



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри **ТЕХТ**

проф. Петренко В.П.

“31” березня 2022 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Колісниченко Богдан Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів

керівник роботи к.т.н., Грищенко Р.В.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 31.03.2022р. №167-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 06.06.2022 року

3. Вихідні дані до роботи передбачити камери зберігання сировини(охолодженої), холодоагент R717, теплоізоляційні конструкції сендвіч-панелі на основі ППУ

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

Вступ, 1. Техніко-економічне обґрунтування 2. Технологія зберігання продукції 3. Об'ємно-планувальне рішення будівлі, що проектується 4. Вибір будівельних конструкцій та ізоляційних матеріалів 5. Розрахунок ізоляції 6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуючих приміщень та визначення навантаження на обладнання камер та компресор 7. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу, розрахунок холодильної машини та вибір компресори 8. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів 9. Розрахунок діаметрів трубопроводів, вибір допоміжного обладнання холодильної установки 10. Охорона праці 11. Розрахунок економічних показників 12. Список використаної літератури. Додатки



## Анотація

В даному дипломному проекті був розроблений та спроектований холодильник для зберігання овочевих сумішей. В проекті розроблена холодильна схема та виконаний підбір необхідного холодильного обладнання для умов експлуатації даного холодильника. Розроблений проект має на меті отримання максимальної енерго-ефективності та досягнення необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах. Також в проекті наведений повний розрахунок та опис технології та холодопостачання під час зберігання продукції в охолоджену вигляді, а також приведений детальний підбір основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

Даний диплом містить такі розділи: "Технологічна схема", "Розрахунок холодильника", "Техніко-економічні показники " та "Охорона праці".

В дипломному проекті враховані новітні досягнення в об'ємно-планувальних та конструктивних рішеннях холодильних установок і схем охолодження. Проект виконаний за допомогою такого програмного забезпечення як: "Microsoft Office 2010" та "Mathcad 14", креслення та схеми до проекту виконанні за допомогою "AutoCAD 2020".

***Ключові слова: овочесховище, аміак, R717, насосно циркуляційна, схема, флюдизаційний апарат.***

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Зміст

Вступ

- 1.Розробка технологічної схеми холодильної обробки продукції.
- 2.Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника.
- 3.Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.
- 4.Розрахунок теплонадходжень до охолоджених приміщень.
- 5.Визначення навантаження на компресор.
6. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки.
7. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів.
- 8.Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів(конденсатор).
- 9.Вибір камерного обладнання.
10. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах та вибір насосів.
11. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки.
12. Розрахунок економічної ефективності.
- 13.Охорона праці.

Список використаної літератури.

Специфікація

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

## Вступ

При виробництві овочевої продукції як показують дослідження найбільші втрати продукції відбуваються саме під час зберігання овочів і фруктів. Будівництво сучасних овочесховищ дозволяє зберегти значну кількість продукції, але тим не менш значна кількість овочів і майже всі ягоди не здатні тривало зберігатися тому для зберігання даного виду продукції використовується швидкісне замороження.

У цьому сегменті спостерігається стабільне зростання обсягів виробництва, але ринок до кінця не сформовано. Причин кілька: 1) прискорення ритму життя; 2) збільшення кількості працюючих жінок; 3) підвищення рівня доходів населення; 4) подорожчання свіжих продуктів, що змінило раціон харчування населення: покупець турбується про здорове харчування, споживач став досвідченішим і тепер вже знає, що в заморожених продуктах набагато більше вітамінів і мінеральних речовин, ніж у консервованих або навіть у свіжих, які пролежали на складі. Адже саме повітря, а не холод згубно діє на вітаміни. У 2016 р. частка імпорту становила 55%, виробництво української продукції збільшується, але не так, як хотілося б. Причина - вартість сировини: 1) недостатня кількість у зв'язку з неврожаєм, 2) вартість її в деяких випадках вища, ніж імпоротної. Найбільший попит на: овочі для тушіння (суміші для рагу), весняні суміші, овочі по-селянському, стручкову квасолу, капусту броколі, суп з грибами, суп з фрикадельками, на царську суміш, брюссельську капусту. Структуру ринку заморожених продуктів наведено на рисунку. Лідером з постачання в Україну заморожених продуктів є Польща (заморожена картопля - 80%, заморожені овочі й суміші - 60, усі види ягід - 70%) і Бельгія (майже 85% грибів і понад 55% ягід). Українські переробники намагаються конкурувати із закордонними суперниками. В нашій країні працює близько 20 підприємств, які займаються шоковим заморожуванням овочів, фруктів і ягід. При цьому попит на продукцію значно перевищує пропозицію, що стимулює великі обсяги імпорту.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ				

## 1.Розробка технологічної схеми холодильної обробки продукції

Для приготування заморожених овочевих сумішей використовують зелений горошок, стручкову квасолю, цвітну і кочанну капусту, картоплю, буряк, моркву, біле коріння (петрушка, пастернак, селера), томати, цибуля ріпчаста, солодкий перець, зелень (кріп, петрушка і селера) й інші овочі. Вони повинні бути свіжими, здоровими, нормально забарвленими, зрілими.

Овочеві суміші виготовляють зі свіжих і заморожених овочів. Для приготування заморожених овочевих сумішей бажано використовувати одночасно дозріваючі культури. Овочі, що входять в суміш, переробляють окремо.

Овочі, що дозрівають в різний час, заморожують розсипом і зберігають у великій тарі до використання. Зелень (петрушку, кріп, селера) заморожують пучками і для приготування сумішей подрібнюють в замороженому вигляді.

Технологічний процес виробництва овочевих сумішей складається з сортування, калібрування сировини, мийки, бланшування і охолодження, складання суміші, заморожування, пакування та зберігання.

При сортуванні видаляють пом'яті, перестиглі, пошкоджені, мляві й інші дефектні овочі. Коренеплоди, картопля, цибуля, зелений горошок, квасоля стручкову і перець сортують за розміром на машинах або вручну.

Миють сировину до повного видалення забруднень. Сильно забруднену сировину попередньо витримують у ваннах з проточною водою. Калібрування картоплі, коренеплодів та інших овочів має велике значення, так як при механічному очищенню однорідну сировину, очищається рівномірно і кількість відходів виходить менше, ніж з некаліброваної сировини. Досить ефективно мити коренеплоди та картоплю в здвоєній елеваторній мийній машині (для замочки і транспортування) і лопатній або кулачкова мийній

					<i>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Б.Р. Колісниченко</i>			<i>Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Р.В. Грищенко</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>В.П. Петренко</i>						
						<i>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</i>		







## 2. Визначення основних розмірів та планування приміщень ХОЛОДИЛЬНИКА.

Будівельну площу камери зберігання визначаємо за формулою:

$$F_{\text{буд}} = \frac{B_{\text{к}}}{q_{\text{в}} \cdot \beta_{\text{F}} \cdot h_{\text{сп}}}, \text{ м}^2$$

де  $B_{\text{к}}$  - місткість камери, т;

$q_{\text{в}}$  - норма завантаження продукту, т/м<sup>3</sup>;

$\beta_{\text{F}}$  - коефіцієнт використання будівельної площі камери;

$h_{\text{сп}}$  - вантажна висота, м.

Вантажну висоту прийmemo 6 метрів.

Будівельну площу зберігання замороженої продукції:

$$F_{\text{буд1}} = \frac{900}{0,35 \cdot 0,8 \cdot 5} = 643 \text{ м}^2$$

Визначаємо площу одного будівельного прямокутника за формулою:

$$f = b \cdot l = 6 \cdot 12 = 72 \text{ м}^2$$

де  $b$  - ширина будівельного прямокутника, м;

$l$  - довжина будівельного прямокутника, м.

Визначаємо кількість будівельних прямокутників за формулою:

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f}$$

Визначаємо кількість будівельних прямокутників будівельну площу камери зберігання:

$$n_1 = \frac{643}{72} = 10.625 \approx 11$$

Знаходимо загальну площу камер зберігання:

$$F_{\text{буд}} = \sum n_i \cdot f = 11 \cdot 72 = 792 \text{ м}^2.$$

					<b>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Б.Р. Колісниченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Р.В. Грищенко						
Реценз.						<b>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						

Знаходимо площу допоміжних приміщень за формулою:

$$F_{доп} = 0,3 \cdot \sum F_{б\ddot{y}д} = 0,3 \cdot 792 = 238 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість будівельних прямокутників допоміжних приміщень:

$$n_{доп} = \frac{238}{72} = 3.5 \approx 4$$

Знаходимо площу холодильника в контурі ізоляції за формулою:

$$F_{хол}^I = \sum F_{б\ddot{y}д} + F_{доп} = 792 + 238 = 1230 \text{ м}^2$$

Знаходимо площу службових приміщень за формулою:

$$F_{сл} = 0,3 \cdot \sum F_{хол} = 0,3 \cdot 1030 = 309 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість будівельних прямокутників службових приміщень:

$$n_{сл} = \frac{309}{72} = 4$$

Знаходимо площу машинного відділення за формулою:

$$F_{маш} = 0,1 \cdot \sum F_{хол} = 0,1 \cdot 1230 = 123 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість будівельних прямокутників машинного відділення:

$$n_{маш} = \frac{123}{72} = 2.53 \approx 3$$

Знаходимо площу всього холодильника за формулою:

$$F_{хол} = F_{хол}^I + F_{сл} + F_{маш} = 1230 + 309 + 103 = 1542 \text{ м}^2$$

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.

