

**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)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 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 холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-9м

\_\_\_\_\_ Скляр Олександр Євгенович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Пилипенко Олексій

(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 – 2024 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.

“01” жовтня 2024 року

## **З А В Д А Н Н Я**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Скляра Олександра Євгеновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки.

керівник роботи к.т.н., доц, Пилипенко О.Ю.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 01.10.2024 року № 859-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 02.12.2024 року

3. Вихідні дані до роботи Порівняння різних схемних рішень холодильної установки логістичного складу м. Канів, місткістю 800 т.

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

Вступ, Розділ 1. Технологічна частина, Розділ 2. Охорона праці, Розділ 3. Економічна частина, Висновки, Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

1. Принципові схеми холодильної установки

2. План холодильних камер



## Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена порівнянню схем холодозабезпечення логістичного холодильника у м. Канів. Місткість холодильника – 800 т. Порівнюються три схеми: без додаткового обладнання на повітряному конденсаторі; без додаткового обладнання з кожухотрубним конденсатором, для відбору теплоти на потреби підприємства; та з проміжним холодоносієм – пропіленгліколь. В якості холодоагента використовуємо R507A. Головними критеріями підбору обладнання є: висока якість, енергоефективність та довговічність.

В роботі використані сучасне програмне забезпечення для підбору обладнання.

Графічна частина включає в себе цикли та схеми установки та план з розміром холодильника.

**Ключові слова:** холодоагент, холодильна установка, R507A, когенерація, проміжний холодоносіє.

## Annotation

The qualification work is dedicated to the comparison of refrigeration schemes for a logistics cold storage facility in Kaniv, with a capacity of 800 tons. Three schemes are analyzed: one without additional equipment on an air-cooled condenser; one without additional equipment using a shell-and-tube condenser to recover heat for the facility's needs; and one with an intermediate coolant – propylene glycol. Refrigerant R507A is used in all cases. The primary selection criteria for the equipment include high quality, energy efficiency, and durability.

					00.MP.000142.009.003.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Скляр О.Є.			Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Пилпенко О.Ю.					4	229
Реценз.						НУХТ ХМ-2-9м		
Н. Контр.		Пилпенко О.Ю.						
Затверд.		Петренко В.П.						

Modern software tools were used for equipment selection. The graphical part includes cycles, installation schemes, and a layout plan of the cold storage facility.

**Keywords:** *refrigerant, refrigeration unit, R507A, cogeneration, intermediate coolant.*

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## Зміст

Вступ.....	7
Технологічна частина .....	8
1.1 Вибір розрахункових параметрів. ....	8
1.2. Загальні відомості з технології виробництва та зберігання .....	9
1.3 Визначення розмірів та місткості камер .....	10
1.4 Розрахунок товщини теплоізоляції.....	14
1.5 Будівельно-ізоляційні конструкції холодильників. ....	21
1.6 Тепловий розрахунок камер холодильника .....	22
1.7. Розрахунок холодильної машини.....	25
1.7.1. Перша схема. Повітряний конденсатор без додаткового обладнання. .....	26
1.7.2. Друга схема. Кожухотрубний конденсатор без додаткового обладнання.....	29
1.7.3. Третя схема. повітряний конденсатор та проміжний холодоносій, без додаткового обладнання. ....	32
2. Охорона праці.....	43
3. Економічна частина. ....	46
3.1. Вихідні дані.....	46
3.2 Розрахунок кількості виробленого холоду .....	48
3.3 Розрахунок прямих витрат.....	48
3.4 Розрахунок не прямих витрат.....	52
3.5 Витрати на охорону праці.....	56
3.6 Складання планової калькуляції одиниці виробленого холоду .....	56
3.7 Визначення основних показників економічної ефективності .....	57
4. Висновки .....	60
Список використаних джерел	
Додатки	

					00.MP.000142.009.003.ПЗ		
Змн.	Лист	. № докум	Підпис	Дата			
Розроб.	Скляр О.С.				Літ.	Лист	Листів
Перевір.	Пилпенко О.Ю.				6	229	
Реценз.					НУХТ ХМ-2-9м		
Н. Контр.	Пилпенко О.Ю.						
Затверд.	Петренко В.П.						

## Вступ

Сучасний світ постійно стикається з питаннями транспортування та зберігання продуктів харчування. В більшій частині світу це завдання покладають на певний тип холодильників - логістичні. Майже завжди продукти харчування зберігаються шляхом генерації штучного холоду, тому в світі застосовуються схеми, які можуть знизити поточні витрати підприємства, а саме використання теплоти від конденсації холодильного агенту на потреби підприємства: підігрів води, опалення.

*Логістичний холодильник* – це підприємство створене для зберігання та облегшення логістичної складової доставки продукції, так званий «проміжний вузол», який оптимізує схему товарообігу.

Важливо зрозуміти, що не завжди доцільно використовувати теплоту конденсації, а доцільніше її скидати в оточуюче середовище. Тому важливо досліджувати кожну схему й розглядати різні кейси в цій сфері, а також важливо враховувати можливі коливання умов зберігання, бо це на пряму впливає на якість та строк придатності товарів.

За для вибору оптимального рішення порівнюються не лише капіталовкладення, а й інші техніко економічні показники, такі як:

- Надійність
- Довговічність
- Собівартості холоду та/або теплоти
- Численність персоналу
- Ремонтопридатність

					00.MP.000142.009.003.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Скляр О.Є.			Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Пилпенко О.Ю.					7	229
Реценз.						НУХТ ХМ-2-9м		
Н. Контр.		Пилпенко О.Ю.						
Затверд.		Петренко В.П.						

## Технологічна частина

### 1.1 Вибір розрахункових параметрів.

Всі холодильники поєднуються певними спільними особливостями:

1. Підтримування температури нижчу, а ніж температура оточуючого середовища. В деяких випадках є потреба в циркуляції повітря. Ці параметри необхідні для зберігання продукції.
2. Волога та теплота намагається потрапити у середину камер, від яких застосовують певні конструкції та матеріали.
3. Великі об'єми товарообігу вимагають застосовувати різні транспортні засоби та людей.
4. Санітарні норми зберігання продукції.

В залежності від розміщення та умов експлуатації сильно змінюється холодинне навантаження на холодильник. В Випадку логістичного холодильника – працює цілорічно. Найбільше навантаження на нього буде влітку, тому параметри для м. Канів приймаємо наступні: [1]

- Температура — середньорічна – 7,9 °С;
- Температура — літня - 28 °С;
- Температура зимова — -21 °С;
- Відносна вологість влітку — 65%;
- Відносна вологість взимку — 70%;
- Температура ґрунту - 14 °С;

Температура повітря в тамбурі - 12 °С;

Температура повітря в машинному відділенні - 28 °С

					00.MP.000142.009.003.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Скляр О.Є.			Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодинної установки	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Пилипенко О.Ю.					8	229
Реценз.						НУХТ ХМ-2-9м		
Н. Контр.		Пилипенко О.Ю.						
Затверд.		Петренко В.П.						

## 1.2. Загальні відомості з технології виробництва та зберігання

Технологічна схема холодильника продовольчої бази передбачає зберігання та приймання, товарну обробку, попереднє заморожування м'ясних продуктів. Зберігається м'ясо: свинини, яловичини, птиці та риби.

Сучасне холодильне обладнання забезпечить необхідні умови зберігання продукції. [2]

Холодильник місткістю 800 т. Зберігається чотири види продукції: м'ясо свинини та яловичини зберігається на гачках, риба та м'ясо птиці в ящиках розміром 600 × 400 × 280 мм в 3 ряди, 4 яруси на стелажах.

### Надходження та приймання сировини

Сировина надходить автомобільним транспортом з ферм в замороженому вигляді. Після розвантаження, сировину зважують. Вище значені операції відбуваються у приміщенні цеху прийому сировини, обробки сировини з температурою 0 °С та відносною вологістю 85-90%, рухливість повітря 1,2- 2,5 м/с - штучна. Продукція приходить в замороженому стані і температурою не вище -13 °С. [2]

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Визначення розмірів та місткості камер

$$E = 800 \cdot \tau$$

$$E_1 = E \cdot 40\% = 320 \cdot \tau \quad (1.1)$$

$$E_2 = E \cdot 30\% = 240 \cdot \tau \quad (1.2)$$

$$E_3 = E \cdot 20\% = 160 \cdot \tau \quad (1.3)$$

$$E_4 = E \cdot 10\% = 80 \cdot \tau \quad (1.4)$$

Визначимо загальний об'єм камер зберігання та заморожування продукції за формулою: [7]

$$V_{\text{вантажна}} = \frac{E}{q_V} \quad (1.5)$$

Приймаємо норму завантаження 0,35 т/м<sup>3</sup>, бо для більшої частини холодильників розраховується така норма завантаження. [7]

$$q_V = 0.35 \cdot \frac{\tau}{\text{м}^3} \quad (1.6)$$

$$V_{\text{вантажна}} = \frac{E}{q_V} = 2.286 \times 10^3 \cdot \text{м}^3 \quad (1.7)$$

Розрахуємо площу вантажну з врахуванням висоти штабелю.

$$F_{\text{вантажна}} = \frac{V_{\text{вантажна}}}{h_{\text{вантажна}}} \quad (1.8)$$

Де  $h_{\text{вантажна}}$  - висота штабелювання товару.

$$h_{\text{вантажна}} = 4.7 \cdot \text{м} \quad (1.9)$$

$$F_{\text{вантажна}} = \frac{V_{\text{вантажна}}}{h_{\text{вантажна}}} = 486.322 \cdot \text{м}^2 \quad (1.10)$$

Визначимо будівельну площу камер:

$$F_{\text{будівельна}} = \frac{F_{\text{вантажна}}}{D} \quad (1.11)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

Де D коефіцієнт використання площі.

$$D = 0.85$$

$$F_{\text{будівельна}} = \frac{F_{\text{вантажна}}}{D} = 572.144 \cdot \text{м}^2 \quad (1.12)$$

В залежності від типу будівлі існують декілька видів будівельних квадратів, основні - 6 м \* 6 м та 6 м \* 12 м, відповідно 36 м<sup>2</sup> та 72 м<sup>2</sup>. при розрахунку площ камер будема приймати більше ціле число квадратів. Але кінцеве варіант будівельних квадратів камер приймається після прийняття конструкції будівлі, оскільки в металоконструкціях є більше варіацій кроку колон.

Визначимо кількість будівельних квадратів

$$n_z = \frac{F_{\text{будівельна}}}{36 \cdot \text{м}^2} \quad (1.13)$$

$$n_z = \frac{F_{\text{будівельна}}}{36 \cdot \text{м}^2} = 15.893 \quad (1.14)$$

приймаємо  $n_z = 16$

Дійсну місткість камер визначимо за формулою:

$$q_{v1} = 0.45 \cdot \frac{\tau}{\text{м}^3} \quad q_{v2} = 0.4 \cdot \frac{\tau}{\text{м}^3} \quad q_{v3} = 0.35 \cdot \frac{\tau}{\text{м}^3} \quad q_{v4} = 0.39 \cdot \frac{\tau}{\text{м}^3}$$

$$\varphi_1 = 40\% \quad \varphi_2 = 25\% \quad \varphi_3 = 25\% \quad \varphi_4 = 10\%$$

З попередніх формул виводимо дійсну місткість камер: [7]

$$E_k = 36n_z \cdot \text{м}^2 \cdot \varphi \cdot h_{\text{вантажна}} \cdot q_v \cdot D \quad (1.15)$$

$$E_{k1} = 36n_z \cdot \text{м}^2 \cdot \varphi_1 \cdot h_{\text{вантажна}} \cdot q_v \cdot D = 322.157 \cdot \tau \quad (1.16)$$

$$E_{k2} = 36n_z \cdot \text{м}^2 \cdot \varphi_2 \cdot h_{\text{вантажна}} \cdot q_v \cdot D = 201.348 \cdot \tau \quad (1.17)$$

$$E_{k3} = 36n_z \cdot \text{м}^2 \cdot \varphi_3 \cdot h_{\text{вантажна}} \cdot q_v \cdot D = 201.348 \cdot \tau \quad (1.18)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$E_{k4} = 36n_z \cdot m^2 \cdot \varphi_4 \cdot h_{\text{вантажна}} \cdot q_v \cdot D = 80.539 \cdot T \quad (1.19)$$

$E_k$  місткість камер холодильника, т;  $n_z$  - кількість будівельних квадратів;  $h_{np}$  - вантажна висота камер, м;  $q_z$  - норма завантаження камери, т/м<sup>3</sup>;  $D$  - коефіцієнт використання будівельної площі камер, 0,75-0,85;  $\varphi$  - відсоток від загальної місткості камер кожного продукту.

