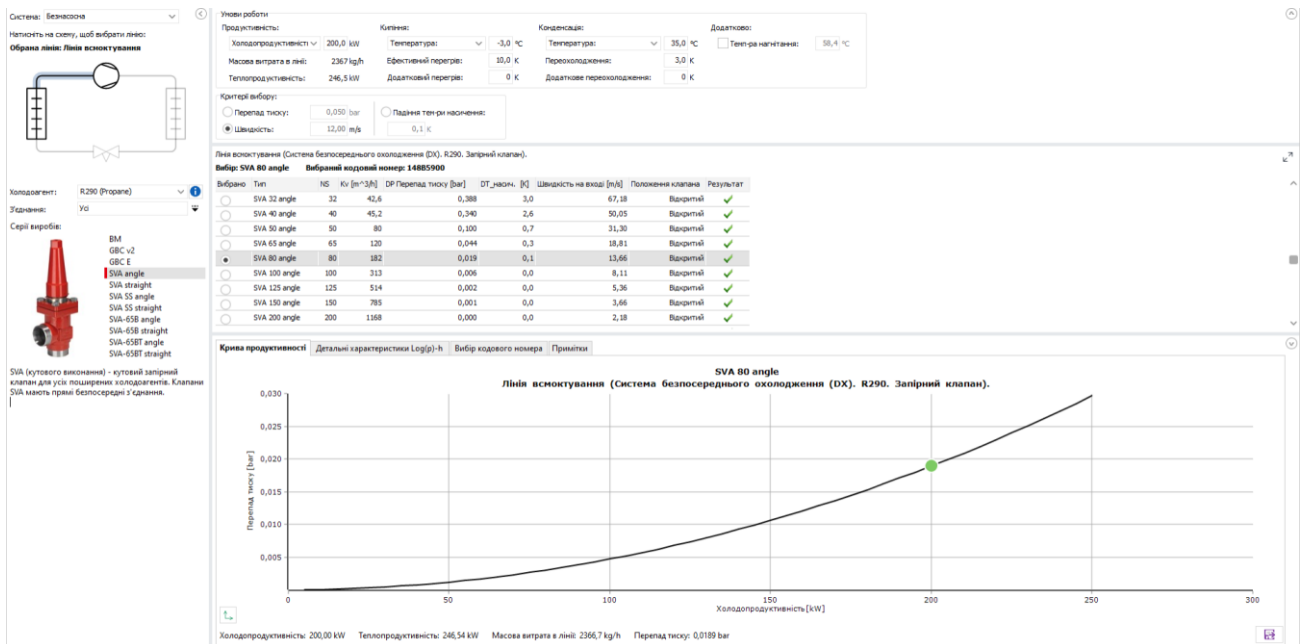
Ліній нагнітання (Система безпосереднього охолодження (DX), R717, Запірний клапан).

Холодопродуктивності: 250,00 kW | Теплопродуктивності: 307,56 kW | Масова витрата в ліній: 793,70 kg/h | Перепад тиску: 0,0137 bar

Параметри підбору запірною вентиляю на лінію нагнітання SVA 50 angle



Параметри підбору запірною вентиляю на рідинну лінію SVA 40 angle



Параметри підбору запірною вентиляю на всмоктувальну лінію SVA 80 angle



Візуальний вигляд електроприводного розширювального вентиля ETS Colibri 50C

Система: Безнасосна

Обрана лінія: Рідина ліній високого тиску

Холодоагент: R290 (Пропане)
Здавлені: УО
Серія виробів: ETS Colibri

ETS Colibri® - електроприводний розширювальний клапан з керуванням електроприводом. Збалансована конструкція клапана з вбудованим позумком і технологією керування прямого приводу. Це забезпечує краще прервдвння аналогічно можливостям електромагнітного клапана в обох напрямках руху потоку, що забезпечує безаварійну роботу системи. Макс. робочий тиск (PS): 50 бар, перепад тиску відкриття клапана 40 бар.

Умови роботи:

Продуктивність: Холодопродуктивність: 200,0 kW
Масова витрата в лінії: 236,7 kg/h
Теплопродуктивність: 246,5 kW

Кисляна: Температура: -3,0 °C
Ефективний перепад: 10,0 K
Додатковий перепад: 0 K

Конденсат: Температура: 35,0 °C
Перехолодження: 3,0 K
Додаткове перехолодження: 0 K

Додатково: Тепле нагрівання: 58,4 °C

Критерій вибору: Навантаження: 80 %
Падіння тиску у розподільниках: 0 bar

Рідина ліній високого тиску (Система безпосереднього охолодження (DX), R290. Електроприводний розширювальний клапан).