Конструкції стін холодильника -

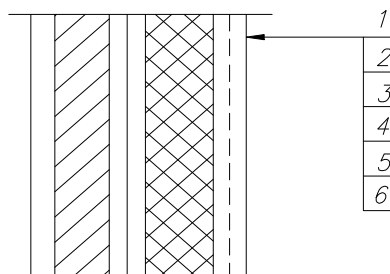


рис. 1

1.- Штукатурка складним розчином по металевій стінці.

$$\delta_{шт.стінка} = 0,02 м;$$

$$\lambda_{шт.стінка} = 0,98 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{шт.стінка} = \frac{\delta_{шт.стінка}}{\lambda_{шт.стінка}} = 0,02 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

2.- теплоізоляція із ППУ (потрібно визначити);

$$\lambda_{із.} = 0,04 \frac{Вт}{м \times К};$$

3.- пароізоляція: 2 шара гідроізола на бітумній мастиці.

$$\delta_{пароізол.} = 0,004 м;$$

$$\lambda_{пароізол.} = 0,3 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{пароізол.} = \frac{\delta_{пароізол.}}{\lambda_{пароізол.}} = 0,013 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Б.Р. Колісниченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Р.В. Грищенко						
Реценз.						НУХТ ННІТІ ТЕХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						

4.- штукатурка цементно-піскова:

$$\delta_{штук.} = 0,02 м;$$

$$\lambda_{штук.} = 0,93 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{штук.} = \frac{\delta_{штук.}}{\lambda_{штук.}} = 0,022 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

5.- Кладка цеглова на цементному розчині:

$$\delta_{кл.цегл.} = 0,38 м;$$

$$\lambda_{кл.цегл.} = 0,81 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{кл.цегл.} = \frac{\delta_{кл.цегл.}}{\lambda_{кл.цегл.}} = 0,469 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

6.- штукатурка складним розчином:

$$\delta_{шт.розч.} = 0,02 м;$$

$$\lambda_{шт.розч.} = 0,93 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{шт.розч.} = \frac{\delta_{шт.розч.}}{\lambda_{шт.розч.}} = 0,022 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

Сумарний термічний опір:

$$\begin{aligned} \sum R_{сум.мор.} &= R_{шт.сітка} + R_{пароізол} + R_{штук.} + R_{кл.цегл.} + R_{шт.розч.} = \\ &= 0,02 + 0,013 + 0,022 + 0,469 + 0,022 = 0,546 \frac{м^2 \times К}{Вт}; \end{aligned}$$

Внутрішні перегородки, між камерами виконані з цегли меншої товщини.

1.- Кладка цегляна.

$$\delta_{цегла} = 0,24 м;$$

$$\lambda_{цегла} = 0,81 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{шт.сітка} = \frac{\delta_{цегла}}{\lambda_{цегла}} = 0,313 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

2.- пароізоляція: 2 шара гідроізола на битумній мастиці.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				



$$\delta_1 = 0,012\text{м};$$

$$\lambda_1 = 0,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}};$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = 0,04 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}};$$

2.- стяжка з бетону по металевій сітці;

$$\delta_2 = 0,04\text{м};$$

$$\lambda_2 = 1,86 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = 0,022 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}};$$

3.- пароізоляція(шар пергаміну):

$$\delta_3 = 0,001\text{м};$$

$$\lambda_3 = 0,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}};$$

$R_3$  - не враховуємо;

4.- теплоізоляція із ППУ(потрібно визначити);

$$\lambda_{\text{із.}} = 0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}};$$

5.- залізобетонна плита покрівлі:

$$\delta_5 = 0,035\text{м};$$

$$\lambda_5 = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}};$$

$$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = 0,017 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}};$$

Сумарний термічний опір:

$$\sum R_i = 0,04 + 0,022 + 0,017 = 0,079 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}};$$

Підлога в камері заморожування (див. рис.4)  $t = -30^\circ\text{C}$ ;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				



$$\delta_5 = 0,025 \text{ м};$$

$$\lambda_5 = 0,98 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}};$$

$$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = 0,026 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

6.- ущільнений пісок:

$$\delta_6 = 1,35 \text{ м};$$

$$\lambda_6 = 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}};$$

$$R_6 = \frac{\delta_6}{\lambda_6} = 2,338 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

7.- бетонна підготовка електронагрівниками:

Сумарний термічний опір:

$$\sum R = 2,43 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

**Розрахунок зовнішніх стін виробничих приміщень**

Температура в камері  $t_e = 0^0 \text{ C}$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі становить:

$$K = 0,30 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт тепловіддачі приймаємо:

$$\alpha_{\text{зовн}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad \alpha_{\text{вн}} = 9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Потрібна товщина теплоізоляції знаходимо за формулою.

$$\delta_{\text{із}} = \lambda_{\text{із}} \cdot \left[ \frac{1}{K} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} + R + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \right) \right] = 0,04 \cdot \left[ \frac{1}{0,3} - \left( \frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,105 \text{ м}$$

Прийемо значення теплоізоляції 120мм

Оскільки прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від потрібної то визначимо дійсне значення товщини теплоізоляції

$$K = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} + R + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \right) + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,12}{0,04}} = 0,27 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ				

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1

**Розрахунок внутрішніх перегородок камер зберігання з однаковою температурою**

Температура в камері  $t_e = -18^0 / -18^0 C$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі становить:

$$K = 0,58 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі приймаємо:

$$\alpha_{зовн} = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot К} \quad \alpha_{вн} = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Потрібна товщина теплоізоляції знаходимо за формулою.

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[ \frac{1}{K} - \left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right] = 0,04 \cdot \left[ \frac{1}{0,58} - \left( \frac{1}{9} + 0,39 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,044 м$$

Прийемо значення теплоізоляції 50мм

Оскільки прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від потрібної то визначимо дійсне значення товщини теплоізоляції

$$K = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{9} + 0,39 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,05}{0,04}} = 0,52 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1

**Розрахунок зовнішніх стін камер зберігання**

Температура в камері  $t_e = -18^0 C$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі становить:

$$K = 0,23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі приймаємо:

$$\alpha_{зовн} = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К} \quad \alpha_{вн} = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Потрібна товщина теплоізоляції знаходимо за формулою.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \cdot \left[ \frac{1}{K} - \left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right] = 0,04 \cdot \left[ \frac{1}{0,23} - \left( \frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,146 м$$

Прийmemo значення теплоізоляції 150мм

Оскільки прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від потрібної то визначимо дійсне значення товщини теплоізоляції

$$K = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,12}{0,04}} = 0,22 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1

### **Розрахунок внутрішніх перегородок між камерами фасування і камерами зберігання замороженої продукції**

Температура в камері  $t_e = 0^0 / -18^0 C$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі становить:

$$K = 0,26 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі приймаємо:

$$\alpha_{зовн} = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot К} \quad \alpha_{вн} = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Потрібна товщина теплоізоляції знаходимо за формулою.

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \cdot \left[ \frac{1}{K} - \left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right] = 0,04 \cdot \left[ \frac{1}{0,26} - \left( \frac{1}{9} + 0,39 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,129 м$$

Прийmemo значення теплоізоляції 150мм

Оскільки прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від потрібної то визначимо дійсне значення товщини теплоізоляції

$$K = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{9} + 0,39 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,15}{0,04}} = 0,23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ					

## Розрахунок внутрішніх перегородок між камерами фасування і камерами первинної обробки продукції

Температура в камері  $t_e = 0^{\circ} / 18^{\circ} C$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі становить:

$$K = 0,41 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі приймаємо:

$$\alpha_{зовн} = 8 \frac{Вт}{м^2 \cdot К} \quad \alpha_{вн} = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Потрібна товщина теплоізоляції знаходимо за формулою.

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[ \frac{1}{K} - \left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right] = 0,04 \cdot \left[ \frac{1}{0,41} - \left( \frac{1}{8} + 0,39 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,072 м$$

Приємо значення теплоізоляції 80мм

Оскільки прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від потрібної то визначимо дійсне значення товщини теплоізоляції

$$K = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{зовн}} + R + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{8} + 0,39 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,08}{0,04}} = 0,38 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1

## Розрахунок покриття камер (для всіх камер покриття матиме однакову товщину)

Температура в камері  $t_e = -18^{\circ} C$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі становить:

$$K = 0,27 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі приймаємо:

$$\alpha_{зовн} = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К} \quad \alpha_{вн} = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Потрібна товщина теплоізоляції знаходимо за формулою.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ				





#### 4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ Вт},$$

де  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  – надходження теплоти відповідно через огорожувальні будівельні конструкції, від продуктів при холодильній обробці, від вентиляції приміщень, пов'язане з експлуатацією камери.

