

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

**Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки**

**«До захисту в ЕК»**

Директор інституту

\_\_\_\_\_ Сергій Блаженко  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Валентин Петренко  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_

Холодильні техніка та технологія

на тему: Проект овочесховища місткістю 8000 тон у м. Черкаси на базі різних  
схемних рішень системи холодопостачання.

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-7М

\_\_\_\_\_ Дорош Володимир Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Пилипенко Олексій Юрійович

(прізвище, ім'я)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

\_\_\_\_\_ (підпис та прізвище здобувача)

**Київ – 2025 р.**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого  
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри ТЕХТ**

проф. Петренко В.П.

“17” вересня 2025 року

## **З А В Д А Н Н Я**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Дороша Володимира Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект овочесховища місткістю 8000 тон у м. Черкаси на базі різних схемних рішень системи холодопостачання

керівник роботи доц.к.т.н., Пилипенко Олексій Юрійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 17.09.2025 року № 712-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 02.12.2025 року

3. Вихідні дані до роботи Місткість камер зберігання: картопля 3350т, морква 1300т, буряк 1700т, капуста 1700т та цибуля 450т, Кваліфікаційна робота включає в себе варіативні розрахунки на різних холодоагентах, зокрема аміаку та R134a.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ, 1. Техніко-економічне обґрунтування. 2. Технологічна схема оброблення продукції. 3. Планування холодильника. 4. Розрахунок ізоляційних конструкцій. 5. Розрахунок теплонадходжень. 6. Тепловий розрахунок холодильної установки. 7. Підбір допоміжного обладнання. 8. Гідравлічний розрахунок. 9. Розрахунок економічних показників 10. Охорона праці. 11. Цивільний захист. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника 2. Схема холодильної установки 3. План та розріз машинного відділення



## АНОТАЦІЯ

У представленому проєкті здійснено дослідження питання "Проєкт овочесховища загальною місткістю 8000 тонн у місті Черкаси з детальним аналізом різноманітних схемних варіантів організації систем холодопостачання".

Основною метою виконання даної дипломної роботи стала розробка та проєктування спеціалізованого холодильника, призначеного для збереження овочевої продукції. У рамках виконання роботи було розроблено високоефективну схему холодильної системи, здійснено підбір усього необхідного технологічного обладнання з урахуванням специфічних умов експлуатації об'єкта. Головна мета проєктування полягає у досягненні максимально можливої енергетичної ефективності системи холодопостачання, забезпеченні оптимальних параметрів охолодження продукції за умови мінімальних капітальних інвестицій та експлуатаційних витрат.

Дане дослідження включає в себе детальний розрахунок теплових параметрів та технологічних характеристик системи холодопостачання, описує технологічні процеси збереження овочевої продукції, а також містить обґрунтований вибір основного та додаткового технологічного обладнання.

У проєктній роботі використано найсучасніші підходи до проєктування конструктивних та об'ємно-планувальних рішень холодильних систем, а також застосовано сучасні технологічні схеми для охолодження та збереження сільськогосподарської продукції. Усі розрахункові операції та креслення виконано з використанням програмних комплексів "Microsoft Office 2016", "Mathcad 16" та "AutoCAD 2022".

**Ключові слова:** овочесховище; холодильна система; системи холодопостачання; енергетична ефективність; теплові надходження; ізоляційні конструкції; додаткове обладнання; автоматизація; зберігання овочевої продукції; техніко-економічне обґрунтування.

					<b>00.КМР.142.003.005.ПЗ</b>			
Вип.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	<b>Проєкт овочесховища місткістю 8000 тонн у м. Черкаси з аналізом схемних рішень систем холодопостачання</b>	Літера	Лист	Листів
Розроб		Дорош В.С				у	4	79
Пров		Пилипенко О.Ю						
Н. Контр.								
Затв.		Петренко В.П						
						<b>НУХТ, ННІТІ, ТЕХТ</b>		

## ABSTRACT

In the presented project, a study was conducted on "Design of a vegetable storage facility with a total capacity of 8,000 tons in the city of Cherkasy with a detailed analysis of various schematic options for organizing refrigeration supply systems".

The main objective of this thesis work was the development and design of a specialized refrigeration facility intended for the storage of vegetable products. Within the framework of the work, a highly efficient refrigeration system scheme was developed, and all necessary technological equipment was selected taking into account the specific operating conditions of the facility. The main goal of the design is to achieve the maximum possible energy efficiency of the refrigeration supply system, ensure optimal parameters for product cooling with minimal capital investment and operational costs.

This study includes a detailed calculation of thermal parameters and technological characteristics of the refrigeration supply system, describes the technological processes of vegetable product storage, and contains a justified selection of main and auxiliary technological equipment.

The project work employs the most modern approaches to designing structural and space-planning solutions for refrigeration systems, as well as contemporary technological schemes for cooling and storing agricultural products. All calculation operations and drawings were performed using the software packages "Microsoft Office 2016", "Mathcad 16", and "AutoCAD 2022".

**Keywords:** *vegetable storage facility; refrigeration system; refrigeration supply systems; energy efficiency; heat gains; insulation structures; auxiliary equipment; automation; vegetable product storage; technical and economic feasibility.*

					00.KMP.142.003.005.ПЗ	Лист
						5
Вун	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

### Вступ

1. Техніко-економічне обґрунтування .....	8
2. Технологічна схема обробки продукції .....	9
3. Планування холодильника .....	12
4. Розрахунок ізоляційних конструкцій .....	16
5. Розрахунок теплонадходжень .....	20
6. Тепловий розрахунок холодильної установки .....	36
7. Підбір допоміжного обладнання .....	51
8. Гідравлічний розрахунок .....	56
9. Розрахунок економічних показників .....	59
10. Охорона праці .....	71
11. Цивільний захист .....	77

### Список використаних джерел

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						6
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Для гарантування високоякісного та своєчасного постачання овочевої продукції населенню доцільно сформувати розгалужену мережу холодильних складських приміщень відносно невеликої потужності, які б здійснювали обслуговування конкретних районів чи регіональних територій. Проте в умовах міської забудови можливості для вільного планування та вибору конструктивних рішень будівлі холодильника є значно обмеженими. Це спричинено високою комерційною вартістю земельних ділянок у межах міської території та обмеженнями на використання аміачних холодильних систем у густонаселених зонах через їх високу аміакоємність. Зазначені обставини вимагають використання компактних і економічно ефективних конструкцій та інженерних систем, що базуються на найновітніших науково-технічних розробках.

З урахуванням цих факторів, вибір одноповерхової конструктивної схеми будівлі холодильника в цьому проєкті є найбільш доцільним і раціональним. Матеріали та конструктивні елементи несучих і огорожувальних конструкцій обрано відповідно до чинної нормативної та кошторисної документації.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						7
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Метою даного проєкту є спорудження овочесховища у місті Черкаси.

Реалізація даного підприємства у обласному центрі дозволить гарантувати накопичення овочевої продукції для тривалого зберігання та її подальшої реалізації на ринку. Овочесховище забезпечуватиме свіжою овочевою продукцією жителів міста Черкаси та Черкаської області.

У даному проєкті для отримання холоду застосовується насосно-циркуляційна схема подачі холодоагента, яка характеризується як найпростіша та найнадійніша у порівнянні з аналогічними системами на основі аміаку. Вибраний холодильний агент вирізняється низькою вартістю та екологічною безпечністю у порівнянні з фреонами. Охолоджувальна схема передбачає безпосереднє охолодження, що дозволяє знизити капітальні витрати у порівнянні з використанням проміжного теплоносія, а також зменшити споживання електричної енергії.

Для камер холодильника в якості теплообмінного обладнання обрано повітроохолоджувачі. Це забезпечує примусову циркуляцію повітряного середовища, що прискорює процес охолодження. У порівнянні з батарейним охолодженням, повітроохолоджувачі є більш компактними, займають менше корисної площі та мають нижчу металоємність за однакової холодопродуктивності.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						8
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОБРОБКИ ПРОДУКЦІЇ

### 2.1. Загальна характеристика овочесховища

Приміщення овочесховища розташоване в місті Черкаси. Підприємство призначене для приймання, первинної обробки, тривалого зберігання та подальшої реалізації плодоовочевої продукції після зимового періоду. Продукція надходить з фермерських господарств Черкаської області та прилеглих регіонів.

Холодозабезпечення здійснюється за рахунок власного холодильно-компресорного цеху, оснащеного аміачними холодильними установками. Камери зберігання обладнані системою активної вентиляції, що дозволяє підтримувати оптимальні температурно-вологісні режими для кожного виду продукції.

Загальна місткість камер зберігання становить 8000 тонн:

- картопля — 3000 тонн;
- морква — 1200 тонн;
- буряк столовий — 1700 тонн;
- капуста білокачанна — 1700 тонн;
- цибуля ріпчаста — 400 тонн.

### 2.2. Періодичність надходження продукції

Надходження овочевої продукції на зберігання здійснюється відповідно до агротехнічних строків збирання врожаю в Черкаській області. Періодичність завантаження камер має критичне значення для забезпечення якісного зберігання, оскільки овочі повинні закладатися на зберігання в оптимальні строки після збирання.

Таблиця 2.1. Періодичність надходження овочевої продукції

Продукція	Період надходження	Тривалість завантаження	Місткість камер, т
Цибуля ріпчаста	Серпень	1–15 серпня	400
Картопля	Вересень	1–20 вересня	3000
Буряк столовий	Вересень	15–30 вересня	1700
Морква	Вересень–Жовтень	20 вересня – 10 жовтня	1200
Капуста білокачанна	Жовтень	1–25 жовтня	1700

Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.КМР.142.003.005.ПЗ

Лист

9









- запобігання накопиченню вуглекислого газу;
- рівномірність температури та вологості в камері.

Обмін повітря в камері виконується через повітроохолоджувачі або нагрівальні прилади: під час охолодження капусти — щоденно, а в наступний період — кожні три доби. Кількість зовнішнього повітря, що подається, становить 2–3 об'єми незавантаженої камери на добу.

## 2.8. Спосіб розміщення та тара для зберігання

Зберігання овочів відбувається при повному завантаженні камер. Овочі зберігаються в дерев'яних контейнерах розміром 1600×1200×1200 мм, які забезпечують зручність транспортування та зберігання. Бік та дно контейнерів мають достатню кількість вентиляційних отворів для циркуляції повітря.

Контейнери встановлюють один на інший у 4 яруси. Між штабелями залишають технологічні проходи для забезпечення циркуляції повітря та доступу до продукції.

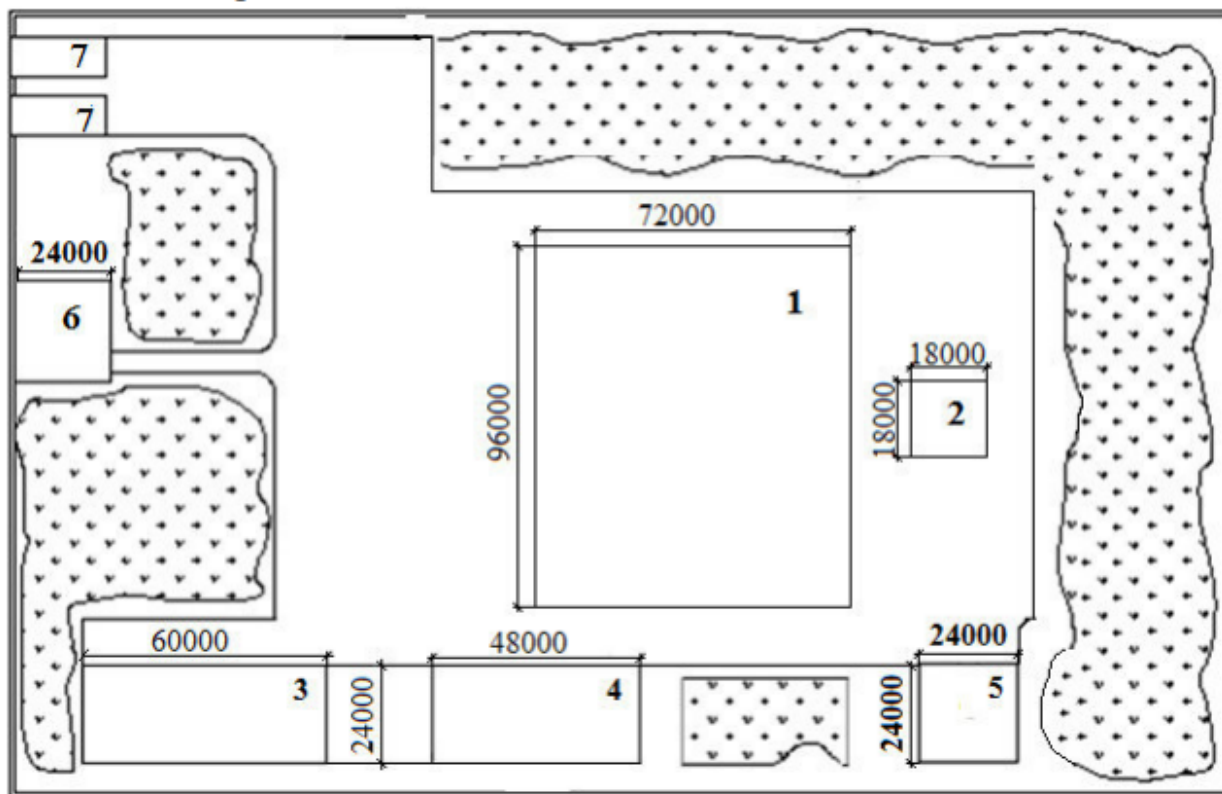
Навантажувальні та розвантажувальні роботи виконуються за допомогою автотранспорту.