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

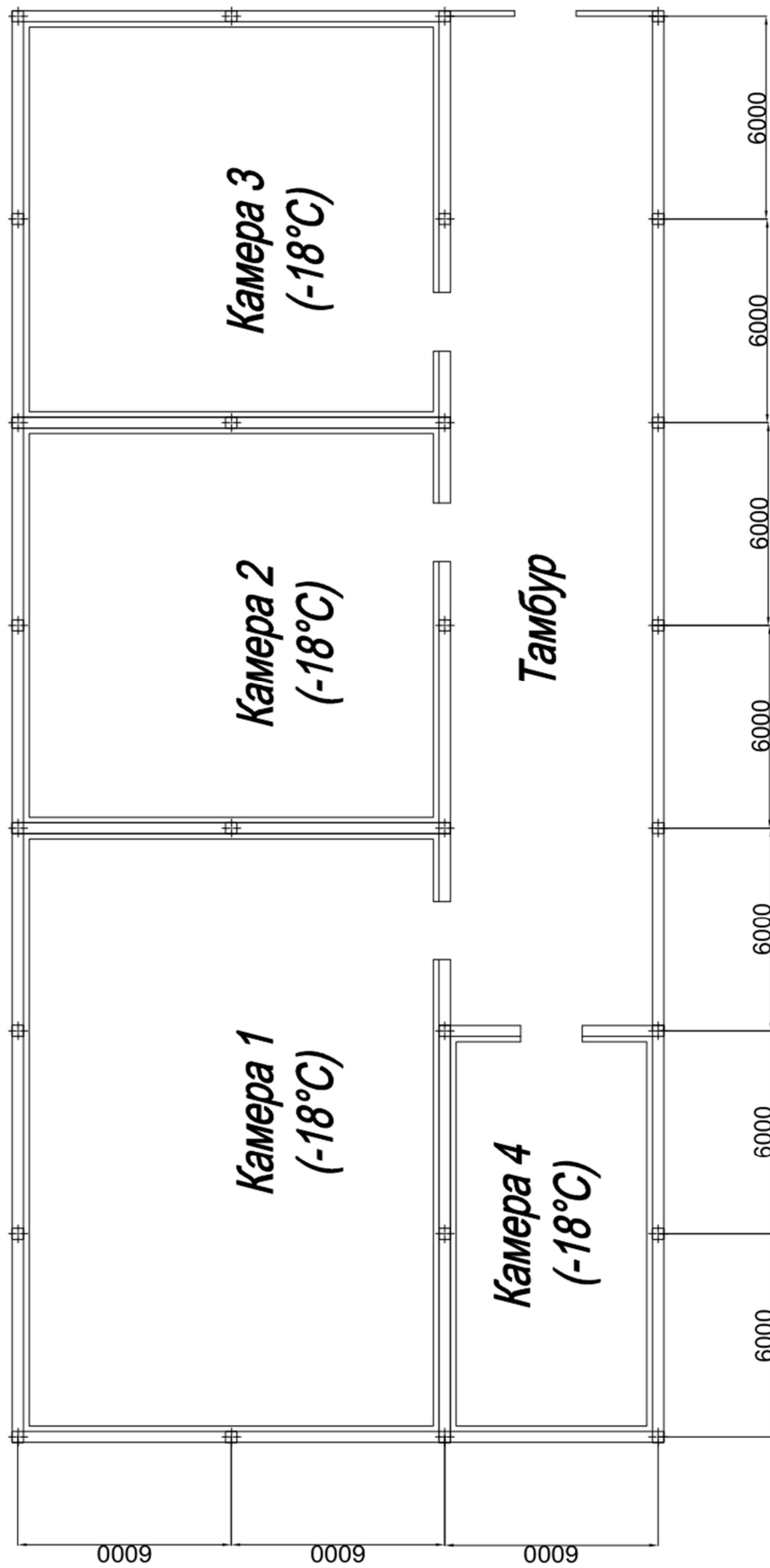


Рис.1.1 . Планування холодильника

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.000142.009.003.ПЗ

Лист

13

#### 1.4 Розрахунок товщини теплоізоляції.

Теплоізоляція холодильника представляє собою паронепроникну теплоізоляційну конструкцію. Для забезпечення цих умов в якості тепло- і паро- ізолятора використовуємо сендвіч панелі.

Таблиця 1 - Розрахункові коефіцієнти теплопровідності

Матеріал	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності k, Вт/(м <sup>2</sup> *К)
Теплоізоляційні матеріали	
ППУ	0,021
Сендвіч панель	0,021
Будівельні матеріали	
Штукатурка цементна	0,88
Цегляна кладка	0,82
Гідроізоляція	0,3
Залізобетон	1,5

Розрахуємо коефіцієнт теплопередачі для зовнішніх стінок. [6]

$$k_{з\_н} = 0.28 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\alpha_{з\_н1} = 8 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\alpha_{з\_н2} = 23.3 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

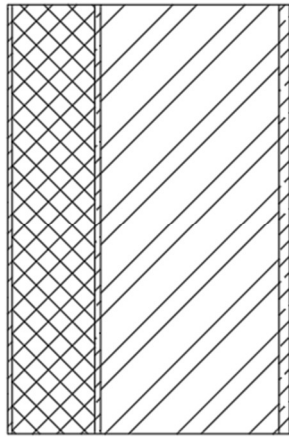
$$\lambda_{\text{ППУ}} = 0.021 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

$$\lambda_{\text{цег}} = 0.82 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

$$\delta_{\text{цег}} = 380 \cdot \text{мм}$$

$$\lambda_{\text{шт}} = 0.88 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

$$\delta_{\text{шт}} = 20 \cdot \text{мм}$$



Штукатурка цементна	0,020
Кладка цегляна	0,380
Штукатурка цементна	0,020
Металевий лист	0,001
ППУ	δ - ?
Метал	0,001

Рисунок 1.2. Конструкція зовнішніх стін

$$\delta_{із_з} = \lambda_{ППУ} \cdot \left[ \frac{1}{k_{з_н}} - \left( \frac{1}{\alpha_{з_н2}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{цег}}{\lambda_{цег}} + \frac{1}{\alpha_{з_н1}} \right) \right] \quad (1.20)$$

$$\delta_{із_з} = 61.265 \cdot \text{мм}$$

Приймаємо 100 мм сендвіч

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі :

$$k_{з_р} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{з_н2}} + \frac{1}{\alpha_{з_н1}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{цег}}{\lambda_{цег}} + \frac{\delta_{із_з}}{\lambda_{ППУ}}} \quad (1.21)$$

$$k_{з_р} = 0.185 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad (1.22)$$

Розраховуємо товщину теплоізолятора стінки

$$\alpha_{вн_н1} = 8 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$k_{вн_н} = 0.33 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\alpha_{вн_н2} = 23.3 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\delta_{i3\_BH} = \lambda_{ППУ} \cdot \left[ \frac{1}{k_{BH\_H}} - \left( \frac{1}{\alpha_{BH\_H2}} + \frac{1}{\alpha_{BH\_H1}} \right) \right] \quad (1.23)$$

$$\delta_{i3\_BH} = 60.11 \cdot \text{мм}$$

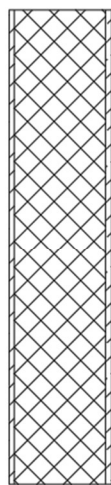
Приймаємо 100 мм сендвіч

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі :

$$k_{BH\_P} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{3\_H2}} + \frac{1}{\alpha_{3\_H1}} + \frac{\delta_{i3\_BH}}{\lambda_{ППУ}}} \quad (1.24)$$

$$k_{BH\_P} = 0.203 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначаємо товщину ізоляційного шару перегородки холодильних камер.



Металевий лист	0,001
ППУ	$\delta - ?$
Метал	0,001

Рисунок 1.3. Схема міжкамерних перегородок та внутрішніх стін.

$$\alpha_{пер\_H1} = 8 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$k_{пер\_H} = 0.33 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\alpha_{\text{пер\_н2}} = 8 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\delta_{\text{із\_пер}} = \lambda_{\text{ППУ}} \cdot \left[ \frac{1}{k_{\text{пер\_н}}} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{пер\_н2}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{пер\_н1}}} \right) \right] \quad (1.25)$$

$$\delta_{\text{із\_пер}} = 58.386 \cdot \text{мм}$$

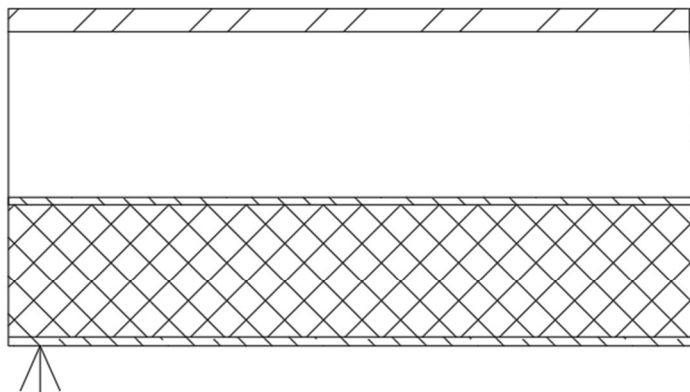
Приймаємо 100 мм сендвіч

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі :

$$k_{\text{пер\_р}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{з\_н2}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з\_н1}}} + \frac{\delta_{\text{із\_пер}}}{\lambda_{\text{ППУ}}}} \quad (1.26)$$

$$k_{\text{пер\_р}} = 0.203 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначаю товщину теплоізоляційного шару покрівлі



Профнастил	
Повітря	-
Металевий лист	0,001
ППУ	$\delta - ?$
Метал	0,001

Рисунок 1.4. Конструкція покрівлі камер.

$$\alpha_{\text{пок\_н1}} = 8 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$k_{\text{пок\_н}} = 0.33 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\alpha_{\text{пок\_н2}} = 8 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\delta_{\text{із\_пок}} = \lambda_{\text{ППУ}} \cdot \left[ \frac{1}{k_{\text{пок\_н}}} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{пок\_н2}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{пок\_н1}}} \right) \right] \quad (1.27)$$

$$\delta_{\text{із\_пок}} = 58.386 \cdot \text{мм}$$

Приймаємо 100 мм сендвіч

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі :

$$k_{\text{пок\_р}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{пок\_н2}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{пок\_н1}}} + \frac{\delta_{\text{із\_пок}}}{\lambda_{\text{ППУ}}}} \quad (1.28)$$

$$k_{\text{пок\_р}} = 0.2 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

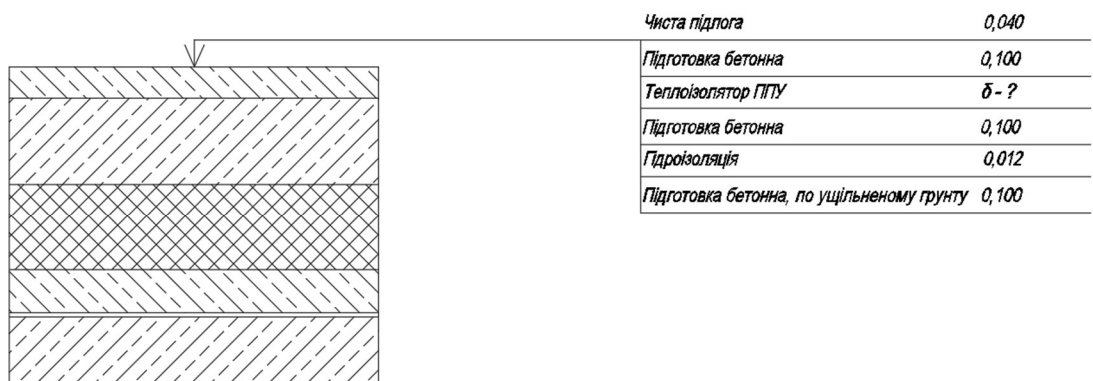


Рис. 1.5. Конструкція підлоги.

$$\alpha_{\text{під\_н1}} = 0.2 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$k_{\text{під\_н}} = 0.29 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\alpha_{\text{під}_н2} = 10.2 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$\delta_{\text{із}_\text{під}} = \lambda_{\text{ППУ}} \cdot \left[ \frac{1}{k_{\text{під}_н}} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{під}_н2}} + \frac{1}{\alpha_{\text{під}_н1}} + \Pi \right) \right] \quad (1.29)$$

$$\Pi = \frac{40 \cdot \text{мм} + 100 \text{мм}}{1.4 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}} + \frac{100 \cdot \text{мм}}{1.4 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}} + \frac{12 \cdot \text{мм}}{0.3 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}} + \frac{100 \cdot \text{мм}}{1.4 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}} \quad (1.30)$$

$$\Pi = 0.283 \cdot \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$\delta_{\text{із}_\text{під}} = \lambda_{\text{ППУ}} \cdot \left[ \frac{1}{k_{\text{під}_н}} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{під}_н2}} + \frac{1}{\alpha_{\text{під}_н1}} + \Pi \right) \right] \quad (1.31)$$

$$\delta_{\text{із}_\text{під}} = -40.585 \cdot \text{мм}$$

Приймаємо 50 мм ППУ

Визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі :

$$k_{\text{під}_р} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{під}_н2}} + \frac{1}{\alpha_{\text{під}_н1}} + \frac{\delta_{\text{із}_\text{під}}}{\lambda_{\text{ППУ}}}} \quad (1.32)$$

$$k_{\text{під}_р} = 0.134 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Таблиця 2. Теплопритоки від огорожі.