#### Камера зберігання сировини №1

##### Теплонадходження через огорожуючі конструкції

$$Q_1 = Q_{1m} + Q_{1c}, \text{ Вт};$$

де  $Q_{1m}, Q_{1c}$  – надходження теплоти відповідно через стіни, простінки, перекриття, покрівлю, через підлогу, від сонячної радіації, Вт.

Стіна внутрішня східна.

$$t_{к.} = 0^\circ\text{C}; \quad t_{в.} = 18^\circ\text{C};$$

$$K_{\phi} = 0,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}};$$

$$F = 6 \times 12 = 72 \text{ м}^2;$$

$$Q_{1m} = 0,38 \times 72 \times (18 - 0) \times 10^{-3} = 0,49, \text{ кВт};$$

Стіна внутрішня південна.

$$t_{к.} = 0^\circ\text{C}; \quad t_{в.} = 0^\circ\text{C};$$

Стіна зовнішня західна.

$$t_{к.} = 0^\circ\text{C}; \quad t_{в.} = 34^\circ\text{C};$$

$$K_{\phi} = 0,27 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}};$$

$$F = 6 \times 12 = 72 \text{ м}^2;$$

$$Q_{1m} = 0,27 \times 72 \times (34 - 0) \times 10^{-3} = 0,66, \text{ кВт};$$

					<b>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Б.Р. Колісниченко</i>			<i>Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Р.В. Грищенко</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>В.П. Петренко</i>						
						<b>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</b>		

Стіна зовнішня північна.

$$t_{к.} = 0^{\circ}C; \quad t_{г.} = 34^{\circ}C;$$

$$K_{\partial} = 0,27 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$F = 6 \times 12 = 72 м^2;$$

$$Q_{1m} = 0,27 \times 72 \times (34 - 0) \times 10^{-3} = 0,66, кВт;$$

Покриття.

$$t_{к.} = 0^{\circ}C; \quad t_{г.} = 34^{\circ}C;$$

$$K_{\partial} = 0,251 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$F = 12 \times 12 = 144 м^2;$$

$$Q_{1m} = 0,251 \times 144 \times (34 - 0) \times 10^{-3} = 1,23, кВт;$$

$$Q_{1c} = K \cdot F \cdot \Delta t = 0,251 \cdot 144 \cdot 17,7 \times 10^{-3} = 0,53 кВт$$

Підлога.

Приймаємо, що підлога холодильника знаходиться на ґрунті та використовуються електронагріві пристрої. Теплонадходження визначаємо за формулою:

$$K_{\partial} = 0,18 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$F = 6 \times 12 = 72 м^2;$$

$$Q_{1m} = K_{\partial} \cdot F \cdot (t_{г.} - t_{к.}) \cdot 10^{-3}, кВт;$$

$$Q_{1m} = 0,18 \times 144 \times (1 - 0) \times 10^{-3} = 0,026, кВт;$$

Теплонадходження до камери становить:

$$Q_1 = \sum Q_{1m} + Q_{1c} = 3,6 кВт;$$

Розрахунки для всіх інших камер охолодженої продукції проводимо так само, і результати заносимо в таблиці.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ					

**Розрахунок теплопритоків від огорожувальних приміщень по камерам.**

Огородження	Kd	F	tn	θ	Q1т,кВт	Δtc	Q1с,кВт	Q1,кВт
<b>Камера 2 (tk=-18°C)</b>								
Північна стіна	0,22	72	0	18	0,54	0	0	0,54
Південна стіна	0,23	72	18	36	0,85	0	0	0,85
Західна стіна	0,22	108	34	52	1,36	11	0,17	1,53
Східна стіна	0,175	108	-18	0	0	0	0	0
Покриття	0,153	216	34	52	1,12	17,7	0,24	1,46
Підлога	0,18	216	1	19	0,82	0	0	0,82
Σ								3,67
<b>Камера 3 (tk=-18°C)</b>								
Північна стіна	0,22	72	0	18	0,54	0	0	0,54
Південна стіна	0,23	72	18	36	0,85	0	0	0,85
Західна стіна	0,175	108	-18	0	0	0	0	0
Східна стіна	0,175	108	-18	0	0	0	0	0
Покриття	0,153	216	34	52	1,12	17,7	0,24	1,46
Підлога	0,18	216	1	19	0,82	0	0	0,82
Σ								3,67
<b>Камера 4 (tk=-18°C)</b>								
Північна стіна	0,23	144	0	18	1,01	0	0	1,01
Південна стіна	0,22	144	18	36	1,6	0	0	1,6
Західна стіна	0,52	108	-18	0	0	0	0	0
Східна стіна	0,22	108	34	52	1,36	11	0,17	1,53
Покриття	0,251	432	34	52	2,24	17,7	0,48	2,72
Підлога	0,264	432	1	19	1,54	0	0	1,54
Σ								8,4
<b>Камера 5 (tk=0°C)</b>								
Північна стіна	0,35	144	34	34	1,3	13,2	0,51	1,81
Південна стіна	0,23	144	-18	-	-	-	-	-
Західна стіна	0,27	144	18	18	0,91			0,91
Східна стіна	0,23	144	34	34	1,3	13,2	0,51	1,81
Покриття	0,251	648	34	34	6,1	17,7	3,2	8,4
Підлога	0,264	648	-	-	-	-	-	2,1
Σ								15,03

## Теплонадходження від продукту

### Камера №1

Надходження продукту до камер зберігання сировини приймемо рівною денній нормі переробки підприємства 20 т.

Температура продукту який поступає до холодильника  $t = 25^{\circ}\text{C}$ , приймемо, що продукт який надходить до холодильника - капуста білокачана.

Теплонадходження при охолодженні продуктів в камерах зберігання:

$$Q_2 = M_n \times \Delta i \times \frac{10^3}{24 \times 3600};$$

де  $M_{np}$  - добове надходження продуктів, т/добу;

$\Delta i$  - різниця питомих ентальпій продуктів, кДж/кг;

$$t_1 = 25^{\circ}\text{C}; \quad t_2 = 0^{\circ}\text{C};$$

$$i_1 = 366 \text{ кДж/кг}; \quad i_2 = 272 \text{ кДж/кг}; \text{ (додаток 10, Явнель)}$$

$$\Delta i = 94 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_{2np} = 20 \times 94 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 21,75 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

$$Q_{2m} = M_m \times c_m \times (t_1 - t_2) \times \frac{10^3}{24 \times 3600}, \text{ кВт};$$

де  $M_m$  - добове надходження тари т/добу;

$c_m$  - питома теплоємність тари, кДж/кг\*К;

$t_1$  і  $t_2$  - початкова і кінцева температура тари( приймаються рівними початковій і кінцевій температурі продукта),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$$c_m = 1,93 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 0,1 \times 20 \times 1,93 \times (25 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 1,12, \text{ кВт};$$

Теплонадходження від продуктів, що надійшли.

$$Q_2 = 21,75 + 1,12 = 22,9 \text{ кВт};$$

### Установка для заморожування

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

Продукція буде заморожуватися в двох флюїдизаційних установках. Згідно завдання нам потрібно заморозити 20 тон продукції на добу. Продукція на замороження надходить вже частково охолодженою після камер зберігання сировини. Оскільки продукція в процесі підготовки може нагрітися то приймемо температуру надходження  $5^{\circ}\text{C}$ , кінцева температура продукту  $-20^{\circ}\text{C}$ .

$$t_1 = 5^{\circ}\text{C}; \quad t_2 = -20^{\circ}\text{C};$$

$$i_1 = 250 \text{ КДж / кг}; \quad i_2 = 0 \text{ КДж / кг}; \text{ (додаток 10, Явнель)}$$

$$\Delta i = 250 \text{ КДж / кг};$$

$$Q_{2np} = 20 \times 250 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 57,87 \text{ кВт};$$

Розрахунки для всіх інших камер проводимо так само, і результати заносимо в табл.4.2.

Табл.4.2

Кам.№	Площа	М,т/добу	hпоч	hкін	Qпр	Мтари	Стари	Qтари	Q2,кВт
1	144	20	366	272	21,75	2	1,93	1,12	22,9

Теплонадходження до камер зберігання заморожених продуктів можна нехтувати оскільки продукт надходитиме вже в замороженому вигляді і в незначній кількості.

#### Теплонадходження від вентиляції камери

Дані теплонадходження матимуть місце лише в камері зберігання свіжих овочів №1.

Теплопритоки від зовнішнього повітря визначається за формулою:

$$Q_3 = M(i_n - i_v), \text{ кВт};$$

Де М – масова витрата вентиляційного повітря,

$i_n, i_v$  - питома ентальпія зовнішнього та внутрішнього повітря.