**Таблиця 2.2. Умови зберігання овочевої продукції**

Продукція	Температура зберігання, °С	Відносна вологість повітря, %	Тривалість зберігання, міс.
Картопля	+2...+4	85–95	6–8
Морква	0...+1	90–98	5–7
Буряк столовий	0...+1	90–95	5–7
Капуста білокачанна	-1...+0,5	85–90	4–6
Цибуля ріпчаста	0...+1	70–80	6–8

### 3. ПЛАНУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

#### 3.1. Генеральний план.



Овочесховище включає в себе такі основні функціональні частини:

1 – холодильне приміщення; 2 – машинне відділення разом зі службовими приміщеннями; 3 – фасувальний та сушильний цех; 4 – складське приміщення для дерев'яних контейнерів; 5 – сховище для зберігання аміаку та мастильних матеріалів; 6 – адміністративна будівля; 7 – автомобільна вагова;

Будівельні споруди овочесховищ належать до п'ятого класу промислових об'єктів, тому в плануванні забудови закладена санітарно-захисна зона шириною п'ятдесят метрів навколо всіх споруд.

У генеральному плануванні закладено коефіцієнт щільності забудови до п'ятдесяти відсотків. Будівельна споруда холодильника спланована таким способом, щоб гарантувати зручний доступ для переміщення контейнерів з овочевою продукцією до камер збереження від фасувального та сушильного цехів. На виробничій території овочесховища також закладено наявність контрольно-

Вул	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.КМР.142.003.005.ПЗ

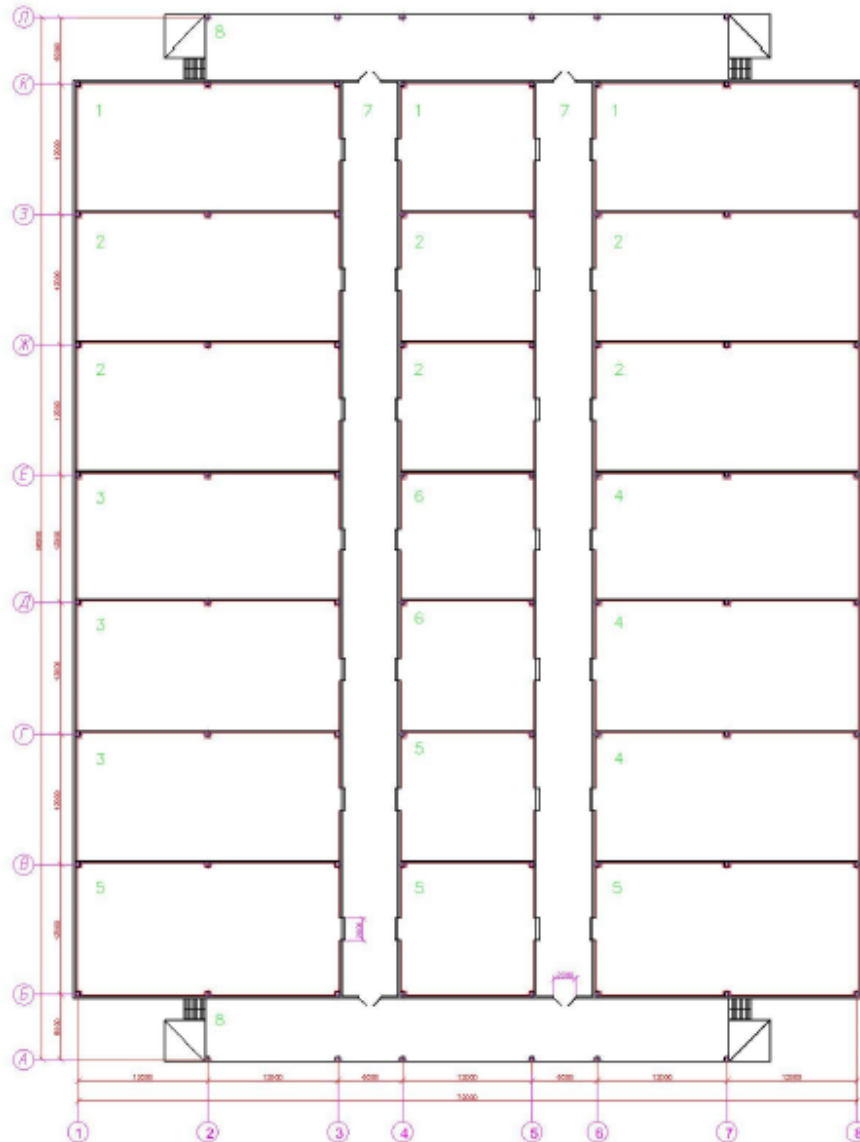
Лист

15





## Схема розташування приміщень:



1 – Експедиційне приміщення 2 – Камера збереження картопляної продукції 3 – Камера збереження бурякової продукції 4 – Камера збереження капустяної продукції 5 – Камера збереження моркв'яної продукції 6 – Камера збереження цибульної продукції 7 – Коридорне приміщення 8 - Автомобільна платформа для завантаження

Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.КМР.142.003.005.ПЗ

Лист

18

#### 4. РОЗРАХУНОК ІЗОЛЯЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Будівельно-ізоляційні конструктивні елементи холодильних камер представлено в таблицях:

##### Зовнішня стінова конструкція:

Шар конструкції	$\delta(i)$ , м	$\lambda(i)$ , Вт/мК	$\Sigma\delta(i)/\lambda(i)$ , м <sup>2</sup> К/Вт
1. Штукатурне покриття	0,02	0,98	
2. Теплоізоляційний матеріал з SturodurC	-	0,031	0,141
3. Пароізоляційний шар - подвійний шар гідроізолу на бітумній основі	0,004	0,3	
4. Залізобетонна конструкція	0,2	1,86	

##### Внутрішня стінова конструкція:

Шар конструкції	$\delta(i)$ , м	$\lambda(i)$ , Вт/мК	$\Sigma\delta(i)/\lambda(i)$ , м <sup>2</sup> К/Вт
1. Штукатурне покриття	0,02	0,98	
2. Теплоізоляційний матеріал з SturodurC	-	0,031	0,141
3. Пароізоляційний шар - подвійний шар гідроізолу на бітумній основі	0,004	0,3	
4. Залізобетонна конструкція	0,2	1,86	

##### Перегородкова конструкція:

Шар конструкції	$\delta(i)$ , м	$\lambda(i)$ , Вт/мК	$\Sigma\delta(i)/\lambda(i)$ , м <sup>2</sup> К/Вт
1. Штукатурне покриття	0,02	0,98	
2. Теплоізоляційний матеріал з SturodurC	-	0,031	0,088
3. Пароізоляційний шар - подвійний шар гідроізолу на бітумній основі	0,004	0,3	
4. Залізобетонна конструкція	0,1	1,86	

Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.КМР.142.003.005.ПЗ

Лист

19

### Покриттєва конструкція:

Шар конструкції	$\delta(i)$ , м	$\lambda(i)$ , Вт/мК	$\Sigma\delta(i)/\lambda(i)$ , м <sup>2</sup> К/Вт
1. П'ятишарове покриття з гідроізолу на бітумній основі	0,012	0,3	
2. Бетонна стяжка по металевій сітці	0,04	1,86	0,092
3. Пароізоляційний шар - подвійний шар гідроізолу на бітумній основі	0,004	0,3	
4. Теплоізоляційний матеріал з SturodurC	-	0,031	
5. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	

Примітка: Коефіцієнти теплопровідності матеріалів прийняті згідно з ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція будівель" та технічною документацією виробника теплоізоляційних матеріалів BASF Styrodur C.

Визначаємо необхідну товщину ізоляційного шару:

$$\delta(iз) = \lambda(iз) \times [(1/K(0)) - (\Sigma\delta(i)/\lambda(i)) - (1/\alpha(з)) - (1/\alpha(в))], \text{ м}$$

- де  $\lambda(iз)$  - коефіцієнт теплопровідності ізоляційного матеріалу, Вт/(м×К);
- $K(0)$  - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>×К);
- $\alpha(з)$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огороження, Вт/(м<sup>2</sup>×К);
- $\alpha(в)$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огороження, Вт/(м<sup>2</sup>×К);

Визначаємо необхідну товщину ізоляційного шару для зовнішньої стінової конструкції:

$$\delta(iз1) = 0,031 \times [(1/0,38) - (1/23) - 0,141 - (1/9)] = 0,072 \text{ м}$$

Приймаємо товщину вісімдесят міліметрів.

Визначаємо необхідну товщину ізоляційного шару для внутрішньої стінової конструкції:

$$\delta(iз1) = 0,031 \times [(1/0,45) - (1/8) - 0,141 - (1/9)] = 0,057 \text{ м}$$

Приймаємо товщину шістдесят міліметрів.

										Лист
										20
Вил	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

00.КМР.142.003.005.ПЗ

Визначаємо необхідну товщину ізоляційного шару для перегородкових конструкцій:

$$\delta(i_{z2}) = 0,031 \times [(1/0,58) - (1/9) - 0,088 - (1/9)] = 0,044 \text{ м}$$

Приймаємо товщину п'ятдесят міліметрів.

Визначаємо необхідну товщину ізоляційного шару для покриттєвої конструкції:

$$\delta(i_{z2}) = 0,031 \times [(1/0,36) - (1/23) - 0,092 - (1/9)] = 0,078 \text{ м}$$

Приймаємо товщину вісімдесят міліметрів.

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження:

$$K(0_d) = 1 / [(1/\alpha(z_n)) + (\sum \delta(i)/\lambda(i)) + (\delta(i_{z,o})/\lambda(i_z)) + (1/\alpha(v_n))], \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$$

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стінової конструкції:

$$K(0_d) = 1 / [(1/23) + 0,141 + (0,08/0,031) + (1/9)] = 0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$$

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі для внутрішньої стінової конструкції:

$$K(0_d) = 1 / [(1/8) + 0,141 + (0,06/0,031) + (1/9)] = 0,42 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$$

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі для перегородкових конструкцій:

$$K(0_d) = 1 / [(1/9) + 0,088 + (0,05/0,031) + (1/9)] = 0,53 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$$

Визначаємо необхідну товщину ізоляційного шару для покриттєвої конструкції:

$$\delta(i_{z2}) = 0,031 \times [(1/0,36) - (1/23) - 0,092 - (1/9)] = 0,078 \text{ м}$$

Приймаємо товщину вісімдесят міліметрів.

## 5. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОНаДХОДЖЕНЬ

Навантаження на камерне обладнання розраховується за формулою:

$$\Sigma Q = Q(1) + Q(2) + Q(3) + Q(4) + Q(5)$$

Теплові надходження через огорожувальні конструктивні елементи Q(1) розраховується за формулою:

$$Q(1) = Q(1T) + Q(1C), \text{ Вт}$$

1. де Q(1T) - теплові надходження через стінові конструкції, перегородки, покриття і підлогову основу;
2. Q(1C) - теплові надходження від сонячної радіації.

Теплові надходження через стінові конструкції, перегородки, покриття і підлогову основу розраховується за формулою:

$$Q(1T) = K(0д) \times F \times (t(зн) - t(вн)), \text{ Вт}$$

1. де K(д) - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження;
2. F - розрахункова площа поверхні огороження;
3. t(зн) і t(вн) - розрахункові температури зовнішнього повітряного середовища і повітря в камері.

При розрахунку теплових надходжень через внутрішні огорожувальні конструкції, які виходять в неохолоджувані функціональні приміщення, різниця температур розраховується:  $0,7 \times (t(зн) - t(вн))$ , що сполучаються з зовнішнім повітряним середовищем, і  $0,6 \times (t(зн) - t(вн))$ , якщо не сполучаються.

Теплові надходження від сонячної радіації розраховується за формулою:

$$Q(1C) = K(0д) \times F \times \Delta t(c), \text{ Вт}$$

де  $\Delta t(c)$  - надлишкова різниця температурних показників, яка характеризує дію сонячної радіації в літній період часу.