Вибір: ETS Colibri 50C Вибраний кодний номер: 034G7700

Вибрано	Тип	NG	Макс. продуктивність [kW]	Мін. продуктивність [kW]	Навантаження [%]	DP Перепад тиску [бар]	Швидкість на вхід [м/с]	Результат
<input type="radio"/>	ETS Colibri 24C-16	16	137,8	11,69	145	7,854	8,74	⚠
<input type="radio"/>	ETS Colibri 24C-22	22	171,0	14,29	117	7,854	4,37	⚠
<input type="radio"/>	ETS Colibri 29C	22	171,0	14,29	117	7,854	4,37	⚠
<input checked="" type="radio"/>	ETS Colibri 50C	28	324,6	17,69	62	7,854	2,56	✅
<input type="radio"/>	ETS Colibri 100C	35	637,3	26,91	31	7,854	1,68	✅

Крива продуктивності

ETS Colibri 50C
Рідина ліній високого тиску (Система безпосереднього охолодження (DX), R290. Електроприводний розширювальний клапан).

Холодопродуктивності: 200,00 kW Теплопродуктивності: 246,54 kW Масова витрата в лінії: 236,7 kg/h Ступінь відкриття: 51,1 % Стає Частото відкритий

Параметри підбору розширювального вентиля ETS Colibri 50C

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

83

13 Економічна частина

Інформація надана фірмою, ООО«Промхолод-Ровно», яка являється одним із лідерів продажу холодильного обладнання в Україні.

Про компанію:

Компанія ООО «Промхолод.Рівне» розпочала свою роботу у 2013 році. Ядро компанії склали фахівці із величезним багажем знань про світ холодильного обладнання.

Поєднання накопиченої теорії та практичне застосування на щоденних монтажах, дозволило нам створити портал, який займає лідируючі місце на Українському ринку промислового холоду. Все завдяки

щоденної кропіткої роботи над кожною позицією товару та осмислення нових трендів та потреб клієнтів, які з року в рік розвиваються. Ми пишаємося тим, що на сьогоднішній день, нашим сайтом користуються всі від покупця до великих монтажних організацій, оскільки всі знають, що саме у нас найсвіжіша, актуальна та достовірна інформація з будь-якого виду продукції.

У нашому асортименті представлено понад сімдесят брендів, зі світовими іменами. Уявіть, це більше 10 000 найменувань продукції на все актуальною наявністю та лояльними цінами.

«Промхолод Рівно» крім продажів обладнання, проводити якісний монтаж від маленьких квіткових камер, до величезних овочесховищ на сотні, і тисячі тонн продукції, з педантичними вимогами до контролю температури та вологості. Наша компанія поставила десятки тисяч одиниць обладнання, для маленьких та великих камер, приватних овочесховищ, квіткових магазинів, камер зберігання м'ясних та рибних продуктів, та безліч магазинів найбільших мережевих брендів України.

Ми надаємо послуги:

1. Розрахунок проектування інженерний підбір холодильного обладнання згідно з Вашим технічним завданням.
2. Релізуємо холодильне обладнання для підприємств харчової промисловості, продовольчих магазинів, оптових баз. магазинів супермаркетів:

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>		Хамаза М.О			<i>Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ</i>	<i>Літер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		Бойко В.О.				у	84	100
<i>Н. Контр.</i>						ХМ-4-8ск		
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

13.1 Для середньотемпературної централі

Компресор

Отже, ціна з НДС на компресор : *Bitzer 6GE-34Y-40P* надана фірмою для середньотемп. централі складає: 287 477 грн.

Централь має 3 компресори, тому ціна на всі три компресори буде складати: 862 431 грн.

Конденсатор

Отже, ціна з НДС на конденсатор : (сучасний аналог *ECO KCE 64A2*) надана фірмою для середньотемп. централі складає: 218 049 грн.

Повітроохолоджувачі в камери

Камера	Модель охолоджувача	Ціна з НДС, грн
1	ECO ICE 63B10 ED	643 373
4	ECO ICE 63B10 ED	643 373
6	ECO ICE 62B10 ED	440 474
8	ECO ICE 44B10 ED	340 614
9	ECO ICE 44B10 ED	340 614
12	ECO ICE 52B12 ED	289 901

13.2 Для низькотемпературної централі

Компресор

Отже, ціна з НДС на компресор : *Bitzer 6GE-40Y-40P* надана фірмою для низькотемп. централі складає: 304 346 грн.