Масова витрата вентиляційного повітря в кг/с визначають з необхідності забезпечити кратність повітрообміну.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ					

$$M = \frac{V \cdot a \cdot \rho}{24 \cdot 3600}, \text{кг/с};$$

Де V – об'єм камери, а – кратність повітрообміну(для камер зберігання овочів вона приймається 3-4),  $\rho$  – густина повітря в камері 1,32 кг/м<sup>3</sup>.

$$M = \frac{V \cdot a \cdot \rho}{24 \cdot 3600} = \frac{(12 \cdot 12 \cdot 6) \cdot 4 \cdot 1,32}{24 \cdot 3600} = 0,079, \text{кг/с};$$

$$Q_3 = M(i_n - i_e) = 0,079 \cdot (68 - 8) = 4,75, \text{кВт};$$

### Експлуатаційні теплонадходження.

#### Камера №1

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{кВт};$$

де  $q_1, q_2, q_3, q_4$  – надходження теплоти відповідно від освітлення, перебування людей, працюючих електродвигунів та відчинення дверей.

Теплонадходження від освітлення:

$$F = 144 \text{ м}^2;$$

$$A = 2,3 \text{ Вт/м}^2 \text{ (для камери експедиції);}$$

$$q_1 = A \times F \times 10^{-3} = 2,3 \times 144 = 0,33, \text{кВт}$$

де A – теплота, яка виділяється джерелами освітлення за одиницю часу на 1 м<sup>2</sup> площі пола, для камер зберігання Вт/м<sup>2</sup>;

F – площа камери, м<sup>2</sup>.

Теплонадходження від перебування людей:

$$q_2 = 0,35n = 0,35 \cdot 2 = 0,7 \text{ кВт}$$

де 0,35- тепловиділення від однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт; n-кількість людей працюючих в даному приміщенні.

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = N_{\text{ел.д}} = 3, \text{кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K = 12 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_4 = K \times F \times 10^{-3} = 12 \cdot 144 = 1,73, \text{кВт}$$

де K – питоме надходження теплоти від відкривання дверей, Вт/м<sup>2</sup>;

F – площа камери, м<sup>2</sup>.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

Теплонадходження експлуатаційні

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 5.76, \text{кВт};$$

Розрахунки для всіх інших камер проводимо так само, і результати заносимо в табл.4.3

Табл.4.3

Кам. №	Площа	A	q1,кВт	n,чол	q2,кВт	q3,кВт	K	q4	Q4
1	144	2,3	0,25	2	0,35	2	12	1,59	5,76
2	216	2,3	0,50	2	0,7	3	8	1,73	6,2
3	216	2,3	0,50	2	0,7	3	8	1,73	6,2
4	432	2,3	1	4	1,4	6	8	2,4	10,8
5	720	4,7	3,38	15	5,25	12	20	14,4	35,03

Теплонадходження від дихання фруктів.

Дані тепло притоки матимуть місце лише в камері зберігання свіжих овочів №1. Прийmemo що в камері зберігається 7 денний запас сировини тобто 140т. Оскільки продукт який зберігається може відрізнятися то для розрахунку прийmemo, що в камері зберігається картопля.

$$Q_5 = M \cdot (0,9q_1 + 0,1q_2) \times 10^{-3} = 140 \cdot (0,9 \cdot 20 + 0,1 \cdot 44) \times 10^{-3} = 3,14, \text{кВт};$$

Де M – маса овочів, що зберігаються в камері, q1 I q2 –питома теплота дихання фруктів при зберіганні і надходженні продукту відповідно.

Значення теплопритоків заносимо до таблиці4.4.

Табл.4.4

Кам.№	Призначення	тв	Q1,кВт	Q2,кВт	Q3,кВт	Q4,кВт	Q5,кВт	Q,кВт
1	Збер.ох.прод	0	3,6	22,9	4,75	5,76	3,14	40,15
5	Заморож і фасув.	0	15,03	0	-	35,03	-	50,06

					00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



## 5. Визначення навантаження на компресор

Навантаження на компресори

Коефіцієнт робочого часу прийmemo  $b=0,9$ .

$k$ -коефіцієнт втрат у трубопроводах

Навантаження на компресори, що працюють для замороження продукції:  
 $Q_{-30}=61,87\text{кВт}$ .

$$Q_{км}^{-30} = \frac{k \cdot Q_{-30}}{b} = \frac{1,1 \times 61,87}{0,9} = 75,62\text{кВт}$$

Навантаження на компресори, що працюють для камер зберігання знаходимо із формули  $Q = 0,9 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + 0,75 \times Q_4 + Q_5$ , воно складає:

$$Q_{-18} = 0,9 \cdot 15,74 + 0 + 0 + 0,75 \cdot 23,2 = 31,57\text{кВт}$$

$$Q_{км}^{-18} = \frac{k \cdot Q_{-18}}{b} = \frac{1,07 \cdot 31,57}{0,9} = 37,5\text{кВт}$$

$$Q_0 = 0,9 \times 18,63 + 22,9 + 4,75 + 0,75 \times 40,79 + 3,14 = 78,15\text{кВт}$$

$$Q_{км}^0 = \frac{k \cdot Q_0}{b} = \frac{1,05 \times 78,15}{0,9} = 91,17\text{кВт}$$

					<b>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Б.Р. Колісниченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевір.		Р.В. Грищенко						
Реценз.						<b>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						

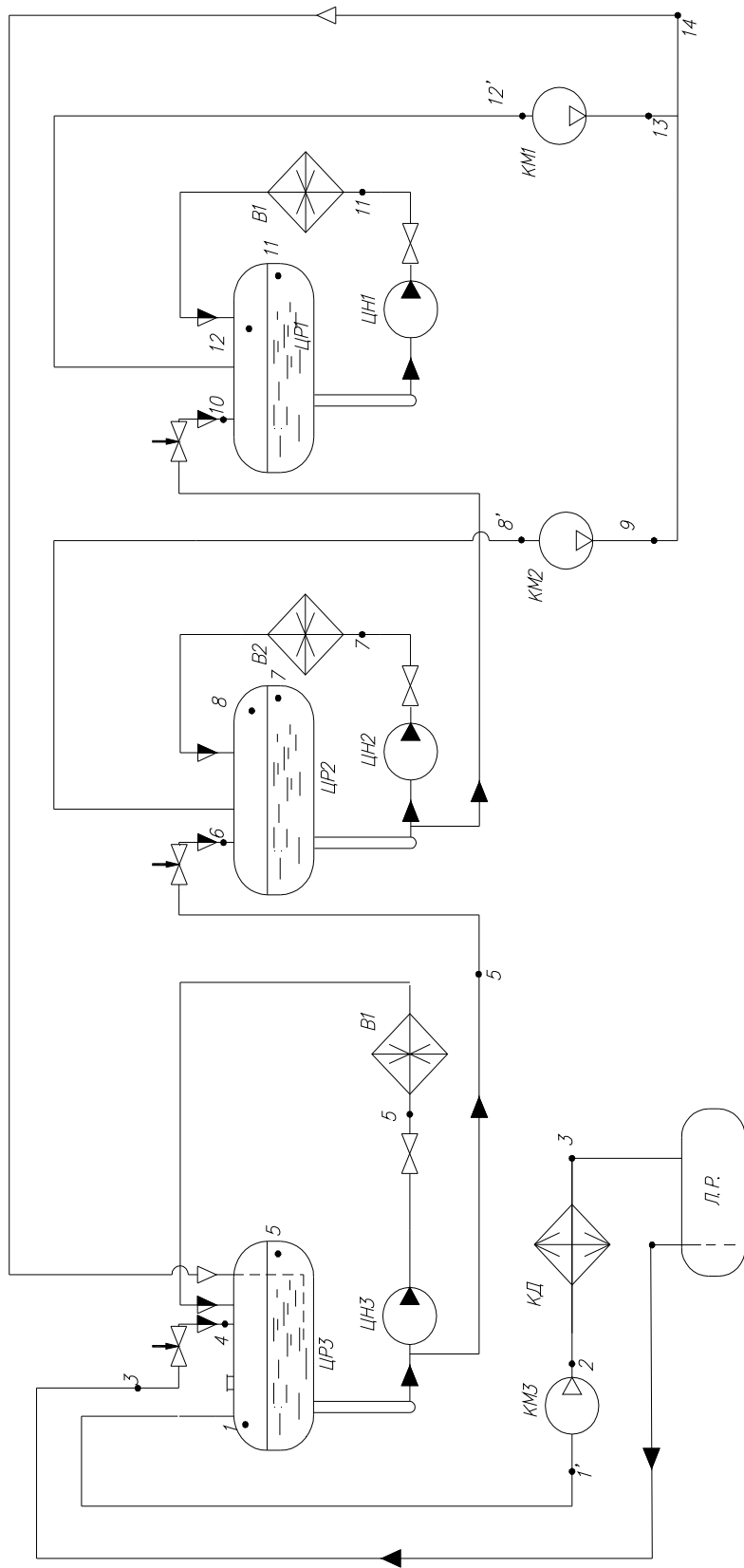
## 6. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки

Для охолодження декількох груп споживачів з різними температурами кипіння використаємо схему двоступеневого стиснення показана нижче. В такій системі температуру кипіння в проміжній посудині підтримують в залежності від вимог певного споживача, в нашому випадку це температура кипіння  $-8^{\circ}\text{C}$ . Функції проміжної посудини і циркуляційного ресиверу можуть поєднуватись в одній посудині-компаундному ресивері. Таке рішення дозволить використовувати меншу кількість посудин при будівництві установки

Подача R717 (аміак) до приладів охолодження буде відбуватися за допомогою насосно-циркуляційної схеми з нижньою подачею холодоагенту. В якості камерного обладнання для камер зберігання використаємо повітроохолоджувачі. В якості конденсатора використаємо конденсатор з повітряним охолодженням.