Огородження	Орієнтація	$k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$F, \text{м}^2$	$t, \text{°C}$	$t_{\text{кам}}, \text{°C}$	$\Delta t, \text{°C}$	$Q1, \text{Вт}$	$\Sigma Q1, \text{Вт}$
<b>Камера №1</b>								
Зовн. Стіна	Пн	0,2	108,0	28,0	-18,0	46,0	919,1	
Перегородка	Зх	0,2	72,0	-18,0	-18,0	0,0	0,0	
Внутр. Стіна	Пд	0,2	36,0	12,0	-18,0	30,0	219,2	
Перегородка	Пд	0,2	72,0	-18,0	-18,0	0	0,0	

## Продовження таблиці 2.

Зовн. Стіна	Сх	0,2	72,0	28,0	-18,0	46,0	612,7	
Підлога		0,1	216,0	14,0	-18,0	32,0	926,2	
Стеля		0,2	216,0	28,0	-18,0	46,0	1987,2	
								<b>4664</b>
<b>Камера №2</b>								
Зовн. Стіна	Пн	0,2	72,0	28,0	-18,0	46,0	612,7	
Перегородка	Зх	0,2	72,0	-18,0	-18,0	0,0	0,0	
Внутр. Стіна	Пд	0,2	72,0	24,0	-18,0	42,0	613,9	
Перегородка	Сх	0,2	72,0	-18,0	-18,0	0,0	0,0	
Підлога		0,1	144,0	14,0	-18,0	32	617,5	
Стеля		0,2	144,0	28,0	-18,0	46,0	1324,8	
								<b>3169</b>
<b>Камера №3</b>								
Зовн. Стіна	Пн	0,2	72,0	28,0	-18,0	46,0	612,7	
Зовн. Стіна	Зх	0,2	72,0	28,0	-18,0	46	612,7	
Внутр. Стіна	Пд	0,2	72,0	12,0	-18,0	30,0	438,5	
Перегородка	Сх	0,2	72,0	-18,0	-18,0	0,0	0,0	
Підлога		0,1	216,0	4,0	-18,0	22,0	636,8	
Стеля		0,2	216,0	28,0	-18,0	46,0	1987,2	
								<b>4288</b>
<b>Камера №4</b>								
Перегородка	Пн	0,2	72,0	-18,0	-18,0	0,0	0,0	
Внутр. Стіна	Зх	0,2	36,0	12,0	-18,0	30,0	219,2	
Зовн. Стіна	Пд	0,2	72,0	28,0	-18,0	46,0	612,7	
Зовн. Стіна	Сх	0,2	36,0	28,0	-18,0	46	306,4	
Підлога		0,1	72,0	14,0	-18,0	32,0	308,7	
Стеля		0,2	72,0	28,0	-18,0	46,0	662,4	
								<b>2110</b>

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.000142.009.003.ПЗ

Лист

20

### **1.5 Будівельно-ізоляційні конструкції холодильників.**

Головним чином холодильні камери відрізняються від інших будівель потребою підтримувати низькі температури при великій вологості.

Будівельні конструкції повинні бути довговічними надійними та морозостійкими в поєднанні з гарними теплоізоляційними показниками.

Стіни та перегородки.

Як матеріал для побудови зовнішніх стін, була прийнята цегляна кладка. Зовнішні стіни будівель холодильників слід виконувати із залізобетонних панелей, цегли, або природних каменів. Оскільки зовнішні стіни одноповерхових холодильників самонесучі, товщина цегляної кладки складає 380мм ( півтори цегли). Цегляні стіни мають чудові показники міцності та стійкості в поєднанні з гарними ізолюючими показниками.[7]

Окрім цегли для зведення зовнішніх стін використовуватимуть: штукатурку та плитку.

Камери зведені з сендвіч панелей, з наповненням ППУ. Завдяки чому можна не застосовувати гідроізоляцію. Перегородки між камер з такого ж матеріалу як і камери.

Фундамент

Суцільно плитні фундаменти довговічніші і міцніші, оскільки вони стійкі в площині основи і рівномірно розподіляють навантаження на ґрунт відвантажу, обладнання та інших будівельних конструкцій. Для гідроізоляції використовується руберойд, а для утеплення- пінополіуретан. [7]

Підлога

Підлога холодильника складається з основи та покриття (чистої підлоги).

До основних входять: декілька шарів бетонної підготовки, шар теплоізоляції (ППУ) та гідроізоляція. Підлога повинна мати необхідну міцність жаростійкість, повинна бути безпечною для переміщення людей та

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

транспорту, безшумна, гігієнічна, також повинна забезпечувати тривалу робото-здатність при механічних навантаженнях. В якості чистої підлоги приймаємо розчин цементо-піщаний.

Для холодильників приймаємо покриття з профнастилу, який кріпиться до ферм. Стеля камери складається з сендвіч панелей до яких, через закладні, будуть притягуватись обладнання.

Двері.

Для безперешкодної завантаження і вивантаження камери і вільного переміщення автомобіля на стіні встановлена Похила двері з ручним управлінням розміром 2000x2300 мм. Двері має ізоляцію з пінополіуретану товщиною 100 мм. для захисту дверей від механічних пошкоджень використовується металевий кожух, який також є пароізоляцією.

### 1.6 Тепловий розрахунок камер холодильника

Ці теплоприпливи утворюються внаслідок освітлення камер, перебування в них людей, роботи електродвигунів, відчинення дверей. Теплоприпливи визначаю по кожній статей окремо.

*Теплопритоки від освітлення.*

Розрахунок теплопритоків  $Q_{осв}$ (Вт) розраховуємо за формулою[4]:

де  $A_{осв}$ — кількість тепла, яке випромінює освітлення за одиницю часу на  $1\text{ м}^2$  площі пола,  $\text{Вт}\cdot\text{м}^2$ ;  $F_{кам}$ - площа камери,  $\text{м}^2$

Кількість тепла, яке виділяється на 1 площі пола із урахуванням коефіцієнта одночасності, приймаємо  $1,2 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2$ . [4]

$$A_{осв} = 1,2 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

$$Q_{осв} = F_{кам} \cdot A$$

*Теплопритоки від перебування людей:*

$$Q_{прац} = 350 \cdot \text{Вт} \cdot n_{прац}$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

де 350 — тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, Вт  
[4].  $n_{\text{прац}}$  — кількість людей, працюючих в даному приміщенні,  $n_{\text{прац}}=2$

*Теплопритоки при відкриванні дверей:*

де  $B$  — питомий тепло приплив від відкривання дверей;

$$Q_{\text{двер}} = B \cdot F_{\text{кам}}$$

*Визначимо теплонадходження від товарів та тари:*

Приймаємо, що щоденні поставки товару складають 10% від місткості камер, а саме:

$$E_{\text{зМ}_\text{к1}} = E_{\text{к1}} \cdot 10\% = 32.216 \cdot \text{т} \quad (1.33)$$

$$E_{\text{зМ}_\text{к2}} = E_{\text{к2}} \cdot 10\% = 20.135 \cdot \text{т} \quad (1.34)$$

$$E_{\text{зМ}_\text{к3}} = E_{\text{к3}} \cdot 10\% = 20.135 \cdot \text{т} \quad (1.35)$$

$$E_{\text{зМ}_\text{к4}} = E_{\text{к4}} \cdot 10\% = 8.054 \cdot \text{т} \quad (1.36)$$

Маса тари складає 10% від маси денного надходження продукції

$$E_{\text{т}_\text{к1}} = E_{\text{зМ}_\text{к1}} \cdot 10\% = 3.222 \cdot \text{т} \quad (1.37)$$

$$E_{\text{т}_\text{к2}} = E_{\text{зМ}_\text{к2}} \cdot 10\% = 2.013 \cdot \text{т} \quad (1.38)$$

$$E_{\text{т}_\text{к3}} = E_{\text{зМ}_\text{к3}} \cdot 10\% = 2.013 \cdot \text{т} \quad (1.39)$$

$$E_{\text{т}_\text{к4}} = E_{\text{зМ}_\text{к4}} \cdot 10\% = 0.805 \cdot \text{т} \quad (1.40)$$

Теплонадходження від продуктів розраховуються за формулою:

$$Q_{2\_пр} = \frac{E_{\text{зМ}_\text{к}} \cdot (i_{\text{п}} - i_{\text{к}})}{24 \cdot \text{год}} \quad (1.41)$$

$$\Delta i_1 = 163 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\Delta i_2 = 203.2 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\Delta i_3 = 103.8 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$\Delta i_4 = 238 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$Q_{2\_пр1} = \frac{E_{Т\_к1} \cdot (\Delta i_1)}{24 \cdot \text{год}} = 6.078 \times 10^3 \cdot \text{Вт} \quad (1.42)$$

$$Q_{2\_пр2} = \frac{E_{Т\_к2} \cdot (\Delta i_2)}{24 \cdot \text{год}} = 4.735 \times 10^3 \cdot \text{Вт} \quad (1.43)$$

$$Q_{2\_пр3} = \frac{E_{Т\_к3} \cdot (\Delta i_3)}{24 \cdot \text{год}} = 2.419 \times 10^3 \cdot \text{Вт} \quad (1.44)$$

$$Q_{2\_пр4} = \frac{E_{Т\_к4} \cdot (\Delta i_4)}{24 \cdot \text{год}} = 2.219 \times 10^3 \cdot \text{Вт} \quad (1.45)$$

Теплонадходження від тари дорівнюють:

$$\Delta C_1 = 2.5 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\Delta t_T = 12 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta C_2 = 2.5 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\Delta C_3 = 1.46 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\Delta C_4 = 1.46 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q_{2\_т1} = \frac{E_{Т\_к1} \cdot \Delta C_1 \cdot \Delta t_T}{24 \cdot \text{год}} = 1.119 \times 10^3 \cdot \text{Вт} \quad (1.46)$$

$$Q_{2\_т2} = \frac{E_{Т\_к2} \cdot \Delta C_2 \cdot \Delta t_T}{24 \cdot \text{год}} = 699.125 \cdot \text{Вт} \quad (1.47)$$

$$Q_{2\_т3} = \frac{E_{Т\_к3} \cdot \Delta C_3 \cdot \Delta t_T}{24 \cdot \text{год}} = 408.289 \cdot \text{Вт} \quad (1.48)$$

$$Q_{2\_т4} = \frac{E_{Т\_к4} \cdot \Delta C_4 \cdot \Delta t_T}{24 \cdot \text{год}} = 163.316 \cdot \text{Вт} \quad (1.49)$$

Таблиця 3. Експлуатаційні теплонадходження.

Камера	А.осв, Вт/м2	F кам, м2	Q осв, Вт	Nпрац, Вт	n прац	Q прац,Вт	B, Вт/м2	Qдвер, Вт	ΣQ4, Вт
№1	1,2	192,0	230,4	350,0	2,0	700,0	12,0	2304,0	3234,4
№2	1,2	144,0	172,8	350,0	2,0	700,0	12,0	1728,0	2600,8
№3	1,2	144,0	172,8	350,0	2,0	700,0	12,0	1728,0	2600,8
№4	1,2	72,0	86,4	350,0	2,0	700,0	12,0	864,0	1650,4

Таблиця 4. Теплонадходження від продуктів та тари.

Камера	Місткість камери, т	Денне надходження продукту, т	Δi, кДж/кг	Q <sub>2 пр</sub> , Вт	Денне надходження тари, т	Δt, °C	C, кДж/ (кг * °C)	Q <sub>2 т</sub> , Вт	ΣQ <sub>2</sub> , Вт
№1	320	32	163	6100	3,2	12	2,5	1120	7220
№2	200	20	203,2	4750	2	12	2,5	700	5450
№3	200	20	103,8	2420	2	12	1,5	410	2830
№4	80	8,0	238	2200	0,8	12	1,5	165	2365

### 1.7. Розрахунок холодильної машини

Загальні теплонадходження складають 42.2 кВт.

Визначення параметрів холодильного обладнання.

Загальні теплонадходження складають:

$$Q_{\text{кам}} = 42.2 \cdot \text{кВт}$$

Коефіцієнт робочого часу:

$$b = 0.9$$

$$Q_0 = \frac{Q_{\text{кам}} \cdot 1.07}{b} = 50.171 \cdot \text{кВт} \quad (1.50)$$

Приймаємо  $Q_0=50$  кВт

Температуру кипіння визначимо за формулою:

$$t_{\text{кам}} = -18 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$t_0 = t_{\text{кам}} - 10^\circ\text{C} = -28 \cdot ^\circ\text{C} \quad (1.51)$$

Корисний перегрів приймаємо  $10^\circ\text{C}$

Температуру конденсації приймемо для двох видів конденсаторів

Для кожухотрубного :

$$t_{к\_кож} = 50^{\circ}\text{C}$$

Температуру конденсації приймаємо такою, аби можливо було підігріти воду до температури  $+40^{\circ}\text{C}$  -  $+45^{\circ}\text{C}$

Для повітряного:

$$t_{пов\_роз} = 28^{\circ}\text{C}$$

Приймаємо  $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$ .

$$t_{к\_пов} = t_{пов\_роз} + \Delta t = 43^{\circ}\text{C} \quad (1.52)$$

Схеми підключення та основні компоненти холодильної машини.

**1.7.1. Перша схема. Повітряний конденсатор без додаткового обладнання.** Див. рис. 1.6.

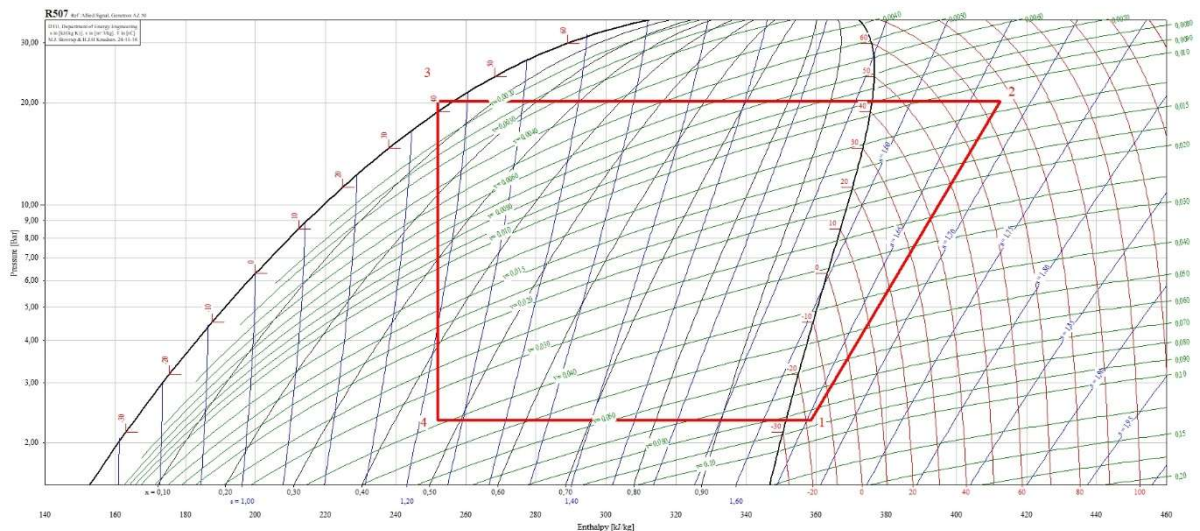


Рисунок 1.6 . Цикл холодильної машини.