Всі розрахункові операції заносяться в таблицю 5.1

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		22

Таблиця 5.1 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q(1)

Назва камери	Найменування огородження	Ко д	Розміри			F	tзв	tвн	Δt	Δtc	Q1г	Q1с	Q
			L	B	H								
Експедиція 1	Північна стіна	0,35	24		6	144	31	5	26		1310		1310
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		-5				
	Західна стіна	0,35	12		6	72	31		26	11,70	655	295	950
	Східна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Покриття	0,36	24	12		288	31		26	14,90	2696	1545	4241
	Підлога	0,41	24	12		288	1		-4				
												7150	
Експедиція 2	Північна стіна	0,35	12		6	72	31	5	26		655		655
	Південна стіна	0,53	12		6	72	0		-5				
	Західна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Східна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Покриття	0,36	12	12		144	31		26	14,90	1348	772	2120
	Підлога	0,41	12	12		144	1		-4				
												4074	
Експедиція 3	Північна стіна	0,35	24		6	144	31	5	26		1310		1310
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		-5				
	Західна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Східна стіна	0,35	12		6	72	31		26	9,60	655	242	897
	Покриття	0,36	24	12		288	31		26	14,90	2696	1545	4241
	Підлога	0,41	24	12		288	1		-4				
												7097	

Камера картоплі 1	Північна стіна	0,53	24		6	144	5	0	5		389		389	
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,35	12		6	72	31		31	11,70	781	295	1076	
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6903		
Камера картоплі 2	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,35	12		6	72	31		31	11,70	781	295	1076	
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6514		
Камера картоплі 3	Північна стіна	0,53	12		6	72	5	0	5		194		194	
	Південна стіна	0,53	12		6	72	0		0					
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Покриття	0,36	12	12		144	31		31	14,90	1607	772	2379	
	Підлога	0,41	12	12		144	1		1		59		59	
												3755		
Камера картоплі 4	Північна стіна	0,53	12		6	72	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	12		6	72	0		0					
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Покриття	0,36	12	12		144	31		31	14,90	1607	772	2379	
	Підлога	0,41	12	12		144	1		1		59		59	
												3560		

Камера картоплі 5	Північна стіна	0,53	24		6	144	5	0	5		389		389	
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Східна стіна	0,35	12		6	72	31		31	9,60	781	242	1023	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6850		
Камера картоплі 6	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Східна стіна	0,35	12		6	72	31		31	9,60	781	242	1023	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6461		
Камера бурика 1	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,35	12		6	72	31		31	11,70	781	295	1076	
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6514		
Камера бурика 2	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,35	12		6	72	31		31	11,70	781	295	1076	
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6514		

Камера буряка 3	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,35	12		6	72	31		31	11,70	781	295	1076	
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6514		
Камера капуста 1	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Східна стіна	0,35	12		6	72	31		31	9,60	781	242	1023	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6461		
Камера капуста 2	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Східна стіна	0,35	12		6	72	31		31	9,60	781	242	1023	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6461		
Камера капуста 3	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0					
	Південна стіна	0,53	24		6	144	0		0					
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561	
	Східна стіна	0,35	12		6	72	31		31	9,60	781	242	1023	
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759	
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118	
												6461		

Камера морози 1	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0				
	Південна стіна	0,35	24		6	144	31		31	8,00	1562	403	1966
	Західна стіна	0,35	12		6	72	31		31	11,70	781	295	1076
	Східна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118
												8568	
Камера морози 2	Північна стіна	0,53	24		6	144	0	0	0				
	Південна стіна	0,35	24		6	144	31		31	8,00	1562	403	1966
	Західна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Східна стіна	0,35	12		6	72	31		31	9,60	781	242	1023
	Покриття	0,36	24	12		288	31		31	14,90	3214	1545	4759
	Підлога	0,41	24	12		288	1		1		118		118
												8515	
Камера морози 3	Північна стіна	0,53	12		6	72	0	0	0				
	Південна стіна	0,53	12		6	72	0		0				
	Західна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561
	Східна стіна	0,42	12		6	72			19		561		561
	Покриття	0,36	12	12		144	31		31	14,90	1607	772	2379
	Підлога	0,41	12	12		144	1		1		59		59
												3560	
Камера морози 4	Північна стіна	0,53	12		6	72	0	0	0				
	Південна стіна	0,35	12		6	72	31		31	8,00	781	202	983
	Західна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Східна стіна	0,42	12		6	72			22		649		649
	Покриття	0,36	12	12		144	31		31	14,90	1607	772	2379
	Підлога	0,41	12	12		144	1		1		59		59
												4720	



де  $M(t)$  - добове надходження тарної упаковки;

$C(t)$  - питома теплоємність тарної упаковки;

$t(1)$  і  $t(2)$  - початкові і кінцеві температурні показники тарної упаковки.

Всі розрахункові операції заносяться в таблицю 5.2

**Таблиця 5.2 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень  $Q(2)$**

Назва кам.	$M_{доб}$ т/доб	$M_r$ т/доб	$t_1$ °C	$t_2$ °C	$\Delta t$ °C	$i_1$ кДж/тк	$i_2$ кДж/тк	$\Delta i$ кДж/тк	$C_m$ кДж/тк*К		$Q_{зар}$ Вт	$Q_{ар}$ Вт	$Q_2$ Вт
Камера картоплі 1	33,50	6,70	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	29069,63	3565,87	32635,50
Камера картоплі 2	33,50	6,70	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	29069,63	3565,87	32635,50
Камера картоплі 3	16,75	3,35	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	14534,81	1782,94	16317,75
Камера картоплі 4	16,75	3,35	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	14534,81	1782,94	16317,75
Камера картоплі 5	33,50	6,70	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	29069,63	3565,87	32635,50
Камера картоплі 6	33,50	6,70	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	29069,63	3565,87	32635,50
Камера буряка 1	29,00	5,80	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	25164,75	3086,88	28251,63
Камера буряка 2	28,00	5,60	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	24297,00	2980,40	27277,40
Камера буряка 3	28,00	5,60	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	24297,00	2980,40	27277,40

Камера капустя 1	29,00	5,80	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	25164,75	3086,88	28251,63
Камера капустя 2	28,00	5,60	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	24297,00	2980,40	27277,40
Камера капустя 3	28,00	5,60	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	24297,00	2980,40	27277,40
Камера моркви 1	22,00	4,40	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	19090,50	2341,77	21432,27
Камера моркви 2	22,00	4,40	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	19090,50	2341,77	21432,27
Камера моркви 3	10,50	2,10	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	9111,38	1117,66	10229,04
Камера моркви 4	10,50	2,10	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	9111,38	1117,66	10229,04
Камера цибулі 1	11,25	2,25	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	9762,19	1197,50	10959,68
Камера цибулі 2	11,25	2,25	20	0	20	347	272	75	2,3	11,57	9762,19	1197,50	10959,68

Теплові надходження при вентиляційних процесах розраховується за формулою:

$$Q(3) = (V(k) \times a \times \rho(n) \times (i(zn) - i(vn))) / 86,4, \text{ Вт}$$

де V(k) - об'ємний показник камери;

a - кратність повітрообмінних процесів;

$\rho(n)$  - щільність повітряного середовища при температурних показниках і відносній вологості в камері;

$i(zн)$ ,  $i(вн)$  - питомі ентальпії зовнішнього повітряного середовища і повітря в камері.

Всі розрахункові операції заносяться в таблицю 5.3

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						31
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q(3)

Назва камери	Vк	а	р	ізн	твн	фзн	фвн	ізн	івн	Δі	Q3
Експедиція 1	1728	3	1,27	31	5	52	75	68,67	15,17	53,5	4076,70
Експедиція 2	864	3	1,27	31	5	52	75	68,67	15,17	53,5	2038,35
Експедиція 3	1728	3	1,27	31	5	52	75	68,67	15,17	53,5	4076,70
Камера картоплі 1	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера картоплі 2	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера картоплі 3	864	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	2328,97
Камера картоплі 4	864	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	2328,97
Камера картоплі 5	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера картоплі 6	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера буряка 1	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера буряка 2	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера буряка 3	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера капусти 1	1728	3	1,29	31	0	52	85	68,67	8,02	60,65	4694,31
Камера капусти 2	1728	3	1,29	31	0	52	85	68,67	8,02	60,65	4694,31
Камера капусти 3	1728	3	1,29	31	0	52	85	68,67	8,02	60,65	4694,31
Камера моркви 1	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера моркви 2	1728	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	4657,93
Камера моркви 3	864	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	2328,97
Камера моркви 4	864	3	1,29	31	0	52	90	68,67	8,49	60,18	2328,97
Камера цибулі 1	864	3	1,29	31	0	52	80	68,67	7,54	61,13	2365,73
Камера цибулі 2	864	3	1,29	31	0	52	80	68,67	7,54	61,13	2365,73

Експлуатаційні теплові надходження розраховуються за формулою:

$$Q(4) = q(1) + q(2) + q(3) + q(4), \text{ Вт}$$

1. де  $q(1)$  - теплові надходження від освітлювального обладнання, Вт;
2.  $q(2)$  - теплові надходження від перебування людей в камері, Вт;
3.  $q(3)$  - теплові надходження від працюючих електродвигунів, Вт;
4.  $q(4)$  - теплові надходження при відкриванні дверних конструкцій, Вт.

Теплові надходження від освітлювального обладнання розраховується за формулою:

$$q(1) = A \times F, \text{ Вт}$$

де  $A$  - тепла енергія, що виділяється джерелом освітлення в одиницю часового проміжку на  $1 \text{ м}^2$  площі підлогового покриття;

$F$  - площа камери,  $\text{м}^2$ .

Теплові надходження від перебування людей в камері розраховується за формулою:

$$q(2) = 350 \times n, \text{ Вт}$$

де 350 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній праці, Вт;

$n$  - кількісний показник людей, працюючих в даному функціональному приміщенні, чол.

Теплові надходження від працюючих електродвигунів розраховується за формулою:

$$q(3) = N(\text{дв.ел.}) \times 10^3, \text{ Вт}$$

де  $N(\text{дв})$  - сумарна потужність електродвигунів, кВт;

1000 - перевідний коефіцієнт з кВт у Вт.

Теплові надходження при відкриванні дверних конструкцій розраховується за формулою:

$$q(4) = K \times F, \text{ Вт}$$

де  $K$  - питомий прилив теплової енергії при відкриванні дверних конструкцій.

Всі розрахункові операції заносяться в таблицю 5.4

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						33
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

**Таблиця 5.4 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q(4)**

Назва камери	F	A	q(1)	n	q(2)	N(д)	q(3)	K	q(4)	Q(4)
Експедиція 1	288	4,7	1353,6	3	1050	3	3000	20	5760	11163,6
Експедиція 2	144	4,7	676,8	2	700	2	2000	20	2880	6256,8
Експедиція 3	288	4,7	1353,6	3	1050	3	3000	20	5760	11163,6
Камера картоплі 1	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера картоплі 2	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера картоплі 3	144	2,3	331,2	2	700	2	2000	12	1728	4759,2
Камера картоплі 4	144	2,3	331,2	2	700	2	2000	12	1728	4759,2
Камера картоплі 5	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера картоплі 6	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера буряка 1	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера буряка 2	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера буряка 3	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера капусти 1	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера капусти 2	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера капусти 3	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера моркви 1	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера моркви 2	288	2,3	662,4	3	1050	3	3000	12	3456	8168,4
Камера моркви 3	144	2,3	331,2	2	700	2	2000	12	1728	4759,2
Камера моркви 4	144	2,3	331,2	2	700	2	2000	12	1728	4759,2
Камера цибулі 1	144	2,3	331,2	2	700	2	2000	12	1728	4759,2
Камера цибулі 2	144	2,3	331,2	2	700	2	2000	12	1728	4759,2

Теплові надходження від овочевої та фруктової продукції при "диханні" розраховується за формулою:

$$Q(5) = V(k) \times (0,1 \times q(n) + 0,9 \times q(зб)), \text{ Вт}$$

де V(k) – місткісний показник камери, т;

q(n), q(зб) – тепловиділення плодів при температурних режимах надходження і зберігання, Вт/т;