					<i>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Б.Р. Колісниченко</i>			<i>Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Р.В. Грищенко</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>В.П. Петренко</i>						

Схема матиме такий схематичний вигляд:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00 КР 142.008.024.2022 ПЗ

Арк.

## 7. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та тепловий розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів.

Розрахунковий (робочий) режим холодильної установки характеризується температурами кипіння  $t_0$ , конденсації  $t_k$ , всмоктування (пари на вході в компресор)  $t_{ec}$ .

Температура кипіння холодильного агента приймають на  $8-10^{\circ}\text{C}$  нижче за температуру в камері.

$$t_1 = t_k - 8 = -30 - 8 = -38^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = t_k - 8 = -18 - 8 = -26^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = t_k - 8 = 0 - 8 = -8^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації конденсаторів з повітряним охолодженням аміачних машин приймається на  $9-11$  градусів вище розрахункової літньої температури оточуючого повітря.

$$t_k = t_n + 10 = 34 + 10 = 44^{\circ}\text{C}$$

Будуємо цикл в  $\lg P - h$  діаграмі для R717. Значення параметрів х.а. у вузлових точках циклу заносимо до табл.1.

*Таблиця 1*

№ точки	t, °C	p, Мпа	v, м³/кг	h, кДж/кг
1	-8	3.3	-	1450
1'	-3	3.3	0,38	1460
2	118	19	-	1720
3	40	19	-	395
4	-8	3.3	-	395

					<b>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Б.Р. Колісниченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Р.В. Грищенко						
Реценз.						<b>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						





$$V_{\partial} = V_{\text{км}} \times 2 = 290 \times 2 = 580 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,161 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Коефіцієнт робочого часу

$$b = \frac{V_T}{V_{\partial}} = \frac{0.108}{0.161} = 0.67$$

Дійсна сумарна масова витрата компресорів

$$M_{\text{км}} = \frac{\lambda \cdot V_{\partial}}{v_1} = \frac{0.759 \cdot 0.161}{1.45} = 0.084 \text{ кг} / \text{с}$$

Сумарна адіабатна потужність

$$N_T = \sum M_{\text{км}} \cdot (h_{13} - h_{12'}) = 0.084 \cdot (1610 - 1420) = 15,96 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність

$$N_I = N_T / \eta = 15,96 / 0.849 = 18,8 \text{ кВт}$$

Потужність на валу компресора

$$N_m = N_I / \eta_{\text{мех}} = 18,8 / 0.9 = 20,89 \text{ кВт}$$

Електрична потужність

$$N_e = N_I / \eta_{\text{ел}} = 20,89 / 0.9 = 23,21 \text{ кВт}$$

Розрахунок компресора №2

Визначимо потрібну теоретичну об'ємну подачу компресора

Для визначення об'ємної подачі визначимо коефіцієнт подачі

$$\lambda_i = \frac{P_0 - \Delta P_{\text{вс}}}{P_0} - c \cdot \left( \left( \frac{P_{\text{наг}} - \Delta P_{\text{наг}}}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{P_0 - \Delta P_{\text{наг}}}{P_0} \right) = 0.941$$

$c=0.05$  – відносний мертвий простір.

$n=1.1$  – показник політропи.

$\Delta P_{\text{наг}} = 10 \text{ кПа}$  – депресія на клапанах нагнітання.

$\Delta P_{\text{вс}} = 10 \text{ кПа}$  – депресія на клапанах всмоктування.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

$$\lambda\omega = \frac{T_0}{T_2} = \frac{247}{265} = 0.932$$

$$\lambda = \lambda\omega \cdot \lambda_i = 0.932 \cdot 0.941 = 0.877$$

$$\eta = \lambda\omega + b \cdot t_0 = 0.932 + 0.001 \cdot (-26) = 0.906$$

$$V_T = \frac{V_2}{\lambda} = \frac{0.0255}{0.877} = 0.0544 \text{ м}^3 / \text{с} = 196 \text{ м}^3 / \text{год}$$

За значенням об'ємної теоретичної подачі обираємо 2 поршневіх компресори GRASSO V300 з об'ємною подачею 290 м<sup>3</sup>/год.

$$V_\delta = 0.161 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Коефіцієнт робочого часу

$$b = \frac{V_T}{V_\delta} = \frac{0.0544}{0.161} = 0.502$$

Дійсна сумарна масова витрата компресорів

$$M_{\text{км}} = \frac{\lambda \cdot V_\delta}{v_{\text{г}}} = \frac{0.877 \cdot 0.161}{0.85} = 0.139 \text{ кг} / \text{с}$$

Сумарна адіабатна потужність

$$N_T = \sum M_{\text{км}} \cdot (h_9 - h_{8'}) = 0.139 \cdot (1550 - 1440) = 18.27 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність

$$N_I = N_T / \eta = 18.27 / 0.906 = 16.55 \text{ кВт}$$

Потужність на валу компресора

$$N_m = N_I / \eta_{\text{мех}} = 16.55 / 0.9 = 18.39 \text{ кВт}$$

Електрична потужність

$$N_e = N_m / \eta_{\text{ел}} = 18.39 / 0.9 = 20.44 \text{ кВт}$$

Розрахунок компресора №3

Визначимо потрібну теоретичну об'ємну подачу компресора

Для визначення об'ємної подачі визначимо коефіцієнт подачі

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ					



$$N_m = N_I / \eta_{мех} = 180.82 / 0.9 = 201 \text{кВт}$$

Електрична потужність

$$N_e = N_I / \eta_{ел} = 201 / 0.9 = 181 \text{кВт}$$

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Розрахунок та підбір теплообмінних апаратів (конденсатор).

Розрахунок конденсатора з повітряним охолодженням.

Дійсне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_k = M_3 \times (h_2 - h_3) = 0.233 \times (1720 - 395) = 320 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{кд}} = Q_{\text{кд}} + N_i = 320 + 210 = 530 \text{ кВт};$$

Площа конденсатора з повітряним конденсатором визначається по формулі:

$$F = Q_{\text{кд}} / k \cdot \theta;$$

,де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі, для повітряного конденсатора приймемо його значення рівне 25 Вт/м К.

$\theta$  – середньо логарифмічний температурний напір

$$\theta = \frac{t_2 - t_1}{2.31 \lg \frac{t_k - t_1}{t_k - t_2}};$$

$t_1$  і  $t_2$  – температура повітря на вході й виході з конденсатора 34С і 39С відповідно.

$$\theta = \frac{39 - 34}{2.31 \lg \frac{44 - 34}{44 - 39}} = 7.22 \text{ К};$$

,отже

$$F = 530000 / (25 \cdot 7.22) = 2937 \text{ м}^2;$$

Додатково вибір повітроохолоджувача проведемо в програмі підбору компанії Alfa-Laval.

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Б.Р. Колісниченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Р.В. Грищенко						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						
						НУХТ ННІТІ ТЕХТ		



## 9. Вибір камерного обладнання

Площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника розраховують за формулою підставивши в неї значення коефіцієнта теплопередачі повітроохолодника.  $Q_{кам} = Q_{обл}$ .

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}};$$

Розрахуємо мінімальну потребу в об'ємній подачі встановлених на повітроохолоднику вентиляторів.

$$V_{пов} = \frac{Q_{обл} \cdot 3600}{(\rho_{нев} \times (i_1 - i_2))}, \text{ м}^3 / \text{год};$$

де  $\rho_{нев}$  - густина повітря, яке виходить з повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура і ентальпія повітря на вході і виході.

Даний підбір можна спростити провівши підбір обладнання в програмі підбору Alfa-Laval.