Параметри в характерних точках циклу наведені в табл .

Таблиця 5. Параметри в характерних точках циклу.

Point	T [°C]	P [bar]	v [m <sup>3</sup> /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg*K)]
1	-18	2,33	0,086188	358,50	1,6547
2	76	20,20	0,011535	412,49	1,6751
3	76	20,20	0,011535	412,49	1,6751
4	40	20,20	N/A	252,04	N/A

Продовження таблиці 5.

5	N/A	2,33	N/A	252,04	N/A
6	-18	2,33	0,086186	358,50	1,6547
15	N/A	20,20	N/A	252,04	N/A

Підбір компресорів проведемо в програмі Bitzer Software [8].

Обираємо 2 поршневі компресори та один резервний за для випадку коли вийде з ладу один, то третій замінить його. Див. рис. 1.7.

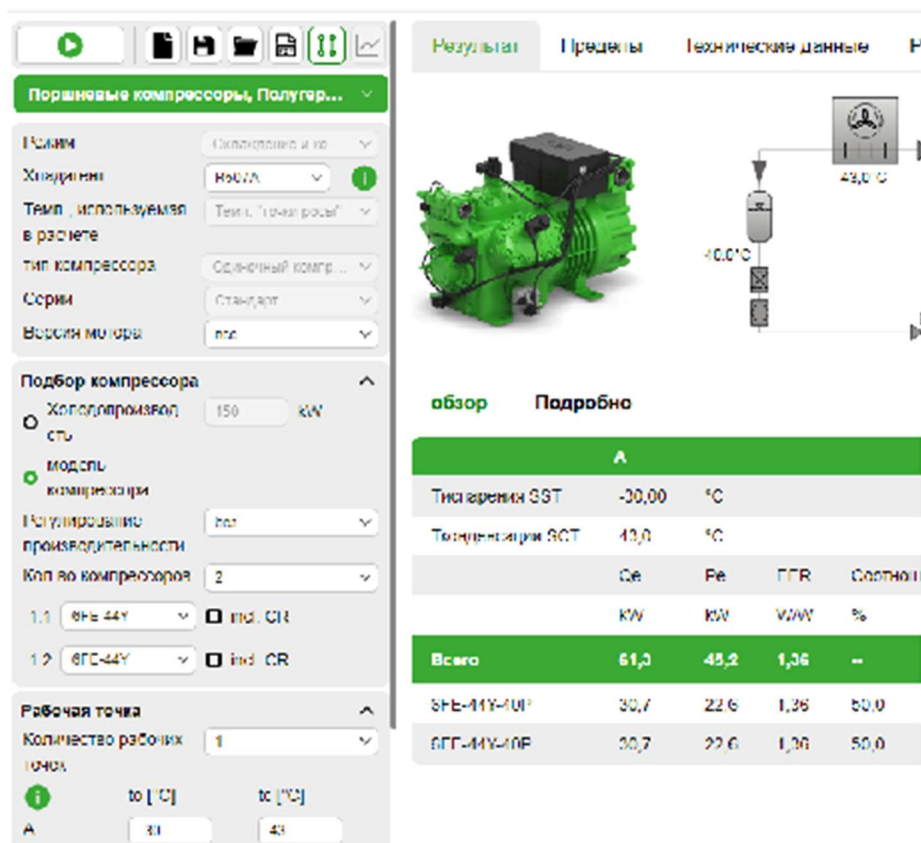


Рисунок 1.7. Підбір поршневого компресора.

Приймаємо компресори 6GE-44Y-40P. див. дод. 2.

Підбір випарників проводимо в програмі підбору selectrt.kelvion [12]

- Обираємо два випарники KDC-352-4BE-HX32; див. дод. 3
- Обираємо два випарники AGHN S-KDC-351-6AE-HX32 див.дод. 4
- Обираємо один випарник KDC-353-4AE-HX32; див. дод. 5
- Обираємо один випарник KDC-352-4AE-HX32; див. дод. 6

Підбір повітряного конденсатору проводимо в програмі GPC.AM 2021 Guntner [10]

Потужність конденсатора приймаємо з програми підбору компресорів  
 $Q_k=98$  кВт.

Обираємо один конденсатор S-GVN 065.2B/2-NS.M; див. дод. 7

*Діаметри трубопроводів.* Див. до. 8

Підбір діаметрів трубопроводів проводимо в Danfoss Coolselector 2 [9]

- Всмоктувальний патрубок - 76 мм; [9]
- Нагнітальний патрубок - 54 мм; [9]
- Рідинна лінія - 28 мм; [9]

*Підбір додаткового обладнання*

- Ресивер - обираємо F1602N; [8] див. дод. 9
- Масловіддільник з ресивером - обираємо GVN OS.D.33b.400.E4.E4.C8.H5.F4.I1.2xOH1.OT1.L2; [5] див. дод. 10

*Масильна лінія*

- Обираємо регулятор рівня олії Alco TraxOil OM3-CBB, з фланцевим адаптером на 3/4" див. дод. 23; [9]
- Обираємо фільтр BLR/ODF-083; [9] див. дод. 11

*Сторона нагнітання.*

*Підбір зворотних клапанів*

- Обираємо три зворотних клапани CHV SS 32 angle; [9] ( див. додаток 1) [10] Підбір вентилів на нагнітання див. дод. 11
- Обираємо запірні вентиля GBC 35s v2 та GBC 54s; [9] ( див. додаток 2) див. дод. 11

*Всмоктувальна лінія.*

- Обираємо запірні вентиля GBC 79s E, GBC 35s E та GBC 28s; [9] ( див. додаток 2) див. дод. 11

*Сторона рідинної лінії.*

Підбір фільтра-осушника -DCR 0489-DC; [9] див. дод. 11

Підбір запірних вентилів

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

- Обираємо запірні вентиля GBC 28s v2 та GBC 22s E; [9] див. дод.

11

Підбір соленоїдних вентилів

- Електромагнітний клапан: АКВ 15-3; [9] див. дод. 11
- Оглядове скельце: SGS 1 3/8; [9] див. дод. 11

Підбір ТРВ.

- Обираємо ТРВ: ТС - 3, ТС - 2, ТЕ 5 – 3; [9] див. дод. 11

**1.7.2. Друга схема. Кожухотрубний конденсатор без додаткового обладнання.** Див. рис.1.8.

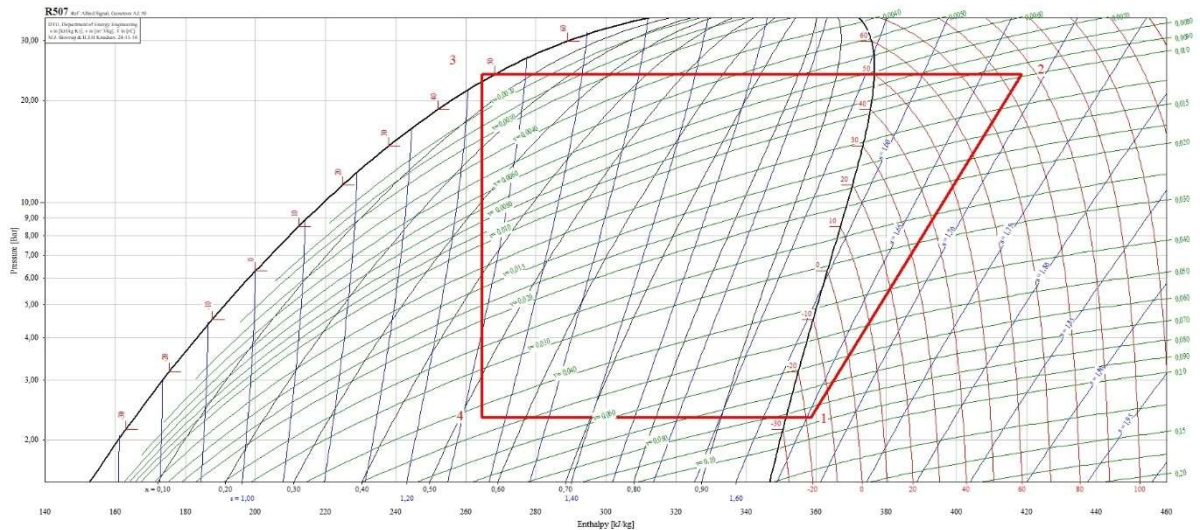


Рисунок 1.8 .Цикл схеми №2

Параметри в характерних точках циклу наведені в табл 5.

Таблиця 6. Параметри характерних точок циклу.

Point	T [°C]	P [bar]	v [m <sup>3</sup> /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg*K)]
1	-18	2,325	0,086188	358,5	1,6547
2	86	23,816	0,009839	418,609	1,6815
3	86	23,816	0,009839	418,609	1,6815
4	48	23,816	N/A	264,729	N/A
5	N/A	2,325	N/A	264,729	N/A
6	-18	2,325	0,086186	358,5	1,6547
15	N/A	23,816	N/A	264,729	N/A

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.MP.000142.009.003.ПЗ

Лист

29



Потужність конденсатора приймаємо з програми підбору компресорів.  
 $Q_k=104$  кВт.

Обираємо один конденсатор CF 60 8P див. дод. 14

Проводимо підбір циркуляційного насосу конденсатору в програмі підбору Wilo Select 5 [13]. Нагрів води з +6 °С до +45°С. Об'ємну витрату води визначили з програми підбору кожухотрубного конденсатора WTK - 2,3 м<sup>3</sup>/год. Підбрано циркуляційний насос – stratos MAXO 80/0.5-16 [13] див. дод. 15.

Діаметри трубопроводів

Підбір діаметрів трубопроводі проводимо в Danfoss Coolselector 2 [9] див. дод. 16

- Всмоктувальний патрубок - 76 мм; [9]
- Нагнітальний патрубок - 54 мм; [9]
- Рідинна лінія - 22 мм; [9]

Підбір додаткового обладнання

- Ресивер - обираємо F1602N; [8] див. дод. 17;
- Масловіддільник з ресивером обираємо GVN OS.D.33b.400.E4.E4.C8.H5.F4.I1.2xOH1.OT1.L2; [5] див. дод. 18

Масильна лінія

- Обираємо регулятор рівня олії Alco TraxOil OM3-CBB, з фланцевим адаптером на 3/4" див. дод. 19; [9] див. дод. 19
- Обираємо фільтр BLR/ODF-083; [9] див. дод. 20

Сторона нагнітання.

Підбір зворотніх клапанів

- Обираємо три зворотніх клапани CHV SS 32 angle; [9] див. дод. 20 [10]

Підбір вентилів на нагнітання

- Обираємо запірні вентиля GBC 35s v2 та GBC 54s; [9] див. дод. 20

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Всмоктувальна лінія.

- Обираємо запірні вентиля GBC 79s E, GBC 35s E та GBC 22s; [9] див. дод. 20

Сторона рідинної лінії.

- Підбір фільтра-осушника -DCR 0489-DC; [9] див. дод. 20

Підбір запірних ventilів

- Обираємо запірні вентиля GBC 22s v2 та GBC 22s E; [9] див. дод. 20

Підбір соленоидних ventilів

- Електромагнітний клапан: АКВ 20-3 та АКВ 15-2, АКВ 15-3; [9] див. дод. 20
- Оглядове скельце: SGP 22s; [9] див. дод. 20

Підбір ТРВ.