Вит	Лист	№ докум	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------



**Таблиця 5.6 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q**

Назва камери	Q(1) к.обл./КМ	Q(2) к.обл./КМ	Q(3) к.обл./КМ	Q(4) к.обл./КМ	Q(5) к.обл./КМ	ΣQ к.обл./КМ
Експедиція 1	7150/3575	-	4077/4077	11164/5582	-	22390/13234
Експедиція 2	4074/2037	-	2038/2038	6257/3128	-	12369/7204
Експедиція 3	7097/3549	-	4077/4077	11164/5582	-	22337/13207
Камера картоплі 1	6903/6903	32143/16072	4658/4658	8168/4084	14784/14784	66657/46501
Камера картоплі 2	6514/6514	32143/16072	4658/4658	8168/4084	14784/14784	66268/46112
Камера картоплі 3	3755/3755	16072/8036	2329/2329	4759/2380	7392/7392	34307/23892
Камера картоплі 4	3560/3560	16072/8036	2329/2329	4759/2380	7392/7392	34112/23697
Камера картоплі 5	6850/6850	32143/16072	4658/4658	8168/4084	14784/14784	66604/46448
Камера картоплі 6	6461/6461	32143/16072	4658/4658	8168/4084	14784/14784	66215/46059
Камера буряка 1	6514/6514	27770/13885	4658/4658	8168/4084	22419/22419	69529/51560
Камера буряка 2	6514/6514	26796/13398	4658/4658	8168/4084	21630/21630	67767/50284
Камера буряка 3	6514/6514	26796/13398	4658/4658	8168/4084	21630/21630	67767/50284
Камера капусти 1	6461/6461	27770/13885	4694/4694	8168/4084	28017/28017	75111/57141
Камера капусти 2	6461/6461	26796/13398	4694/4694	8168/4084	27038/27038	73158/55675
Камера капусти 3	6461/6461	26796/13398	4694/4694	8168/4084	27038/27038	73158/55675
Камера моркви 1	8568/8568	21042/10521	4658/4658	8168/4084	16749/16749	59186/44580
Камера моркви 2	8515/8515	21042/10521	4658/4658	8168/4084	16749/16749	59133/44527
Камера моркви 3	3560/3560	10039/5020	2329/2329	4759/2380	8001/8001	28688/21290
Камера моркви 4	4720/4720	10039/5020	2329/2329	4759/2380	8001/8001	29848/22450
Камера цибулі 1	3560/3560	10720/5360	2366/2366	4759/2380	5236/5236	26641/18902
Камера цибулі 2	3560/3560	10720/5360	2366/2366	4759/2380	5236/5236	26641/18902
Всього						753025

## 6. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Холодопродуктивність компресорних агрегатів розраховується за формулою:

$$Q(0) = (K \times \Sigma Q_{(км)}) / b, \text{ Вт}$$

де  $\Sigma Q_{(км)}$  - сумарне теплове навантаження на компресорні агрегати для даної температури кипіння, Вт;

K - коефіцієнт, який враховує втрати в трубопровідних системах і апаратних елементах холодильної установки;

b - коефіцієнт робочого часового періоду.

$$Q(0) = (1,05 \times 753025) / 0,9 = 878473 \text{ Вт}$$

### Робочий режим холодильної установки

Температурний показник кипіння холодильного агенту розраховується за формулою:

$$t(0) = t_{(кам)} - 10^\circ\text{C}$$

де  $t_{(кам)}$  - температурний показник повітряного середовища в камері,  $^\circ\text{C}$ .

Температурний показник всмоктування парів холодильного агенту розраховується за формулою:

$$t_{(вс)} = t(0) + 10^\circ\text{C}$$

Температура води, яка надходить на конденсатор розраховується за формулою:

$$t_{(вд)} = t_{(м.т.)} + 3^\circ\text{C}$$

де  $t_{(м.т.)}$  - температурний показник мокрого термометра,  $^\circ\text{C}$ .

Температурний показник конденсаційних процесів розраховується за формулою:

$$t_{(к)} = t_{(вд)} + 10^\circ\text{C}$$

Температурний показник переохолодження рідкого холодильного агенту перед регулюючим вентиляним пристроєм розраховується за формулою:

$$t_{(п)} = t_{(вд)} - 4^\circ\text{C}$$

Розрахункові дані робочого режиму холодильної установки заносяться в таблицю 6.1

										Лист
										37
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

00.КМР.142.003.005.ПЗ

**Таблиця 6.1. Розрахунок робочого режиму холодильної установки**

t(кам), °C	t(0), °C	t(вс), °C	t(зн), °C	φ, %	t(м.т), °C	t(вд), °C	t(κ), °C	t(п), °C	P(0), МПа	P(κ), МПа
0	-10	0	31	52	23	26	36	30	0,3	1,4

За даними температурного режиму будемо циклічний процес в діаграмі  $i$ - $\lg P$  та визначаються параметри характеристики умовних точок циклічних процесів (рис.6.1).

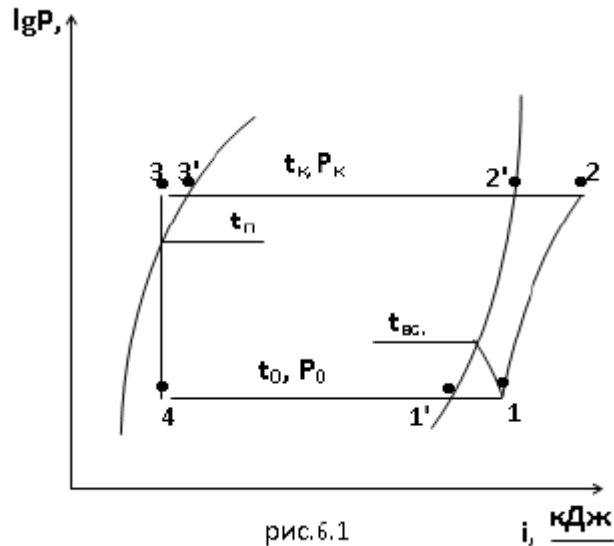


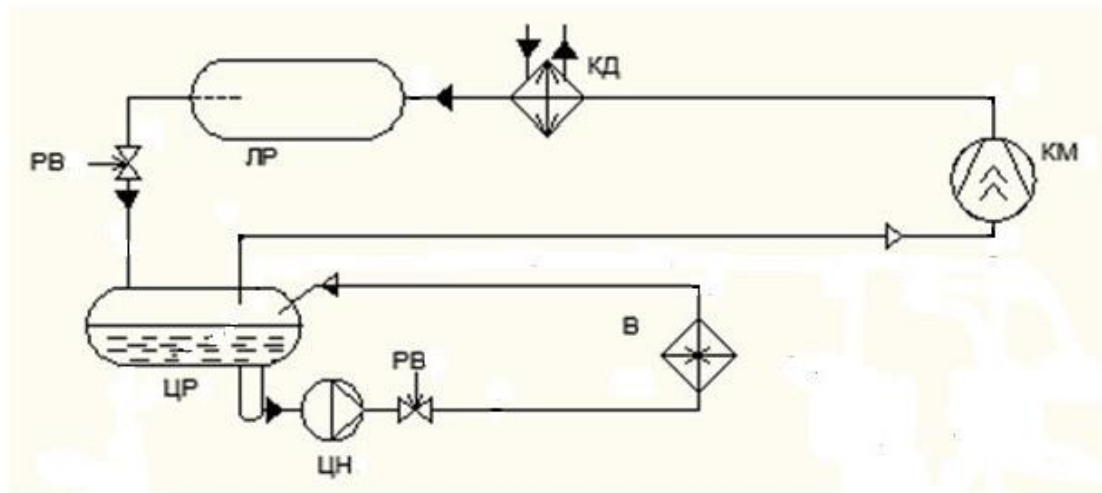
рис.6.1

Параметри характеристики умовних точок циклічного процесу заносяться в таблицю 6.2.

**Таблиця 6.2. Параметри умовних точок циклічного процесу**

Режим, °C				P(0)	P(κ)	i(1')	i(1)	i(2)	i(3)	i(4)	v(1)	v(2)	v(3)
t(0)	t(κ)	t(п)	t(вс)	МПа	МПа	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	м³/кг	м³/кг	м³/кг
-10	36	30	0	0,29	1,39	1450	1475	1712	339	339	0,44	0,13	0,00169

**Рис.6.2. Схематичне зображення циклічного процесу холодильної установки**



[Схема показує компоненти: КМ (компресор), КД (конденсатор), РВ (регулюючий вентиль), В (випарник), ЛР (лінійний ресивер), ЦН (циркуляційний насос)]

### **Тепловий розрахунок та підбір компресорних агрегатів**

Холодопродуктивність одного кілограма холодильного агенту розраховується за формулою:

$$q(0) = i(1') - i(4), \text{ кДж/кг}$$

де  $i(1')$ ,  $i(4)$  - ентальпії умовних точок циклічного процесу.

Масова витратна характеристика пари розраховується за формулою:

$$M = Q(0) / q(0), \text{ кг/с}$$

де  $Q(0)$  - навантажувальна характеристика на компресорний агрегат з врахуванням втратних показників, кВт.

Дійсна об'ємна подача компресорного агрегату розраховується за формулою:

$$V(д) = M \times v(1), \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $v(1)$  - питомий об'ємний показник пари.

Теоретична об'ємна подача компресорного агрегату розраховується за формулою:

$$V(т) = V(д) / \lambda, \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт подачі компресорного агрегату в залежності від ступеневого показника стискання, типу компресорного агрегату і холодильного агенту, на якому буде працювати компресорний агрегат.

Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

Теоретична (адіабатна) потужнісна характеристика компресорного агрегату розраховується за формулою:

$$N(\tau) = M \times (i(2) - i(1)), \text{ кВт}$$

де  $i(1)$ ,  $i(2)$  - ентальпійні показники умовних точок циклічного процесу.

Дійсна (індикаторна) потужнісна характеристика компресорного агрегату розраховується за формулою:

$$N(i) = N(\tau) / \eta(i), \text{ кВт}$$

де  $\eta(i)$  - індикаторний коефіцієнт корисної дії.

Ефективна потужнісна характеристика компресорного агрегату розраховується за формулою:

$$N(e) = N(i) / \eta(\text{мех}), \text{ кВт}$$

де  $\eta(\text{мех})$  - механічний коефіцієнт корисної дії.

Теплове навантажувальна характеристика на конденсаторне обладнання розраховується за формулою:

$$Q(\kappa) = Q(0) + N(i), \text{ кВт}$$

Розрахункові дані та підбір компресорних агрегатів заносяться в таблицю 6.3, технічна характеристика - в таблицю 6.4.

**Таблиця 6.3. Розрахунок та підбір компресорних агрегатів**

$q(0)$ , кДж/кг	$Q(0)$ , кВт	$M$ , кг/с	$V(d)$ , м <sup>3</sup> /с	$\lambda$	$V(\tau)$ , м <sup>3</sup> /с	Марка компресо ра	Кількіст ь	$V(\tau)$ , м <sup>3</sup> /с	$N(\tau)$ , кВт	$N(i)$ , кВт	$N(e)$ , кВт	$Q(\kappa)$ , кВт
1111	878	0,8	0,35	0,8	0,41	SAB 151M	3	0,47	188,1	235,2	261,3	1113,
				3	9			6	6	0	3	7

**Таблиця 6.4. Технічна характеристика компресорного агрегата SAB 151M**

Модель	Об'ємна потужність, м <sup>3</sup> /с	Номінальна холодопродуктивність, кВт	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса, кг
SAB 151M	0,159	369	2800	1300	1700	2279

## ВАРІАТИВНИЙ РОЗРАХУНОК, ПОБУДОВА ЦИКЛІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ. ВИБІР КОМПРЕСОРНИХ АГРЕГАТІВ

Розрахунковий (робочий) режим холодильної системи характеризується температурними показниками кипіння  $t(0)$ , конденсаційних процесів  $t(k)$ , всмоктування (парів на вхідному отворі в компресорний агрегат)  $t(вс)$ . Значення цих параметрових характеристик обирають в залежності від призначення холодильної системи і розрахункових зовнішніх умовних факторів.

Температурний показник кипіння холодоагента приймаємо на  $8-5^{\circ}\text{C}$  нижчим, ніж температурний показник у камерних приміщеннях.

$$t(0) = t(в) - (5 \div 8)^{\circ}\text{C} = t(в) - 5^{\circ}\text{C}$$

Температурний показник конденсаційних процесів для установок з повітряним охолодженням конденсаторного обладнання приймають на  $12-10^{\circ}\text{C}$  вище розрахункового температурного показника зовнішнього повітряного середовища:

$$t(k) = t(\text{пов}) + (10 \div 12)^{\circ}\text{C}$$

Для міста Черкаси  $t(с) = 33^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi = 41\%$ .

Визначаємо температурний показник конденсаційних процесів:

$$t(k) = t(\text{зов}) + 12 = 33 + 12 = 45^{\circ}\text{C}$$

Величинний показник переохолодження холодильного агента:

$$\Delta t(\text{пер}) = 3^{\circ}\text{C}$$

Величинний показник корисного перегрівання парів холодильного агента у випарниковому обладнанні:

$$t(\text{пг}) = (3 + 10) - (-5) = 5^{\circ}\text{C}$$

Загальний перегрівальний процес холодоагенту приймаємо:

$$\Delta t(\text{з.п.}) = 20^{\circ}\text{C}$$

Температурний показник всмоктування парів холодильного агента компресорним агрегатом:

$$t(вс) = 15^{\circ}\text{C}$$

## Вибір схематичного рішення та побудова циклічного процесу

Приймаємо одноступеневе схематичне рішення. Температурний показник кипіння у випарникових елементах  $t(01) = -5^{\circ}\text{C}$ . Через значну довжинну характеристику трубопровідних систем приймаємо тисковий показник холодоагента на всмоктувальному процесі в компресорний агрегат нижчим за тисковий показник кипіння на 0,5 бар.