Табл.9.1

Кам.№	$\Sigma Q$ , кВт	Температура в камері	Кіл-сть повітр.	Модель повітроохолоджувача
1	40,15	0	2	<b>TYR-A 326 (40Pa)-6 H Q 400</b>
2	9,87	-18	2	<b>TYR-Z 314-10 H P2 400</b>
3	9,87	-18	2	<b>TYR-Z 314-10 H P2 400</b>
4	19,2	-18	4	<b>TYR-Z 314-10 H P2 400</b>
5	50,06	0	4	<b>TYR-A 326 (40Pa)-6 H Q 400</b>

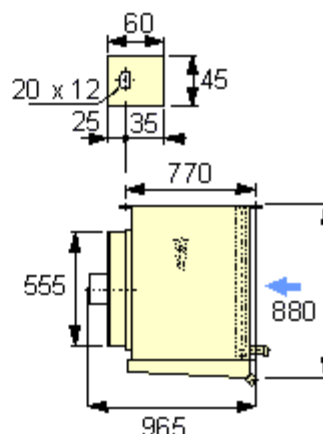
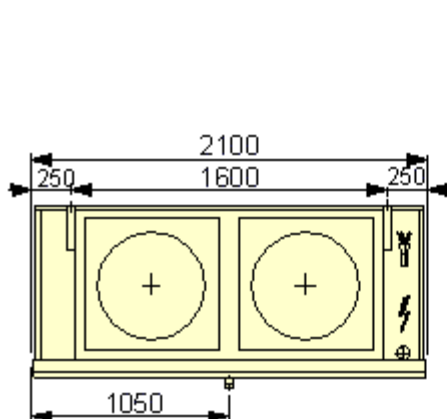
					<b>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Б.Р. Колісниченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Р.В. Грищенко						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		В.П. Петренко						
					<b>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</b>			



**Краткое резюме**

<i>Тип</i>	<i>Идентиф. номер</i>	<i>Цена (Евро)</i>
Компоновка теплообменника		7949
Общая стоимость		7949
Описание 1	TYR-A 326 (40Pa)-6 H Q 400	
Описание 2		

Program version 5.44 Data update

**ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz**

<b>Режим работы Аммиак:</b> нижняя	<b>Тип</b>	<b>Helpman TYR-Z</b>	<b>Модель TYR-Z 314-10 H P2 400</b>
Тип расчета	Design		
Требуемая мощность	9.87 kW	Запас	%
Рассчитанная мощность	7.22 kW		

**Dimensions\*\*\***

Длина	1320 mm	Dry weight (approx. +/-5%)	86 kg
Высота	880 mm		
Ширина	965 mm		
Упаковка	На паллете	Транспортный объём	1.7 \uc0\u109\u179

**Расчетные данные**

Хладагент	Ammonia
Температура воздуха	-18.0 °C / -20.4 °C
Относительная	85.0 %
Температура кипения	-26.0 °C
DT1 (Air Inlet Temp.Difference)	8.0 K
DTM (Room Temp. Difference)	6.82 K

**Данные вентилятора**

Расход воздуха:	2.003 m <sup>3</sup> /s	Количество вентиляторов	1
Длина струи	33.0 m	Диаметр вентилятора	508.0 mm
Скорость вращения	1500 rpm	Напряжение	230/400V
Nominal Power	370 W	Напряжение	3ph
Nominal current <sup>(2)</sup>	1.4 A	Эл. Подключение вентилятора	D/Y
FLC	1.7A		
Уровень звукового давл. (3.0 m) <sup>(1)</sup>		67 dB(A)	
Уровень звуковой мощности		88 dB(A)	

					00 KP 142.008.024.2022 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			





## 10. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах та вибір насосів

Подачу аміаку визначимо по витраті холодоагенту, для приладів охолодження потрібно враховувати кратність циркуляції  $n_{ц}=5$  для заморожування і  $n_{ц}=4$  для камер зберігання .

$$G = n_{ц} \frac{Q_{-38}}{(h_{12} - h_{11}) \cdot \rho}$$

$$d = \sqrt{\frac{G}{\omega}}$$

, де  $\omega$  швидкість руху в трубопроводі

Визначаємо дійсну швидкість:

$$\omega = \frac{G}{f_{пер}}$$

Трубопровід	$\omega$ , м <sup>3</sup> /с	G, м <sup>3</sup> /с	d, м	D <sub>y</sub> дійсне	f пер.	$\omega$ , м <sup>3</sup> /с
Рідинна напірна -8С	0,3-0,5	0,00066	0,036332	50	0,00196	0,336
Рідинна напірна -26С	0,3-0,5	0,00031	0,0249	32	0,00091	0,34
Рідинна напірна -38С	0,3-0,5	0,00043	0,029326	32	0,00091	0,473

Аміачний насос на  $t_0=-38^{\circ}\text{C}$

Напір насоса повинен бути рівним або перевищувати суму гідравлічних опорів циркуляційної системи:

$$H \geq \Delta p_n + h \cdot \rho \cdot g$$

Гідравлічний опір нагнітального трубопровода при протіканні рідини :

$$\Delta p_n = \Delta p_l + \Delta p_{\xi}$$

					<b>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Б.Р. Колісніченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Р.В. Грищенко						
Реценз.						<b>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						



Рідинний фільтр.....  $\xi=6$

Вентиль соленоїдний .....  $\xi=12$

Вентиль регулюючий.....  $\xi=12$

$$\Delta p_{\xi} = \sum \xi \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} = (6 + 22 + 3 + 22 + 6 + 12 + 12) \cdot \frac{0,473^2 \cdot 1270}{2} = 11791 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір нагнітального трубопровода складає:

$$\Delta p_n = 10512 + 11791 = 22303 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір мережі

$$H_{мер} = \Delta p_n + h \cdot \rho \cdot g = 22303 + 2.5 \cdot 1270 \cdot 9.8 = 53418 \text{ Па}$$

Обираємо аміачний насос ЦНГ-70М-1.

Аміачний насос до камер зберігання  $t_0 = -26^{\circ}\text{C}$

Напір насоса повинен бути рівним або перевищувати суму гідравлічних опорів циркуляційної системи:

$$H \geq \Delta p_n + h \cdot \rho \cdot g$$

Гідравлічний опір нагнітального трубопровода при протіканні рідини :

$$\Delta p_n = \Delta p_l + \Delta p_{\xi}$$

Нагнітальний трубопровід для зменшення гідравлічних втрат матиме внутрішній діаметр  $d_{вн} = 32 \text{ мм}$ , довжину  $l = 72 \text{ м}$ .

Втрата тиску на тертя:

$$\Delta p_l = \lambda_{тр} \cdot \frac{l}{d_{вн}} \cdot \frac{\omega \cdot \rho}{2} = 0,035 \cdot \frac{72}{0,032} \cdot \frac{0,34 \cdot 1270}{2} = 17002 \text{ Па}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				





Втрата тиску на тертя:

$$\Delta p_l = \lambda_{mp} \cdot \frac{l}{d_{вн}} \cdot \frac{\omega \cdot \rho}{2} = 0,035 \cdot \frac{96}{0,028} \cdot \frac{0,336 \cdot 1270}{2} = 25603 \text{ Па}$$

Втрата тиску в місцевих опорах:

Зворотній клапан.....	$\xi=6$
Запірний клапан 2шт.....	$\xi=11 \times 2=22$
Поворот 3шт.....	$\xi=1 \times 3=3$
Запірний клапан 2шт.....	$\xi=11 \times 2=22$
Рідинний фільтр.....	$\xi=6$
Вентиль соленоїдний .....	$\xi=12$
Вентиль регулюючий.....	$\xi=12$

$$\Delta p_\xi = \sum \xi \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} = (6 + 22 + 3 + 22 + 6 + 12 + 12) \cdot \frac{0,336^2 \cdot 1270}{2} = 5950 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір нагнітального трубопровода складає:

$$\Delta p_n = 25603 + 5950 + 6 \cdot 9,8 \cdot 1270 = 106229 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір мережі

$$H_{мер} = \Delta p_n$$

Обираємо аміачний насос ЦНГ-70М-1.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

## 11. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки Лінійний ресивер.

Ресивером називається посудина для збору рідкого холодильного агента. Лінійний ресивер встановлюється на стороні високого тиску після конденсатора. Він звільнює від рідини поверхню конденсатора і створює рівномірний потік рідкого холодильного агента до регулюючого вентиля. Для розрахунку ресиверів нам необхідно розрахувати ємкість приладів охолодження. Для цього знаходимо внутрішні об'єм батарей.

1. Лінійні ресивери підбирають по необхідному геометричному внутрішньому об'єму цих ємностей  $V$  (в  $m^3$ ).

Ємність лінійного ресивера в автоматизованих насосно-циркуляційних схемах з нижньою подачею аміаку в прилади охолодження

$$V_{л.р.} = 0,6 \times (V_B + V_{B.O.});$$

Загальний об'єм приладів охолодження

**TYR-A 326 (40Pa)-6 H Q 400 (6шт)- внутрішній об'єм 32,8л.**

**TYR-Z 314-10 H P2 400 (8шт) – внутрішній об'єм 12л.**

**Флюїдизаційний апарат АСМФ1500 (2шт) – внутрішній об'єм 600л.**

$$V_{B.O.} = 6 \times 0.0328 + 8 \times 0.012 + 2 \times 0.46 = 1.21 m^3;$$

$$V_{л.р.} = 0,6 \times (0 + 1.21) = 0,968 m^3;$$

До установки приймаємо лінійний ресивер 1.5РД

2.Компаундний циркуляційний ресивер(t=-8).