Централь має 3 компресори, тому ціна на всі три компресори буде складати: 913 038 грн.

Конденсатор

Отже, ціна з НДС на конденсатор : *KTR-85*(сучасний аналог *ECO KCE 64A2*) надана фірмою для середньотемп. централі складає: 218 049 грн.

Повітроохолоджувачі в камери

Камера	Модель охолоджувача	Ціна з НДС, грн
2	ECO ICE 52B10 ED	381 024
3	ECO ICE 52B10 ED	381 024
5	ECO ICE 52B12 ED	289 901
7	ECO ICE 42A10 ED	244 155
10	ECO ICE 42B10 ED	196 717
11	ECO ICE 52A12 ED	279 821

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

85

Для розрахунку вартості одиниці холоду, використовуючи надані дані, виконаємо наступні кроки:

Розрахунок загальних витрат на електроенергію:

Дані:

- Споживана потужність: 600 кВт, 705кВт – 15%
- Час роботи: 365 днів × 24 години = 8760 годин
- Тариф на електроенергію: 4,5 грн/кВт·год

Розрахунок:

Загальні витрати на електроенергію=600 кВт×8760 годин×4.5 грн/кВт

Загальні витрати на електроенергію=600×8760×4.5

Загальні витрати на електроенергію=23652000грн

2. Розрахунок річного виробництва холоду:

Річне виробництво холоду (кВт\год) –

Річне виробництво холоду (кВт\год)=Холодильна потужність×Час роботи

Річне виробництво холоду=600кВт×8760годин

Річне виробництво холоду=5256000 кВт

3.Розрахунок вартості одиниці холоду:

Вартість одиниці холоду (грн/кВт\год)= $\frac{\text{Загальні витрати на електроенергію}}{\text{Річне виробництво холоду}}$

Вартість одиниці холоду = $\frac{23652000}{5256000}$

Вартість одиниці холоду ≈ 4.5грн/кВт\год

Отже, вартість одиниці холоду становить приблизно 4.5 грн/кВт·год.

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

86

14 Охорона праці

1.1 Дія інструкції поширюється на всіх працівників, що обслуговують фреонові холодильні установки.

1.2 По даній інструкції машиніст хлодоагенових холодильних установок (далі машиніст) проходить інструктаж перед початком роботи (первинний інструктаж), а потім через кожні 3 місяці (повторний інструктаж). Результати інструктажів заносяться в " Журнал реєстрації інструктажів з питань охорон праці", після проходження інструктажу в журналі повинні бути підписи особи, що інструктує та особи яку інструктують.

1.3 небезпечними факторами, що діють на працівника під час обслуговування фреонових холодильних установок можуть бути:

- токсична дія парів фреону;
- дія шуму та вібрації;
- напруженість праці;
- змінність;
- дія електроструму.

1.4 До обслуговування фреонових холодильних установок допускаються особи віком старше 18 років, що пройшли попереднє навчання в спеціальних навчальних закладах і мають відповідне посвідчення; пройшли попередній медичний огляд, не мають медичних протипоказань. Пройшли вступний інструктаж з питань охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та інструктаж по пожежній безпеці.

1.5 За невиконання положень даної інструкції машиніст несе дисциплінарну, адміністративну, матеріальну та кримінальну відповідальність

					00.БКР.142.008.824 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>		Хамаза М.О			<i>Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ</i>	<i>Літер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		Бойко В.О.				у	87	100
<i>Н. Контр.</i>						ХМ-4-8ск		
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

1.6 Машиніст холодильних установок повинен:

- знати будову та правила безпечної експлуатації холодильної установки, яку обслуговує;
- проходити періодичну перевірку знань не рідше одного разу на 12 місяців з відміткою у посвідченні.
- знати шкідливу дію на організм людини холодильного агенту;
- вміти надавати першу медичну допомогу при отруєнні парами холодильного агенту, ураженні електричним струмом, при інших травмах;
- вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння;
- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- не допускати виникнення аварійних ситуацій;
- не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце;
- працювати тільки на тій холодильній установці, будову і правила безпечної експлуатації знає та проінструктований;
- користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту;
- виконувати тільки поручену роботу;
- не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце;
- не виконувати роботи, що суперечать вимогам охорони праці;
- пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та товаришів по роботі.