За принциповим схематичним рішенням установки (рис. 6.3.) будуємо циклічні процеси в  $\lg P$ -і діаграмних зображеннях для R134a (рис. 6.4.), а значенні в характеристик параметрів холодоагента у вузлових точкових позиціях циклічного процесу заносимо до табличного матеріалу 6.5.

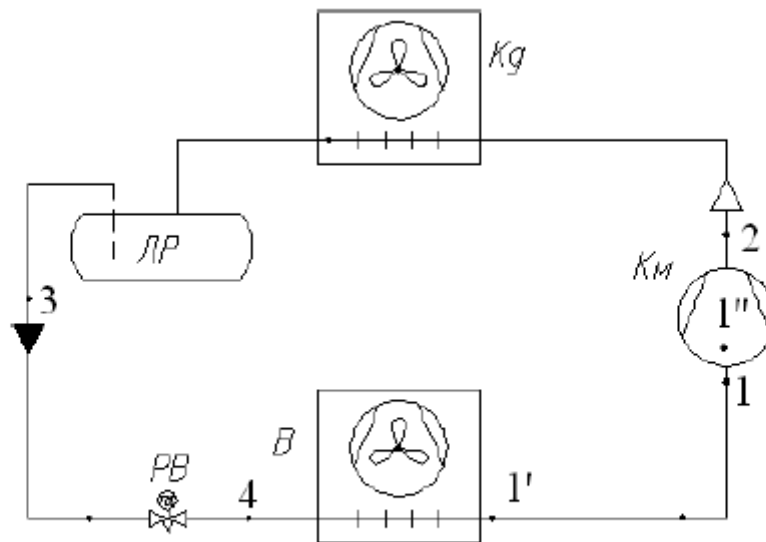


Рис 6.3. Схема холодильної установки

[Схема показує: Кg (компресорний агрегат), Км (конденсаторний механізм), ЛР (лінійний ресивер), В (випарниковий пристрій), РВ (регулюючий вентиляльний механізм)]

**Таблиця 6.5. Параметрові характеристики вузлових точкових позицій**

№ точкової позиції	t, °C	P, МПа	V, м <sup>3</sup> /кг	h, кДж/кг
1	15	0,24	0,0906	412,2
1'	0	0,24	-	398,9
1''	13,6	0,193	0,1149	412,2
2	74	1,16	0,021	454,13
2'	83,3	1,16	-	464,6
3	42	1,16	-	259,2
4	-5	0,24	-	259,2

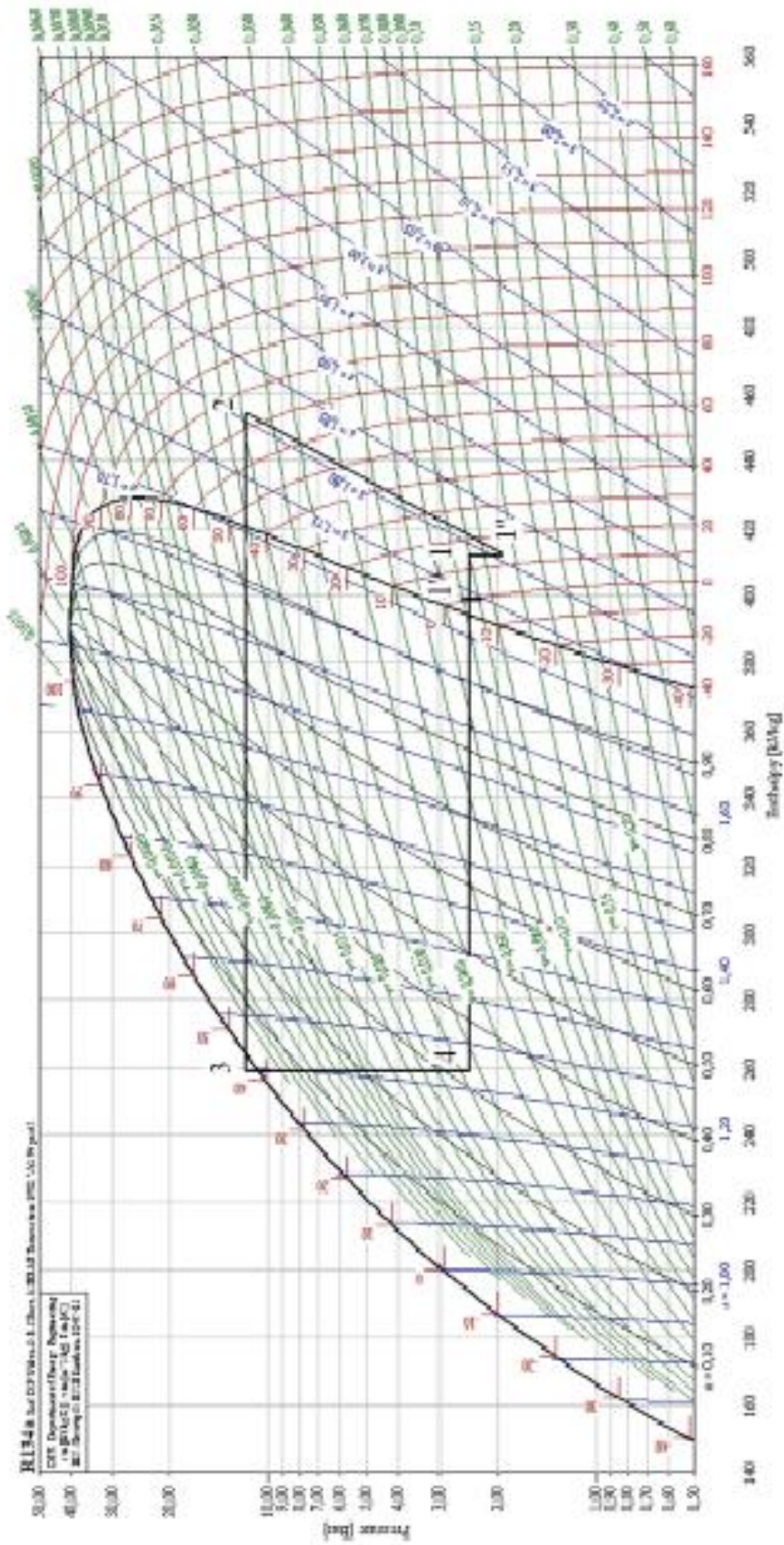
<i>Вип</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

00.КМР.142.003.005.ПЗ

*Лист*

43

Рис 6.4. Циклічний процес холодильної установки в Іg Р-і діаграмному зображенні для R134A



Вуп	Лист	№ докум	Підпис	Дата

00.KMP.142.003.005.ПЗ

Лист

44



## Розрахунковий процес компресорного агрегата:

Дійсний об'ємний показник всмоктувального процесу:

$$V(d) = M(km) \times v(1'') = 6,07 \times 0,1149 = 0,698 \text{ м}^3/\text{с}$$

Об'ємний показник, що описується поршневим механізмом:

$$V(h) = V(d) / \lambda = 0,698 / 0,8 = 0,87 \text{ м}^3/\text{с}$$

Вибираємо до встановлювального процесу три напівгерметичних компактних компресорних агрегати Bitzer CSH95113-320Y – об'ємною подавальною характеристикою:

$$V(km) = 1120 \text{ м}^3/\text{год} = 0,311 \text{ м}^3/\text{с}$$

Коефіцієнт робочого часового періоду компресорних агрегатів:

$$b = V(h) / V(km) = 0,87 / (3 \times 0,311) = 0,935$$

Для централізованих системних рішень коефіцієнт робочого часового періоду повинен бути не менше 0,9. Умовний фактор виконується.

Дійсна масова витратна характеристика:

$$M(km) = \lambda \times V(km) / v(1'') = 0,8 \times 0,311 / 0,1149 = 2,17 \text{ кг/с}$$

Теоретична потужнісна характеристика компресорного агрегату:

$$N(t(km)) = M(km) \times (i(2) - i(1'')) = 2,17 \times (454,13 - 412,2) = 91 \text{ кВт}$$

Дійсна (індикаторна) потужнісна характеристика компресорного агрегату:

$$\eta(i) = \lambda$$

$$\eta(i) = 0,8$$

$$N(i(km)) = N(t(km)) / \eta(i) = 91 / 0,8 = 113,7 \text{ кВт}$$

Ефективна потужнісна характеристика:

$$N(e(km)) = N(i(km)) / \eta(\text{мех}) = 113,7 / 0,9 = 126,1 \text{ кВт}$$

Електрична потужнісна характеристика:

$$N(ел(km)) = N(e(km)) / \eta(ел) = 126,1 / 0,9 = 140,1 \text{ кВт}$$

Для знаходження реального навантажувального показника на конденсаторне обладнання потрібно знайти реальне положення точкових позицій 2 через індикаторний коефіцієнт корисної дії.

$$\eta(i) = (h(2) - h(1'')) / (h(2') - h(1''))$$

$$h(2') = h(1'') + (h(2) - h(1'')) / \eta(i) = 412,2 + (454,13 - 412,2) / 0,8 = 464,6 \text{ кДж/кг}$$

										Лист
										46
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата	00.KMP.142.003.005.ПЗ					

Теплове навантажувальна характеристика на конденсаторне обладнання:

$$Q(k) = M \times q(k) = 6,9 \times (464,6 - 259,2) = 1417,2 \text{ кВт}$$

## ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК КОМПЛЕКСНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОМІЖНОГО ТЕПЛОНОСІЯ

Приймаємо одноступеневу холодильну машину з проміжним холодоносійним агентом (пропіленгліколем), холодильний агент R134А.

В холодильних установках з проміжним холодоносійним агентом температурний показник кипіння холодильного агента приймають на 4-6°C нижче середнього температурного показника холодоносія у приладових елементах охолодження:

$$t(0) = t(s) - (4 \div 6)^\circ\text{C}$$

де  $t(s)$  - середній температурний показник холодоносійного агента в приладових елементах охолодження, який визначається за формулою:

$$t(s) = t(v) - (7 \div 10)^\circ\text{C}$$

$$t(s) = 0 - 7 = -7^\circ\text{C}$$

Визначаємо температурний показник кипіння холодильного агента:

$$t(0) = -7 - 5 = -12^\circ\text{C}$$

Температурний показник конденсаційних процесів, переохолодження, корисного перегрівального процесу приймається такий же, що і в попередньому розділі.

$$t(k) = 45^\circ\text{C}; \Delta t(\text{пер}) = 3^\circ\text{C}; t(\text{пг}) = 5^\circ\text{C}$$

Повний перегрівальний процес складас:

$$\Delta t(\text{з.п.}) = -12 + 10 + 12 = 10^\circ\text{C}$$

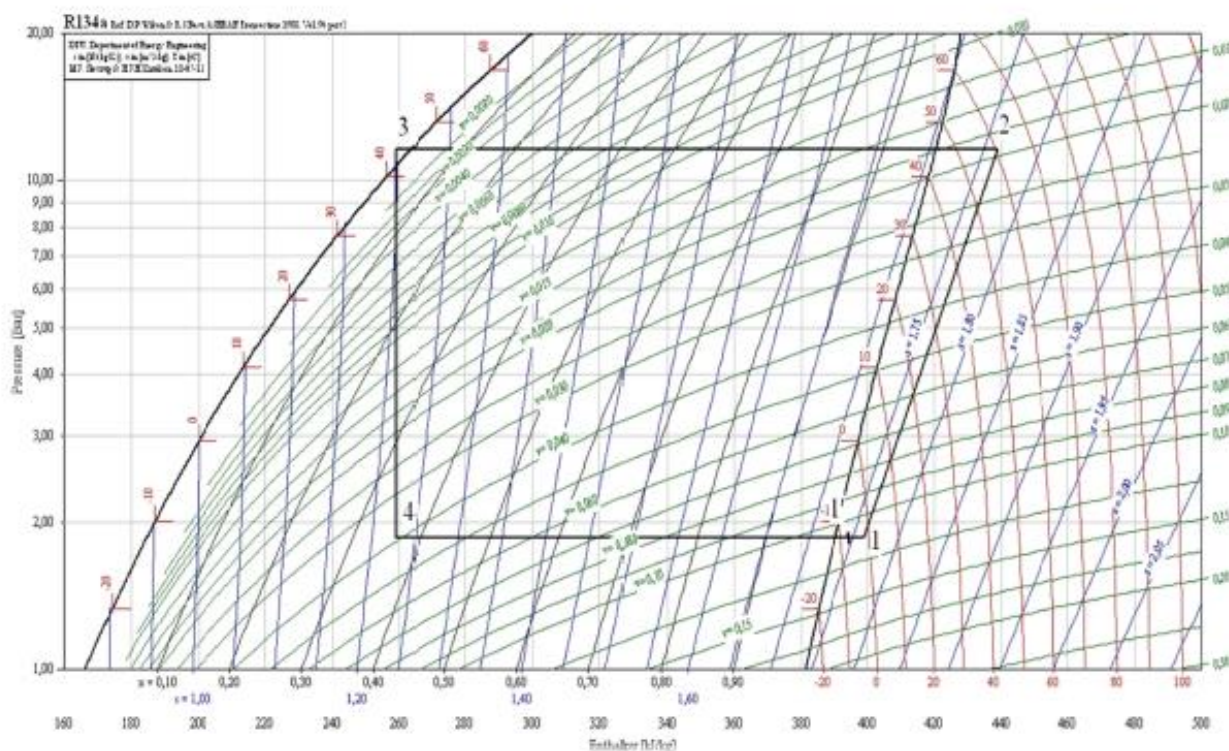
$$t(\text{вс}) = -2^\circ\text{C}$$

Оскільки в комплексній машині незначна довжинна характеристика трубопроводних систем, приймаємо тисковий показник холодоагента на всмоктувальному процесі в компресорний агрегат рівним тисковому показнику кипіння.