- Обираємо ТРВ: ТС-2, ТЕ-5-2, ТЕ-5-3, ТС-3; [9] див. дод. 20

### 1.7.3. Третя схема. повітряний конденсатор та проміжний холодоносій, без додаткового обладнання. Див. рис. 1.10.

Температуру проміжного холодоносія на вході в кожухотрубний випарник приймаємо на 4 °С нижчою за температуру в камері:

$$t_{\text{пх1}} = t_{\text{кам}} - 4^{\circ}\text{C} = -22^{\circ}\text{C} \quad (1.53)$$

Температуру проміжного холодоносія на виході в кожухотрубний випарник приймаємо на 5 °С нижчою ніж на вході в теплообмінник:

$$t_{\text{пх2}} = t_{\text{пх1}} - 5^{\circ}\text{C} = -27^{\circ}\text{C} \quad (1.54)$$

Визначимо температуру кипіння ХА.

$$t_{\text{пх}} = \frac{t_{\text{пх2}} + t_{\text{пх1}}}{2} = -24.5^{\circ}\text{C} \quad (1.55)$$

$$t_{0\_3} = t_{\text{пх}} - 5^{\circ}\text{C} = -29.5^{\circ}\text{C} \quad (1.56)$$

приймаємо  $t_{0\_3} = -30^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{к\_пов}} = 43^{\circ}\text{C}$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

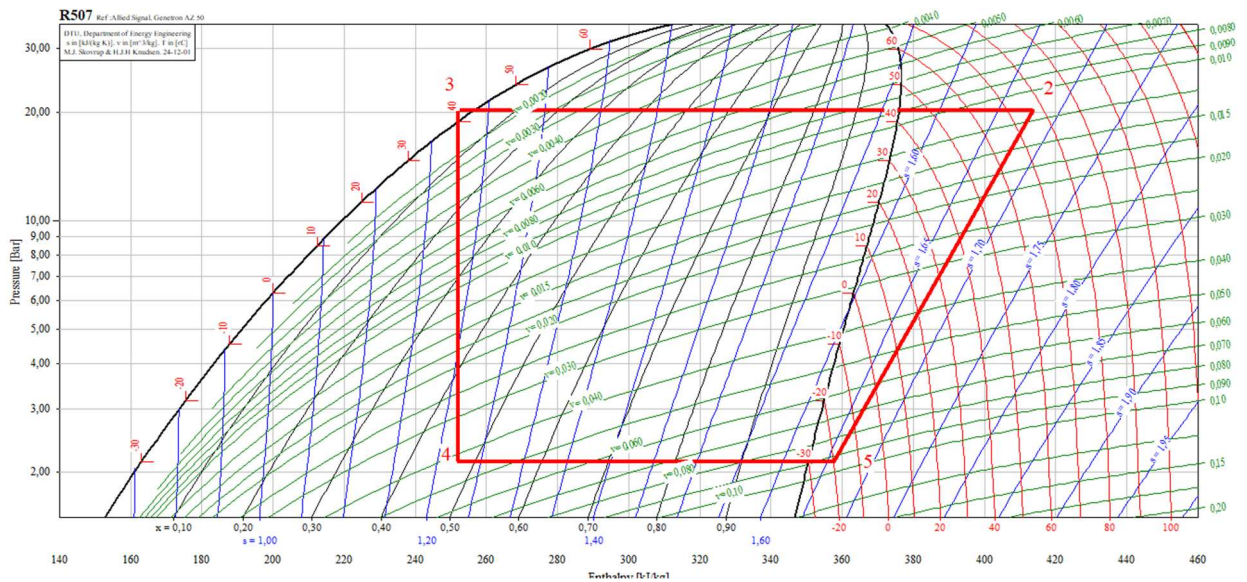


Рисунок 1.10 .Цикл схеми №3

Параметри в характерних точках циклу наведені в табл .

Таблиця 7. Параметри характерних точок циклу.

Point	T [°C]	P [bar]	v [m <sup>3</sup> /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg*K)]
1	-20	2,144	0,093106	357,526	1,6573
2	77	20,202	0,011603	413,516	1,678
3	77	20,202	0,011603	413,516	1,678
4	40	20,202	N/A	252,041	N/A
5	N/A	2,144	N/A	252,041	N/A
6	-20	2,144	0,093103	357,526	1,6573
15	N/A	20,202	N/A	252,041	N/A

Підбір компресорів проведемо в програмі Bitzer Software [8].

Обираємо 2 поршневі компресори та один резервний за для випадку коли вийде з ладу один, то буде замінений на інший. Див. рис. 1.11.

**Reciprocating Compressors, Semi-He...**

Mode: Refrigeration and ...

Refrigerant: R507A

Reference temperature: Dew point temp.

Compressor type: Single Compressor

Series: Standard

Motor version: all

**Compressor selection**

Cooling capacity: 50 kW

Compressor model

Capacity control: without

Number compressors: 2

1.1: 6GE-34Y  incl. CR

1.2: 6GE-34Y  incl. CR

**Operating point**

Number of operating points: 1

to [°C]: -30    tc [°C]: 43

**Operating conditions**

Subcooling method: Natural

Liq. subc. (in cond...): 3 K

Suct. gas superheat: 10 K

Useful superheat: 10 K

Result   Limits   Technical Data   Dimensions   Accessories   Information

**Overview   Detail**

A				
Evaporating SST	-30,00 °C			
Condensing SDT	43,0 °C			
Qe	Pe	EER	Ratio	
kW	kW	W/W	%	
<b>Total</b>	<b>51,8</b>	<b>37,5</b>	<b>1,38</b>	<b>--</b>
6GE-34Y-40P	25,9	18,77	1,38	50,0
6GE-34Y-40P	25,9	18,77	1,38	50,0

Рисунок 1.11. Підбір поршневого компресора.

Приймаємо компресори 6GE-34Y-40P. див. дод. 22.

$$Q_{0,3} = 57.8 \cdot \text{кВт}$$

В програмі CoolPack [11] підбираємо концентрацію пропіленгліколю, в якості проміжного холодоносія. Концентрація складає 55% для температури кипіння -30°C. Див. рис. 1.12.

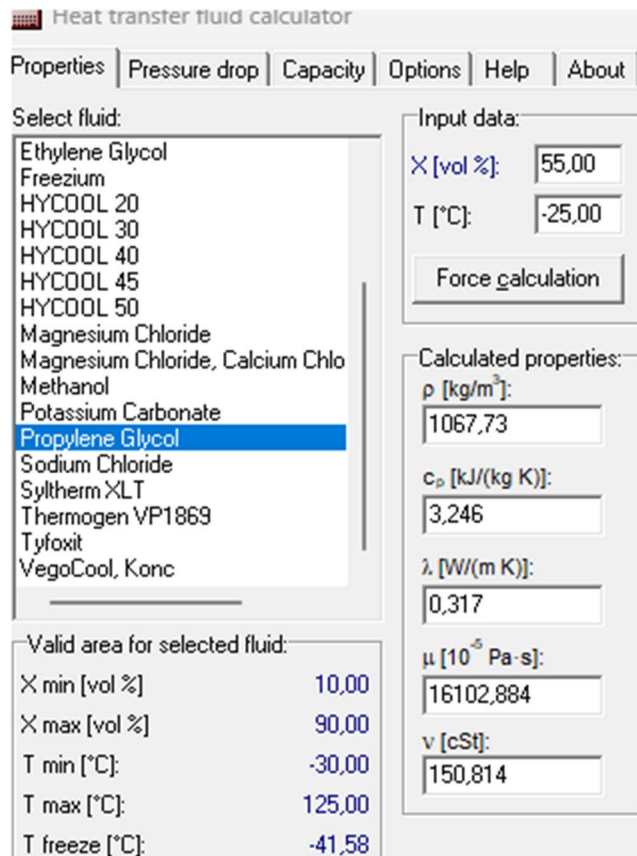


Рисунок 1.12. Теплофізичні властивості пропіленгліколю.

Підбір пластинчастого випарника проводимо в програмі підбору WTK Avogadro [14]

- Підбираємо P30-214 Ev-F див. дод. 23;

Підбір теплообмінного обладнання проводимо в програмі підбору GPC.AM 2021 Guntner [10]

- Обираємо два теплообмінники GGHN 080.2E/18-ANS50/6P.M; див. дод. 24
- Обираємо два теплообмінники GGHN 050.2H/110-ANS50/16P.M; див. дод. 25
- Обираємо один теплообмінники GGHN 080.2E/17-ANS50/12P.M; див. дод. 26
- Обираємо один теплообмінники GGHN 050.2H/18-ANS50/16P.M; див. дод. 27

Підбір повітряного конденсатору проводимо в програмі GPC.AM 2021 Guntner [10]

Потужність конденсатора приймаємо з програми підбору компресорів  
 $Q_k=89,3$  кВт.

- Обираємо один конденсатор GVH 050.2B/3-NS.M; див. дод. 28

Діаметри трубопроводів

Підбір діаметрів трубопроводі проводимо в Danfoss Coolselector 2 [9]  
див. дод. 29

- Всмоктувальний патрубок - 76 мм; [9]
- Нагнітальний патрубок - 54 мм; [9]
- Рідинна лінія - 28 мм; [9]

Підбір додаткового обладнання

- Ресивер - обираємо F1602N [8]. див. дод. 30
- Масловіддільник з ресивером обираємо GVN OS.D.33b.400.E4.E4.C8.H5.F4.I1.2xOH1.OT1.L2; [5] див. дод. 31

Мастильна лінія

- Обираємо регулятор рівня олії Alco TraxOil OM3-CBB, з фланцевим адаптером на  $\frac{3}{4}$ ; ( див. додаток 19) [9]
- Обираємо фільтр BLR/ODF-083; [9] див. дод. 32

Сторона нагнітання.

Підбір зворотніх клапанів

- Обираємо три зворотніх клапани CHV SS 32 angle; [9] див. дод. 32

Підбір вентилів на нагнітання

- Обираємо запірні вентиля GBC 35s v2 та GBC 54s; [9] див. дод. 32

Всмоктувальна лінія.

- Обираємо запірні вентиля GBC 79s E, GBC 35s E та GBC 28s; [9]  
див. дод. 32

*Сторона рідинної лінії.*

- Підбір фільтра-осушника -DCR 0489-DC; [9] див. дод. 32

Підбір запірних вентилів

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

- Обираємо запірні вентиля GBC 28s v2 та GBC 22s E; [9] див. дод. 32;

- Оглядове скельце SGS 1 1/8; [9] див. дод. 32

Підбір соленоїдних вентилів

- Електромагнітний клапан: АКВ 20-3; [9] див. дод. 32

Підбір ТРВ.

- Обираємо ТЕ 12 – 6; [9] див. дод. 32

Визначимо втрати тиску для системи проміжного холодоносія  
Теплофізичні властивості пропіленгліколю:

$$\rho_{\text{ПГЛ}} = 1067.73 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$C_{\text{ПГЛ}} = 3.246 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\mu_{\text{ПГЛ}} = 0.16103 \cdot \text{Па} \cdot \text{с}$$

Визначимо об'ємну витрату пропіленгліколю через випарник.

$$M_{\text{ПГЛ}} \cdot C_{\text{ПГЛ}} \cdot (t_{\text{ПХ1}} - t_{\text{ПХ2}}) = M_{0\_3} \cdot (h_1 - h_4) = Q_{0\_3} \quad (1.57)$$

$$M_{\text{ПГЛ}} = \frac{Q_{0\_3}}{C_{\text{ПГЛ}} \cdot (t_{\text{ПХ1}} - t_{\text{ПХ2}})} = 3.561 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (1.58)$$

$$Q_{\text{ПГЛ}} = \frac{M_{\text{ПГЛ}}}{\rho_{\text{ПГЛ}}} = 12.007 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (1.59)$$

$$Q_{\text{ПГЛ}} = 200.124 \cdot \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

Зона колекторів приймемо швидкість в колекторі 0,3 м/с

$$V_{\text{К}} = 0.3 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$d_{\text{К}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{ПГЛ}}}{\pi \cdot V_{\text{К}}}} = 118.978 \cdot \text{мм} \quad (1.60)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

Приймаємо діаметр колекторів  $d_k = 110 \cdot \text{мм}$ . Перерозраховуємо швидкість в колекторі

$$V_k = \frac{4 \cdot Q_{\text{ПГЛ}}}{\pi \cdot d_k^2} = 0.351 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.61)$$

$$Re_k = \frac{V_k \cdot d_k \cdot \rho_{\text{ПГЛ}}}{\mu_{\text{ПГЛ}}} = 255.988 \quad (1.62)$$

Коефіцієнт тертя

$$\lambda_k = \frac{64}{Re_k} = 0.25 \quad (1.63)$$

Загальна довжина колекторів (вхідного та вихідного) прийmemo  $L_k = 2 \text{ м}$

Втрати тиску на цій ділянці складатимуть (включно з місцевими опорами):

$$\Delta P_k = \frac{V_k^2 \cdot \lambda_k \cdot \rho_{\text{ПГЛ}}}{2d_k} \cdot 2 \cdot \text{м} + 2 \cdot (0.5 + 1) \cdot \frac{V_k^2 \cdot \rho_{\text{ПГЛ}}}{2} = 496.22 \cdot \text{Па} \quad (1.64)$$

Втрати тиску в трубопроводах подачі та повернення пропіленгліколю в камерах

Витрату пропіленгліколю прийmemo пропорційно холодопродуктивність камер

$$Q_{\text{ПГЛ}_1} = Q_{\text{ПГЛ}} \cdot \frac{18}{50} = 4.323 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (1.65)$$

$$Q_{\text{ПГЛ}_2} = Q_{\text{ПГЛ}} \cdot \frac{13.5}{50} = 3.242 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (1.66)$$

$$Q_{\text{ПГЛ}_3} = Q_{\text{ПГЛ}} \cdot \frac{11.5}{50} = 2.762 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (1.67)$$

$$Q_{\text{ПГЛ}_4} = Q_{\text{ПГЛ}} \cdot \frac{7.5}{50} = 1.801 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (1.68)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$Q_{\text{пгг}_3_4} = Q_{\text{пгг}_3} + Q_{\text{пгг}_4} = 4.563 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (1.69)$$

Для камер №1 та №2 приймаємо довжини трубопроводів  $L_{1_2}=40\text{м}$   
 Камери: №3 та №4 приймаємо  $L_{3_4}=80\text{м}$ .