1.7 Обов'язки машиніста холодоагенових холодильних установок:

- пуск та зупинка холодильної установки, підтримання оптимальних параметрів роботи холодильного обладнання;
- підтримання заданих температурних режимів;
- обслуговування всього обладнання розміщеного в машинному та апаратному відділеннях, а також в цехах зв'язаних зі споживанням холоду;
- своєчасне та правильне ведення змінного журналу;
- перевірка обладнання при прийомі та здачі зміни;
- економно використовувати електроенергію, воду, масло, допоміжні матеріали;

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

88

- підтримувати закріплене обладнання, виробничі та побутові приміщення, прилеглу територію в належному технічному та санітарному стані;
- вживати заходи по недопущенню виникнення аварійних ситуацій, приймати участь в ліквідації аварій, пожеж, надавати першу медичну допомогу.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Перед першим пуском необхідно заправити холодильну установку фреоном та виконати програмування контролера згідно з картою програмування.

2.2 Перевірити заземлення електрообладнання.

2.3 Перевірити наявність холодильного агенту. Перевірити рівень мастила в картері компресора. Рівень повинен бути не нижче половини мірного скла.

2.4 Перевірити опір ізоляції електродвигуна (при першому включенні та після тривалого простою).

2.5 Перевірити стан трубопроводів та запірної арматури, приладів автоматичного регулювання та контролю, при необхідності відрегулювати.

2.6 Перед пуском холодильної установки необхідно візуально перевірити стан запірної арматури на ділянці компресор - конденсатор - лінійний ресивер - прилади охолодження, дані вентиля завжди повинні знаходитись у відкритому стані, бути опломбованими, вентиля компресорів додатково обладнуються захисними ковпаками. Перевірити наявність в системі хладагенту (визначається візуально по мірному склу на лінійному ресивері та по манометрах) при відсутності виявити та усунути протікання.

2.7 На щиту управління ввімкнути «Автомат управління». В подальшому холодильна установка працює в автоматичному режимі.

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		89

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1 Витікання фреону через сальники вентилів та компресорів повинно усуватись негайно.

3.2 Для виявлення витоків хладоагентів використовують наступні методи:

- візуально - обмерзати або замаслення сальників вентилів, фланцевих з'єднань;
- за допомогою електронних течешукачів; • за допомогою галоїдної лампи.

3.3 Для набивання сальників вентилів використовують фторопластові кільця або кільця з маслобензостійкої резини.

3.4 Вентилі призначені для використання в складі фреонової холодильної установки мають особливу конструкцію сальникової камери - наявність зворотного запірнього клапану, тому ремонт сальників вентилів потрібно проводити у положенні ВЕНТИЛЬ ВІДКРИТО, виняток складають кутові та прохідні вентилі умовним діаметром $D_u = 15$ - сальники цих вентилів ремонтують в положенні ВЕНТИЛЬ ЗАКРИТО.

3.5 Ремонт сальників проводити в засобах індивідуального захисту.

3.6 Всі ремонтні роботи зв'язані із заміною сальникової набивки, підтягуванням фланцевих з'єднань необхідно виконувати після попереднього зниження тиску в посудині чи апараті, де встановлено арматуру, а на стороні високого тиску після зупинки компресора.

3.7 При підготовці до ремонту обладнання (компресор, ресивер та інше) залишки фреону видаляють за допомогою гумового шлангу один кінець якого надітий на спеціальний вентиль, інший - опущено в посудину з водою.

3.8 Для запобігання потраплянню води в обладнання забороняється знижувати в них тиск нижче атмосферного.

3.9 Повітря та інші гази, що не конденсуються повинні видалятися за допомогою повітровідокремлювачів, а в разі їх відсутності через гумовий шланг у посудину з водою.

3.10 Для змащування компресорів дозволяється використовувати лише масло ХФ-22-24 для фреону 22, ХФ-12-24 для фреону 12, або інші рекомендовані заводом виробником холодильного обладнання.

3.11 Проведення зварювальних робіт при ремонті обладнання повинне проводитись під наглядом відповідального за безпечну експлуатацію холодильної установки з виконанням всіх мір безпеки з оформленням наряду - допуску.

3.12 В зимовий час при тривалій зупинці холодильної установки необхідно зливати воду з насосів, конденсаторів, головок компресорів, або забезпечувати постійну циркуляцію води для запобігання її замерзання і виходу з ладу обладнання.

3.13 Для запобігання накопичення льоду на приладах охолодження і порушення режимів роботи холодильної установки необхідно регулярно проводити відтаювання приладів охолодження за допомогою гарячих парів фреону або електротенами.

3.14 Під час ремонту на обладнанні необхідно вивішувати таблички "НЕ ВМИКАТИ ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ", відключати електричні кабелі, роз'єднувати ремінні та муфтові з'єднання.

3.15 Забір лінійного мертвого простору компресора необхідно проводити тільки при ручному провертанні вала.