Будуємо циклічний процес в lg P-i діаграмному зображенні для R134a. Значенніві характеристики параметрів холодильного агента у вузлових точкових позиціях циклічного процесу заносимо до табличного матеріалу 6.6.

**Таблиця 6.6. Параметрові характеристики холодильного агента**

№ точкової позиції	t, °C	P, МПа	v, м³/год	h, кДж/кг
1'	-7	0,185	-	393
1	-2	0,185	0,112	398,8
2	60,5	1,16	0,019	438,8
2'	70	1,16	0,02	449,4
3'	45	1,16	-	264
3	42	1,16	-	259,2
4	-12	0,185	-	259,2



**Рис. 6.6. Циклічний процес холодильної установки**

Визначаємо основні параметрові характеристики теоретичного циклічного процесу і потрібну об'ємну подавальну характеристику компресорного агрегату.

1. Питома масова холодопродуктивнісна характеристика:

Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата



5. Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta(i) = \lambda = 0,79$$

6. Індикаторна потужнісна характеристика компресорного агрегату:

$$N(i) = N(T) / \eta(i) = 100,47 / 0,79 = 127,2 \text{ кВт}$$

7. Ефективна потужнісна характеристика:

$$N(e) = N(i) / \eta(m) = 127,2 / 0,9 = 141,3 \text{ кВт}$$

8. Електрична потужнісна характеристика:

$\eta(\text{ел})$  - коефіцієнт корисної дії електродвигунного механізму (для електродвигунних механізмів малих компресорних агрегатів,  $\eta(\text{ел}) = 0,85-0,9$ , для великих  $\eta(\text{ел}) = 0,9-0,95$ ), приймаємо  $\eta(\text{ел}) = 0,9$ .

$$N(\text{ел}) = N(e) / \eta(\text{ел}) = 141,3 / 0,9 = 157 \text{ кВт}$$

Для знаходження реального навантажувального показника на конденсаторне обладнання потрібно знайти реальне положення точкових позицій 2 через індикаторний коефіцієнт корисної дії.

$$\eta(i) = (h(2) - h(1)) / (h(1') - h(2))$$

$$h(2') = h(1) + (h(2) - h(1)) / \eta(i) = 398,8 + (438,8 - 398,8) / 0,79 = 449,4 \text{ кДж/кг}$$

Теплове навантажувальна характеристика на конденсаторне обладнання:

$$Q(k) = M \times q(k) = 6,9 \times (449,4 - 259,2) = 1312,6 \text{ кВт}$$

## ВИСНОВОК

### Енергоефективнісні показники:

Системні рішення з безпосереднім охолодженням аміачним холодоагентом забезпечують вищу енергоефективнісну характеристику завдяки зниженню теплових втратних показників, які зазвичай виникають при використанні проміжного теплоносійного агента. Це дозволяє зменшити споживання електроенергії і підвищити загальний коефіцієнтний показник корисної дії (COP).

### Зменшення капітальних витратних показників:

Системні рішення без проміжного теплоносійного агента не потребують додаткового обладнання, такого як теплообмінникові пристрої, насосні механізми для теплоносійного агента та трубопровідні системи для проміжного контурного рішення. Це знижує загальну вартісну характеристику встановлювального процесу.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		50

**Екологічні показники:**

Аміачний холодоагент є природним холодоагентом із нульовим потенціальним показником глобального потепління (GWP) та відсутністю впливового показника на озоновий шаровий покрив (ODP = 0). Використання системного рішення з R717 відповідає сучасним екологічним стандартним нормам.

**Висока ефективнісна характеристика при низьких температурних показниках:**

Аміачні системні рішення краще підходять для робочого процесу при низьких температурних показниках, оскільки R717 має чудові термодинамічні характеристики, такі як висока прихована теплота випаровувального процесу та низька в'язкісна характеристика.

Отже, використання системного рішення з безпосереднім охолодженням аміачним холодоагентом забезпечує суттєві перевагові характеристики з точки зору енергоефективнісних показників, екологічності та економічної вигідної характеристики. Такий підхідний процес є оптимальним вибором для промислових холодильних установок, які прагнуть досягти високої продуктивнісної характеристики та мінімізувати впливовий показник на навколишнє середовище.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		51

## 7 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУВАННЯ

### Обчислення параметрів та вибір випарних конденсаторних апаратів

Визначення площі поверхні для передачі теплоти здійснюється за наступним співвідношенням:

$$F_{\text{к}} = Q_{\text{к}} / q_{\text{F}}, \text{ м}^2$$

де  $Q_{\text{к}}$  представляє розрахункове теплове навантаження на основну зрошувальну секцію конденсаторного апарату, кВт;

$q_{\text{F}}$  позначає питому густину теплового потоку.

Обчислення теплового навантаження на основну зрошувальну секцію конденсаторного апарату проводиться за співвідношенням:

$$Q_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \times (0,9 \dots 0,92), \text{ Вт}$$

де  $Q_{\text{к}}$  означає загальний тепловий потік, що надходить до конденсатора від компресорних агрегатів, Вт;

Об'ємна витратна характеристика води для охолодження конденсаторних апаратів встановлюється згідно з технічними параметрами випарного конденсатора, беручи до уваги сумарну витрату циркулюючої води та додаткової свіжої води для відшкодування втрат на випаровування. Виходячи з витрати води, здійснюється вибір насосного обладнання з урахуванням резервної одиниці.

Результати обчислень, вибору та технічних параметрів конденсаторів систематизуються у таблиці 7.1.

**Таблиця 7.1 - Обчислення та вибір конденсаторних апаратів**

$Q_{\text{к}}$ , д, кВт	$Q_{\text{к}}$ , к, кВт	$q_{\text{F}}$	$F_{\text{к}}$ , м <sup>2</sup>	Марка конденсато ра	Кількіс ть	$F_{\text{к.д}}$ , м <sup>2</sup>	Розміри, мм (L×B×H)	Витрат а повітр я, м <sup>3</sup> /с	Витрата рецирку л. води, м <sup>3</sup> /с
113	101	250 0	407,6 8	Decsa CFR- A-063	1	427	3680×1530×42 95	17,22	0,0156

### Обчислення параметрів та вибір повітроохолоджувальних апаратів

Визначення площі теплопередавальної поверхні повітроохолоджувальних апаратів здійснюється за співвідношенням:





**Таблиця 7.4 - Технічні параметри циркуляційного ресиверного апарату**

Марка	Габаритні розміри (D×S, H)	Діаметри умовних проходів патрубків (d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> , d <sub>3</sub> , d <sub>4</sub> )	V_ам, м <sup>3</sup>	Маса, кг
1,5 РД	800×8, 3380	150, 80, 40, 15	1,4	710

**Обчислення параметрів та вибір дренажного ресиверного апарату**

У насосно-циркуляційних системах дренажний ресиверний апарат обирається за місткістю найбільшого циркуляційного ресиверного апарату 1,5РДВ. На підставі цього встановлюється дренажний ресиверний апарат марки 1,5РД.

Технічні характеристики дренажного ресиверного апарату систематизуються в таблиці 7.6.

**Таблиця 7.5 - Технічні параметри дренажного ресиверного апарату**

Марка	Габаритні розміри (D×S, L), мм	Місткість, м <sup>3</sup>	Маса, кг
1,5 РД	800×8, 3610	1,65	670

**Вибір мастиловідокремлювача**

За діаметром нагнітального трубопроводу обирається один загальний аміачний інерційний мастиловідокремлювальний апарат марки 100М. Технічні характеристики мастиловідокремлювального апарату систематизуються в таблиці 7.8.

**Таблиця 7.8 - Технічні параметри мастиловідокремлювального апарату**

Марка	Розміри (D×S, H, d <sub>1</sub> ), мм	Місткість, м <sup>3</sup>	Маса, кг
100 М	408×9, 1800, 100	0,17	224

**Вибір мастилозбірного апарату**

Для випуску мастила з мастиловідокремлювального апарату та мастиловідстійників, усіх апаратів і випуску його назовні обирається один загальний мастилозбірний апарат марки 60МЗС. Технічні характеристики мастилозбірного апарату систематизуються в таблиці 7.9.

**Таблиця 7.9 - Технічні параметри мастилозбірного апарату**

Марка	Розміри (D×S, В, H), мм	Місткість, м <sup>3</sup>	Маса, кг
60МЗС	325×9, 480, 810	0,06	85

## 8 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

### Обчислення параметрів та вибір трубопровідних систем

Внутрішній діаметр трубопровідної системи обчислюється за наступним співвідношенням:

$$d_{\text{вн.}} = 1,13\sqrt{(V/\omega)}, \text{ м}$$

де  $\omega$  - розрахункове значення швидкості переміщення середовища в трубопровідній системі;

$V$  - кількість речовини, що протікає трубопровідною системою.

Обчислення кількості речовини, що протікає трубопровідною системою, здійснюється за співвідношеннями:

Всмоктувальна лінія:  $V = M \times v_1, \text{ м}^3/\text{с}$

Нагнітальна лінія:  $V = M \times v_2, \text{ м}^3/\text{с}$

Кількість речовини, що протікає рідинним (зливним) трубопроводом від конденсаторного апарату до лінійного ресиверного апарату, обчислюється за співвідношенням:

$$V = M \times v_3, \text{ м}^3/\text{с}$$

Результати обчислень та вибору аміачних трубопровідних систем систематизуються в таблиці 8.1.

**Таблиця 8.1 - Результати обчислення та вибору аміачних трубопровідних систем**

Трубопровід	M, кг/с	$v_1, \text{ м}^3/\text{кг}$	$v_2, \text{ м}^3/\text{кг}$	$v_3, \text{ м}^3/\text{кг}$	V, $\text{ м}^3/\text{с}$	$\omega, \text{ м/с}$	$d_{\text{вн.}}, \text{ м}$	Dу, мм
Всмоктуючий	0,804	0,44	-	-	0,354	15	0,174	200
Нагнітаючий	0,804	-	0,13	-	0,105	20	0,082	100
Рідинний	-	-	-	0,00169	0,0014	0,5	0,059	70

### Обчислення гідравлічних втрат у трубопровідних системах

Метою гідравлічного розрахункового процесу є встановлення втрат тиску, що виникають через опори під час переміщення робочого середовища трубопровідними системами та теплообмінними апаратами. Обчислені значення становлять основу для встановлення потужності насосного обладнання, а також для



Запірний клапан 2шт..... $\xi=11 \times 2=22$

Рідинний фільтр..... $\xi=6$

Вентиль соленоїдний..... $\xi=12$

Вентиль регулюючий..... $\xi=12$

$$\Delta p_{\xi} = \Sigma \xi \times (\omega^2 \times \rho) / 2 = 83 \times (0,5^2 \times 592) / 2 = 6142 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір нагнітального трубопровода становить:

$$\Delta p_n = 8258 + 6142 + 6 \times 9,8 \times 592 = 49210 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір мережі  $H_{\text{мер}} = \Delta p_n$

### Обчислення параметрів та вибір аміачних насосних агрегатів

Об'ємна подача аміачного насосного агрегату обчислюється за співвідношенням:

$$V_a = (M \times V_p \times a), \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $M$  - масова витрата холодильного агенту;

$V_p$  - питомий об'єм рідкого холодильного агенту;

$a$  - кратність циркуляції холодильного агенту (нижня подача  $a=5$ ).

Результати обчислень, вибору та технічні характеристики аміачних насосних агрегатів систематизуються в таблиці 7.7.