Зона трубопроводів приймемо швидкість - 1 м/с

$$V_1 = 1 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{пгг}_1}}{\pi \cdot V_1}} = 39.1 \cdot \text{мм} \quad (1.70)$$

Приймаємо діаметр колекторів  $d_1=50\text{м}$ . Перерозраховуємо швидкість в колекторі

$$V_1 = \frac{4 \cdot Q_{\text{пгг}_1}}{\pi \cdot d_1^2} = 0.272 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.71)$$

$$Re_1 = \frac{V_1 \cdot d_1 \cdot \rho_{\text{пгг}}}{\mu_{\text{пгг}}} = 135.162 \quad (1.72)$$

Коефіцієнт тертя

$$\lambda_1 = \frac{64}{Re_1} = 0.474 \quad (1.73)$$

$$\Delta P_1 = \frac{V_1^2 \cdot \lambda_1 \cdot \rho_{\text{пгг}}}{2d_1} \cdot 40 \cdot \text{м} + 2 \cdot 3.6 \cdot \frac{V_1^2 \cdot \rho_{\text{пгг}}}{2} = 1.024 \times 10^4 \cdot \text{Па} \quad (1.74)$$

Зона трубопроводів приймемо швидкість - 1 м/с

$$V_2 = 1 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{пгг}_2}}{\pi \cdot V_2}} = 33.862 \cdot \text{мм} \quad (1.75)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

Приймаємо діаметр колекторів  $d_2=50\text{м}$ . Перерозраховуємо швидкість в колекторі

$$V_2 = \frac{4 \cdot Q_{\text{пгп}_2}}{\pi \cdot d_2^2} = 0.459 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.76)$$

$$Re_2 = \frac{V_2 \cdot d_2 \cdot \rho_{\text{пгп}}}{\mu_{\text{пгп}}} = 152.057 \quad (1.77)$$

Коефіцієнт тертя

$$\lambda_2 = \frac{64}{Re_2} = 0.421 \quad (1.78)$$

$$\Delta P_2 = \frac{V_2^2 \cdot \lambda_2 \cdot \rho_{\text{пгп}}}{2d_2} \cdot 40 \cdot \text{м} + 2 \cdot 3.6 \cdot \frac{V_2^2 \cdot \rho_{\text{пгп}}}{2} = 3.862 \times 10^4 \cdot \text{Па} \quad (1.79)$$

Для камер №1 та №2 приймаємо довжини трубопроводів  $L_{1_2}=40\text{м}$ .  
Камери: №3 та №4 приймаємо  $L_{3_4}=80\text{м}$ .

Зона трубопроводів приймемо швидкість - 1 м/с

$$V_{3_4} = 1 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$d_{3_4} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{пгп}_{3_4}}}{\pi \cdot V_{3_4}}} = 40.172 \cdot \text{мм} \quad (1.80)$$

Приймаємо діаметр колекторів  $d_{3_4}=50\text{м}$ .. Перерозраховуємо швидкість в колекторі

$$V_{3_4} = \frac{4 \cdot Q_{\text{пгп}_{3_4}}}{\pi \cdot d_{3_4}^2} = 0.646 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.81)$$

$$Re_{3_4} = \frac{V_{3_4} \cdot d_{3_4} \cdot \rho_{\text{пгп}}}{\mu_{\text{пгп}}} = 214.006 \quad (1.82)$$

Коефіцієнт тертя

						00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			40

$$\lambda_{3\_4} = \frac{64}{Re_{3\_4}} = 0.299 \quad (1.83)$$

$$\Delta P_{3\_4} = \frac{V_{3\_4}^2 \cdot \lambda_{3\_4} \cdot \rho_{\text{ПГЛ}}}{2d_{3\_4}} \cdot 80 \cdot \text{м} \cdot 2 + 2 \cdot 2 \cdot 3.6 \cdot \frac{V_{3\_4}^2 \cdot \rho_{\text{ПГЛ}}}{2} = 2.161 \cdot \text{бар} \quad (1.84)$$

Загальні втрати тиску:

$$\Delta P = \Delta P_{3\_4} + \Delta P_1 + \Delta P_2 = 2.65 \cdot \text{бар} \quad (1.85)$$

Визначимо об'єм пропіленгліколю

$$V_{\text{кол}} = \frac{d_{\text{к}}^2 \cdot \pi}{4} \cdot 2 \cdot \text{м} = 0.019 \cdot \text{м}^3 \quad (1.86)$$

$$V_{\text{пр1}} = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \cdot 40 \cdot \text{м} = 0.177 \cdot \text{м}^3 \quad (1.87)$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{d_2^2 \cdot \pi}{4} \cdot 40 \cdot \text{м} = 0.079 \cdot \text{м}^3 \quad (1.88)$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{d_{3\_4}^2 \cdot \pi}{4} \cdot 80 \cdot \text{м} = 0.157 \cdot \text{м}^3 \quad (1.89)$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{d_{3\_4}^2 \cdot \pi}{4} \cdot 80 \cdot \text{м} = 0.157 \cdot \text{м}^3 \quad (1.90)$$

Об'єм пропіленгліколю в трубах

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{пр4}} + V_{\text{пр3}} + V_{\text{пр2}} + V_{\text{пр1}} + V_{\text{кол}} = 0.588 \cdot \text{м}^3 \quad (1.91)$$

Загальна місткість пропіленгліколю в приладах охолодження:

$$V_{\text{по}} = 0.24 \cdot \text{м}^3$$

Загальний об'єм холодоносія:

$$V_{\text{ПГЛ}} = V_{\text{по}} + V_{\text{пр}} = 0.828 \cdot \text{м}^3 \quad (1.92)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

Визначимо об'єм баку розширювача:

$$m_{\text{ПГЛ}} = V_{\text{ПГЛ}} \cdot \rho_{\text{ПГЛ}} = 884.529 \cdot \text{кг} \quad (1.93)$$

Густина розчину при температурі +20°C, під час заливання.

$$\rho_{\text{ПГЛ}_20} = 1044.84 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$V_{\text{бак\_розш}} = \left( \frac{m_{\text{ПГЛ}}}{\rho_{\text{ПГЛ}_20}} - \frac{m_{\text{ПГЛ}}}{\rho_{\text{ПГЛ}}} \right) \cdot 1.3 = 23.593 \cdot \text{л} \quad (1.94)$$

- Обираємо бак Cimm ERE CE 50 sp With Feet, ємністю 50 л. див. дод. 33

- Підбираємо циркуляційний насос через програму підбору Wilo select 5. [13]

Обираємо насос Helix2.0-VE 2202-4.0-1/16/E/KS/3; див.дод.34

- Обираємо фільтр VITECH Ду 50; див.дод.35
- Обираємо засувку Засувка Батерфляй DN 50 та DN 75; див.дод.36
- Обираємо антивібраційну вставку ZKB Ду 50; див.дод.37
- Обираємо електромагнітний клапан E207EB50///30E та E207MB75///30E, для перекидання ліній подачі при частковому навантаженні на лінії. див.дод.38

## 1.8. Механізація робіт.

Для транспортування, завантаження та розгрузки товару обираємо електровантажники СП-107. Для укладання товару прийємо електроштабелер з висотою підйому до 4,2 м.

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

## 2. Охорона праці.

Правила безпечної експлуатації фреонових холодильних установ [4]

Організаційні заходи

1. Адміністрація

1.1. Будівлі повинна забезпечити обслуговування холодильних установ кваліфікованим персоналом або укласти договір із сервісною організацією. [4]

1.2. Обслуговування допускається лише для осіб віком від 18 років, які пройшли медогляд та мають документальне підтвердження компетенції. [4]

1.3. На підприємстві має бути призначений відповідний для експлуатації обладнання. [4]

1.4. Біля установки обов'язково повинна бути технічна схема. Усі зміни конструкції слід оперативно відобразити в документації. [4]

1.5. Особи, не зайняті до обслуговування, допускаються до роботи лише після інструкції та під наглядом відповідної особи. [4]

1.6. Працівники повинні знати про: - ризики пошкодження обладнання; - заборону використання трубопроводів як опор; - заборону паління в технічних приміщеннях. [4]

2. Класифікація приміщень

2.1. Пожежна безпека: приміщення належить до класу "В". [4]

2.2. Електробезпека: приміщення класифікується як "з підвищеною небезпекою". [4]

2.3. Для аварійного відключення електроживлення встановлюється кнопка червоного кольору біля виходу. [4]

3. Арматура і прилади контролю [4]

					00.MP.000142.009.003.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Скляр О.Є.			Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Пилипенко О.Ю.					43	229
Реценз.						НУХТ ХМ-2-9м		
Н. Контр.		Пилипенко О.Ю.						
Затверд.		Петренко В.П.						

3.1. На всмоктуючих і нагнітальних трубопроводах, конденсаторі й випарнику обов'язково встановлюються запірні вентилі. [4]

3.2. Ємності повинні мати індикатори рівня рідини та запірну арматуру. [4]

3.3. Манометри й вакуумметри встановлюються на компресорах для контролю параметрів роботи. [4]

3.4. Ємності з холодоагентом повинні бути оснащені пружинними клапанами або плавкими пробками. [4]

4. Система автоматичного захисту [4]

4.1. Установки мають бути обладнані пристроями для автоматичного захисту: [4]

4.1.1. Реле високого тиску на конденсаторах. [4]

4.1.2. Реле потоку мастила на компресорах із циркуляційною системою. [4]

4.1.3. Термозахист для компресорів з електродвигунами. [4]

4.1.4. Реле водопостачання для трубопроводів охолоджувальної води.

5. Вимоги до проектування

5.1. Проектування виконуватися відповідно до чинних нормативів.

5.2. Приміщення для обладнання повинно мати висоту щонайменше 2,2 м і забезпечити вільний доступ. [4]

5.3. Забороняється: - розташовувати установки біля обладнання з відкритим напів'ям або високою температурою. - Встановлювати їх на сходах, у коридорах або під ними. [4]

5.4. Двері машинного відділення повинні відкриватися назовні. [4]

6. Монтаж

6.1. Усі роботи забезпечуються відповідно до нормативних документів. Вільний доступ до з'єднаних обов'язкових. [4]

6.2. Перед заповненням холодоагентом систему слід осушити та вакуумувати. [4]

7. Заправка холодоагентом

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

7.1. Переконайтесь у правильності вибору холодоагенту перед заправкою. [4]

7.2. Для заправки використовуйте рідинну лінію з осушувальним патроном. [4]

7.3. Нагрівати балони заборонено. [4]

8. Експлуатація

8.1. Усі роботи виконуються згідно з правилами технічної експлуатації. [4]

8.2. Плановий огляд виконується відповідно до затвердженого графіка. [4]

8.3. Паління та використання відкритого полум'я в заборонено. [4]

8.4. Пуск після тривалої зупинки (понад 24 роки) виробляється після перевірки справності установки. [4]

9. Долікарська допомога.

9.1. У разі враження холодоагентом:

9.1.1. Вивести потерпілого на свіжому повітрі, звільнити від тісного одягу. [4]

9.1.2. Надати кисень на 30–45 хвилин, зігріти. [4]

9.1.3. Викликати швидку допомогу. [4]

9.2. При ураженні шкіри, слизових оболонок чи очей [4]

9.2.1. промити уражені ділянки водою або розчином соди. [4]

Дотримання цих правил гарантує безпечну та ефективну роботу холодильних установ.

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

### 3. Економічна частина.

#### 3.1. Вихідні дані.

Таблиця 8. Вхідні дані. Енергоспоживання

Параметри	Од. виміру	Схема №1	Схема №2	Схема №3
Холодопродуктивність Qроб	кВт	61,3	57,8	51,8
Температура кипіння, t0	-28	-28	-28	-30
Споживачі електроенергії	Кількість, шт	Нел, кВт	Нел, кВт	Нел, кВт
Компресор Bitzer 6FE	2	22,6	24,4	18,8
Насос / вент. вузли (конденсатора)	1	2	1	1
Насос (випарник)	1	-	-	2
Теплообмінне обладнання камери №1	2	4	4	1
Теплообмінне обладнання камери №2	2	2	2	1
Теплообмінне обладнання камери №3	1	6	6	1
Теплообмінне обладнання камери №4	1	6	6	1
Освітлення машинного відділення	11	0,013	0,013	0,013
Освітлення холодильного складу	50	0,013	0,013	0,013
Насос Atmos GIGA-B 80/240-7,5/4	1	7,5	7,5	7,5
Загальне потужність	кВт	79,5	82,1	54,9

					00.MP.000142.009.003.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата			
Розроб.	Скляр О.С.				Літ.	Лист	Листів
Перевір.	Пилипенко О.Ю.					46	229
Реценз.					НУХТ ХМ-2-9м		
Н. Контр.	Пилипенко О.Ю.						
Затверд.	Петренко В.П.						
					Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки		

Таблиця 9. Вхідні дані. Заробітна плата.

Зарплата персонала	Кількість, чол	Тарифна ставка грн/год (оклад)		
Начальник цеху	1	15000	15000	15000
Слюсар-ремонтник	1	12000	12000	12000
Електрик	1	15000	15000	15000
Машиніст 3 розряду	1	15000	15000	15000
Машиніст 4 розряду	1	18000	18000	18000

Таблиця 10. Вхідні дані. Вартість обладнання.

Вартість обладнання	Кількість, шт	Вартість/ сумарна вартість, тис. грн		
Компресор	3	345/1035	345/1035	325/975
Конденсатор	2	300/600	400/800	280/560
Теплообмінне обладнання камери №1	2	53/106	53/106	300/600
Теплообмінне обладнання камери №2	2	50/100	50/100	200/400
Теплообмінне обладнання камери №3	1	40/40	40/40	300/300
Теплообмінне обладнання камери №4	1	40/40	40/40	200/200
Насоси водяні	2	-	14/ 28	-
Насоси для пропіленгліколю	2	-	-	66/ 132
Ресивер фреоновий	1	45	45	45
Мастильний ресивер	1	100	100	100
Трубопроводи	комплект	100	100	100
Арматура	комплект	30%	30%	30%
Разом:		2815,8	3112,2	4435,6

Продовження таблиці 10.