3.16 На компресорах та насосах холодильної установки, що працює в автоматичному режимі необхідно на видному місці вивісити таблички "ОБЕРЕЖНО ПУСКАЄТЬСЯ АВТОМАТИЧНО".

3.17 Під час експлуатації холодильної установки та періодичному огляді автоматизованих холодильних установок машиніст повинен контролювати режим роботи холодильної установки:

- температура кипіння холодильного агента на 8-10°C нижче температури в камері, або на 2-5 °C нижче від температури проміжного холодоносія, визначається по мановакууметру та таблицях;
- температура всмоктування в компресор на 20-25 °C вище температури кипіння;
- тиск в системі змащування для поршневих компресорів на 0,17 – 0,25 МПа вище тиску всмоктування, для гвинтових на 0,3-0,5 МПа вище тиску нагнітання;
- температура нагнітання компресора не перевищує 135°C;
- температура мастила не перевищує 70 °C;
- температура верхньої частини головок циліндрів не перевищує 125°C для компресорів з повітряним охолодженням;
- всмоктуючий патрубок компресора вкритий росою або інеєм в залежності від температури кипіння, НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ обмерзання всмоктуючих порожнин та картера компресора;
- температури всмоктування, нагнітання, мастила - контролюють за допомогою спиртових термометрів;
- тиск і температуру кипіння та конденсації визначають за допомогою мановакууметрів з подвійною шкалою (тиск/температура), або за допомогою мановакууметрів та таблиць залежності температури від тиску.

3.18 Під час експлуатації холодильної установки забороняється:

- експлуатувати обладнання з пошкодженими, непрацюючими або відсутніми засобами захисту (манометри, реле рівня, запобіжні клапани - захисні реле);
- використовувати відкрите полум'я для огляду картеру компресора, для розігріву трубопроводів та обладнання під час видалення снігової шуби та льоду, випуску масла;
- використовувати лампи розжарення розраховані на напругу більше 36В;
- вприскувати рідкий холодильний агент безпосередньо у всмоктуючий трубопровід компресора для зниження температури всмоктування, якщо це не передбачено заводом-виробником;
- експлуатувати привідні муфти та ремінні передачі без захисних кожухів;
- випускати масло з посудин та апаратів безпосередньо в посудину для збору відпрацьованого мастила;
- перевіряти нагрів шатунів компресора та інших рухомих частіш без зупинки обладнання;
- перевіряти величину мертвого простору на працюючому компресорі;
- забороняється нагрівати балони з фреоном вище 45 °С.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1 Передати зміну зміннику, перевірити стан холодильної установки і зробити відмітку в спеціальному журналі.

4.2 При відсутності змінника не залишати робочого місця без дозволу головного інженера.

4.3 Привести в порядок спецодяг, засоби індивідуального захисту і покласти у відведене для них місце.

4.4 Помити руки, лице теплою водою з милом, при можливості прийняти душ.

					<i>00.БКР.142.008.824 ПЗ</i>	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		93

4.5 Про всі недоліки, які мали місце в роботі доповісти головному інженеру і зробити відповідний запис у журналі.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1 Холодильна установка повинна бути негайно зупинена кнопкою аварійного

відключення у слідуючи випадках:

- поява стуку в циліндрах компресора;
- підвищення тиску в посудинах та апаратах вище дозволеного, не дивлячись на вжиті персоналом заходи;
- при виявленні несправності запобіжних пристроїв;
- при несправності манометра та неможливості визначити тиск іншими приладами;
- при несправності блокуючих пристроїв;
- при розгерметизації системи.

5.2 Дії машиністів холодильної установки при виникненні аварійних ситуацій:

5.2.1 Аварійний викид холодоагенту:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійного відключення;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони.

5.2.2 Витік холодоагенту на нагнітаючому трубопроводі від компресора до конденсатора:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити запірну арматуру на компресорах, масловідокремлювачах,

конденсаторах.

5.2.3 Аварійний витік холодоагенту з конденсатора:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити нагнітаючий трубопровід від компресора до конденсатора;
- закрити зливний трубопровід від конденсатора до лінійного ресивера;
- закрити зрівнюючі лінії між конденсатором та лінійним ресивером;
- понизити тиск, відкривши лінію відсмоктування.

5.2.4 Гідравлічний удар в компресорі:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити вентилі на всмоктуючих та нагнітаючих трубопроводах.

5.2.5 Виток холодоагенту на лінійному ресивері:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити зливний трубопровід від конденсатора до лінійного ресивера;
- закрити урівнюючу лінію між конденсатором та лінійним ресивером.