**Таблиця 8.2 - Зведені результати обчислення аміачних насосних агрегатів**

Режим, °C	$M$ , кг/с	$V_p$ , м <sup>3</sup> /кг	$a$	$V_{\text{ам}}$ , м <sup>3</sup> /с	Марка наосу	Кількість	Подача, м <sup>3</sup> /с	Напір, м
-10	0,804	0,0017	5	0,0068	1ЦГ 25/20-3- 2(5)	2	0,0069	20

## 9 ОБЧИСЛЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

При проектуванні холодильника виконуються наступні роботи: • встановлення та придбання холодильного обладнання; • укомплектування штату виробничого персоналу компресорного цеху; • інші роботи.

### Річна потреба обладнання в електроенергії

Здійснюється підрахунок проектного споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху і камерним обладнанням. Усі обчислення систематизуються в таблиці 9.1.

Річна потреба в електроенергії визначається за співвідношенням:

$$W = \sum N_{\text{ел}} \times K_{\text{в}} \times n$$

$N_{\text{ел}}$  - номінальна потужність встановлених електродвигунів;  $K_{\text{в}}$  - коефіцієнт використання (для насосного та компресорного обладнання встановлюється 0,7).

**Таблиця 9.1 - Річна потреба обладнання в електроенергії**

Назва обладнання	Кількість	Споживання електр., кВт	Час роботи протягом року, год	Річна потреба в електроен., кВт·год
Компресор SAB 151M	3	45	5400	729000
Конденсатор Decsa CFR-A-063	1	8	3000	24000
Двигуни повітроохол.	70	4	3000	840000
Насос аміачний ІЦГ 25/20-3-2(5)	2	3	3000	18000
<b>Сумарна витрата W, кВт·год</b>				<b>1641000</b>

### Обчислення капітальних витрат

Визначаються капітальні витрати на реалізацію проекту:

$$K = V_{\text{пр}} + V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}} + V_{\text{т.з}} + Л$$

де  $V_{\text{пр}}$  - витрати на проектні роботи (4-5% загальної кошторисної вартості об'єкта);  $V_{\text{буд}}$  - витрати на будівельні роботи;  $V_{\text{обл}}$  - витрати на придбання обладнання;  $V_{\text{т.з}}$  - транспортно-заготівельні витрати.

Вит	Лист	№ докум	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

00.КМР.142.003.005.ПЗ

Лист

59

**Таблиця 9.2 - Обчислення витрат на будівництво холодильника**

Назва	Розмірність	Стіни	Підлога	Покриття	Разом
Площа	м <sup>2</sup>	6048	6048	6048	-
Загальна вартість	тис. грн	4536	1814,4	4536	10886,4

$$V_{\text{хол}} = 10886,4 \text{ тис. грн}$$

**Таблиця 9.3 - Обчислення витрат на будівництво компресорного відділення**

Назва	Розмірність	Стіни	Підлога	Покриття	Разом
Площа	м <sup>2</sup>	126	326	326	-
Загальна вартість	тис. грн	56,7	97,8	146,7	301,2

$$V_{\text{маш.в.}} = 301,2 \text{ тис. грн}$$

Обчислення витрат на купівлю та монтаж обладнання наведено в табл. 9.4.

**Таблиця 9.4 - Витрати на придбання обладнання**

Найменування обладнання	Кіл., шт	Ціна об'єкт.	Монтаж об'єкт.	Загальна вартість, тис. грн
Компресор SAB 151M	3	750	75	2475
Конденсатор Decsa CFR-A-063	1	900	90	990
Повітроохол. DHN 066C/27	4	360	36	1584
Повітроохол. DHN 066D/27	24	450	45	11880
Повітроохол. GHN 066C/18	10	150	15	1650
Повітроохол. GHN 066D/18	4	150	15	660
Насос аміачний 1ЦГ 25/20-3-2(5)	2	36	3,6	79,2
Ресивер	4	36	3,6	158,4
Маслиловідокр. 100M	1	36	3,6	39,6
Мастилозбірник 60МЗС	1	15	1,5	16,5
<b>Разом</b>				<b>19572,3</b>

Визначаються витрати на проектні роботи в розмірі 5% від кошторисної вартості будівель холодильника і компресорного цеху, та вартості обладнання, його транспортування і монтажу:

$$V_{\text{пр}} = 0,05 \times \Sigma V_{\text{обл.}} = 0,05 \times 19572,3 = 978,62 \text{ тис. грн}$$

Розраховуються інші витрати в розмірі 1,5% від загальних витрат:

$$V_{\text{ін}} = 0,015 \times \Sigma V_{\text{обл.}} = 0,015 \times 19572,3 = 293,58 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума капітальних затрат становитиме:

$$K = V_{\text{хол}} + V_{\text{маш.в.}} + V_{\text{обл.}} + V_{\text{пр}} + V_{\text{ін}} K = 10886,4 + 301,2 + 19572,3 + 978,62 + 293,58 = \mathbf{32032,1 \text{ тис. грн}}$$

### Визначення кількості виробленого холоду за рік

$$Q_{\text{ст}} = Q_{\text{роб}} \times K_{\text{п}} \times 19440000, \text{ тис. кДж}$$

де  $Q_{\text{роб}}$  – розрахунковий виробіток холоду в робочих умовах;  $K_{\text{п}}$  – коефіцієнт переходу з робочих умов в стандартні ( $K_{\text{п}}=0,76$ ); 19440000 – тривалість роботи компресора за рік, сек.

$$Q_{\text{ст}} = 938,4 \times 0,76 \times 19440000 = \mathbf{13199448 \text{ тис. кДж}}$$

### Виробництво і використання енергії

Річне споживання електроенергії холодильником та компресорним відділенням холодильника становить  $E_{\text{р}}=1641000$  кВт·год. Ціна за 1 кВт·год електроенергії становить  $C_{\text{ел}}=11,5$  грн/кВт·год. Визначаються витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$V_{\text{ел}} = E_{\text{р}} \times C_{\text{ел}} = 1641000 \times 11,5 = \mathbf{18871,5 \text{ тис. грн}}$$

### Обчислення витрат на воду виробничу

Ці витрати розраховуються тільки при використанні водопровідної води. Витрати води на охолодження компресорного та конденсаторного обладнання враховуються в розмірі втрат на охолоджуючому обладнанні (при використанні оберненого водопостачання).

Річну потребу води можна обчислити за співвідношенням:  $W = q_{\text{в}} \times Q_{\text{ст}}$ , м<sup>3</sup>/рік

де  $q_{\text{в}}$  - питомі витрати води;  $Q_{\text{ст}}$  - приведений виробіток холоду.

$$W = 0,0014 \times 13199448 = 18479 \text{ м}^3$$

Витрати ( $W'$ ) води розраховуються в % від  $W$ :  $W' = W \times (0,05-0,1)$ , м<sup>3</sup>/год

де  $W$  - втрати води за рік, м<sup>3</sup>; 0,05-0,1 - коефіцієнт, що враховує обернене водопостачання.

$$W' = 0,08 \times 18479 = 1478 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вартість води визначається за співвідношенням:  $V_{\text{в}} = W' \times C_{\text{в}}$ , грн

де  $C_{\text{в}}$  - ціна за 1 м<sup>3</sup> води (залежить від місцевих умов), грн.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		61

$$V_{\text{в}} = 1478 \times 18,5 = 27,34 \text{ тис. грн}$$

### Обчислення витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в таблиці 9.5.

**Таблиця 9.5 - Фонд заробітної плати робітників**

Професія	Розряд	Чисельність, чол.	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
Машиніст ХУ	III	2	28000	672000
Машиніст ХУ	IV	2	35000	840000
Слюсар ремонтник	II	1	22000	264000
<b>Разом</b>		<b>5</b>	<b>85000</b>	<b>1776000</b>

Визначається додатковий фонд заробітної плати за співвідношенням:

$$\text{ФЗП}_{\text{др}} = \text{ФЗП}_{\text{осн}} \times \text{Д} = 1776000 \times 0,15 = 266,4 \text{ тис. грн}$$

де Д - прийнятий коефіцієнт доплат (встановлюється Д=15%).

Розраховується повний фонд заробітної плати за співвідношенням:

$$\text{ФЗП}_{\text{пр}} = \text{ФЗП}_{\text{осн}} + \text{ФЗП}_{\text{др}} = 1776 + 266,4 = 2042,4 \text{ тис. грн}$$

Визначаються нарахування на заробітну плату за співвідношенням:

$$\text{НЗП}_{\text{др}} = \text{ФЗП}_{\text{пр}} \times \text{В} = 2042,4 \times 0,37 = 755,69 \text{ тис. грн}$$

де В - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (В=37,17%)

Витрати на оплату праці визначаються за співвідношенням:

$$\text{ВОП}_{\text{р}} = \text{ФЗП}_{\text{пр}} + \text{НЗП}_{\text{др}} = 2042,4 + 755,69 = 2798,09 \text{ тис. грн}$$

Фонд основної заробітної плати апарату управління наведено в таблиці 9.6.

**Таблиця 9.6 - Фонд заробітної плати апарату управління**

Професії	Посадовий оклад, грн	Чисельність, чол	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
Інженер КВПіА	40000	1	40000	480000
Головний інженер	50000	1	50000	600000
Начальник цеху	60000	1	60000	720000
<b>Разом</b>		<b>3</b>	<b>150000</b>	<b>1800000</b>

Визначається додатковий фонд заробітної плати апарату управління за співвідношенням:

$$\text{ФЗП}_{\text{уд}} = \text{ФЗП}_{\text{осн}} \times \text{Д} = 1800000 \times 0,15 = 270 \text{ тис. грн}$$

де Д - прийнятий коефіцієнт доплат (встановлюється Д=15%).

Розраховується повний фонд заробітної плати апарату управління за співвідношенням:

$$\text{ФЗП}_{\text{пу}} = \text{ФЗП}_{\text{осн}} + \text{ФЗП}_{\text{уд}} = 1800 + 270 = 2070 \text{ тис. грн}$$

Визначаються нарахування на заробітну плату за співвідношенням:

$$\text{НЗП}_{\text{пу}} = \text{ФЗП}_{\text{пу}} \times \text{В} = 2070 \times 0,37 = 765,9 \text{ тис. грн}$$

де В - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (В=37,17%).

Витрати на оплату праці визначаються за співвідношенням:

$$\text{ВОП}_{\text{у}} = \text{ФЗП}_{\text{пу}} + \text{НЗП}_{\text{пу}} = 2070 + 765,9 = \mathbf{2835,9 \text{ тис. грн}}$$

Загальні витрати на оплату праці по компресорному цеху визначаються за співвідношенням:

$$\text{ВОП}_{\text{заг}} = \text{ВОП}_{\text{р}} + \text{ВОП}_{\text{у}} = 2798,09 + 2835,9 = \mathbf{6900,69 \text{ тис. грн}}$$

### **Визначення амортизаційних відрахувань**

Стаття амортизаційних відрахувань розраховується як елемент собівартості. Встановлюються норми амортизаційних відрахувань: для основного обладнання - 10% від вартості обладнання.

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$\text{А}_{\text{обл}} = \Sigma \text{В}_{\text{обл}} \times 10\% = 19572,3 \times 0,1 = \mathbf{1957,23 \text{ тис. грн}}$$

### **Визначення інших видів витрат**

До інших витрат відносяться пускові витрати, витрати на утримання та експлуатацію обладнання, цехові витрати, які розраховуються як окремі статті.

Витрати на поточний ремонт обладнання встановлюються 14% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$\text{В}_{\text{i.рем}} = \text{А}_{\text{обл}} \times 14\% = 1957,23 \times 0,14 = 274,01 \text{ тис. грн}$$

Пускові витрати встановлюються 2% від вартості обладнання:

$$\text{В}_{\text{i.пуск}} = \Sigma \text{В}_{\text{обл}} \times 2\% = 19572,3 \times 0,02 = 391,45 \text{ тис. грн}$$

Інші витрати встановлюються 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$\text{В}_{\text{інш}} = \Sigma \text{А} \times 3\% = 1957,23 \times 0,03 = 58,72 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума інших витрат становить:

$$\Sigma \text{В}_{\text{i}} = \text{В}_{\text{i.рем}} + \text{В}_{\text{i.пуск}} + \text{В}_{\text{інш}} = 274,01 + 391,45 + 58,72 = \mathbf{724,18 \text{ тис. грн}}$$

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						63
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



експлуатації нового обладнання і сумою інвестиційних витрат на реалізацію проекту. Чистий приведений дохід розрахований таким чином:

$$\text{ЧПД} = \Sigma(\text{ЧГП}_t / (1+p)^t) - \text{Iв}_\text{заг}$$

де  $\text{ЧГП}_t$  – сума чистого грошового потоку за окремі інтервали загального періоду експлуатації проекту;  $t$  – період життєвого циклу проекту, величина, що підлягає обґрунтуванню і в розрахунках прийнята рівній мінімального корисного терміну експлуатації обладнання, що впроваджується, до його повного зношення у відповідності до Податкового кодексу України – 5 років;  $n$  – кількість періодів в загальному розрахунковому періоді  $t$ ;  $p$  – ставка дисконту (в частках одиниці), яка характеризує можливий рівень втрат чистих грошових потоків під впливом різних чинників протягом періоду  $t$ . Величина, що підлягає обґрунтуванню і прийнята на рівні середньої ставки позичкового відсотка комерційних банків України –  $p = 25\%$ , враховуючи те, що фінансування передбачається за рахунок недержавних коштів (0,25 в частках одиниці).

$$\text{ЧПД} = 11484,17 / (1+0,25)^1 + 11484,17 / (1+0,25)^2 + 11484,17 / (1+0,25)^3 + 11484,17 / (1+0,25)^4 + 11484,17 / (1+0,25)^5 - 32032,1 = 30897,38 - 32032,1 = -1134,72$$

**тис. грн**

### Індекс доходності (ІД)

Індекс (коефіцієнт) доходності дозволяє співвіднести об'єм інвестиційних витрат з майбутнім чистим грошовим потоком по проекту, а також може бути використаний не тільки для порівняльної оцінки, але й в якості критеріального при прийнятті інвестиційного рішення про можливість реалізації заходу. Якщо значення індексу доходності менше одиниці або дорівнює їй, проект повинен бути відхилений у зв'язку з тим, що він не принесе додаткового прибутку на інвестовані засоби.