Ресурси	Тип	Кількість, кг; грн/кг		
Мастило	синтетикка	20	20	20
		1000	1000	1000
Холодильний агент	R507A	80	80	50
		300	300	300
Площі	F, м <sup>2</sup>	Вартість, грн		
Машинне відділення	95	4050	4050	4050
		384750	384750	384750
Будівля холодильника	540	5130	5130	5130
		2770200	2770200	2770200

### 3.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Кількість виробленого холоду проводиться для визначення витрат на зберігання та охолодження продукції. Даний параметр є складовою собівартості продукту.

Розрахунок для схеми №1.

$$Q_n = Q_0 \cdot K_t \quad (3.1)$$

де  $Q_n$  – приведене виробництво холоду

$Q_0$  – дійсна холодопродуктивність установки

$K_t$  – приведений коефіцієнт

$$Q_n = 61,3 \cdot 1,282 = 78,6 \quad (3.2)$$

Загальна кількість виробленого холоду за рік розраховується за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = \Sigma Q_n \cdot 5400, \quad (3.3)$$

де 5400 – кількість годин роботи компресора за рік при max завантаженні.

$$Q_{\text{заг}} = \Sigma Q_n \cdot 5400 \quad (3.4)$$

$$Q_{\text{заг}} = 78,6 \cdot 5400 = 424367 \text{ кВт.} \quad (3.5)$$

### 3.3 Розрахунок прямих витрат

Прямі витрати – це такі витрати які прямо відносяться до вироблення холоду. До прямих витрат належать такі статті: сировина, допоміжні матеріали, основна З/П, додаткова З/П, електроенергія, відрахування на ЄСВ.

Стаття 1 Сировина

До сировини відносяться витрати на холодоагент. Розрахунок ціни проводимо за наступними формулами:

$$V_{\text{сир}} = Ц \cdot Н \cdot Т \cdot 1,15, \quad (3.6)$$

де Ц – вартість 1кг холодоагенту (грн)

Н – річну норму витрат (в кг)

Т – кількість компресорів (шт)

1,15 – коефіцієнт враховуючий витрати х/а при середніх та капітальних ремонтах

$$V_{\text{сир}} = Ц \cdot Н \cdot Т \cdot 1,15 = 300 \cdot 10 \cdot 1,15 = 3450 \text{ грн.} \quad (3.7)$$

## Стаття 2 Допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів належить вода, мастило, сіль. Розраховуємо витрати на «мастило». Розрахунок хладонового мастила розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{м}} = Ц_{\text{м}} \cdot Н_{\text{м}} \cdot 1,5 \quad (3.8)$$

де  $Ц_{\text{м}}$  - вартість 1кг мастила (грн)

$Н_{\text{м}}$  – річна норма витрат (в кг)

1,5 – коефіцієнт враховуючий витрати мастила

$$V_1 = 1000 \cdot 2 \cdot 1,5 = 3000 \text{ грн}$$

## Стаття 3 Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію визначаються з загального споживання. В споживанні враховується максимальні робочі часи обладнання. Річна потреба електроенергії обчислюється за формулою:

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$W_{\text{техн}} = N \cdot n \cdot K_3 \cdot t \quad (3.9)$$

де  $N_n$  - потужність електрообладнання

$n$  – кількість електрообладнання

$K_3$  - коефіцієнт запиту для споживачів електроенергії

$t$  – час роботи споживача

Таблиця 11 - Розрахунок витрат на електроенергію

Споживання електроенергії	Кількість, шт.	Потужність Електрообладнання, кВт	Час роботи при макс завантаж. год	КЗ	Витрати електроенергії кВт/год
Компресори	3	22,6	5400	0,7	348685
Вентилятори конденсатора	2	2	3000	0,5	12000
Повітроохолодники	6	24	5000	1	120000
Освітлення холодильного складу.	50	0,013	2000	0,5	650
				Разом	481335

Тариф на електроенергію м. Бердичів становить 12 грн./кВт.год

$$Ц_{\text{ел}} = 12 \cdot 481335 = 5776020 \text{ грн} \quad (3.10)$$

#### Стаття 4 Основна заробітна плата виробничих робітників

Основна заробітна плата – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців.

Для розрахунку З/П робітників потрібно знати кількість годин, які відпрацювали робітники і їх ставку, розрахунок кількості годин проводимо за формулою:

$$F_k = (T \cdot B - T' \cdot B') (1 - a/100) \quad (3.11)$$

де  $T$  - кількість робочих днів за плановий рік (днях);

$B$  - тривалість робочого дня (8 год.);

						00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			50

$T'$  - кількість святкових днів за плановий рік (днях);

$B'$  - скорочення робочого дня на 1 годину;

$a$  - планові невиходи на роботу з поважних причин:  $a = 5 - 10\%$ .

$$F_k = (261 \cdot 8 - 11 \cdot 7) (1 - 7/100) = 2011 \cdot 0,93 = 1870 \text{ год/рік}$$

Тарифна зарплата машиністів компресорних машин обчислюється за формулою:

$$Z_{\text{тариф}} = C_{\text{пог}} \cdot F_k \cdot R \quad (3.12)$$

де  $C_{\text{пог}}$  - погодинна тарифна ставка робітника

$F_k$  - плановий фонд робочого часу

$R$  – чисельність обслуговуючого персоналу

1) Машиніст III розряд

$$Z_{\text{тариф}} = 43,50 \cdot 1870 \cdot 1 = 81345 \text{ грн} \quad (3.13)$$

2) Машиніст IV

$$Z_{\text{тариф}} = 46,50 \cdot 1870 \cdot 1 = 86955 \text{ грн} \quad (3.14)$$

Розраховуємо доплату за нічні зміни за формулою:

$$D_{\text{ніч}} = C_{\text{поч}} \cdot 40\% \cdot D_{\text{ніч. змін}} \cdot \Gamma \cdot R \quad (3.15)$$

де  $D_{\text{ніч. змін}}$  – кількість нічних змін;

$\Gamma$  – тривалість змін (год);

$R$  – кількість робітників (шт).

1) Машиніст III розряд

$$D_{\text{ніч}} = C_{\text{поч}} \cdot 40\% \cdot D_{\text{ніч. змін}} \cdot \Gamma \cdot R = 43,50 \cdot 0,4 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 1 = 2088 \text{ грн.} \quad (3.16)$$

2) Машиніст IV розряд

$$D_{\text{ніч}} = C_{\text{поч}} \cdot 40\% \cdot D_{\text{ніч. змін}} \cdot \Gamma \cdot R = 46,50 \cdot 0,4 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 2 = 2232 \text{ грн.} \quad (3.17)$$

Розраховуємо доплату за роботу в вечорі за формулою:

1) Машиніст III розряд

$$D_{\text{вв}} = C_{\text{поч}} \cdot 20\% \cdot D_{\text{ніч. змін}} \cdot \Gamma \cdot R = 43,50 \cdot 0,2 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 1 = 522 \text{ грн} \quad (3.18)$$

2) Машиніст IV розряд

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$D_{\text{ВВ}} = C_{\text{поч}} \cdot 20\% \cdot D_{\text{ніч. змін.}} \cdot \Gamma \cdot R = 46.50 \cdot 0,2 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 1 = 558 \text{ грн} \quad (3.19)$$

Розрахунок основну заробітну плату робітників (механіків) за формулою

$$Z_{\text{осн. мех.}} = Z_{\text{тариф}} + D_{\text{ніч}} + D_{\text{ВВ}} \quad (3.20)$$

$$Z_{\text{осн. мех.}} = Z_{\text{тариф}} + D_{\text{ніч}} + D_{\text{ВВ}} = 168300 + 4320 + 1080 = 173700 \text{ грн} \quad (3.21)$$

#### Стаття 5 Додаткова заробітна плата робітників

Додаткова заробітна плата - визначається за кінцевими результатами діяльності компанії та здійснюється у формі премій, винагород, заохочувальних та додаткових виплат понад розміри, встановлені чинним законодавством. Розрахунок додаткової З/П проводиться за формулою:

$$Z_{\text{додат.}} = Z_{\text{осн}} \cdot 35\% \quad (3.22)$$

де  $Z_{\text{осн}}$  – основна заробітна плата робітників.

35% - відсотки додаткової плати по виконаній кінцевій роботі.

$$Z_{\text{додат.}} = Z_{\text{осн}} \cdot 35\% = 173700 \cdot 0,35 = 60795 \text{ грн} \quad (3.22)$$

#### Стаття 6 Відрахування на соціальні заходи

Згідно Закону України «Про єдиний соціальний внесок», відрахування на соціальні заходи становлять 22% від суми основної та додаткової заробітної плати робітників.

$$\text{ЄСВ} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{додат.}} \cdot 0,22 = 436180 + 152663 \cdot 0,22 = 51589 \text{ грн} \quad (3.23)$$

### 3.4 Розрахунок не прямих витрат

#### Стаття 7 Загальні-виробничі витрат

Загально-виробничі витрати - це витрати на організацію виробництва та управління цехами, дільницями, відділеннями, бригадами та іншими підрозділами основного й допоміжного виробництв, а також витрати на утримання та експлуатацію машин і устаткування, інші витрати, пов'язані з процесом виробництва

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

До них відносяться:

Основна заробітна платна не виробничого персоналу.

До не виробничого персоналу відносяться:

1. Начальник цеху,
2. інженер механік,
3. електрик,
4. старший механік.

Місячна заробітна плата ( $Z_{\text{міс}}$ , грн.), визначається по системі посадових окладів.

1) Заробітна плата не виробничого персоналу за рік, визначається за формулою:

$$Z_{\text{н.в}} = Z_{\text{міс}} \cdot 12 \quad (3.24)$$

1) Начальнику цеху:

$$Z_{\text{н.в}} = Z_{\text{міс}} \cdot 12 = 15000 \cdot 12 = 180000 \text{ грн.} \quad (3.25)$$

2) Електрик:

$$Z_{\text{н.в}} = Z_{\text{міс}} \cdot 12 = 15000 \cdot 12 = 180000 \text{ грн.} \quad (3.26)$$

Додаткова заробітна плата для невиробничого персоналу

Розрахунок додаткової З/П проводиться за формулою:

$$Z_{\text{додат.н.в.}} = Z_{\text{осн.н.в.}} \cdot 40\% \quad (3.27)$$

$Z_{\text{осн.н.в.}}$  – основна заробітна плата робітників.

40% - відсотки додаткової плати по виконаній кінцевій роботі.

$$Z_{\text{додат.н.в.}} = Z_{\text{осн.н.в.}} \cdot 40\% = 360000 \cdot 0,40 = 144000 \text{ грн.} \quad (3.28)$$

Відрахування на єдиний соціальний внесок

Відрахування на Єдиний Соціальний Внесок проводиться за формулою:

$$\text{ЄСВ} = Z_{\text{осн.н.в.}} + Z_{\text{додат.н.в.}} \cdot 0,22 \quad (3.29)$$

$$\text{ЄСВ} = 240\,000 + 96\,000 \cdot 0,22 = 110880 \text{ грн} \quad (3.30)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

## Утримання будівлі

1) Вартість будівлі визначається за формулою:

$$V_{\text{буд}} = 5600 \cdot F \text{ грн} \quad (3.31)$$

$$V_{\text{буд}} = 5600 \cdot 635 = 3556000 \text{ грн} \quad (3.32)$$

2) Витрати освітлення машинного відділення визначається за формулою:

$$W_{\text{техн}} = N \cdot n \cdot K_z \cdot t, \text{ кВт/год} \quad (3.25)$$

де  $N_n$  - потужність електрообладнання;

$n$  – кількість електрообладнання;

$K_z$  - коефіцієнт запиту для споживачів електроенергії.

$t$  - час роботи споживача

$$W_{\text{техн}} = 0,013 \cdot 11 \cdot 0,5 \cdot 2000 = 143 \text{ кВт/год} \quad (3.26)$$

$$\text{Цел.осв.маш.} = 12 \cdot 143 = 1716 \text{ грн} \quad (3.27)$$

## Амортизація основних засобів.

Поділяється на:

- Амортизація холодильних машин та установок
- Амортизація приміщень холодильника

Примітка Компресорні - 2% від ЗВВ; холодильне обладнання та устаткування - 6% від ЗВВ.

Розрахунки для холодильних машин та установок будемо проводити за формулою:

$$V_{\text{п}} = F \cdot \text{Ц}_m, \quad (3.28)$$

де  $F$  – площа приміщення

$\text{Ц}_m^2$  – ціна одного квадратного метру в грн

$V_{\text{л}}$  - ліквідаційна вартість основних засобів.

$V_{\text{п}}$  - первісна вартість основних засобів.

Проводимо розрахунок амортизації компресорного цеху:

$$V_{\text{п}} = F \cdot \text{Ц}_m^2 = 95 \cdot 5600 = 532000 \text{ грн} \quad (3.29)$$

$$V_{\text{л}} = V_{\text{п}} \cdot 2\% = 532000 \cdot 0,02 = 10640 \text{ грн} \quad (3.30)$$

$$A_{\text{пр.}} = (V_{\text{п}} - V_{\text{л}}) / 20 = (532000 - 10640) / 20 = 26068 \text{ грн} \quad (3.31)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

Проводимо розрахунок амортизації холодильних машин та установок:

$$B_{\Pi} = 2815800 \text{ грн} \quad (3.32)$$

$$B_{\text{л}} = B_{\Pi} \cdot 6\% = 2815800 \cdot 0,06 = 168950 \text{ грн} \quad (3.33)$$

$$A_{\text{пр.}} = (B_{\Pi} - B_{\text{л}}) / 10 \dots 15 = (2815800 - 168950) / 10 = 264685 \text{ грн} \quad (3.34)$$

Проводимо розрахунок амортизації будівлі:

$$B_{\Pi} = F \cdot \text{Ц}_{\text{м}}^2 = 540 \cdot 5600 = 3024000 \text{ грн} \quad (3.35)$$

$$B_{\text{л}} = B_{\Pi} \cdot 2\% = 3024000 \cdot 0,02 = 60480 \text{ грн} \quad (3.36)$$

$$A_{\text{пр.}} = (B_{\Pi} - B_{\text{л}}) / 20 = (3024000 - 60480) / 20 = 148176 \text{ грн} \quad (3.37)$$

Витрати на утримання та експлуатацію холодильного обладнання.