Ємність циркуляційного ресивера РД в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження :

TYR-A 326– 6шт. Внутрішній об'єм -32,8 дм<sup>3</sup>

					<i>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Б.Р. Колісниченко</i>			<i>Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Р.В. Грищенко</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>В.П. Петренко</i>						
						<i>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</i>		

$$V_{ц.р.} = 3 \times (V_{н.т.} + 0.2V_{кам} + 0.3V_{В.т.});$$

$$V_{ц.р.} = 3 \times (0.06 + 0.2 \times 0.1968 + 0.3 \times 0.096) = 0.38;$$

Приймаємо ресивер 0.75РД об'ємом  $V = 0.75 м^3$ ;

### 3.Циркуляційний ресивер(t=-26).

Ємність циркуляційного ресивера РДВ в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження :

TYR-Z 314– 8шт. Внутрішній об'єм -12 дм<sup>3</sup>

$$V_{ц.р.} = 3 \times (V_{н.т.} + 0.2V_{бат} + 0.3V_{В.т.});$$

$$V_{ц.р.} = 3 \times (0.0655 + 0.2 \times 0.216 + 0.3 \times 0.109) = 0.895;$$

Приймаємо ресивер 1.5РД об'ємом  $V = 1.5 м^3$ ;

### 4.Циркуляційний ресивер(t=-38).

Ємність циркуляційного ресивера РДВ в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження :

Флюїдизаційний апарат АСМФ1500 (2шт) – внутрішній об'єм 600л.

$$V_{ц.р.} = 3 \times (V_{н.т.} + 0.2V_{бат} + 0.3V_{В.т.});$$

$$V_{ц.р.} = 3 \times (0.031 + 0.2 \times 1.2 + 0.3 \times 0.14) = 0.939$$

Приймаємо ресивер 1.5РД об'ємом  $V = 1.5 м^3$ ;

### 5.Дренажний ресивер

Дренажний ресивер обирається так щоб при умові заповнення його не більше ніж на 80% він міг вмістити рідкий аміак із будь-якого апарата системи.

Обираємо дренажний ресивер 1,5РД .

#### Мастилозбірник.

В якості мастилозбірника приймаю мастилозаправочну ємність 60МЗС.

Розміри:

D=325, S=9, B=650, H=1280, h=890, h<sub>1</sub>=205, h<sub>2</sub>=925, d=260, d<sub>1</sub>=310,

d<sub>2</sub>=18, ємність 60 л, маса 85 кг.

Мастиловіддільник

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ					

Мастиловіддільник обирається по діаметру патрубків компресора , а для лінії нагнітання загальної по діаметру трубопровода.

Відразу після компресора встановимо мастиловіддільники 100М.

Ємністю 0,17 м<sup>3</sup>

На загальній нагнітальній лінії встановимо мастиловіддільник 125М.

Ємністю 0,32 м<sup>3</sup>

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 12. Розрахунок економічної ефективності

При проектуванні холодильника виконуються наступні роботи:

- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу компресорного цеху;
- інше.

### Вхідні дані

Підраховуємо проектне споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху і камерним обладнанням після реконструкції, всі розрахунки заносимо до табл. 12.1.

Річна потреба в електроенергії визначається за формулою:

$$W = \sum N_{el} \cdot K_{\epsilon} \cdot n$$

$N_{el}$  - номінальна потужність встановлених електродвигунів

$K_{\epsilon}$  - коефіцієнт використання(для насосів і компресорів приймається 0,7).

Річна потреба обладнання в електроенергії

Табл.12.1

Назва обладнання	Кільк.	Споживан. електродв., кВт	Час роботи протягом року, год	Річна потреба в електроен. кВт·год
Компресор Grasso V300	2	10,22	5400	110376
Компресор Grasso V300	2	10,22	5400	110376
Компресор Grasso V450	2	56.33	5400	304020
Конденсатор ANVT1007BT	1	43.4	3000	50400
Насос аміачний ЦНГ-70М-1	6	5,9	5000	177000
Двигуни повітроохолодників TYR-A-326	12	1,1	3000	39600
Двигуни повітроохолодників TYR-Z-314	8	0,37	3000	8880
Апарати АСМФ-1100	2	18	5400	194400
Сумарна витрата W,кВт·год				992552

					<i>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Б.Р. Колісниченко			Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Р.В. Грищенко						
Реценз.						<i>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						

## Розрахунок капітальних витрат

Визначаємо капітальні витрати на реалізацію проекту:

$$K = V_{\text{пр}} + V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}} - V_{\text{д-л}},$$

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 (транспортні 4-5%, заготівельні 1-1,25% від вартості обладнання);

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в табл. 12.2.

Таблиця 12.2. Витрати на придбання обладнання

№	Найменування обладнання	Кількість, шт	Витрата на одиницю обладнання, тис. грн.		Загальна вартість, тис. грн
			Ціна обладнання	Монтаж обладнання	
1	Компресор Grasso V300	2	1200	140	4620
2	Компресор Grasso V300	2	1200	120	2640
3	Компресор Grasso V450	2	1400	140	4620
4	Конденсатор ANVT1007BT	1	1000	100	1100
5	Насос аміачний ЦНГ-70М-1	6	60	6	198
6	повітроохолодники TYR-A-326	6	160	16	1056
7	повітроохолодники TYR-Z-314	8	100	10	880
8	Апарати АСМФ-1100	2	4000	400	8800
9	Ресивер	4	40	4	176
	Разом				24200

					00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$B_{n.p.} = 0,05 \times \sum B_{обл} = 0,05 \times 24200 = 1210 \text{ тис.грн};$$

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

$$B_{ін} = 0,015 \times \sum B_{обл} = 0,015 \times 24200 = 363 \text{ тис.грн};$$

Загальна сума капітальних затрат становитиме:

$$K = B_{n.p.} + \sum B_{обл} + B_{ін} = 24200 + 1210 + 363 = 25773 \text{ тис.грн};$$

### Виробництво і використання енергії

Річне споживання електроенергії холодильником та компресорним відділенням холодильника становить  $E_p=2142612$  кВт год. Ціна за 1 кВт\*год електроенергії становить  $C_{ел}=1.46$  коп/кВт год . Визначаємо витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{ел.p} = E_p \times C_{ел} = 2142612 \times 1.46 = 3128 \text{ тис.грн};$$

### Розрахунок витрати на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в табл. 12.3.

Таблиця 12.3. Фонд заробітної плати робітників

№	Професія	Розряд	Тарифна ставка, грн/год	Чисельність, чол.	Місячний фонд	Річний фонд, грн..
1	Машиніст ХУ	III	22	3	3500	103680
2	Машиніст ХУ	IV	24	3	4500	120960
3	Слюсар ремонтник	II	18	1	2500	19200
Разом				7	20320	243840

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{дп} = \Phi ЗП_{осн} \times Д = 243840 \times 0,15 = 36,5 \text{ тис.грн};$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ	Арк.

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

Розраховуємо повний фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{np} = \Phi ЗП_{осн} + \Phi ЗП_{dp} = 243,84 + 36,5 = 280,34 \text{ тис. грн.};$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{dp} = \Phi ЗП_{np} \times B = 280,34 \times 0,37 = 103,7 \text{ тис. грн.};$$

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

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$ВОП_p = \Phi ЗП_{np} + НЗП_{dp} = 280,34 + 103,7 = 384 \text{ тис. грн.};$$

Фонд основної заробітної плати апарату управління наведено в табл. 12.4.

Таблиця 7.6. Фонд заробітної плати апарату управління

№	Професі	Посадовий оклад грн.	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн..
1	Інженер КВПіА	4500	1	4000	48000
2	Головний інженер	7000	1	7000	72000
3	Начальник цеху	6000	1	6000	72000
Разом			3	16000	192000

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати апарату управління за формулою:

$$\Phi ЗП_{yd} = \Phi ЗП_{осн} \times Д = 192000 \times 0,15 = 28,8 \text{ тис. грн.};$$

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

Розраховуємо повний фонд заробітної плати апарату управління за формулою:

$$\Phi ЗП_{ny} = \Phi ЗП_{осн} + \Phi ЗП_{yd} = 192 + 28,8 = 220,8 \text{ тис. грн.};$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{ny} = \Phi ЗП_{ny} \times B = 220800 \times 0,37 = 10,66 \text{ тис. грн.};$$

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$ВОП_y = ФЗП_{ny} + НЗП_{ny} = 220,8 + 10,66 = 231,46 \text{ тис. грн};$$

Загальні витрати на оплату праці по компресорному цеху визначаємо за формулою:

$$ВОП_{заг} = ВОП_p + ВОП_y = 384 + 231,46 = 615,46 \text{ тис. грн};$$

### **Визначення амортизаційних відрахувань**

Стаття амортизаційних відрахувань розраховується як елемент собівартості.