Індекс доходності розрахований таким чином:

$$\text{ІД} = \Sigma(\text{ЧГП}_t / (1+p)^t) / \text{Iв}_\text{заг}$$

Нормативне значення  $\text{ІД} \geq 1$

$$\text{ІД} = 30897,38 / 32032,1 = 0,96$$

										Лист
										65
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

00.КМР.142.003.005.ПЗ

### Індекс рентабельності (ІР)

Індекс рентабельності характеризує прибутковість проекту. Розрахунок цього показника здійснено таким чином:

$$ІР = \Sigma ЧП_i / Ів_заг$$

де  $\Sigma ЧП_i$  – середньорічна сума чистого інвестиційного прибутку за період експлуатації проекту.

$$ІР = 11618,22 \times 0,82 / 32032,1 = \mathbf{0,30}$$

### Період окупності (ПО)

Показник "періоду окупності" використаний для порівняльної оцінки ефективності.

Недисконтований показник періоду окупності визначається статичним методом і розрахований таким чином:

$$ПО_н = Ів_заг / ЧГП_сер$$

де  $ЧГП_сер$  – середньорічна сума чистого грошового потоку за період експлуатації проекту (при короткострокових реальних вкладеннях цей показник розраховується як середньомісячний).

$$ПО_н = 32032,1 / 11484,17 = \mathbf{2,79 \text{ року}}$$

Дисконтований показник періоду окупності визначений таким чином:

$$ПО_д = Ів_заг / [\Sigma(ЧГП_t / (1+p)^t) \div n]$$

$$ПО_д = 32032,1 / (30897,38 \div 5) = \mathbf{5,18 \text{ роки}}$$

### Показники ефективності проекту

Показники	Одиниця виміру	Значення показника
1. Загальна сума інвестицій	тис. грн	32032,1
2. Додатковий прибуток	тис. грн	11618,22
3. Чистий грошовий потік	тис. грн	11484,17
4. Чистий приведений дохід	тис. грн	-1134,72
5. Індекс доходності	х	0,96
6. Індекс рентабельності	х	0,30
7. Недисконтований показник періоду окупності	років	2,79
8. Дисконтований показник періоду окупності	років	5,18

## Висновки

Розрахований чистий приведений дохід – величина негативна і становить - 1134,72 тис. грн. Це означає, що віддача від реалізації проекту на цю величину менше інвестиційних вкладень, що становлять з урахуванням податку на додану вартість 32032,1 тис. грн.

Індекс доходності становить 0,96. Це означає, що віддача від впровадження проекту в 0,96 рази менше інвестиційних вкладень. Інакше кажучи – з однієї вкладеної гривні передбачається отримувати 0,96 грн віддачі.

Період повернення інвестицій – в межах життєвого циклу проекту і становить 5,18 роки. При швидкій реалізації проекту цей термін може скоротитися до 2,79 року.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						67
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## 10 Охорона праці

### Проект овочесховища в м. Черкаси

У місті Черкаси реалізовано проект овочесховища на 8000 тонн із застосуванням інноваційного холодильного обладнання високого рівня автоматизації.

Основними цілями проекту виступають економія енергоресурсів, скорочення використання аміаку в технологічному процесі та покращення умов праці обслуговуючого персоналу. Впровадження сучасних норм безпеки праці забезпечує створення безпечного та комфортного робочого середовища для співробітників.

Центральним елементом виробничого комплексу є компресорне приміщення. Основну небезпеку при роботі холодильного обладнання становить можливість руйнування його компонентів (випарників, конденсаторів, компресорів, трубопроводів), що може призвести до викиду токсичних аміачних парів у навколишнє середовище або навіть до вибуху. Проектна документація розроблена з урахуванням усіх діючих норм та регламентів.

#### Виробничі умови та небезпечні фактори

Компресорне приміщення визначено як основна виробнича зона об'єкта. Шкідливі виробничі фактори при експлуатації аміачної холодильної установки включають підвищений шум та вібрацію в робочій зоні, потенційну загазованість повітря та недостатнє освітлення виробничих приміщень.

До небезпечних факторів належать невідповідне розташування робочих місць та обладнання, відкриті рухомі механізми машин, а також наявність резервуарів та апаратів, що працюють під високим тиском.

#### Документація на виробництві

Працівники компресорного відділення щоденно заповнюють журнал роботи холодильної установки. У машинному залі та диспетчерській розміщено затверджені головним інженером інструкції, що охоплюють будову та експлуатацію аміачного обладнання, обслуговування машин та апаратів, роботу контрольних приладів і автоматики, протипожежну безпеку, охорону праці з детальним описом надання невідкладної допомоги при отруєнні аміаком або ураженні струмом,

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		68

алгоритм дій персоналу при витокі аміаку чи аварійних ситуаціях. Усі інструкції вивчені машиністами, що підтверджено підписами.

Диспетчерська обладнана річними та місячними планами технічного обслуговування, схемами всіх трубопровідних систем із позначенням вентилів та автоматики, покажчиками місць зберігання захисних засобів, контактною інформацією всіх екстрених служб, керівництва об'єкта та організації, що обслуговує автоматичні системи.

### **Вимоги до розташування обладнання**

Розміщення устаткування виконано згідно з чинними санітарними нормами.

Навколо розподільного холодильника організовано санітарно-захисну зону радіусом 50 метрів.

Холодильне обладнання розташоване таким чином, щоб виключити його пошкодження внутрішніми транспортними операціями. На транспортних маршрутах аміачні трубопроводи прокладені без роз'ємних з'єднань та захищені від механічних впливів.

Пошкодження аміачних магістралей може статися через транспорт, важкі вантажі або неякісний монтаж.

Захист трубопроводів від механічних ушкоджень забезпечується їх прокладанням вище висоти транспорту при обмеженні габаритів, встановленням захисних конструкцій та упорів біля опор, а також розміщенням у спеціальних шахтах.

Холодильні установки мають бути доступні для огляду з усіх сторін із достатнім простором для технічного обслуговування. Вогнегасники постійно підтримуються в робочому стані.

### **Контроль чистоти повітря**

Оскільки загазованість повітря визначає ступінь токсичного впливу аміаку на організм, нормативами встановлено граничну допустиму концентрацію на рівні 20 мг/м<sup>3</sup>.

При роботі в приміщеннях з перевищенням ГДК обов'язкове використання індивідуальних захисних засобів. Виявлення витоків аміаку здійснюється

хімічними індикаторами. Чистота повітря забезпечується герметизацією обладнання для запобігання проникненню парів аміаку та видаленням забруднень через вентиляційну систему.

### Розрахунок вентиляції машинного відділення

Параметри приміщення: довжина 18 м, ширина 18 м, висота 6 м, загальний об'єм 1944 м<sup>3</sup>.

Кількість шкідливих газів, що виділяються з апаратури за годину, розраховується за формулою:

$$G = ((P - P_0) \times V_{\text{ап}} \times \eta \times K \times \rho) / (100 \times \tau \times \zeta),$$

де робочий тиск конденсації становить  $14,3 \times 10^5$  Па, атмосферний тиск  $1 \times 10^5$  Па, об'єм апаратів високого тиску 1,7 м<sup>3</sup>, втрати герметичності 0,12 за годину, коефіцієнт запасу 1, густина газів 0,12 кг/м<sup>3</sup>, тривалість витoku 0,25 години. Результат розрахунку:  $G = 0,014$  кг/год.

Інтенсивність повітрообміну визначається за формулою:

$$L = (10^6 \times G) / (C - C_0),$$

де ГДК речовини 20 мг/м<sup>3</sup>, вміст шкідливих речовин у припливному повітрі 1,5 мг/м<sup>3</sup>. Розрахункове значення:  $L = 777,78$  м<sup>3</sup>/год.

Кратність повітрообміну:  $n = L / V = 777,78 / 1944 = 0,4$  год<sup>-1</sup>.

Генеральний план передбачає щільність забудови до 50%. Холодильник розташований з урахуванням зручного транспортування контейнерів з овочами від фасувального та сушильного цехів до камер зберігання. Територія обладнана прохідною та ваговою з автовагами на 10 і 30 тонн.

### Об'ємно-планувальне рішення

Овочесховище спроектовано як одноповерхова будівля. Габарити та місткість холодильних камер визначені розрахунковими методами, підсумкові дані наведено в таблиці 3.1.

Всі охолоджувані приміщення об'єднані в загальному контурі. Камери обладнано притулковими дверима з електропідігрівом ущільнень, що забезпечує стабільний температурний режим та зменшує теплові втрати.

										Лист
										70
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

00.КМР.142.003.005.ПЗ

Проектні рішення щодо освітлення виконано за ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення", гарантуючи відповідність нормам освітленості та енергоефективності.

Машинне відділення має природне освітлення через бічні вікна з коефіцієнтом природної освітленості 0,2% та штучне освітлення лампами розжарювання із загальною освітленістю робочих зон 75 лк. Щит управління обладнано додатковим місцевим освітленням для досягнення комбінованої освітленості 500 лк. Аварійне освітлення забезпечує не менше 8-10 лк.

### **Вимоги безпеки**

Правила техніки безпеки регламентовані нормативними актами.

До роботи з холодильними системами допускаються особи віком від 18 років, які пройшли медичне обстеження та отримали відповідні свідоцтва про навчання у спеціалізованих закладах: машиністи навчаються експлуатації холодильних систем, слюсарі вивчають автоматизацію холодильного обладнання.

Машиністи допускаються до самостійної роботи після місячного стажування та успішної атестації. Експлуатація систем здійснюється двома машиністами у кожну зміну.

Інструктаж з охорони праці проводиться для всіх працівників незалежно від досвіду та кваліфікації. Перевірка знань з інструкцій, техніки безпеки та надання долікарської допомоги проводиться щорічно комісією фахівців з холодильної техніки, електротехніки, автоматики та безпеки праці.

У компресорному приміщенні встановлено сигналізатор СКПА-01-500-1500 з вісьмома індикаторами концентрації аміаку біля критичного обладнання. При досягненні концентрації 1500 мг/м<sup>3</sup> (0,21%) автоматично вмикається аварійна вентиляція, світлозвукова сигналізація та сирена типу ПВ-СС.

Для екстреного відключення електроживлення всього обладнання та робочого освітлення зовні машинного відділення встановлено кнопки загального аварійного відключення біля робочого входу та біля запасного виходу. При активації ці кнопки одночасно вмикають аварійну вентиляцію, сирену та аварійне освітлення.

										Лист
										71
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата	00.КМР.142.003.005.ПЗ					



обладнання, пожежний щит з лопатами, сокирами, ломами, металевим багром, ящиком з піском та азбестовим полотном, а також вогнегасники: два повітряно-пінні ОВП-5 і два порошкові ОП-10А.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		73









## Висновок

Впровадження даної інструкції дозволяє вчасно сповістити персонал підприємства у випадку аварії. У випадку техногенної аварії можна буде зменшити небезпеку для виробничого персоналу і населення, а також зменшити ступінь забруднення навколишнього середовища, та прийняти заходи щодо ліквідації наслідків небезпеки.

У роботі холодильної установки використовується СДОР, а саме аміак, тому існує ймовірність хімічного зараження місцевості і ураження людей внаслідок аварії.

Підготовку підприємства до захисту від хімічного зараження внаслідок аварії здійснюють на основі спеціально розробленої інструкції, з метою недопущення людських жертв і зменшення матеріальних витрат.

					00.КМР.142.003.005.ПЗ	Лист
						78
Вип	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