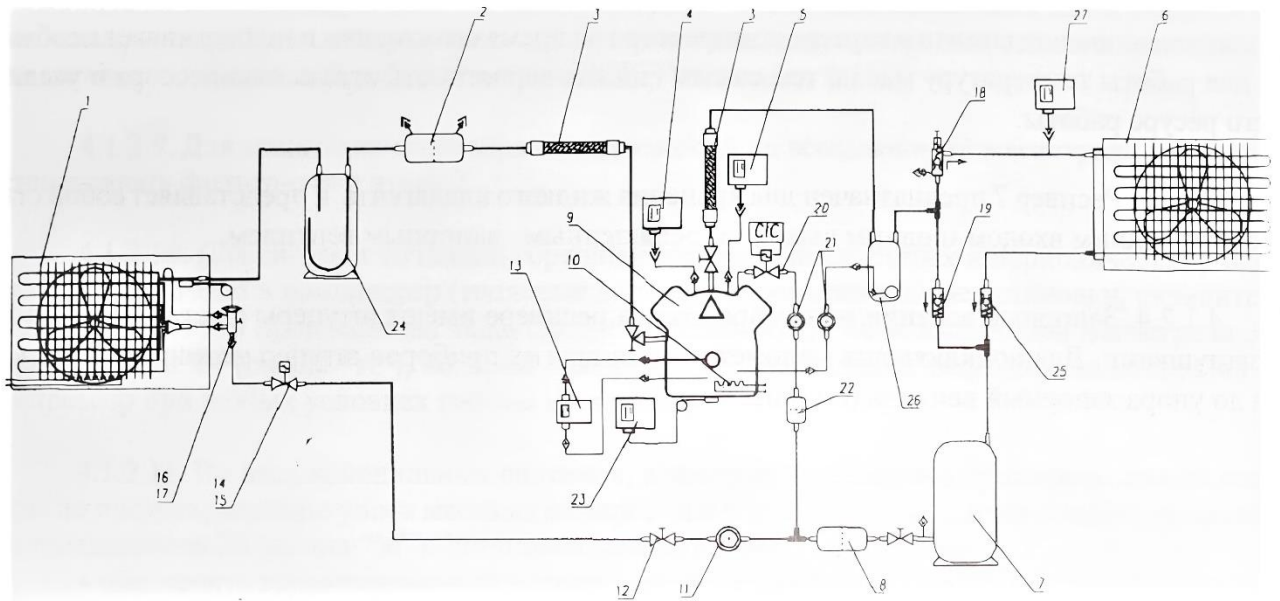
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

95

15 Опис роботи схеми



[Схема]

1. Повітроохолоджувач;
2. Фільтр-очисник;
3. Віброізолятор;
4. Реле низького тиску;
- 5 Реле високої тиску;
- 6 Повітряний конденсатор;
7. Ресивер;
8. Фільтр-осушувач;
9. Компресор;
10. Картерний нагрівач;
11. Смотровое стекло;
12. Запорний вентиль;
13. Реле контролю тиску смазки;
- 14,15. Корпус соленоїдного вентиля з котушкою;
- 16,17. Терморегулюючий вентиль з клапанним вузлом;
18. Регулятор керування конденсації типу KVR;
19. Диференіольний зворотний клапан типу NRD;

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разраб		Хамаза М.О			Проект холодильного складу місткістю 5500 тон продукції у м.Київ	Літер	Лист	Листів
Керівник		Бойко В.О.				у	96	100
Н. Контр.					ХМ-4-8ск			
Затверд.		Петренко В.П.						

20. Клапан вприску рідкого холодоносія;
21. Смотрове скло;
22. Фільтр грубої очистки;
23. Термостат захисту від холодного пуску;
24. Видільник рідини;
25. Зворотний клапан;
26. Масловидільник;
27. Реле контролю тиску конденсації;