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

- для основного обладнання - 10% від вартості обладнання;

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

для обладнання:

$$A_{обл} = \sum B_{обл} \times 10\% = 24200 \times 10\% = 2420 \text{ тис. грн};$$

### **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 приймаємо 14% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$B_{i.рем} = A_{обл} \times 14\% = 2420 \times 14\% = 339 \text{ тис. грн};$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$B_{i.пуск} = \sum B_{обл} \times 2\% = 24200 \times 2\% = 484 \text{ тис. грн};$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$B_{i.ін} = \sum A \times 3\% = 2420 \times 3\% = 73 \text{ тис. грн};$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\sum B_i = B_{i.рем} + B_{i.пуск} + B_{i.ін} = 339 + 484 + 73 = 896 \text{ тис. грн};$$

### **Визначення основних показників економічної**

### **ефективності проекту**

Результати розрахунків проведених у попередніх пунктах розділу зводимо у таблицю собівартості енергії (табл. 12.5.).

					00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 13. Охорона праці

#### Санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення обладнання

Розміщення устаткування повинні відповідати вимогам нормативного документа галузі. Огороджуючі конструкції машинного відділення мають легко скидні елементи (вікна, двері та ін.) 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> об'єму будівлі. Вікна – однорядні із звичайного скла. Над та під машинним відділенням не має приміщень з постійними робочими місцями, а також побутових та допоміжних приміщень.

З машинного відділення є два виходи назовні. Двері відчиняються у бік виходу, і не виходять безпосередньо у виробничі приміщення чи в зв'язані з ними коридори та сходові майданчики. Висота машинного відділення до низу несучих конструкцій покриття 4,8 м. Висота підвіконь - 1,2 м.

В машинному відділенні встановлено 6 поршневих компресори GEA GRASSO, які розташовані в один ряд а також 4 лінійний горизонтальних ресиверів. Відстань між виступаючими частинами обладнання і стіною становить – 1 м, прохід між виступаючими частинами обладнання – 1,5 м.

Підлога даного відділення є рівною, неслизькою. Непрохідні канали та люки зачиняються під рівень з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни та стеля машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими нормативами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

Для обслуговування конденсатора (розташований ззовні приміщення машинного відділення), встановлено майданчик з огорожею та драбинами з обох сторін. Майданчик та драбини мають поручні, висотою 1,1 м. Відстань між стійками поручнів складає 0,7 м.

					<i>00 КР 142.008.024.2022 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Б.Р. Колісниченко</i>			<i>Проект холодильного підприємства для виготовлення овочевих сумішей продуктивністю 15 тон за добу у м. Львів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Р.В. Грищенко</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>В.П. Петренко</i>						
						<i>НУХТ ННІТІ ТЕХТ</i>		

## Мікроклімат

Санітарно-гігієнічні норми параметрів повітря в робочій зоні закритих виробничих приміщень регламентується ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату в ПУ повинні забезпечувати оптимальні параметри для категорій робіт легка-Іб, що приведені в табл.6.1, а в машинному відділенні – оптимальні параметри для категорій робіт середньої тяжкості - Па – табл.6.2.

Таблиця 13.1. Санітарні норми мікроклімату ПУ

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний ( $t_3 < 10^{\circ}\text{C}$ )	-3-0	60-80	$\leq 0,1$
Теплий ( $t_3 \geq 10^{\circ}\text{C}$ )	23-29	40-60	$\leq 0,1$

Таблиця 13.2. Санітарні норми мікроклімату машинного відділення

Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Верхня межа	Нижня межа		
Холодний ( $t_3 < 10^{\circ}\text{C}$ )	24	15	$\leq 75$	$\leq 0,3$
Теплий ( $t_3 \geq 10^{\circ}\text{C}$ )	29	17	65 (при 26 °С)	0,2-0,4

Досягнення цих параметрів забезпечується загальною обмінною механічною припливно-витяжною вентиляцією в теплий період року, з

					00 КР 14.2.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Освітлення

Нормовані значення природного та штучного освітлення (ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення).

На підприємстві у компресорному цеху встановлене бічне природне двостороннє освітлення, при якому нормується мінімальне значення (КПО = 0,2 %) та загальне штучне освітлення – світильники з люмінесцентними лампами напругою 220В пілозахисні. Для компресорного цеху при загальному спостереженні за ходом роботи, при постійному перебуванні людей та розряді зорової роботи VIII<sub>6</sub> освітленість становить 50 лк.

Для пульта керування прийнято загальне штучне освітлення - 100 лк.

Для живлення світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання застосовується напруга 12 В.

Аварійне і ремонтне освітлення машинного відділення мають аварійне освітлення від незалежного джерела (акумуляторні батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення.

## Техніка безпеки

Вимоги техніки безпеки регламентує нормативний документ галузі, та ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

На холодильнику наказом керівника призначаються відповідальні особи із числа інженерно-технічних робітників, які пройшли в установленому порядку перевірку знань даних правил, в тому числі, по нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки і дотриманням вимог даних Правил.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і мають свідоцтво про закінчення спеціального учбового закладу або курсів:

по експлуатації холодильних установок – для машиністів;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				

по автоматизації холодильних установок – для слюсарів по КВП і автоматиці .

До самостійного обслуговування холодильних установок машиністи допускаються тільки після проходження стажування строком не менше 1 місяця, в результаті якого вони освоюють обслуговування конкретної установки і підтримання нормальних режимів її роботи, і відповідної перевірки знань.

Стажування проводять досвідчені наставники. Допуск до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Холодильна установка обслуговується одним машиністом в зміну.

Інструктаж по охороні праці обов'язковий для всіх, хто поступив на роботу і працюючих, не залежно від їх стажу і кваліфікації.

Періодичну перевірку знань персоналом інструкцій обслуговування холодильної установки, техніці безпеки, експлуатації обладнання і практичним діям надання долікарської допомоги проводять не рідше одного разу в 12 місяців комісією, яка складається із спеціалістів по холодильній техніці, електротехніці, приладах автоматики і техніці безпеки.

Перевірку знань з техніки безпеки у керуючих і інженерно-технічних робітників здійснюють у відповідності з «Положенням про порядок перевірки знань правил і норм по охороні праці керуючих, інженерно-технічних робітників і спеціалістів».

Інструкції доведені до персоналу, що обслуговує холодильну установку (під розписку), і вивішені на видному місці:

- експлуатації холодильної системи (охолодного обладнання);
- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і автоматики;
- пожежної безпеки;
- охороні праці (надання долікарської допомоги при виникненні аварійної ситуації і т. д.);
- річні і місячні графіки проведення планово-попереджувальних ремонтів;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				



## Електробезпека

Електрообладнання компресорного цеху відповідають вимогам ПВЕ «Правила влаштування електроустановок», ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», ДНАОП 1.1.10 – 1.01-97 “Правила безпечної експлуатації електроустановок”, а також діючих стандартів безпеки праці та інших нормативних документів.

Встановлені пускові прилади розраховані на максимальну силу струму електродвигуна. Рубильники, призначені для вмикання-вимикання струму навантаження, захищені кожухами, які не горять, без отворів та шпарин і мають дистанційне керування. Напруга в колах керування устаткуванням, що встановлено у приміщеннях особливо небезпечних і з підвищеною небезпекою, а також зовні приміщення, не перевищує 42 В.

Заходи і засоби забезпечення електробезпеки на підприємстві:

1. Недоступність струмопровідних частин від випадкового дотикання, блокування (захисні огороження, безпечне розміщення струмопровідних частин, наявність знаків безпеки).
2. Надійна ізоляція (опір ізоляції у силових і освітлювальних електричних установках становить 1,2 МОм).
3. Заземлення електричного обладнання.
4. Організаційні методи (регулярний медичний огляд, інструктаж, перевірка інструментів, контроль при виконанні робіт, наряд допуску перед роботами).
5. Застосування низьких напруг (згідно ПВЕ передбачене використання напруги 12 В).
6. Застосування захисних засобів, запобіжних пристроїв та приладів.
7. Планово-попереджувальні роботи.

Для захисту струмопровідних частин від прямих ударів блискавки використовуються стрижневі блискавковідводи, які встановлено на даху

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 КР 142.008.024.2022 ПЗ				



- наявність системи оповіщення про пожежу;
- наявність аварійного відключення обладнання;
- забезпечення первинними засобами пожежегасіння: двома лопатами, сокирами, металевим багром; пожежним щитом з азбестовим полотном, ящиком з піском; повітряно-пінні вогнегасники ВПП-5 – 1 шт; порошкові вогнегасники ВП-4(з) – 2 шт.
- наявність плану евакуації.

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



*Специфікація*

№	Найменування обладнання	Кіл-сть
1	Компресор Grasso V450	2
2	Компресор Grasso V300	4
3	Конденсатор Alfa-Laval ANVT1007BT	1
4	Повітроохолоджувач Alfa-Laval TYR-A 326 (40Pa)-6 H Q 400	6
5	Повітроохолоджувач Alfa-Laval TYR-Z 314-10 H P2 400	8
6	Флюїдизаційний апарат АСМФ-1100	2
7	Ресивер 1.5РД	4
8	Ресивер 0.75РД	1
9	Мастиловіддільник 100М	2
10	Мастиловіддільник 125М	1
11	Мастилозбірник 60МЗС	1

					00 КР 142.008.024.2022 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		