Вони включають в себе: основна заробітна плата слюсарів-ремонтників

( $Z_{\text{осн.с}}$ )

Додаткова заробітна плата ( $Z_{\text{додат.с}}$ , грн.), ЄСВ

Розрахунок основної заробітної плати слюсарів-ремонтників за рік проводиться за формулою:

$$Z_{\text{осн.с}} = Z_{\text{міс}} \cdot n \cdot 12 \text{ грн.} \quad (3.38)$$

де  $n$  – кількість робітників.

$$Z_{\text{осн.с}} = 12000 \cdot 1 \cdot 12 = 144000 \text{ грн.} \quad (3.39)$$

Розрахунок додаткової заробітної плати слюсарів-ремонтників проводимо за формулою:

$$Z_{\text{додат.с}} = Z_{\text{осн.с}} \cdot 40\% \quad (3.40)$$

$$Z_{\text{додат.с}} = 144000 \cdot 0,40 = 57600 \text{ грн.} \quad (3.41)$$

Розрахунок витрат на Єдиний Соціальний Внесок для слюсарів ремонтників розраховуємо за формулою:

$$\text{ЄСВ} = Z_{\text{осн.н.в.}} + Z_{\text{додат.н.в.}} \cdot 0,22 \quad (3.42)$$

$$\text{ЄСВ} = 144000 + 57600 \cdot 0,22 = 44352 \text{ грн.} \quad (3.43)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

### 3.5 Витрати на охорону праці

(спец одяг та харчування робітників приймати 10% від основної ЗП всіх робітників)

Витрати на охорону праці визначаємо за формулою:

$$V_{o.p.} = Z_{ocn.c} + Z_{ocn.n.v.} \cdot 0,1 \text{ грн.} \quad (3.44)$$

$$V_{o.p.} = 144000 + 360000 \cdot 0,1 = 50400 \text{ грн.} \quad (3.45)$$

### 4.5 Складання кошторису загально виробничих витрат.

Кошторис загально виробничих витрат - це сума загально виробничих витрат

Таблиця 12 - Кошторис загально виробничих витрат

Пункти витрат	Сума, грн		
	Схема №1	Схема №2	Схема №3
1. Основна заробітна плата не вироб. персоналу	360000	360000	360000
2. Додаткова заробітна плата не вироб. персоналу	144000	144000	144000
3. Відрах. на ЄСВ (не виробничого персоналу)	110880	110880	110880
4. Утримання холод.устан.	177105	177105	177105
6. Амортизація основних засобів	438929	466791	591190
7. Утримання будівлі	208,78	208,78	208,78
8. Охорона праці	50400	50400	50400
Разом	1281522	1309384	1433783

### 3.6 Складання планової калькуляції одиниці виробленого холоду

Таблиця 13 - Калькуляція одиниці виробленого холоду

№	Статті витрат	Сума, грн		
		Схема №1	Схема №2	Схема №3
1	Сировина	20700	20700	20700
2	Допоміжні матеріали	23850	23850	23850
3	Витрати на електроенергію	5776020	5776020	78,18%
4	Основна З/П виробничих робітників	173700	173700	173700
5	Додаткова З/П виробничих робітників	60795	60795	60795
6	ЄСВ (Єдиний соціальний внесок)	51589	51589	51589
7	Загально-виробничі витрати	1281522	1309384	1433783
8	Виробнича собівартість	7388176	7935030	9507228

Розраховую собівартість одиниці виробленого холоду за формулою:

$$C_{\text{од}} = \frac{\text{виробнича собівартість}}{\text{кількість виробленого холоду}}, \text{ грн} \quad (3.46)$$

де Виробнича собівартість = 3017011,78 грн

$$Q_{\text{заг}} (\text{Кількість виробленого холоду}) = 424367 \text{ кВт}$$

Розрахунок:

$$C_{\text{од}} = \frac{37388176}{424367} = 17,41 \text{ грн.} \quad (3.47)$$

Розраховую економію від виробництва тепла за формулою ( для схеми №2):

$$C_{\text{о тепла}} = Q_{\text{заг тепла}} \cdot C_{\text{варт ТЕ}}, \text{ грн} \quad (3.48)$$

$$Q_{\text{заг тепла}} (\text{Кількість виробленого тепла})$$

$$C_{\text{варт ТЕ}} (\text{вартість виробленого тепла}) = 4184,5 \text{ грн/Гкал [3]}$$

### 3.7 Визначення основних показників економічної ефективності

Визначте основні показники економічної ефективності та зробіть висновок, чи є виробничі витрати на одиницю виробленого холоду співмірними з поточним бізнес-середовищем..

Загальний плановий прибуток,  $\Delta\Pi$ , грн, визначається за формулою:

$$\Delta\Pi = (C_{\text{ох}} - C_{\text{вир}}) \cdot Q_{\text{заг}} + C_{\text{тепла}}, \quad (3.49)$$

де  $C_{\text{ох}}$  - ціна одиниці виробленого холоду, грн/кВт · год.

Ціна одиниці виробленого холоду визначається за допомогою регулятивної методики планування прибутку на основі використання єдиної норми прибутку (220%) для всіх продуктів. Тобто одиниці виробленого холоду складає:

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{вир}} \cdot 2,2 = 17,41 \cdot 2,2 = 38,3 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год} \quad (3.50)$$

$$\Delta\Pi = (38,3 - 17,41) \cdot 424367 = 8865875 \text{ грн.} \quad (3.51)$$

Чистий грошовий потік, ЧГП, грн - це надходження коштів за певний період. Визначається за формулою:

$$\text{ЧГП} = (\Delta\Pi \cdot 0,82) + A, \quad (3.52)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

$\Delta\Pi \cdot 0,82$  - чистий плановий прибуток ( загальний плановий прибуток  
мінус податок на прибуток - 18%);

A - амортизація основних засобів

$$\text{ЧГП} = (8865875 \cdot 0,82) + 438929 = 7708947 \text{ грн.} \quad (3.53)$$

Чистий приведенний дохід, ЧПД, грн - це різниця між сумарною дисконтованою віддачею від використання холодильника СДВ, грн і капіталовкладеннями на його створення, К, грн.

Визначається за формулою:

$$\text{ЧПД} = \text{СДВ} - \text{К}, \quad (3.54)$$

$$\text{СДВ} = \sum 5 \cdot 1 \cdot \text{ЧПГ} / (1-p)^t, \quad (3.55)$$

де t - період життєвого циклу проекту, років (приймаємо 5-10 років)

p - ставка дисконту, яка характеризує можливий рівень втрат чистих грошових потоків за період життєвого циклу, %, (приймати 25).

Підприємство вважається прибутковим, якщо  $\text{ЧПД} \geq 0$ .

К – це капіталовкладення ( сума всіх витрат = на будівлю, обладнання та машинне відділення)

$$\text{ЧГП} = 7708947 \text{ грн, } t = 5 \text{ років, } \text{К} = 5970750 \text{ грн}$$

$$\text{ЧПД} = \frac{7708947}{(1+0,25)^1} + \frac{7708947}{(1+0,25)^2} + \frac{7708947}{(1+0,25)^3} + \frac{7708947}{(1+0,25)^4} + \frac{7708947}{(1+0,25)^5} - 5\,970\,750 =$$

$$6167158 + 4933726 + 3946981 + 3157585 + 2526068 - 5970750 = 14760767 \text{ грн}$$

$$14\,760\,767 \text{ грн} \geq 0, \text{ отже підприємство прибуткове}$$

Індекс прибутковості, ІД - показує у скільки разів сумарна дисконтована віддача від використання холодильника більша за початкові капіталовкладення. Розраховується за формулою:

$$\text{ІД} = \text{СДВ} / \text{К}, \quad (3.56)$$

$$\text{ІД} = 20761520 / 5970750 = 1,53 \quad (3.57)$$

					00.MP.000142.009.003.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

Індекс рентабельності ІР - визначається, як відношення чистого планового прибутку та капіталовкладань створення холодильника:

$$IP = (\Delta\Pi \cdot 0,82) / K, \quad (3.58)$$

$$IP = 3618924,8 \cdot 0,82 / 5697950 = 3,64 \quad (3.59)$$

Індекс рентабельності складає 3,64, при нормативному значенні більше 0.

Рентабельність холодильника 364 %

Дисконтований термін окупності визначається за формулою:

$$T_{ок.д} = K / СДВ \cdot t, \quad (3.60)$$

$$T_{ок.д} = 5970750 / 20761520 \cdot 5 = 1,37 \text{ роки.} \quad (3.61)$$

*Таблиця 14 – Результати економічного розрахунку.*

№	Параметри	Од. вим.	Схема №1	Схема №2	Схема №3
1	Плановий прибуток	тис. грн	8865,87	11542,7	11408,67
2	Собівартість холоду	грн/(кВт·год)	17,41	19,83	26,51
3	Капіталовкладення	тис. грн	5970,75	6267,15	7590,55
4	Чистий грошовий потік	тис. грн	7708,95	9123,81	9147,7
5	Чистий приведений дохід	тис. грн	14760,77	21018,6	19766,7
6	Індекс прибутковості	-	1,53	3,354	2,6
7	Індекс рентабельності	%	364	184	150
8	Термін окупності	років	1,37	1,148	1,387

## 4. Висновки

Аналіз економічних розрахунків показав, що схема №3 має найбільший термін окупності через вищі капіталовкладення. Однак не лише цей показник впливає на вибір схеми...

Кожен підприємець на своїй меті має – максимально швидко «відбити» свої гроші та отримати максимальний прибуток, тому з цих схем найбільш перспективна є перша, вона має помірні капіталовкладення, високий індекс рентабельності та відносно низький термін окупності, за умови поточних цін на енергоносії.

В випадку сучасного ринку - вартість електроенергії та теплової енергії буде рости, тому бажано прийняти схему з продукуванням теплової енергії (схема №2), тим самим частково або повністю забезпечив себе опаленням чи ГВП. Гарним доповненням до цієї системи є встановлення сонячних колекторів чи сонячних панелей, що призведе до повного самозабезпечення.

					00.MP.000142.009.003.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Скляр О.Є.</i>			Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Пилипенко О.Ю.</i>					60	229
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ХМ-2-9м</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Пилипенко О.Ю.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

## Список використаних джерел

1. Будівельна кліматологія ДСТУ - Н Б В.1.1-27 :2010 : Нац. Стандарт України від 01.11.2011.  
URL: <https://finance.smr.gov.ua/files/Енергозбереження/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelna-klimatologiya.pdf> (дата звернення: 01.11.2024).
2. ІПС ЛІГА:ЗАКОН - система пошуку, аналізу та моніторингу нормативно-правової бази.  
URL: [https://ips.ligazakon.net/document/view/reg7319?ed=2011\\_06\\_08](https://ips.ligazakon.net/document/view/reg7319?ed=2011_06_08) (дата звернення: 01.11.2024).
3. Новини черкас та черкаської області. *Про Все | Новини Черкас та Черкаської області.* URL: <https://provce.ck.ua/u-kanevi-vyrishyly-ne-pidnimaty-taryfy-na-teplo/> (дата звернення: 01.11.2024).
4. НПАОП 0.00-1.51-88. Правила устройства и безопасной эксплуатации фреоновых холодильных установок. *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України.*  
URL: [https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id\\_doc=3970](https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=3970) (дата звернення: 01.11.2024).
5. Промислове холодильне обладнання в інтернет-магазині "Фростленд" - Frostland. *Frostland.* URL: <https://www.frostland.com.ua/> (дата звернення: 01.11.2024).
6. Стінові сендвіч панелі. *Компанія Пантек.*  
URL: <http://pantec.com.ua/catalog/stf-stenovye/> (дата звернення: 01.11.2024).
7. Явнель Б. Курсове та дипломне проектування холодильних установок. 1987. 223 с.
8. Bitzer. Bitzer software. Version 7.0.3.1. Bitzer.
9. Danfoss. Coolselector 2. Version 5.5.0. Danfoss.
10. Guntner. Gpc.am 2021. Version 2021.5-230a. Guntner.
11. IPU. Coolpack. Version 1.50. IPU.
12. Kelvion. Kelvion selectrt. URL: <https://selectrt.kelvion.com/>.
13. Wilo-Select 5. *Wilo-Select* 5.  
URL: <https://select.wilo.com/Region.aspx?ReturnUrl=/StartMain.aspx> (date of access: 01.11.2024).
14. WTK. Avogadro. Version build 210205. WTK.

					00.MP.000142.009.003.ПЗ			
Змн.	Лист	. № докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Скляр О.С.				Проект холодильника логістичного складу місткістю 800 тон у м. Канів із вибором схемного рішення холодильної установки	Літ.	Лист	Листів
Перевір.	Пилипенко О.Ю.						61	229
Реценз.						НУХТ ХМ-2-9м		
Н. Контр.	Пилипенко О.Ю.							
Затверд.	Петренко В.П.							