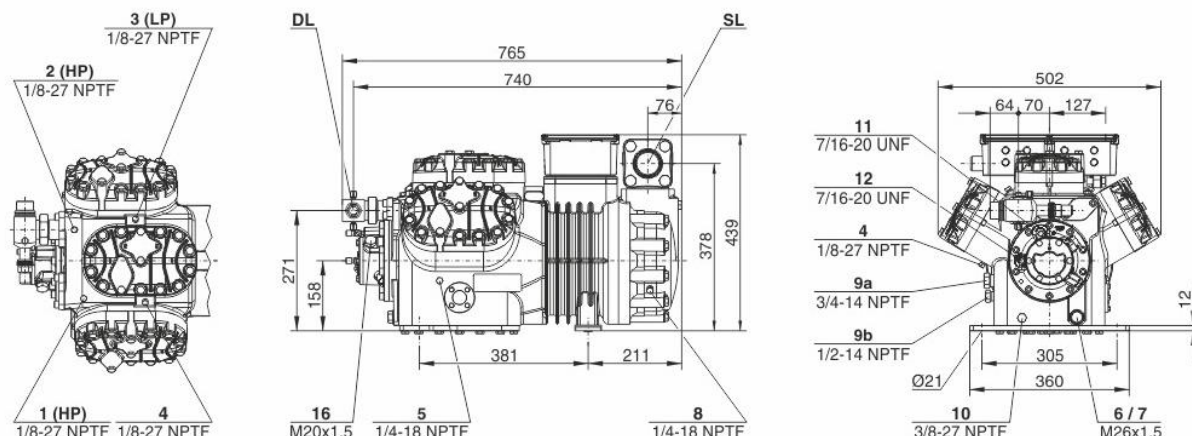
Опис

Компресор (див. сх. 3.1) 9 холодильного агрегату відсмоктує газоподібний холодоагент з випарника охолоджувача повітря 1, стискає його і нагнітає в повітряний конденсатор 6. У конденсаторі холодоагент охолоджується потоком повітря від вентилятора і переходить в рідкий стан. З конденсатора рідкий холодоагент надходить у ресивер 7 де відбувається його накопичення і (безперебійна подача до ТРВ). З ресивера через запірний вентиль холодоагент надходить у фільтр-осушувач 8, де відбувається видалення залишків вологи, домішок і забруднень, а потім проходить через оглядове скло з індикатором вологості 11, соленоїдний вентиль 14, 15 і дроселюється терморегулюючим вентилем 16 і 16.

У випарнику холодоагент кипить, відводячи тепло від об'єкта охолодження. Пари холодоагенту з випарника через відділник рідини 24 і фільтр на всмоктувальній магістралі 2 де відбувається очищення їх від забруднень, через запірний вентиль надходять в компресор. Потім цикл роботи холодильної машини повторюється. Для забезпечення гарантованого повернення олії в картер компресора на виході з компресора може встановлюватися маслоотделитель 26. Віб्रोізолятори 3 забезпечують гасіння вібрацій при роботі компресора і перешкоджають розповсюдженню по холодильному контуру.

16 Додаток

Характеристика компрессора СТЦ

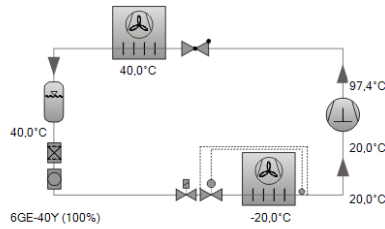
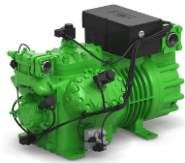
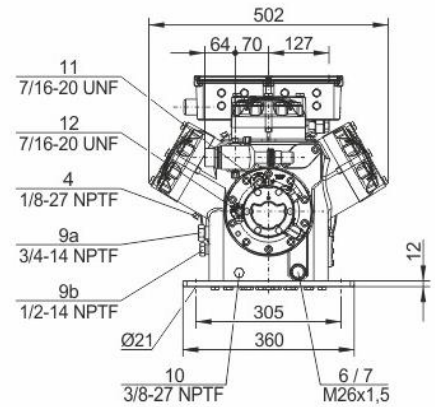
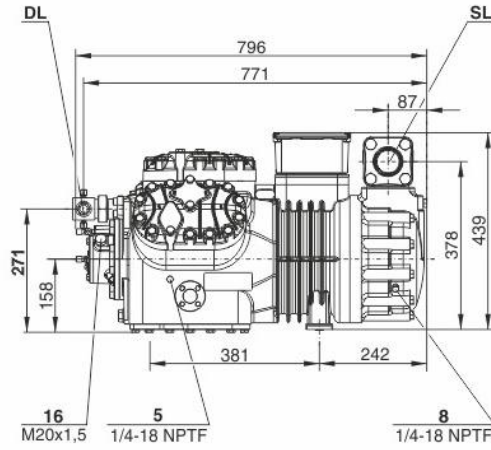
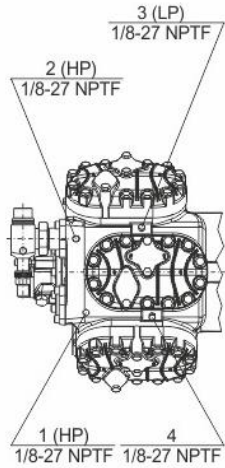


← Предыдущий Следующий →

Компрессор		6ГЭ-34И-40П	xi	Технические Данные	
Шаги мощности	100%			Рабочий объем (1450 об/мин, 50 Гц)	126,8 м³/ч
Охлаждающая способность	74,9 кВт			Рабочий объем (1750 об/мин, 60 Гц)	153,0 м³/ч
Охлаждающая способность *	74,9 кВт			Номер цилиндра x диаметр цилиндра x ход поршня	6 x 75 мм x 55 мм
Производительность испарителя	74,9 кВт			Масса	230 кг
Входная мощность	28,5 кВт			Макс. давление (НД/ВД)	19/32 бар
Ток (400 В)	48,7 А			Соединение всасывающей линии	54 мм — 2 1/8 дюйма
Диапазон напряжения	380-420В			Соединение нагнетательной линии	35 мм — 1 3/8 дюйма
Емкость конденсатора	103,4 кВт			Тип масла R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Стандарт) R134a tc>70°C: BSE55 (опция)
КС/ЭОР	2,63			Тип масла R22 (R12/R502)	B5,2 (опция)
КС/ЭОР *	2,63			Тип масла R1234yf	BSE32 (стандартный) R1234yf tc>70°C: BSE55 (опция)
Массовый поток	2168 кг/ч			Тип масла R1234ze	BSE55 (стандартный) до>15°C: BSE85K (опция) tc>70°C: BSE85K (опция)
Рабочий режим	Стандартный			Тип масла R454C/R455A	BSE32 (стандартный)
Температура нагнетательного газа, без охлаждения	84,8 °С			Тип масла P5155	BSE55 (стандартный) до>15°C: BSE85K (опция) tc>70°C: BSE85K (опция)
				Данные Двигателя	
				Моторная версия	2
				Напряжение двигателя (более подробная информация по запросу)	380-420В PW-3-50Гц
				Макс. рабочий ток	65,5 А
				Коэффициент намотки	50/50
				Пусковой ток (ротор заблокирован)	141,0 АГ / 233,0 А ГГ
				Макс. входная мощность	40,0 кВт

					00.БКР.142.008.824 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					
Разраб	Хамза М.О				Проект холодильного склада місткістю 5500 тон продукції у м.Київ		Літер	Лист	Листів
Керівник	Бойко В.О.						у	98	100
Н. Контр.					ХМ-4-8ск				
Затверд.	Петренко В.П.								

Характеристика компрессора НТЦ



← Предыдущий Следующий →

Компрессор	6ГЭ-40И-40П
Шаги мощности	100%
Охлаждающая способность	47,5 кВт
Охлаждающая способность *	47,5 кВт
Производительность испарителя	47,5 кВт
Входная мощность	22,3 кВт
Ток (400 В)	44,9 А
Диапазон напряжения	380-420В
Емкость конденсатора	69,8 кВт
КС/ЭОР	2,14
КС/ЭОР *	2,14
Массовый поток	1352 кг/ч
Рабочий режим	Стандартный
Температура нагнетательного газа, без охлаждения	97,4 °С

Технические Данные	
Рабочий объем (1450 об/мин, 50 Гц)	126,8 м³/ч
Рабочий объем (1750 об/мин, 60 Гц)	153,0 м³/ч
Номер цилиндра x диаметр цилиндра x ход поршня	6 x 75 мм x 55 мм
Масса	240 кг
Макс. давление (НД/ВД)	19/32 бар
Соединение всасывающей линии	54 мм — 2 1/8 дюйма
Соединение нагнетательной линии	35 мм — 1 3/8 дюйма
Тип масла R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Стандарт) R134a tc>70°C: BSE55 (опция)
Тип масла R22 (R12/R502)	B5.2 (опция)
Тип масла R1234yf	BSE32 (стандартный) R1234yf tc>70°C: BSE55 (опция)
Тип масла R1234ze	BSE55 (стандартный) до>15°C: BSE85K (опция) tc>70°C: BSE85K (опция)
Тип масла R454C/R455A	BSE32 (стандартный)

Данные Двигателя	
Моторная версия	1
Напряжение двигателя (более подробная информация по запросу)	380-420В PW-3-50Гц
Макс. рабочий ток	73,9 А
Коэффициент намотки	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	219,0 АГ / 362,0 А ГГ
Макс. входная мощность	42,0 кВт

Акти
Чтобы

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

00.БКР.142.008.824 ПЗ

Лист

99

